

# GÉP

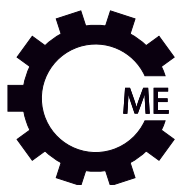
A GÉIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



MISKOLCI EGYETEM GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR  
ENERGETIKAI ÉS VEGYIPARI GÉPÉSZETI INTÉZET  
ÁRAMLÁS- ÉS HŐTECHNIKAI GÉPEK INTÉZETI TANSZÉK ALAPÍTÁSÁNAK 70 ÉVES,  
VEGYIPARI GÉPÉSZETI INTÉZETI TANSZÉK ALAPÍTÁSÁNAK 60 ÉVES

**JUBILEUMA**

2022. DECEMBER 2.



# GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR **ME-GÉIK**

A Gépészmérnöki és Informatikai Kar országosan elismert, vezető szerepet tölt be a műszaki- és informatikai képzési területen.

A kar kiemelt célja, hogy gyakorlatorientált képzést és versenyképes tudást biztosítson hallgatóinak. Mind a műszaki, mind az informatikai képzéseket magas szakmai színvonal jellemzi.

A kar majd minden alap- és mesterképzési szakján lehetőség van duális képzésben történő részvételre is, melynek nagy előnye, hogy a hallgatók párhuzamosan részesülnek egyetemi oktatásban és tesznek szert komoly szakmai gyakorlatra.

**TÖBB MINT 2500 HALLGATÓ** | **TÖBB MINT 100 DUÁLIS PARTNER** | **65 LABORATÓRIUM** | **38 SPECIALIZÁCIÓ** | **7 SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK** | **12 ALAPSZAK** | **11 INTÉZET** | **6 MESTERSZAK** | **2 DOKTORI ISKOLA**



# GÉP

## A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

műszaki, vállalkozási, befektetési, értékesítési, kutatás-fejlesztési, piaci információs folyóirata

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Döbröczöni Ádám

elnök

Vesza József

főszerkesztő

Dr. Jármái Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

főszerkesztő-helyettesek

Dr. Barkóczy István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálkás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Szűcs Edit

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

### A Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar

#### Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék alapításának 70 éves,  
a Vegyipari Gépek Intézeti Tanszék alapításának 60 éves évfordulójára



Az atomenergia békés célú felhasználása hasonló időtávban indult, mint a nevezetes egyetemi évfordulók.

Az 50-es évek első tervei alapján a 60-as években kifejlesztett 2. generációs atomerőművek a 70-es években épültek meg, és a 30 éves üzemeltartamukat a 80-as években kezdték meg – így a paksi atomerőmű négy blokkja is. A 90-es évek a teljesítmény növelésről és a nukleáris biztonság javításáról szólt. Az új évezred első évtizedében megalapoztuk az atomerőmű blokkjai üzemének 20 évvel történő meghosszabbítását, 2014-ben a Parlament döntött új paksi blokkok megépítéséről, majd a jelen évtizedben megkezdődött a paksi blokkok élettartama további 20 évvel történő meghosszabbításának megalapozása.

Az atomerőmű életciklusának bármelyik eleme komoly szakmai elemzések, vizsgálatok sorozatát igényli. Mindennek az alapja a technológia berendezései alapanyagainak alapos ismerete és a gyártási technológia tökéletesítése. Napjaink működő paksi atomerőműve reaktorainak maradék élettartam megállapítása lehetetlen lenne a tartályokban besugárzott próbatestek nyúzó vizsgálatai nélkül. Mint az köztudott, a paksi tartályokat orosz előírások és gyártástechnológia alapján csehek, cseh mérnöki pontossággal állították elő. A paksi telephelyen a tartályok és más berendezések a magyar mérnökök felügyelete alá kerülnek.

A magyar mérnöki gárda pedig nem nélkülözhetette a Miskolcon képzett gépészek és kohászok műszaki, vegyészeti és kohászati ismereteit. A miskolci egyetemen szerzett tudás Pakson hasznos tapasztalatokká érlelődött, amelyek ma már nélkülözhetetlenek a jövő megalapozásában. Az egyetem az atomerőmű nélkülözhetetlen partnere a szakember utánpótlásban, az alapanyagok tulajdonságainak ismeretében és ezen a területen is szakmai tanácsadásban, a jövő nukleáris fejlesztéseinek alapvető kutatásokkal és technológiai fejlesztésekkel való támogatásában, és általában hazai energetika és ezen belül is az atomenergetika szolgálatában.

Az út a napjainkban nem ér véget, az atomreaktorok alkalmazása már nem csak az áramtermelésben, hanem a tengeri szállításban, a hidrogén gazdaság megalapozásában, a hőtermelésben és az űrkutatáshoz használatos mikroreaktorok fejlesztésében és gyártásában folytatódik. Ezekhez a kihívásokhoz szakképzett mérnökökre, kísérleti laboratóriumokra, mint tudományos kutatási bázisokra – azaz az atomenergetika megbízható partnereire van szükség. Ilyen megbízható partner Paksnak a Miskolci Egyetem Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszéke és a Vegyipari Gépek Intézeti Tanszéke.

Mint az energetikában immár közel 35 éve dolgozó, és az energetikát két kormányzati ciklusban is irányító szakember és szakpolitikus kívánok a Tanszékek minden tisztelt tagjának további eredményes munkát, és az Önök által kiképzett szakembereknek pedig sikeres életpályát és kiemelkedő szakmai eredményeket a hazai energetikában és főként az atomenergia iparban!

Budapest, 2022. november 21.

Kovács Pál elnökhelyettes  
Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal

A szerkesztésért felelős: Vesza József. A szerkesztőség címe: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Telefon: +36-30/9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Kiadja a Gépipari Tudományos Egyesület, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Levélcím: 1371 Bp. Pf.: 433.

Telefon: +36-1/202-0656, fax: +36-1/202-0252, e-mail: mail@gteportal.eu, internet: www.gteportal.eu

A GÉP folyóirat internetcíme: <http://www.gepujsag.hu> • Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Felelős kiadó: Dr. Bárdos Krisztina ügyvezető igazgató.

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: +36-30/9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. • Postacím: 1900 Budapest

Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, [www.posta.hu](http://www.posta.hu) WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu) címen, telefonon +36-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen. Külföldön terjeszti a Batthyány Kultur-Press Kft., H-1013 Budapest, Attila út 2/A/III/14.

T: +36 1 201 88 91, +36 1 212 53 03, E-mail: [batthyany@kultur-press.hu](mailto:batthyany@kultur-press.hu)

Egy szám ára: 1260 Ft. Dupla szám ára: 2520 Ft.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

A megjelent cikkek lektoráltak.

A kiadvány a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával jelenik meg.

# TARTALOM

<i>1. Szabó Szilárd, Schifter Ferenc, Bencs Péter:</i> AZ ÁRAMLÁS- ÉS HŐTECHNIKAI GÉPEK TANSZÉK TÖRTÉNETE .....	7	<i>11. Mikáczó Viktória, Siménfalvi Zoltán:</i> LEFÚVATOTT ROBBANÁSOK MAXIMÁLIS REDUKÁLT NYOMÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ EN 14994 ÉS NFPA 68 SZABVÁNYOK TÜKRÉBEN .....	52
<i>2. Prof. Dr. Siménfalvi Zoltán:</i> 60 ÉVES A VEGYIPARI GÉPÉSZETI INTÉZETI TANSZÉK .....	14	<i>12. Petrik Máté:</i> BORDÁSCSÖVES HŐCSERÉLŐ SZERKEZETEK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA .....	56
<i>3. Fábry György, Verdes Sándor, Mikáczó Viktória:</i> AZ ALAPÍTÓ PROFESSZOR – DR. FÁBRY GYÖRGY .....	21	<i>13. Szaszák Norbert:</i> NAPENERGIÁT HASZNOSÍTÓ, KÖZVETETT PÁROLOGTATÁSOS ELVEN ÜZEMELŐ LÉGKONDITIONÁLÓ BERENDEZÉS – ELVEK ÉS EGY LEHETSÉGES MEGVALÓSÍTÁS .....	60
<i>4. Szendi Gerda, Bencs Péter:</i> TERMÉSZETES HÁZAK .....	24	<i>14. Szepesi L. Gábor:</i> SZELEP HIRTELEN ZÁRÁS OKOZTA NYOMÁSLENGÉS VIZSGÁLATA .....	64
<i>5. Bolló Betti, Szabó Szilárd, Vanyorek László:</i> NANORÉSZECSKÉKET ELŐÁLLÍTÓ ELEKTROMOS REAKTOR NUMERIKUS MODELLEZÉSE .....	28	<i>15. Dr. Bolló Betti, Tollár Sándor:</i> SZÉLERŐMŰLAPÁTOK JEGESEDÉSE OKOZTA PROBLÉMÁK, A JEGESEDÉS MODELLEZÉSE .....	68
<i>6. Faragó Dávid, Bencs Péter:</i> AKTÍV TURBULENCIAGENERÁTOR UTÁNI ÁRAMLÁS VIZSGÁLATA .....	32	<i>16. Tollár Sándor:</i> SZIMULÁCIÓS MODELL KIALAKÍTÁSA SZABAD ÁRAMLÁSBA HELYEZETT SZÁRNYPROFILOK VIZSGÁLATÁHOZ .....	72
<i>7. Fodor Béla:</i> FORGÓ BERENDEZÉSEK NUMERIKUS HÁLÓZÁSÁNAK SZEMPONTJAI ÉS MÓDSZEREI .....	36	<i>17. Spisák Bernadett, Szávai Szabolcs:</i> REAKTORTARTÁLY TERMIKUS SOKKBÓL SZÁRMAZÓ FESZÜLTSGEINEK VÉGESELEM MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ ELEMZÉSE .....	76
<i>8. Kállai Viktória, Szamosi Zoltán:</i> SZÉN-DIOXID VÍZBEN TÖRTÉNŐ ABSZORPCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA .....	40	<i>18. Patócs Ádám, Hegyes Zsolt:</i> A MI ÖRÖKSÉGÜNK: A VEGYIPARI GÉPÉSZ TANÁCS TEVÉKENYSÉGE A MISKOLCI EGYETEMEN .....	80
<i>9. Krámer Gyula, Dr. Siménfalvi Zoltán, Dr. Szepesi L. Gábor:</i> ÚJ TÍPUSÚ HŐVEL MŰKÖDŐ SZIVATTYÚ ABSZORPCIÓS HŰTŐK ELEKTROMOS OLDATSZIVATTYÚJÁNAK KIVÁLTÁSÁRA .....	44	<i>19. Tugyi Levente, Prof. Dr. Siménfalvi Zoltán, Dr. Szepesi L. Gábor:</i> ÉGÉS- ÉS ROBBANÁSVESZÉLYES ANYAGOK VÁRHATÓ SZIVÁRGÁSAINAK ROBBANÁSVÉDELMI SZEMPONTÚ MEGKÖZELÍTÉSE NORMÁL ÜZEMI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT ATOMERŐMŰVEKNÉL .....	81
<i>10. Dr. Mannheim Viktória:</i> ENERGIA- ÉS ÉLETCIKLUS-ÉRTÉKELÉSI MODELLEK INTEGRÁLÁSA GYÁRTÁSI FOLYAMATOK KÖRNYEZETI TERHELÉSEINEK OPTIMALIZÁLÁSÁRA .....	48		

**Igentisztelt Miniszter Asszony, úgyszint az Egyetemet irányító kuratórium elnöke!**  
**Igentisztelt Rektor Asszony! (Magnifica Domina Rectrix!)**  
**Tisztelt Dékán Úr! Professzor hölgyek és urak!**  
**Tisztelt Hölgyeim és Uraim!**

A mai nap a visszatekintés, de a jövőbe nézés napja is. Ma a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karán a Vegyipari Gépek Intézeti Tanszék 60, az Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék 70 évvel ezelőtti alapítása alkalmából ünnepi lélekkel és hálátelt szívvel emlékezünk a fiatalságunkat meghatározó nagynevű oktatóinkra, mindarra, amit tőlük kapva előnyünkre vált és végig kísért szakmai, tudományos pályánkon.

A mai ünnepi ülésre szóló meghívásnak sajnos mindnyájan már nem tudtunk eleget tenni. Vannak, akiket betegségük, egyéni nehézségük gátolt ebben, de sajnos olyanok is sokan vannak, akik már végleg távoztak közülünk. Ezen a mai ünnepi eseményen lélekben velük is találkozunk, rájuk is emlékezünk.

Az alapító professzorok többsége is már az égi egyetemen oktat, de Fábry György professzor úr, a hazai műszaki felsőoktatás talán legnagyobb intézményalapítója még köztünk jár.

Ő volt az, aki 60 évvel ezelőtt megálmodta azt a koncepciót, mely a Tanszék és az Ipar szoros együttműködésére épülő innovációs kényszer hatására az elmélet és a gyakorlat optimális arányát biztosítva képes volt megalapozott tudással újtárra indítani a jövő mérnökgenerációját.

Ennek szellemében oktattak és neveltek itt az Egyetemen több mint fél évszázada Sályi István, Terplán Zénó, Czibere Tibor, Lévai Imre, Pető Szilveszter professzor urak, a Vegyipari Gépek Tanszéken pedig Fejes Gábor, Keresztes János, Somló György, majd a már itt végzett generációból diplomát szerzettek, Ortutay Miklós, Joó Gyula, Bozóki Géza - hogy csak a számomra legfontosabbakat említsem meg – akiktől nemcsak szakmai igényességet, hanem emberséget és kultúrát is tanulhattunk.

Az Alma Mater példát mutatva jellemünket megedzette, szellemünket feltöltötte, távoli horizontokat mutatott, ugyanakkor kapaszkodót és gyökereket is adott. Így készített fel az életre, s ezzel nagymértékben hozzájárult mindazokhoz, amit elérhettünk.

A Tanszék első oktatói által lefektetett alapok időtállóan bizonyultak, melyek a szocialista nehézipar széthullását követően, a megváltozott gazdasági és politikai környezetben is biztosították a műszaki felsőoktatás jövőjét Miskolcon.

A folyamatos megújulási kényszer és az iparral való szoros együttműködés az elkövetkezendő évtizedek sikerének is a záloga.

A világ fejlődését nézve elmondható, hogy egyre kevesebb olyan tudományterület van, mely nem igényli a műszaki értelmiség szakmai támogatását. Az orvostudományi kutatások, a gyógyszerkísérletek modellezése vagy éppen az emberi psziché vizsgálata egyaránt elképzelhetetlen a műszaki felsőoktatásban megszerezhető tudás nélkül, miként az előttünk álló időszak energia politikájának új alapokra helyezése sem nélkülözheti a mérnöki ismereteket.

A műszaki értelmiségre a jövő kihívásainak leküzdésében tehát rendkívüli szükség lesz, ugyanakkor az interdiszciplinaritásban gyökerező szemléletnek meghatározóvá kell válnia a felsőoktatásban ahhoz, hogy az utánunk következő generáció valóban sikeressé válhasson.

Miskolcon, az Egyetemen, a Karon és az Intézetben ehhez minden adott, így a fiatalságon múlik, hogy a siker érdekében mindezzel akar és tud-e élni.

*Prof. Dr. Latorcai János*  
*az Országgyűlés alelnöke*

**Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar**  
**Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet**  
**Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék alapításának 70 éves,**  
**Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék alapításának 60 éves**  
**jubileumi rendezvénye**

## P R O G R A M

A rendezvény időpontja:  
2022. december 2. péntek 10:00 óra

A rendezvény helyszíne  
Népkerti Vigadó Hajós Alfréd terme  
3515 Miskolc Görgey u. 23.

- 9:00-10:00 Résztvevők fogadása, regisztráció, frissítő (kávé, tea, pogácsa)
- 10:00-10:25 Köszöntők  
**Dr. Varga Judit** Universitas Miskolcinensis Alapítvány kuratóriumi elnök  
**Prof. Dr. Horváth Zita** rektor, Miskolci Egyetem  
**Prof. Dr. Latorcai János** az Országgyűlés alelnöke  
**Kovács Pál** energetikai elnökhelyettes, Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal  
**Prof. Dr. Czibere Tibor** akadémikus, professzor emeritus
- 10:25-10:45 70 éves az Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék  
**Dr. Bencs Péter** intézeti tanszékvezető, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék
- 10:45-11:05 60 éves a Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék  
**Prof. Dr. Siménfalvi Zoltán** dékán, intézeti tanszékvezető, Vegyipari Gépek Intézeti Tanszék
- 11:05-11:15 Kéz a kézben a régióval  
**Marton Zsombor** vezérigazgató, MOL Petrolkémia
- 11:15-11:25 Együttműködés a Robert Bosch Energy and Body Systems Kft-vel  
**Gondos Gyula** osztályvezető, Robert Bosch Energy and Body System Kft.
- 11:25-11:35 Partnerség fejlődésben és innovációban - a BorsodChem és a ME-GÉIK együttműködése  
**Kohajda Csaba**, Chief Operation Officer, BorsodChem Zrt.
- 11:35-11:45 Együttműködés a Tiszalöki Vízerőművel  
**Bereczkei Sándor** ügyvezető igazgató, MVM Vízerőmű Kft.
- 11:45-11:55 Az atomipar mai helyzete és lehetőségei – Mire (is) jó egy vegyipari gépész diploma?  
**Németh Gábor** vezérigazgatói tanácsadó, Paksi Atomerőmű Zrt.
- 11:55-12:05 Együttműködés a robbanás-biztonságtéchnika területén – Szakmérnök képzés és a DustLab projekt  
**Dr. Kun Gábor** tanúsítás vezető, ExNB Tanúsító Intézet Kft.
- 12:05 -12:15 Ipari beruházás felsőfokon – új képzések a Miskolci Egyetemen  
**Hornyák Loránd** projektvezető, Miskolci Egyetem – Tudományos és Innovációs Park
- 12:15-12:25 Iskolapadból az iparba – Duális képzés a MOL Petrolkémianál  
**Kocsis Tamás** általános üzemirányító
- 12:35-12:45 A mi örökségünk – A Vegyipari Gépész Tanács mindennapjai  
**Patócs Ádám** elnök, Hegyes Zsolt pénztáros
- 12:45-12:55 Könyvbemutató – Innovatív vegyipari gépészeti tervezés és technológiák  
**Prof. Dr. Jármay Károly** egyetemi tanár, a könyv főszerkesztője
- 12:55-14:00 Svédasztalos ebéd – kötetlen beszélgetés  
Népkerti Vigadó
- 14.15-15.00 **Laborlátogatás** – Miskolci Egyetem, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet  
Miskolci Egyetem – C/2. épület 2. hajó északi oldal – Parkolás a C/1. és C/2. épületek közötti zárt parkolóban

# TERMÉSZETES HÁZAK

## NATURAL HOUSES

Szendi Gerda\*, Bencs Péter\*\*

### ABSTRACT

*As the cost of buildings continues to rise and the damage to the environment becomes more widespread, the construction of low-energy houses is increasingly in the spotlight. As with all new technologies, the question arises as to how they might differ from conventional building methods, or whether it is worth building a passive house at all. In this research we try to answer these questions.*

### 1. BEVEZETÉS

Az utóbbi években az üvegházhatású gázok miatt a levegő szén-dioxid koncentrációja megnőtt, amely a hőmérséklet növekedését eredményezte világszerte. Európában javarészt az épületek felelősek az üvegházhatású gázok kibocsátásáért, hiszen az elsődleges energiaforrások 40%-át az építmények emésztik fel [1]. Ezen energiák 85%-át használják fel fűtésre, világításra, vízmelegítésre. Ennek az energiának nagy részét meg tudnánk takarítani az épületek korszerűsítésével, illetve hatékonyabb fűtési és hűtési rendszerek alkalmazásával. Az épületek számára a megújulóenergia-rendszerek létesítése jelent megoldást, mint például az áramtermelés megvalósítása napelemek segítségével és mint a melegvíz biztosítása napkollektorokkal. Az Európai Unió döntése alapján 2020-ig az épületek energiafogyasztását és az üvegházhatású gázok kibocsátását 20-20% csökkenteni kell. Ennek megoldására dolgozták ki a passzív házak koncepcióját [1].

Passzív házakról már az 1800-as évekre visszamenőleg is találunk adatokat. Természetesen ekkor még nem tudták, hogy azok az épületek, amelyeket létrehoztak az alacsony energiaigényű, passzív házak őseinek mondhatók. Most ezek közül sorolunk fel néhányat. Dél-Kínában például az ésszerű építés elvét követve, használják ki az éghajlatot és a földrajzi elhelyezkedést egy hagyományos ház építéskor. Ebben a régióban ugyanis nincs szükség sem aktív hűtésre, sem fűtésre. Passzív házak tehát mindig is épültek ott, csak nem minősíthetők annak. Egy másik érdekes példája a korai passzív házaknak, az Izlandon épült gyepházak. A középkorban tomboló tűzifa válság miatt, az Izlandon élő embereknek szükségük volt más tüzelőanyagra. Mivel

náluk szénkitermelésre nem volt lehetőség, ezért olyan szigetelőanyagot kerestek, melyekkel házaikat sokáig melegen tarthatták. Ekkor vált elterjedté a tőzeg-gyep építkezés. Az ilyen módon készült házak tulajdonképpen passzív házak voltak, ablakok és megfelelő szellőztetés nélkül.



1. ábra Gyepházak [2]

Az első valóban működőképes és teljes értékű passzív ház azonban nem egy ház, hanem egy hajó volt [2]. Fram névre keresztelt hajóval Fritjof Nansen, norvég sarkkutató, oceanográfus a jég hátán szerette volna elérni az Északi-sarkot. A hajóról a következőket tudjuk meg Nansen Éjen és jégen át című könyvéből: „... A falak kátránypapírral voltak borítva, melyre parafa réteg került, arra rá pedig fenyő faburkolat, melyre ismét egy vastag kátránypapír réteg, amelyre egy légmentes burkolat, végül ismételt faburkolat került. A mennyezet összességében 40 cm vastag. Az ablakokat, melyeken keresztül a hideg különösen könnyen áthatolhatott, tripla ablakkal és más módszerekkel védték. Itt bent meleg és kellemes idő van. Nincs tűz a kályhában akkor sem, ha a hőmérő 5 vagy akár 30 fokkal a 0 alatt is van. A szellőzés kiváló, a ventilátoron keresztül kerül bevezetésre a friss téli levegő. Azon gondolkozunk, hogy azt a kályhát úgy ahogy van el kellene innen vitetni, mert csak útban van. „[3] (Nansen Fritjof: Éjen és jégen át, 1897).

Mára már a passzív házak fogalma konkretizálódott, sőt utóbbi években egyre több szó esik róluk és előnyeikről, de sokan máig úgy gondolják, hogy az ezzel a technológiával épült házak magas tervezési, kivitelezési költséget és bonyolult minősítési folyamatot vonzanak maguk után.

\* hallgató, Miskolci Egyetem Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

\*\* egyetemi docens, intézetigazgató, Miskolci Egyetem Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

## 2. MIT JELENT A PASSZÍV HÁZ VILÁGSZERTE?

A passzív házak tulajdonképpen olyan épületek, amelyek kellemes beltéri hőmérsékletet biztosítanak télen és nyáron egyaránt úgy, hogy minimális a fűtéshez vagy hűtéshez szükséges energia igényük. Tulajdonképpen egy épületszabvány, amely valóban energiahatékony, kényelmes, gazdaságos és környezetbarát egyszerre. A passzív ház nem márkanév, hanem egy mindenki számára nyitott építési koncepció és amely a gyakorlatban bizonyított.

A passzív házak koncepciója azért vált számos országban közkedvelté (például: Németország, Svájc, Ausztria és Közép-Európa) az építészek és kutatók körében, mert ezek a házak kiváló hőkomfort érzetet nyújtanak, alacsony energiafogyasztás mellett.

A Passzív házak a világ vezető koncepciói között vannak design és energiahatékonyaság szempontjából is. 2015 végére, mintegy 25000 passzív házat regisztráltak Európa szerte. Többségüket német ajkú országokban és Skandináviában jegyezték be. Ezek az információk kétségbe vonják azt a tényt, miszerint a passzív házak koncepciója sikeresen alkalmazható melegebb éghajlatokon is [4]. Ezen kétely miatt kiválasztottuk három teljesen különböző földrajzi jellemzőkkel rendelkező országot és összevetettük ezen passzív házak építésére vonatkozó követelményrendszerét. Választásunk Németországra, Dél-Koreára és Brazíliára esett. Klíma szempontjából Németország a mérsékelt éghajlati övben fekszik. Dél-Korea a szubtrópusi monszun területen helyezkedik el. Brazíliára pedig az egyenlítői vagy trópusi éghajlat a jellemző. A változatos klímán kívül azért is választottam ezeket az országokat, mert három teljesen eltérő kontinensen találhatóak. Így megvizsgálható, hogy az adott kontinenseken milyen mértékben tér el a passzív házak építési és minősítési rendszere.

Első sorban passzív házakról Németországban, pontosabban Darmstadt-ban foglalkoztunk meg, a következőket: Olyan épület, amelyben a hőkomfort (ISO 7730) kizárólag a megfelelő levegőminőséghez szükséges friss levegő térfogatáramának újra melegítésével vagy hűtésével garantálható (DIN 1946) a keringő levegő további használata nélkül.

Hazánkban elsőként a Szekér László tervezte családi ház kapta meg a hivatalos passzív ház minősítést a darmstadti Passivhaus Intituttól. Magyarországon ez volt az első német minősítésnek megfelelő passzív ház, melyet Szadán építettek 2009-ben.

A passzív házakat tehát világszerre német minősítési rendszer feltételei szerint építik, de nem mindegyikük kapja meg végül a minősítést. A rendszer alapja, hogy az emberek számára kellemesnek vélt hőmérsékletet mindössze a levegő frissen tartásához megmozgatott légtömeg után fűtésével, vagy hűtésével kell fenntartani,

az épület fűtési energiaigénye pedig nem haladhatja meg a 15 kWh/m<sup>2</sup>/év mennyiséget. A teljes energiafogyasztás nem haladja meg a 120 kWh/m<sup>2</sup> egy évben. A passzív házakban a légtömörségnek el kell érnie a legalább 0,6 l/h értéket. A fél méter vastag falak, valamint a háromrétegű ablakok, a hőcserélő szellőzőrendszer, sőt, az emberi test által kibocsátott hő hasznosításának köszönhetően ez jókora megtakarítást jelent a hagyományos téglaszerkezetű épületek 300-400 kWh/m<sup>2</sup>/év mértékű energiafelhasználásához képest. A maximális hőterhelésnek kisebbnek kell lennie 10 W/m<sup>2</sup>-nél, azért, hogy a friss levegő szállíthassa a hőt [5].



2. ábra Szadai passzív ház [5]

Ezen német alapelvek érvényesülnek Dél-Koreában is. Pontosabban az itt épült passzív házak felépítésüket tekintve maradtak ugyanazok, de az építési technikák alkalmazkodtak a koreai éghajlathoz [6]. Koreában 2009-ben kezdtek passzív házakat építeni, azóta a több mint 164 ház felelt meg a Passive House Institute Korea (PHIKO) minősítésének. A PHIKO nagy erőfeszítéseket tett, hogy bevezethessék a passzív házakat a koreai építőiparba. Ahhoz, hogy a német passzív ház modell működőképes legyen Dél-Koreában is, figyelembe kell vennünk azt, hogy Németország (Darmstadt) és Dél-Korea (Szöul) éghajlata miben különbözik. Darmstadtban az évi átlagos hőmérséklet 9,5 °C, még Szöulban 11,5 °C. Koreában alapvetően nyáron melegebb és télen hidegebb van, mint Németországban. Sőt, Koreában sokkal több a csapadék mennyisége nyáron, ami magas páratartalmat és forróságot eredményez. Koreában egész évben megfelelő a napsugárzás ahhoz, hogy a nap energiáját kihasználják. A koreai passzív házak (KPH) alapvetően nagy ablakokkal rendelkeznek a délre néző oldalukon, azért, hogy elnyelhessek azokat a napsugarakat, melyeket a tél során a ház fűtésére használnak fel. A háromrétegű üveg ablakok a szigeteléssel együtt arra szolgálnak, hogy melegen tartsák az épületet a naplemente után is. Külső árnyékolók, sötétítők beépítése pedig meggátolja a túlmelegedést nyáron. A koreai passzív ház prototípus három méretben készül, 100-tól 135 m<sup>2</sup>-ig, négyzetméter árai pedig 1500-tól 1800 dollárig terjednek. A koreai passzív ház célja, hogy azok megfizethetőek legyenek a családi házak piacán. Egy KPH a beltéri levegő minősége

fenntartása végett illékony szerves vegyületű anyagból készül. Ezek általában minden olyan szerves vegyületet magába foglalnak, amelynek gőznyomása 293,15 K-en legalább 0,01 kPa, vagy ennek megfelelő illékonyssággal rendelkezik a felhasználás egyedi körülményei között. A KPH prototípusnál a légmentességre törekedtek, hogy megakadályozzák a nem szabályozható levegő áramlását. A prototípus légcseréje 50 Pa-on 0,6-tól akár 1,5 is lehet óránként, a német passzív házzal szemben, mely standard légcseréje 0,6 óránként. Sőt, ameddig a KPH megköveteli a külső árnyékolást, ahhoz, hogy korlátozzák a nyár folyamán a napfény bejutását az ablakokon keresztül, addig a német passzív házaknál csak opcionális az árnyékolás megvalósítása. A koreai passzív ház prototípusa túlmelegszik télen, az ondol, azaz hagyományos padlófűtési rendszer miatt. Még a hagyományos módon épült házak energiaszükséglete 164 kWh/m<sup>2</sup>, addig prototípusát 23 kWh/m<sup>2</sup>-re korlátozták le. Azonban a passzív ház hűtési igénye 35 kWh/m<sup>2</sup>, amely egy kicsivel magasabb, mint a hagyományos házé (28 kWh/m<sup>2</sup>). A teljes energiaszükséglete a passzív ház prototípusának 182 kWh/m<sup>2</sup>, amely összehasonlítva a hagyományos házéval (336 kWh/m<sup>2</sup>), elég alacsony.

A National Program of Energy Efficiency in Buildings (PROCEL Edifica) 2010-ben létrehozta a Brazil Címkézési Rendszert, amely kereskedelmi, közösségi, szolgáltató épületek (RTQ-C) energiafogyasztásának mértékét határozza meg új és már meglévő épületekben. Létrehoztak továbbá ilyen rendszert a lakóházakra (RTQ-R) is. Az RTQ-R címke arra szolgál, hogy meghatározzák a lakóegységek, társasházak és azok részeinek energiahatékonysági szintjeit. A címkék meghatározzák a termo-fizikai igényeket, úgy, mint az *U*-érték, hőkapacitás, napsugárzás hasznosítása, szellőzés. Ezek az értékek a brazil bioklimatikus zónákon és a NBR 15575 teljesítményszabványon alapszanak. Az RTQ-R címkék nem csak Brazíliában szolgálnak az épületek hőtelsítményének javítására, hanem már világszerte is ez a cél. A passzív házakat eredetileg közép-európai éghajlatra tervezték, de számos kutatás irányult arra, hogy bevezessék ezeket a házakat melegebb éghajlaton is. A passzív háznak előírás, hogy az elsődleges energiafogyasztása ne haladja meg a 120 kWh/m<sup>2</sup> egy évben. Az RTQ-R címke nem fogalmaz meg ilyen, vagy ehhez hasonló követelményt, de erőteljesen ellenzi az áram használatát a vízmelegítéshez. Ösztönzi azonban a nap energiájának kihasználását. Mindezt úgy, hogy a vízmelegítési rendszer 70%-át nappal származó energiák felhasználásával igyekszik megvalósítani. Brazília eltérő éghajlati viszonyai, a forró nyarak, a magas páratartalom rendkívül nagy kihívásokat jelentenek az épületek alacsony energiafogyasztásúvá tételéhez, ugyanis a passzív házakra vonatkozó hűtési és fűtési standardok nem alkalmazhatók ezen körülmények közt költséghatékonyan. A passzív házak szigetelése nagyban függ az épület földrajzi elhelyezkedésétől. Az

európai passzív házak nem átlátszó elemeinek *U*-értéke maximum 15 W/m<sup>2</sup> lehet, az ablakaié pedig maximum 0,8 W/m<sup>2</sup>. Ezeknek biztosítaniuk kell azt, hogy a napsugárzás ne hatolhasson be a hűtési szezonban, illetve azt is, hogy a sugárzás bejuthasson az épületbe a fűtési szezonban. A brazil éghajlaton két főbb típusú üvegezés ajánlatos. Az egyik Brazília északi részén használatos, ez az úgynevezett kétrétegű üvegezés nap elleni védelemmel ellátva. A másik, a tripla rétegű üvegezés ugyancsak nap elleni védelemmel ellátva, Brazília déli részén alkalmazzák [7]. Hogy egyszerűbb legyen a RTQ-R rendszer megértése, az alábbi táblázatban összefoglaltuk, a legfontosabb eltéréseket a passzív házakkal szemben.

1. táblázat Passzív házak és RTQ-R összehasonlítása [7]

	Passzív ház	RTQ-R
Alapelv	Beltéri komfort minimális energia-befektetéssel	Energia megtakarítás
Elsődleges energia-fogyasztás	Kevesebb, mint 120 kWh/m <sup>2</sup>	Nincs kritérium
Fűtési és hűtési energiaigény	Kevesebb, mint 15 kWh/m <sup>2</sup>	Nincs kritérium
Szellőzés	Mechanikusan megvalósított	Természetes szellőztetés

### 3. KÖRNYEZETRE VALÓ HATÁS

Az utóbbi időben minden eddigénél nagyobb figyelem szegeződött a globális felmelegedés negatív hatásaira, hiszen az emberiség ezen a téren a 24. órába lépett, így minden erőnkkel arra kell törekednünk, hogy megállítsuk a Föld pusztításához vezető folyamatokat. Ehhez globális összefogásra van szükség, aminek részeként nemcsak mindennapi teendőinken és életmódunkon kell változtatnunk, hanem például építkezési szokásainkon is. Napról napra erősödik az a társadalmi igény, hogy megóvjuk természetes közegünket a káros környezeti hatásoktól. A drasztikus éghajlatváltozásra reagálva az építészetben is közkedveltek a környezetkímélő, zöld megoldások. Ezen okokból kifolyólag az energiahatékony házak száma folyamatosan növekedik. Az előző pontban szereplő besorolás alapján megállapítható, hogy a hagyományos házak után a legkedvezőbb energiafogyasztással a passzív házak bírnak. Azonban fontos megemlíteni, hogy a korábban már említett fenntartható építészet megvalósítása számos tényezőtől tevődik össze. A megújuló energiaforrások használatára való törekvés mellett a kivitelezők már az építkezés során megpróbálják minimalizálni például a felhasznált víz mennyiségét, valamint a környezetre károsan ható szennyező anyagok kibocsátásának

mértékét. A fenntarthatóság lényege tehát, hogy az energia- és környezettudatosság szempontjai egyszerre jelenjenek meg az építkezés során. A mai építőipar szinte csak az energiatudatosságra koncentrál. Ez azt jelenti, hogy a futószalagon készülnek az extra hőszigeteléssel ellátott, gyakorlatilag műanyagba burkolt, légmentesen lezárt és rosszul szellőző lakóházak. Nemcsak az emberek kényelmét és komfortérzetét kell figyelembe venni építésükkor, hanem a környezet terhelését is, a fenntartható földi élet reményében. Ennyi műanyaggal és környezetkárosító elem használatával azonban ez nagyon nehéz lesz [8]. Ekkor kerülnek szóba a zöld vagy ökoházak.



3. ábra Ökoházak [8]

Az ökoház építése és üzemeltetése a lehető legkisebb kárt okozza a természetben. Előállításuk olcsóbb, mintha égetett agyagtégeléből és betonból készülne. Ez azért van, mert az ökoház acél könnyűszerkezete harmincszor kevesebbet nyom az említett anyagok súlyánál. Tehát már az ökoház vázszerkezetének fajlagos előállítási költsége eleve jóval alacsonyabb. Az elemeket könnyebb szállítani, és vegyszeres felületkezelésre sincs szükség, ráadásul minden felhasznált elem újrahasznosítható. A legkisebb energiaigényű építőanyaggal, a fával ellentétben az acélprofilok nem gyúlékonyak, és mivel méretre gyártják őket, nem keletkezik hulladék vagy építési törmelék az építkezés során. Ma már rengeteg statisztika bizonyítja, hogy egy folyamatosan használt ökoház felfűtése harmadannyiba kerül, mint egy hagyományos épületé [8].

Az ökoház tehát nemcsak energiatakarékossága miatt jövőbe mutató, hanem azért is, mert az építőanyagokat ugyancsak környezettudatos eljárásokkal állítják elő. A megfelelő hőmérsékletek biztosításáról napkollektor, hőszivattyú, valamint a szélenergia gondoskodik, valamint víz- és energiatakarékos szennyvíztisztító vagy esővízgyűjtő megoldások egész sorát alkalmazzák.

### 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az épületek energiaigényének csökkentése, a széndioxid kibocsátás redukálása, és a globális felmelegedés megakadályozása érdekében meg kell találnunk az arany középutat. Azt már tudjuk, hogy a hagyományos házakhoz képest a passzív házakba éri meg

inkább befektetni. Illetve azt is megállapítottam, hogy az energiaigénye a zöld vagy ökoházaknak a legalacsonyabb. A hagyományos és passzív házak építéskor alkalmazott nagy tömegű építőanyag mozgatásához, rakodásához, beépítéséhez nagy energiafogyasztású speciális gépek szükségesek, melyek koránt sem mondhatóak környezetbarátoknak. A könnyű acélszerkezetes ökoteknológia esetében mindezekre nincs szükség. Azonban nem az építkezés során keletkezik a környezeti károk jelentős része. Az épületek használatuk során folyamatos hatást gyakorolnak a környezetükre. Magyarországi viszonyok között a legnagyobb szennyezés a fűtésből ered, éppen ezért véleményünk és a korábbi pontokban meghatározott adatok szerint a jövőben célszerű lenne a zöld házak építését részesíteni előnyben, ugyanis ezek nevezhetők a leginkább természethez közeli házaknak, tehát természetes házaknak.

### 6. IRODALOM

- [1] Mihai, M., Tanasiev, V., Dinca, C., Badea, A., & Vidu, R. (2017, June). Passive house analysis in terms of energy performance. *Energy and Buildings*, 144, 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.025>
- [2] Anmerkungen zur Geschichte [Passipedia DE]. (n.d.). Retrieved October 12, 2022, from [https://passipedia.de/grundlagen/anmerkungen\\_zur\\_geschichte](https://passipedia.de/grundlagen/anmerkungen_zur_geschichte)
- [3] Nansen, F. O. N. S. (2022, October 12). Fram over polhavet: den norske polarfærd 1893-1896 1897 [Leather Bound]. Generic.
- [4] Fokaides, P. A., Christoforou, E., Ilic, M., & Papadopoulos, A. (2016, December). Performance of a Passive House under subtropical climatic conditions. *Energy and Buildings*, 133, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.060>
- [5] Szadai passzív családi ház. (n.d.). <https://www.epiteszforum.hu>. Retrieved October 12, 2022, from <https://epiteszforum.hu/szadai-passziv-csaladi-haz>
- [6] Lee, J., McCuskey Shepley, M., & Choi, J. (2020, July). Exploring the localization process of low energy residential buildings: A case study of Korean passive houses. *Journal of Building Engineering*, 30, 101290. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101290>
- [7] Tubelo, R., Rodrigues, L., & Gillott, M. (2014, May 23). A Comparative Study of the Brazilian Energy Labelling System and the Passivhaus Standard for Housing. *Buildings*, 4(2), 207–221. <https://doi.org/10.3390/buildings4020207>
- [8] Passzív-, aktív- és ökoház: miben különböznek? *Lakáskultúra Magazin*. Retrieved October 12, 2022, from <https://www.lakaskultura.hu/felujitas/passziv-aktiv-es-okohaz-miben-kulonboznek/>