

A szalma alternatív felhasználása

The alternative use of straw

SZ. MÉSZÁROS

Gazdasági agrármérnök MSc levelezős hallgató, Debreceni Egyetem Gazdálkodástudományi Kar,
szilvim25@gmail.com

Absztrakt. Kutatásomban a szalma alternatív felhasználásának lehetőségét ismertetem. Előtérbe helyezve a költséghatékony szemléletet a beruházások és az energia felhasználás területén. Egy szalmabálából épült épület energetikai eredményeit hasonlítottam össze egy régi, és egy új téglalapítással, valamint egy passzív ház energetikai értékeivel. A vizsgálat során elemeztem a beépített energia, primer energia, CO₂ kibocsátás felhasználásának adatait. Energia jellegű költségek számítását végeztem el 50-éves élettartamra. Kutatásom során megállapítottam hogy a szalma kiváló hőszigetelő anyag, így a vizsgált objektum energia igénye 25,38%-a a hagyományos épületekéhez képest.

Kulcsszavak: alternatív felhasználási lehetőség, költséghatékony, energia hatékony, szalma

Abstract. The problem addressed in this work is to examine the feasibility of using straw in innovative and alternative ways, focusing on aspects of cost sensitivity in subject areas of building investment and energy consumption. I analysed the energy efficient performance of a straw bale building and compared that with those of a conventional construction, a newly-constructed building and a passive house. In my study I assessed the figures of costs of embodied energy, primary energy consumption and carbon dioxide emission. I made calculations in terms of energy costs for a lifespan of 50 years. Considering that straw-bale construction uses an excellent and sustainable insulation material, its energy use is by 25.38% less than that of conventional construction.

Keywords: feasibility of innovative and alternative ways, cost sensitivity, energy efficient, straw

Bevezetés

Kutatásomban a szalma alternatív felhasználásának lehetőségét ismertetem. Előtérbe helyezve a költséghatékony szemléletet a beruházások és az energia felhasználás területén. A szalma mezőgazdasági melléktermék, amely a gabonafélék termesztése közben keletkezik, ide értve a búza, árpa, tritikálé, zab és repce szalmáját is. Alkalmazzák talajjavító anyagként, talajba szántva, ekkor azonban a pentozán-hatás miatt mértéke korlátozott, mert túl nagy mennyiségű cellulóz talajba juttatása megnöveli a nitrogén-, illetve a cellulózlebontó baktériumok igényét, ami jelentős költségnövelő tényező [7]. Az Európai Unióhoz való csatlakozást követően a tarlóégetésre nincs

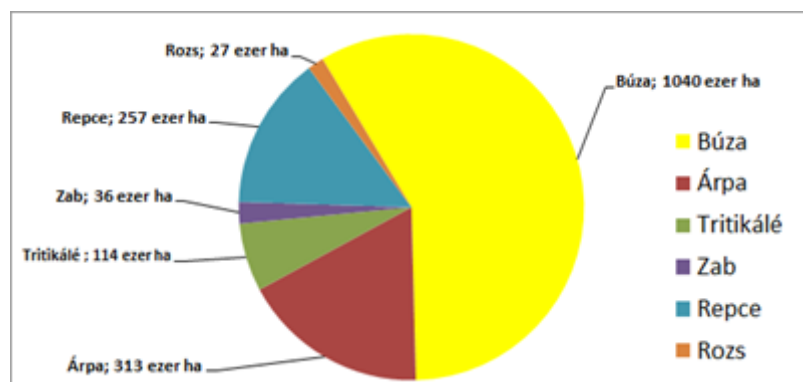
lehetőség. Használják a szalmát gabonaszárítók fűtésére, távfűtő művekbe való energiatermelésre, pellet formájában szintén fűtésre. [7] szerint bioerőművek alapanyagainak konzisztencia beállítására is hasznosítható a szalma, melynek mennyisége függ a termesztett haszonnövény fajtájának kiválasztásától és az időjárástól.

Hektáronként 2,5-3 tonna szalmával számolhatunk, melynek az állattartásban vették régen hasznát. Napjainkban sajnos rohamosan csökken az állattartás, illetve az állattenyésztésben alkalmazott újtechnológiák nem minden esetben használnak szalmát alomként, ezért nincs hasznos felhasználása, tárolása problémát, költséget okoz, a gazdálkodók hulladékként kezelik.

1. Irodalmi áttekintés

1.1. A szalma felhasználására alkalmas gabonafélék termelési szerkezete

Az 1. ábrán a szalma felhasználására alkalmas gabonafélék termelési szerkezetét láthatjuk 2016-ban. A búza termesztése a legnagyobb arányt képviseli 1 040 000 ha-on, a második helyen az árpa áll 313 000 ha-on, jelentős a repce termesztése hazánkban 257 000 ha-on, a tritikálé 114 000 ha tesz ki, a zab 36 000 ha-on, és a rozs 27 000 ha-on termesztett kalászos növényünk. A megtermelt szalma közel felét hasznosítjuk, így szalmafeleslegről beszélhetünk. [23]



1. ábra A szalma felhasználására alkalmas gabonafélék termelési szerkezete 2016-ban Magyarországon

Forrás: [23]

Megfogalmazódott a fenntartható építés definíciója, amely elsősorban a fenntartható erőforrás-használatára és egészséges épített környezet létrehozására koncentrál. A fenntartható építés definícióját Kibert [41] fogalmazta meg: „Egészséges épített környezet létesítése és felelős fenntartása az erőforrások hatékony kihasználásával, ökológiai elvek alapján.” Környezetterhelésünk több mint 50%-a az épületek, közlekedési rendszerek létesítéséből és fenntartásából származik. Egészségünket alapvető módon határozza meg, hogy milyen épületekben töltjük életünk 80-90%-át. Az épületek évtizedekig, de akár évszázadokig meghatározzák a környezet és az energia használatot [4].

A jövőben nyersanyagként elsősorban a cellulóztartalmú mezőgazdasági melléktermékek – szalma, kukoricaszár, erdészeti, faipari hulladék – felhasználása jöhet szóba a lág- és fásszárú növények mellett, habár az új technológia piaci bevezetése még várat magára. A növekvő bioüzemanyag-

előállításal párhuzamosan a melléktermékek (ikertermékek) egyre inkább hozzájárulnak a gazdasági és környezeti fenntarthatósághoz [42].

[6] alapján a szalmát időtlen idők óta használják, az építkezésben tetőnek, rönkházaknál, hézagolásnak, szigetelésnek, vályogházaknál adalékanyagként. Nem tudjuk, hogy falazó anyagként mikor és hol használták először. A biztos ismereteink szerint a XIX-XX. század fordulóján Észak-Amerikában jelent meg ez az építkezési forma, de nehéz elképzelni, hogy korábban ne alkalmazták volna [31]. A mezőgazdasági szalmabála építési célú felhasználásának több mint 100 éves múltja van [34]. Ez és az agyag több ezer éves építési tapasztalatai, ötvözve a mai kor lehetőségeivel, eredményezték a szalmaházak műszaki megoldásait. [35] véleménye szerint a szalmaház az egyik legkedvezőbb megoldás a környezetvédelem iránt elkötelezett építkezők számára. A felhasznált anyagok az építési hely közeléből származnak, előállításuk, feldolgozásuk nem igényel fosszilis energiát [32]. A szalmaház alapvető építőanyaga – nevének megfelelően – a szalma. Egész pontosan a szalmabála. Építésének kezdetei még a Vadnyugatra nyúlnak vissza: az olcsó építőanyagot kereső telepesek fedezték fel, hogy az egymásra pakolt szalmabáláknak kitűnő hőszigetelő, és rendkívül erős teherbíró képességük van [22]. Természetesen ma már nem építhetők ilyen házak. Mivel a szalmabálák teherbíró képessége nem felel meg napjaink igény szintjének, az épület stabilitását fából ácsolt vázszerkezet biztosítja. Ez az úgynevezett létraváz már önmagában egy házra emlékeztet, az építés további szakaszaiban majd ennek rácsai közé töltik be a hőszigetelő gabona-szalmabálákat. A szalma-falszerkezet mindkét oldalát legalább 5-5 cm agyagvakolattal látják el, erre a tűz- és mechanikai károsodások megakadályozása miatt van szükség.

1.2 Anyag és módszer

Magyarországon a CereDom Kft. dolgozta ki a szalmaház építésének megbízható módszerét, amelynek betartásával az épületek az egyéb házakkal azonos komfortfokozatúak és élettartamúak lehetnek. Az Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Kht. 2008. közepén a CereDom Kft. részére kiadta a szalmaház-építési technológiára vonatkozó építőipari műszaki engedélyt (ÉME-t). A minősítés alapján 3 szintig, max 2 000 m²-ig építhetők lakóépületeket, szállásépületeket, közintézményeket, iskolákat, közösségi házakat. Ezért primer adatbázisként a CereDom Kft. 2015 adatait használtam fel számításaim elvégzéséhez.

2. Vizsgálat módszere

A négy elemzett modell azért került kiválasztásra, hogy összehasonlítható legyen két ma választható alternatíva („Új MSZ” modell, „Szalma” modell) két másik, jellemző, szélső esettel (A „Régi MSZ” modell, „Passzív” modell). A két szélső esetben az adott modellek és a hozzájuk kapcsolódó követelmények az időbeliséget mutatja be: a „Régi MSZ” modell jeleníti meg a múltbeli követelményeket és a tapasztalatokat, amelyek a ma létező lakásállományt meghatározzák, a „Passzív” modell pedig a várhatóan 10-15 éven belül életbelépő szabályozásnak felel meg. A két bemutatott mai alternatíva az „Új MSZ” modell, ami a ma érvényes minimális követelményekkel számol, a „Szalma” modell pedig a szalmaház technológia tervezési értékeit, és a hozzá kapcsolódó egyéb technológiák paramétereit

veszi figyelembe. Mind a négy modell azonos méret, elrendezéssel, feltételekkel készült, csak a megvalósítás minősége tér el. A „Passzív” modell pedig a várhatóan 10-15 éven belül életbelépő szabályozásnak felel meg. A két bemutatott mai alternatíva az „Új MSZ” modell, ami a ma érvényes minimális követelményekkel számol, a „Szalma” modell pedig a szalmaház technológia tervezési értékeit, és a hozzá kapcsolódó egyéb technológiák paramétereit veszi figyelembe. A beépített energia és a beépített CO₂ kibocsátás vizsgálatánál a CereDom Kft. adatai alapján kiszámoltam a szalma épület beépített energia felhasználását és a CO₂ kibocsátását négyzetméterre vetítve. Ezt a hagyományos épületek statisztikai átlag eredményével hasonlítottam össze. Az energia jellegű költségeket a Magyar Energetikai hivatal paramétereit és a CereDom Kft. és az EUSTAT adatai alapján számoltam ki 40 négyzetméteres épületre vetítve, havi szinten, fűtés időnyire. Ezeket az eredményeket hasonlítottam össze a passzív ház eredményeivel, amelyet a németországi Passzívház Intézet által kidolgozott adatokból kaptam. Az energetikai vizsgálatnál a 7/2006-os energetikai rendelet módszerével számoltam a szalma a régi és új épületek eredményeit, amelyeket összehasonlítottam a passzív ház paramétereivel. A beruházási költségek esetében a téglá épületek statisztikai átlag négyzetméter költségét vettem alapul és hasonlítottam össze a szalma épület költségével, amelyet a [12] és a CereDom Kft. adatbázisából kapott paraméterek alapján számoltam ki.

Régi MSZ modell A „Régi MSZ” modell 1986-tól 1991-ig érvényben levő szabályozás szerinti paramétereken és gyakorlaton alapul. Ezeket a követelményeket azonban az érvényességüknél sokkal tovább, egészen 2006-ig használták a tervezők, ezt megelőzően pedig csak kissé eltérő szabályozás volt érvényben 1979 és 1986 között, tehát a modell összességében, több mint 25 év épületeinek minőségét határozza meg. Az 1979 előtti követelmények pedig még ennél a modellnél is minden paraméterükben kétszer gyengébbek, megengedőbbek voltak.

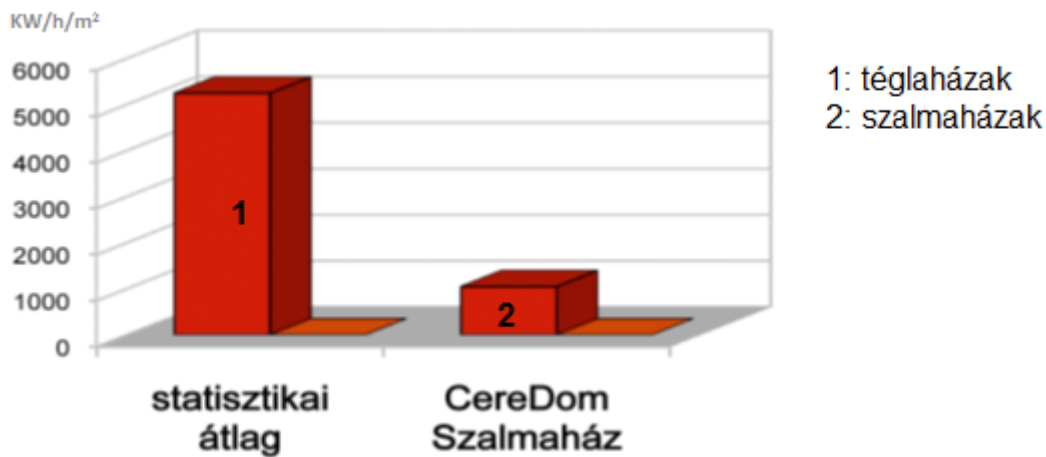
Új MSZ modell A „Új MSZ” modell, a [40] rendelet szerint érvényben levő új magyar szabályozás követelmény értékein alapul, és azt egészíti ki statisztikai forrásból származó adatokkal. Ma Magyarországon ennél a szintnél „gyengébb”, nagyobb energiafogyasztású épület nem tervezhető és nem építhető újonnan. A következő évek során az érvényes szabályozás további, jelentős szigorítása várható.

Szalma modell A „Szalma” modell, az ÉME által minősített szalmaház építési rendszer tervezési adatain és műszaki paraméterein alapul. Egyes paraméterek, mint a fal hő-átbocsátási tényezője, több mint kétszeresen túlteljesítik a mai követelmény értékeket, más paraméterekre, mint a légcsereelő rendszer hő-visszanyerő képessége, pedig egyszerűen nem is vonatkozik ma még követelmény.

Passzív modell A „Passzív” modell a németországi Passzívház Intézet által kidolgozott hő-átbocsátási, légtömörségi és hő-visszanyerési követelményeken alapul. Németország és Ausztria egyes területein már ma is csak az ennek megfelelő középületek és társasházak épülhetnek, az EU szintű szabályzási tervek alapján legkésőbb 2020 és 2025 között itthon is ez várható.

3. Eredmények

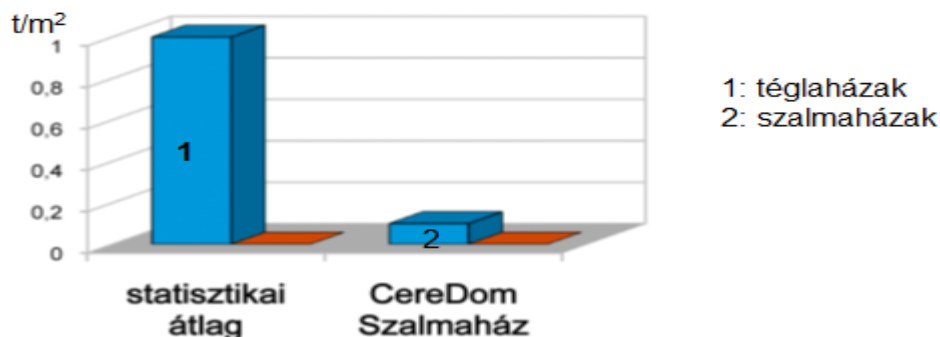
Az International Federation of Institutes for Advanced Study a beépített energiára a következő megfogalmazást fogadta el: A beépített energia azon energiák összessége, amelyet egy bizonyos termék, illetve szolgáltatás előállításához a Föld készletéből veszünk el. Az idő múlásával ezt a definíciót kiegészítették (CIB W96 Architectural Management Congress, 1998): A beépített energia azon energiakomponensek összege, amely a nyersanyag kitermeléséhez, az építőanyag, illetve építési termék előállításához, bármely állapotban történő szállításához, valamint a helyszínen történő beépítéshez használnak. Az épület pályafutásában három szakaszt különböztethetünk meg, az építés létesítése, használata és bontása. Szalmabálák beépített energiataralma nagy báláknál 50 kW h/t, a kis báláknál 63 kW h/t [22]. A 2. ábrán látható, hogy a téglaházak beépített energia felhasználása négyzetméterenként 5 000 kWh ezzel szemben a szalmaház beépített energia igénye 1 000 kWh.



2. ábra. Beépített energia felhasználása (kWh/m²)

Forrás: KSH, CereDom Kft.

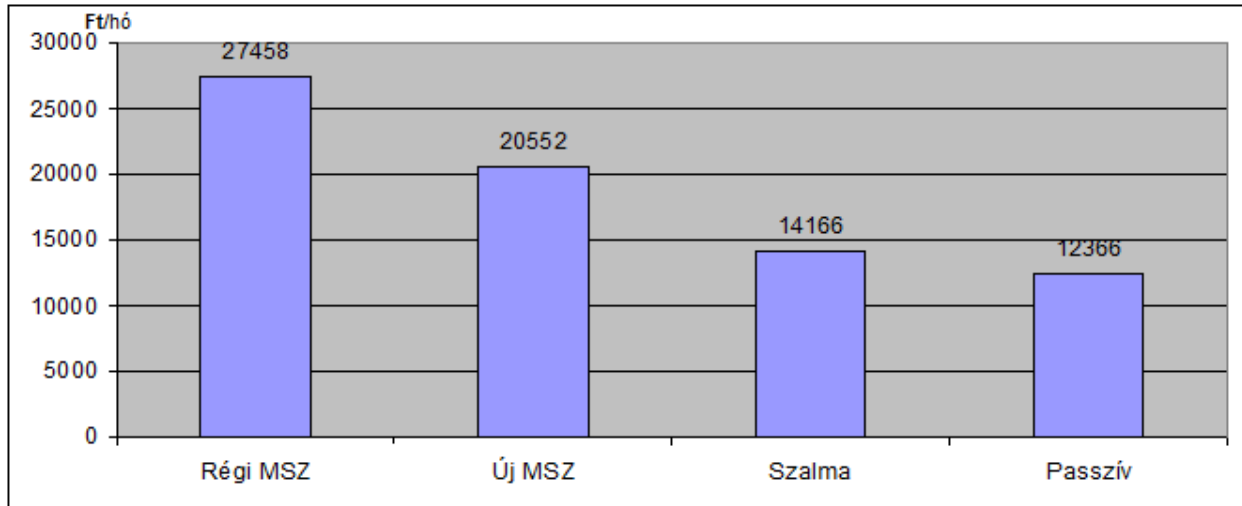
A beépített CO₂-mennyiségen az adott anyag beépített energia következtében kibocsátott CO₂-mennyiségnek és az előállítás kémiai folyamata során kibocsátott CO₂-kibocsátást négyzetméterenként értjük. A 3. ábrán megállapíthatjuk, hogy a téglaházak építése során kibocsátott CO₂ négyzetméterenként egy tonnát tesz ki még a szalmaházak esetében a kibocsátás mértéke 0,1t.



3. ábra Beépített CO₂ kibocsátás különböző módszerrel épített házaknál (t/m²)

Forrás: KSH 2015, CereDom Kft.

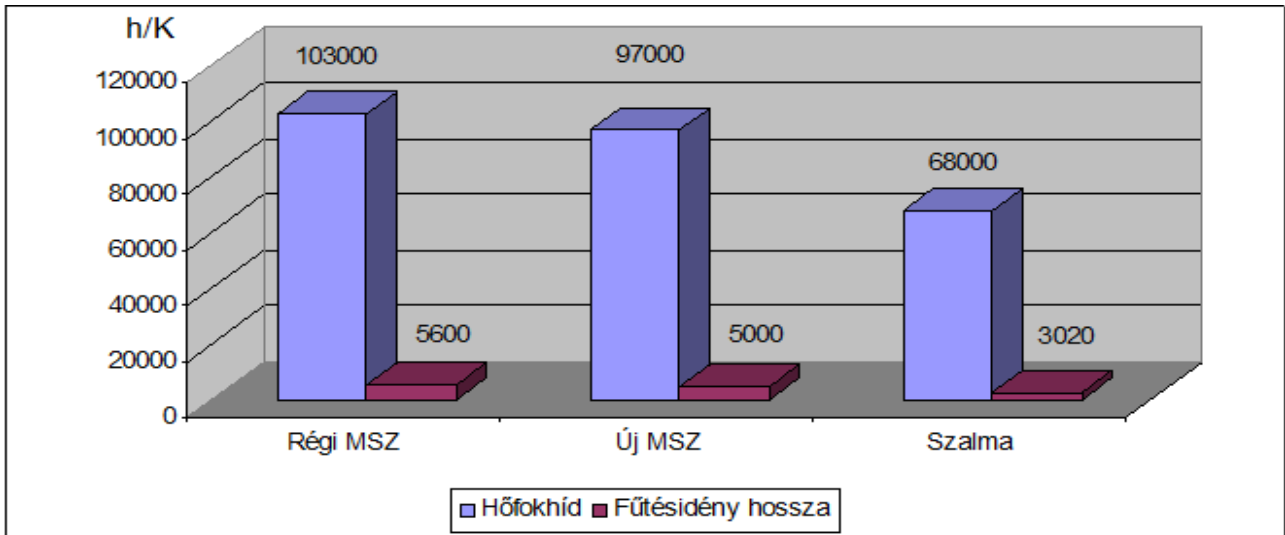
A 4. ábrán az energia jellegű költségek eredményeit szeretném bemutatni fűtés idényben 40m²-es épületre vetítve havi szinten. S számításaim alapján a régi téглаépület energia költsége a legmagasabb 27 500 Ft-al, az új téглаépület költsége 20 500 Ft-ot tesz ki, a szalma épület energia felhasználása 14 200 Ft havi szinten, ami megközelíti a passzív ház eredményét (12 400 Ft/hó).



4. ábra Energia jellegű költségek összehasonlítása (Ft/hó)

Forrás: saját szerkesztés a Magyar Energetikai Hivatal és a CereDom Kft. adatai alapján

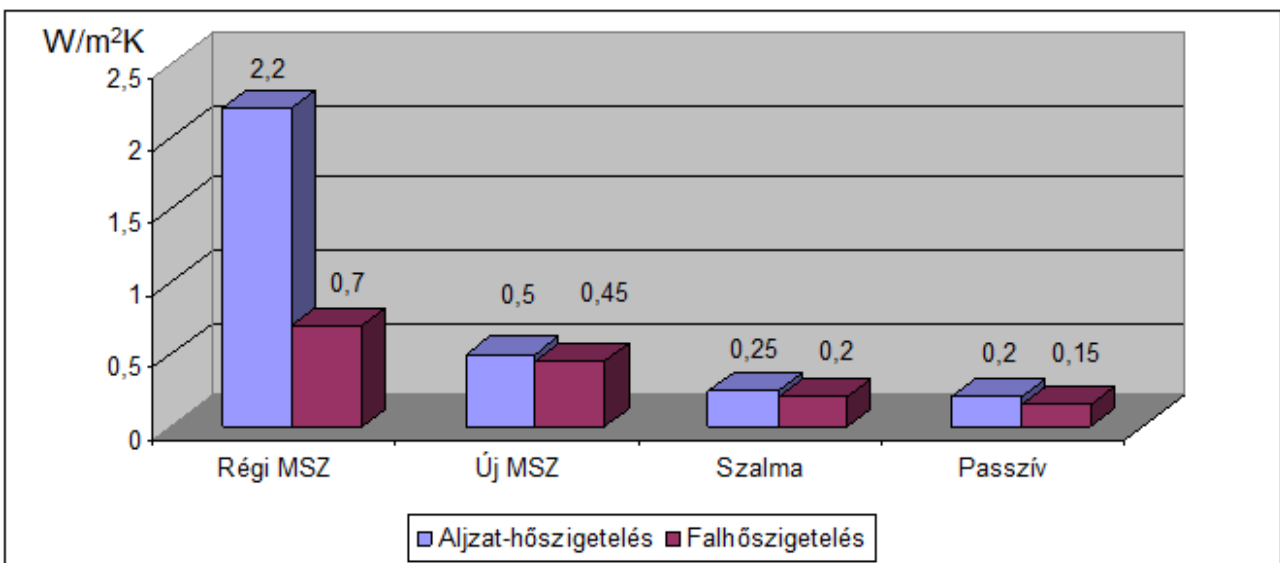
A 7/2006-os energetikai rendelet lehetővé teszi, hogy a fűtésidény hossza csökkenjen, amennyiben a hőszigetelés minősége ezt megengedi. A fűtésidényre régen 4 360 órát számoltak, ez félét jelent, pontosan 181 nap x 24 órával, ez volt a feltételezés, ma már a rendelet sem ezzel számol. A rendelet a hőfok-tényezővel számol, ami a fűtött órák és az áthidalt hőmérsékletkülönbség szorzata, ennek az értéken az átlagos házakra 72 000 óra x fok. Azaz 4 360x16 fokos átlagos különbség a kinti és a benti hőmérséklet között, és ebben benne van a december-januári tipikus 20-25 fok különbség is és az október és márciusi tipikus 5-10 fok különbség is. A 72 000 óra x fok a rendelet szerint akkor csökkenthető, ha a belső hő nyereségek és a szigetelés miatt az épület fűtés nélküli egyensúlyi hőmérséklet-különbsége magasabb, mint az átlag. Az 5. ábrán látható hogy a fűtés idény a szalma ház esetében 3 020 óra ezzel szemben az új téгла épületnél ez 5 000 óra a régi téгла épületnél 5 600 óra. A hőfokhíd vizsgálatánál kapott eredményeim is a szalmaház esetében a legkedvezőbb 68 000 h/k, az új téглаépületnél ez 97 000h/k a régi téглаépület esetében ez 10 3000h/k.



5. ábra Hőfokhíd és fűtésidény értékeinek összehasonlítása (h/K)

(Forrás: saját szerkesztés a Magyar Energetikai Hivatal és a CereDom Kft. adatai alapján)

A 6. ábrán láthatjuk az aljzat-hőszigetelés eredményeit, ahonnan leolvasható, hogy a szalma hőszigetelése fele annyi hőt enged át, mint az új téglapépületé, a régi téglapépülethez képest pedig tizedannyit. A szalmaház falhőszigetelés adatai, több mint kétszer olyan jók, mint az új téglapépületé, és a régi téglapépületnél négyszer jobbak. Ebben a részben már látható, hogy a szalmaház értékei alig térnek el a passzív ház értékeitől.

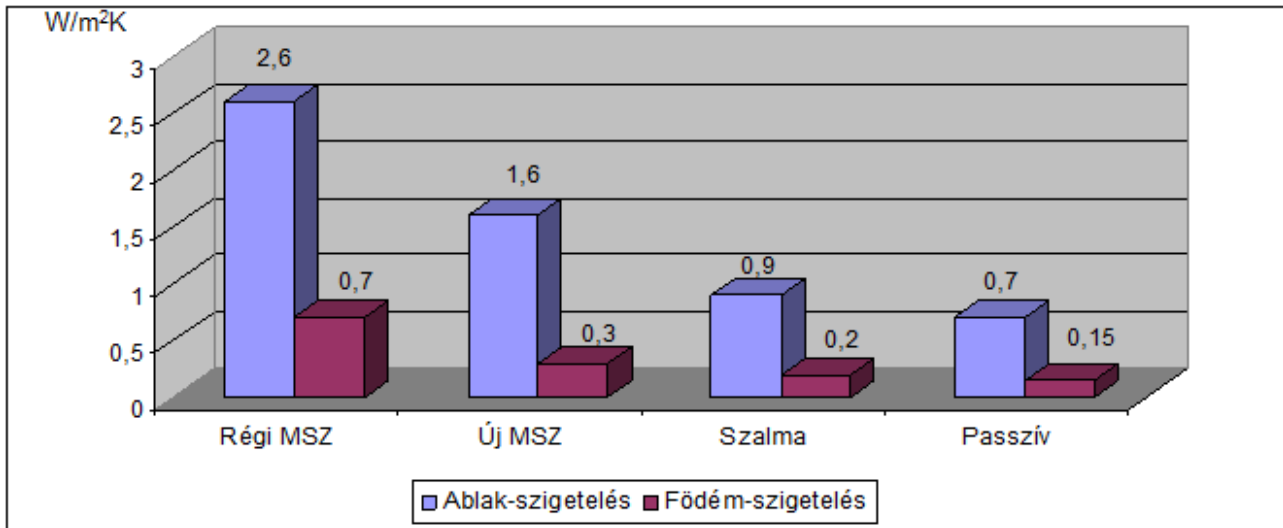


6. ábra Aljzat- és falhőszigetelés összehasonlítása (W/m²K)

(Forrás: saját szerkesztés a Magyar Energetikai Hivatal 208 és a CereDom Kft. 2015 adatai alapján)

A 7. ábrán láthatjuk, hogy az ablakok hőszigetelésénél szintén a szalmaház szigetelése áll legközelebb a passzív ház értékeihez. Az új téglapépület ablak-hőszigetelése több, mint másfélszer gyengébb, mint a szalmaház hőszigetelése. A födém-hőszigetelés esetében látható a szalmaház hasonló eredményeket

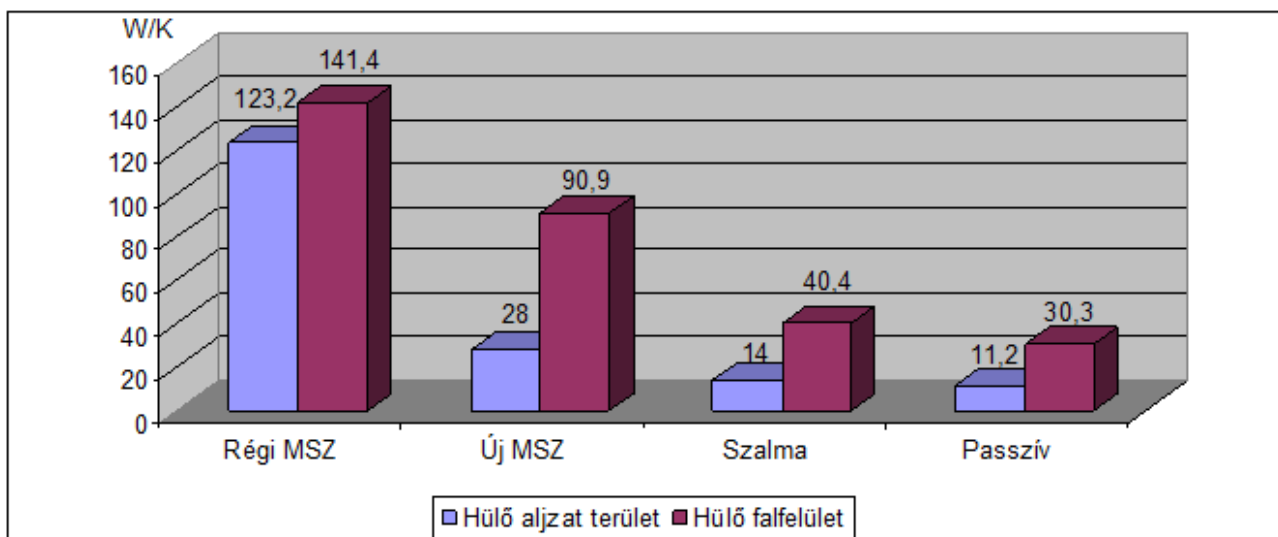
hozott, mint a passzív ház. A hagyományos, régi téглаépület hőszigetelése 3,5-szer gyengébb, mint a szalmaházé, addig az új téглаépület földem-hőszigetelése 1,5-szer gyengébb.



7. ábra Ablak- és földem-szigetelés összehasonlítása (W/m²K)

(Forrás: saját szerkesztés a Magyar Energetikai Hivatal és a CereDom Kft. adatai alapján 2015)

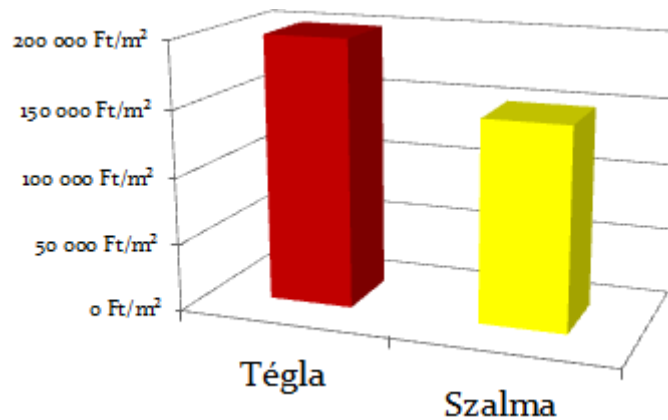
A 8. ábra transzmissziós veszteség a hűlő aljzat területen bekövetkezett veszteséget mutatja. A szalmaházé alig több, mint a passzív ház hűlő aljzat területen bekövetkezett vesztesége. Az új téглаépületnél már kétszer akkora a veszteség, mint a szalmaépületnél. A régi építésű téглаépületnek viszont kilencszer akkora az aljzatterületen bekövetkezett transzmissziós vesztesége. A hűlő falfelület eredményei összehasonlításánál a szalmaház eredménye közel azonos a passzív ház eredményeihez viszonyítva. Az új téглаépület eredménye 2,2-szer míg a régi téглаépület 3,5-szer rosszabb, mint a szalmaházé.



8. ábra Hűlő aljzatterület és hűlő falfelület értékeinek összehasonlítása (W/K)

(Forrás: saját szerkesztés a Magyar Energetikai Hivatal és a CereDom Kft. adatai alapján 2015)

A 9. ábrán látható m²-re vetítve az épületek beruházási költsége, a tégl épületeknél ez 200 000 Ft, a szalma épületnél 150 000Ft költséget számoltam.10 ha gabona termesztése esetében 30t szalmával számolhatunk, ez 680m² épület építésére elegendő.



9. ábra Beruházási költségek összehasonlításának eredménye (Ft/m²)

(Forrás: saját szerkesztés a KSH és a CereDom Kft. adatai alapján 2015)

3.1 Energia jellegű költségek számítása 50 éves élettartamra

Az energetikai jellemző magában foglalja a fűtés, meleg víz készítés, világítás, illetve esetleges légtechnikai hűtés primer energiában kifejezett energia igényét. A hagyományos épületek éves energia igénye 197 kW/h/m², 50 évre vetítve 9 850 kW/h/m². A szalmaház éves energia igénye 50 kW/h/m², 50 évre vetítve 2 500 kW/h/m². Eredmény: 25,38%-a az energia igénye a szalmaháznak a hagyományos építésű épülethez képest 50 éves élettartamra vetítve.

4. Következtetések és javaslatok

A beépített energia felhasználása 20%-a a szalmaház esetében a hagyományos épületek átlagához képest.

A CO₂ kibocsátás a szalmaház építése során 10%-a a hagyományos épületek átlagához képest. A szalma és fa keletkezése szemben más építőanyagokkal nagy mennyiségű negatív CO₂ kibocsátással, azaz CO₂ elnyeléssel jár, így az átlagos szalmaház építése CO₂ semleges [11]. Ez az 0,1t/m² CO₂ kibocsátást a szalma épület esetében a létraváz összeerősítésénél használt fém csatolások és az alap készítésénél felhasznált beton számlájára írható.

A szalma épület üzemeltetési költsége 25,38%-a hagyományos épületek üzemeltetési költségéhez képest. Az agyagvakolat egyébként képes csökkenteni a helyiségek páratartalmának téli napi ingadozását, mosáskor, főzéskor a falak megkötik a párat, majd fűtés ideje alatt visszajuttatják azt a légtérbe. Ez a pára kiegyenlítő hatás képes fenntartani a lakók számára egészséges 50% körüli páratartalmat, mint egy passzív légkondicionáló berendezés. A szalmaházak hőszigetelése két és félszer kedvezőbb, mint amit a jelenlegi rendeletek a lakóházakra előírnak. A kétszer öt centis agyagréteggel, 45 centis vastagságú szalmabálával készült fal hő átbocsátási tényezője, miközben a

hagyományos épületekre előírt érték 0,45 W/K. A szalmaház nyáron a falazat kiváló hőszigetelése és meglepően nagy tömege miatt hűvös. A szalmafal vakolata 145-150 kg négyzetméterenként, ezért nem csak hőszigetelésről, hanem hő-tehetetlenségről is beszélhetünk, aminek köszönhetően az épület akár több hétig is képes dacolni a kánikulával [33].

A szalma épület beruházási költsége 25%-kal alacsonyabb a téglá épülethez képest.

Építőanyag egy része: feleslegessé vált melléktermékeinkből áll. Fő alapanyaga az építkezés környezetében fellelhető, feldolgozásához tehát nem kell fosszilis energiát alkalmazni, a szállítás környezetterhelése pedig minimális.

Fenntartható környezet építése: az építkezés során keletkező hulladékot a természet képes lebontani. A szalmaház-építés két legfontosabb alapanyaga, a szalma és a fa megújuló forrásnak számít.

A szalmaház úgynevezett hármas tűzvédelmi fokozatba tartozik. Vagyis az épületek legalább 45 percen át bírják a tűz ostromát sérülés vagy füstszivárgás nélkül. A szalma tehát hiába könnyen éghető, a vakolatba burkolva épp annyira biztonságos, mint a hagyományos építőanyagok. A hármas tűzvédelmi fokozat alapján a szalmaházak akár oktatási, egészségügyi intézményeknek is helyet adhatnak.

Javaslatok

A megtermelt szalma közel felét hasznosítjuk, így szalmafeleslegről beszélhetünk, ami a mezőgazdaságban keletkezik, ezért javaslom a szalmafelesleg felhasználására a szalmabálából épülő gazdasági épületek építését. Legyen az zöldségkertészet, ahol szükség van téli tároló épületekre, zöldségválogató, csomagoló helysége, szerszámos és targoncatároló épületekre. A palánták tárolásánál, dugványok, oltványok elhelyezésénél is fontos a gazdasági épület. Gyógynövények termesztésénél is szükségünk van, szárító, tároló, csomagoló helységekre. Gyümölcsstermesztés során is elkerülhetetlen a kiegyenlített hőmérsékletű gazdasági épületek biztosítása. A gombaházaknál is fontos az épületek megfelelő hőmérséklete, hangsúlyosan a csiperkegombánál a kiegyenlített páratartalom. Közösségi házak esetében az alacsony fenntartási költség előnye, családi házak esetében az alacsonyabb beruházási költség kulcsfontosságú lehet. A vidéki foglalkoztatás, munkahely teremtésében is pozitív változást hozhat a szalmaházépítés.

Az épületenergetikai törvényszabályozás, elődeinél ugyan sokkal komplexebb módon, de csak az épületek üzemeltetésére koncentrálnak, a fenntarthatóság jegyében, az energiaigény csökkentésére törekszik. Javaslom a beépített energia és a széndioxid mérleg figyelembevételét, hogy a mai környezettudatos társadalomban az ökológiai mérleg figyelembevételével hozzassuk meg felelősségteljes döntéseinket.

Hivatkozások

- [1] B. Steen, A. Swentzell Steen, W. J. Bingham (2005.), Small Strawbale: Natural Homes, Projects & Designs, Gibbs Smith, 222-231.
- [2] CereDom Kft. Budapest. www.szalmahaz.hu 2015

- [3] Ch. Magwood, P. Mack (2005.), More Straw Bale Building, New Society Publishers. 197-220.
- [4] Ch. Wanek (2003.) The New Strawbale Home. Gibbs Smith. 1 edition. 121-129.
- [5] D. Smith (2003.) Creep in Bale Walls. DAS Architects Berkeley 52-54.
- [6] Danielwicz, J. Reinschmidt (2008.) Lastversuche mit großen Quaderballen an der Hochschule Magdeburg-Stendal V. 2a. 19-22.
- [7] Dencs B. , Dr. Marton Gy., Dr. Kovács K., Dr. Réczey I., Dr. Marosvölgyi B., Zsuffa L. (1999.) Az energianövények termesztésének és hasznosításának magyarországi helyzete különös tekintettel az Európai Unió 5. K+F Keretprogramjához való integrálódás elősegítésére. Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság. 27-30.
- [8] EPBD (2002) Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Communities.
- [9] EUSTAT Hazai célok és a megújuló energiahasznosítás előrehaladása
file:///C:/Users/Samsung/Downloads/megujulo_eloadas_20160112%20ttv1.pdf
- [10] G. Minke – B. Krick (2012.) Szalmabála—építés. Cser Kiadó. Budapest 6-9, 40-42.
- [11] G. Minke (2009.) Handbuch Lehm- und Ökobau. Ökobuch Verlag, Staufen. 42-48.
- [12] J. (2002.) Ökológikus lakásépítés. Építőanyag. 4. szám 130-132.
- [13] Horváth J.(2004) Ökológikus lakásépítés. Építőanyag 4.130-132.
- [14] Horváth P.(2012) Környezet és energiatudatos építészet konferenciával egybekötött díjátadón. Zöldtech magazin4. 1.
- [15] A globális éghajlatváltozás várható hatásai Magyarországon
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/ch05s02.html
- [16] IFIAS (1974.) International Federation of Institutes for Advanced Study.
- [17] J. Pfeleiderer (2000.) Bauen mit Ballen aus Stroh. Kritische Hinterfragung eines neuen/alten Baustoffes. Diplomarbeit Hildesheim 21-24.
- [18] Juhász Á., Láng I., Nagy Z., Dobi I., Szépszó G. és Horányi A., Blaskovics Gy., Mika J. (2009.) Megújuló energiák. Sprinter Kiadó Csoport. Budapest 85-103, 183-205.
- [19] K. Minke (2008.) Gutachten zum Lasttragenden Strohballegebäude in Breuberg Rair-Breitenbach/Odenwald. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft und Innovation. 110-117.
- [20] K. Sedbauer (2001.) Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Fakultät Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Stuttgart, Dissertation. 27-41.

- [21] King, A. (2006.) Design of Straw Bale Buildings, The State of The Art. Green Building Press. San Rafael, CA USA. 39-41.
- [22] Krick, B. (2008.) Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise. Dissertation, Fachbereich Architektur Stadt-und Landschaftsplanung. Universität Kassel. kassel university press. 198-204.
- [23] KSH Központi Statisztikai Hivatal. 2016
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn007a.html
- [24] L. Nikolaisen, C. Nidsen, Mogens G. Larsen, V. Nielsen, U. Zielke, J. K. Kristensen (2006.) A szalma, mint energiaforrás. Cser Kiadó. Budapest 15-28.
- [25] Lukács G. S. (2010.) Falufűtőmű. Szaktudás Kiadóház. Budapest 9-11, 192-201.
- [26] P. Nielsen (1995.) Energi-och miljoanalyser of bygninger. Statens Byggeforskningsinstitut. Dania 18-25.
- [27] Q. John Zhang, M. Fine (2005.) Preliminary Discussion of Bale on Edge Wall Test. University of Western Sydney. Australia 51-54.
- [28] Rose, C. (2002.) The Natural Plaster Book: Earth, fime and Gypsum Plaster for Natural Homes. New Society Publishers. 279-291.
- [29] A. Swentzell Steen, B. Steen (2001.) The Beauty of Straw Bale Homes. Chelsea Green Publishing Company 1st edition 71-82.
- [30] Szalay Zs. (2005.) Épületek életciklus-elemzése. Magyar épületgépészet. 9. 4-5.
- [31] T. Rijven (2008.) Between Earth and Straw. Athée, Frankreich. 49-51.
- [32] T. Rijven (2009.) Entre paille et terre- Between earth and straw. Goutte de Sable 74-92.
- [33] W. Feist (2001.) Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser, Verlag Das Beispiel. 39-43.
- [34] W. J. Bingham, C. F. Smith (2007.) Strawballe HomePlans. Gibbs Smith. 74-92.
- [35] W. Schmidt (2003.) Strohballendruckversuche. Atelier Werner Schmidt. Trun. Schweiz. 18-27.
- [36] A-1/2008 Építőipari Műszaki Engedély
- [37] 1997.éviLXXVIII. Építési Törvény 41 paragrafus
- [38] Részletes Szabályozó Jogszabály 3/2003(1.25) BM-GKM-KVM Együttes Rendelete
- [39] MSZ EN ISO 14040 Magyar Szabványügyi Testület
- [40] 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [41] Kibert Fenntartható építészet, <http://epiteszforum.hu/files/epkorny.pdf>

- [42] J. Popp - M. Harangi-Rákos - Gabriella Antal - P. Balogh - Lengyel Péter - J. Oláh (2016): Substitution of Traditional of Animal Feed with Co-production: Economics, Land-use and GHG Emission Implication. Journal of Central European Green Innovation, IV. évf. 3. szám, HU ISSN 2064-3004, pp. 1-17. <http://greeneconomy.karolyrobert.hu/hu/folyoirat>