



Magyar Tudományos Akadémia  
Energiatudományi Kutatóközpont

---

Az  
MTA Energiatudományi Kutatóközpont  
Energia- és Környezetbiztonsági Intézet  
Stratégiai Kutatási Terve

2013. június

<b>AZ ENERGIA- ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI INTÉZET KUTATÁSI TERVE .....</b>	<b>4</b>
<b>1. BEVEZETÉS .....</b>	<b>4</b>
<b>2. FOSSZILIS ENERGIATERMELÉSSSEL KAPCSOLATOS KUTATÁSOK.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MEGÚJULÓ VILLAMOSENERGIA-TERMELÉSHEZ KÖTŐDŐ KUTATÁSOK .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ENERGIATAKARÉKOSSÁG ÉS KÖRNYEZETTERHELÉS CSÖKKENTÉSÉT, VALAMINT A KÖRNYEZETBIZTONSÁGOT ELŐSEGÍTŐ KUTATÁSOK .....</b>	<b>5</b>
<b>5. ENERGIATERMELÉSI FOLYAMATOK GAZDASÁGI, KÖRNYEZETI HATÁSÁNAK MODELLEZÉSE ÉS A VESZÉLYES IPARI TECHNOLÓGIÁK BIZTONSÁGÁNAK JAVÍTÁSÁT CÉLZÓ K+F+I.....</b>	<b>5</b>
<b>TÁBLÁZATOK A HAZAI KAPCSOLATOK NYILVÁNTARTÁSÁRA.....</b>	<b>6</b>
<b>1. TÁBLÁZAT: AZ EK ENERGIA-BIZTONSÁGHOZ KAPCSOLÓDÓ POTENCIÁLIS KUTATÁSI TERÜLETEI.....</b>	<b>6</b>
<b>2. TÁBLÁZAT: AZ EK ALTERNATÍV ENERGIA ÉS ANYAGTAKARÉKOSSÁG, KÖRNYEZETTERHELÉS CSÖKKENTÉSI KUTATÁSI TERÜLETEI .....</b>	<b>8</b>
<b>3. TÁBLÁZAT: A MEGÚJULÓ ENERGIATERMELÉSI MÓDSZEREK KÖLTSÉG ÉS TÁRSADALMI ELFOGADÁSA ELEMZÉSÉNEK RÖVID TÁVÚ FELADATAI..</b>	<b>9</b>

## VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont K+F+I programja szorosan kapcsolódik az ország és az Európai Unió energia stratégiai programjához. E program keretében kettős stratégiát követ:

- az atomenergia békés célú alkalmazásával kapcsolatos K+F+I tevékenység erősítése,
- az energia- és környezetbiztonsági K+F+I profiljának kialakítása.

2012 folyamán kidolgoztuk a második célkitűzés részletes stratégiáját. Ennek megfelelően az energia- és környezetbiztonsági stratégia keretében világszínvonalú alap- és alkalmazott kutatásokat, valamint szakértői tevékenységet kívánunk folytatni az alábbi területeken:

- kompetencia kialakítása az energiaátalakítási technológiák minél szélesebb körére,
- a különböző energiaátalakítási technológiák környezeti hatásainak és gazdaságosságának komparatív elemzése,
- a megújuló energiák és a hidrogén-gazdaság egyes technológiai elemeinek kísérletes kutatása,
- energiatárolás néhány területén kísérletes kutatások végzése,
- környezetbarát kémiai és más ipari eljárások tudományos hátterének kialakítása,
- energiatakarékos ipari technológiák tudományos hátterének kialakítása,
- veszélyes ipari berendezések technológiájának javítását célzó K+F+I.

A jelen anyagban összefoglalt stratégiai terv keretet ad a következő néhány év K+F+I feladataira.

2013. június 14.

# **Az Energia- és Környezetbiztonsági Intézet kutatási terve**

## **1. Bevezetés**

A 21. században az emberiség előtt álló kihívások közül az egyik legnagyobb a fenntartható energiatermelés biztosítása. Magyarországon a fenntarthatóság mellett ugyanilyen jelentőséggel szerepel az energiafüggőség csökkentése. Az új kutatóközpont tevékenységének a fent leírt célok megvalósítását kell szolgálnia. A hazai megújuló potenciál szempontjából a napenergia, szélenergia, geotermikus energia, vízenergia és biomassza energia primer energiahordozókkal kapcsolatos kutatásokkal érdemes foglalkozni. Ezek mellett a megfelelő energiamix felállítása céljából a hagyományos energiahordozókkal összefüggő kutatásokba is célszerű bekapcsolódni. A terv 2. és 3. pontja főként az energiabiztonsághoz, a 4. és 5. pontja pedig a környezetbiztonsághoz kapcsolódó kutatásokat foglalja össze.

## **2. Fosszilis energiatermeléssel kapcsolatos kutatások**

Szén-dioxid elhelyezés kiemelkedően fontos az üvegházhatású gázok éghajlatra gyakorolt hatásának csökkentésében. Ehhez szükség van a természetes analógok vizsgálatára, a kőzet-fluidum-szuperkritikus szén-dioxid kölcsönhatásának laboratóriumi vizsgálatára és modellezésére, valamint a potenciális tároló- és fedőkőzetekben a nagy nyomásviszonyok között lejátszódó áramlási-, oldódási-, fázisátalakulási- és hőjelenségek CFD alapú modellezésére.

Az energia hatékonyabb átalakítása megkívája a magas hőmérsékletű hűtőközegek alkalmazásának, a szuperkritikus víz és szén-dioxid termohidraulikájának, illetve az ehhez kötődő fizikai és kémiai tulajdonságokkal kapcsolatos elméleti és kísérleti kutatásokat; a gőz- és gázturbinalapátok fejlesztéséhez kötődő új ötvözetek, technológiák roncsolásmentes anyag-, szerkezet- és elemösszetétel vizsgálatát, továbbá a gyártás, illetve az elhasználódás közben kialakuló hibahelyek felderítését.

## **3. Megújuló villamosenergia-termeléshez kötődő kutatások**

Lehetőségeinkhez mérten foglalkozunk a biomassza-kazánok kibocsátásának minősítésével és (CFD) modellezéssel történő fejlesztésével, a légköri aeroszolban a biomassza-kazánok és a fosszilis erőművek kibocsátási járulékanak meghatározásával, valamint ezen aeroszokok légzőrendszeri kiülepedéseloszlásának numerikus modellezésével, az egészségre gyakorolt hatások összehasonlításával. Tervezzük a bekapcsolódást az 5-50 kW-os szélkerekek hazai fejlesztésébe, például a lapátszög optimális állását és a zajhatás minimalizálását is lehetővé tévő szimulációs eljárások kifejlesztésével, továbbá a napenergia-hasznosítás szempontjából fontos hűtőközegek hőtechnikai kutatásását.

A megújuló energiák használata megkívája a villamosenergia-tárolás és hálózat-modellezés területén folytatott kutatást is. Ennek érdekében kialakítunk új kutatási területeket is: például a speciális feladatokra alkalmazható akkumulátorok és a tüzelőanyag cellák kutatás-fejlesztésére. Modellezzük a decentralizált rendszerek működését, az időjárásfüggő villamosenergia-termelés növekedésének hálózati hatását energiatároló kapacitással vagy a nélkül, a kogenerációs mikroturbinák hálózati hatását és az erőművi menetrendek kialakítását különböző célfüggvények esetén. A terhelési görbe és termelési menetrend alakítása témakörben tanulmányozzuk a fogyasztói profilok létrehozását, a fogyasztók csoportosítását, és a befolyásolásának hatását a völgyidőszak feltöltésére. Fejlesztjük a villamos járművek (e-mobilitás) térhódításával összefüggő villamosenergia-termelési és hálózati lehetőségek

elméletét. A hálózattól való függetlenedést segítheti a flexibilis szál-alapú nanogenerátorok fejlesztése, jellemzése és modellezése.

#### **4. Energiatakarékosságot és környezetterhelés csökkentését, valamint a környezetbiztonságot elősegítő kutatások**

Az energia- és anyagtakarékosság, a környezetterhelés csökkentés, a fenntartható energiaipari és vegyipari technológiák kutatása szintén jelentősen hozzájárul a céljaink eléréséhez. Ezért foglalkozunk a megújuló energiák és a hidrogén-gazdaság egyes technológiai elemeinek kísérletes kutatásával. Ide sorolható a nagy CO<sub>2</sub> tartalmú földgázok és a biogáz katalitikus átalakítása CO+H<sub>2</sub> eleggyé; kis hőmérsékleten működő tüzelőanyag-cellát tápláló hidrogén CO mentesítése katalitikus preferenciális oxidációval (PROX); a fotoelektrokémiai vízbontás során a hidrogén-előállítás hatékonyságának növelése nanostruktúrák fém-szulfidokkal, vagy a vízoxidáció elősegítésén keresztül, a Mn<sub>4</sub>Ca (Oxygen Evolving Complex, OEC) természetes klaszter mintájára működő katalizátorokkal. Gázolajok kénmentesítésére és a biogázolajok trigliceridekből történő előállítására alkalmas szulfid katalizátorokat tanulmányozunk <sup>35</sup>S izotóppal jelzett vegyületek (H<sub>2</sub>S, tiofén) felhasználásával. A nagyhőmérsékletű reaktorok hasznosításához új irányként kapcsolódhat a jód-kén cikluson alapuló termokémiai hidrogén előállítás releváns részterületeinek kutatása (katalizátorok és szerkezeti anyagok fejlesztése).

Tanulmányozzuk néhány környezetbarát ipari eljárás tudományos hátterét. Kutatjuk a vízben oldott szerves szennyezők hasznosítással egybekötött ártalmatlanítását katalitikus és nagyenergiájú sugárzásos módszerekkel; a polimerek sugárállóságát és sugárzásos módosításának módszereit; új szerkezeti anyagok előállításának feltételeit energiakímélő módszerekkel az új energiatermelési eljárások számára. Aerob, szelektív oxidációs folyamatokra, valamint illékony szerves vegyületek (VOC), illetve korom oxidációs eltávolítására fejlesztünk katalizátorokat.

#### **5. Energiatermelési folyamatok gazdasági, környezeti hatásának modellezése és a veszélyes ipari technológiák biztonságának javítását célzó K+F+I**

Különböző energiatermelési technológiák környezeti hatásának és gazdaságosságának összehasonlító elemzése fontos a döntéshozók számára, ezért számításokat végzünk a különböző energiatermelési technológiák teljes életciklusára vonatkozó, környezeti külső költség módszerrel kiegészített, teljes társadalmi költség becslésére. Kidolgozzuk és alkalmazzuk a különböző alternatívák közötti választást elősegítő, a társadalmi értékrendet is figyelembevevő, többszemponú döntési modellt.

Atomerőművi technológiákkal kapcsolatosan kifejlesztett biztonsági elemzési eljárások általánosítása más az energiaátalakításban érintett fokozott veszélyességű technológiáknak vizsgálatára; atomerőművi korróziós folyamatok tanulmányozása során szerzett tapasztalatok általánosítása vegyiparban működő technológiai eszközök korróziós károsodásának vizsgálatára; a megújuló energiák működésének kockázatelemzése, társadalmi vitákra adandó tárgyyszerű tudományos válaszadáshoz.

ooo

A terv kialakításánál figyelembe vett működő vagy létrehozandó hazai kooperációs kapcsolatokat a mellékelt három táblázat tartalmazza.

## Táblázatok a hazai kapcsolatok nyilvántartására

**1. táblázat: Az EK energia-biztonsághoz kapcsolódó potenciális kutatási területei**

Fő kutatási területek	Kutatási részterületek	A témában együttműködő hazai intézmények
<b>Aalacsony karbon intezitású gazdaság: Szén-dioxid ipari hasznosítása és geológiai elhelyezése</b>	Természetes analógok vizsgálata	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet
	Kőzet-fluidum-szuperkritikus szén-dioxid kölcsönhatásának laboratóriumi vizsgálata és modellezése	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet
	A potenciális tároló- és fedőkőzetekben a magas nyomásviszonyok között lejátszódó áramlási-, oldódási-, fázisátalakulási- és hőjelenségek CFD alapú modellezése (hosszú távú terv 2014-től)	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet
<b>Biomassza</b>	Energiafűvek nehézfémfelvétele a talajból	ELTE Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék
<b>Szélenergia</b>	Lapátszög optimális állása a lapátvég alkalmas kialakítása mellett	hazai mérnökirodák MVM Hungarowind
<b>Napenergia</b>	Hőátvivő közegek termohidraulikai modellezése	
<b>Energiatárolás</b>	Szilárdtest elektrokémia folyamatok kutatása	ELTE Fizikai Kémia Tanszék MTA Wigner SZFI
	Tüzelőanyag cellák optimalizálása	ELTE Fizikai Kémia Tanszék MTA TTK
	Lítium elemek kapacitásnövelése	MTA Wigner SZFI MTA TTK MFA
<b>Hidrogéntárolás</b>	A hidrogén mennyiségének meghatározása fémes és egyéb	

	tárolóanyagokban	
<b>Hálózat modellezés</b>	A növekvő időjárásfüggő villamosenergia-termelés hálózati hatása, szükséges tárolókapacitások becslése	BME Villamosmérnöki és Informatika Kar
	Terhelési görbe és termelési menetrend összehangolása „okos” hálózati elemek fölhasználásával	BME Villamosmérnöki és Informatika Kar

**2. táblázat: Az EK alternatív energia és anyagtakarékosság, környezetterhelés csökkentési kutatási területei**

<b>Fő kutatási területek</b>	<b>Kutatási részterületek</b>	<b>A témában működő hazai intézmények</b>
<b>Biomassza hasznosítás</b>	Biogáz átalakítása szintézisgázzá (metán katalitikus száraz reformálása)	SZTE
<b>Napenergia</b>	Fotoelektrokémiai vízbontás katalizátorai Mesterséges fotoszintézis-vízoxidáció fémkomplexekkel Napelemek alapanyagainak vizsgálata	
<b>Energiatárolás, hidrogén előállítás és felhasználás</b>	Jód-kén ciklusú (Cu-Cl ciklusú) hidrogén előállítás, katalizátorai, hőellátás IV. generációs nukleáris reaktorról, kénmentesítés hidrogén mérlegének javítása	AEKI
	Hidrogén CO mentesítése PROX eljárással	MTA TTK AKI
<b>Gőz/gáz energiaátalakító rendszerek</b>	Szuperkritikus hűtőközeg és hatásának kitett szerkezeti anyagok vizsgálata	BME Nukleáris Technika Intézet
	Roncsolásmentes anyagvizsgálat gőz/gáz turbina lapátok integritásának monitorozása, anyagok fejlesztése	
<b>Környezetbarát eljárások</b>	Szervesanyag tartalmú víz, illetve szennyvíz hatékony tisztítása AOP (nagyhatékonyságú oxidációs eljárás, pl. ionizáló sugárzás) módszerekkel	
<b>Energia és anyagtakarékos technológiák</b>	Aerob szelektív katalitikus oxidációs folyamatok	
	Iparilag releváns kémiai reakciók in-situ követése a katalizátor anyagában	MTA TTK
<b>Feltörekvő technológiák</b>	Flexibilis szál-alapú nanogenerátorok	BAY
<b>Új generációs reaktorok és nukleáris hulladék-kezelés</b>	Nukleáris anyagok hatáskeresztmetszetek és egyéb nukleáris adatok mérése, magfizikai kutatások	MTA ATOMKI



**3. táblázat: A megújuló energiatermelési módszerek költség és társadalmi elfogadása elemzésének rövid távú feladatai**

<b>Fő kutatási területek</b>	<b>Kutatási részterületek</b>	<b>A témában együttműködő hazai intézmények</b>
<b>Fenntarthatóság feltételrendszerének bővítése</b>	Környezeti külső költség és költség-haszonelemzés, teljes társadalmi költségbecslés és többszemponútú döntési modellel történő értékelés	MTA SZTAKI
<b>Társadalmi elfogadást gátló demagógiák okainak feltárása</b>	Dunaszaurusz, Fukusima és más esetek kommunikációjának tanulságai	Duna-kutató Intézet és MTA TK Szociológiai Intézet

**A TT jóváhagyta 2013. június 18.**