

Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával (DEnzero)  
TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041

# DEnzero

2014/12.

Debrecen 2013. január 1. – 2014. december 31.



# VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Az Európai Unió országai az energetikai igényekhez viszonyítva csekély mennyiségű fosszilis energiahordozó tartalmakkal rendelkeznek, ezért nagy mennyiségű importra szorulnak. Az Európai Parlament számos direktívát fogadott el, melyeknek célja az energiahatékonyság növelése, az energiafogyasztás csökkentése, illetve a megújuló energiaforrások széleskörű alkalmazása. Az energetika másik nagyon fontos kérdése az ellátásbiztonság mellett a környezetvédelem, ugyanis a világ CO<sub>2</sub> kibocsátása folyamatosan növekszik, ami nagymértékben befolyásolja a Föld éghajlatának alakulását. Mindezen célkitűzések figyelembevételével a Debreceni Egyetem és a Győri Széchenyi István Egyetem 2013-2014 év során konzorciumban valósította meg a "Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával" c. TÁMOP-4.2.2.A-11/KONV-2012-0041 sz. projektet.

A projektben 7 MTA doktori fokozattal rendelkező magyar kutató vett részt és munkánkat elismert külföldi kutatók segítették Nagy Britanniából, Olaszországból, Dániából, Izlandról, az Egyesült Államokból, Romániából, Szlovákiából, Japánból. A tizenegy munkacsoportban összesen több mint 120 kutató dolgozott a két év során, köztük számos PhD hallgató és 30 fiatal kutató. Két alkalommal, 2013-ban és 2014-ben megszerveztük a DEnzero nemzetközi konferenciát és szakkiallást, melyen négy (2013), illetve öt (2014)

országból láttunk vendégül kutatókat. A hazai konferenciák mellett kutatóink számos országban népszerűsítették a projekt eredményeit az Európai, Ázsiai és Amerikai kontinensen.

A kutatások eredményeit 103 szakfolyóiratcikkben és 106 konferencia kiadványban megjelent cikkben publikáltuk. A publikációk összes oldalszáma meghaladja az 1200 oldalt. A referált folyóiratokban megjelent publikációk impakt faktora: 61,593.

Az Akadémiai Kiadó gondozásában jelent meg egy 403 oldalas szakkönyv a 11 munkacsoport főbb eredményeivel, melynek címe: Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával.

A kutatási eredmények alapján egy szabadalmi bejelentés is előkészítés alatt áll, az Intelligens épületek munkacsoport kutatói "Napenergiával működő felülethűtő, hőhasznosítóval" munkacímrel dolgoztak ki innovatív megoldást.

A projekt során öt céggel kötöttünk együttműködési megállapodást annak érdekében, hogy a kutatók számára lehetőség nyíljon konzultációra gyakorlati kérdésekben.

A további sikeres pályázati szereplés érdekében együttműködési megállapodásokat kötöttünk romániai, törökországi, dániai, angliai, szlovák, olasz és japán felsőoktatási intézményekkel.

## MUNKACSOPORTOK BESZÁMOLÓI

### Épületenergetika munkacsoport (vezető: Dr. Csoknyai Tamás)

Az Épületenergetikai Munkacsoportban zajló kutatás célrendszere szerteágazó: a közel nulla fogalomrendszerének életciklus szempontú kiterjesztésétől indul, érinti a fenntarthatósági indikátorokat, foglalkozik a globális klímaváltozás okozta tervezési alapadatok változásával, nem szokványos megújuló alapú rendszerekkel, városenergetikai, városdiagnosztikai vizsgálatokkal. Az eredmények a szakpolitika számára is hasznos információkat szolgáltatnak és az hozzájárulhatnak az energiahatékony építés elterjedéséhez. Főbb kutatási eredményeink:

- Foglalkoztunk a közel nulla energiaigényű épületek műszaki-megvalósíthatósági feltételeivel. Az általunk kidolgozott módszerben a követelményeket egy több ezres

nagyságrendű épületminta statisztikai elemzésével állapítottuk meg.

- A kutatások során igazoltuk, hogy az energiahatékonyság növelésével a jelenlegi épületenergetikai szabályozásokban alkalmazott felület-térfogat arány elveszti jelentőségét, ugyanakkor megnő az adott alapterülethez tartozó benapozott, a napenergia aktív hasznosítására alkalmas tetőfelület szerepe.

- A közel nulla követelmények meghatározásához használt épületminta egyik kategóriáját, a családi házakat vizsgáltuk a teljes életciklust, azaz a gyártást, karbantartást-cserét, üzemeltetést és bontást figyelembe véve. Különböző épületgépészeti kombinációkat elemeztünk a 30 évre vetített életciklus költség (globális költség), illetve az életciklushoz kötődő környezeti terhelés (üvegházgázok, savasodást okozó gázok kibocsátása, stb.) szempontjából.



- A kutatás során a hazai meglévő épületállomány jelentős részét alkotó paneles épületeink felújításával elérhető környezetterhelés csökkentési lehetőségeket tártuk fel az előttünk álló száz éves időtávlatban. Az elérhető statisztikai adatok segítségével összeállítottuk a hazai vasbeton szendvicspaneles épületállomány tipológiáját, azok kora, építészeti kialakítása és műszaki jellemzői stb. alapján. Életciklus elemzés során elvégzett normalizációs számítások segítségével kiderült, hogy a paneles épületek esetében a legjelentősebb hatáskategória a CO<sub>2</sub>-ekvivalens mértékegységben kifejezett globális felmelegedési potenciál, és jelentősnek bizonyult továbbá a savasodási potenciál.

- Városklimatológiai modellezés keretében igazoltuk azt a sejtést, miszerint zöldhomlokzatok helyének körültekintő megválasztásával a városi átszellőzés elősegíthető. Másrészt a helyesen telepített zöldhomlokzat, a szélesebség-csökkentő hatásnak köszönhetően, télen csökkenti a homlokzatok lehűlését, és ezáltal az energiafelhasználást. Ugyanakkor a nyári állapotot figyelve megállapíthatjuk, hogy az átszellőzés élénkülése javítja a mikroklimát, és a levelek árnyékoló hatásának köszönhetően csökken a falak felmelegedése, ami viszont már a belső téri hőkomfortban okoz pozitív változást.

- Vizsgálatunk célja egy nagyváros tetőfelületein elhelyezhető szolár panelekkel befogadható energiamennyiség vizsgálata volt. A becslés egy tipikus beépítésű, magyar nagyvárosra, Debrecenre készült. A munka keretében egy számítási módszertan került kidolgozásra felületszámításokkal és potenciál tényező meghatározásával. A metodika alapvetően épülettipológián nyugszik, mely tipológia első sorban az egyes tetőidom fajtákra fókuszál. A tanulmány meglepő eredményt adott, miszerint a nagyon nagy kiterjedésű, épületek által fedett területnek csupán 5%-át teszi ki a tetőn potenciálisan elhelyezhető energiagyűjtő felület.

- Végezetül a projekt keretében kifejlesztésre került egy mobil (kerékpár utánfutóra szerelt) homlokzat diagnosztikai berendezés és a hozzá kapcsolódó szoftver, mely az eddigi megoldásokhoz képest lényegesen kisebb méretű új távlatokat teremtve ezáltal.

## Városklíma munkacsoport (vezető: Dr. Szegedi Sándor)

A munkacsoport három részfeladatot jelölt meg:

1. Az égboltláthatóság mértéke és a napenergia potenciál közötti összefüggések vizsgálata eltérő beépítettségű területeken (számítógépes modellezés)
2. Széleenergia potenciál vizsgálatok a tetőszint-közeli magasságra a településeken vagy azok közelében létesítendő kis teljesítményű rendszerek számára (számítógépes modellezés).
3. A városi hőmérsékleti többlet (hősziget) hatása a fűtési és a légkondicionálási energia szükségletre (mérés és számítógépes modellezés).

A városi hősziget kialakulására gyakorolt hatásuk alapján a szélesebség, felhőzet és csapadék kritikus értékeinek figyelembevételével 4 kategóriába soroltuk a nagytérségi időjárási helyzeteket a kedvezőtlenről a kedvezőig. Meghatároztuk az egyes kategóriák előfordulási gyakoriságát az ötvenéves adatsoron belül. Az esetek több mint 75 %-ában mérsékeltlen kedvező, vagy kedvező feltételek uralkodtak a városi hősziget kialakulása szempontjából, összhangban az anticiklonális nagytérségi időjárási helyzetek nagyobb gyakoriságával.

Az UHI kifejlődése szempontjából meghatározó tényezők ötvenéves idősorát vizsgálva, a kedvező szinoptikus feltételek gyakoriságának növekedését tételeztük fel. A hipotézis realitását trendanalízissel vizsgáltuk meg. A lineáris trend analízis szignifikáns növekvő trendet tárt fel a kedvező feltételek gyakoriságára vonatkozóan, amit mind a lineáris Pearson, mind a nemlineáris Spearman korrelációs együtthatók megerősítettek. A vizsgált időszakban 4%-kal nőtt a kedvező feltételek gyakorisága párhuzamosan a kedvezőtlen feltételek gyakoriságának csökkenésével.

A kedvező feltételek előfordulási gyakoriság anomáliáit is tanulmányoztuk, megállapítva, hogy az átlagnál kisebb gyakoriságok főként az 1964 és 1980 közti időszakot jellemezték, míg az 1981 és 2009 közti időszakot pozitív anomáliák uralkodták.

Évszakos és havi bontásban is megvizsgáltuk a kedvező feltételek gyakoriságának változásait. A tavasz és a nyár esetében mutatható ki szignifikáns növekedés, míg az ősz és a tél esetében erről nincs szó. A legkisebb ötvenéves átlagos kedvező feltétel előfordulási gyakoriságot a december érte el 19,3%-os értékkel, míg augusztusban az esetek 59,9%-ában kedvező feltételek uralkodtak a városi hősziget kifejlődése szempontjából Debrecen térségében.



## Épületgépészeti munkacsoport (vezető: Dr. Kalmár Ferenc)

- A DEnzero projektben végzett kutatásaink elsődleges célja az alacsony exergiaigényű épületek és épületgépészeti rendszerek hőérzeti vizsgálata volt. A kutatásaink során:
  - az Épületfizika Laboratóriumban végzett mérések alapján számos hőszigetelő anyag esetében megvizsgáltuk a szorpciós folyamatokat és elemeztük az összefüggést a nedvességtartalom és a hővezetési tényező értéke között;
  - kidolgoztunk egy módszert az épületek exergetikai minőségkategóriáinak kialakítására;
  - a Belső Környezet Minősége Laboratóriumban komfortméréseket és vizsgálatokat végeztünk felületi sugárzófűtések szakaszos üzemeltetésére vonatkozóan;
  - komfort vizsgálatokat végeztünk a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007 projekt keretében kifejlesztett és szabaldalmazott ALTAIR légvezetési rendszer esetében;

- elemeztük a kiterjedt napkollektoros rendszerek energetikai és üzemeltetési jellemzőit;
- elemeztük a kiterjedt talajszondás hőszivattyús rendszerek energetikai és üzemeltetési jellemzőit;
- a PASSOL laboratóriumban végzett méréseink alapján elemeztük a belső hőmérsékletek alakulását a hőtároló tömeg, transzparens felület tájolása és a szellőző levegő térfogatárama között;
- központi fűtési rendszerek esetében elemeztük az összefüggést az épület határolószervezeteinek hőtechnikai minősége, a hidraulikai beszabályozás és az energiafogyasztás között;
- kidolgoztuk a fűtési hőfokhid értékeit és javaslatot tettünk egy periodikusan változó hőfokhid alkalmazására az energetikai számításokban;
- Magyarország főbb településeire vonatkozóan kidolgoztuk a hőfokgyakorisági görbéket és megvizsgáltuk az eltéréseket a jelenleg alkalmazott hőfokgyakorisági görbe alapján meghatározott hőfokhid és a valós hőfokhid értékek között.

## Épületmechatronikai munkacsoport (vezető: Dr. Husi Géza)

Az épületmechatronika definíciónk szerint az épületautomatizálás, épületfelügyelet és az épületekben alkalmazott biztonságtechnika uniója, amely napjaink az egyik fontos tudományterülete, amelynek eredményeit az intelligens terekben, épületekben lehet felhasználni. A közös gondolat az intelligens terekben és az intelligens épületben, a működtetéséhez az „Elosztott Intelligenciájú Hálózati Eszközök” (DIND Distributed Intelligent Network Device), amelyek biztosítják az épület folyamatos felügyeletét a helyszínen megtermelt energiától a felhasználásig. A kutatás eredményei

- Napsugárzási energia és az energia tárolásához kapcsolódó mérések kísérletek mérési adatai, összefüggéseit egy debreceni egy átlagos családi ház esetében egész évre.

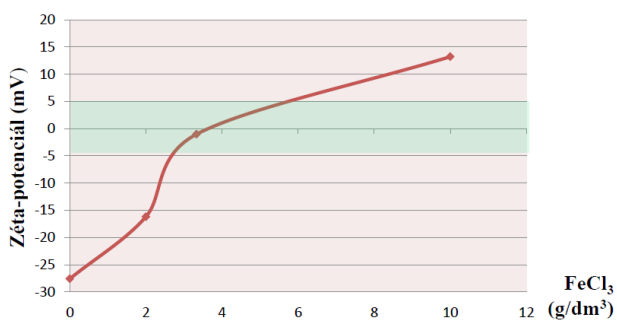
- Épületszerkezetekben kialakuló vagy tudatosan kialakított szellőzések energiatermelésre fordítható áramlásaihoz kapcsolódó kísérletek adatai, összefüggései vizsgálatához a pályázat folyamán kialakításra került egy szélcsatornás szellőztető rendszer, amely felületét napelemekkel burkoltuk. Ezek a napelemek képesek a megtermelt villamos energiát inverteren keresztül a hálózatba visszatáplálni, vagy ahogyan a mi esetünkben volt, sziget üzemben egy villamos fogyasztót működtetni azokban az órákban, amikor nem süt a nap.
- Vízben tárolt energiához kapcsolódó kísérletek mérési adatai, összefüggései. Helyben előállított villamos energiához és tároláshoz kapcsolódó kísérletek mérési adatai összefüggései vizsgálatánál valószerű valóságos méréseket dolgoztunk ki Festo MPS-PA munkaállomásokra alapozva.
- Kidolgoztunk egy épület felügyeleti és eseménykövetési feladatait megvalósítandó rendszerhez is rendkívül jól alkalmazható a LabVIEW grafikus fejlesztői környezetet. A rendszer integrált rendszernek tekinthető, abból a szempontból, hogy érzékelői az intelligens tér koncepciónak megfelelően több funkciót is kiszolgálhatnak.
- Kidolgoztunk egy eljárást az energetikai felújítások szimulációjára épületmechatronikai támogatással.
- Kidolgoztunk egy eljárást épületmechatronikai rendszerelemek működési adatainak feldolgozására, és elvégeztük a tesztelését (Hidraulikus váltó működését elemző OLAP kocka)
- Szabadalmat dolgoztunk ki hűtési eljárások során a bevitt villamos energia minimalizálására.



## Víz/szennyvíz hasznosítás munkacsoport (vezető: Dr. Bodnár Ildikó)

Kutatási tevékenységeink középpontjában az épületek, létesítmények különböző eredetű vizeinek költség- és energiahatékony kezelési lehetőségeinek átfogó vizsgálatai álltak. A 9 fős munkacsoportban a tapasztalt kutatók mellett doktorandusz kollégák (4 fő) is aktívan vettek részt a vizsgálatokban, segítve így a fiatal kollégák szakmai tapasztalatszerzését.

Vizsgálatainkat elsősorban az Észak-Alföldi régió területére terjesztettük ki, melynek keretében újszerű vízkezelési, újrahasznosítási lehetőségek felkutatását és a régióban történő alkalmazhatóságuk vizsgálatát végeztük el. Modern analitikai módszerek (ionkromatográfia, MP-AES módszer, zéta-potenciál mérés, stb.) alkalmazásával lehatároltuk azon technológiákat, amelyekkel az újrahasznosítás fajlagos energiaigénye csökkenthető. Annak érdekében, hogy a közel zéró vízfogyasztás elérhető legyen, az épületen belül minden vizet (csapadékvíz, szűrkevíz, sötétiszűrkevíz, feketevíz stb.) célszerű visszatartani és a felhasználói igényeknek megfelelően megtisztítani.



Zéta-potenciál változása különböző koncentrációjú (5ml) FeCl<sub>3</sub>-oldatok adagolásakor

A csapadékvizekkel folytatott vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a csapadékesemények rendszerelensége, valamint az éves csapadékösszegek közötti jelentős különbségek miatt az épületek vonatkozásában összegyűjtött csapadékvizek elsősorban kiegészítő szerepben vehetők figyelembe a vízszükségletek kielégítése során. Elvégeztük egy általános csapadékhasznosító rendszer beruházás-értékelését, melynek eredményeképpen azt kaptuk, hogy az általunk vizsgált jelentős átalakításokat nem igénylő lakóépületre vagy egy új építésű ingatlanra a rendszer diszkontált megtérülési ideje kevesebb, mint 10 év.

A háztartásokban és a különböző típusú épületekben történő vízhasználatok során a szűrkevizet (pl. fürdő-, mosó-, mosogatóvizet) a csapadékvízhez képest bár szennyezettebb formában keletkeznek, de kezelésüket követően rendszeres újrahasználatot biztosítanak. Ezen megfontolás alapján különböző eredetű szűrkevíz minták széles körű elemzését is elvégeztük, melynek során megállapítottuk, hogy a fürdővizet a legkevésbé szennyezettek, így kezelésük és újrafelhasználásra való alkalmasságát tekintve lényegesen egyszerűbb eljárásokat kíván meg, mint a mosó-, illetve mosogatóvízből származó szűrkevizet. A minták tárolása során esetlegesen bekövetkező változásokat is megvizsgáltuk, és megállapítottuk, hogy a tárolás hatására az alapparaméterek jelentős mértékben nem változnak, a szervesanyag tartalom viszont a különböző frakciók esetében eltérő változásokat mutatott. A szűrkevizet minőségi és mennyiségi jellemzőinek vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a kezelési megoldások közül a mechanikai kezelések önállóan nem érhetnek el kellő tisztítási hatásfokot, így azok kémiai kezelésekkel történő kiegészítése szükséges. Kezelési megoldásokra vonatkozó kísérleteinkben különböző koagulálószer alkalmazásával jelentős minőségi javulást tudunk igazolni. Ezen túl foglalkoztunk a kibocsájtott használt vizek környezetre gyakorolt hatásának elemzésével, mely során a mintaterületként választott Hortobágy-Berettyó vízgyűjtő egység vizsgálatával az Észak Alföldi Régió legfontosabb felszíni vízjavító stratégiára és intézkedéseire adható tanácsok vagy módszerek kidolgozására koncentrálnak. Vizsgálataink eredménye alapján javaslatokat fogalmaztunk meg a korábban hulladékként kezelt vizek hasznosíthatóságára, az energiahatékonyosság javítására.

## Cellulóz-farming munkacsoport (vezető: Prof. Dr. Fári Miklós)

Kutatási projektünk fő célja volt, hogy a hazai szántóföldi biomassza előállítási programok keretében, egy új alternatívát kínáljunk az évelő, lágyszárú energia és/vagy biomassza növények körében. Elsősorban hazai klímát jól tűrő, kertjeinkben már adaptálódott Arundó (*Arundo donax* L. – olasz nád) ökotípusokkal és egyéb Malvaceae-fajokkal, pl.: *Sida* (*Sida hermafrodita* - amerikai selyemmályva) végeztünk biológiai, genetikai és biotechnológiai kutatásokat.

Kutatásaink során begyűjtöttünk több hazai klímára adaptálódott, vélhetően hidegtűrő Arundó ökotípusokat, kidolgoztunk hagyományos, ún. makro-dugványozási és in vitro, mikro-dugványozási technológiákat, amelyek kombinálásával 1 db in vitro arundó hajtásból, 11-12 hónapos nevelés alatt, 400–450 db arundó palánta állítható elő. Debreceni Egyetem, Biomassza Bemutató Kertjében, vad populációból

származó *Sida* termesztett állományából új fajták szelekcióját végeztük el. Kidolgoztunk egy kétlépéses magkezelési eljárást (seed priming), amellyel sikerült a *Sida* magok nagyon alacsony csírázási százalékát 50-60%-al megnövelni. Mind a két növényfajból előállított szaporítóanyagok (magok, in vitro embriógén tenyészetek, dugványok, stb.) kiváló nemesítési alapanyagként szolgálnak, hagyományos, új molekuláris, poliploidizációs, mutációs, szomaklonális nemesítési célból egyaránt. Ezekből állított palánták elengedhetetlenek a növény szélsőséges viszonyokhoz való tűrőképességének tanulmányozásában. Eredményeinket összesen 7 szakcikkben (impakt faktor összesen: 10,6), 5 magyar és 2 külföldi tudományos konferencián mutattuk be munkatársainkkal.

A felsorolt, akár marginális területeken is termesztendő, bioipari feldolgozásra alkalmas, speciális cellulóz-összetételű, évelő, lágyszárú energianövények ideális kiszolgálói, illetve kiegészítői lehetnek a hazai megújítható energiabázisnak.

## Környezeti munkacsoport (vezető: Prof. Dr. Kerényi Attila)

- Meghatároztuk a szilárd biomassza égetéséből származó CO<sub>2</sub> kibocsátást különböző méretű családi házak esetén, figyelembe véve a háztartáshoz tartozó erdők nyelző funkcióját is.
- Meghatároztuk a tiszaszentimrei biogáz erőműnek a teljes életciklusra vonatkozó karbon lábnyomát, és elkészítettük az erőmű költség-haszon elemzését.

• Megvizsgáltuk a sekély geotermikus rendszerek környezeti hatásait, különös tekintettel a talajhőmérséklet változásokra és a kapcsolódó CO<sub>2</sub> kibocsátásra.

• A debreceni mintaterületen a hiperspektrális adatok felhasználásával azonosítottuk a tetőfedő anyagok típusát. A lézerszkennelt (LIDAR) adatokból automatikus módszerrel kinyertük a tetők geometriai adatait és meghatároztuk a PV panelek telepítésére alkalmas tetősíkokat.

## Költség-optimum munkacsoport (vezető: Dr. Szűcs Edit)

Célunk olyan szoftver létrehozása volt, amely egyszerű, könnyen kezelhető, kevés műszaki tudást igényel és segítségével a laikus felhasználók útmutatást kapnak egy tervezett energetikai korszerűsítéssel kapcsolatban. A program segítségével többféle korszerűsítési kombináció is vizsgálható, melynek végén az egyes változatokkal elérhető energia-megtakarításokat kapjuk eredményül. Nagyszámú épület változatra és épületgépészeti megoldásra, mint bemenő adatok kombinációira előre meghatároztuk a kimenő adatokat, amelyeket a program adatbázisban tárol. A felhasználói adatfelvétel, tulajdonképpen az adatbázisban már meglévő lehetőségek kiválasztásához szükséges. Azonban ez sem egyszerű, tekintettel a független változók (inputok)

számra. A rendszer érzékenysége alapján meg kell határozni a bemenő adatok felbontási finomságát. Ebben az esetben a kapott eredmények a reális bemenő adathalmazhoz tartoznak, a tévedésre csak akkor kerülhet sor, ha a felhasználó nem jól választott bemenő adatot. Az ilyen jellegű hiba csökkentése érdekében a felhasználók számára egy szemléltető ábrán látható a kiválasztott építészeti vagy épületgépészeti megoldás. A felhasználó a sikeres alap adatbevitelt követően kiválaszthatja a tervezett fejlesztéseket: utólagos hőszigetelés, nyílászáró csere, hő termelő csere, megújuló energiaforrás alkalmazása.

### A kimenő adatok:

- Számított éves energiahordozó felhasználás
- Számított éves energiefelhasználás
- Számított éves primer energia felhasználás

- Számított éves ÜHG kibocsátás CO<sub>2</sub> ekv értékben megadva
- Épület energetikai besorolása a jelenlegi előírások szerint és a 2020-as előírások szerint

- A kimenő adatokat meghatározza a szoftver a jelenlegi (korszerűsítés előtti) állapotra, és a felhasználó által összeállított tervezett állapotra is.

## Épületinformatika munkacsoport (vezető: Dr. Csík Árpád)

A DEnzero projekt keretében végzett alapkutatási tevékenységünk központi elemének egy épületenergetikai szakértői rendszer tekinthető.

A kutatások során olyan eljárások kidolgozására fókuszáltunk, amelyek egy későbbi fázisban megvalósításra kerülő kísérleti fejlesztést követően, könnyedén átültethetőek a hétköznapi szakmai gyakorlatba. Fő alapelvnek tekintettük az erőforrások lehető legnagyobb mértékű, vagyis optimális kihasználását. A véges gazdasági, energetikai, környezeti erőforrásokkal való felelősségteljes gazdálkodás szükségességét teszi ezen erőforrások maximális

kiaknázását. Ez az alapelv sarkalatos pontjává vált annak a szektornak, amely a legnagyobb mértékű energiafogyasztást generálja. Az épületek üzemeltetését magában foglaló szektor a teljes hazai primer energia felhasználásának 40%-áért felelős.

Az elért eredmények gyakorlati relevanciájának demonstrációja céljából bemutatunk egy javasolt munkafolyamatot, mely egyszerűségénél fogva probléma-mentesen integrálható a megszokott mérnöki gyakorlatba. A háttérben működő algoritmusok lehetővé teszik, hogy az adott földrajzi, gazdasági, technikai keretek között a hazai szabályozási rendszernek megfelelően maximalizáljuk a hatékonyságnövekedést, és a jelenleg elérhető szakmai színvonalhoz képest ténylegesen optimális eredményeket adjunk.

## Környezetjogi munkacsoport (vezető: Prof. Dr. Fodor László)

Az energiaágazat szabályozást három szinten vizsgáltuk: a nemzetközi, az európai uniós és a tagállami normák szintjén. Legáltalánosabb megközelítésben az ökológiai fenntarthatóság követelményének az érvényesülésével foglalkoztunk, ami hipotézisünket visszaigazolván megfelelő mércének mutatkozott a szabályozás tartalmi értékeléséhez, javaslatok megfogalmazásához, mégpedig a szabályozás alapelveitől le egészen a legsajátosabb, ágazati intézkedésekig. A megújuló energiák támogatásának modelljei, az energiahatékonysági irányelv, az épületek, közúti gépjárművek és háztartási eszközök energetikai követelményei és jelölésük, a bioüzemanyagok fenntarthatósági kritériumai, az ökodizájn egyaránt a kutatás tárgyait képezték. Egy másik, ehhez szorosan kapcsolódó megközelítésben az igazságosság, illetőleg a demokratikus eljárások érvényesülését követtük nyomon, amihez az atomenergiával kapcsolatos döntések, az energiarendszer decentralizációja, az Unió és a tagállamok közötti kompetenciamegosztást vizsgáltuk első sorban, valamint

feltártuk a német szabályozás megfelelő elemeit, amelyek között számos modellértékű megoldást azonosítottunk. A német vonatkozású kutatások a kötelező átvételi rendszer, az atomenergia környezeti követelményei, a kibocsátási kvótarendszer, a kínálatoldali technológiai szabályozás (pl. energiatárolás, a széndioxid felszín alatti tárolása, a kapcsolt energiatermelés, a hálózatfejlesztés) legfontosabb kérdéseire terjedtek ki. A kutatás legfontosabb eredményeit két monográfiában foglaltuk össze, amelyek címe Energiajog az ökológiai fenntarthatóság szolgáltatásában illetve Klímavédelem az energiajogban. Szabályozási modellek Németországból. Téziseink – tekintve, hogy az uniós követelményeket teljes körűen átfogják, komoly jogdogmatikai háttérre, s az ökológiai szempontból talán legmodernebb mércére támaszkodnak – jól hasznosíthatók a formálódó hazai szabályozás értékeléséhez és továbbfejlesztéséhez. Csaknem valamennyi, általunk közölt eredmény a szakirodalomban teljesen hiánypótló, a kérdéseinkre adott válaszaink relevanciáját máris számos idegen szakirodalmi hivatkozás jelzi. A kutatásra egy 2014-ben indított, doktori iskolai kurzus támaszkodik, és a közeljövőben egy a jogász, alapképzésben résztvevő hallgatók számára is indítunk egy fakultatív tárgyat.



## Társadalomtudományi munkacsoport (vezető: Dr. Kozma Gábor)

Az energiatudatos építkezést megtestesítő passzív házak számának növekedése az új évezred első évtizedében gyorsult fel, a gazdasági válság hatására ugyanakkor mérséklődött a növekedés mértéke. A passzív házak földrajzi elterjedését vizsgálva elsősorban Németország és Ausztria szerepe emelhető ki, az utóbbi években ugyanakkor a technológia tökéletesedése következtében már nőtt a többi földrajzi régió szerepe is.

Az épületek funkciók szerinti megoszlását tekintve a legfontosabb szerepet a lakófunkció játssza, ugyanakkor ebben a tekintetben egyrészt jelentős időbeli változások tapasztalhatóak (fokozatosan nőtt az egyéb funkciók fontossága), másrészt az épületek országon belüli földrajzi fekvése is befolyásoló fontos tényezőnek tekinthető (eltérések a nagyvárosok, a szuburbán régiók és a vidéki térségek között). A passzív házak alapterületében az egyes funkciók között jelentős eltérések figyelhetők meg, emellett a lakófunkció vonatkozásában az egyes országcsoportok eltérő jövedelmi viszonyainak a hatása is kimutatható.

A helyi önkormányzatok energiapolitikával kapcsolatos tevékenységének vizsgálata során megállapítható, hogy az Észak-alföldi régió települései a jövőjük tervezésekor nagy

hangsúlyt helyeznek az energiahatékonyság kérdéskörére, és vezetőik is fontos célként határozzák meg a megújuló energiák használati szintjének növelését.

Az Észak-alföldi régió lakossága körében végzett kérdőíves felmérés eredményei szerint a takarékoság gondolata fellelhető a válaszadók körében, de ez nem az energia-takarékosságot, hanem a költség-takarékosságot jelenti elsődlegesen számukra. Az olcsóbb, alternatív energia bevonásával képzelik el mindezt, nem az energiatakarékos eszközök használatával. Az energiatakarékos építési módookról (passzív házakról) általában ismerősöktől, televízióból, írott sajtóból értesültek a válaszadók. Annak ellenére, hogy a lakások közel 90%-ában van számítógép, az internet csak harmadik az információforrások sorában. Bár nem ismerik pontosan a döntéshez szükséges tényeket (messze felülbecslik az építéshez kapcsolódó költségnövekedést), tizedük mindenképp passzívházat építene, közel felük csak a pénztől teszi függővé pozitív döntését.

Iskolázottság összefüggésében komoly eltéréseket lehet felfedezni a modern építési technológiákra vonatkozó ismeretekben. A magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők felhasználják az internetet, szaklapokat és az ismerőseik is segíthetnek nekik műszaki kérdésekben. A passzívház-technológia elfogadását a közép-, vagy alapszinten képzetek körében szükséges hatékonyan népszerűsíteni, olyan csatornákon, ami számukra elérhető. Televízió, írott sajtó és az oktatás lehet az a terület, ahol ez eredményeket hozhat.

A projekt megvalósítási időszaka:	2013.01.01-2014.12.31
Támogatás mértéke:	498.939.410 Ft
A Debreceni Egyetem támogatása:	458.905.466 Ft
A Széchenyi István Egyetem támogatása:	40.033.944 Ft

### Szakmai vezető:

Dr. Kalmár Ferenc

### Projektmenedzser:

Dr. Csomós György

### Pénzügyi vezető:

Ary Tamás

### Projekt asszisztens:

Dr. Lakatos Ákos

**SZÉCHENYI** 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**