

ZÖLD JÖVŐ

A megújuló energia felhasználása Magyarországon



**A zöld jövő nem egy
távoli álom, hanem egy
olyan cél, amelyért már
most tennük kell!**





TARTALOM

- 04 HONNAN JÖN AZ ENERGIA ÉS MERRE TART?
- 08 NAPENERGIA: AZ ENERGIAFORRADALOM FŐSZEREPLŐJE
- 12 A FÖLDGÁZKITETTSÉG A MÚLTÉ, A PANNON EGYETEM MUTATJA AZ UTAT EGY KISZÁMÍTHATÓBB JÖVŐ FELÉ
- 14 SZÉLENERGIA: MENNYIRE PÖRGETHETI FEL A JÖVŐNKET A SZÉL MAGYARORSZÁGON?
- 18 AZ ENERGIATÁROLÁS ÚJ KORSZAKA: HOGYAN RAKTÁROZZUK EL A NAP ÉS A SZÉL EREJÉT?
- 22 GEOTERMIKUS ENERGIA: KIAPADHATATLAN ERŐ A FÖLD MÉLYÉRŐL
- 24 ZÖLD HIDROGÉN: TISZTA ENERGIA VÍZBŐL ÉS MEGÚJULÓBÓL
- 26 ELEKTROMOS JÖVŐ AZ UTAKON – A KÖZLEKEDÉS ZÖLD FORRADALMA
- 30 VELÜNK EGYÜTT FORMÁLÓDIK A ZÖLD JÖVŐ
- 30 MIT TEHETSZ EGYÉNILEG A FENNTARTHATÓSÁGÉRT?



Felelős kiadó: Green Future Media Kft.

Szerkesztők: Lóránt Gergely, Szendőfi Bori

Tördelés: Czeglédi Zoltán

Fotók: freepik.com, envato.com, Pannon Egyetem, molgroup.info

Példányszám: 15.000 pld

Készült a Bakony-Balaton Régió Ifjúságért Alapítvány megbízásából és Magyarország Kormánya támogatásával!

HONNAN JÖN AZ ENERGIA ÉS MERRE TART?

Az energia kérdése már rég nem csak a fizikusok vagy mérnökök dolga – ma már mindenkit érint, akár észrevevesszük, akár nem. Az otthonod melege, a telefonod töltése, a vilamos mozgása, sőt még az is, hogy online nézhetsz videókat, mind az energiaellátástól függ. Emiatt fontos tudni, honnan származik az energia, amit nap mint nap használunk, hogyan jut el hozzánk, és mi lehet az, ami fenntartható módon biztosíthatja mindezt a jövőben is.

Fosszilis energia – kifutóban, de még mindig itt van

Az energiatermelés nagy része még mindig a fosszilis energiahordozókra épül. Ilyen a földgáz, a kőolaj és a kőszén – ezek a több millió évvel ezelőtt elpusztult növények és állatok maradványaiból, a föld mélyén jöttek létre. Amikor ezeket elégetjük, energiát nyerünk belőlük: segítségével fűtünk, közlekedünk, áramot termelünk, és működtetjük az ipart is.

Csak hogy ezekkel az a baj, hogy egyrészt végesek – a kutatók szerint a földgázból még nagyjából 60 évre elegendő készlet van, a kőolajból pedig akár 40-50 év múlva már nem lesz elég. Másrészt az égetésük során nagy mennyiségű szén-dioxid és más káros anyag kerül a levegőbe, ami hozzájárul a klímaváltozáshoz.

TUDDAD?

A földgáz előnye a többi fosszilis energiahordozóval szemben, hogy égése viszonylag tiszta, azaz kevesebb károsanyag-kibocsátással jár, mint a kőolaj vagy a kőszén égetése.

Megújuló energia – a jövő reménysége

Szerencsére nem csak ezekre az elhasználódó, szennyező forrásokra támaszkodhatunk. Vannak úgynevezett megújuló energiaforrások, amik mindig újratermelődnek a természetben – ilyen például a napfény, a szél, a víz mozgása, a föld belsejéből áradó hő, vagy éppen az élő növények és állati hulladékok, amit biomasszának hívunk. Előnyük, hogy kimeríthetetlen források, nem szennyezik a környezetet, és hosszú távon olcsóbbak, mint a hagyományos energiaforrások.

Kitermelésük során azonban sok kihívással kell szembenézni, mint például az időjárástól való kitettség (fű-e eleget a szél, süt-e eleget a nap), a magas beruházási költségek, illetve az energiátárolás kérdése, hiszen az adott idő alatt megtermelt energiát nem használják fel azonnal, így azt valahol el kell „raktározni”.

Atomenergia – se nem jó, se nem rossz?

Van még egy különleges kategória: az atomenergia. Ez sem fosszilis, sem megújuló, viszont nagyon hatékony. Az atomerőművek működése azon alapul, hogy az urán atomokat „szétbombázzák” neutronokkal, amiktől ezek kettéhasadnak, és közben hatalmas mennyiségű energia szabadul fel hő formájában. Ezt a hőt alakítják át elektromos árammá.

Az atomenergia előnye, hogy nem termel szén-dioxidot vagy más üvegházhatású gázt, így nem járul hozzá a globális felmelegedéshez. De ezzel is akadnak gondok. Egyrészt a folyamat során keletkező radioaktív hulladékot nagyon hosszú ideig – akár több ezer évig – biztonságosan kell tárolni. Másrészt, ha egy atomerőműben baleset történik, annak súlyos következményei lehetnek, ahogyan azt Csernobil vagy Fukushima esetében láthattuk.

Az energiaforrások megoszlása Magyarországon

Magyarország elsődleges energiaforrásai közé tartozik az atomenergia és a földgáz. Az áram jelentős részét a Paksi Atomerőmű állítja elő. Az atomerőművek működése során nem keletkezik szén-dioxid vagy más légszennyező anyag, ami azt jelenti, hogy az atomenergia bizonyos szempontból környezetbarát – legalábbis a klímaváltozás szempontjából. Viszont nem mindenki látja teljesen „zöldnek”, mert a működés során keletkező radioaktív hulladék biztonságos tárolása komoly kihívást jelent, ráadásul egy baleset kockázata sem elhanyagolható. Mindezek ellenére az atomenergia még mindig kevésbé terheli a környezetet, mint a fosszilis energiahordozók, például a szén, vagy a kőolaj.

A földgázt itthon elsősorban fűtésre, villamosenergia-termelésre és ipari célokra használják. A lakossági szektorban a földgáz az egyik legelterjedtebb fűtési forma, amely biztosítja a háztartások melegvízellátását és a fűtést a hideg hónapokban.

Sokáig a földgáz döntő része Oroszországból érkezett, de az orosz–ukrán háború miatt Magyarország is elkezdte diverzifikálni, vagyis több lábra állítani a gázbeszerzést. Ma már Törökországon és Azerbajdzsánon keresztül is érkezik gáz a Déli Gázfolyosón, de van hazai kitermelés is: például Berettyóújfalu vagy Sarkad környékén található aktív földgázkutak.

A földgáz a nagy vezetékrendszereken keresztül először a helyi gázfogadó állomásokra érkezik, innen aztán a városi elosztóhálózaton át jut el a felhasználókhoz vagy ipari termelésre.

TUDDAD?

A földgáz cseppfolyósított változata az LNG. Ez egy olyan technológia, amely lehetővé teszi a földgáz hatékony szállítását elsősorban hatalmas tankerhajókkal.

HONNAN JÖN AZ ENERGIA ÉS MERRE TART?

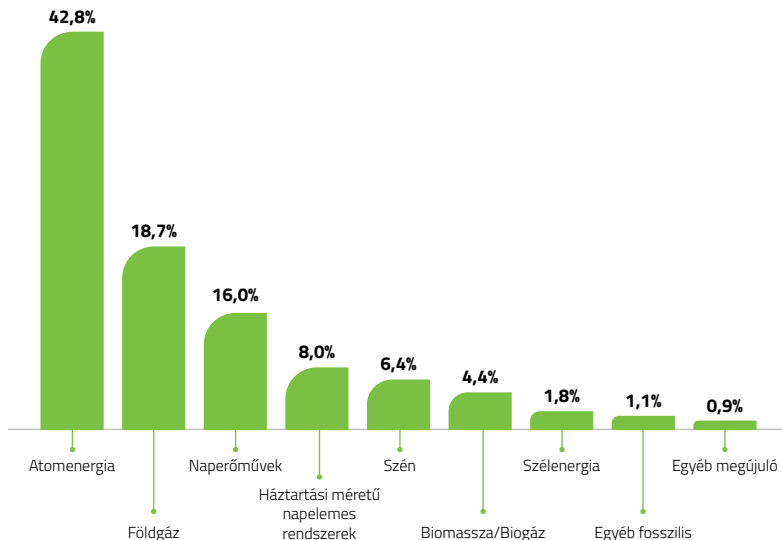
Magyarország energiamixében az atomenergia állt az első helyen 2024-ben, 42,8 százalékkal. Itt lényeges változás nem történt az előző évhez képest. A második és harmadik helyen viszont helycsere történt, miután a napelemek termelése 30 százalékos növekedéssel jelentősen megugrott, így a napenergia tavaly először megelőzte a földgázt, a termelésen belüli részesedése pedig elérte a 24 százalékot.

Aki egy napelemes rendszert telepített a házára, talán úgy érzi, hogy nagyon csekély mértékben járul hozzá az ország energiaellátásához, a sok kicsi azonban valóban sokra megy: 2024-ben ezek a háztáji napelemek a hazai termelés 8 százalékát biztosították, többet, mint a Mátrai Szénerőmű.

A földgáz a harmadik helyre szorult vissza, a szenes áramtermelés pedig 6,4 százalékra csökkent. Az ötödik helyen a biomassza/biogáz állt 4,4 százalékos aránnyal, ami 13 százalékos növekedés az előző évhez képest. A szélerőművek csupán 1,8 százalékát adták a megtermelt energiának.

Ábránkon áttekintheted, hogy a hazai villamosenergia-termelés milyen forrásokból származott 2024-ben.

Magyarország villamosenergia-termelése 2024-ben



Forrás: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal

Magyarország energiaellátási helyzete tehát komplex és kihívásokkal teli, de számos lehetőség áll előttünk, hogy fenntarthatóbb irányba tereljük. Zöld jövő című kiadványunkban a legfőbb megújuló energiaforrásokat és az azok által kínált lehetőségeket mutatjuk be.





NAPENERGIA: AZ ENERGIAFORRADALOM FŐSZEREPLŐJE

Az egykor jövőbe mutató lehetőségként kezelt napenergia ma már az egyik legfontosabb energiaforrássá nőtte ki magát hazánkban. Az évről évre bővülő naperőműparkok, valamint a lakosság körében egyre elterjedtebb tetőre szerelt rendszerek révén a napenergia meghatározó eleme lett a hazai energiamixnek.

Az utóbbi években sorra dőltek meg a termelési rekordok: a MAVIR adatai szerint 2025. június-ra 8000 megawatt fölé nőtt a hazai naperőművek összes beépített teljesítménye.

A megawatt (MW) a teljesítmény mértékegysége, amely azt mutatja meg, hogy egy adott erőmű mekkora energiát képes egy adott pillanatban előállítani. A 8000 megawattos összteljesítmény hatalmas szám, hiszen ez azt jelenti, hogy a naperőművek ideális napsütéses időben pillanatnyilag akár ekkora teljesítménnyel is működhetnek. Összehasonlításképpen: egy átlagos háztartás éves áramfogyasztása körülbelül 2-3 megawattóra (MWh), tehát ez az összteljesítmény egy óra alatt több ezer háztartás éves fogyasztásának megfelelő energiát tud előállítani.

Ezek az eredmények nem véletlenek: Magyarország földrajzi elhelyezkedése, és az évente jellemzően 2000–2100 napsütéses óra kedvező környezetet teremt a napenergia-hasznosításhoz. A technológiai fejlődés, valamint az állami és uniós támogatási programok révén egyre több szereplő számára válik elérhetővé a megújuló energiaforrás, amely hosszú távon nemcsak környezetbarát, hanem gazdaságos megoldás is lehet.

A FÉNY EREJE: HOGYAN MŰKÖDIK EGY NAPELEMRENDSZER?

A napenergia átalakítása elektromos árammá a fotovoltaikus elv alapján történik, amely lehetővé teszi, hogy a napfény közvetlenül villamos energiává alakuljon. A napelemek szilícium alapú cellái a fény hatására elektronokat szabadítanak fel, ezek mozgása hozza létre az egyenáramot. Ezt az áramot egy inverter nevű eszköz alakítja át a háztartásokban és ipari létesítményekben használatos váltakozó árammá.

A családi házakra szerelt rendszerek jellemzően a háztartás áramfogyasztását fedezik részben vagy egészben, míg a nagy teljesítményű, mezőgazdasági területeken vagy ipari parkokban telepített naperőművek sokkal nagyobb mennyiségű energiát állítanak elő, amit az országos áramhálózatba táplálnak be. Így válik a napsugárzásból nyert energia a mindennapi életünk egyik alappillérvé.

SORRA DÖLNEK MEG A NAPENERGIA-REKORDOK MAGYARORSZÁGON

Magyarország az elmúlt években jelentős előrelépést tett a napenergia-termelés terén. A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség statisztikája szerint 2015 és 2024 között Európában a magyar megújuló beépített teljesítmény bővült a legnagyobb arányban, több mint nyolcszorosára. 2024-ben a naperőművekből származott a belföldi áramtermelés negyede, ez a legmagasabb érték a világon.

TUDTAD?

Ha az összes Földre érkező napsugárzást fel tudnánk használni, akkor egyetlen óra alatt érkező napenergia (430 exajoule) elegendő lenne ahhoz, hogy a Föld teljes éves energiaigényét fedezze.



IPARI NAPELEM RENDSZEREK

A nagyobb ipari létesítmények 2025. július 1-jén a 13 óra utáni negyedórában 4011 megawatt zöldáramot állítottak elő, ezzel a rekorddal először lépték túl a termelésben is a 4000 megawattot. A csúcsot érő időszakban önmagukban az ipari naperóművek a hazai áramfelhasználás 90 százalékát fedezték.

A nagyobb nál nagyobb napelemparkok sorra „nőnek ki a földből” Magyarországon. A MAVIR adatai szerint 2024. augusztus elejéig összesen 3688 megawattnyi ipari naperóművet helyeztek üzembe hazánkban. Jelenleg mintegy 5000 megawattnyi, ipari méretű naperóműre van érvényes engedély, amelyek 2026-ig rá fognak csatlakozni a hálózatra.

Az eddigi legnagyobb hazai naperóművet a Heves vármegyei Szihalomban adták át 2024 szeptemberében.

A 121 futballpálya méretű napelempark 105 ezer napelemből áll, teljesítménye évente átlagosan 45 ezer háztartás áramszükségletét tudná fedezni.

Működése 24 ezer tonna szén-dioxid megtakarítását teszi lehetővé. Ez egyenértékű 4 ezer 800 hektáros erdő szén-dioxid elnyelésével.

Emellett számtalan kisebb teljesítményű naperómű termelése adódik össze, Veszprém vármegyében például az MVM csoport több napelemparkja működik, így Várpalotán, Öskүн, Nagyvázsonyban és Veszprémben, melyek éves szinten több ezer háztartás energiaigényét képesek fedezni.

TUDDAD?

A világ legnagyobb naperóműve jelenleg a Bhadla Solar Park Indiában, amely Rajasthan állam sivatagos területén található, mintegy 57 négyzetkilométert ölel fel. Ez a hatalmas létesítmény 2,245 GW beépített kapacitással rendelkezik, így a világ legnagyobb egybefüggő napenergia-termelő létesítményének számít és több millió háztartás számára biztosít energiat.

HÁZTARTÁSI NAPERÓMŰVEK

A lakosság számára elérhető a Napenergia Plusz Program támogatásának segítségével a háztartásokban működő napelemes rendszerek száma átlépte a 300 ezret. Ezzel már meghaladtuk a korábbi becslések alapján 2030-ra kalkulált 200 ezres átlomány felszeresét is.

A háztartási méretű naperóművek (HMKE) teljesítménye nem elhanyagolható, 2024 végén már mintegy 2700 megawattnyi potenciállal rendelkeztek.

Számos cég és intézmény, például a Pannon Egyetem is telepített saját célra termelő napelemes rendszert (SCTE), belső energiaigényei egy részének fedezésére. (A Pannon Egyetem zöldenergia fejlesztéseiről bővebben is olvashatsz a még a füzetben.) A napenergia használata nemcsak a pénztárcánkat kíméli, hanem bolygónkat is: csökkenti az ökológiai lábnyomot, hiszen a megújuló energiaforrások használata kevesebb szén-dioxid-kibocsátással jár. Az otthoni napenergia-rendszerek terjedésével és az ipari napelemparkok bővítésével Magyarország egyre közelebb kerül ahhoz, hogy zöldebb, fenntarthatóbb jövőt építsen.

A FÖLDGÁZKITETTSÉG A MÚLTÉ, A PANNON EGYETEM MUTATJA AZ UTAT EGY KISZÁMÍTHATÓBB JÖVŐ FELÉ

A Pannon Egyetem szlogenje, amely szerint a veszprémi felsőoktatási intézmény a „fenntarthatóság egyeteme” kíván lenni, egy jól látható, de leginkább a fogyasztás és a rezsizsámlák csökkenésében mérhető bizonyítást nyert. Az országban egyedülálló módon sikerült elérni azt, hogy a legnagyobb veszprémi kampuszuk leválhasson a gázszolgáltatásról, az energia pedig kizárólag elektromos áram formájában érkezik, részben a saját napelemeikből. Az elmúlt éveket a folyamatos tervezés, számítások sokasága és az európai régió szempontjából is figyelemre méltó építkezés jellemezte. Az utat Veszprémben megmutatták egy fenntarthatóbb intézményi működés felé, a jövőben másokon a sor, hogy rálépnek-e.



Csillag Zsolt, az egyetem kancellárja - Fotó: Pannon Egyetem

Egy háztartás életében jelentős mérföldkő az, amikor a végére érnek sorozatos energetikai beruházásainak. Új nyílászárókat építenek be, az épület megkapja a szigetelését, a tetőn pedig felsorakoznak a napelemek. Így együtt, ezek a műszaki megoldások segítenek még hatékonyabbá tenni az energia felhasználását, ami már nem, vagy nemcsak a gázvezetékekből érkezik, hanem tisztán elektromos áram formájában jelenik meg az épületben. Ezzel párhuzamosan megérkezik az első rezsizsámlák is, amelyek így már kisebb összeggel terhelik meg a család pénztárcáját.

Magyarországon az elmúlt másfél évtized meredeken emelkedő görbét rajzol ki a napelemes beruházások tekintetében, azzal pedig, hogy a villamosenergia-termelés huszonöt százalékát napelemek biztosítják, az ország a világ élbolyába került ezen a területen.

A lakossági beruházások viszont csak az egyik szeletét adják annak a nagy kördiagrammnak, ami a fogyasztókat összesíti. Vállalkozások, különböző intézmények és nem utolsósorban az egyetemek is jelen vannak az energiapiac felhasználói között, akikre a szabályok ugyanúgy érvényesek, mint bármelyik háztartásra: egy jól átgondolt és technológiailag megalapozott beruházás után csökkenhet a felhasználás a mértéke, a piaci kitettség és az anyagi teher egyaránt. Ezt a szemléletet követve a Pannon Egyetem olyan beruházássorozaton van túl, amivel sikerült elérnie, hogy az országban elsőként a központi kampusza teljes egészében leváljon a gázhálózatról.

A felsőoktatási intézmény összesen négy dunántúli városban van jelen képzéseivel. Ajka, Nagykanizsa és Zalaegerszeg mellett Veszprémbe, az egyetem székhelyén folyik a tudományos és oktatói munka. Ezek közül utóbbinál, a belváros szívében működő kampuszánál sikerült egy több lépcsőből álló energetikai és infrastrukturális fejlesztéssel megvalósítani azt a beruházást, ami megadhatja a stabilitást a későbbi építkezéshez.

„A Pannon Egyetem hetvenöt éves fennállása alatt még nem volt ekkora volumenű és forintértékű beruházás, mint ami most készült el!” – mondta Csillag Zsolt, az egyetem kancellárja, aki már az indokok felsorolásánál is számos tényezőre kitért, amelyek miatt 2018-ban belevágtak a projektbe. „Az energetikai berendezéseink közül több egyidős volt az egyetem-

mel. Arról nem is beszélve, hogy az alsó kampusz épületeinek energetikai adottságai különbözőek voltak. Lépnünk kellett, mert a folyamatos amortizáció miatt az idővel is versenyfutásban voltunk.” A fűtési-rendszer korszerűsítésénél viszont először még ugyanúgy földgázban gondolkodtak, amíg a begyűrtű energiaviálság ébresztőt nem fújt. Ekkor kellett egy éles kanyart venni a már zajló projekt esetében is. „Mindenki látta, hogy a földgáztól való függés mekkora bizonytalanságot okoz egy olyan ország életében, ahol nincsenek jelentős kitermelőhelyek. Az ellátást, ezzel együtt az árakat is olyan események is befolyásolhatják, amelyekre nekünk itthonról nincs ráhatásunk. Egy új gázvezeték kiépítése pedig nem megy egyről a kettőre. Ezzel szemben elektromos áramot jellegeből adódóan bárhol tudunk vásárolni, sőt, akár magunk is elő tudjuk állítani. Ezért újra terveztük a műszaki paramétereket, és amíg a nyílászárók cseréje és a szigetelés zajlott, kitaláltuk, hogyan tudjuk tisztán elektromos áram felhasználásával megoldani a működésünket”

A beruházás volumenére jó példa, hogy az új hőszivattyúkat biztosító japán Daikin cég vezető szakemberei személyesen látogattak el Veszprémbe, hiszen Közép-Kelet Európában ekkora nagyságrendű kétfélcpsős hőszivattyús rendszer kiépítésében még nem voltak érintettek.

Összesen tizenötezer négyzetméternyi felületen szigetelték le és cserélték ki a nyílászárókat a kampusz hat épületén, ugyanekkor a részen újult meg a környék zöldfelülete, valamint tizenhatezer négyzetméteren a burkolat is, miközben a tetőre napelemeket szereltek fel, ezzel is függetlenedve a labilis energiapiactól. Sőt, a tudatos tervezésnek köszönhetően az egyetem beruházása magával vont több meghatározó városi fejlesztést is. Így készült el a Pannon Egyetem alsó kampuszán egy új mélygarázs is, aminek a tetejére sportpályát álmodtak és építettek meg csaknem kétezer négyzetméternyi területen, továbbá a kampusz tőszomszédságában elterülő belvárosi zöldövezet, az Erzsébet-liget is megújulhatott, miközben lebontották azt a kerítést, ami eddig képletesen és a valóságban is elválasztotta a felsőoktatási intézményt a városi körforgástól.

Az egyetem energetikai beruházásai, valamint a környező területek zöld- és sportrehabilitációja összesen közel bruttó húszmilliárd forintba került, amit ismét egy több lábon álló finanszírozási konstrukció biztosított. Egyrészt az egyetem saját forrásai, másrészt a magyar állammal kötött közfeladat-finanszírozási szerződésben foglalt hozzájárulás, elnyert KEHOP-pályázat forrása, valamint a Veszprém-Balaton 2023 Európa Kulturális Fővárosa projekt során elnyert pályázati támogatás.

„Az energiafogyasztásunk a korábbiakhoz képest az ötödére esett vissza, ami a rezsizsámlák körülbelül ötven százalékos csökkenését jelenti. Hogy ez mekkora municiót ad a későbbi fejlődésünkhöz, arra jó példa, hogy a megtakarítást százmilión nagyságrendben lehetett mérni már az első évben.”

Csillag Zsolt és a Pannon Egyetem vezetése viszont nem tervez megállni egy kampusz felújításánál. A lehetőségeket és realitásokat szem előtt tartva szeretnék elérni, hogy 2030-ra az egyetemnek az összes városban, az összes kampuszában véghez vigye azokat a fejlesztéseket, amik előtt mintaprojektként a veszprémi sikertörténet áll.



Fotó: Pannon Egyetem

SZÉLENERGIA: MENNYIRE PÖRGETHETI FEL A JÖVŐNKET A SZÉL MAGYARORSZÁGON?

A szélenergia az egyik legígéretesebb megújuló energiaforrás, ráadásul működése meglepően egyszerű: a szél mozgásba hozza a szélturbinák lapátjait, ezek pedig egy generátort hajtanak meg, amely villamos áramot termel. Nincs szükség benzinre, szénre vagy gázra, így károsanyag sem kerül a levegőbe. A szél ráadásul „ingyenes” – nem kell bányászni, nem fogy el, és még számlát sem küld róla senki.

Míg régen a szélerőművek csak a szeles tengerparti országokban voltak igazán hatékonyak, a technológiai fejlődésnek köszönhetően ma már olyan helyeken is megéri szélturbinákat telepíteni, ahol a szélviszonyok nem tökéletesek. Ez különösen fontos lehet Magyarország számára, hiszen, bár nincsenek nálunk extrém erős szelek, a modern szélerőművek már alacsonyabb szélsebességnél is képesek jelentős mennyiségű energiát termelni.

2024: A FORDULAT ÉVE MAGYARORSZÁGON

Hazánk szélenergiája sokáig kihasználatlan maradt, sőt, szinte teljesen leállt a szélerőművek telepítése, részben a szigorú szabályozások miatt. Azonban 2024 januárjában új szabályozások léptek életbe, amelyek sokkal kedvezőbb feltételeket biztosítanak a szélerőművek telepítésére. Az új előírások szerint a védőtávolságot 700 méterre csökkentették, ami az európai átlaghoz igazodik. Ez a változás lehetővé teszi, hogy a szélerőművek közelebb kerüljenek a településekhez, anélkül, hogy zajártalmat vagy látványproblémát okoznának a lakosságnak.

A szélenergia felhasználását elősegíthetik azok az új technológiák is, melyek gyengébb szelek mellett is hatékonyan tudnak energiát termelni. Az új, nagyobb kapacitású turbinák akár 4–4,5 megawatt teljesítményűek is lehetnek, ami 30–40 százalékkal növelheti a szélerőmű által termelt energia mennyiségét. A szabályozás enyhítése után több nagy energiavállalat – köztük az MVM, az E.ON Hungária és más nemzetközi szereplők – jelezte, hogy vizsgálják új szélerőmű-projektek indítását Magyarországon.

2024 második felére több előkészítési fázisban lévő projekt is megjelent, főleg Győr-Ménfőcsanak és Mosonmagyaróvár környékén, ahol a szélviszonyok a legkedvezőbbek, valamint Bács-Kiskun és Csongrád-Csanád vármegyében, ahol a síkvidéki adottságok és a közelben lévő villamosenergia-hálózat is lehetővé teszi a csatlakozást. Ezek a projektek még nem érték el kivitelezési fázisba, de 2025–2026-ra több engedélyezett beruházás várható, főként nagyobb, 4 MW feletti turbinákkal.

VAN ELÉG SZÉL MAGYARORSZÁGON?

Magyarországot gyakran alábecsülik szélviszonyai miatt, ám valójában az ország szélpotenciálja átlagosnak mondható Európában. A legtöbb szélerőmű az ország északnyugati részén, Győr-Ménfőcsanak és Mosonmagyaróvár környékén, különösen Mosonmagyaróvár és Moson-szolnok környékén található. Ez a terület kedvező szélviszonyokkal rendelkezik, mivel az Alpok és a Kisalföld közelsége miatt itt gyakrabban alakulnak ki olyan légmozgások, amelyek elegendő energiát biztosítanak a szélturbinák hatékony működéséhez.



TUDDAD?

A világ legnagyobb szélturbinája 280 méter magas, amely nagyjából három futballpálya hosszának felel meg. Rotorjának átmérője 260 méter, ami 152 méterre nyúlik a magasba. A kínai Three Gorges Corporation által fejlesztett szélbina 34,2 kilowattóra energiát termel, és egyetlen forgással képes elegendő energiát termelni ahhoz, hogy egy átlagos háztartást akár nyolc napig ellásson árammal.

SZÉLENERGIA: MENNYIRE PÖRGETHETI FEL A JÖVŐNKET A SZÉL MAGYARORSZÁGON?

TÖBB TISZTA ENERGIA, A KÖRNYEZET MEGÓVÁSA MELLETT

2024 elején 41 darab szélérőmű működött Magyarországon, összesen 330 MW beépített kapacitással, ami nem túl sok. Ezzel a hazai energiamixben a szélenergia csupán egy nagyon kis szeletet, 1,8 százalékot tesz ki a hazai energiamixben – vagyis az összes megtermelt energia 1,8 százaléka származott 2024-ben a szélből.

A cél az, hogy az új szabályozásnak köszönhetően 2030-ig feltornásszák a kapacitást 1 gigawattra, de egyes szakértők szerint elérhető a 4-5 gigawattos kapacitás is.

Az új szélérőművek telepítésénél természetvédelmi feltételek is teljesülnek. Ez igen fontos, lévén, a szélérőműveket sok támadás éri emiatt. Az új szabályok azt írják elő, hogy az országos ökológiai hálózat övezetében (pl. természetvédelmi területek, Natura 2000 területek, ökológiai folyosók), valamint tájképvédelmi szempontból kiemelten kezelendő terület övezetében nem lehet szélérőművet létrehozni, csak attól 700 méteres védőtávolságban.

TUDDAD?

A világon a legtöbb szélérőmű Kínában található, különösen a belső-mongóliai, északnyugati és part menti régiókban. A második legtöbb szélérőmű az Egyesült Államokban található, ahol Texas, Iowa és Oklahoma államok vezetik a listát a szélenergia-kapacitás terén. Európában Németország, Dánia és az Egyesült Királyság használja ki legnagyobb mértékben a szélenergiát.

Az egyes települések pedig maguk dönthetik el, szeretnék-e szélérőművet a közigazgatási területükön, így a közösségek is részt vehetnek a döntéshozatalban. A társadalmi elfogadottság és az edukáció is fontos szerepet játszik abban, hogy a szélérőművek pozitív fogadtatásban részesüljenek, így egyre több szervezet dolgozik azon, hogy minél több ember megértse a zöldenergia előnyeit. Workshopok és oktatási programok segítenek abban, hogy a lakosság, különösen a fiatalabb generációk, jobban megértse a szélenergia fontosságát és fenntarthatósági szerepét.



AZ ENERGIATÁROLÁS ÚJ KORSZAKA: HOGYAN RAKTÁROZZUK EL A NAP ÉS A SZÉL EREJÉT?

A megújuló energiaforrások, mint a korábbiakban bemutatott nap- és szélenergia, kulcsszerepet játszanak a fenntartható jövő megteremtésében. Csakhogy ezek a források nem mindig állnak rendelkezésre akkor, amikor épp szükség lenne rájuk: felhős időben nem süt a nap, szélcsendben nem forognak a turbinák. Ezért vált mára az energiatárolás kérdése az egyik legfontosabb technológiai kihívássá – és egyben a megújuló energiaforradalom sikerének kulcstényezőjévé. A következőkben bemutatjuk a legújabb és legígéretesebb energiatárolási módszereket, köztük a zöld hidrogént, a vanádium-reduktív áramlásos akkumulátort és más modern technológiákat.

MIÉRT NÉLKÜLÖZHETETLEN AZ ENERGIATÁROLÁS?

A szél- és napenergia termelése erősen időjárásfüggő, ezért ingadozó teljesítményt ad. Ezzel szemben a fosszilis erőművek folyamatos áramtermelésre képesek, amíg van utánpótlás. Ahhoz, hogy a megújulók versenyképessé váljanak, szükség van olyan tárolási rendszerekre, amelyek képesek elraktározni a felesleges energiát, és akkor visszaadni, amikor a legnagyobb szükség van rá. Ezek az eszközök nemcsak a hálózat megbízhatóságát növelik, hanem lehetővé teszik az energiaáramlás rugalmasabb szabályozását is – például a csúcsidőszakok tehermentesítésével.

ZÖLD HIDROGÉN, MINT ENERGIATÁROLÓ

A hidrogénről egyre többször hallunk, mint a jövő tiszta üzemanyagáról, de az energiatárolásban is fontos szerepet kaphat. Gyakorlatilag egyfajta „energiakonzervként” működik: a megújuló forrásokból – például nap- vagy szélenergiából – származó többletáramot vízbontásra, azaz elektrolízisre használják, amelynek során zöld hidrogén keletkezik. Ezt a hidrogént el lehet tárolni, majd később, amikor szükség van rá, például üzemanyagcellákon keresztül újra elektromos energiává alakítani.

A hidrogén hatalmas előnye, hogy nagy mennyiségű energiát képes tárolni viszonylag hosszú időn keresztül, ami különösen hasznos lehet például a téli időszakban, amikor a napsütéses órák száma csökken. Emellett a hidrogént különböző formákban lehet tárolni – sűrített gázzá alakítva vagy folyékony hidrogénként –, és szállítani is viszonylag egyszerű, így akár távoli helyszínek energiaellátására is használható.

HIDROGÉNÜZEMEK MAGYARORSZÁGON

A magyar hidrogénstratégia két nagy hidrogénvölgyet jelöl ki, az egyik a Dunántúlon van, a másik pedig Észak-Kelet-Magyarországon. Utóbbi helyen, pontosabban Bükkábrányban működik az egyik legjelentősebb hidrogénüzem az MVM és a Bükkábrányi Energiapark Zrt. közös projektjeként. Itt a 32 hektáron telepített 65 ezer napelempanel által termelt energia segítségével állítanak elő zöld hidrogént. Külön kutatási projektben vizsgálták, hogyan lehet a leghatékonyabban összekapcsolni egy naperőművet és egy hidrogént előállító berendezést. A megtermelt légnemű anyagot hosszúknál tartályokban tárolják, akár hosszú távra.

Emellett a Mol is komoly beruházást hajtott végre: Százhalombattán, a vállalat finomítója mellett Kelet-Közép-Európa eddigi legnagyobb zöldhidrogén-üzeme működik, 10 megawatt kapacitással. A létesítmény évente 1600 tonna tiszta hidrogént termel, amelyet elsősorban üzemanyaggyártás során hasznosítanak – mindezt megújuló áramforrás segítségével.



Fotók: molgroup.info

AZ ENERGIATÁROLÁS ÚJ KORSZAKA: HOGYAN RAKTÁROZZUK EL A NAP ÉS A SZÉL EREJÉT?

Az energiatárolás új korszaka: vanádium redox áramlásos akkumulátor

A vanádium redox áramlásos akkumulátor (Vanadium Redox Flow Battery, VRFB) egy másik ígéretes megoldás a nagy mennyiségű megújuló energia tárolására. A rendszer két tartályban tárolja az elektrolit oldatokat, amelyek a vanádium különböző oxidációs állapotaiban képesek energiát felvenni és leadni. Mindez zárt ciklusban történik, így az akkumulátor hosszú élettartamú, és a töltések során alig veszít a kapacitásából.

A VRFB-k egyik legnagyobb előnye, hogy hosszú élettartamúak és a kapacitásukat nem vesztik el olyan gyorsan, mint a hagyományos lítium-ion akkumulátorok.

Ráadásul a vanádium oldatok könnyen újratölthetők, így gyakorlatilag végtelen számú töltési ciklusra képesek. Ezért ideálisak nagy mennyiségű energia tárolására, például nagy szélerőművek vagy napelemparkok esetében. Az energiát 4-6 órán át tárolják, azaz ideálisak arra, hogy a napközben termelt, de el nem fogyasztott többletenergiát az esti csúcscsidőben használják fel.

Magyarországon eddig egyetlen VRFB-telep működik, Öskүн.

A vanádium alapú hibrid villamosenergiatárolót az Idoena Zrt. a Pannon Egyetem és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem közreműködésével valósította meg egy kutatás-fejlesztési projekt keretében. Ez a projekt annyira sikeresnek bizonyult, hogy már tervben van egy újabb, ötször nagyobb léptékű projekt megvalósítása, amely szintén Öskүн fog megépülni. A rendszer jelenleg 4-6 órán keresztül tárolja a stabilan az energiát, a cél az, hogy 10-12 órára növeljék a zöldenergia tárolási időt.

Lítium-ion: a leggyakrabban használt akkumulátor

A lítium-ion technológia már sokak számára ismerős lehet: okostelefonjaink, laptopjaink, sőt elektromos autók is ezekkel működnek. Az előnyeik egyértelműek – nagy energiasűrűség, könnyű súly és viszonylag gyors töltési és kisütési idő –, éppen ezért terjedtek el széles körben. Nemcsak otthoni használatra, hanem egyre inkább az energiaszolgáltatók is alkalmazzák őket nagyobb léptékű energiatároló rendszerekben. Magyarországon például Tiszajenőn és Százhalombattán is van ilyen, és terveznek lítium-ion energiatárolót Tatabányán is.

A lítium-ion technológia előnye, hogy a rendszer gyorsan tud energiát biztosítani, ami ideálissá teszi a csúcscsidőszakokban fellépő áramingadozások kezelésére.

Azonban van egy hátránya is: a lítium egy viszonylag ritka és drága anyag, a bányászata pedig nem környezetbarát.

Emellett a lítium-ion akkumulátorok kapacitása az évek során fokozatosan csökken, így korlátozott élettartammal rendelkeznek. Ennek ellenére a technológia jelenleg még mindig az egyik legmegbízhatóbb és legelterjedtebb megoldás az energiatárolás terén, különösen akkor, ha kisebb tárolási igényekről van szó.

Intelligens megoldás: energiamegosztás okoshálózatokon keresztül

Egy másik előremutató megközelítés az úgynevezett „okoshálózatok” vagy smart grid rendszerek kiépítése. Ezek lehetővé teszik, hogy a háztartások és vállalkozások, amelyek

saját nap- vagy szélenergiát termelnek, a megmaradó áramot visszatáplálják az országos hálózatba. Ez nemcsak hatékonyabb energiafelhasználást tesz lehetővé, hanem azt is, hogy a megtermelt zöld energia ne vesszen kárba, hanem más felhasználókhoz is eljusson.

Az ilyen rendszerek különösen alkalmasak arra, hogy kezeljék a megújuló energiaforrásokból származó napi csúcsokat és völgyeket. Ráadásul közösségi energiatárolási megoldásokat is kínálnak, ahol a decentralizált rendszer rugalmasságot és biztonságot ad a fogyasztók kezébe

Merre halad az energiatárolás jövője?

Az energiatárolás technológiája rohamosan fejlődik, és egyre több innovatív megoldás bukkan fel a színen. Például kutatók kísérleteznek gravitációs energiatárolással, ahol egy nagy súlyt emelnek fel, amikor energiafelesleg áll rendelkezésre, majd ezt a súlyt leengedve energiát nyernek vissza. Emellett a sűrített levegős tárolás is ígéretes lehet, ahol nagy tartályokban tárolják a sűrített levegőt, amit szükség esetén visszaalakítanak energiává.

A jövő valószínűleg nem egyetlen technológia köré fog épülni, hanem többféle energiatárolási rendszer együttes alkalmazásával biztosítjuk a stabil és megbízható ellátást. Magyarországon a cél az, hogy 2030-ra elérjük az 1 GW-os energiatárolási kapacitást.



Fotó: molgroup.info

GEOTERMIKUS ENERGIA: KIAPADHATATLAN ERŐ A FÖLD MÉLYÉRŐL

A Föld belsejében hatalmas energia halmozódott fel, hő formájában, melyet az emberiség már évezredek óta ismer és használ – ez a geotermikus energia, mely bolygónk természetes hőjéből ered. A földkéreg vékony rétegein keresztül tör a felszínre, vagy mesterségesen, mélyfúrások segítségével nyerhető ki. A geotermikus energia nemcsak megújuló és környezetbarát, de éjjel-nappal elérhető – ellentétben például a napsütéssel vagy a széllel. Magyarország számára a geotermikus energia különösen fontos, hiszen az ország földrajzi adottságai az egyik legjobb alapot nyújtják ennek kiaknázására Európában.

MI TÖRTÉNIK A FÖLD BELSEJÉBEN?

A Föld belső hője három fő forrásból származik: a bolygó keletkezéséből megmaradt hőből, a radioaktív elemek (például urán, tórium) bomlása által keletkező hőből, valamint a magma (olvadék közetek) mozgásából. A geotermikus energia kinyerése során a földkéregben lévő meleg vizet vagy gőzt szivattyúzzák a felszínre, ahol ezt fűtésre, energiatermelésre vagy egyéb célokra hasznosítják.

Az alábbi célokra alkalmazzák a leggyakrabban Magyarországon:

- **Távfűtés** – Az utóbbi évtizedekben több magyar település is áttért a geotermikus energia alapú fűtésre, csökkentve ezzel a fosszilis energiahordozók iránti igényt. Hőmezőváshely az egyik legsikeresebb példa hazánkban, ahol a távfűtési rendszer nagy részét már termálvíz biztosítja. Emellett Miskolcon van az ország egyik legnagyobb geotermikus távfűtési projektje, ebben a városban a mintegy 55 százalék a geotermikus energia aránya az energiamixben. Veszprém vármegyében a tervezési fázisban van több geotermikus energian alapuló projekt is. Ajkán 2024-ben készült el a megvalósíthatósági tanulmány egy új geotermikus távfűtési rendszerre. A cél: több száz lakás és középület ellátása földhővel. Hasonlót terveznek Pápán és Tapolcán is, ahol a közintézményekben váltanának át a földhő alapú fűtésre.
- **Termálfürdők és turizmus** – Magyarországon a termálvízkészletek a geotermikus energia legkézzelfoghatóbb példái. Az országban több mint 1300 termálvizet regisztráltak, amelyekből mintegy 500-at jelenleg is aktívan használnak. A legismertebb termálfürdők, mint a Széchenyi és a Gellért Budapesten, vagy a Hévízi-tó, a világ egyik legnagyobb természetes termáltava.
- **Üvegházak:** Szentes és Kistelek térségében több hektáros üvegházakban természetnek zöldséget a geotermikus hő segítségével – egész évben, környezetbarát módon.
- **Villamosenergia-termelés** – Magyarországon a geotermikus energia villamosenergia-termelésre történő közvetlen felhasználása egyelőre nem terjedt el jelentősen, mivel ehhez legalább 150 °C-os hőmérsékletű források szükségesek, amelyek ritkábban fordulnak elő nálunk. Ugyanakkor a kutatások folynak ezen a területen, és az olyan régiók, mint például a dél-alföldi és dél-dunántúli termálmedencék, potenciálisan alkalmasak lehetnek ilyen célokra.

MAGYARORSZÁG, A GEOTERMIKUS NAGYHATALOM

Tudtad, hogy Magyarország geotermikus nagyhatalomnak számít Európában? Bár nem vulkánok tetején élünk, mint Izland lakói, hazánk földrajzi adottságai kiválóak a geotermikus energia hasznosítására. A Kárpát-medencében ugyanis a földkéreg vékonyabb, mint Európa más részein – átlagosan 24–26 km vastag, míg máshol 30–35 km –, ezért a Föld belső hője közelebb van a felszínhez. A geotermikus gradiens, amely azt mutatja meg, hogy a hőmérséklet a mélységgel mennyit emelkedik, Magyarországon átlagosan 45 °C/km, ami jóval meghaladja az európai átlagot, az ugyanis csupán 30 °C/km.

A geotermikus energia kihasználtsága Magyarországon még messze elmarad attól, amit az ország adottságai lehetővé tennének.

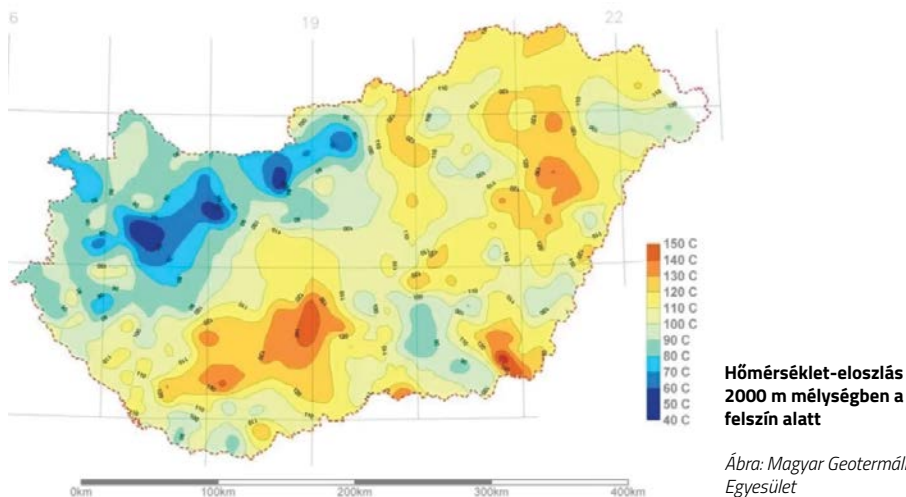
A geotermikus energia közvetlen hasznosításában Magyarország hosszú évek óta Európa első öt állama között található, de a rendelkezésre álló potenciálra alapozva még tovább fokozható a helyben elérhető erőforrás felhasználása. Az országos potenciált 2500 MW termikus kapacitásra becsülik, aminek csak töredékét használjuk ki jelenleg.

Fordulópont: 2030-ig megduplázódhat a geotermikus energia felhasználása

A kormány 2024-ben kidolgozta a Nemzeti Földhő Stratégiát, mely a magyar zöldgazdaság húzóágazatává teheti a geotermiát. A Nemzeti Földhő Stratégia alapvető célja, hogy a jelenleg 6,4 petajoule (PJ) hazai energetikai felhasználás már 2026-ig ötödével (8 PJ-ra), a következő évtized elejére pedig a bázisérték duplájára (12-13 PJ-ra) növekedjen. Ez által a 6,5 százalékról 25-30 százalékra emelkedhet a geotermikus energia részesedése a teljes hőtermelésből.

Az új hasznosítások 1-1,2 milliárd köbméter földgázt válthatnak ki 2035-ig és mintegy 2,5-3 millió tonnával mérsékelhetik a hazai üvegház hatású gázok kibocsátását.

Az eredmények gyors elérése érdekében az állam nagyobb szerepet vállal a geotermikus energia kutatásában és hasznosításának támogatásában. Összesen 165 milliárd forint támogatást adnak a beruházásokra, azok jellegéhez igazodva. Megkönnyítik a fúrások, hőközpontok, vezetékhálózatok megvalósítását, valamint ösztönzik a geotermikus településfűtés elterjesztését. Létrejött a Magyar Geotermia Klaszter is, mely az országos geotermikus kutatási programért felel.



MÓRAHALOM: AZ ELSŐ „ZÖLD VÁROS” MAGYARORSZÁGON

A dél-alföldi kisvárosban a geotermikus alapú energiatermelésnek köszönhetően az önkormányzati intézményekben már egyáltalán nem használnak gázkazánt. Évente egymillió köbméter termálvizet termelnek ki, amely jelentős részét visszajuttatják, a fennmaradó mennyiség elhelyezésére pedig külön projekt indult. A városban a napenergiát is nagy mértékben hasznosítják.

ZÖLD HIDROGÉN: TISZTA ENERGIA VÍZBŐL ÉS MEGÚJULÓBÓL

A zöld hidrogén az egyik legnagyobb reménység a fenntartható energiaforradalomban. Ahogy világszerte egyre sürgetőbbé válik a fosszilis energiaforrásokról való átállás, a tiszta, karbonsemleges alternatívák iránti kereslet is nő. A zöld hidrogén nemcsak az ipar és közlekedés szén-dioxid-kibocsátásának csökkentésében játszhat döntő szerepet, hanem akár a globális energiatárolásban is kulcspozícióba kerülhet. De mit is jelent pontosan a „zöld hidrogén”, hogyan állítják elő, és miért számít egyre fontosabbá a modern iparban és közlekedésben?

Miért zöld a zöld hidrogén?

A hidrogén nem új dolog: az univerzum leggyakoribb eleme, és már régóta használják különböző ipari folyamatokban. Azonban a „zöld” jelző azt jelenti, hogy az előállítása során nincs szén-dioxid-kibocsátás, vagyis környezetbarát. A hagyományos hidrogén-előállítási módszerek, például a földgázból történő kivonás, jelentős mennyiségű szén-dioxidot termelnek – ezt nevezik szürke hidrogénnek. Ezzel szemben a zöld hidrogént elektrolízissel állítják elő, méghozzá megújuló energiák, például nap- vagy szélerőenergia felhasználásával. Az elektrolízis során a vízmolekulák (H_2O) elektromos áram hatására oxigénné és hidrogénné bomlanak. Ha az ehhez szükséges elektromos áramot megújuló energiaforrásokból nyerik, akkor az előállítás folyamata gyakorlatilag nulla károsanyag-kibocsátással jár. Ezért számít a zöld hidrogén az egyik legígéretesebb karbonsemleges energiaforrásnak, amely segíthet a klímaváltozás elleni küzdelemben.

Az ipart is megtisztíthatja a zöld hidrogén

Az ipari szektor – például az acélgégyártás vagy a vegyipar – az egyik legnagyobb energiafelhasználó és szén-dioxid-kibocsátó a világon. Az acélgégyártásban jelenleg fosszilis tüzelőanyagokat, például szenet használnak, hogy elérjék a szükséges magas hőmérsékletet. A hidrogén egy alternatív megoldásként léphet be, hiszen magas hőmérsékleten elégetve nem bocsát ki szén-dioxidot, csak tiszta vizet. Így a zöld hidrogén lehetőséget kínál arra, hogy teljesen új alapokra helyezzük a nehézipart, amelynek karbonlábnyoma jelenleg óriási. Több nagy acélgégyártó cég már kísérletezik a hidrogén-alapú technológiákkal, és egyes országokban már konkrét célokat tűztek ki az ipar karbonsemlegesítésére.

Zöld hidrogén, mint üzemanyag

Az ipar mellett a közlekedés a másik legnagyobb szén-dioxid-kibocsátó ágazat világszerte, és itt is komoly szerepet kaphat a zöld hidrogén. A hidrogént ugyanis üzemanyagcellákban használják fel, ahol az oxigénnel való reakció során elektromos áramot termel. Ez az áram táplálja a jármű elektromotorját, és a folyamat végén mindössze víz keletkezik melléktermékként. Az elektromos akkumulátorokhoz képest a hidrogén üzemanyagcellák gyorsabban újratölthetők, ami különösen hasznos lehet a nagy távolságokat megtevéő járműveknél.

Hidrogén üzemanyagcellás járművekből egyre több fajta létezik. Magyarországon is tesztelnek már hidrogénbuszokat a HUMDA Magyar Mobilitás-fejlesztési Ügynökség Zrt. projektjeiben. Többek közt Szigethalom és Budapest között, Debrecenben, illetve Érd és a főváros között is ki lehetett próbálni a hidrogénmeghajtású buszokat. 2026-tól pedig a budapesti agglomerációban állandó forgalomba is kerül majd az első hidrogén-üzemanyagcellás jármű. Persze a hidrogén nemcsak buszoknál, hanem személyautóknál, teherautóknál, sőt, hajóknál, vonatoknál is alkalmazható. Éppen a Stadler szolnoki üzemében készült az a Stadler FLIRT H2 névre keresztelt hidrogénvonat, amely 2024-ben

bekerült a Guinness Rekordok Könyvébe, miután egyetlen tankolással 2 803 kilométert tett meg – ez világrekord a hidrogénmeghajtású személyvonatok kategóriájában. A hidrogénhajtású vonatok hatótávolsága jellemzően nagyjából 1000 kilométer körül van, a Magyarországon gyártott vonat ennek csaknem a háromszorosát tette meg több mint 46 órán keresztül egyetlen tankolással.

A másik nagy vasúti gyártó vállalatnak, az Alstomnak is van hidrogénvonata, a Coradia iLint. amit még 2022-ben mutattak be, és Németország mellett már közlekednek Franciaországban is.

Miért nincs még mindenhol zöld hidrogén?

A zöld hidrogén számos előnye ellenére még nem része a mindennapoknak. Ennek több oka van: elsősorban a magas előállítási költség, valamint az ehhez szükséges megújuló energiaforrások korlátozott rendelkezésre állása. Az elektrolízis jelenleg jóval drágább, mint a földgázalapú hidrogéntermelés. Ráadásul a hidrogén fizikailag is „nehezen kezelhető”: alacsony sűrűsége és nagy illékonytsága miatt különleges infrastruktúra kell a tárolásához és szállításához – például nagynyomású tartályok, kriogén technológia, vagy dedikált csővezetékek. Ezek ellenére a világ számos pontján zajlanak kísérletek és fejlesztések, hogy a zöld hidrogén előállítása és elérhetősége egyszerűbbé váljon. Európa számos országa, Japán és az Egyesült Államok mellett Magyarországnak is van hidrogénstratégiája, amelyek célja, hogy a zöld hidrogént elérhetővé tegyék az ipar, a közlekedés és az energiatermelés számára. A hazai cél az, hogy 2030-ra évi 20 tonna karbonszegény hidrogént és 16 tonna zöld hidrogént állítsanak elő, melyeket az ipar és a közlekedés karbonsemlegesítésére használnak fel.

Már működik Magyarország első zöldhidrogén-üzeme

A Mol százhalombattai finomítójában kezdte meg a termelést 2024-ben Kelet-Közép-Európa eddigi legnagyobb, 10 megawatt kapacitású zöldhidrogén-üzeme. A létesítmény évente 1600 tonna tiszta, karbonsemleges zöld hidrogént állít itt elő, amelyet az üzemanyaggyártás során használnak fel. Az elektrolízist megújuló forrásból származó elektromos árammal biztosítják.



A hidrogénhajtású vonatok ott is használhatók lesznek, ahol nincs villanyosíva a vasúti közlekedés. Fotó: Alstom

Hidrogénvezetékek építését tervezik

2,5 milliárd eurós költséggel tervezik megépíteni a Spanyolországot és Franciaországot összekötő H2Med-vezeték, ami a nemrég elhalasztott tervek szerint 2030-ra lesz kész. Felhagytak viszont a Norvégiát Németországgal összekötő hidrogénvezeték megvalósításával, mert túl drága lett volna, és nem volt rá megfelelő kereslet.

ELEKTROMOS JÖVŐ AZ UTAKON – A KÖZLEKEDÉS ZÖLD FORRADALMA

Ha valóban változtatni akarunk a jövőnkön, és komolyan csökkenteni kívánjuk a légszennyezést, a közlekedés kérdését nem hagyhatjuk figyelmen kívül. Az Európai Unióban a károsanyag-kibocsátás körülbelül 25 százalékáért a közlekedési szektor felel, ezen belül pedig a közúti közlekedés a legnagyobb szennyező, amely a teljes kibocsátás mintegy 72 százalékát adja.

Magyarországon hasonló arány figyelhető meg: a közlekedés a hazai üvegházhatású gázok kibocsátásának körülbelül 20-25 százalékát teszi ki, aminek jelentős részét a személyautók és a tehergépjárművek okozzák.

A megoldás egyik kulcsszereplője az elektromobilitás, amely ma az egyik leggyorsabban fejlődő közlekedéstechnológiai irány. Az elektromos járművek térnyerése nemcsak az autópárt alakítja át gyökeresen, hanem jelentős hatással van a környezetvédelmi célok és az energiapolitika alakulására is. Az e-autók nemcsak a légszennyezés visszaszorításához járulnak hozzá, hanem mérsékelik a városokban tapasztalható zajterhelést is – ezzel élhetőbbé téve a mindennapokat.

Pontosan melyek is az elektromos járművek?

Elektromobilitás alatt az elektromos árammal hajtott járműveket értjük, ilyeneknek számítanak az akkumulátoros elektromos járművek mellett az üzemanyagcellás hidrogénnel hajtott járművek is, de ezeken belül is számos változat létezik:

- **Hibrid (HEV):** Hagyományos belső égésű motorral és elektromos motorral is rendelkezik, az akkumulátort a belső égésű motor és a fékezési energia visszanyerése tölti. Külsőleg nem tölthető.
- **Plug-in hibrid (PHEV):** Elektromos és belső égésű motorral is működik, de külső áramforrásról is tölthető, így rövid távon tisztán elektromos üzemmódban is közlekedhet.
- **Tisztán elektromos jármű (BEV):** Csak elektromos motorral rendelkezik, az energiát egy nagy kapacitású akkumulátor biztosítja, amely kizárólag külső forrásból tölthető.
- **Növelt hatótávolságú elektromos jármű (EREV):** Elsősorban elektromos motor hajtja, de egy kis belső égésű motor (általában benzinmotor) is van benne, ami csak akkor kapcsol be, ha az akkumulátor lemerül, ezzel növelve a hatótávolságot.
- **Hidrogén üzemanyagcellás jármű (FCEV):** Elektromos jármű, amely hidrogént használ energiaforrásként; az üzemanyagcella a hidrogénből áramot állít elő, amellyel az elektromos motort hajtja, és melléktermékként csak vízpára keletkezik.

A fentiekből látszik, hogy az elektromobilitás mennyire sokszínű: az eltérő technológiák különböző igényekre és használati szokásokra kínálnak fenntartható megoldást.



MIK A HIDROGÉNBUSZ ELŐNYEI?

A hidrogén-üzemanyagcellával hatótávnövelt elektromos meghajtású járművek előnye, hogy egy töltéssel nagyobb távolságot tudnak megtenni, mint a csupán elektromos meghajtású társaik. Illetve a hidrogén nagy energiasűrűsége miatt lényegesen kisebb súlyt kell magával vinnie az autóbussznak, tehát több utast tud szállítani és lényegesen kisebb terhet jelent az útburkolatnak.



KÖZÖSSÉGI AUTÓZÁS: ELEKTROMOBILITÁS MINDENKINEK

A közösségi autómegosztás – vagyis a car sharing – már több mint egy évtizede elérhető Magyarországon, és azóta egyre nagyobb szerepet kap, különösen Budapesten – sőt, Veszprém vármegyében már Balatonfüreden is elérhető. Az elmúlt években több szolgáltató is sikeresen építette ki saját flottáját, miközben fokozatosan növekszik az elektromos járművek aránya a kínálatban.

Ez a modell lehetőséget nyújt azok számára is, akik nem rendelkeznek saját autóval, mégis élvezni szeretnék az elektromos közlekedés kényelmét és környezetbarát előnyeit. A közösségi autózás nem csupán költséghatékony alternatíva, hanem a városi forgalom és a parkolóhelyek iránti igény csökkentésével is hozzájárul a fenntartható közlekedéshez.

ELEKTROMOS JÖVŐ AZ UTAKON – A KÖZLEKEDÉS ZÖLD FORRADALMA

Rohamosan nő az elektromos autók száma Magyarországon

Hazánkban az elektromos járművek térnyerése az elmúlt években dinamikus növekedést mutatott: 2022 elejéhez képest most csaknem négyszer több zöldautó közlekedik a hazai utakon. A Belügyminisztérium adatai szerint 2025 júliusáig már 100 ezer darab autó kapott zöld rendszámot, és egy év alatt rekord mértékben, több mint 27 ezerrel nőtt a számuk.

Az Energiaügyi Minisztérium előrejelzései alapján az elektromos autók száma 2026-ra átlépi a 120 ezret, ami újabb fontos mérföldkő lenne a zöld átállásban.

Az elektromobilitás terjedését a kormány támogatási programja is segíti: a vállalatok összesen akár 64 millió forint állami hozzájárulással zöldíthetik flottájukat. 2025 közepéig több mint 6 ezer cégnek ítélték oda összesen közel 27 milliárd forint támogatást. Emellett támogatják az elektromos töltőállomás telepítését is, 2025-ben 28 milliárd forintos keretösszegeből adnak forrást több mint száz vidéki töltőpont létesítésére az ország kevésbé lefedett részein.

Jelenleg több mint 2400 nyilvános töltőpont található Magyarországon, és folyamatosan a fejlesztések nemcsak az autópályák mentén, hanem a kisvárosokban is.

Veszprém vármegye a jól lefedett térségek közé tartozik. Veszprémen belül mintegy 45-50 töltőpont található főleg bevásárlóközpont parkolóiban, illetve a Balaton mentén is van 30-35 autótöltő. A kisteleplések közül Zirc, Devecser és Sümeg is rendelkezik elektromos töltőponttal.

Zöld Busz Program – a zöldebb közösségi közlekedésért

A 2020-ban indult Zöld Busz Program célja, hogy 2030-ig 1200 dízel buszt cseréljenek le környezetbarát – elsősorban elektromos – járművekre, különösen a 10 000 fő feletti városokban, valamint a budapesti agglomerációban. A program egyúttal támogatja a kapcsolódó töltőinfrastruktúra kiépítését is.

A program keretében eddig mintegy 160 elektromos buszra nyertek támogatást a települések, amelyek között megtalálható például Veszprém, Székesfehérvár, Zalaegerszeg, Esztergom, Kaposvár, Debrecen, Szeged és persze Budapest is. Veszprémben közlekedik például az ország első elektromos csuklós autóbusza, az MAN Lion's City 18E, mely egy töltéssel 452 kilométert is képes megtenni.

Az elektromos buszok mellett a hidrogén-üzemanyagcellás járművek is egyre nagyobb figyelmet kapnak, mivel ezek különösen ígéretesek a nehézgépjárművek szektorában.

Magyarországon már elindultak az első hidrogénbusz-pilot projektek, szintén a HUMDA jóvoltából. Egyelőre főleg teszt jelleggel közlekednek a hidrogénmeghajtású buszok több városban, míg Kecskeméten kettő, Budapest agglomerációjában pedig egy hidrogénbusz állandó forgalomba áll hamarosan. A jövőben ezek a zéró kibocsátású járművek megjelennek majd a közösségi közlekedésben állandó szereplőként.

VELÜNK EGYÜTT FORMÁLÓDIK A ZÖLD JÖVŐ

Ahogy végigvezettünk benneteket a Zöld jövő fejezetein, valószínűleg egyre világosabbá vált számotokra: a fenntarthatóság nem egy elvont eszme vagy jövőbeli cél, hanem sürgető és valós mindennapi feladat. A bolygónk erőforrásai végesek, és ha azt szeretnénk, hogy a jövő generációinak is legyen tiszta levegője, ivóvize, valamint élhető környezete, akkor most kell lépünk. A fenntarthatóság nem csak a kormányok vagy a nagyvállalatok felelőssége – mi magunk is alakíthatunk egy élhetőbb, zöldebb jövőnek.

Sokan gondolják úgy, hogy az *„én kis tettem úgysem számít, hiszen csak egy vagyok a milliárdból”* – de ez nem így van!

Gondolj csak bele, ha minden egyes ember másként cselekedne, akkor máris eredményt érhetnénk el. Csak egyetlen példa: ha minden ember a világon csupán 2 perccel lerövidítené a napi zuhanyzását, az személyenként kb. 20 liter vízmegtakarítást jelentene naponta. Globális szinten ez napi 160 milliárd liter vizet jelentene, ami évente több mint 58 billió liter víz!

MIT TEHETSZ EGYÉNILEG A FENNTARTHATÓSÁGÉRT?

1. VÁSÁROLJ TUDatosan!

A zöld életmód egyik alappillére, hogy átgondoljuk, mit vásárolunk. Mielőtt valamit megvennél, tedd fel magadnak a kérdést: valóban szükségem van rá? Tartós és környezetbarát terméket választasz? Támogasd a helyi termelőket és a felelősségteljes gyártást! A tudatos fogyasztás kisebb ökológiai lábnyommal jár – és hosszú távon pénzt is spórolhatsz vele.

2. MINIMALIZÁLD A MŰANYAGHASZNÁLATOT!

A műanyag lassan mindenhol ott van, de nem kell, hogy ez így legyen. Ne feledd, a legtöbb esetben van alternatíva. Használj saját kulacsot, vászontáskát, és kerülj az egyszer használatos műanyagokat. Amikor teheted, válassz természetes anyagokból készült termékeket, és vidd magaddal a saját ételtárolódat, ha elvitelre kérsz valamit. Ezek apróságok, de óriási hatásuk lehet.

3. ÉLJ ENERGIATAKARÉKOSAN!

Cseréld le az izzókat energiatakarékos LED-ekre, kapcsolj le a villanyt, ha kimész a szobából, és használj okos eszközöket, amik segítenek optimalizálni az áramfogyasztást. Az otthonod szigetelése és a fűtés-hűtés optimalizálása is hatalmas különbséget jelenthet az energiafelhasználásban.

4. KÖZLEKEDJ ZÖLDEN!

Ha teheted, válaszd a tömegközlekedést, biciklizz, vagy sétálj – ezek nemcsak környezetbarát megoldások, de az egészségednek is jót tesznek! Ha mégis autóra van szükséged, fontold meg a közösségi autómegosztást vagy a hibrid/elektromos autók használatát, ha van erre lehetőséged. Minden kilométer, amit zöld módon teszel meg, közelebb visz egy fenntarthatóbb világhoz.

5. CSÖKKENTSD A HÚSFOGYASZTÁST!

Nem kell egyből vegánná válnod, de ha kevesebb húst eszel, azzal jelentős mértékben csökkentheted az ökológiai lábnyomodat. Hiszen – döbbenetes adat – egyetlen kilogramm marhahús előállítása átlagosan körülbelül 15 000 liter vizet igényel. A növényi alapú étrend fenntarthatóbb, és egyre több izgalmas, ízletes alternatíva érhető el. Próbáld ki hetente egy-két húsmentes napot – meglátod, nem is olyan nehéz!

6. TÁMOGASD A ZÖLD KEZDEMÉNYEZÉSEKET!

Legyen szó helyi környezetvédelmi szervezetekről, fenntarthatósági projektekről vagy környezetbarát vállalkozásokról, minden támogatás számít. Ráadásul a saját közösségedben is tehetsz a környezetért: csatlakozhatsz faültetési programokhoz, hulladékgyűjtési akciókhoz, vagy akár saját kis közösségi kertet is létrehozhatsz.

7. LÉGY TUDATOS A VÍZHASZNÁLATBAN!

A vízhasználat fontos része a fenntarthatóságnak, különösen a világ azon részein, ahol már most is vízhiány van. Ne hagyd feleslegesen folyni a csapot, rövidítsd a zuhanyzás időtartamát, és ha teheted, gyűjts esővizet a növények locsolásához.

8. NE PAZAROLJ!

Az élelmiszer-pazarlás óriási globális probléma. Próbáld csak annyit vásárolni, amennyire valóban szükséged van, és ha maradék keletkezik, használd fel kreatív receptekhez vagy ajándékd fel másoknak. Az élelmiszerek megfelelő tárolása is segít csökkenteni a kidobott mennyiséget. Ha van komposztálási lehetőség, az még jobb – így a zöld hulladék újra a természet körforgásába kerülhet.

9. VÁLASZD A DIGITÁLIS ÜGYINTÉZÉST!

Nem csak a papírhasználatot csökkentheted ezzel, de az ügyintézés is gyorsabb és hatékonyabb lesz. Egyre több hivatalos dokumentum intézhető online, ami időt, pénzt és energiát spórol, valamint hozzájárul a fenntarthatóbb működéshez.

10. TANULJ ÉS INSPIRÁLJ MÁSOKAT!

A fenntarthatóság terjedése attól is függ, hogy mennyire ismerjük meg és értjük meg annak jelentőségét. Olvass, tanulj és oszd meg a megszerzett tudást a barátaiddal, családoddal! Inspiráld őket, hogy ők is apró, fenntartható lépésekkel csatlakozzanak a változáshoz.

Reméljük, a Zöld jövő kiadvány hozzájárult ahhoz, hogy közelebb kerülj a fenntarthatóság gondolatához, és meglásd: nem csupán állami intézkedések vagy vállalati stratégiák kérdése a zöld áttérés. Sok olyan dolog, amit ma természetesnek veszünk – mint az internet vagy az okostelefon – száz évvel ezelőtt elképzelhetetlen volt. A jövőnk is így formálódik most.

A fenntarthatóság nem feltétlenül nehéz, csupán új szokások kérdése. A világ, amelyre vágyunk, a mi döntéseinken múlik – és rajtunk áll, hogy milyen örökséget hagyunk magunk után.



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

BAKONY-BALATON RÉGIÓ IFJÚSÁGÉRT ALAPÍTVÁNY