



# A passzívház és a közel nulla energiaigényű épület követelményrendszereinek összehasonlítása

Készítette: Horváth Bence WCN6CR

Konzulens: Baráth Géza

Tudományos Diákköri Konferencia 2016.  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Építészmérnöki Kar  
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

## ABSZTRAKT

Napjaink egyik legdivatosabb alacsony energia-felhasználású épülete a passzívház, amely szerkezeti adottságaival képes elérni a meglehetősen alacsony fűtési hőigényt, és károsanyag kibocsátást. A passzívház növekvő népszerűsége a világszerte emelkedő energiaárakkal hozható összefüggésbe.

Magyarországon, ahogy az Európa Unió más országaiban is, folyamatosan szigorodnak az épületekre vonatkozó energetikai előírások. Az energetikai jogszabály legújabb módosítása már tartalmazza a 2021-től minden új építésű épületre kötelezően betartandó közel nulla energiaigényű követelményszintet. A közelmúltban publikált, épület-energetikai témákkal foglalkozó cikkek tanulmányozásából kiderült, hogy az alacsony energiafogyasztásra, illetve a passzívházak terjedésére kiemelt figyelmet fordítanak világszerte.

Ezen dolgozat célja a passzívház-kritériumok, illetve a magyar jogszabály szerinti közel nulla energiaigényű épület összehasonlítása egy példaépület segítségével.

A számításokhoz egy passzívház-tervező programot, illetve egy épület-energetikai számításokhoz használt programot vettem igénybe. Az összehasonlítás során bemutatom a két követelményrendszer elvi és gyakorlati különbségeit, valamint a mintaépület energiafelhasználásában mutatkozó számszerű különbségeket.

## ABSTRACT

One of the most well-known building-type with low-energy consumption is the passive house. With its structural capability, it can achieve very low heating demand and emission. The popularity of the passive house is due to the rising energy prices worldwide.

In Hungary, as well as in other countries of Europe, the requirements for the energy consumption are strictening. The newest modification of the Hungarian energy law already contains the requirements of the „nearly zero” - energy buildings. According to the recently published articles, the topic of energy consumption is followed with high attention worldwide. The purpose of this paper is comparing the requirements for the passive house with the Hungarian „nearly zero” - energy consumption, using a „reference building”. For the calculations, a passive house design software, and a Hungarian energy calculation software were used. With the comparing I will demonstrate the practical and theoretical differences of the two calculation methods, as well as the numerical differences of the energy of consumption of the reference building.

## TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés .....	4.
1.1. A téma bemutatása, aktualitása, fontossága .....	4.
1.2. Az energetikai helyzet Magyarországon.....	4.
1.3. Fogalmak.....	5.
2. Elméleti előkészítés .....	5.
2.1. Szakirodalom vizsgálata.....	5.
2.2. Téma lehatárolása .....	10.
3. A követelményrendszerek bemutatása .....	11.
3.1. Passzívházak .....	11.
3.1.1. Passzívházak ismertetése .....	11.
3.1.2. A passzívház követelményértékei .....	14.
3.1.3. Passzívház - tanúsítványok .....	16.
3.1.4. Passzívházak Magyarországon .....	18.
3.2. A magyar energetikai rendelet .....	19.
3.2.1. A magyar energetikai rendszer ismertetése .....	19.
3.2.2. A közel nulla energiaigényű épületek követelményszintje .....	20.
3.3. A két rendszer különbségei .....	22.
3.3.1. Elvi különbségek .....	22.
3.3.2. A követelményértékek különbségei .....	23.
4. Követelményrendszerek összehasonlítása.....	25.
4.1. Mintaépület bemutatása .....	25.
4.2. Passzívház számítása PHPP szoftverrel.....	27.
4.3. Passzívház számítása Winwatt szoftverrel .....	31.
4.4. Közel nulla energiaigényű épület számítása Winwatt szoftverrel .....	33.
4.5. Eredmény, következtetések .....	37.
5. Összegzés.....	38.
Köszönetnyilvánítás .....	39.
Irodalomjegyzék .....	40.

Függelék

## *1. Bevezetés:*

### *1.1 A téma bemutatása, aktualitása, fontossága*

A mai folyamatosan növekvő energiaárak mellett az ember az alacsony energiafogyasztásra és károsanyag-kibocsátásra törekszik. A jelenleg elterjedt karbonalapú energiahordozók felhasználásával komoly károkat okozunk a környezetnek, ennek egyik tünete a klímaválság. Az utóbbi pár évben az energiatudatosság az építészetben is kiemelt fontosságúvá vált. Építészek és mérnökök dolgoznak világszerte azon, hogy új, energiahatékonyabb megoldásokat, szerkezeteket fejlesszenek ki, melyekkel csökkenthető a környezet terhelése. Egymás után jelennek meg a piacon a különböző alacsony-energiafogyasztású épületek, illetve épületszerkezetek, és napjainkra egyre több építető választja ezen energiahatékonyabb szerkezetek beépítését, melyek nyilván kezdetben többletköltséget jelentenek, de mivel az energiafogyasztás így töredékére esik egy átlagos épülethez képest, idővel megtérülnek.

### *1.2. Az energetikai helyzet Magyarországon*

Az épített környezetben felhasznált energia jelentős arányú csökkentése az EU főbb célkitűzései közé tartozik [1]. Magyarországon jelenleg sajnos nem túl elterjedt a megújuló energiaforrások használata, bár az utóbbi években, az EU direktívák hatására jelentős növekedésnek indult.

A magyar energetika rendelet [2] legújabb frissítése egy rendkívül szigorú követelményrendszerrel állt elő, az úgynevezett közel nulla-energiaigényű épülettel. Ezt a szintet a megújított magyar energetikai rendszer a „BB”-vel jelöli, és 2021-től minden új építésű épületnél kötelező lesz e követelmény elérése.

Hazánkban a jelenlegi családi házak legnagyobb része „FF-GG” energetikai besorolású, ami azt jelenti, hogy a házak éves primerenergia-felhasználása körülbelül 200-300 kWh/m<sup>2</sup>év. Ez nagyon magas érték. Tehát körülbelül a jelenlegi lakóházak 70%-a nem felel meg az energetikai követelményeknek! Ezzel szemben passzívház technológia a gyakorlatban is bebizonyította, hogy jelentős energia-megtakarítást tesz lehetővé [3], ezt alátámasztja az első minősített magyar passzívház (Szada, 2009. február) megépítése, és azt övező hatalmas érdeklődés.

### *1.3. Fogalmak*

A médiában és különböző cikkekben gyakran használnak különböző kifejezéseket az energiahatékony, illetve alacsony energia-fogyasztású épületekre, mint az „ökoház”, „zöldház”, „energiaház”. Ezek csupán általános megnevezések, legtöbbször csupán marketing szempontjából van céljuk, tudományos háttérrel nem rendelkeznek. Nincs meghatározott és elfogadott definíció mögöttük, így nem tudunk róluk számszerű adatokat, melyek alapján összehasonlíthatnánk őket.

Pontos és egyértelmű meghatározással rendelkezik viszont a „passzívház”, melynek a definícióját a német „Passivhaus Institut Darmstadt” fektette le.

Ugyanígy a „KNE”, vagyis közel nulla energiaigényű épület, melynek kritérium adatai a magyar energetikai rendelet [2] legfrissebb változatában megtalálhatóak. Ezek, a passzívház-kritériumokkal együtt a dolgozatban részletesebben is bemutatásra kerülnek.

A továbbiakban a magyarországi energetika követelményekben definiált közel nulla energiaigényű épület, illetve a passzívház kritériumainak összehasonlításával foglalkoznék. Azért választottam ezt a témát, mert rendkívül aktuális, viszonylag nagy figyelem övezi, ezenkívül e két megoldás tűnik jelenleg a legígéretesebbnek Magyarországon.

## *2. Elméleti előkészítés:*

### *2.1. A szakirodalom vizsgálata*

A téma kidolgozása előtt tanulmányoztam számos, energiahatékonyság-témában publikált cikket, az alábbiakban az ezekből levont, általam legfontosabbnak tartott tanulságokat, észrevételeket szeretném bemutatni. Ezen írások hasznos tudnivalókkal szolgáltak a választott témámhoz. A cikkek tartalma alapján kívántam kideríteni, hogy milyen tapasztalatok alakultak ki a passzívházakkal kapcsolatban, illetve milyen eredmények, törekvések születtek az energiahatékony szerkezetek fejlesztésére világszerte. Ezekkel témám fontosságát kívánom hangsúlyozni.

Jürgen Schnieders, Wolfgang Feist, Ludwig Rongen :  
*Passive Houses for different climate zones*  
*Energy and Buildings 105 (2015) 71–87 [4]*

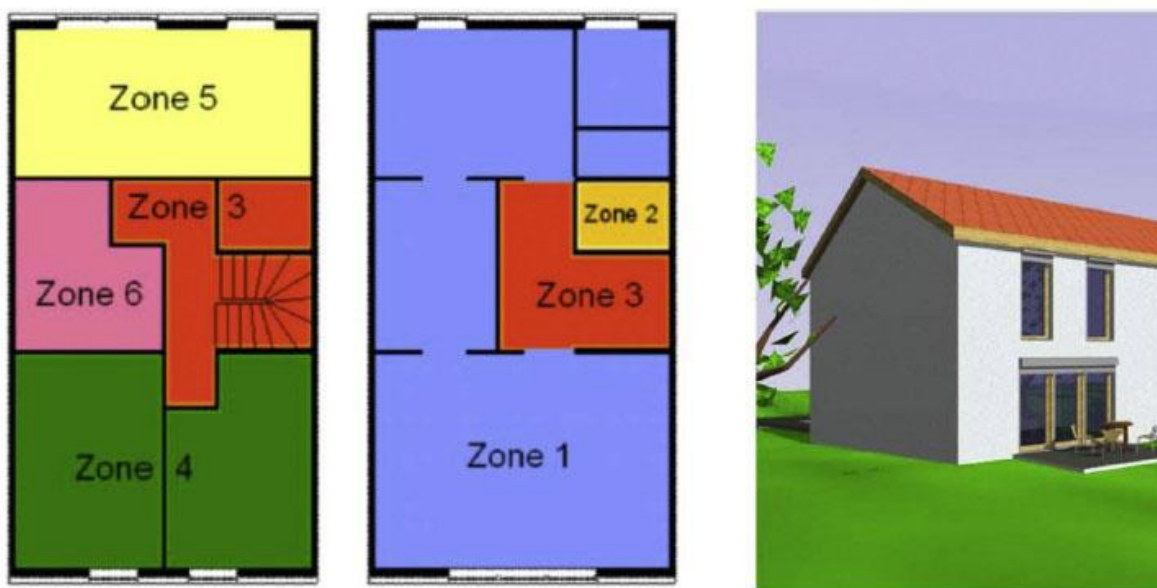
A cikk lényege, hogy passzívházak levegőjének belső páratartalmát, légkényelmét hygro-thermodinamikus eljárással mérik, és a kapott eredményeket dokumentálják. Ez azért érdekes, mert a méréseket 6 különböző klímazónában található mintaépületeken végezték el.

A lap szerint a passzívházak általánosan 80-90 %-kal kevesebb fűtési igényrel rendelkeznek, mint az új építésű átlagosnak mondható lakóépületek. Ezt jó minőségű nyílászárókkal, nagy légtömörséggel, és vastag hőszigeteléssel érik el, de mégis a költséghatékonyság teszi a passzívházat azzá, ami.

A cikkben vizsgált 6 különböző klímazónában elhelyezkedő épület:

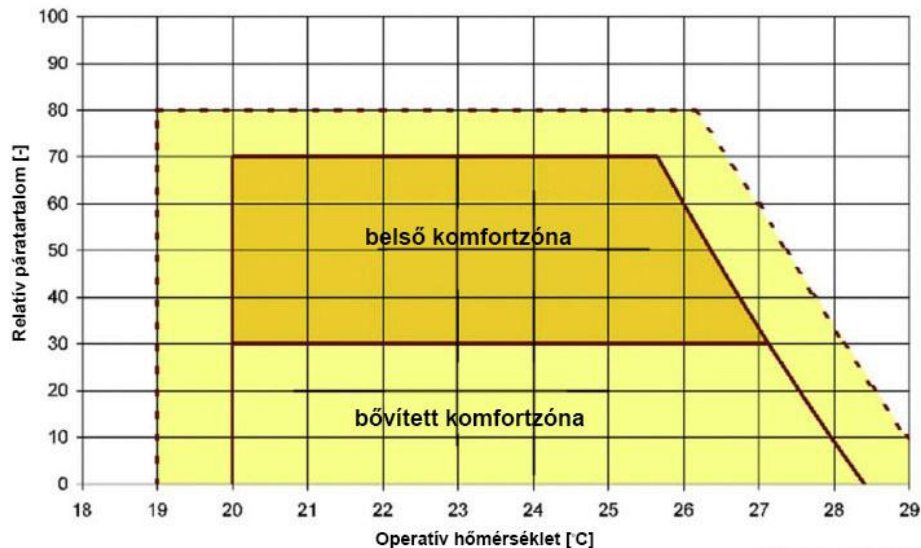
- Yekaterinburg - hideg
- Tokyo - szubtrópusi
- Shanghai - szubtrópusi
- Las Vegas - meleg és száraz zóna (magas hőmérséklet-ingadozással)
- Abu Dhabi - meleg és nedves
- Szingapúr - trópusi

Minden helyszínen egy mintaépületet fejlesztettek ki, mindegyik fűtése és hűtése csupán a belső levegő szabályozásával történik. Hogy a passzívház-kritériumot betartsák, egy PHPP szoftvert, azaz passzívház-tervező programot vettek igénybe.



1. ábra: A tervezett és vizsgált mintaépület alaprajzai és látványterve [4]

Továbbá meghatároztak egy komfort-határértéket (lásd: 2. ábra) a belső levegő hőmérséklete és páratartalma alapján, melyhez az egyes épületekben mért értékeket igazították.



2. ábra: A megfelelő komfortszint eloszlása a relatív páratartalom és hőmérséklet szerint [4]

Mivel maga a passívház lényegében német eredetű, a végleges eredményeket a Németországi klíma adatokkal vetették össze. Bár az épület paraméterei lényegében hasonlóak voltak, a levegő-minőségre rendkívül eltérő adatok születtek.

E kutatás igazolja, hogy miért fontos a passívház-kritériumokat az adott helyszín és klíma tulajdonságaihoz igazítani. Ha ugyanazt modellt használnánk jelentősen eltérő környezetekben, akkor nagy eséllyel nem kapjuk meg a várt komfort-szintet.

*Ray Galvin : Are passive houses economically viable? A reality-based, subjectivist approach to cost-benefit analyses*

*Energy and Buildings 80 (2014) 149–157 [5]*

A tanulmány választ próbál adni az építetők nagy részét foglalkoztató kérdésre, miszerint megéri-e passzívházat építeni?

A passzívház köztudott gazdasági hátránya, hogy többbe kerül egy átlagos családi háznál, viszont a többletköltség elvileg közép- és hosszútávon megtérül.

Galvin szerint mindkét épület esetében a tényleges energiafogyasztást jelentősen befolyásolhatja az épületben lakó emberek felhasználási szokásai. Az eredmények azt mutatták, hogy a tényleges fogyasztás akár 40%-kal több lehet, mint az EPR (calculated energy consumption), vagy számított energiafogyasztás.

A gazdasági szempontból kapott értékek közelítések, mivel két fontos paraméter nem ismert a beruházás idején: a háztartás átlagos fogyasztása és a jövőbeli fűtőanyag ára.

Galvin, bár elsősorban gazdasági szempontokat vizsgál, de eredményei fontos tanulsággal bírtak számomra. A közzétett eredményei alapján arra jutottam, hogy a jövőben a passzívház-tervező programokban további pontosítás lenne eszközölhető. Egy olyan szekcióval bővíteném, amellyel az egy főre jutó tervezett átlagos elektromos-eszközhasználati időtartam is kiszámítható, elkerülvén ezzel a nagyobb eltéréseket a számított és a mért energia-fogyasztásban.

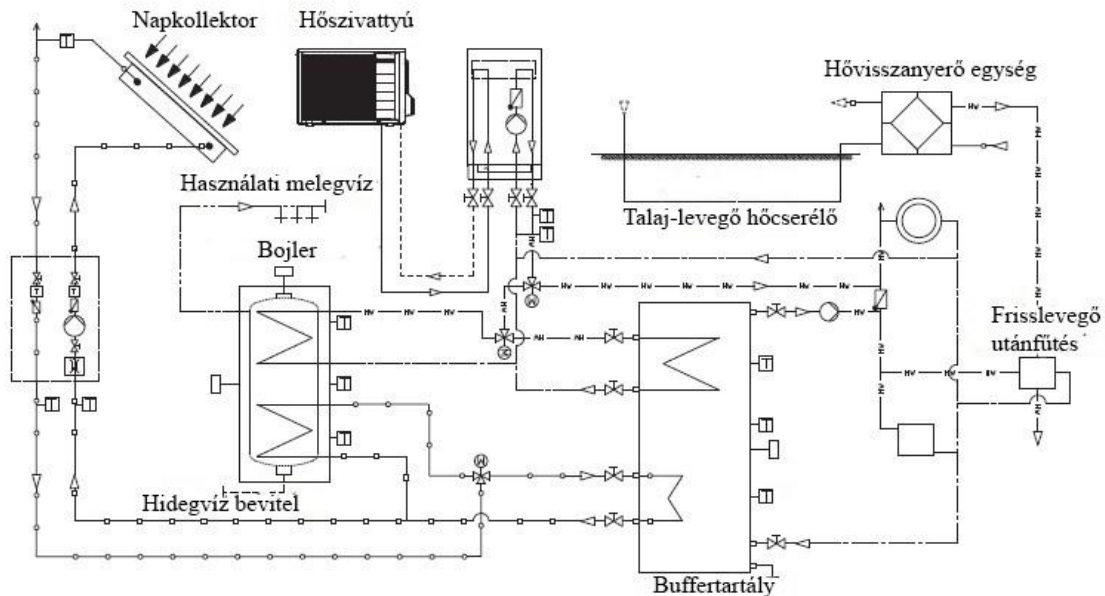
*D. Dan , C. Tanasa, V. Stoian, S. Brata, D. Stoian, T. Nagy Gyorgy, S.C. Florut:  
Passive house design—An efficient solution for residential buildings in Romania  
Energy for Sustainable Development 32 (2016) 99–109 [3]*

Dan és társai az energiahatékonyság fontosságával nyitnak, és vonultatják fel a klímaváltozás, a globális felmelegedéssel szemben, egyfajta válaszként, alternatív megoldásként. Tanulmányuk célja, hogy Romániában is terjesszék a passzívház-tervezéshez szükséges elveket, amely önmagában is kiemelkedő példája az alacsony-energiafogyasztású épületeknek. Romániában a passzívház egy viszonylag újkeletű konstrukció, ezért a helyi kutatóintézet támogatásával egy próbaépület épült, tükrözve a romániai anyagfelhasználást, építési elveket, idomulva az ottani klímaadottságokhoz.

A épület tervezése során vizsgálták a gazdasági szempontokat is, melyből kiderül, hogy az anyagi megtérülést 20 év körülire állapítják meg.



Dolgozatom szempontjából különösen hasznosnak találom, hogy a tanulmány részletesen tárgyalja a mintaépület műszaki tartalmát, úgy, mint a különböző csomópontokat, illetve a gépészeti-bekötési vázlatot (lásd: 3. ábra).



3. ábra: Passzívház gépészeti vázlata [3]

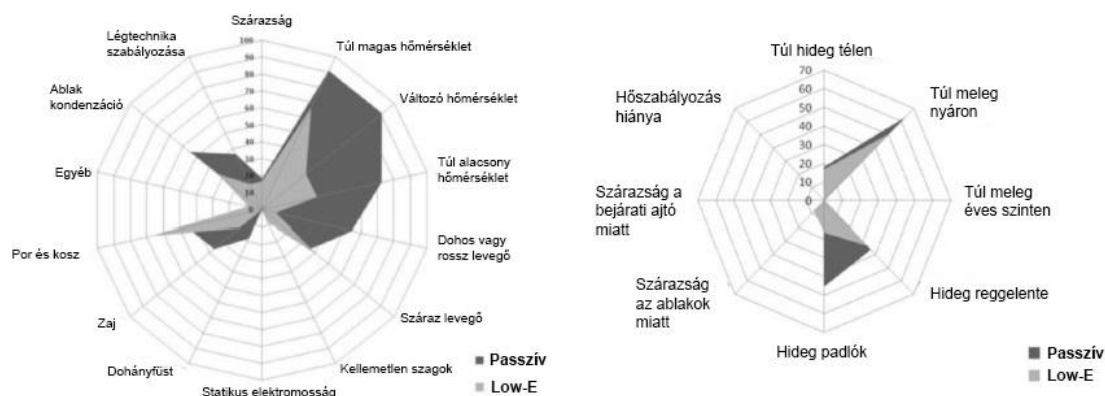
Továbbá a cikk tárgyalja a házban alkalmazott mérési módszereket és eredményeket. Mint kiderült, az épület a termikus buroknak, illetve hővisszanyerő-rendszerének köszönhetően képes hozni az elvárt komfort-szintet a téli hónapokban is, mi több, nyáron az időszakos túlmelegedés ellenére a felhasználók nem panaszkodtak rossz komfortérzet miatt.

A cikk tanulságként kiemeli, hogy mennyire fontosnak tartják az úgynevezett demó projektek megvalósítását, melynek meggyőző eredményeivel népszerűsíthetők az építetők körében a passzívház-szerű megoldások.

Műszaki tartalma mellett a cikk azért is volt tanulságos, mert kiderült, hogy Magyarország szomszédjai is hasonló cipőben járnak energiahatékonyság terén, de megoldásaik akár követendő példák lehetnek.

*Patrik Rohdin, Andreas Molin, Bahram Moshfegh:  
Experiences from nine passive houses in Sweden e Indoor thermal environment and energy use  
Building and Environment 71 (2014) 176e185 [7]*

Rohdin és társai 9 megépült passzívházat vizsgálnak Svédországban a komfort szempontjából. Felmérést végeznek a lakók körében esetleges diszkomfort iránti panaszokra, majd azokat ugyanazon a területen épült, átlagos, alacsony energiafogyasztású épületek felhasználóinak beszámolójával vetik össze. A panaszok eloszlása a 4. ábrán látható.



4. ábra: A passzívházakban és általános lakóházakban lakók által tett panaszok eloszlása [7]

Kutatásuk fontos tanulságokkal bír számomra. Különösen érdekes tény, hogy éves szinten a passzívház-felhasználók gyakrabban panaszkodtak túlmelegedésre főleg a nyári időszakban, mint a többi lakó. Fontos leszögezni, hogy vizsgált passzívházak egyike sem rendelkezik nyári árnyékolással!

Rohdin, Molin és Moshfegh munkája az árnyékolás fontosságára hívta fel a figyelmemet.

## 2.2. Téma lehatárolása

Láthatjuk tehát, hogy világszerte számos megoldás létezik az energiahatékonyság növelésére az építészetben, de a passzívház ezek közül kiemelkedő minden tekintetben. Több írásban is felmerült a megtérülés kérdése, de kutatásom nem gazdasági, hanem műszaki oldalról vizsgálja ezen megoldást. A gazdasági kérdéstről Karlovecz Ádám munkájából kaphatunk választ. [6]

A passzívház követelményrendszere azonban egy majdnem egy több, mint 20 éves szabványon alapul, és ez idő alatt jelentősen szigorodtak az energetikai követelmények, ahogyan dolgozatom egy további részében, a magyarországi rendelet [2] kritériumrendszerének bemutatásával szemléltetem.

A kérdés tehát, hogy tényleg a passzívház-e jelenleg a piacon levő, minőségi, komfort és energiatakarékossági szempontból legfejlettebb épület?

Az energetikai követelmények szigorodása mellett felmerül továbbá a kérdés: Vajon megüti-e a legújabb energetikai rendelet követelményeit a több, mint 20 éves passzívház-szabvány?

Lehet, hogy a passzívház-kritériumok manapság már elavultnak tekinthetők?

Vajon milyen besorolást kapna egy passzívház a legújabb, 2016.január 1-től érvényes energetikai rendelet alapján?

### *3. A követelményrendszerek bemutatása*

#### *3.1. Passzívházak*

Manapság az egyik legdivatosabb, és rendkívül alacsony energiafogyasztással bíró épület az úgynevezett passzívház. A passzívház (németül Passivhaus) a világ több országában az energiatakarékos épületekre alkalmazott német minősítési rendszer, amely alapján az első épület 1990-ben épült meg Németországban.

A passzívház tehát egy olyan épület amely rendkívül alacsony primerenergia-fogyasztás mellett kellemes komfortérzetet biztosít. Az első passzívház 1990-ben épült a németországi Darmstadtban. A szabvány gondozásáért és a minősítésért felelős Passivhaus-Institutot 1996-ban hozták létre ugyanott.[9]

Csak azon épületeket nevezhetjük passzívháznak, melyek megfelelnek a darmstadti Passzívház Intézet (Passivhaus Institut) hivatalos minősítési rendszerének.

A passzívházat azért nevezzük passzív háznak, mert szinte egyáltalán nincs szükség aktív fűtésre. A passzívháznál a hővesztéseket minimalizáljuk és a belső - emberek, világítás, háztartási és technológiai berendezések hőleadásából származó - hőnyereséget maximalizáljuk.[9][10]

##### *3.1.1. Passzívházak ismertetése*

A passzívház definícióját senki sem tudná jobban elmagyarázni az eredeti megálmodójánál, ezért szeretnék idézni Dr. Wolfgang Feist, a német Passzívház Intézet vezetőjének cikkéből [8] :

„ A passzívház nem egy energiaszabvány, hanem egy koncepció, a legmagasabb komfort eléréséhez. Eredeti definíciója szerint:

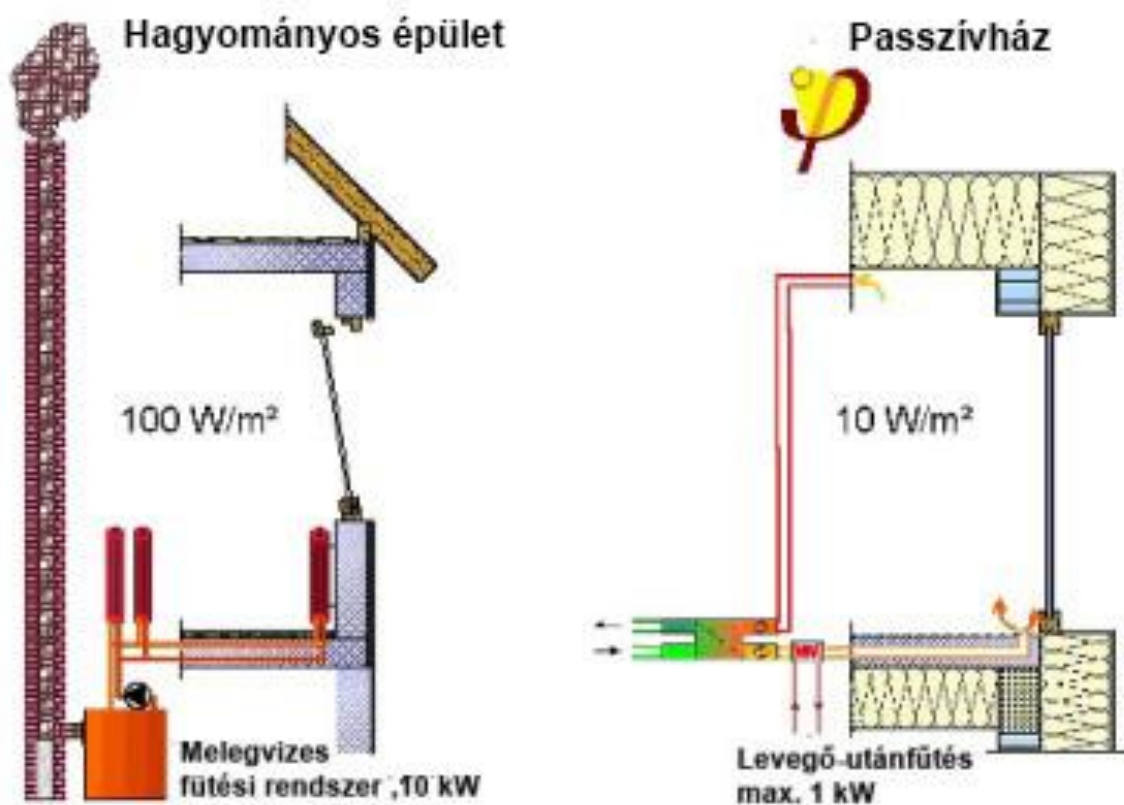
"A passzívház egy olyan épület, melyben a termikus komfortérzet (ISO 7730) egyedül azon friss levegő-térfogatáram utánfűtésével vagy utánhűtésével biztosítható, mely a kielégítő levegőminőség eléréséhez (DIN 1946) szükséges - további egyéb levegő felhasználása nélkül."

Ez a definíció tisztán funkcionális, nem tartalmaz számértékeket és minden éghajlatra érvényes. A definíció mutatja, hogy nem egy véletlenszerűen felállított szabványról van szó,

hanem egy alapvető koncepcióról. A passzívház tehát nem lett feltalálva - a passzívházelv sokkalinkább felfedezve lett. Egyedül arról a kérdésről lehetne vitatkozni, hogy a "passzívház" elnevezés találó-e erre a koncepcióra. Namármost - jobb nincs. Mivel a termikus komfortot, amennyire csak lehetséges, passzív intézkedések (hőszigetelés, hővisszanyerés, passzív módon használt napenergia és belső hőforrások) biztosítják."

Dr. Feist írásában kifejti még, hogy mivel az energiatakarékos házaknál légtömörségükből kifolyólag mindig használunk szellőztető rendszert, mint technikai komponens, ugyanez a rendszer használható fűtésre is, meleg levegő befújásával.

Ezenfelül megállapítja azt is, hogy az extrém alacsony felhasználási értékek azon kényszerűségből alakulnak ki, miszerint a friss levegővel történő fűtés csak akkor működik, ha a hőveszteség nagyon csekély. Ehhez természetesen jónak kell lennie a fűtött épületrész, tehát a termikus burok hőszigetelésének.



5. ábra: Az ábra egy passzívház alapelvét mutatja: A szellőztetés a megfelelő komfortszint eléréséhez szükséges friss levegőt behozza a helyiségbe [8]

Zárjuk le jól a házat a külső hatások ellen, jó épületszerkezetekkel, jó minőségű nyílászárókkal. Amennyire lehet, használjuk ki a szoláris energiát, és alakítsunk ki olyan szellőző rendszert, amelynél hőcserélőn keresztül adódik át az elvezetett használt levegő hőmennyisége a bevezetett friss levegőnek. A passzívházban a kellemes hőérzet aktív fűtési és hűtési rendszer nélkül biztosítható.

A passzívház elv egyszerűnek tűnik, de gondos tervezést és a részletekre való odafigyelést igényel!

Előnyök:

- Kellemes hőérzet
- Egész évben friss levegő minden lakóhelyiségben
- Nagyon alacsony fűtési hőigény, ebből adódóan kisebb fűtési költségek
- Környezetvédelem

A passzívház tervezésnél elengedhetetlen az úgynevezett PHPP (Passivhaus Projektierungs Paket) számítás [11], amellyel már a tervezés során ellenőrizhetjük, milyen energetikai változásokat vonnak maguk után a különböző alaprajzi, tömegformálási és épületszerkezeti megoldások.

A PHPP számítás tulajdonképpen egy részletes ellenőrző és igazoló számítás annak bizonyítására, hogy a tervezett épület megfelel a passzívház kritériumainak.

Egy passzívház tervezésénél fontos figyelembe venni az alábbi tényezőket [10]:

- Kompakt tömegformálás
- Megfelelő tájolással a téli szoláris energia hasznosítása
- Nyári hővédelem biztosítása
- Extra hőszigetelés
- Szinte hőhidmentes szerkezetek tervezése
- Fal, tető, padló szerkezetekre előírt hőtechnikai értékek elérése
- 3 rétegű, nemesgázzal töltött üvegezésű hőszigetelt ablakszerkezetek
- Légtömörség biztosítása
- Nagy hatékonyságú szellőző berendezés hővisszanyerővel, földhő hasznosítással

Ez persze nem azt jelenti, hogy ezek nélkül nem tudunk passzívházat tervezni, de sokkal nehezebb dolgunk lenne. A német PHI nem csak komplett épületekre ad minősítést, hanem egyes alkotóelemekre is. A németországi Passzívház intézet által elfogadott minősített anyagok minden olyan paramétere be van vizsgálva amire nekünk a PHPP számításban szükségünk van, nem kell ezeknél külön igazoló számításokat készíteni, vagy méréssel igazolni az anyag megfelelőségét. De vajon csak minősített elemekből építhetünk-e passzívházat?

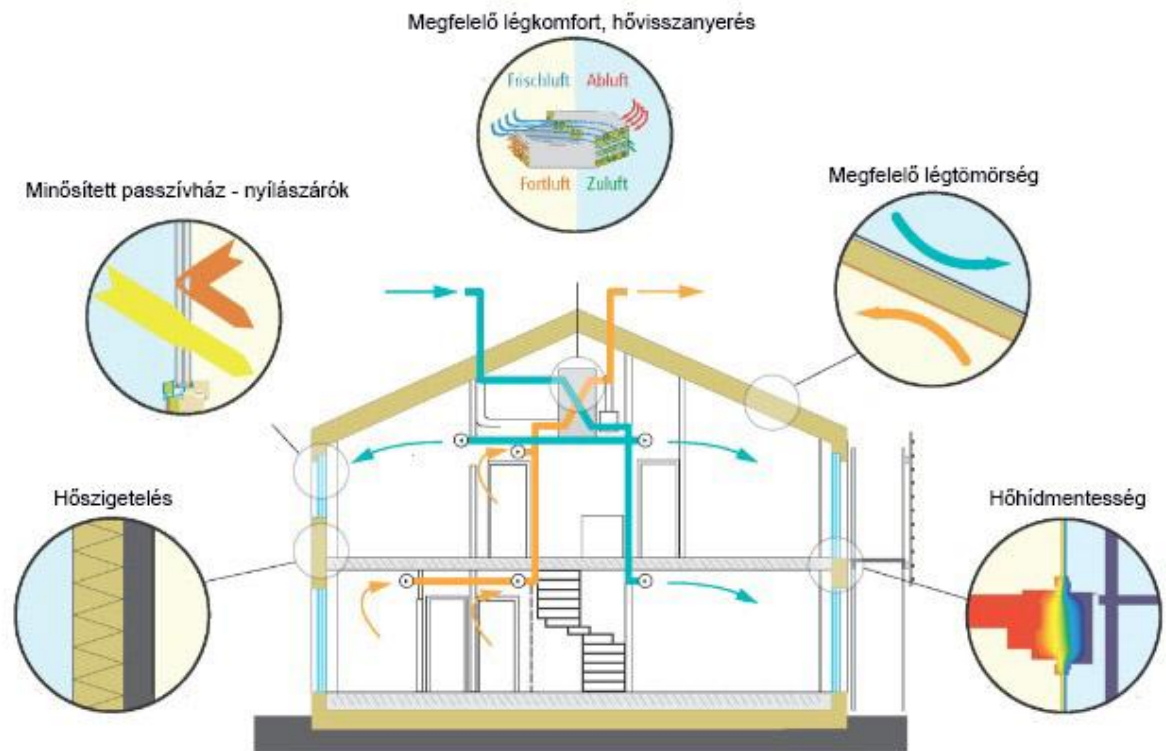
Egy, az „ézsé kft.” honlapján közzétett írás [12] szerint a kérdés teljesen jogos. A cég - amely energiahatékony családi házak tervezésével foglalkozik, - büszkélkedhet a tizenkilencedik magyarországi minősített passzívház megtervezésével. Szerintük, ha PHI által minősített passzívházat szeretnénk, érdemes előre minősített anyagokat felhasználnunk. Ezeknek az anyagoknak a listáját megtalálhatjuk a PHI honlapján.[13] Más anyag esetében magunknak kell elvégezni a számításokat, vagy méréseket melyekkel az anyag megfelelőségét igazolhatjuk. Ha valamilyen hőszigetelő anyagot akarunk használni, ennek a paramétereit könnyen megkaphatjuk a gyártótól. Összetettebb szerkezeteknél, például ablakok esetében nehezebb dolgunk van, itt ellenőrizni kell, hogy a gyártó rendelkezik-e a szükséges adatokkal, ugyanis a programba nem csak a keret és az üvegezés U-értékeit kell beírni. Ha adott esetben egy nem minősített szellőztetőgépet akarunk használni, a gyártó által megadott adatok alapján kell kiszámolnunk a teljesítményadatokat, melyeket 15%-al le kell rontanunk a számítás során. Ezek után érdemes mérlegelni, hogy érdemes-e nem minősített gépet használni, ugyanis a rosszabb teljesítmény sokkal nehezebb lenne kompenzálni.

A legnehezebb dolgunk az egyedi épületszerkezeteknél van. Ha egyedi szerkezetet tervezünk, annak hatását egy 3 dimenziós hőhíd szimulációs számítással kell igazolni. A cikk további érdekes témákat vet fel [12], például, hogy lehet-e egy passzívház kompromisszummentes? Természetesen a legtöbb elképzelés megvalósítható, de egy passzívház esetében, az általános tervezési elvektől eltérő minden eltérést valahol máshol kompenzálnunk kell.

### *3.1.2. Passzívház követelményértékei*

A német Passivhaus Institut által közzétett adatok alapján [14]:

- A nettó fűtési energiaigény nem haladhatja meg a  $15 \text{ kWh/m}^2\text{év}$  értéket.
- A fajlagos primerenergia mutató nem haladhatja meg  $120 \text{ kWh/m}^2\text{év}$  értéket.
- A légtömörség 50 Pa nyomáskülönbség esetén nem lehet több, mint 0,6 1/h. Ezt blower-door teszttel kell igazolni.
- A nyári túlmelegedés gyakorisága ne legyen több 10%-nál éves szinten.



6. ábra: Egy passzívház legfontosabb szerkezeti tulajdonságai [14]

*További ajánlások a követelmények betartásához:*

**Hőszigetelés:**

Minden átlátszatlan épületszerkezetnek a külső homlokzaton kiváló hőszigetelő képességűeknek kell lennie. A legtöbb hideg klímazónában a hőátbocsátási tényező (U-értéknek) lehetőleg ne haladja meg a  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  értéket.

**Nyílászárók:**

Lehetőleg jól hőszigetelt ablakkereteket használjunk, többrétegű, low-E bevonatos, argon vagy kripton gázzal töltött üvegezéssel a minél alacsonyabb hővesztés elérése érdekében. Tehát, a mérsékelt klímaövezetben: törekedjünk a  $0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  U-értékre, vagy kevesebbre, a g-érték (a külső napenergia az üvegszerkezet belső oldalára átegedett hányada) 0,5 körül legyen.

**Hővisszanyerés:**

A hatékony hővisszanyerés kulcsfontosságú, a megfelelő belső levegő minőség, és energiahatékonyság érdekében. Egy passzívházban az elhasznált levegő hőjének minimum 75%-át vissza kell vezetni friss levegőben, hővisszanyerő berendezés használatával.

Épület légtömörsége:

A kontrollálatlan levegőáramlásnak óránként 0.6 l/h-nak kell lennie 50 Pascal-os nyomáskülönbség esetén

Hőhidak kiküszöbölése

Minden sarok, szerkezet-csatlakozás, vagy átszűrődésnek tervezettnek kell lennie, és nagy gonddal kell kivitelezni. Ha a hőhidasság egy szerkezet-csatlakozásnál elkerülhetetlen, az értékét minimalizálni kell.

### 3.1.3. Passívház - tanúsítványok

A német Passivhaus Institut által megszabott követelményértékek az utóbbi években jelentősen bővültek, a passzívház-kritériumokat kiterjesztették más klimatikus zónákra is, ezzel lehetővé téve a passzívházak elterjedését az egész világon.



7. ábra: A jelenlegi PHI által minősített passzívházak eloszlása a világon (a különböző színek a különböző pecsét-típust jelölik) [14]



Jelenleg többféle passzívház minősítés létezik, melyekre hasonló kritériumok vonatkoznak, kisebb módosításokkal.



Passive House seal



EnerPHit seal



EnerPHit+ seal (for buildings with mostly interior insulation)



PHI Low Energy Building seal

8. ábra: Jelenlegi passzívház-bizonyítványok pecsétjei, a PHI (Passivhaus-institute) 2016-os kritérium-frissítése alapján [15]

A standard passzívház bizonyítványt (Passive House seal) olyan épület kaphat, mely megfelel minden alapvető, PHI által megszabott kritériumnak. Ezen belül classic, plus, és prémium kategória is van, melyek a primerenergia-felhasználás, és megújuló energiahányad felhasználásában különböznek.

Az „EnerPHit seal” bizonyítvány olyan felújított épületeknek adható, amely eredetileg nem passzívház, de a felújítás során a PHI által minősített szerkezetek beépítésével, passzívház értékeket ér el fűtési hőigény, és primer energia-felhasználás terén. Ezen épületekre enyhébb követelmények tartoznak (a légtömörség csak 1 1/h kell, hogy legyen), melyet külön táblázatban adtak meg, továbbá ugyanúgy további három kategóriára (classic, plus, prémium) van bontva.

Egy speciális bizonyítvány is létezik, az EnerPHit+i, mely olyan felújított épületeknek adható, melyek bonyolult homlokzatuk miatt főleg belső oldali hőszigeteléssel rendelkeznek.

A „PHI Low Energy Building seal” egy bizonyítvány az olyan alacsony-energia fogyasztású épületeknek, melyek megközelítik a standard passzívház kritériumokat.

### 3.1.4. Passzívházak Magyarországon

2010-ben mintegy tucatnyi passzívház volt található Magyarországon, ezek szinte mind az azt megelőző két évben épültek, és a számuk azóta is folyamatosan nőtt [16]. Napjainkban ez a szám a több százat is eléri. Az első minősített magyar passzívház Szadán épült, 2009 februárjában. Számos kísérlet történt már a szadai ház előtt is a passzívház-technológia alkalmazására, azonban egyik projekt sem lett minősítve. A 2005-ös Solanova-projekt komoly nemzetközi sikereket ért el, az első hazai passzívház-technológiai alkalmazás volt, ráadásul többlakásos panelfelújítás, ami nemzetközi téren is egyedinek számít. Gödöllőn 2006-ra megépült az első, még nem minősített passzív családi ház; a 2007-es kőröshegyi hídmérnökség pedig az első, megújuló forrásokat és passzívház-technológiát alkalmazó irodaépület volt; illetve megépült az alacsony energiaigényű Fészekrakó-ház a Pilisben. A szadai ház sikere részben annak köszönhető, hogy az említett korábbi projekteken együtt dolgozók összefogtak, egyesítették tudásukat és tapasztalataikat. A mai megépült magyarországi passzívházak többsége lakóház, néhány irodaépület színesíti a palettát.



9. ábra: Az első magyar minősített passzívház [16]

## 3.2. A magyarországi energetika rendelet

### 3.2.1. A magyar energetikai rendszer ismertetése

A magyarországi energetikai rendelet [2] 2016.01.01. –es legújabb módosításában meghatározott „közel nulla energiaigényű épület” kritériumai látszólag közel egy szintben vannak a PHPP számítás által lefektetett passzívház-követelményekkel, habár ezeket összehasonlítani meglehetősen nehéz.

Magyarországon a 176/2008. (VI. 30.) Kormányrendelet, illetve a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet kötelező érvénnyel írja elő az épületek energetikai tanúsítását és az energetikai jellemzők meghatározásának fő szabályait.

Magyarország az Európai Unió tagságából adódóan 2016. január 1-jétől léptette hatályba a közel nulla energiaigényű épületekre vonatkozó követelményeket.

A KNE épületek szabályozása a következő három rendeletben jelenik meg a 2016. január 1. utáni időállapotban:

- Az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet,
- Az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárásokról és ellenőrzésekről, valamint az építésügyi hatósági szolgáltatásról szóló 312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet,
- Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet.

Amíg 2016. január 1-je előtt működő rendszer egy betűjellel jellemezte az épület vagy épületrész besorolását, addig az utána lévő rendszer két betűt használ, az előzőt duplázva (A–AA, B–BB,...). Erre annak érdekében van szükség, hogy a két eltérő rendszer és az abban kiállított tanúsítvány egymástól megkülönböztethető legyen. [1] Természetesen ma már a „BB” energetikai besorolás megszerzése a minimum követelmény.

Az Európai Unió szabályozásnak megfelelően minden új épületnek 2021. után KNE épületnek kell lennie!

	A	B	C
1.	Besorolás	1. pont szerinti százalékos viszony	Minőségi osztályának szöveges jellemzése
2.	AA++	<40	Minimális energiaigényű
3.	AA+	40 – 60	Kiemelkedően nagy energiahatékonyságú
4.	AA	61 – 80	Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelménynél jobb
5.	BB	81 – 100	Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelményeknek megfelelő
6.	CC	101 – 130	Korszerű
7.	DD	131 – 160	Korszerűt megközelítő
8.	EE	161 – 200	Átlagosnál jobb
9.	FF	201 – 250	Átlagos
10.	GG	251 – 310	Átlagost megközelítő
11.	HH	311 – 400	Gyenge
12.	II	401 – 500	Rossz
13.	JJ	>500	Kiemelkedően rossz



10. ábra: Összegzés a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet éves energia-mutató szerinti besorolásáról

### 3.2.2. A közel nulla energiaigényű épületek követelményszintje[2]

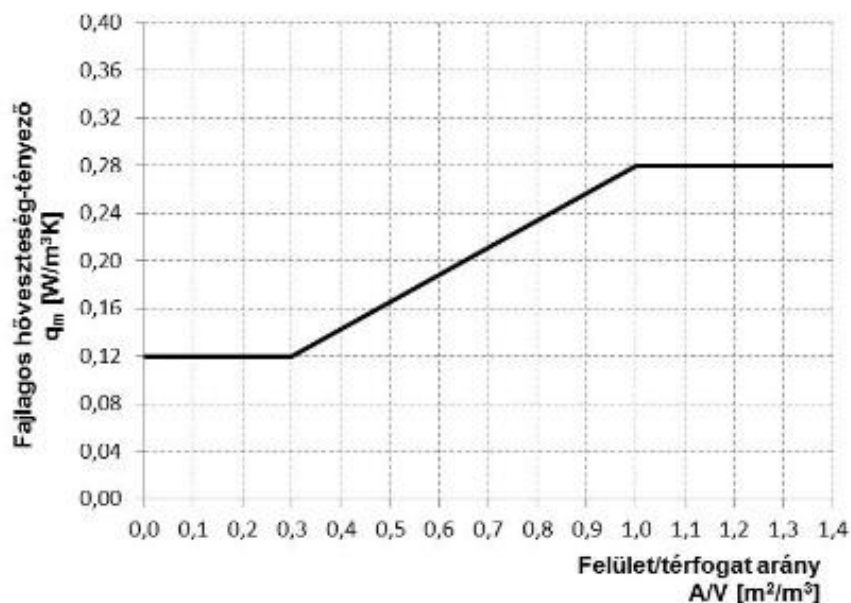
I. A határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire (U-értékekre) vonatkozó követelmény:

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke U W/m <sup>2</sup> K	
1	Homlokzati fal	0,24
2	Lapostető	0,17
3	Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,17
4	Padlás és búvótér alatti földem	0,17
5	Árkád és áthajtó feletti földem	0,17
6	Alsó záróföldem fűtetlen terek felett	0,26
7	Üvegezés	1
8	Különleges üvegezés*	1,2
9	Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró (>0,5m <sup>2</sup> )	1,15
10	Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,4
11	Homlokzati üvegfal, függönyfal	1,4
12	Üvegtető	1,45
13	Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola	1,7
14	Tetősík ablak	1,25
15	Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	2
16	Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,45
17	Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	1,8
18	Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,26
19	Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal	1,5
20	Lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m mélységig (a terepszint alatti rész csak új épületeknél)	0,3
21	Talajon fekvő padló (új épületeknél)	0,3
22	Hagyományos energiagyűjtő falak (pl. tömegfal, Trombe fal)	1

II. A fajlagos hőveszteség tényező (q) követelményértékei

A fajlagos hőveszteség tényező megengedett legnagyobb értéke az épület lehűlő felület (A) és fűtött terek levegő térfogat (V) arány függvényében a következő összefüggéssel számítandó:

$A/V \leq 0,3$	$q_m = 0,12$	[W/m <sup>3</sup> K]
$0,3 \leq A/V \leq 1,0$	$q_m = 0,05143 + 0,2296 (A/V)$	[W/m <sup>3</sup> K]
$A/V \geq 1,0$	$q_m = 0,28$	[W/m <sup>3</sup> K]



11. ábra: A fajlagos hővesztés-tényező alakulása a felület/térfogat arány függvényében

### III. Az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelményértékek:

Sorszám	1. Rendeltetés	2. EP Összesített energetikai jellemző követelményértéke (kWh/m <sup>2</sup> a)
1.	Lakó- és szállás jellegű épületek (nem tartalmazza a világítási energiaigényt)	100
2.	Iroda és legfeljebb 1000 m <sup>2</sup> hasznos alapterületű helységet magukba foglaló kereskedelmi épületek (világítási energiaigényt is beleértve)	90
3.	Oktatási épületek és előadótermet, kiállítótermet jellemzően magukba foglaló épületek (világítási energiaigényt is beleértve)	85

### IV. Felhasznált minimális megújuló energia részaránya:

1. Az épület energiaigényét az összesített energetikai jellemző méretezett értékéhez viszonyítva legalább 25%-os mennyiségben olyan megújuló energiaforrásból kell biztosítani, amely az épületben keletkezik, az ingatlanról származik vagy a közelben előállított. Az egyéb rendeltetésű épületeknél minimálisan alkalmazandó megújuló részarányának nem kell meghaladnia a 25 kWh/m<sup>2</sup>-évet. A minimálisan alkalmazandó megújuló energiaigény mértéke a következő képlettel határozható meg:

$$E_{\text{sus,min}} = 0,25 \cdot E_{\text{P,méretezett}}$$

ahol

$E_{\text{sus,min}}$ : a minimálisan alkalmazandó megújuló energiaigény mértéke,

$E_{\text{P,méretezett}}$ : az épület számított összesített energetikai jellemzője.

### 3.3. A két rendszer különbségei

#### 3.3.1. Elvi különbségek

A PHPP (Passivhaus Projektierungs Paket), ahogy azt már dolgozatomban is bemutattam [11], egy olyan szoftver, amit a Német Passzívház Intézet fejlesztett ki annak érdekében, hogy a tervezési folyamat során ellenőrizni lehessen, hogy az épület várhatóan meg fog-e felelni a szigorú passzívház-követelményeknek.

Ez tehát tulajdonképpen egy energiatanúsítvány, aminek számítási módszere számos ponton eltér a magyar épületenergetikai szabályozás által előírt módszertől, ezért a két számítás eredményét közvetlenül összehasonlítani nem is lehet.

Miben is térnek el egymástól? Szemléltetésképpen pár példa a témában jártas „ézsé kft.” honlapján közzétett, [11] a tervezés során legszembetűnőbb különbségekből:

1. A magyar rendelet szerint az épület határoló-szerkezeteinek belső méreteivel, tehát a külső fal belső kontúrján belüli méretekkel számolunk, míg a PHPP-ben a külső méreteket kell megadni.

2. A primerenergia-mutató a magyar rendelet szerint családi házaknál csak a fűtés és a melegvíz-készítés energiaigényével számol, valamint ha az is mesterségesen biztosított, akkor a szellőztetés és hűtés energiaigényét kell megadni. A PHPP-ben ezeken kívül még az összes háztartási berendezés villamos-fogyasztásával is kell számolni, vagyis figyelembe kell venni a mosógépek, mosogatógépek, laptopok és egyéb háztartási eszközök működését is.

3. A PHPP számítás sokkal részletesebb. Erre néhány példa: meg kell adni a megvalósítás helyére vonatkozó havi klímaadatokat, a gépészeti rendszerek vezetékének pontos hosszát és típusát, a nyílászáróknál nem elég annyit tudni, hogy 2 vagy 3 rétegű az üvegezés, hanem meg kell adni a naptényezőket is, valamint a keret beépítési paramétereit, a hőhidakat is, a talajnál figyelembe kell venni annak hővezetési tényezőjét is stb.

4. A magyar rendeletnél sokkal szofisztikáltabban tudjuk személyre szabni az épület várható használatát: a kívánt léghőmérsékleten túl megadhatjuk, hogy milyen hőmérsékletű és mennyi melegvizet használunk majd, hogy milyen igényekre méretezzük a légtechnikai rendszert, hogy pontosan milyen háztartási berendezéseket fogunk majd működtetni.

### 3.3.2. A követelményértékek különbségei

A két követelményrendszerekben egyértelműen szembetűnő különbségeket találunk. Melyek is a legfontosabb eltérések a fentebb tárgyalt pár példán kívül?

A magyar rendeletben az U értékre, vagyis a hőátbocsátási tényezőre, és főleg a „q”-értékre, vagyis a fajlagos hőveszteség-tényezőre kapunk kritériumokat. A passzívház követelményértékeiben viszont ezekre az értékekre nincs külön kritérium, adott viszont, hogy a szerkezetek tervezése során az U-érték lehetőleg 0,1-0,15 között mozogjon, mert e fölött meglehetősen nehéz elérni a passzívház-követelményeket, tehát a 120 kWh/m<sup>2</sup>-éves primerenergia fogyasztást. A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet szerint viszont lakóépületekre az éves energetika jellemző (E<sub>p</sub>) kritérium 100 kWh/m<sup>2</sup>év, ami szigorúbb a passzívház-kritériumnál! (A dolgozatomban lakóépületekre szeretném elvégezni a számítást.)

Nézzük, hogy miből áll az E<sub>p</sub> érték a rendelet szerint:

$$E_p = E_f + E_{HMV} + E_{LT} + E_{HÚ} + E_{VIL} - E_{REN}$$

Ahol:

E<sub>f</sub> [kWh/m<sup>2</sup>év] a fűtési rendszer éves fajlagos primer energia felhasználása

E<sub>HMV</sub> [kWh/m<sup>2</sup>év] a használati melegvíz előállító rendszer éves fajlagos primer energia felhasználása

E<sub>LT</sub> [kWh/m<sup>2</sup>év] a légtechnikai rendszer(ek) éves fajlagos primer energia felhasználása

E<sub>hú</sub> [kWh/m<sup>2</sup>év] a hűtési rendszer éves fajlagos primer energia felhasználása

E<sub>vil</sub> [kWh/m<sup>2</sup>év] a világítási rendszer éves fajlagos primer energia felhasználása

E<sub>ren</sub> [kWh/m<sup>2</sup>év] az épületben megtermelt megújuló forrásból származó energia

Ebben az értékben viszont nincs benne a háztartási eszközök által fogyasztott éves primerenergia.

A PHPP program által számolt „összes PE-mutató” a következőkből tevődik össze:

- fűtés
- hűtés
- fűtés
- HMV
- segédenergia
- háztartási áram
- légtechnika
- világítás

A két érték tehát közvetlenül nem összehasonlítható. A háztartási eszközök éves primerenergia-felhasználása viszont nagyban függ az adott házban élő család felhasználási szokásaitól, melyeket a magyar számítás nem vesz figyelembe.

Vegyük csak példának Galvin munkáját [5], melyből megtudtuk, hogy rengeteg alacsony energiafogyasztásúnak tervezett lakóépület gyakran több energiát fogyaszt a várt értéknél, és a legtöbb esetben ez az épületben élő emberek felhasználói szokásainak tudható be.

A rendelet 0,5 1/h –s légcserét ajánl általános használat mellett, míg a 0,6 1/h –s légtömörség a passzívház egyik alap feltétele, ráadásul 50 Pa-os túlnyomás mellett.

Érdekes különbség még, hogy a KNE követelményekhez tartozik a 25%-os megújuló energia-résarány, míg a passzívháznál alapesetben megújuló energia felhasználása nélkül is megkapjuk a „Passive House Classic” minősítést. Meghatározott megújuló energia részarány csak a „Plus” és „Prerium” változatoknál feltétel.

		Classic	Plus	Prerium
Megújuló energia-termelés [kWh/m <sup>2</sup> év]	>=	-	60	120



## 4. A követelményrendszerek összehasonlítása

### 4.1. Mintaépület bemutatása

A két követelményrendszer összehasonlításához egy mintaépületet használtam, melynek egyes tulajdonságait aszerint módosítottam, hogy éppen megfeleljen az adott rendszerben megszabott kritériumoknak. Az épületet először PHPP programmal számoltam, szerkezeteit kis mértékben megváltoztattam, hogy az megfeleljen a passzívház-követelményeknek, majd ugyanezen adatokat bevitettem a Winwatt programba. Végül a Winwatt-ban újbóli energetikai számítást végeztem az épületen, melynek szerkezeteit immáron a közel nulla követelményszint eléréséhez méreteztem. Így ugyanabban a rendszerben össze tudom hasonlítani a két épület számszerű energiafogyasztását.

A mintaépületnek az ODOO-t választottam, mert egyetemi hallgatók munkája, és nagyszerű példája a kompakt, energiatakarékos családi háznak.

A „ODOOproject” a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem saját hallgatói és tanárai által tervezett energiahatékony lakóház-prototípus, ami a „Solar Decathlon” nemzetközi versenyen sikerrel szerepelt [17]. A projekt 2010-ben kezdődött, tervezése két évig tartott, ahol többek között Varga Tamás DLA a vezető konzulens, Szikra Csaba pedig az épületgépészeti konzulens szerepét töltötte be. Az épület a sikeres madridi szereplése után, jelenleg a BME kertjében kap helyet.

Az ODOO tervezése során fő cél volt, hogy egy olyan ház jöjjön létre, ahol a lakók a külteret is intenzíven használják.

A ház geometriája úgy lett kialakítva, hogy az aktív és passzív napenergia-hasznosítás a legkedvezőbb legyen. A nyári fal kialakításával a tervezők tulajdonképpen megduplázták a kedvező déli falfelületet, melyben napelemeket helyeztek el. Ezzel egyidőben egy teljesen üvegezett déli falfelületet is biztosítottak a maximális szoláris hőnyereség érdekében.

Az így kialakított rendszer 3-szor annyi energiát termel, mint amennyire a lakóknak szüksége van! A napelemek a tető-és falfelületbe integrálása meghatározza a ház megjelenését, valamint helyettesíti a hagyományos tetőfedést, ezáltal egy gazdaságos megoldás jön létre.

A ház gépészetének legfontosabb darabja az aktív hőtermelő levegő-víz hőszivattyú, ami a félpaszív hűtő-fűtő, a légkezelő és a fotovoltaikus rendszerrel is összeköttetésben áll. A légkezelő egység a megfelelő belső levegő minőségét biztosítja, a szükséges hőmérsékletet pedig mennyezet és padlófűtéssel érhetjük el.

Az ODOO automatizálási rendszere szabályozza a gépészeti egységeket. A rendszer az árnyékolást, az épület hűtését-fűtését a lakók és az időjárás adott állapotához igazítja.

A rendszerrel interneten keresztül bárhonnán kapcsolatba tudunk lépni.

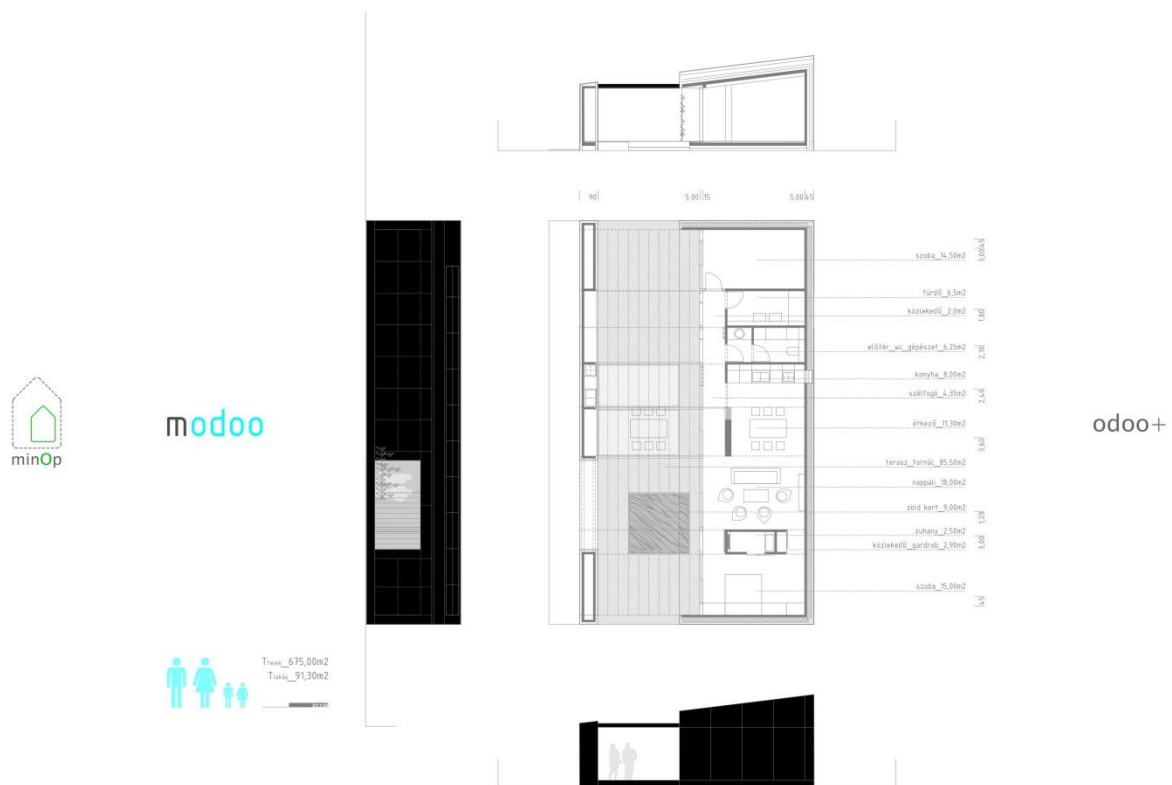
A tervezés során ugyancsak cél volt az hővesztések minimalizálása. Ezt passzívház elvekkel, tehát megfelelő termikus burokkal, belső hőtároló tömeggel és árnyékolással érték el.

Mivel a ház könnyűszerkezetes, a hőtároló tömeget nagyrészt a külső tartályokban tárolt víz, és a beltéri beton padló adja.

Napos időben a túlmelegedés ellen az épület vízszintes és függőleges árnyékoló rendszerrel védekezik.

Az épület tehát tökéletes példája a modern-szemléletű, alacsony energia-igényű épületnek, számításaimhoz éppen ideális. A dolgozatban viszont nem az „eredeti”, megépült változatot kívánom felhasználni.

Az épületről, koncepciójából adódóan többféle tervváltozat is készült, melyeket Varga Tamás DLA készített [18]. Az épület funkcionális egységekre, modulokra van bontva, ezáltal az alaprajz és vele együtt az egész épület rugalmas, a felhasználók igényeinek megfelelően bővíthető, vagy csökkenthető. Dolgozatomhoz egy teljes, négytagú család számára élhető házat szeretnék vizsgálni, ezért a 93 m<sup>2</sup> alapterületű, egyszintes, lapostetős változatot választottam mintaépületnek.



12. ábra: Az Odoo vizsgált tervváltozata [18]

A vizsgált épület helységlistája, a közétett terv alapján:

<b>Helység</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>
konyha+ebédlő	19,30
nappali	18,00
fürdőszoba	6,50
gardrób	2,90
zuhanyzó	2,50
WC+gépészet	6,25
szélfogó	4,35
szoba	14,50
szoba	15,00
közlekedő	2,00

Az épület tervezett rétegrendjei a számítás során kis mértékben módosításra kerültek. A hőszigetelés vastagságának változtatásával úgy „állítottam be” a szerkezeteket, hogy azok hőátbocsátási tényezője éppen megfeleljen a vizsgált követelményrendszernek.

#### *4.2 Passzívház számítása PHPP szoftverrel*

A PHPP számítás, - ahogyan korábbi példákon bemutattam, - a legapróbb részletekig kiterjed. A programban számtalan fülön írhatjuk be a tervezett épület specifikációit, melyekből az a szükséges adatokat automatikusan kiszámolja.

A szerkezetekben a hőszigetelés vastagságát igyekeztem úgy kialakítani, hogy az így kapott U-érték lehetőleg ne lépje át a PHI által ajánlott  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  értéket.

Az alkalmazott rétegrendek ezen elv alapján:

*Külső fal: U-érték:  $0,124 \text{ W/(m}^2\text{K)}$*

(Rétegek belülről kifelé)

<b>Réteg</b>	<b>[cm]</b>
tiszta gipszlapok	1,5
Masterfol CLASSIC ALU	0,1
NC (EPS) 100 hőszigetelő	15
faforgácslap	2
kiszellőztetett légrés	2,5
Rockwool Techrock 40	15
agyagvakolat	1,5

*Padló:*

*U-érték: 0,135 W/(m<sup>2</sup>K)*

(Rétegek kívülről befelé)

<b>Réteg</b>	<b>[cm]</b>
XPS	15
vasbeton	8
Elastovill E-G 4 S/K	0,4
kavicsbeton	4
Rockwool Fixrock	5
Rockwool Fixrock	3,5
tiszta gipszlapok 1	1,5
gipszvakolat	0,5
tiszta gipszlapok 1	1,5
gipszvakolat	0,5
tiszta gipszlapok 1	1,5

*Tető:*

*U-érték: 0,120 W/(m<sup>2</sup>K)*

(Rétegek kívülről befelé)

<b>Réteg</b>	<b>[cm]</b>
faforgácslap	2
kiszellőztetett légrés	2,5
Rockwool Techrock 40	30
tiszta gipszlapok	1,5
tiszta gipszlapok	1,5
Masterfol Classic ALU	0,1
tiszta gipszlapok	1,5

A nyílászárókat egy, a programban található listából választottam ki.

A nyílászárók típusa:

*keret: GEALAN - S 7000 IQ Passivhaus - mit Abstandhalter 'Swisspacer V'*

*U-érték: 0,82 W/(m<sup>2</sup>K)*

*üvegezés típusa: Unitop 0.60 - 55 – UNIGLAS (háromrétegű)*

*U-érték: 0,6 W/(m<sup>2</sup>K)*

*g-érték: 0,55*

Ez kiemelkedő minőségű műanyag nyílászáró 3 rétegű üvegezéssel. Ugyanezt a típust alkalmaztam végig az épület déli oldalán, a megfelelő méreteket beállítva. A hatalmas arányú déli üvegfelület a komoly szoláris hőnyereségen kívül a nyári túlmelegedés

kockázatát is magával hordozza. A 15 kWh/m<sup>2</sup>év –es fűtési hőigény eléréséhez minimalizáltam az épület árnyékolását a téli hónapokra a maximális szoláris hőnyereség érdekében. Ezzel együtt azonban a szoftver figyelmeztet, hogy a beállított árnyékolás mellett az épület nyáron kismértékben túlmelegszik, és kiegészítő intézkedésekre van szükség. A túlmelegedés ellen gépi hűtéssel és megadott szellőzéssel védekeztem.

Az épületet 4 emberre tervezték, a program pedig lakóépület esetén személyenként 30 m<sup>3</sup>/(P\*h) frisslevegővel számol, így az épület frisslevegő-szükséglete 120 m<sup>3</sup>/h .

Az ODOO műszaki összefoglalójában[12] leírtak szerint az épület az épület fűtéséhez és hűtéséhez szükséges hőt a szellőző levegővel juttatják be a belső térbe. Ennek a rendszernek elengedhetetlen eleme a nagy hatásfokú hővisszanyerő, amely a passzívházakban is gyakori megoldás. A programban egy „Paul Novus” márkájú készülékkel számoltam, melynek hővisszanyerési tényezője:  $\eta_{WRG}=0,94$ .

A program által számolt effektív hővisszanyerési hatásfok:  $\eta_{WRG,eff}=89,4\%$

A fűtési hőigény meghatározásához a programban található, általános magyarországi klímaadatokkal számoltam.

A belmagasságot 2,5 méternek vettem, ezután a program összegezte az összes hőveszteséget és hőnyereséget, majd az így kijött végeredmény 13 kWh/(m<sup>2</sup>év) lett.

A részletes eredményeket a mellékletben tüntettem fel.

Keringtetett levegő hűtés-t alkalmazva a túlmelegedés problémája is megoldott.

Érdekes probléma volt még a napelemek áramtermelésének figyelembevétele. A program rendelkezik egy „szolár”-füllet, ahol részletesen meg lehet adni a tervezett napkollektorok specifikációit, mellyel a program kiszámítja a becsült szoláris energiahányadot a HMV-hez. Esetünkben azonban ez nem jó, mert az ODOO napelemeket használ, mellyel jelentős árammennyiséget termel.

Összesítés	
Sanyo PV modul	HIT-235SE10
PV modulok száma [db]	48
PV-generátor névleges teljesítménye [kW]	11,28
Inverter	SB 3300
Inverterek száma [db]	3
Inverterek névleges teljesítménye [kW]	9,9
Inverterek maximális DC teljesítménye [kW]	10,8
Névleges teljesítmény-arány	102%
Éves energia-hozam - kb. [kWh]	16606

13. ábra: Becsült értékek az ODOO várható szoláris energiahozamáról [19]

A PHPP számításban napelem nem szerepel, viszont az „Áram”-fűlön számolhatjuk ki az épület teljes, részletes villamosenergia-igényét, a világítást, és a háztartási eszközök energiafelhasználását egyaránt.

Ezen az oldalon tudjuk figyelembe venni a napelemek hatását, „negatív-fogyasztás”, tehát termelés formájában. Mint tudjuk, az épület alapvetően több energiát termel a fotovoltaikus felületeknek köszönhetően, mint amennyire szüksége van, így a szoláris energia-nyereséget az eredeti becslésektől eltérően (lásd: 12. ábra) 300 kW-nak vettem, így az épület éppen megfelel az éves primerenergia-szükséglet kritériumnak.

Ezen adatok alapján az épület megfelelt a passzívház-követelményeknek:

## Passivhaus Nachweis **IGAZOLÁS** PHPP-2007.



Épület:	ODOO		
Helyszín és klíma:	Budapest	Budapest	
Utca:			
Helyiség / Város:	Budapest		
Ország:	Magyarország		
Épület típus:	családi ház		
Építető (k):			
Utca:			
Helyiség / Város:			
Építész:			
Utca:			
Helyiség / Város:			
Épületgépészet - tervező:			
Utca:			
Helyiség / Város:			
Építés éve:	2012		
Lakóegységek száma:	1	Belső hőmérséklet:	20,0 °C
Béépített térfogat $V_e$ :	435,2 m <sup>3</sup>	Belső hőforrások:	2,1 W/m <sup>2</sup>
Személyek száma:	4,0		

Energia vonatkoztatási felületekre vonatkoztatott jellemzők			
Energia vonatkoztatási felület:	91,3 m <sup>2</sup>	13 310	
alkalmazva:	Havi eljárás	PH-Zertifikát:	Teljesül ?
Épületenergetikai mutató:	<b>13 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)	ja
Légtömörésvizsgálat eredménye:	<b>0,6 h<sup>-1</sup></b>	0,6 h <sup>-1</sup>	ja
<b>Össz. primerenergia-mutató</b> (HMV, fűtés, vill. segédenergia, háztartási áram):	<b>119 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	120 kWh/(m <sup>2</sup> a)	ja
Primerenergia-mutató (HMV, fűtés, vill. segédenergia)	72 kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Primerenergia-mutató Soláris áramtermelés megtakarítása:	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Fűtési hőszükséglet:	17 W/m <sup>2</sup>		
Túlelegetedés gyakorisága:	%	25 °C felett (Túlelegetedés)	
Hűtés fajlagos energiaigénye:	5 kWh/(m <sup>2</sup> a)	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)	ja
Hűtés energiaigénye:	12 W/m <sup>2</sup>		

Mutatók az EnEV szerinti hasznos területre vonatkoztatva			
Hasznos alapterület az EnEV szerint:	139,3 m <sup>2</sup>		
Primerenergia mutató (HMV, Fűtés, vill. segédenergiaigény):	<b>47 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	követelmény:	Teljesült ?
		40 kWh/(m <sup>2</sup> a)	nein

**Biztosítjuk Önöket arról, hogy a fenti számítás során a PHPP eljárásnak megfelelően jártunk el. A PHPP alapján történő számítások a MINŐSÍTÉS mellékleteként kerülnek átadásra.**

Kelt: 2016.10.24 15:33  
Aláírás: Horváth Bence

14. ábra: PHPP-program által készített tanúsítvány



A magyar szabvány szerint így az „AA++”, tehát minimális energiaigényű besorolást kapta.

Energetikai minőségtanúsítvány

1

## Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: ODOO

Megrendelő: BME

Tanúsító: Horváth Bence

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

31.8 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

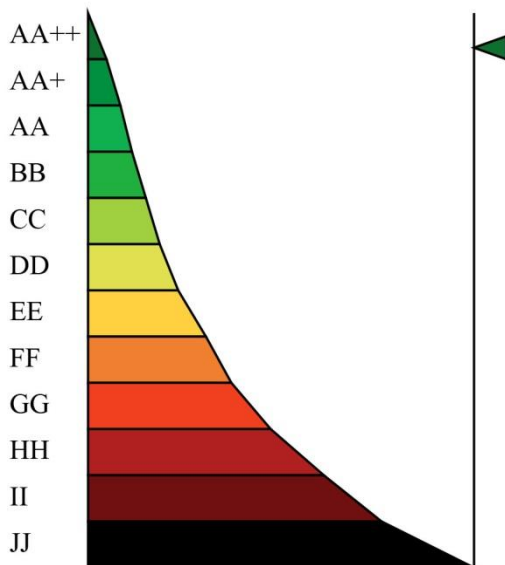
100.0 kWh/m<sup>2</sup>a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

31.8 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**

**AA++ (Minimális energiaigényű)**



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhíd és fűtési idény hossz részletes számításával.

Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2016.10.11.

Aláírás

C:\Users\USER\Desktop\TDK-passzívra.wwp

2016.10.19.

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

<http://www.bausoft.hu>

14. ábra: Winwatt programmal számolt passzívház energetikai tanúsítványa



#### 4.4. Közel nulla energiaigényű épület számítása Winwatt szoftverrel

Harmadik lépésként tehát maradt az épület specifikációnak módosítása, a közel nulla, tehát a „BB” minősítés eléréséhez. Az épület geometriáján nem változtattam. A szerkezeteket ugyancsak módosítottam, hogy azok U-értékei a KNE követelményrendszerben megadottaknak éppen megfeleljen.

Az alkalmazott rétegrendek

*Külső fal:*  $U\text{-érték: } 0,233 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  *követelmény: } 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})*

Rétegek belülről kifelé

<b>Réteg</b>	<b>[cm]</b>
tiszta gipszlapok	1,5
Masterfol CLASSIC ALU	0,1
NC (EPS) 100 hőszigetelő	10
faforgácslap	2
kiszellőztetett légrés	2,5
Rockwool Techrock 40	5
agyagvakolat	1,5

*Padló:*  $U\text{-érték: } 0,296 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  *követelmény: } 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})*

Rétegek kívülről befelé

<b>Réteg</b>	<b>[cm]</b>
Isomaster XPS	6
vasbeton	8
Villox O-V 4 S/K	0,4
kavicsbeton	4
Rockwool Fixrock	4
tiszta gipszlapok 1	1,5
gipszvakolat	0,5
tiszta gipszlapok 1	1,5
gipszvakolat	0,5
tiszta gipszlapok 1	1,5

Tető: U-érték: 0,158 W/(m<sup>2</sup>K) követelmény: 0,17 W/(m<sup>2</sup>K)

(Rétegek kívülről befelé)

Réteg	[cm]
faforgácslap	2
kiszellőztetett légrés	2,5
Rockwool Dachrock	22
tiszta gipszlapok	1,5
tiszta gipszlapok	1,5
Isover Flamex párafékező fólia	0,1
tiszta gipszlapok	1,5

Nyílászárók: - U-érték: 1 W/(m<sup>2</sup>K) követelmény: 1,15 W/(m<sup>2</sup>K)  
- üvegezés: háromrétegű g-érték: 0,5  
- árnyékolás: külső, naptényező: 0,24  
- üvegezett rész aránya: 76%

Az alkalmazott gépészeti rendszerek:

*fűtési rendszer:*

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 35/28  
Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

*Melegvíz-termelő rendszer:*

elektromos átfolyós vízmelegítő, tároló  
elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül  
tárolás: elhelyezés a fűtött térben, csúcson kívüli árammal működő elektromos boyler

*Hűtési rendszer*

Kompresszoros léghűtés (split) EER=2,5

(a felhasznált energia részeredményeit lásd a függelékben!)

Mivel a közel nulla energiaigényű épületek kritériumai között nem szerepel a fűtési hőigény, a szoláris nyereség maximalizálása nem volt feladat. Így nagyobb mértékű külső árnyékolást alkalmaztam a déli homlokzaton, elkerülve a nyári túlmelegedést, ezért külön hűtési rendszer beépítése nem lett volna indokolt.

Követelmény viszont, hogy „Az épület energiaigényét az összesített energetikai jellemző méretezett értékéhez viszonyítva legalább 25%-os mennyiségben olyan megújuló energiaforrásból kell biztosítani, amely az épületben keletkezik, az ingatlanról származik vagy a közelben előállított”, ezért a napelemekből nyert nyereségáram-forrást 1000 kWh/év –nek feltételeztem éves szinten.

Ezen specifikációk beállításával az épület „BB” minősítést kapott. Primer-energiafogyasztása 97,3 kWh/m<sup>2</sup>év, mely a követelményeknek éppen megfelel. A program által kiszámított fajlagos hővesztés-tényező értéke:

$q = 0,273 \text{ W/m}^3\text{K}$  , amely az épület A/V-értékéhez meghatározott  $q_{\max} = 0,570 \text{ W/m}^3\text{K}$  értéknél kisebb, így az épület fajlagos hővesztés-tényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintjének megfelel.

## Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: ODOO  
 Megrendelő: BME  
 Tanúsító: Horváth Bence

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

97.3 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

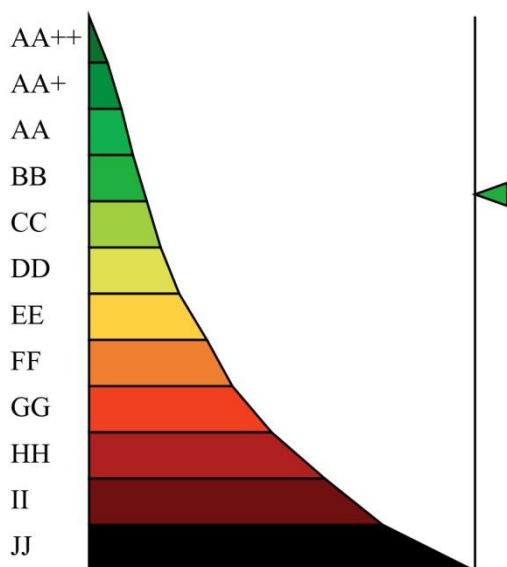
100.0 kWh/m<sup>2</sup>a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

97.3 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**  
 vonatkozó követelményeknek megfelelő)

**BB** (Közel nulla energiaigényre)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhíd és fűtési idény hossz részletes számításal.

Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2016.10.11.

Aláírás

C:\Users\USER\Desktop\TDK-közelnullára-20161019-végleges.wwp

2016.10.19.

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

<http://www.bausoft.hu>

15. ábra: Winwatt programmal számolt közel nulla energiaigényű épület energetikai tanúsítványa

#### 4.5. Eredmény, következtetések

A hivatalos PHPP passzívház-tervező programmal tehát egy passzívház-követelményeknek energetikailag teljesen megfelelő épületet számoltam, majd ezen épületet azonos specifikációkkal vittem be a Winwatt programba, amely a magyar 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet szerint, tehát más kritériumok szerint számol. A program szerint az épület éves primerenergia-igénye 31,8 kWh/m<sup>2</sup>év. Ugyanebben a rendszerben, a rendszer számítási-metódusán és kritériumain alapuló közel nulla energiaigényű épület éves fogyasztása pedig 97,3 kWh/m<sup>2</sup>év lett. Ugyanabban a rendszerben számítva tehát a passzívház energiaigénye körülbelül harmada a KNE épületnek. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a passzívház-követelmények még mindig lényegesen szigorúbbak az aktuális magyar követelményszinthez képest.

Az eredményekből további következtetéseket lehet levonni. A számított passzívház éves primerenergia-igénye a PHPP programban 119 kWh/m<sup>2</sup>év, míg a magyar szabvány szerint számítva csak 31,8 kWh/m<sup>2</sup>év. Ez hatalmas különbség. Ez több mindenből is adódhat. Egyrészt adódik a PHPP szoftverben megadott elektromos használati cikkek fogyasztásából, valamint a világítás energiaigényéből, amivel a Winwatt nem számol. Ha a részletes számítást vizsgáljuk (lásd: függelék), kiderül, hogy a PHPP program több összetevőt használ az egyes energiaigények számításánál.

Jelentős különbség adódik abból, hogy a magyar szabvány éves átlagértéket számol, míg a PHPP havi átlaggal dolgozik, így a fogyasztás az energiafogyasztás meghatározása lényegesen pontosabb. A legnagyobb különbség viszont primerenergia-mutatókból adódik, ami az a szorzó, amellyel a rendszer az adott energiahordozót figyelembe veszi. A német PHPP szoftverben a primer energia-átalakítási tényező 2,7-ként, a Winwatt-ban pedig 1,8-ként szerepel. Ezeket az értékeket az adott ország határozza meg, így nyilván a két rendszerben ezek különbözőek. A magyar rendszerben ez a szám kisebb, ezért az éves primerenergia-fogyasztásnak is kisebb értéket kapunk.

Látható tehát, hogy a különbségek javarészt a magyar energetikai számítási rendszer pontatlanságaiból, elnagyoltságaiból keletkezik. A rendszer nagyon sok tényezőt nem vesz figyelembe, nem készült még fel a modern, rendkívül alacsony energiaigényű épületek számítására, mindenképpen pontosításra szorul.

Magának a szoftvernek is akadnak hiányosságai. Példának tökéletes a KNE követelményszint primerenergia fogyasztásának 25%-os megújuló-résarányra vonatkozó kritériuma. A programban ugyanis be lehet jelölni a 25% teljesítettségét, de hogy valóban megvan-e, azt kézzel kell kiszámítani, a program ezt magától nem számolja. Az általam használt ODOO-tervváltozat is jelentős fotovoltaiikus felülettel van felvértezve, így a hatalmas szoláris nyereségárammal nem lenne kérdéses a megújuló részarány teljesítése. Viszont ha jobban megvizsgáljuk a program által készített energetikai tanúsítványt, láthatjuk, hogy a jelentős déli tájolású üvegfelületen éves szintes nyert szoláris hőnyereség egymagában eléri a 25%-os részarányt! Kiegészítő szerkezetekre tehát nem is lett volna szükség ezen kritérium

teljesítéséhez, de szükséges volt viszont ahhoz, hogy az éves primerenergia-fogyasztás 100 kWh/m<sup>2</sup>év-en belül maradjon. Láthatjuk, hogy esetünkben a megújuló-résarány külön kikötése szinte felesleges követelmény, legalábbis ilyen mértékben.

Mindazonáltal a passzívház követelmények között is tapasztaltam gyengeségeket a számításaim során. A fűtési hőigényre megadott 15 kWh/m<sup>2</sup>év rendkívül szigorú érték, mely jelentősen megköti az épület geometriáját, üvegfelületeinek kialakítását. Komoly feladat volt elérni ezt a határt, holott vizsgált épületem tömegalkotása kompakt, közelít az energetikai szempontból „tökéletes” kubushoz. Ennek az értéknek jelentős növelése esetén a primerenergia szükségletben nem tapasztaltam komoly változást, nagyobb eltéréseket a hőszigetelő rétegek vastagságának változtatása okozott.

Levonható következtetés, hogy a közel 20 éves passzívház követelményrendszer még mindig az egyik legszigorúbb az energiahatékonyság terén.

## 5. Összegzés

Napjainkban a folyamatosan emelkedő energiaárak és egyre nagyobb mértékű környezetszennyezés mellett kiemelt figyelem övezi a környezetbarát, energiahatékony megoldásokat. Az építőiparban is komoly törekvések folynak az alacsony-energiafogyasztású, megújuló energiaforrásokat és passzív energiagyűjtési eszközöket felhasználó épületek fejlesztésére, melynek tökéletes példája a passzívház. A passzívház egy német eredetű koncepció, rendkívül szigorú energetikai követelményrendszerrel. Világszerte hatalmas figyelem övezi, de hazánkban még kevésbe elterjedt.

Az Európai Unió célkitűzései közé tartozik az épület-energetikai követelmények szigorítása a tagállamokban, így Magyarországon is. Ennek hatására keletkezett a Magyar Energetikai Rendelet legújabb 2016.01.01.-től hatályba lévő kiegészítése, amely egy új követelményrendszerrel állt elő. A jogszabályban szereplő közel nulla energiaigényű épület igen szigorú követelményértékekkel rendelkezik, amelyek 2021-től minden új építésű házra kötelezően betartandók.

Dolgozatomban a passzívházat, mint német koncepciót, valamint a közel nulla energiaigényű épületet, mint legújabb magyar követelményszintet vizsgáltam hatékonyság szempontjából.

A passzívházra, valamint a KNE épültre más és más követelményértékeket adtak meg. Közvetlenül nem lehet összehasonlítani őket, ehhez először egy közös rendszerben dolgoztam fel a kettőt, majd az így kapott értéket hasonlítottam össze.

Első lépésként egy mintaépületet választottam. Választásom az ODOO egyik koncepcionális tervszakaszban lévő változatára esett, mely nagyobb alapterületű a valódi megépült épületnél. Az Odooproject egyetemi hallgatók munkája, mely a BME a Solar Decathlon nemzetközi versenyen sikeresen szerepelt, az energiahatékony családi ház tökéletes példája.

Első lépésként egy passzívház-tervezéshez használt programot, egy PHPP szoftvert használtam, melyben adott helységlistát, geometria méreteket és gépészeti rendszereket, valamint kismértékben módosított rétegrendeket alkalmaztam a passzívház-követelmények eléréséhez. Ezután ugyanezen adatokkal végeztem energetikai számítást egy Winwatt nevű programban, amely a magyarországi követelményrendszer elvei alapján számol. A kétféle számítás eredményeként kapott értékek jelentősen eltértek. Végül a Winwatt programban az szerkezetek újbóli módosításával és eltérő gépészeti rendszerek megadásával kiszámoltam egy KNE kritériumoknak éppen megfelelő épületet, így az azonos rendszerben kapott két éves primerenergia-felhasználásra kapott értéket össze tudtam hasonlítani. A passzívház fajlagos primerenergia-fogyasztása a magyar rendszer szerint  $31.8 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ , míg a KNE épületé ezzel szemben  $97.3 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ . Ezzel egyértelműen kimondhatjuk, hogy a passzívház még mindig az egyik legszigorúbb követelményekkel bíró energiahatékony épület. A számítások során készült részeredmények arra engednek következtetni, hogy a magyar energetikai számítási rendszer több oldalról is kiforratlan, a továbbiakban jelentős pontosításra szorul.

### *Köszönetnyilvánítás*

Szeretnék köszönetet mondani Baráth Géza témavezetőmnek, hogy lehetőséget biztosított számomra dolgozatom megírásához. Köszönöm segítőkész és szakértő támogatását, türelmességét és dolgozatom alapos átnézését.

Továbbá köszönetet mondok Szikra Csaba tanár úrnak segítőkészségéért és szakmai tanácsaiért.

Hálával tartozom családomnak és barátaimnak támogatásukért és motiválásukért, mellyel hozzájárultak ahhoz, hogy ez a munka megszülethessen.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Építészeti és Építésügyi Helyettes Államtitkárság  
Tájékoztató a közel nulla energiaigényű épületekre vonatkozó követelményekről  
2015
- [2] Nemzeti Jogszabálytár - 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet  
(2016.01.01.-től hatályos változat)
- [3] - D. Dan, C. Tanasa, V. Stoian, S. Brata, D. Stoian, T. Nagy Gyorgy, S.C. Florut :  
Passive house design—An efficient solution for residential buildings  
in Romania  
Energy for Sustainable Development 32 (2016) 99–109
- [4] Jürgen Schnieders, Wolfgang Feist, Ludwig Rongen:  
Passive Houses for different climate zones  
Energy and Buildings 105 (2015) 71–87
- [5] Ray Galvin : Are passive houses economically viable? A reality-based,  
subjectivist approach to cost-benefit analyses  
Energy and Buildings 80 (2014) 149–157
- [6] Karlovecz Ádám : Megéri-e passzívházat építeni?  
2016
- [7] Patrik Rohdin, Andreas Molin, Bahram Moshfegh :  
Experiences from nine passive houses in Sweden e Indoor thermal environment and  
energy use  
Building and Environment 71 (2014) 176e185
- [8] Passzívház definíció  
[http://www.passzivhaz-akademia.hu/passzivhaz/passzivhaz\\_definicio.html](http://www.passzivhaz-akademia.hu/passzivhaz/passzivhaz_definicio.html)  
letöltve: 2016.09.13.
- [9] Debreczy Zoltán : Passzívházak Tervezésének alapjai – Magyar Passzívház Akadémia  
Budapest, 2010
- [10] A passzívház fogalma  
<http://www.passzivhaz-tervezes.hu/passzivhaz.html>  
letöltve: 2016.09. 03.



- [11] <http://www.csaladhaztervezes.hu/tanacsadas/PHPP-szamitas>  
letöltve: 2016.10.02.
- [12] Gortva Anikó : Itt a 19. minősített passzív ház Magyarországon! - 1. rész  
Mi az a minősített passzív ház?  
<http://www.csaladhaztervezes.hu/nyito/itt-a-19-minositett-passzivhaz-magyarorszagon---1-resz>  
letöltve: 2016.10.02.
- [13] Passive House Institute – Component Database  
<http://database.passivehouse.com/en/components/>  
letöltve: 2016.10.20.
- [14] Passive House Requirements  
[http://passiv.de/en/02\\_informations/02\\_passive-house-requirements/02\\_passive-house-requirements.htm](http://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm)  
letöltve: 2016.10.04.
- [15] Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard, version 9e, revised 15.06.2016 27/27  
[http://passiv.de/downloads/03\\_building\\_criteria\\_en.pdf](http://passiv.de/downloads/03_building_criteria_en.pdf)  
letöltve: 2016.08.15.
- [16] Passzív házak Magyarországon  
<http://epiteszforum.hu/passzivhazak-magyarorszagon>  
letöltve: 2016.09.18.
- [17] Ház  
forrás: <http://www.odooproject.com/hu/>  
letöltve: 2016.10.10.
- [18] ODOO+ koncepcionális tervdokumentáció, 2012  
tervező: Varga Tamás DLA
- [19] Odooproject Project manual  
Schematic Design Documentation version 1.0  
[epiteszforum.hu/files/BME\\_PM1\\_2011-03-02\\_en\\_hu.pdf](http://epiteszforum.hu/files/BME_PM1_2011-03-02_en_hu.pdf)  
letöltve: 2016.10.19.

Passivhaus Nachweis

IGAZOLÁS

PHPP-2007.



Épület:	ODOO	
Helyszín és klíma:	Budapest	Budapest
Utca:		
Helyiség / Város:	Budapest	
Ország:	Magyarország	
Épület típus:	családi ház	
Építető (k):		
Utca:		
Helyiség / Város:		
Építész:		
Utca:		
Helyiség / Város:		
Épületgépészet - tervező:		
Utca:		
Helyiség / Város:		
Építés éve:	2012	
Lakóegységek száma:	1	Belső hőmérséklet: 20,0 °C
B épített térfogat V <sub>e</sub> :	435,2 m <sup>3</sup>	Belső hőforrások: 2,1 W/m <sup>2</sup>
Személyek száma:	4,0	

Energiavonatkoztatású felületekre vonatkoztatott jellemzők			
Energiavonatkoztatású felület:	91,3 m <sup>2</sup>	13 310	
alkalmazva:	Havi eljárás	PH-Zertifikat:	Teljesült ?
Épületenergetikai mutató:	13 kWh/(m <sup>2</sup> a)	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)	ja
Légtömörségvizsgálat eredménye:	0,6 h <sup>-1</sup>	0,6 h <sup>-1</sup>	ja
Össz. primerenergia-mutató (HMV, fűtés, vill. segédenergia, háztartási áram):	119 kWh/(m <sup>2</sup> a)	120 kWh/(m <sup>2</sup> a)	ja
Primerenergia-mutató (HMV, fűtés, vill. segédenergia)	72 kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Primerenergia-mutató Soláris áramtermelés megtakarítása:	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Fűtési hőszükséglet:	17 W/m <sup>2</sup>		
Túlelegetés gyakorisága:	%	25 °C felett (Túlelegetés)	
Hűtés fajlagos energiaigénye:	5 kWh/(m <sup>2</sup> a)	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)	ja
Hűtés energiaigénye:	12 W/m <sup>2</sup>		

Mutatók az EnEV szerinti hasznos területre vonatkoztatva			
Hasznos alapterület az EnEV szerint:	139,3 m <sup>2</sup>	követelmény:	Teljesült ?
Primerenergia mutató (HMV. Fűtés, vill. segédenergiaigény):	47 kWh/(m <sup>2</sup> a)	40 kWh/(m <sup>2</sup> a)	nein

Biztosítjuk Önöket arról, hogy a fenti számítás során a PHPP eljárásnak megfelelően jártunk el. A PHPP alapján történő számítások a MINŐSÍTÉS mellékleteként kerülnek átadásra.

Kelt: 2016.10.24 15:33  
Aláírás: Horváth Bence

# Passivhaus-Projektierung

## FELÜLETEK MEGHATÁROZÁSA

Épület: 0000 összeg mutató: 13 kWh/(m²a)

ÖSSZEKÖZÍTÉS					Komponensek áttekintése	U-közép-érték [W/(m²K)]	
Csoport Nr.	Felületcsoport	Hőm.-zóna	Felület	Egys.			Megjegyzés
1	Energiaellátási felület		91,30	m²	takóterület a Wofv szerint illetve hasznosított terület a DIN 277 szerint a termikus burkon belül		
2	Ablak-Észak	A	0,00	m²	Eredmények átemelve az Ablak lapról	Ablak-Észak	
3	Ablak-Kelet	A	0,00	m²		Ablak-Kelet	
4	Ablak-Dél	A	44,59	m²		Ablak-Dél	
5	Ablak-Nyugat	A	0,00	m²		Ablak-Nyugat	
6	Vízszintes ablakok	A	0,00	m²		Vízszintes ablakok	
7	Bejárati ajtó	A	2,38	m²	A bejárati ajtó területét vonja ki a megfelelő épületrész felületéből	Bejárati ajtó	
8	Külső fal - Dél	A	142,84	m²	Az ablakfelületeket az egyes felületeknél vonjuk le, amelyek az "ablak" lapon vannak megadva.	Külső fal külső levegő	
9	Külső fal talaj fele	B	0,00	m²	"A" hőmérsékletzóna a külső hőmérséklet.	Külső fal talaj fele	
10	Tető/födém külső levegő fele	A	110,88	m²	"B" hőmérsékletzóna a talaj területe.	Tető/födém külső levegő fele	
11	Padlólemez	B	110,88	m²		Padlólemez	
12			0,00	m²	"A", "B", "P" és "X" hőmérsékletzónákat szabad használni. NEM "I"		
13			0,00	m²	"A", "B", "P" és "X" hőmérsékletzónákat szabad használni. NEM "I"	Faktor zu X	
14		X	0,00	m²	"X" hőmérsékletzóna: Kérjük a hőmérséklet red. súlytényezőt itt megadni ( 0 < r < 1):	75%	
						Hőhidak - áttekintés	Ψ [W/(m²K)]
15	Hőhid külső levegő fele	A	0,00	m	egység fm-ben	Hőhid külső levegő fele	
16	Hőhid a lábazat mentén	P	0,00	m	egység fm-ben; "P" hőmérsékletzóna a lábazat/lásd talajlap)	Hőhid a lábazat mentén	
17	Hőhid a padlólemezben	B	0,00	m	egység fm-ben	Hőhid a padlólemezben	
18	Szomszédos épület falcsatlakozás	I	0,00	m²	nincs hővesztés, csak a fűtésteljesítés értékeléséhez kell figyelembe venni	Szomszédos épület falcsatlakozás	
<b>Termikus burkolatok összesen</b>						<b>Termikus burkolatok</b>	<b>0,194</b>

Felületek megadása										Nátfelület szerkezet kiválasztása	N.	U-érték [W/(m²K)]
Felület Nr.	Megnevezés	Csoport szám	Csoportba rendezés	Db	x ( )	a [m]	x ( )	b [m]	Saját meghatározás [m²]			
Kérjük, az ablakok adatait csak az Ablak lapon adja meg!												
	Energiaellátási felület	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )					0,0
1	Ablak-Észak	2	Ablak-Észak									0,0
3	Ablak-Kelet	3	Ablak-Kelet									0,0
4	Ablak-Dél	4	Ablak-Dél									44,6
5	Ablak-Nyugat	5	Ablak-Nyugat									0,0
6	Vízszintes ablakok	6	Vízszintes ablakok									0,0
7	Bejárati ajtó	7	Bejárati ajtó	1	x ( )	0,95	x ( )	2,50				2,4
8	Külső fal - Dél	8	Külső fal külső levegő	1	x ( )	19,80	x ( )	2,90				12,8
2	Külső fal - Észak	8	Külső fal külső levegő	1	x ( )	19,80	x ( )	4,16		0,36		82,0
3	Külső fal - Kelet	8	Külső fal külső levegő	1	x ( )		x ( )		24,00			24,0
4	Külső fal - Nyugat	8	Külső fal külső levegő	1	x ( )		x ( )		24,00			24,0
5	Tető/födém	10	Tető/födém külső levegő fele	1	x ( )	5,60	x ( )	19,80				110,9
6	Tető/födém	10	Tető/födém külső levegő fele	0	x ( )		x ( )					0,0
7	Padlólemez	11	Padlólemez	1	x ( )	5,60	x ( )	19,80				110,9
8					x ( )		x ( )					0,0
9					x ( )		x ( )					0,0
10					x ( )		x ( )					0,0
11					x ( )		x ( )					0,0
12					x ( )		x ( )					0,0
13					x ( )		x ( )					0,0
14					x ( )		x ( )					0,0
15	Energiaellátási felület				x ( )		x ( )					0,0
16	Fsz				x ( )		x ( )					0,0
17					x ( )		x ( )					0,0
18	Konyhabebédő	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		19,30			19,3
19	Happali	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		18,00			18,0
20	Fürdőszoba	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		6,50			6,5
21	garázs	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		2,90			2,9
22	Zuhanyzó	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		2,50			2,5
23	WC/gápkészlet	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		6,25			6,3
24	szélfogó	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		4,35			4,4
25	szoba	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		14,50			14,6
26	szoba	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		15,00			15,0
27	közlekedő	1	Energiaellátási felület	1	x ( )		x ( )		2,00			2,0
28					x ( )		x ( )					0,0
29					x ( )		x ( )					0,0
30					x ( )		x ( )					0,0
31					x ( )		x ( )					0,0
32					x ( )		x ( )					0,0
33					x ( )		x ( )					0,0
34					x ( )		x ( )					0,0
35					x ( )		x ( )					0,0
36					x ( )		x ( )					0,0
37					x ( )		x ( )					0,0
38					x ( )		x ( )					0,0
39					x ( )		x ( )					0,0
40					x ( )		x ( )					0,0
41					x ( )		x ( )					0,0
42					x ( )		x ( )					0,0
43					x ( )		x ( )					0,0
44					x ( )		x ( )					0,0
45					x ( )		x ( )					0,0
46					x ( )		x ( )					0,0
47					x ( )		x ( )					0,0
48					x ( )		x ( )					0,0
49					x ( )		x ( )					0,0
50					x ( )		x ( )					0,0
51					x ( )		x ( )					0,0
52					x ( )		x ( )					0,0
53					x ( )		x ( )					0,0
54					x ( )		x ( )					0,0
55					x ( )		x ( )					0,0
56					x ( )		x ( )					0,0
57					x ( )		x ( )					0,0
58					x ( )		x ( )					0,0
59					x ( )		x ( )					0,0
60					x ( )		x ( )					0,0
61					x ( )		x ( )					0,0
62					x ( )		x ( )					0,0
63					x ( )		x ( )					0,0
64					x ( )		x ( )					0,0
65					x ( )		x ( )					0,0
66					x ( )		x ( )					0,0
67					x ( )		x ( )					0,0
68					x ( )		x ( )					0,0



# Passivhaus-Projektierung

## U - értékek (rétegtervi hőátbocsátási tényezők)

Épület:

Ékalakú rétegek → lásd segédanyag AX oszlopa  
Zárt légrétegek → lásd segédanyag AI oszlopa

1 Külső fal	
Épületrész száma	Épületrész megnevezése
Hőátadási ellenállás [m <sup>2</sup> KW]	
belső R <sub>si</sub> :	0,13
külső R <sub>se</sub> :	0,04

Részfelület 1	λ [W/(mK)]	Részfelület 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Részfelület 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Összesen méret
						Vastagság [mm]
1. tiszta gipszlapok	0,240					15
2. MASTERFOL CLASSIC ALU	0,200					1
3. NC EPS (100)	0,040					150
4. faforgácslap	0,160					20
5. kiszellőztetett légrés						25
6. Rockwool techrock 40	0,038					150
7. agyagvakolat	1,100					15
8.						
Felületi hányad 2						
Felületi hányad 3						
						Összesen
						<b>37,6</b> cm

**U-érték: 0,124** W/(m<sup>2</sup>K)

2 Tető	
Épületrész száma	Épületrész megnevezése
Hőátadási ellenállás [m <sup>2</sup> KW]	
belső R <sub>si</sub> :	0,10
külső R <sub>se</sub> :	0,04

Részfelület 1	λ [W/(mK)]	Részfelület 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Részfelület 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Összesen méret
						Vastagság [mm]
1. faforgácslap	0,160					20
2. kiszellőztetett légrés						25
3. Rockwool Techrock 40	0,038					300
4. tiszta gipszlapok	0,240					15
5. tiszta gipszlapok	0,240					15
6. Masterfol classic ALU	0,200					1
7. tiszta gipszlapok	0,240					15
8.						
Felületi hányad 2						
Felületi hányad 3						
						Összesen
						<b>39,1</b> cm

szarufák távolsága= 100 cm  
szarufák szélessége= 10 cm  
ellenléc szélessége= 5 cm

**U-érték: 0,120** W/(m<sup>2</sup>K)

3 Padló	
Épületrész száma	Épületrész megnevezése
Hőátadási ellenállás [m <sup>2</sup> KW]	
belső R <sub>si</sub> :	0,17
külső R <sub>se</sub> :	0,17

Részfelület 1	λ [W/(mK)]	Részfelület 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Részfelület 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Összesen méret
						Vastagság [mm]
1. XPS20	0,035					150
2. VASBETON	1,550					80
3. Elastovill E-G 4 S/K	0,120					4
4. kavicsbeton	1,280					40
5. Rockwool Fixrock	0,033					50
6. Rockwool Fixrock	0,033					35
7. tiszta gipszlapok	0,240					15
8. gipszvakolat	0,290					5
9. tiszta gipszlapok	0,240					15
10. gipszvakolat	0,290					5
11. tiszta gipszlapok	0,240					15

# Passivhaus-Projektierung

## Ablakok szoláris nyeresége a tájolásból, és a hőátbocsátási tényezőik

Építők: **ODOO**

Főábrák nr: **13**

Fűtési hőforrások:

Klíma:	Budapest	
	Sugárzási irányok	Arányok
maximál:	117	0,75
Nord	226	0,75
Est	431	0,96
Süd	226	0,75
West	384	0,96
Vízszintes		
Összesen: Átlagértékek az összes ablakra		

nem függőleges sugárzástól 0,85	Szennyvezetői tényező	Árnyékolás	Üvegezési irány	Üvegezési terület	g-érték	Redukációs tényező - Szoláris nyereség	Ablak-terület		Üvegezési terület	Átlagolt szolár sugárzás
							m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K		
0,85	0,85	0,75	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	117	
0,85	0,85	0,75	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	226	
0,85	0,85	0,96	0,774	44,58	0,55	0,60	44,58	34,5	431	
0,85	0,85	0,75	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	226	
0,85	0,85	0,75	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	384	
Összesen: 0,60							44,58	0,72	34,5	

77,9	
Sugárzási veszteségek	Szoláris nyereség
W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
0	0
0	0
2508	6317
0	0
0	0
2508	6317

Db	Megnevezés	Tájolás	Eltérés a vízszintestől	Tájolás	Ablakok Beépítési mérete			beépítési hely	Üveg	Keret	g-érték	U-érték		Keretméretek				Beépítés			Ψ-érték		Eredmények		Üvegezési átlakoktól			
					Státusz	Magasság	Terület					Üvegezés típusa	Keret típusa	Nr	Üvegezés	Keret	Bal	Jobb	Fent	Lent	Fent	Lent	10 Bal	10 Lent		100 Jobb	100 Lent	100 Fent
1	dél	Süd	90	Süd	2,450	2,600	6,360	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	6,4	5,11	0,71	0,80
1	dél	Süd	90	Süd	1,800	2,600	4,680	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	4,7	3,99	0,73	0,77
1	dél	Süd	90	Süd	1,800	2,600	4,680	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	4,7	3,99	0,73	0,77
1	dél	Süd	90	Süd	1,050	2,600	2,730	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	2,7	1,84	0,76	0,67
1	dél	Süd	90	Süd	2,400	2,600	6,240	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	2,7	1,84	0,76	0,67
1	dél	Süd	90	Süd	3,000	2,600	7,800	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	7,8	6,39	0,70	0,82
1	dél	Süd	90	Süd	1,200	2,600	3,120	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	3,1	2,19	0,75	0,70
1	dél	Süd	90	Süd	2,400	2,600	6,240	5	CEGLAN - S 7000	1	0,55	0,60	0,82	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,026	0,440	6,2	4,99	0,71	0,80

# Passivhaus-Projektierung

## NYÁRI ÁRNYÉKOLÁSI TÉNYEZŐ KISZÁMÍTÁSA

Község: **Budaörs**

Épület: **0000**  
Földrajzi szélesség: **50**

### NYÁR !

Tájolás	Üvegzett felület m <sup>2</sup>	Árnyékolási tényező NYÁR
Nord	0,00	100%
Ost	34,51	23%
West	0,00	100%
Horizontal vízszint	0,00	100%

NYÁR-lapról eredmény:

Túlmélegedés gyakorisága h<sub>0</sub> > 3max **18,8%**

### Adatbeviteli mező

Db	Megnevezés	Elterés az északi iránytól		Elterés a horizonttól	Tájolás	Üvegítés magassága	Üvegítés szélessége	Üvegített felület	Árnyékoló objektum magassága	Vízszintes távolság	Külső mélysége	Az ablak és a külső rész távolsága	Kiegészítő csatlakozás tényező - árnyékolás (nyár)		Csatlakozó tényező a nyári napirányban	Csatlakozó tényező - árnyékolás vízszintes		Csatlakozó tényező - árnyékolás felzász	Csatlakozó tényező - árnyékolás falra	Csatlakozó tényező - árnyékolás összesen
		Grad	Ésk										Grad	Ésk		fu	%			
1	db1	180	90	Süd	2,19	2,34	5,1	0,20	0,15	248	100%	100%	95%	100%	100%	95%	100%	100%	23%	
1	db1	180	90	Süd	1,54	2,34	3,6	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	94%	100%	100%	23%	
1	db1	180	90	Süd	1,54	2,34	3,6	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	94%	100%	100%	23%	
1	db1	180	90	Süd	0,79	2,34	1,8	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	90%	100%	100%	22%	
1	db1	180	90	Süd	0,79	2,34	1,8	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	90%	100%	100%	22%	
1	db1	180	90	Süd	2,14	2,34	5,0	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	95%	100%	100%	23%	
1	db1	180	90	Süd	2,74	2,34	6,4	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	91%	100%	100%	22%	
1	db1	180	90	Süd	0,94	2,34	2,2	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	91%	100%	100%	23%	
1	db1	180	90	Süd	2,14	2,34	5,0	0,20	0,15	248	100%	100%	248	100%	100%	95%	100%	100%	23%	



# Passivhaus-Projektierung

## HŐVESZTESÉGEK A TALAJ FELE

Talaj tulajdonságok				Klima-adatok			
Hővezető képesség	$\lambda$	1,5	W/(mK)	Átlagos épület belső lég-hőm.tél	$T_i$	20,0	°C
Hőkapacitás	$\rho c$	3,0	MJ/(m³K)	Átlagos nyári belső lég-hőm.nyár	$T_{i,n}$	25,0	°C
Periodikus behatási mélység	$\delta$	2,24	m	Átlagos talajfelszín hőmérséklet	$T_{e,m}$	11,6	°C
				Csúcserték $T_{e,m}$	$T_{e,m}^{\wedge}$	11,3	°C
				Fűtési idény hossza	n	6,7	hónap
				Fűtési hőfok-órák száma	$G_h$	77,9	kKh/a

<b>Épületadatok</b>				Padlólemez U-értéke	$U_f$	0,135	W/(m²K)
Padlólemez felül.	A	91,3	m²	Padlólemez hőhid	$\Psi_{B'}^1$	0,00	W/K
Padlólemez kerülete	P	35,8	m	U-érték padlólemez hőhiddal együtt	$U_f'$	0,135	W/(m²K)
Jellemző padlólemez méret	B'	5,10	m	Padló hatékony vastagsága	$d_f$	11,1	m

Padlólemez fajtája (X-szel jelöljön egy típust)			
<input type="checkbox"/>	Fűtött pince, vagy padlólemez a talajban	<input type="checkbox"/>	Fűtetlen pince
<input checked="" type="checkbox"/>	Padlólemez a talajon	<input type="checkbox"/>	Lábazattal kiemelt padlólemez

Pince-, vagy padló a talajfelszín alatt				Talajon fekvő padlólemez vagy pince esetén			
Pince mélysége	Z		m	Talajfelszín alatti pincefal U-értéke	$U_{w,K}$		W/(m²K)
Kiegészítés fűtetlen pince esetén				Pince talajfelszín feletti magassága	h		m
Légszere a fűtetlen pincében	n		h⁻¹	U-érték, pincefal talajfelszín felett	$U_w$		W/(m²K)
Pince légterfogat	V		m³	U-érték, pince padló	$U_{TK}$		W/(m²K)

Talajon fekvő padlólemez élszigetelése (peremszigetelés)				Padlószint kiemelés			
Élszigetelés mélysége/szélessége	D	1,00	m	U-érték, üreges padló	$U_{Hohl}$		W/(m²K)
Élszigetelés vastagsága	$d_n$	0,20	m	Üreg magassága	h		m
Élszigetelés hőszigetelőképesége	$\lambda_n$	0,035	W/(mK)	Üreges fal U-értéke	$U_w$		W/(m²K)
Élszigetelés helyzete	vizszintes	x		Szellőző nyílások felülete	$\epsilon P$		m²
(csak egy mezőt jelöljön X-szel)	függőleges			Szélesség 10m magasságban	v	4,0	m/s
				Szellőzőnyílások tényező	$f_w$	0,05	-

Kiegészítő hőhídvesztesség a lábazon				Stacionárius hányad			
Fáziseltolódás	$\beta$		hónapok	Monate	$\Psi_{P,stat}^1$	0,000	W/K
					$\Psi_{P,term}^1$	0,000	W/K

Talajvíz korrekció				Földbe épített épületrészek			
Talajvíz mélysége	$z_w$	3,0	m	vezetőképessége (talaj nélkül)	$L_{reg}$	12,30	W/K
Áramlási sebessége	$q_w$	0,05	m/d	Relatív szigetelési standardérték	$d/B'$	2,18	-
Talajvíz módosítás	$G_w$	1,0055589	-	Relatív talajvíz mélység	$z_w/B'$	0,59	-
Talajvíz korrekciós tényezője				Relatív talajvíz áramlási sebesség	$I/B'$	0,12	-

Pince vagy padlólemez a talajban				Fűtetlen pince			
Pincepadló hatékony vastagsága	$d_f$		m	Fáziseltolódás	$\beta$		hónapok
U-érték padló	$U_{bf}$		W/(m²K)	Külső harmonikus vezetőképesség	$L_{pe}$		W/K
Pincefal hatékony vastagsága	$d_w$		m				
U-érték pincefal	$U_{bw}$		W/(m²K)				
Stacionárius vezetőképesség	$L_S$		W/K				

Talajon fekvő padlólemez				Kiemelt padlólemez átszellőztetéssel			
Hőátbocsátási együttható	$U_0$	0,11	W/(m²K)	Fáziseltolódás	$\beta$	1,42	hónapok
Élszigetelés hatékony vastagsága	$d'$	8,37	m	Külső harmonikus vezetőképesség	$L_{pe}$	3,11	W/K
Élszigetelés korrekciója	$\Delta\Psi$	-0,02	W/(mK)				
Stacioner vezetőképesség	$L_S$	9,61	W/K				

Aufgeständerte Bodenplatte über belüftetem Hohlräum (höchstens 0.5 m unter OK Erdreich)				Kiemelt padlólemez átszellőztetéssel			
Szigetelés hatékony vastagsága	$d_g$		m	Fáziseltolódás	$\beta$		hónapok
U-érték lábázat	$U_g$		W/(m²K)	Külső harmonikus vezetőképesség	$L_{pe}$		W/K
U-érték átszellőztetett lábázat	$U_x$		W/(m²K)				
Stacioner vezetőképesség	$L_S$		W/K				

Közbenső értékek - eredmények				Stacionárius hőáramlás			
Fáziseltolódás	$\beta$	1,42	Monate	Stacionárius hőáramlás	$\Phi_{stat}$	80,3	W
Stacionárius vezetőképesség	$L_S$	9,61	W/K	Periodikus hőáramlás	$\Phi_{term}$	14,4	W
Külső harmonikus vezetőképesség	$L_{pe}$	3,11	W/K	Hővesztesség a fűtési idény alatt	$Q_{tot}$	465	kWh

**Talaj redukciós tényezője a Fűtési-hő laphoz** 0,485

Havi hőmérséklet-átlagok a talajban a havi eljárásához													
Hónap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Átlagérték
Tél	11,4	10,7	10,7	11,5	12,8	14,3	15,6	16,3	16,2	15,4	14,1	12,6	13,5
Nyár	12,5	11,8	11,8	12,6	13,9	15,4	16,7	17,4	17,3	16,5	15,2	13,7	14,6

Talaj Méretezési hőm. Fűtéslaphoz		Hűtéstérhelés laphoz	
	10,7		17,4

# Passivhaus-Projektierung

## SZELLŐZTETÉS - ADATOK

Épület:

Energiafelvétel felület $A_{EB}$	m <sup>2</sup>	91	(Felületek Lap)
Belmagasság h	m	2,5	(Fűtési hő Lap)
Helyiség légtérfogat szellőztetés $(A_{EB} \cdot h) = V_L$	m <sup>3</sup>	228	(Fűtési hő Lap)

### Szellőztető berendezés méretezése standard üzemmód

Személyenkénti terület	m <sup>2</sup> /P	23				
Személyek száma	P	4,0				
Személyenkénti frisslevegő	m <sup>3</sup> /(P·h)	30				
Frisslevegőszükséglet	m <sup>3</sup> /h	120				
Elszívással szerelt helyiségek	darabszám					
		konyha Küche	Bad	Dusche	WC	
		1	1	1	1	
Elszívandó levegő helyiségenként	m <sup>3</sup> /h	60	40	20	20	
Elszívandó levegő összesen	m <sup>3</sup> /h	140				
Méretezési térfogatáram max.	m <sup>3</sup> /h	140				

### Átlagos légcseres kiszámítása

üzemmódok	h/d (óra/nap) napi üzemidő	Maximum korrekciós tényezők	levegő térfogatáram korrekciós tényezők	Légcseres
Maximum	5,9	1,00	140	0,61
Standard	3,9	0,70	98	0,43
alapszellőztetés Grund	14,2	0,54	75	0,33
Minimum	0,0	0,40	56	0,25
<input checked="" type="checkbox"/> lakóépület		átlagérték	átlagérték	átlagérték
		0,68	95	0,42

### DIN EN 13790 INFILTRÁCIÓ - rossz légtömörség pl. nyílászárók hibájából

e és f értékek EN 13790	szélvédelmi együtthatók	
Árnyékolási osztály együttható 'e'	több behatási - oldal	egy behatási - oldal
nincs árnyékolás	0,10	0,03
csekély árnyékolás	0,07	0,02
erős árnyékolás	0,04	0,01
együttható f	15	20

Szélvédelmi együttható 'e'	éves igényhez:	fűtésterheléskor:		
	0,10	0,25		
Szélvédelmi együttható 'f'	15	15	Nettó levegőmenny. a teszt során $V_{n50}$	Légáteresztő képesség
Légcseres a nyomástechnél $n_{50}$	0,56	0,56	285 m <sup>3</sup>	$Q_{50}$ 0,39 m <sup>3</sup> /t

### Szellőztető berendezés

<input checked="" type="checkbox"/> Kiegyenlített passzívház szellőztetés	éves igényhez:	fűtésterheléskor:
Csak elszívás	0,00	0,00
Elszívott levegő többlet	1/h	1/h
infiltrációs légcseres $n_{l,Res}$	0,070	0,175

### A hővisszanyeréses szellőztető berendezés effektív hőhasznosítási tényezője

<input checked="" type="checkbox"/> Készülék a term.burkon belül		Kérem, válasszon
<input type="checkbox"/> Készülék a term.burkon kívül		
Készülék eff. hővisszanyerési. hatások $\eta_{WRG}$	0,94	Paul Novus
vezetőképesség beszívott frisslevegő-csatorna $\Psi_{W}(mK)$	0,618	Lásd a segéd-táblázatot ...
beszívott frisslevegő-csatorna hossza m	1,1	
vezetőképesség kifűjt rosszlevegő-csatorna $\Psi_{W}(mK)$	0,618	Lásd a segéd-táblázatot ...
kifűjt rosszlevegő-csatorna hossza m	1,1	
Hőmérséklet a felállítás helyén °C		belső helyiség hőm. (°C) 20
Csak akkor kell megadni, ha a termikus burkon kívül van a készülék		átlagos külső hőm. fűtési időnyben (°C) 4,1
		átlagos talajhőm. mittl. (°C) 11,6

Effektív hővisszanyerési hatások  $\eta_{WRG,eff}$  **89,4%**

### Effektív hővisszanyerési hatások talajkollektoros ráségítés esetén

Talajkollektor hatékonyság	$\eta^*_{EWÜ}$	0%
Talajkollektor hővisszanyerési hatások EWÜ	$\eta_{EWÜ}$	0%



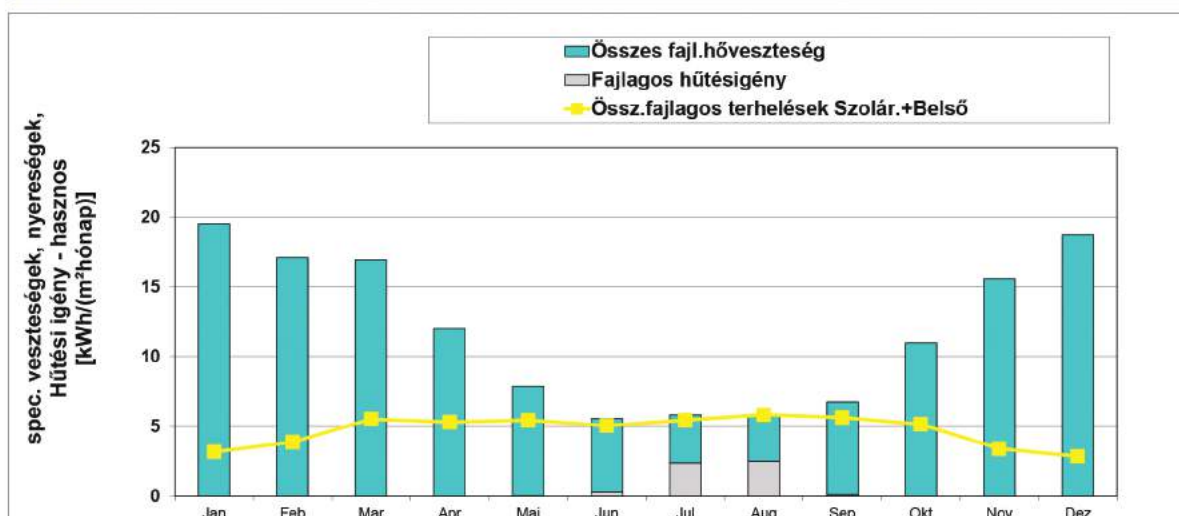
# PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG

## ENERGIAMUTATÓ HŰTÉSI ENERGIAIGÉNY HAVI BONTÁSBAN

Klíma: **Budapest**  
Épület: **ODGO**  
Székhely: **Budapest**

Belső hőm.: **25** °C  
Épülettípus/használat: **családi ház**  
Energiaonaltk.felület A<sub>Ep</sub>: **91** m<sup>2</sup>

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Év	
Fűtési hőfokórák száma	19,3	16,7	15,3	10,5	6,5	4,2	2,5	2,5	5,8	9,9	14,4	18,3	126	kKh
Fűtési hőfokórák száma	10,1	9,6	10,6	9,7	8,2	6,9	6,2	5,7	5,5	7,1	7,8	9,2	97	kKh
Külső veszteség	1629	1409	1296	889	554	353	208	208	487	837	1218	1548	10634	kWh
Alapvesztés	151	144	158	145	123	103	93	85	83	107	117	138	1447	kWh
Nyári szellőztetés vesztes	0	8	93	64	40	25	15	15	35	60	87	23	464	kWh
Összes fajl.hővesztés	19,5	17,1	16,9	12,0	7,8	5,3	3,5	3,4	6,6	11,0	15,6	18,7	137,4	kWh/m <sup>2</sup>
Szolár.terhelések Észak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Szolár.terhelések Kelet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Szolár.terhelések Dél	147	224	360	345	353	323	353	390	375	327	173	118	3488	kWh
Szolár.terhelések Nyugat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Szolár.terhelések vízszint	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Szolár.terhelések átátszó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Belső hőforrások	143	129	143	138	143	138	143	143	138	143	138	143	1680	kWh
Össz.fajlagos terhelések	3,2	3,9	5,5	5,3	5,4	5,1	5,4	5,8	5,6	5,1	3,4	2,9	56,6	kWh/m <sup>2</sup>
Hasznosítási fok, veszteség	16%	23%	33%	44%	69%	91%	89%	100%	83%	47%	22%	15%	38%	
Hasznosított hűtési igény	0	0	0	0	1	25	215	225	11	0	0	0	477	kWh
Fajlagos hűtésigény	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	2,5	0,1	0,0	0,0	0,0	5,2	kWh/m <sup>2</sup>



# Passivhaus-Projektierung

## NYÁR

Klima:	Budapest	
Épület:	ODOO	
Helység:	Budapest	
spec. Kapacit.:	204	lakófelületenként Wh/K pro m² WFL
túlmelegedési határ:	25	°C

Épületrész	hőmérőhelyi zóna	Felület m²	U-érték W/(m²K)	Csökkentő tényező	Hsommel hővezetési érték
1. Külső fal külső levegő	A	142,8	0,124	1,00	17,7
2. Külső fal talaj felé	B			1,00	
3. Tető/födém külső levegő felé	A	110,9	0,120	1,00	13,3
4. Padlólemez	B	110,9	0,135	1,00	14,9
5.	A			1,00	
6.	A			1,00	
7.	X			0,75	
8. Ablak	A	44,6	0,722	1,00	32,2
9. Bejárati ajtó	A	2,4	0,700	1,00	1,7
10. Hőhid külső levegő felé	A			1,00	
11. Lábazati hőhid (Länge/m)	P			1,00	
12. Hőhidak, padló (hossz/m)	B			1,00	

Belső léghőm.	20	°C
Ép.típus / használat.	családi ház	
Energiajavonulást A <sub>EB</sub> :	91,3	m²

Energiajavonulást felület

Sugárzási vezetőképesség külső	H <sub>T,e</sub>	64,8	W/K
Sugárzási vezetőképesség Talaj	H <sub>T,g</sub>	14,9	W/K

Hővisszanyerés eff. hőhaszn. hatásfoka

$\eta_{WRG}$    $\eta_{EWÜ}$

tényleges Légterfogat V<sub>L</sub>  m³ \* belmagasság  m =  m³

### Szellőtetés nyár

Folyamatos szellőtetés a megfelelő levegőminőség biztosítására

Légcsere hagyományos szellőtetéssel (ablak + fugák) vagy mechanikus elszívás (Nyár)  1/h

Készülék-légcsere NYÁR  1/h  Hőcserélővel (X'-elni) mit WRG (ggf. ankreuzen)

Energetikailag hatékony légcseré

$n_{L,Rest}$   1/h +  $n_{L,Anlage}$   1/h \* (1 -  $\Phi_{WRG}$  ) +  $n_{L,Rest}$   1/h =  1/h

Szellőtetési érték kifelé	HV,e	228	* $n_{L,Anlage}$ <input type="text" value="0,262"/> 1/h * C <sub>Luft</sub> <input type="text" value="0,33"/> Wh/(m³K)	=	<input type="text" value="19,7"/> W/K
Szellőtetési érték talaj felé	HV,g	228	* $n_{L,Rest}$ <input type="text" value="0,000"/> 1/h * C <sub>Luft</sub> <input type="text" value="0,33"/> Wh/(m³K)	=	<input type="text" value="0,0"/> W/K

### Kiegészítő nyári szellőtetés hűtésre

Hőmérséklet amplitúdó NYÁR  K

jelölni X-szel ankreuzen:  éjszakai ablakos kézi szellőtetés Hozzáátartozó légcse  1/h  
 X'-szel jelölni  Mechanikus, automat. szabályozott szellőtetés. (Ablakos szellőzéshez 1 K hőm.különbégnél - bent-kint)

Minimális belső léghőm. Megengedett  °C

Felületek tájolása	szög-tényező nyár	Amyékolási tényező nyár	Szennyezettség	g-érték (függ. besugárzás)	Felület m²	Üvegezési hányad	Nyílás m²
1. Nord	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
2. Ost	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
3. Süd	0,9	0,23	0,95	0,55	44,6	77%	3,7
4. West	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
5. Horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
6. Summe opake Flächen							0,0

### Soláris hőnyereség

Összesen  m²/m²

### Belső hőforrások Q<sub>i</sub>

spec.tejjesítm. q<sub>i</sub>  W/m² \* A<sub>EB</sub>  m² =  W  W/m²

Túlmelegedés gyakorisága  $h_{g \geq g_{max}}$   bei der Übertemperaturgrenze  $\vartheta_{max}$  tñel  $\vartheta_{max}$

Ha a gyakoriság 25 °C-os határnál átlépi a 10%-ot, kiegészítő intézkedésekre van szükség.

Napsugárzás kWh/d  \* 1000 / ( spec.kapacitás  Wh/(m²K) \* A<sub>EB</sub>  m² ) =  K

Naponkénti hőm.emelkedés Soláris terhelés hatására

## Passivhaus-Projektierung VILLAMOSENERGIA IGENY

Oszlop sz.	1	2	3	1		4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12	13	14
				Háziratsok száma	HH												
<b>Felhasználás</b>			rendelkezésre áll? (1/0)	a termikus burokban? (1/0)	Névlges energiaigény	Használati tényező	Gyakoriság	Vonatkozt. jellemző	Hasznos energia (kWh/a)	Villamos hányad	Nem villamos hányad	Villamos energiaigény(kWh/a)	Több/kevesebb igény	Ráfordítás határértéke	Szoláris részarány	Nem villamos igény (kWh/a)	Primer energiaigény (kWh/a)
Mosogatás	1	1	1,20 kWh/Anw.	1,00	65 /P/a	4,0 P	312	50%	50%	156	0	85	421				
Melégvíz-csatlakozó	1	1	1,10 kWh/Anw.	1,00	57 /P/a	4,0 P	251	55%	45%	138	0	49	372				
Mosás	1	1	0,00 kWh/Anw.	0,88	57 /P/a	4,0 P	0	0%	0%	0	0	29	0				
Melégvíz-csatlakozással	1	1	0,00 kWh/Anw.	0,60	57 /P/a	4,0 P	428	100%	100%	285	0	0	0				
Száritás eszközzel	1	1	3,13 kWh/Anw.	1,00	365 da	1 HH	285	100%	100%	285	0	0	769				
Száritókötél	1	1	0,78 kWh/nd	1,00	365 da	1 HH	321	100%	100%	321	0	0	867				
Energiaigényvezérlés lakóegységeken	1	1	0,88 kWh/nd	1,00	365 da	1 HH	0	100%	100%	0	0	0	0				
Hűtés	1	1	1,00 kWh/nd	1,00	500 /P/a	4,0 P	500	0%	100%	0	0	0	0				
Fűtés	1	1	0,25 kWh/Anw.	1,00	500 /P/a	4,0 P	500	0%	100%	0	0	0	0				
Fűtés ... eszköze ...	1	1	0,25 kWh/Anw.	1,00	500 /P/a	4,0 P	500	0%	100%	0	0	0	0				
gáz	1	1	0,25 kWh/Anw.	1,00	500 /P/a	4,0 P	500	0%	100%	0	0	0	0				
Világítás	1	1	11 W	1,00	2,90 kv(P-a)	4,0 P	128	100%	100%	128	0	0	345				
Elektronika	1	1	80 W	1,00	0,55 kv(P-a)	4,0 P	176	100%	100%	176	0	0	475				
Egyéb készülékek	1	1	50 kWh	1,00	1,00 /P/a	4,0 P	200	100%	100%	200	0	0	540				
Segédenergia összes							370			370			1000				
Egyéb:																	
napeltem	1	0	-300				-300			-300			-810				
							0			0			0				
							0			0			0				
<b>Összesen:</b>							<b>2671 kWh</b>			<b>1474 kWh</b>			<b>4529 kWh</b>				
<b>Tényleges érték</b>										<b>16,1 kWh/(m²a)</b>			<b>49,6 kWh/(m²a)</b>				
<b>Ajánlott max. érték</b>										<b>18</b>			<b>50</b>				

Háziratsok száma	1	HH
Személyek száma	4,0	P
Lakófelület	91	m²
Hűgény	13	kWh/(m²a)

Szoláris részarány a HMV-elállításban	0%
HMV energiaigény határértéke	42%
Értékgény határértéke	31%

Primer-energia számítási tényezők	Árny	2,7	kWh/kWh
	Föld	1,1	kWh/kWh
Energiahordozó típus / melegvíz		0,0	kWh/kWh
		0,0	kWh/kWh

Nem vill. melegvíz, mosás + mosogatás  
 kWh 321  
 Ha nem megújuló, nem vill. melegvíz mosás + mosogatás  
 kWh/(m²a) 3,5  
 kWh/(m²a) 7,3

## Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: ODOO

Megrendelő: BME

Tanúsító: Horváth Bence

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

31.8 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

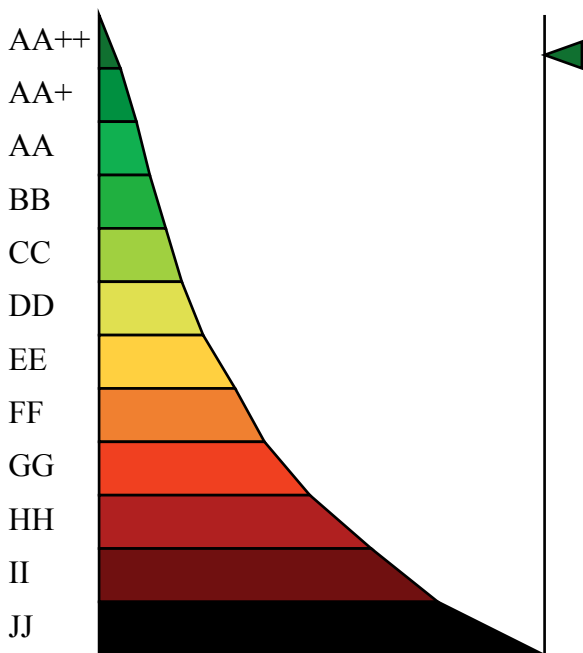
100.0 kWh/m<sup>2</sup>a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

31.8 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**

**AA++ (Minimális energiaigényű)**



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhíd és fűtési idény hossz részletes számítással.

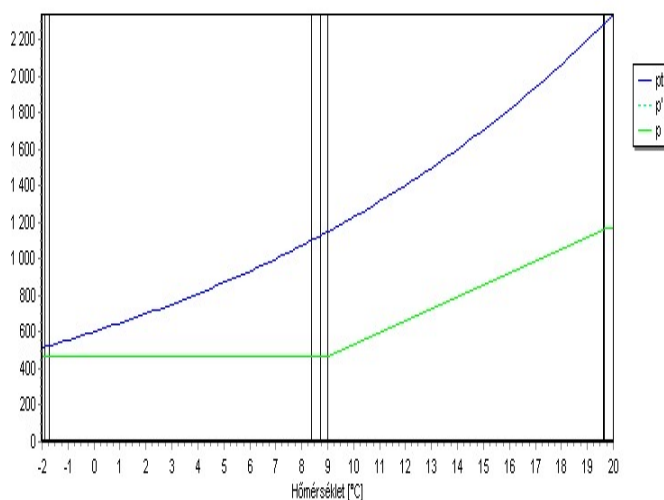
Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2016.10.11.

Aláírás

**Szerkezet típusok:****Fal**

Típusa:	külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.12 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.24 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	15 %
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.14 W/m <sup>2</sup> K
Fajlagos tömeg:	78 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	1 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási tényező kívül:	24.00 W/m <sup>2</sup> K
Hőátadási tényező belül:	8.00 W/m <sup>2</sup> K



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]
tiszta gipszlapok 1	1	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
Alufólia d = 0,1	2	0,1	0,200	-	0,0050	-	-
Isomaster-EPS30 exp.ps.hab	3	15	0,040	-	3,7500	-	1,46
faforgácslap 1	4	2	0,160	-	0,1250	650	2,34
Kiszell. légr. Szokv. Hö lefelé	5	2,5	-	-	0,1000	-	-
Rockwool Dachrock	6	15	0,038	-	3,9470	165	0,84
agyagvakolat	7	1,5	1,100	-	0,0136	1650	-

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

1. (tisztá gipszlapok 1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
2. (Alufólia d = 0,1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
3. (Isomaster-EPS30 exp.ps.hab)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
4. (faforgácslap 1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
5. (Kiszell. légr. Szokv. Hö lefelé)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.

**nyílászáró**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0.6 m
y méret:	2.5 m
Hőátbocsátási tényező:	0.73 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.15 W/m <sup>2</sup> K
<b>A hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	



**padló**

Típusa: padló (talajra fektetett)  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező:  $0.14 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Megengedett értéke:  $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Vonalmenti hőátbocsátási tényező:  $0.45 \text{ W/mK}$   
 Fajlagos tömeg:  $345 \text{ kg/m}^2$   
 Fajlagos hőtároló tömeg:  $36 \text{ kg/m}^2$   
 Hőátadási tényező kívül:  $0.00 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Hőátadási tényező belül:  $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Padlószint magassága: 0.0 m

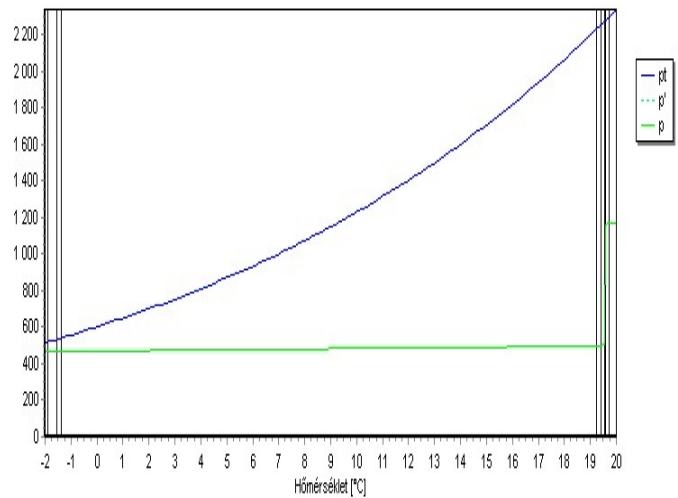
Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$ -	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]
megnevezés	-						
Isomaster XPS 5-10 cm	1	15	0,036	-	4,1670	32	1,42
vasbeton	2	8	1,550	-	0,0516	2400	0,84
Villox O-V 4 S/K	3	0,4	0,120	-	0,0333	1100	-
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84
Rockwool Fixrock	5	5	0,033	-	1,5150	35	0,84
Rockwool Fixrock	6	3,5	0,033	-	1,0610	35	0,84
tiszta gipszlapok 1	7	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
gipszvakolat	8	0,5	0,290	-	0,0172	800	0,84
tiszta gipszlapok 1	9	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
gipszvakolat	10	0,5	0,290	-	0,0172	800	0,84
tiszta gipszlapok 1	11	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84

**tető**

Típusa: tető  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező:  $0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Megengedett értéke:  $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %  
 Eredő hőátbocsátási tényező:  $0.13 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Fajlagos tömeg:  $108 \text{ kg/m}^2$   
 Fajlagos hőtároló tömeg:  $35 \text{ kg/m}^2$   
 Hőátadási tényező kívül:  $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Hőátadási tényező belül:  $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]
faforgácslap 1	1	2	0,160	-	0,1250	650	2,34
Kiszell. légr. Szokv. Hö felf.	2	2,5	-	-	0,0700	-	-
Rockwool Dachrock	3	30	0,038	-	7,8950	165	0,84
tiszta gipszlapok 1	4	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
tiszta gipszlapok 1	5	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
Isover FLAMEX párafékező fólia	6	0,1	0,200	-	0,0050	-	-
tiszta gipszlapok 1	7	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

- (faforgácslap 1)a kiszellőtetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
- (Kiszell. légr. Szokv. Hö felf.)a kiszellőtetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	$\Psi$	L	AU*+L $\Psi$	A <sub>ü</sub>	Q <sub>sd</sub>
		[°]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/a]
Fal	É	függőleges	0,141	0,141	54,7	-	-	7,7	-	-
Fal	K	függőleges	0,141	0,141	14,5	-	-	2,0	-	-
nyílászáró	D	függőleges	0,73	0,73	44,2	-	-	32,3	33,6	8337,2
Fal	NY	függőleges	0,141	0,141	14,5	-	-	2,0	-	-
tető	D	15°-os	0,131	0,131	94,3	-	-	12,4	-	-
padló			-	-	91,3	0,45	34,5	15,5	-	-

## Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A	m <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[t]
Fal	83,7	1	0,08
padló	91,3	36	3,29
tető	94,3	35	3,30
Összesen	-	-	6,67

m<sub>t</sub>: 73 kg/m<sup>2</sup> (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m<sub>t</sub> ≤ 400 kg/m<sup>2</sup>)

ε:	0.50	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	313.5 m <sup>2</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	246.5 m <sup>3</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	1.272 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Felület-térfogat arány)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(8337 + 0) * 0,5 = 4169 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ:	72.0 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q <sub>sd</sub> + Q <sub>sid</sub> )/72]/V =	(72 - 4169 / 72) / 246,51	
q:	<b>0.057 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q <sub>max</sub> :	<b>0.569 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Megengedett fajlagos hővesztégtényező)
<b>Az épület fajlagos hővesztégtényezője megfelel.</b>		
q <sub>max, kn</sub> :	<b>0.280 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

**Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.**

**Energia igény tervezési adatok**

Épület(rész) jellege: Lakóépület

$A_N$ :	91.3 m <sup>2</sup>	(Fűtött alapterület)
$n$ :	0.50 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
$\sigma$ :	0.90	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$ :	$(1,98 + 0) * 0,5 = 0,99$ kW	(Sugárzási nyereség)
$q_b$ :	5.00 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
$q_{HMV}$ :	30.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$A_{HMVr}$ :	11.30 m <sup>2</sup>	(Csökkentett használati melegvíz igényű terület)
$n_{nyár}$ :	5.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$ :	0,98 kW	(Sugárzási nyereség)

**Fajlagos értékekből számolt igények**

$Q_b = \Sigma A_N q_b$ :	456 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_{b,\epsilon}$ :	228 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$ :	0 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$ :	2570 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT} / Z_F$ :	123.3 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$ :	18.5 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$ :	18.5 m <sup>3</sup> /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$ :	1232.5 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

**Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása**

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,\epsilon}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (988 + 228,25) / (72 + 0,35 * 18,4882) + 2 = 17,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: \quad 20,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 34597 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: \quad 1633 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H[Vq + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,\epsilon}$$

$$Q_F = 34,597 * (246,51 * 0,057 + 0,35 * 18,5) * 0,9 - 0 * 1,633 - 1,633 * 228,25 = 0,2663 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 2,92 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

**Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése**

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (981 + 456,5) / (72 + 0,35 * 1232,55) = 2,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: \quad 2,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

**A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!**



**Fűtési rendszer**

$A_N$ : 91.3 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_f$ : 2.92 kWh/m<sup>2</sup>a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 35/28

$e_f$ : 1.80 (H hőszivattyús elektromos áram)  
 $C_k$ : 0.30 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $q_{k,v}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$ : 0.70 kWh/m<sup>2</sup>a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztási veszteség nincs

$q_{f,v}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Keringtetési energia igény nincs

$E_{FSZ}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

$q_{f,t}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a hő tárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

$E_{FT}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_p) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (2,92 + 0,7 + 0 + 0) * 0,54 + (0 + 0 + 0) * 2,5 = \mathbf{1.95 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Melegvíz-termelő rendszer**

$A_N$ : 91.3 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_{HMV}$ : 28.14 kWh/m<sup>2</sup>a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, távozó levegő/friss levegő hővisszanyerővel (hatásfok 80 %)

$e_{HMV}$ : 1.80 (H hőszivattyús elektromos áram)  
 $C_k$ : 0.31 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $E_k$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{HMV,v}$ : 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)  
 $E_C$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, indirekt fűtésű tároló

$q_{HMV,t}$ : 24.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

$$E_{HMV} = q_{HMV} (1 + q_{HMV,v} / 100 + q_{HMV,t} / 100) \Sigma (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 28,14 * (1 + 0,1 + 0,24) * 0,558 + (0 + 0) * 2,5 = \mathbf{21.04 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Légtechnikai rendszer**

$A_{LT}$ :	91.3 m <sup>2</sup>	(a rendszer alapterülete)
$n_{LT}$ :	0.50 1/h	(Légcserezszám a használati időben)
$n_{inf}$ :	0.50 1/h	(Légcserezszám a használati időn kívül)
$V_{LT} = Vn_{LT}$ :	123.3 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$\eta_r$ :	85.0 %	(Légtechnikai rendszer hővisszanyerőjének hatásfoka)
$Z_{LT}/Z_F$ :	1.000	(Üzemidő arány (csak hővisszanyerő))

20 °C feletti befűvási hőmérséklet, központi előszabályozás

$f_{LT,sz}$ :	10.00 %	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
$V_{LT}$ :	123.3 m <sup>3</sup> /h	(a levegő térfogatárama)
$\Delta p_{LT}$ :	100 Pa	(a rendszer áramlási ellenállása)
$\eta_{vent}$ :	50.0 %	(a ventilátor összh hatásfoka)
$Z_{a,LT}$ :	1633 h	(a légtechnikai rendszer egész évi működési ideje)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 123,3 * 100 / 3600 / 0,5 * 1633 / 1000 = 11,182 \text{ kWh/a}$$

$$E_{LT} = (q_{LT,n}(1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v}/A_N) \sum C_k \alpha_k e_{LT} + [(E_{vent} + E_{LT,s})/A_N + E_{LT,k} Z_{LT}/Z_F] e_v$$

$$E_{LT} = (0 * (1 + 0,1) + 0 / 91,3) * 0 + ((11,182 + 0) / 91,3 + 0 * 0) * 2,5 = \mathbf{0.31 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Hűtési rendszer**

$A_{hü}$ :	91.3 m <sup>2</sup>	(a rendszer alapterülete)
$Q_{hü,n}$ :	1257 kWh/a	(a gépi hűtés éves nettó energiaigénye)
$Z_{hü}$ :	0 h	(a hűtési idény hossza)
$V_{hü}$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(a levegő térfogatárama)

Kompresszoros léghűtés (split) EER=2,5

$e_f$ :	2.50	(elektromos áram)
$C_k$ :	0.40	(a hűtőgép teljesítménytényezője)
$q_{k,v}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(segédenergia igény)
$\Delta p_{hü}$ :	0 Pa	(a rendszer áramlási ellenállása)
$\eta_{vent}$ :	50.0 %	(a ventilátor összh hatásfoka)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 0 * 0 / 3600 / 0,5 * 0 / 1000 = 0 \text{ kWh/a}$$

helyiségenkénti szabályozás

$f_{hü,sz}$ :	5.00 %	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
---------------	--------	--

$$E_{hü} = (Q_{hü,n}(1 + f_{hü,sz}) + Q_{hü,v}) / A_N * \sum C_k \alpha_k e_{hü} + (E_{vent} + E_{hü,s} + Q_{hü,k} Z_{hü}) e_v / A_N$$

$$E_{hü} = (1257 * (1 + 0,05) + 0) / 91,3 * 1 + (0 + 0 + 0 * 0) / 91,3 * 2,5 = \mathbf{14.46 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Nyereségáram forrás**

$Q_{+-}$ : 300 kWh/a (éves energia nyereség)  
 $e_{+-}$ : 1.80 (csúcson kívüli elektromos áram)

$$E_{+-} = Q_{+-} \cdot e_{+-} / A_N = -300 \cdot 1,8 / 91,3 = -5,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője**

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+-} = 1,95 + 21,04 + 0 + 0,31 + 14,46 + -5,91$$

$E_P$ : **31.84 kWh/m<sup>2</sup>a** (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

$E_{Pmax}$ : **100.00 kWh/m<sup>2</sup>a** (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

**Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	$E_{prim}$ [MWh/a]	$e_{CO2}$ [g/kWh]	$E_{CO2}$ [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	0,54	2,50	1,35	365	0,20	-	0,5 MWh
csúcson kívüli elektromos áram	-0,30	1,80	-0,54	365	-0,11	-	-0,3 MWh
H hőszivattyús elektromos áram	1,17	1,80	2,10	365	0,43	-	1,2 MWh
Összesen			2,91		0,51		

**A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2016.I.1-i állapot szerint készült.**

**A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**

.....  
aláírás

## Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: ODOO

Megrendelő: BME

Tanúsító: Horváth Bence

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

97.3 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

100.0 kWh/m<sup>2</sup>a

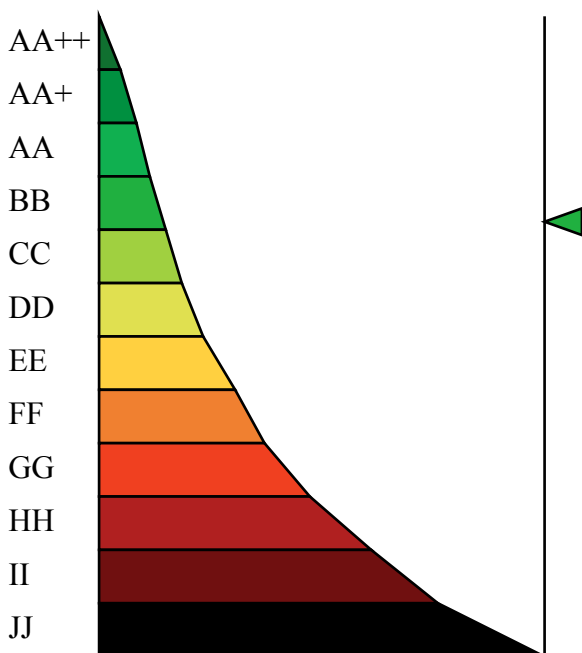
Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

97.3 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**

**BB** (Közel nulla energiaigényre

vonatkozó követelményeknek megfelelő)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhíd és fűtési idény hossz részletes számítással.

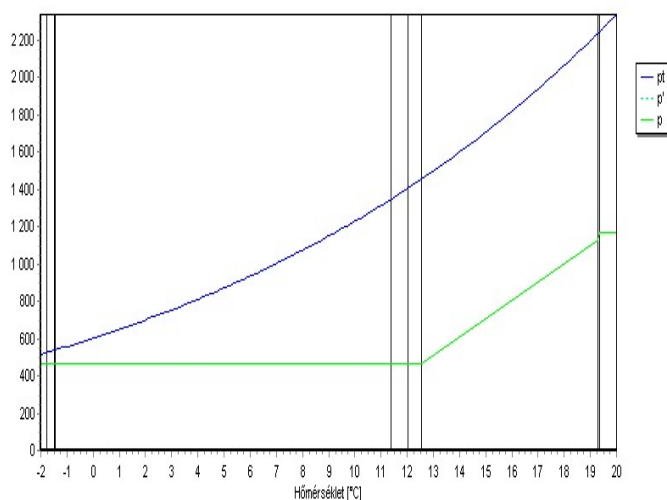
Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2016.10.11.

Aláírás

**Szerkezet típusok:****Fal**

Típusa:	külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.23 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.24 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	15 %
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.27 W/m <sup>2</sup> K
Fajlagos tömeg:	61 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	1 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási tényező kívül:	24.00 W/m <sup>2</sup> K
Hőátadási tényező belül:	8.00 W/m <sup>2</sup> K



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]
tiszta gipszlapok 1	1	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
Alufólia d = 0,1	2	0,1	0,200	-	0,0050	-	-
Isomaster-EPS30 exp.ps.hab	3	10	0,040	-	2,5000	-	1,46
faforgácslap 1	4	2	0,160	-	0,1250	650	2,34
Kiszell. légr. Szokv. Hö lefelé	5	2,5	-	-	0,1000	-	-
Rockwool Dachrock	6	5	0,038	-	1,3160	165	0,84
agyagvakolat	7	1,5	1,100	-	0,0136	1650	-

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

1. (tisza gipszlapok 1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
2. (Alufólia d = 0,1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
3. (Isomaster-EPS30 exp.ps.hab)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
4. (faforgácslap 1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
5. (Kiszell. légr. Szokv. Hö lefelé)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.

**nyílászáró**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0.6 m
y méret:	2.5 m
Hőátbocsátási tényező:	1.00 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.15 W/m <sup>2</sup> K
<b>A hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Üvegezés g értéke:	0.600
Árnyékolás módja nyáron:	külső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.240

**padló**

Típusa: padló (talajra fektetett)  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.30 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.30 W/m<sup>2</sup>K

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.70 W/mK  
 Fajlagos tömeg: 341 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 36 kg/m<sup>2</sup>  
 Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m<sup>2</sup>K  
 Padlószint magassága: 0.0 m

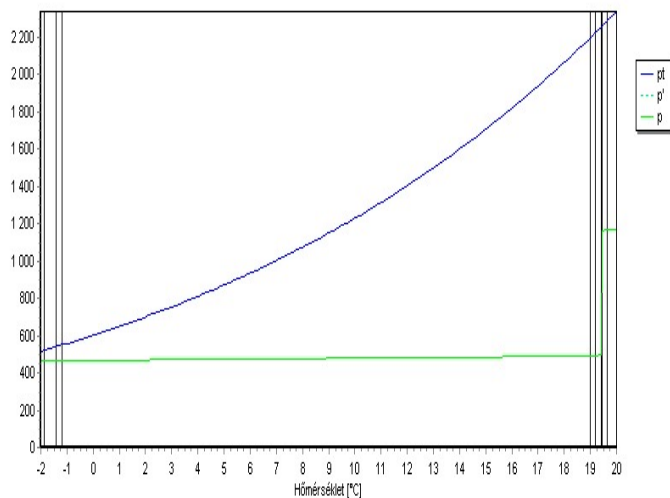
Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$ -	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]
megnevezés	-						
Isomaster XPS 5-10 cm	1	6	0,036	-	1,6670	32	1,42
vasbeton	2	8	1,550	-	0,0516	2400	0,84
Villox O-V 4 S/K	3	0,4	0,120	-	0,0333	1100	-
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84
Rockwool Fixrock	5	4	0,033	-	1,2120	35	0,84
tiszta gipszlapok 1	6	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
gipszvakolat	7	0,5	0,290	-	0,0172	800	0,84
tiszta gipszlapok 1	8	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
gipszvakolat	9	0,5	0,290	-	0,0172	800	0,84
tiszta gipszlapok 1	10	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84

**tető**

Típusa: tető  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.16 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.17 W/m<sup>2</sup>K

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.17 W/m<sup>2</sup>K  
 Fajlagos tömeg: 94 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 35 kg/m<sup>2</sup>  
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m<sup>2</sup>K



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]
faforgácslap 1	1	2	0,160	-	0,1250	650	2,34
Kiszell. légr. Szokv. Hö felf.	2	2,5	-	-	0,0700	-	-
Rockwool Dachrock	3	22	0,038	-	5,7890	165	0,84
tiszta gipszlapok 1	4	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
tiszta gipszlapok 1	5	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84
Isover FLAMEX párafékező fólia	6	0,1	0,200	-	0,0050	-	-
tiszta gipszlapok 1	7	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

- (faforgácslap 1)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
- (Kiszell. légr. Szokv. Hö felf.)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	$\Psi$	L	AU*+L $\Psi$	A <sub>ü</sub>	Q <sub>sd</sub>
		[°]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/a]
Fal	É	függőleges	0,268	0,268	54,7	-	-	14,7	-	-
Fal	K	függőleges	0,268	0,268	14,5	-	-	3,9	-	-
nyílászáró	D	függőleges	1	1	44,5	-	-	44,5	33,8	5787,6
Fal	NY	függőleges	0,268	0,268	14,5	-	-	3,9	-	-
tető	D	15°-os	0,174	0,174	94,3	-	-	16,4	-	-
padló			-	-	91,3	0,7	34,5	24,2	-	-

## Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A	m <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[t]
Fal	83,7	1	0,08
padló	91,3	36	3,29
tető	94,3	35	3,30
Összesen	-	-	6,67

m<sub>t</sub>: 73 kg/m<sup>2</sup> (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m<sub>t</sub> ≤ 400 kg/m<sup>2</sup>)

ε:	0.50	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	313.8 m <sup>2</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	246.5 m <sup>3</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	1.273 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Felület-térfogat arány)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(5788 + 0) * 0,5 = 2894 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ:	107.5 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q <sub>sd</sub> + Q <sub>sid</sub> )/72]/V =	(107,5 - 2894 / 72) / 246,51	
q:	<b>0.273 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q <sub>max</sub> :	<b>0.570 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Megengedett fajlagos hővesztégtényező)
<b>Az épület fajlagos hővesztégtényezője megfelel.</b>		
q <sub>max, kn</sub> :	<b>0.280 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

**Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.**

**Energia igény tervezési adatok**

Épület(rész) jellege: Lakóépület

$A_N$ :	91.3 m <sup>2</sup>	(Fűtött alapterület)
$n$ :	0.50 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
$\sigma$ :	0.90	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$ :	$(1,37 + 0) * 0,5 = 0,69$ kW	(Sugárzási nyereség)
$q_b$ :	5.00 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
$q_{HMV}$ :	30.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$A_{HMVr}$ :	11.30 m <sup>2</sup>	(Csökkentett használati melegvíz igényű terület)
$n_{nyár}$ :	5.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$ :	0,45 kW	(Sugárzási nyereség)

**Fajlagos értékekből számolt igények**

$Q_b = \Sigma A_N q_b$ :	456 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_{b,\epsilon}$ :	228 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$ :	0 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$ :	2570 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$ :	123.3 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT} / Z_F$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$ :	123.3 m <sup>3</sup> /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$ :	1232.5 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

**Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása**

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,\epsilon}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (686 + 228,25) / (107,5 + 0,35 * 123,255) + 2 = 8.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: \quad 20.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 71858 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: \quad 4379 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H[Vq + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,\epsilon}$$

$$Q_F = 71,858 * (246,51 * 0,273 + 0,35 * 123,3) * 0,9 - 0 * 4,379 - 4,379 * 228,25 = 6,143 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 67.28 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

**Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése**

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (450 + 456,5) / (107,5 + 0,35 * 1232,55) = 1.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: \quad 2.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

**A nyári felmelegedés elfogadható mértékű.**



**Fűtési rendszer**

$A_N$ : 91.3 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_f$ : 67.28 kWh/m<sup>2</sup>a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 35/28

$e_f$ : 1.80 (H hőszivattyús elektromos áram)  
 $C_k$ : 0.30 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $q_{k,v}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$ : 0.70 kWh/m<sup>2</sup>a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztási veszteség nincs

$q_{f,v}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Keringtetési energia igény nincs

$E_{FSZ}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

$q_{f,t}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

$E_{FT}$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_p) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (67,28 + 0,7 + 0 + 0) * 0,54 + (0 + 0 + 0) * 2,5 = 36.71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Melegvíz-termelő rendszer**

$A_N$ : 91.3 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_{HMV}$ : 28.14 kWh/m<sup>2</sup>a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Elektromos átfolyós vízmelegítő, tároló

$e_{HMV}$ : 1.80 (csúcson kívüli elektromos áram)  
 $C_k$ : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $E_k$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{HMV,v}$ : 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)  
 $E_C$ : 0.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, csúcson kívüli árammal működő elektromos boiler

$q_{HMV,t}$ : 20.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

$$E_{HMV} = q_{HMV} (1 + q_{HMV,v} / 100 + q_{HMV,t} / 100) \Sigma (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 28,14 * (1 + 0,1 + 0,2) * 1,8 + (0 + 0) * 2,5 = 65.86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Hűtési rendszer**

$A_{hü}$ :	91.3 m <sup>2</sup>	(a rendszer alapterülete)
$Q_{hü,n}$ :	1257 kWh/a	(a gépi hűtés éves nettó energiaigénye)
$Z_{hü}$ :	0 h	(a hűtési idény hossza)
$V_{hü}$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(a levegő térfogatárama)

Kompresszoros léghűtés (split) EER=2,5

$e_f$ :	2.50	(elektromos áram)
$C_k$ :	0.40	(a hűtőgép teljesítménytényezője)
$q_{k,v}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(segédenergia igény)
$\Delta p_{hü}$ :	0 Pa	(a rendszer áramlási ellenállása)
$\eta_{vent}$ :	50.0 %	(a ventilátor összehatásfoka)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 0 * 0 / 3600 / 0,5 * 0 / 1000 = 0 \text{ kWh/a}$$

helyiségenkénti szabályozás

$f_{hü,sz}$ :	5.00 %	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
---------------	--------	--

$$E_{hü} = (Q_{hü,n}(1 + f_{hü,sz}) + Q_{hü,v}) / A_N * \sum C_k \alpha_k e_{hü} + (E_{vent} + E_{hü,s} + Q_{hü,k} Z_{hü}) e_v / A_N$$

$$E_{hü} = (1257 * (1 + 0,05) + 0) / 91,3 * 1 + (0 + 0 + 0 * 0) / 91,3 * 2,5 = 14.46 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Nyereségáram forrás**

$Q_{+-}$ :	1000 kWh/a	(éves energia nyereség)
$e_{+-}$ :	1.80	(csúcson kívüli elektromos áram)

$$E_{+-} = Q_{+-} e_{+-} / A_N = -1000 * 1,8 / 91,3 = -19.72 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője**

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hü} + E_{+-} = 36,71 + 65,86 + 0 + 0 + 14,46 + -19,72$$

 **$E_P$ :** 97.31 kWh/m<sup>2</sup>a (az összesített energetikai jellemző számított értéke) **$E_{Pmax}$ :** 100.00 kWh/m<sup>2</sup>a (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)**Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	$E_{prim}$ [MWh/a]	$e_{CO2}$ [g/kWh]	$E_{CO2}$ [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	0,53	2,50	1,32	365	0,19	-	0,5 MWh
csúcson kívüli elektromos áram	2,34	1,80	4,21	365	0,85	-	2,3 MWh
H hőszivattyús elektromos áram	1,86	1,80	3,35	365	0,68	-	1,9 MWh
<b>Összesen</b>			<b>8,88</b>		<b>1,73</b>		

**A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2016.I.1-i állapot szerint készült.****A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**.....  
aláírás