

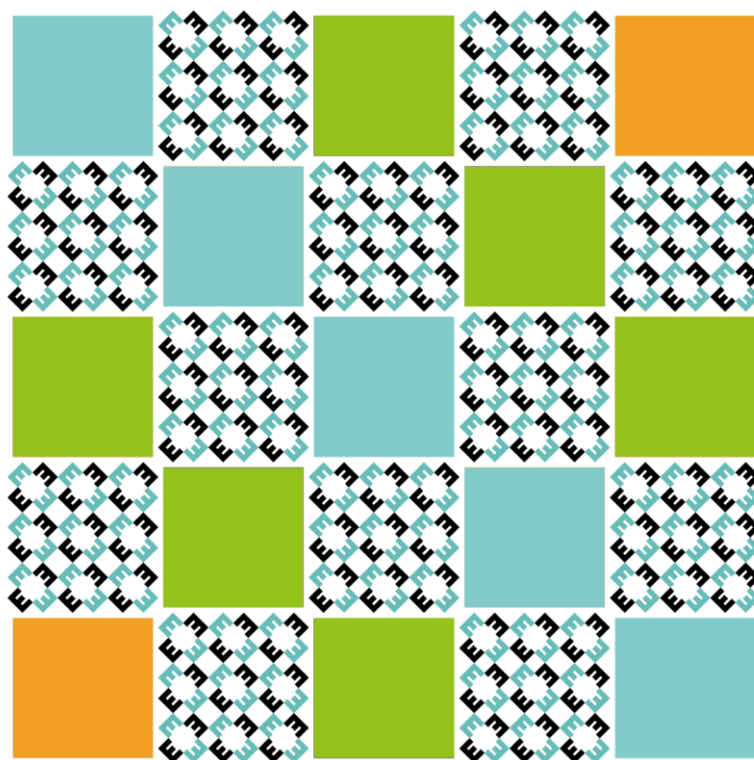


**ENERGIACLUB**

SZAKPOLITIKAI INTÉZET  
MÓDSZERTANI KÖZPONT

| 2020

# Magyarország Nemzeti Energia- és Klímatervének értékelése a fenntartható energiagazdálkodás nézőpontjából



# MAGYARORSZÁG NEMZETI ENERGIA- ÉS KLÍMATERVÉNEK ÉRTÉKELÉSE A FENNTARTHATÓ ENERGIAGAZDÁLKODÁS NÉZŐPONTJÁBÓL

## Szerzők:

Dr. Munkácsy Béla - Energiaklub

Csontos Csaba - Energiaklub

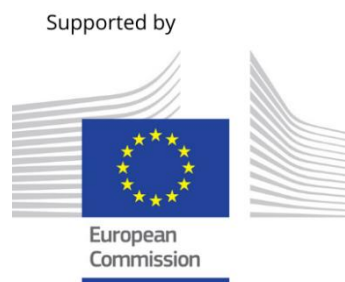
Magyar László - Energiaklub

Győri Kata - Energiaklub

Dr. Sáfíán Fanni - Magyar Energiahatékonysági Intézet (Alternatív forgatókönyvek és a NEKT)

A tanulmány a European Renewable Energies Federation finanszírozásával valósult meg.

**EREF**  
European Renewable  
Energies Federation



A tanulmány az Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ honlapján is megtalálható, onnan letölthető: [www.energiaklub.hu](http://www.energiaklub.hu)

ISBN 978-615-5052-11-8

ENERGIAKLUB, 2020. június

Minden jog fenntartva.

Az adatok közlésére a „*Nevezd meg! - Ne add el! - Ne változtasd!*” licence érvényes.



# TARTALOM

<b>BEVEZETÉS</b> .....	<b>4</b>
<b>VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ</b> .....	<b>5</b>
<b>Executive summary in English</b> .....	<b>9</b>
<b>1. A NEKT bemutatása</b> .....	<b>12</b>
1.1. Alapelvek és célok.....	12
1.2. A villamos energia termelése és fogyasztása .....	15
1.2.1. Az atomenergia Magyarországon .....	16
1.2.2. A széntüzelés sorsa a Mátrában .....	17
1.3. Megújuló energiaforrások a NEKT által vizionált villamosenergia-termelésben .....	18
1.4. Megújuló energiaforrások szerepe a NEKT által vizionált hűtés-fűtés szektorban .....	21
1.5. Megújuló energiaforrások szerepe a NEKT által vizionált közlekedési szektorban .....	23
1.6. A megújuló energiaforrások integrálása az energiarendszerbe .....	24
1.7. Nyelők.....	25
1.8. Összegzés .....	26
<b>2. A NEKT intézkedései</b> .....	<b>26</b>
<b>3. Szakpolitikai és intézményi lehetőségek és akadályok a megújulók útjában</b> .....	<b>28</b>
3.1. Lehetőségek .....	28
3.2. Akadályok.....	28
<b>4. A megújulók arányának növeléséhez szükséges javasolt intézkedések</b> .....	<b>30</b>
4.1. Villamos energia .....	30
4.2. Fűtés és hűtés.....	30
4.3. Intézményrendszer .....	31
<b>5. Alternatív forgatókönyvek és a NEKT</b> .....	<b>32</b>
5.1. Erre van előre - Vision Hungary 2040 1.0 és 2.0 .....	32
5.2. Paks II nélkül a világ .....	34
5.3. Zöld Magyarország - Energia Útiterv .....	35
5.3.1. A forgatókönyvek .....	36
5.3.2. Megújuló potenciálok .....	36
5.3.3. A modellezés eredményei .....	36
5.4. Hálózatfejlesztési igények Magyarországon .....	37
<b>6. KONKLÚZIÓ</b> .....	<b>37</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>38</b>
<b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</b> .....	<b>41</b>
<b>ÁBRÁK JEGYZÉKE</b> .....	<b>41</b>

Noha Magyarország nem tartozik a legnagyobb üvegházgáz-kibocsátó országok közé, azonban jelentős - és 2013 óta sajnálatosan növekvő - szén-dioxid-kibocsátásunkat mindenképpen csökkenteni kell. Nemcsak az európai uniós és hazai célkitűzések betartása miatt, hanem azért is, mert a dekarbonizáció, az energiafelhasználás és általában a fogyasztási mintáink, illetve a hazai energiaszektor megváltoztatása több komplex környezeti, gazdasági és társadalmi problémára is választ adna, ezzel is segítve a fenntartható életmód kialakítását hazánkban.

Magyarországon a jelen tanulmány által vizsgált **Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT)** az egyik olyan stratégiai dokumentum, amely a fentiek előremozdítását tűzte ki célul. A NEKT-ben szereplő számszerű célkitűzéseket a **TIMES szoftver** segítségével vázolták fel és azok megvalósíthatóságát ugyancsak ezzel ellenőrizték. Így jött létre Magyarország első, kormányzati megrendelésre készített energiamodellje, amely **órás felbontásban elemzi az energiagazdaság meghatározó folyamatait** - ugyanakkor ebből a rendszerből kifelé jellemzően nem tekint.

Az energia- és klímaterv mellett más ehhez kapcsolódó dokumentumok is megjelentek, így a **Nemzeti Energiastratégia 2030** és a **Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia** tervezete. A NEKT-ben megfogalmazott célok elérését szolgáló költséghatékony szakpolitikai eszközök kiválasztásáról szóló tanulmány publikáció előtt áll. Lényeges adalék, hogy korábbi kapcsolódó stratégiák is rendelkezésre állnak, így például a **Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia**, a **Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia**, a **Nemzeti Épületenergetikai Stratégia**. További fontos, még nem elkészült dokumentum a **Hosszú távú Épületfelújítási Stratégia**, amely várhatóan 2020 folyamán jelenik meg.

Az alábbiakban áttekintjük a NEKT alapelveit, célkitűzéseit, valamint értékeljük, és főbb jellemzőit összehasonlítjuk a hazánkban az utóbbi években született alternatív stratégiák releváns elemeivel.

Az Európai Unió által meghatározott kötelezettségeknek megfelelően 2020-ra Magyarország is elkészítette az elkövetkező 10 évre előrettekintő Nemzeti Energia- és Klímatervét (ITM 2020). A dokumentum olyan átfogó célokat és intézkedéseket határoz meg, melyek révén hazánk 2030-ig csökkenteni kívánja energiafogyasztását és szén-dioxid-kibocsátását, valamint növelni igyekszik az energiahatékonyság szerepét és a megújuló energiák részesedését.

A dokumentum által megjelölt **sarkalatos célok** az alábbiak: **a) energiaszuverenitás; b) energiabiztonság; c) a rezsicsökkentés eredményeinek fenntartása; d) az energiatermelés dekarbonizálása.** Ezen célok többségével egyet lehet érteni, ám a megvalósítás útja sok tekintetben vitatható. Például az „**energiaszuverenitás**” elérése orosz technológiára és **orosz fűtőanyag-importra szoruló atomerőművi áramtermeléssel bizonyosan nem az energiaszuverenitás irányába mutat** ezen a nemzetstratégiai fontosságú területen. Az „**energiabiztonság**” nemcsak az előbb jelzett kiszolgáltatottság miatt kérdőjelezhető meg, de a kapacitások meghatározó részét egy földrajzi pontba fókuszáló centralizált villamosenergia-rendszer sebezhetősége miatt is. A „**rezsicsökkentés eredményeinek fenntartása**” több szempontból is kérdőjeleket vet fel, hiszen ez az intézkedéscsomag több súlyos problémát generált az elmúlt években, ebben a szektorban főként az energiahatékonysági beruházások és a megújuló energiaforrásokra való átállás akadályozása kapcsán (Szép T. S. - Weiner Cs. 2020). Az „**energiatermelés dekarbonizálása**” ugyancsak fontos cél, ám a módszer, az atomenergia domináns alkalmazása, nem állja ki sem a tudományosság, sem a gyakorlati szempontok próbáját. Az energiaátmenetben élenjáró országokban már ma is atomenergia nélkül termelik a villamos energiát és nem is szándékoznak ezen az irányvonalon változtatni. Amint azt több független elemzés alátámasztja, hazánkban is lehetséges volna az atomenergetika kiváltásával biztosítani a társadalom és a gazdaság energiaigényét (Munkácsy B. et al. 2011; Felsmann B. et al. 2014; Sáfaián F. 2015; Lechtenböhrer S. 2016).

Ami a konkrét mutatókat illeti, a terv némely területen ambiciózus célokat jelöl ki, de a felvázolt elképzelések több más szegmensben bizonyosan elégtelenek. **Alapvető probléma** például a **primer belföldi energiafelhasználás tervezett növekedése**, amely a 2017. évi 1117 PJ-ról a terv szerint 2030-ra meghaladná a 1284 PJ-t, ami **15%-os növekedést** jelent. Ez sem a környezet- és klímavédelmi elvárásoknak, sem a fejlett gazdaságokra jellemző csökkenő trendeknek nem felel meg, ráadásul a lakosságszám várható csökkenésével is nehezen magyarázható.

Nyilván ennek a növekedési elképzelésnek is köszönhető, hogy a NEKT a **Párizsi Éghajlatvédelmi Egyezményben** kijelölt célokhoz, és más uniós tagállamok vállalásaihoz mérten csekély előrelépést vázol fel a szén-dioxid-kibocsátás mérséklésében. Az 1990-es bázisévhez viszonyított 40%-os csökkentés meghatározó része ugyanis máris megvalósult, így a következő évtizedben a célkitűzés alapján már csak 12%-os lefaragásra volna szükség (a 2017. évi 63,8 millió t értékről 56,2 millió tonnára)<sup>1</sup>. Ugyanakkor ez a tempó a hosszabb távú klímavédelmi célok eléréséhez, illetve az éghajlatváltozás megfékezéséhez bizonyosan elégtelen, hiszen a **NEKT által tervezett ütemet tartva 2050-re még mindig 43 millió tonna fölötti éves karbonkibocsátás jellemzi majd hazánkat.**

Ezek az aggasztóan szerény kibocsátási elképzelések nyilvánvalóan szorosan összefüggenek az a) energiahatékonyság, b) a tudatos energiafelhasználás és c) a megújuló energiaforrások kapcsán felvázolt ugyancsak sok tekintetben igen visszafogott - vagy egyenesen vitatható - célokkal.

- a) Az igen felszínesen tárgyalt **energiahatékonysági témakör** számos problémát vet fel. A NEKT tartalmi szempontból is kifogásolható amiatt, hogy a tervezett intézkedések nem elsődleges célterületként tekintenek az energiahatékonyságra (miközben a hazai nem-konvencionális

<sup>1</sup> A NEKT 2-3 melléklet WAM forgatókönyvének releváns cellái szerint viszont 2030-ra még mindig 62,832 millió t lesz a kibocsátás (a 2017 -es 63,828 millió tonnáról) - ami csak 1 millió tonna csökkenés volna.

szénhidrogén vagyon kapcsán a “*maximális és fenntartható kiaknázásáról*” írnak a klímaterveben...). A szövegből az sem olvasható ki, szellemiségéből nem tükröződik, hogy az **energiaszektor hazánk drámaian túlterjeszkedő ökológiai lábnyomának 65-70 százalékaért felelős** (a módszertan az ENSZ által is elfogadott, több ország használja hivatalos mutatóként), tehát egészen bizonyosan szükséges a fogyasztás mértékének visszaszorítása, szerkezetének átalakítása: “*Természetszerűleg az energiamennyiség csökkentése prioritás, ugyanakkor gazdasági növekedés esetén sem az ipar, sem a közlekedés energiafelhasználása nem korlátozható*” (ITM 2020). Ez a megfogalmazás arról árulkodik, hogy a **magyar kormányzat nem értette meg, hogy a kibocsátás visszaszorítását elérni elsődleges célnak kell lennie, mégpedig kikapuk nélkül**. Erre azonban nem megszorításokkal, hanem az EU-ban (és a világ minden táján) széles körben alkalmazott szabályozókkal (jogi és piaci eszközökkel), valamint az energiatudatosság fokozásával van mód. A fenti elemi hibák tehát azt igazolják, hogy azonnali és radikális szemléletváltásra van szükség a magyar gazdaság- és környezetpolitikában.

	2020	2030	%-os változás
<b>személyszállítás</b> (millió utas/km)	99 818	124 065	+124,3
ezen belül a légi közlekedés (millió utas/km)	4 919	8 028	+163,2
<b>áruszállítás</b> (millió tonna/km)	51 747	76 946	+148,7
ezen belül a tehergépjárművek (millió tonna/km)	37 586	59 436	+158,1

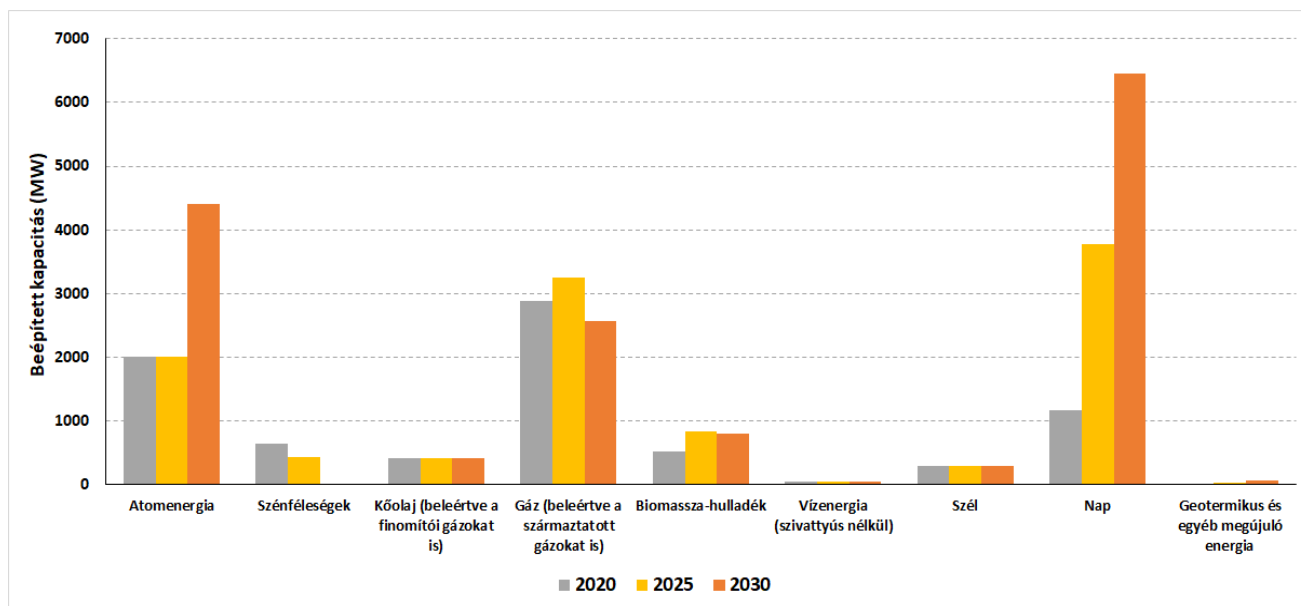
1. táblázat: Az éghajlatváltozást és annak következményeit negligáló növekedési szemlélet

- b) Az **energiatudatosság**, mint a fogyasztás csökkentésének, illetve a megújuló energiaforrások integrálásának másik eszköze, a NEKT által meglehetősen mostohán bemutatott témakörök közé tartozik. A dokumentum inkább csak vázlatosan megemlíti elképzelésként jeleníti meg, amit majd a jövőben kell valahogyan felfuttatni, de ennek mikéntjéről csak halvány utalások olvasható ki az anyagból.
- c) Az Európában világosan látszó energiafordulat harmadik fő eleme, a **megújuló energiák hasznosítása**. Az EUROSTAT kimutatása szerint **Magyarország az EU egyetlen olyan tagállama, ahol 2013 óta minden évben csökken a megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya** (Eurostat 2019b). Ennek ismeretében nem csoda, hogy ezen a téren sem látszanak ambiciózus tervek, hiszen a célként megjelölt 21%-os részesedés (a bruttó végső energiafogyasztásban) lényegesen elmarad az Európai Unió átlagától. Az uniós tagállamok ugyanis 2030-ra már átlagosan 32% részarányt tűztek ki célként, előmozdítva ezzel energetikai függetlenségüket, bővítve a munkahelyek számát, csökkentve a környezet terhelését.

A megújuló energiaforrások szerepét illetően kifejezetten súlyos aggályok merülnek el a célokat illetően. Mindenekelőtt a **napelemekre alapozott egyoldalú bővítési elképzelés** rendszerszintű következményei, illetve a szélenergia mesterséges háttérbe szorítása (Antal M. 2019) tűnik fel aggasztó elemként a szakértő szemlélők számára. Ez utóbbi technológia kapcsán határozottan kijelenthető, hogy a megtérülési költségek, a meglévő hazai szélenergiapark európai szinten is igen jó kapacitásfaktora, de a természetvédelmi szempontok is ennek a műszaki megoldásnak a pozitívumait és versenyképességét támasztják alá. A **biomassza** vonatkozásában nem egyértelműek a NEKT utalásai, ugyanis az anyag nem világítja meg azt a kulcsfontosságú kérdést, hogy a tervezett 80%-os kapacitásbővítést<sup>2</sup> milyen mértékben képzelik

<sup>2</sup> A NEKT 2-3. mellékletének WAM forgatókönyve szerint a biomassza + hulladékégetési kapacitás 501 MW-ról (2017) 796 MW-ra növekszik 2030-ig (ami ~59% bővülés).

hulladék alapú biogáz technológiára vagy tűzifára, illetve az intenzív gazdálkodással előállított szilárd biomasszára alapozni. Hangsúlyozni szükséges, hogy a biomassza felhasználásának jelenlegi formája Magyarországon már jelenleg is súlyos fenntarthatósági aggályokat vet fel, hiszen a fogyasztás mértéke - például a tűzifa esetében még az erdőszült területeken is - meghaladja az újratermelődés ütemét (Harmat Á. et al. 2018).



1. ábra: A villamosenergia-termelő kapacitás változása a NEKT szerint

A Nemzeti Energia- és Klímatervvvel kapcsolatos általános észrevételek közé tartozik, hogy a szöveg rengeteg ismétlődést tartalmaz, nehezen átlátható (pl. a 2030-re tervezett villamosenergia-fogyasztás tekintetében), sok helyen a koherencia hiánya jellemzi (pl. a biomassza alapú villamosenergia-termelés kapcsán) - különösen akkor, ha a szöveges tartalmat a mellékletekkel összefüggésben vizsgáljuk. Az anyag néhol egymásnak ellentmondó állításokat és célokat is tartalmaz (pl. az energiafüggség visszaszorítását emeli ki célként, de annak megvalósítását orosz importra támaszkodó atomerőműre alapozná). A NEKT bizonyos részei átgondoltak, háttérszámításokkal megalapozottak. Ám a kiindulási pontok, alapfeltevések gyakran hibásak (például extrém mértékben növekvő igényekkel számolnak; az energiarendszeren túlra nem tekintenek). A dokumentum több fontos területen (például a közösségi energia vagy a szélenergia-hasznosítás esetében) hiányos, vagy hibás, tudományos érveket nélkülöző feltételezéseken alapul. Az is zavaró, hogy a tervezett intézkedések körvonalairól, a háttérdokumentumként vélhetőleg elkészített megvalósíthatósági vizsgálatokról meglehetősen kevés információt közöl a NEKT.

A Nemzeti Energia- és Klímaterv nem tölti be legfőbb feladatát, nevezetesen azt, hogy a környezeti korlátok, az ökológiai rendszer drámai megváltozásának figyelembevételével egy olyan stratégiai dokumentumként szolgálja az energiafordulatot, amely alkalmas arra, hogy iránymutatásként álljon rendelkezésre a fenti kihívások kapcsán, beleértve az éghajlatváltozás elleni küzdelmet is.

Hogyan kellene átalakítani hazánk energiastratégiáját, hogy betölthesse a feladatát? Elsődlegesen a célokat kellene az éghajlatváltozás kihívásaihoz igazítani és ennek eléréséhez a szükséges eszközöket felsorakoztatni (a jelenlegi dokumentumban fordítva van, ott mintha egy atomerőmű-építési projekthez igazították volna a célokat és az eszközrendszert is). Kiemelt fontosságúnak tartjuk az energiahatékonyság javítását az energialánc minden lépésénél, de kiemelten a felhasználásnál. Ennek kapcsán kulcskérdésnek tekinthető az épületenergetikai felújítások ütemének radikális felgyorsítása és a szuboptimális megoldások elkerülése, illetve a hulladék hő (excess heat) fokozott mértékű hasznosítása. Az energiatudatosság tekintetében a jelenlegi állapotokhoz képest gyökeres fordulatra van szükség. Sokkal nagyobb hangsúlyt helyeznénk a képzésre minden lehetséges szinten annak érdekében, hogy mind a szakértők felkészültsége,

mind a fogyasztók tájékozottsága terén sikerüljön felzárkózni az európai élvonalhoz. Ami a **megújuló energiaforrások**at illeti, Lechtenböhrer, S. (2016) alternatív energiamodelljének eredményei alapján 2010 és 2030 között akár 30-40%-ra is nőhetett volna a megújulók aránya az áramtermelésben, de a hőszektorban is nagyobb térnyerésre volna lehetőség (Munkácsy B. 2011).

A megújuló energiaforrások felhasználásának optimalizálása és a fenti részarányokhoz való közeledés érdekében a lehető leghamarabb komoly változtatásokra lenne szükség, így többek között: a) megfelelő pénzügyi és jogszabályi támogatás kialakítására (például rugalmas árképzés bevezetésére az intelligens energetikai megoldások széles körű elterjesztése érdekében); b) a szélenergia-fejlesztésekre vonatkozó korlátozások azonnali feloldására; c) támogatni kell a METÁR szerkezetátalakítását különös figyelemmel a napelemes technológiától eltérő megoldások, így például a rugalmas hulladék alapú biogáz-technológia kapacitásbővítésére. Független kutatások szerint, a szélenergia és a hulladék alapú biogáztermelés technikai potenciálja 93, illetve 80 PJ/év (Munkácsy B. et al. 2011); miközben a közelmúltban villamosenergia-termelés ezekkel a technológiákkal csak 2,5 és 1,0 PJ-t ért el.

A fűtés területén a dokumentum főként a tűzifa-alapú megoldást javasolja a háztartások esetében, a helyi légszennyezési problémák és a tűzifa-túlfogyasztás ellenére. Véleményünk szerint kiemelt fejlesztési területként kellett volna megemlíteni a hulladék hő és egyéb környezeti hő felhasználást, mint a levegő és talaj hőjének felhasználását szolgáló hőszivattyúzást. A NEKT néhány fontos ábrája nem is utal ezekre a lehetőségekre, a geotermikus energia az egyetlen, amelyet ebben a tárgykörben gyakran említenek. Ami a távfűtés kulcsfontosságú fejlesztési területét illeti, a NEKT nem említi a napenergiát, mint lehetséges hőforrást - ez szintén hiányosság, figyelembe véve azt a tényt, hogy az esős Dániában több mint 100 településen üzemel részben napenergiával fűtött távhőrendszer.

Ami a közlekedési energetika területét illeti, a fő probléma az, hogy az ágazat tervezett jelentős növekedését (a személyszállítás esetében 25%, az áruszállításnál 50%) nem lehetséges megújuló energiaforrásokkal fedezni, ezért a fosszilis tüzelőanyagok fogyasztásának és a kibocsátásnak jelentős növekedése várható - ha a terv ebben a formában megvalósul. Ez a megközelítés a Párizsi Megállapodás fényében és az éghajlatváltozás előrehaladottságának tükrében semmiképpen nem elfogadható.

A fentieket összegezve - a súlyos szemléletbeli hiányosságok és problémák miatt - kulcsfontosságúnak tartjuk az egyoldalú műszaki megközelítés alkalmazása helyett **a multidiszciplinaritás elméletének és gyakorlatának, így kiemelten a természettudományoknak és társadalomtudományoknak** mielőbbi térnyerését a magyar energiagazdálkodásban és energiatervezésben is - számos, a témában élenjáró ország gyakorlatának megfelelően.



## EXECUTIVE SUMMARY IN ENGLISH

In accordance with the obligations set by the European Union, Hungary has also prepared its National Energy and Climate Plan for the next 10 years. The document sets out comprehensive goals and measures through which Hungary intends to reduce its energy consumption and carbon dioxide emissions by 2030, as well as increase the role of energy efficiency and the share of renewable energy sources.

The **key objectives** identified in the document are: a) **energy sovereignty**; (b) **energy security**; (c) **maintaining the results of the utility cost reduction programme**; (d) **decarbonisation of the energy production**. Most of these goals can be agreed upon, but the way of implementation is questionable from different aspects. Achieving “**energy sovereignty**” **through nuclear power generation, which requires Russian technology and Russian fuel import**, is certainly not leading into the direction of energy sovereignty in this area which is of national strategic importance. “**Energy security**” can be questioned because of the dependency indicated just above, as well as due to the vulnerability of a centralized electricity system that concentrates a significant part of its capacity in one geographical point. “**Maintaining the results of the utility cost reduction programme**” is questionable in several respects, as this package of measures has generated several serious problems in recent years. Regarding this sector, it mainly means a barrier to energy efficiency investments and to the transition to renewable energy sources (Szép, T. S. - Weiner, Cs. 2020). “**Decarbonisation of energy production**” is also an important goal, but the method as well as the dominant application of nuclear energy does not fulfil neither the scientific nor the practical requirements. Countries that are at the forefront of the energy transition are already producing electricity without nuclear energy and do not intend to change this direction. As claimed by several independent analyses, it would be possible to ensure the energy demand of society and the economy in Hungary without nuclear energy (Munkácsy B. et al. 2011; Felsmann, B. et al. 2014; Sáfián, F. 2015; Lechtenböhrer, S. 2016).

In terms of specific indicators, the plan sets ambitious targets in some areas, but the ideas outlined are certainly insufficient in several segments. A **key issue**, for example, is the **projected growth in primary domestic energy consumption**, which is projected to increase from 1117 PJ in 2017 to more than 1284 PJ by 2030, which is an **increase of 15%**. This does not meet the expectations of environmental and climate protection, nor the declining consumption trends of developed economies, and it is difficult to explain with the expected decline of the population.

Clearly, also due to this vision of the expected growth, the NECP outlines only a little progress regarding CO2 emission reduction compared to the targets set in the **Paris Agreement on Climate Change** and the commitments made by other EU Member States. A significant part of the 40% emission reduction has been already achieved (compared to the base year of 1990), so in the next decade only a 12% reduction (from 63.8 million tons in 2017 to 56.2 million tons) should be outlined. At the same time, this pace is certainly insufficient to achieve long-term climate protection goals and to mitigate climate change, as **Hungary will still have annual carbon emissions of over 43 million tons by 2050 if the track of the NECP is followed**.

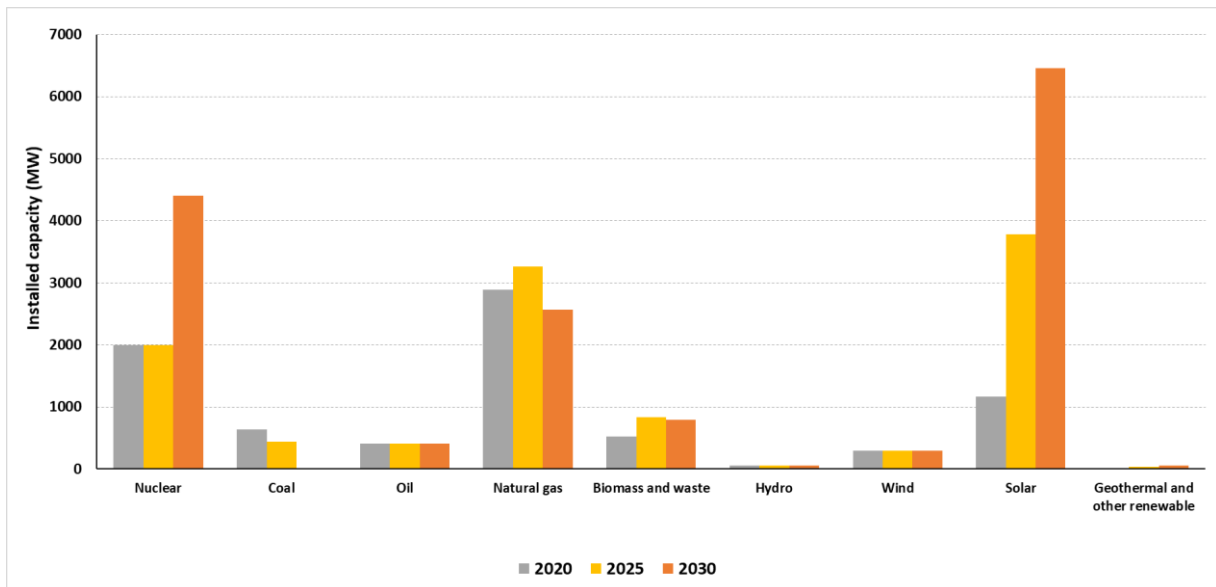
These worryingly modest emission ideas are clearly closely linked to the aims of (a) energy efficiency, (b) conscious energy use and (c) renewable energy sources, which are also in many respects very modest - or even debatable.

- a) **The issue of energy efficiency**, which is rather lightly discussed, raises a number of issues. In terms of content, the NEKT is also arguable because the planned measures do not consider energy efficiency as a primary target area (while the “maximum and sustainable exploitation” of domestic non-conventional hydrocarbon sources is declared in the climate plan...). We also cannot get the impression from the text nor from its mentality that **the energy sector is responsible for 65-70 percent of Hungary's dramatically expanding ecological footprint** (the methodology is accepted by the UN, used by several countries as an official indicator), therefore it is certainly necessary to reduce and restructure the consumption: “*Naturally, reducing energy [consumption] is a priority, but in the case of economic growth, neither industry nor transport energy use cannot be limited*”. This phrasing reveals that the Hungarian government did not understand that **achieving emission reductions should be the primary goal**, namely without loopholes! However, this is not recommended through restrictive measures, but through regulations (legal and market instruments) that are widely used in the EU (and around the world) and by raising energy awareness. The above elementary errors therefore prove that an immediate and radical change of approach is needed in the economic and environmental policy of the Hungarian government!
- b) **Energy awareness**, as another means of reducing consumption and integrating renewable energy sources, is one of the rather neglected topics of the NECT. The document presents it only as a

sketched idea, which will have to be run up somehow in the future, but only faint references can be read in the material.

- c) The third key element of the energy revolution in Europe is the **use of renewable energy sources**. According to EUROSTAT, **Hungary is the only EU Member State where the share of renewable energy sources has been declining every year since 2013** (Eurostat 2019b). Therefore, it is no wonder that there are no ambitious plans in this area either, as the target of the 21% RES share (in gross final energy consumption) is significantly below the EU average. EU Member States have already set an average target of 32% by 2030, thus promoting their energy independence, increasing the number of jobs and reducing the burden on the environment.

Regarding to the role of renewable energy sources, serious concerns arise about the targets. First of all, the systemic consequences of the idea of the **one-sided expansion of solar PVs** and the **unnatural discouragement of wind energy** (Antal M. 2019) appear as worrying elements for expert observers. Regarding the latter technology, it can be stated with certainty that the cost of return and the good capacity factor of the existing ageing wind farms (compared to the European level) as well as the nature conservation aspects also claims the advantages and the competitiveness of this technology. With regard to **biomass**, the intentions of the NEKT are not explicit, as it does not clarify to what extent will the planned 80% capacity increase be based on biomass waste-based biogas technology or firewood or intensively farmed solid biomass. It should be emphasized that the current form of biomass use in Hungary already raises serious sustainability concerns, as - in some important fields, as firewood usage - the rate of consumption is already exceeding the rate of reproduction, even in densely forest-covered areas (Harmat Á. et al. 2018).



2. figure: Evolution of the installed power capacity according to the NECP

How should Hungary's energy strategy be altered to fulfil its role? In the first place, the targets and the measures to achieve them should be adjusted to the challenges of climate change. Improving energy efficiency should be considered as a priority at every step of the energy chain, but especially at consumption. Furthermore, we consider the radical acceleration of the pace of building energy renovations to be of paramount importance including the avoidance of suboptimal solutions and the utilization of waste heat. In terms of awareness, a radical change is needed compared to the current status. We would place a much greater emphasis on trainings at all possible levels especially regarding expert knowledge and consumer awareness in order to catch up with the forefront in Europe. Regarding renewable energy sources, based on the results of Hungarian alternative energy models, the share of renewables in electricity generation could have increased to 30-40% between 2010 and 2030. To optimize the utilization of the renewable potential and to get closer to the shares above, several changes would be necessary as soon as possible, inter alia: a) appropriate financial and regulatory support (introduction of flexible tariff system and widespread distribution of smart energy solutions); b) the immediate lifting of restrictions on wind energy installations; c) the restructuring of METÁR, where the capacity expansion of other technologies than solar PV, for example the flexible biomass waste-based biogas technology, should be supported. According to independent research, the wind and biomass waste-based biogas technical potentials are 93 and 80 PJ/year, respectively (Munkácsy B. et al. 2011); meanwhile their recent electricity production is only 2.5 and 1.0 PJ, respectively.

In the field of heating the document has a firewood-based concept for the household level, despite the local air pollution problems and its overconsumption. Excess heat and other ambient heat utilisations, as air source and ground source heat pumps, should have been mentioned as important development areas. Some of the relevant figures of the NECP does not indicate of these possibilities, the geothermal energy is the only one, which is mentioned frequently, however they can utilize the heat sources of much deeper geological formations. As for the crucial development area of district heating, the NECP does not mention the solar energy as a possible source of heat, which is also a problem, considering the more than 100 successful solar heated district heating systems in the rainy Denmark.

Regarding the transportation, the main problem is, that the planned significant growth in the sector (25% in passenger transport; 50% in freight transport) cannot be covered by renewable energy sources, therefore a significant increase is presumed in the fossil fuel consumption. This approach is not acceptable from the light of the Paris Agreement.

In general, instead of applying a one-sided technical approach, we consider gaining a multidisciplinary approach and practice in the Hungarian energy planning and management as soon as possible as a key factor.

## 1. A NEKT BEMUTATÁSA

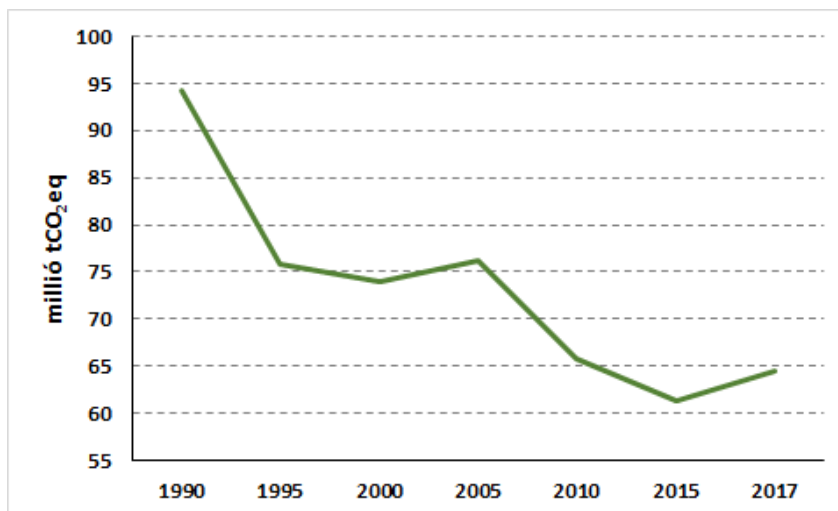
### 1.1. Alapelvek és célok

„Az új Energiastratégia és a NEKT legfontosabb célkitűzése az energiaszuverenitás és az energiabiztonság megerősítése, a rezsicsökkentés eredményeinek fenntartása, valamint az energiatermelés dekarbonizálása(...)”. A dokumentum első mondatában megfogalmazott ezen célok részben valóban fontosak és szakmai szempontból elfogadhatók, másfelől azonban már itt világosan látszik, hogy a NEKT alapvetései korántsem a 21. század korszerű megközelítését tükrözik. Egyet kell érteni például a bevezető gondolatok első lényegi elemével, az „**energiaszuverenitás**” erősítésével, amely valóban kulcsfontosságú nemcsak hazánk, de az EU egésze számára egyaránt. Azonban a kijelölt irány, nevezetesen az orosz technológiára és fűtőanyag-importra szoruló atomerőművi áramtermelés bizonyosan nem az energiaszuverenitás irányába mutat ezen a stratégiai fontosságú területen. A második kulcskifejezés, az „**energiabiztonság**”, amely nem csak az imént jelzett kiszolgáltatottság miatt kérdőjelezhető meg, de a kapacitások meghatározó részét egy földrajzi pontba fókuszáló centralizált villamosenergia-rendszer sebezhetősége miatt is. A „**rezsicsökkentés eredményeinek fenntartása**” több szempontból ugyancsak súlyos kérdőjeleket vet fel, hiszen komoly szakmai problémákat generált az elmúlt években: a) az energiahatékonysági befektetések elmaradását; b) a háztartási léptékű megújuló beruházások térryerésének lefékeződését idézte elő. Nem elfogadható a rezsicsökkentésnek az a szellemisége és megvalósításának az a módja, hogy a környezetet súlyosan károsító technológiákkal előállított energiaszolgáltatások esetében is alacsonyabban tartja az árat, ezáltal további szennyezést generálva.

**A NEKT fő céljait az alábbiak szerint foglalhatjuk össze (2. táblázat):**

- Az elsődlegesenergia-fogyasztás a 2017. évi 1117 PJ-ról a terv szerint 2030-ra az új szakpolitikai intézkedések mellett is 1284 PJ-ra növekszik, ami legalább **15%-os növekedést** jelent. Ez sem a környezet- és klímavédelmi elvárásoknak, sem a fejlett gazdaságokra jellemző csökkenő trendeknek nem felel meg, ráadásul a lakosság szám várhatóan több mint 608 000 fős, **6,22%-os csökkenésével** is nehezen magyarázható (a NEKT-ben foglaltak szerint hazánk népessége 2030-ra 9,17 millió főre esik vissza).
- A Párizsi Éghajlatvédelmi Egyezményben kijelölt célokhoz, és más uniós tagállamok vállalásaihoz mérten csekély előrelépést vázol fel a CO<sub>2</sub>-kibocsátás mérséklésében. Az 1990-es bázisához viszonyított 40%-os csökkentés meghatározó része ugyanis már megvalósult, így a következő évtizedben immár csak alig 12 százalékpontnyi maradék lefaragására volna szükség (a 2017. évi 63,8 millió t értékről 56,2 millió tonnára). Ez a klímavédelmi célok eléréséhez, illetve a éghajlatváltozás megfékezéséhez bizonyosan elégtelen vállalás. Különösen szembeötlő ez akkor, ha a 2030-2050 közötti időszakra jutó feladatokra gondolunk annak tükrében, hogy **az Európai Unió célja a karbonsemlegesség elérése az évszázad közepére**.
- Független szakértők számításaival és a nemzetközi példákkal cáfolható a NEKT azon állítása, miszerint a Paks II. beruházás elengedhetetlen ahhoz, hogy Magyarország közelebb kerüljön a karbonsemleges energiatermeléshez: *“a karbonsemleges gazdaság megteremtése csak az atomenergiával lehetséges”*. Ez különösen a NEKT másik kulcsfontosságú állításának fényében meglepő és tarthatatlan koncepció, miszerint *“Magyarország egyértelmű érdeke, hogy csökkentse energiainport-szükségletét”* - tudvalévő ugyanis, hogy mind az atomerőmű építéséhez szükséges technológia, mind az üzemeltetéshez szükséges fűtőelemek importból származnak, így ez a helyzet évszázadunk legvégéig jelentene kockázati tényezőt és kiszolgáltatottságot a villamosenergia-szektor stratégiai fontosságú területén.
- Magyarország a bruttó végső villamosenergia-fogyasztásban a megújuló források arányát legalább 20%-ra kívánja növelni 2030-ig. A villamosenergia-szektorban ez meghatározóan a **napelemes** kapacitások bővítésével történne, így a 2016-os ~680 MW kapacitás 6 500 MW-ra gyarapodna. A többi megújuló energiaforrás vonatkozásában ehhez mérhető bővülést nem kívánnak támogatni, sőt a globális piacon leggyorsabban bővülő **szélenergia** kapcsán előbb stagnáló, majd 2030-tól csökkenő teljesítménnyel számolnak.

- A célok között szerepel az energiaimport diverzifikálása is a régiós áram- és földgázhálózatokkal való kapcsolat megerősítése révén - ami az Európai Unió tagjaként alapvető elvárás. Ugyanakkor nem tükröződik a dokumentumban az a felismerés, hogy a tervezett atomerőmű és a jelentős napelemes kapacitások kialakításával hazánk 2030-ban - de már a közelebbi jövőben is - igen gyakran villamos energiát kellene exportáljon, ami nem kis kihívást jelent majd a jelenlegi energiapiaci folyamatok fényében.



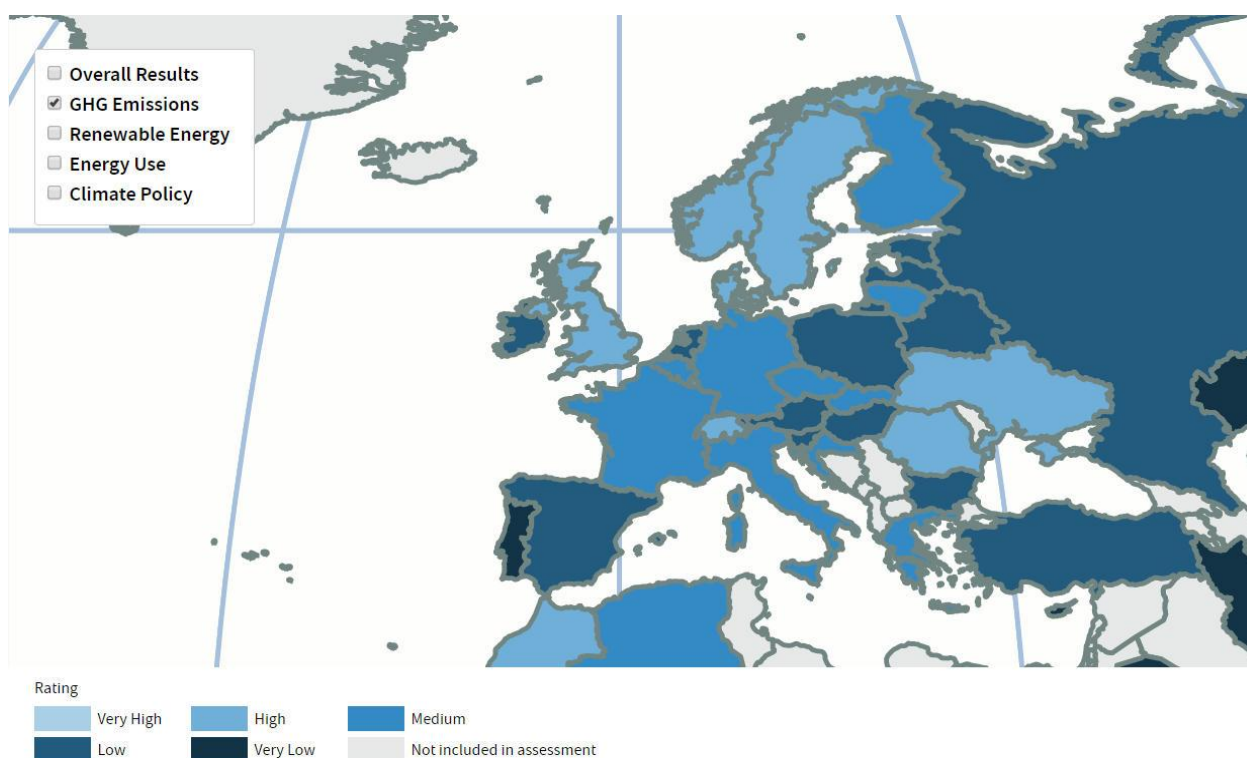
3. ábra: Az üvegházgázok kibocsátásának változása ötéves bontásban Magyarországon 1990 és 2017 között (Eurostat 2019)

Az energiaunió dimenziói	Indikátorok	Helyzetkép (2017)	Célok 2030-ra
<b>Dekarbonizáció</b>	ÜHG kibocsátás csökkentés 1990-hez képest	-31,9%	legalább 40%
	A GDP ÜHG intenzitása	1,98 t CO <sub>2</sub> eq/ millió Ft	Az ÜHG intenzitás folyamatos csökkentése
	A nem-ETS kibocsátások csökkentése 2005-höz képest	-9,3%	legalább -7%
	A megújuló energia részaránya a bruttó végsőenergia-felhasználáson belül	13,33%	legalább 21%
<b>Energiahatékonyság</b>	Végsőenergia - felhasználás	775 PJ	legfeljebb 785 PJ
	A GDP végsőenergia - intenzitása	0,579 toe/ millió Ft	0,429 toe/millió Ft
<b>Energiabiztonság</b>	Nettó importfüggőség - földgáz	96%	70%
	Nettó importfüggőség - kőolaj	86%	legfeljebb 85%
	Nettó importfüggőség - villamos energia	32-33%	legfeljebb 20%
	N-1 szabály a földgáz infrastruktúrára	143%	min. 120%

Az energiaunió dimenziói	Indikátorok	Helyzetkép (2017)	Célok 2030-ra
Belső energiapiac	Villamosenergia-rendszerösszeköttetések aránya	50%	min 60% (EU kötelező célszám legalább 15%)
Kutatás, innováció, versenyképesség	Végrehajtott innovációs pilot projektek száma	0 db	legalább 20 db
	A pilot projektek végrehajtása során bejegyzett nemzetközi szabadalmak száma	0 db	legalább 10 db

2. táblázat: A NEKT legfontosabb kiindulási adatai és célértékei (ITM 2020)

A NEKT szerint Magyarország azon 21 ország közé tartozik a világban, ahol 1990 óta úgy nőtt a bruttó hazai termék, hogy közben a szén-dioxid-kibocsátás (32%-kal) és az energiafelhasználás (15%-kal) csökkent, így hazánk *“példamutató gyakorlatot folytat az éghajlatvédelem területén is”* (ITM 2020). Ezt a pozitív képet jelentősen árnyalja a klímavédelmi eredményeket és erőfeszítéseket nemzetközi összevetésben értékelő **Climate Change Performance Index (CCPI)**. A független szakértők által összeállított dokumentum hazánk esetében azt állapítja meg, hogy éghajlatvédelmi erőfeszítéseivel a középmezőny legalján foglal helyet (<https://www.climate-change-performance-index.org/>). Egy részterületen azonban különösen aggasztó a helyzet: a klímapolitikai teljesítmény vonatkozásában a 61 országot vizsgáló felmérés az 53. helyre sorolja hazánk döntéshozóinak ezirányú erőfeszítéseit. A kibocsátáscsökkentés megtorpanása, sőt a legutóbbi években tapasztalható növekedése (3. ábra) visszaigazolja a független szakértők álláspontját és a jövő szempontjából komoly aggodalomra ad okot.



4. ábra: Az európai térség országainak CCPI szerinti rangsorolása az üvegházgáz-kibocsátások csökkentésében elért eredményeik alapján. Magyarország eredményei csak az utolsóelőtti (Low) kategóriába sorolásra elegendők (<https://www.climate-change-performance-index.org>)



Indicators	Weighting	Score**	Rating	Rank
<b>GHG Emissions</b>	<b>40%</b>	<b>49.79</b>	<b>Low</b>	<b>36</b>
GHG per Capita - current level (incl. LULUCF)	10%	75.84	Medium	18
GHG per Capita - current trend (excl. LULUCF)	10%	11.39	Very Low	57
GHG per Capita - compared to a well-below-2°C pathway	10%	59.86	Medium	23
GHG 2030 Target - compared to a well-below-2°C pathway	10%	52.06	Low	36
<b>Renewable Energy</b>	<b>20%</b>	<b>25.12</b>	<b>Low</b>	<b>47</b>
Share of Renewable Energy in Energy Use - current level (incl. hydro)	5%	12.43	Low	47
Renewable Energy - current trend (excl. hydro)	5%	36.49	Medium	30
Share of Renewable Energy in Energy Use (excl. hydro) - compared to a well-below-2°C pathway	5%	10.22	Very Low	51
Renewable Energy 2030 Target (incl. hydro) - compared to a well-below-2°C pathway	5%	41.33	Low	34
<b>Energy Use</b>	<b>20%</b>	<b>55.35</b>	<b>Medium</b>	<b>30</b>
Energy Use (TPES) per Capita - current level	5%	66.34	Medium	29
Energy Use (TPES) per Capita - current trend	5%	11.25	Very Low	56
Energy Use (TPES) per Capita - compared to a well-below-2°C pathway	5%	66.55	Medium	26
Energy Use (TPES) 2030 Target - compared to a well-below-2°C pathway	5%	77.27	High	19
<b>Climate Policy*</b>	<b>20%</b>	<b>25.78</b>	<b>Very Low</b>	<b>53</b>
National Climate Policy	10%	22.05	Very Low	53
International Climate Policy	10%	29.52	Low	49

3. táblázat: Magyarország összesített eredményei a 61 országot vizsgáló Climate Change Performance Index szerint <https://www.climate-change-performance-index.org/country/hungary>

A fentiekben említett, 2015 óta megfigyelhető növekedés a hazai üvegházgáz-kibocsátásban (Eurostat 2019a), legfőképp az ipar és a közlekedés megemelkedett emissziójának, illetve annak köszönhető, hogy az energiahatékonyság javítása terén és a megújulóakra való átállás tekintetében hazánk nem sikerült érdemi eredményeket elérnie. Az EUROSTAT kimutatása szerint Magyarország az EU egyetlen olyan tagállama, ahol 2013 óta minden évben csökken a megújuló energia aránya a bruttó végső energiafogyasztás vonatkozásában (Eurostat 2019b).

Felmerül a kérdés, hogy a NEKT iránymutatásai révén vajon javulhat-e ez a teljesítmény. Ha az előttünk álló 10 évet vizsgáljuk, a hivatalos dokumentum 2030-ig mindössze 7,6 millió tCO<sub>2</sub>e<sub>q</sub> csökkentéssel számol (2017-es értékhez képest), tehát a bruttó kibocsátások 2030-ban nem haladhatják meg a bruttó 56,19 millió tCO<sub>2</sub>e<sub>q</sub> értéket. Ez a 12%-os csökkentési elképzelés azt jelenti, hogy ebben az ütemben folytatva a kibocsátás-csökkentést 2050-re hazánk még több mint 43 millió tonna üvegházgáz-kibocsátással terhelné a légkört -- miközben az EU elképzelése szerint addigra a karbonsemlegesség szintjéig volna szükséges eljutni az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásainak mérséklése érdekében. Ez tehát azt támasztja alá, hogy ambiciózusabb célok kitűzésére lenne szükség.

Mindezeken túl a NEKT érintőlegesen említést tesz az energia- és klímatudatos társadalom megteremtését szolgáló célokról is, de ennek kifejtése olyan mélységben nem történik meg, mint a műszaki megoldásokra vonatkozó elképzelések és célok esetében.

## 1.2. A villamos energia termelése és fogyasztása

A WAM-forgatókönyv szerint a primer belföldi energiafelhasználásban (bruttó hazai energiafogyasztásban) megjelenő villamosenergia-fogyasztás 216%-ra növekszik. Ennek magyarázataként elsősorban nem a fogyasztás jelentős bővülése, hanem a rossz hatékonyságú új paksi atomerőművi blokkok belépése szolgál. A bruttó villamosenergia-termelés és a végső villamosenergia-fogyasztás ennél szerényebb mértékben bővül, ami akár normális jelenségnek is tekinthető a hőenergia és a közlekedés terén történő átrendeződés, a villamos energiára való részleges átállás miatt (4. táblázat).

	2017 (TWh)	2030 WAM forgatókönyv szerint (TWh)	Változás mértéke (%)
Villamosenergia-fogyasztás a primer belföldi energiafelhasználásban <sup>3</sup>	47,5	102,4	+216
Bruttó villamosenergia-termelés <sup>4</sup>	32,8	57,4	+175
Végső villamosenergia-fogyasztás <sup>5</sup>	38,5	51,8	+135

4. táblázat: A villamosenergia-szektor fő termelési mutatói (ITM 2020)

#### 1.2.1. Az atomenergia Magyarországon

Az „energiatermelés dekarbonizálása” mint az egyik fő cél nyilvánvalóan nem kérdőjelezhető meg, ám a módszer, nevezetesen az **atomerőművi kapacitás 20%-os bővítése** (a meglévő 2000 MW<sub>e</sub> helyett 2400 MW<sub>e</sub>), nem állja ki sem a tudományos érvelés, sem a gyakorlati szempontok próbáját, mert:

- az atomerőművek az **importfüggőség** (technológia és fűtőelemek) révén **fokozzák az ország kiszolgáltatottságát** egy stratégiai szempontból kulcsfontosságú területen;
- műszaki **meghibásodásokor a kieső jelentős kapacitás** az áramellátás zavara nélkül nehezen vagy egyáltalán nem pótolható (a paksi blokkok teljesítményének 500-ról 1200 MW<sub>e</sub>-ra tervezett növelése csak fokozza ezt a problémát);
- a **rugalmatlan termelés** miatt egyre nehezebben illeszthetők abba a nemzetközi energiarendszerbe, amelyben az időjárásfüggő termelők dominanciája figyelhető meg (az EU villamosenergia-termelésében 2013 óta már ezek a megújuló alapú technológiák vezetnek). Ezt a problémát a tudományos szakirodalomban régóta jelzik a kutatók, és mára a rendszerirányítók a gyakorlatban is megtapasztalják<sup>6</sup>.
- az **atomerőművek létesítésének és a hulladékok elhelyezésének költségei drámai mértékűek**, így a befektetés soha nem térül meg, viszont jelentős anyagi forrásokat von el az energiaszektor fenntartható irányba való átalakításától;
- az egy egységben koncentrálódó nagy kapacitás nyilvánvaló célpontot jelent egy ellenséges katonai támadás vagy terrorista akció (akár cyber támadás) során, mint ahogyan ezt számos már megtörtént esemény igazolja a világban (Wheatley, S. et. al. 2017);
- az atomerőművek komoly baleseti kockázatot jelentenek, ahogyan ezt az elmúlt 50 évben bekövetkezett legalább 12 jelentős környezeti és környezetegészségügyi problémát előidéző baleset igazolja ([Morales Pedraza J 2013](#)) - a pontos számok nem ismeretesek, mert az atomenergia-ipar főszabályként igyekszik az ilyen eseményeket (is) eltitkolni;
- a **radioaktív hulladékok végleges elhelyezésének környezeti kockázata nem mérhető fel kellő alapossággal** abban a több-százezer éves időtávlatban, amíg a sugárzás okozta probléma fennállása - jelen technológia figyelembe vételével - indokolja az ökoszisztémától való szigorú elkülönítést. Fontos hangsúlyozni, hogy még mindig igaz az a megállapítás, hogy a világ egyetlen országában sincs működő megoldás a kiegészített fűtőelemek biztonságos, végleges elhelyezésére (Jungjohann, A. ed. 2019)!

A fentiek miatt az energiaátmenetben élenjáró országokban már ma is **atomenergia nélkül termelik a villamos energiát** és nem is szándékoznak ezen az irányvonalon változtatni. Számos fejlett gazdaságú ország (Belgium, Németország, Spanyolország, Svájc) felelős kormánya jelentette be, hogy **rövid időn belül felhagy az atomerőművi villamosenergia-termeléssel**. Ma már több független tudományos elemzés

<sup>3</sup> forrás: NEKT 29. táblázat WAM forgatókönyve

<sup>4</sup> forrás: a NEKT 2-3. melléklet

<sup>5</sup> forrás: a NEKT 2-3. melléklet

<sup>6</sup> <https://energypost.eu/interview-steve-holliday-ceo-national-grid-idea-large-power-stations-baseload-power-outdated/>



igazolja, hogy Magyarország esetében is járható út volna az atomenergia mielőbbi kivezetése (lásd. 8. fejezet).

A tervezett atomerőmű eddigi előkészületi munkálatainak csúszásai arra engednek következtetni, hogy ha esetleg meg is épül a két 1200 MW<sub>e</sub>-os új blokk, akkor is késve, csak 2030 után kezdhetik meg a termelést. Ez aggályokat vet fel a kormányzat által vállalt kibocsátás-csökkentési célok teljesítésében is.

### 1.2.2. A széntüzelés sorsa a Mátrában

Az üvegházgázok kibocsátás-csökkentése szempontjából kiemelten fontos a **lignittel működő 900 MW<sub>e</sub>-os Mátrai Erőmű** sorsa, hiszen ez a teljes energiatermelő ágazat CO<sub>2</sub>-kibocsátásának közel 50%-át, a teljes hazai emisszióknak 14%-át adja. Érdekes adalék, hogy mindeközben az erőmű a hazai villamosenergia-termelésnek csak 15%-át adja, a fogyasztásnak hozzávetőleg 10%-át fedezi. A NEKT-ben megfogalmazott koncepció szerint az erőmű továbbra is centralizált egységként jelenik meg, de alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiákra áll át, ezzel megtörténik a szén és a lignit kivezetése a hazai villamosenergia-termelésből 2030-ig (az erőmű engedélyei 2025-ben járnak le). Az átalakítás után az erőmű legjelentősebb egysége egy **500 MW<sub>e</sub>-os gázturbinás erőmű** lesz. A kormányzati kommunikáció alapján *“lehetőség szerint megújuló forrásból származó gázra alapozva”*<sup>7</sup>. Ez az elképzelés két szempontból is megkérdőjelezhető: a) **a centralizált rendszerben való gondolkodás** jegyében egy ekkora villamos teljesítményű rendszer telepítése továbbra sem teszi lehetővé a kogenerációt, így az erőmű hatékonysága alacsony lesz, a korlátosan rendelkezésre álló és üvegházhatást okozó fosszilis üzemanyagot tehát elpazarolja; b) *“a megújuló forrásból származó gáz”* vélhetően biogázra való utalás, aminek forrása a térségben keletkező biomassza kellene legyen, ám ennek térbeli energiasűrűsége igen alacsony, ezért nem alkalmas ilyen méretű erőművek ellátására, kifejezetten decentralizált alkalmazásokban való felhasználása képzelhető el. Ugyanakkor **aggodalomra ad okot a NEKT nem-konvencionális fosszilis tüzelőanyagok alkalmazásának bővítésére vonatkozó kitétele, hiszen ez az irány egyáltalán nem a kibocsátások csökkentése felé mutat.**

A fenti átállás keretében **“a hulladékgazdálkodási stratégiához kapcsolódva”** egy 31,5 MW<sub>e</sub> **hulladékhasznosító blokk** is megépülne. *“Az évi csaknem 1 millió tonnányi kommunális hulladék kezelése megoldhatatlan az energetikai hasznosítás nélkül, ebből a Mátrai Erőműbe csaknem 400 000 tonnányi kerülhetne”*. Ennek kapcsán felmerül a kérdés, hogy milyen tudományos vizsgálódás áll azon kijelentés mögött, mely szerint *“megoldhatatlan”* 1 millió tonnányi hulladék kezelése. Ugyanis a korszerű hulladékgazdálkodás célja korántsem a hulladékok (értsd: értékes másodnyersanyagok) elégetése, hanem a hulladékok keletkezésének elkerülése, újrahasználata és a fentiek hiányában annak újrafeldolgozása. A Nemzeti Energiastratégia 2030 c. dokumentumban szereplő **hulladékégetéses energiatermelés nem szolgálja a hulladékcsökkentési célokat**, mert az égetőművek folyamatosan nagy mennyiségű hulladékot igényelnek a működésükhöz. A stratégiai dokumentum kiemelt célként említi a Mátrai Erőmű dekarbonizációs folyamatát, ám amennyiben valóban ez a cél, a hulladékhasznosításon alapuló energiatermelés igencsak megkérdőjelezhető út.

A Mátrai Erőmű Zrt. stratégiai vezetése, az Európai Unió 'szén platformján', kifejtette azon szándékát<sup>6</sup>, hogy azon túl, hogy a szénelapú kapacitását gáz és biomassza alapú blokkokkal tervezi pótolni, a napenergia-hasznosítást is folyamatosan fejleszteni kívánja, egészen 200 MW-ig teljesítményig. Ahhoz azonban, hogy az erőmű továbbra is az eddighez hasonló alaperőművi-jellegű villamosenergia-termelésre legyen alkalmas (ahogyan a hivatalos koncepció ezt feltételezi), a nagy kapacitású fotovoltaiikus parkját energiatároló egységekkel szükséges kiegészítenie. Így a tervezett mátrai projekt elemeként jelenik meg egy nagy (vagy néhány kisebb) szivattyús energiatároló 600 MW összteljesítményt és 3,6 GWh-nyi tárolt energiamennyiséget képviselve. Ez sok szempontból igen hasznos fejlesztésnek tűnik, ugyanakkor a megvalósítás mikéntje számos kérdést vet fel. A napvilágra került információk<sup>8</sup> alapján a felső tározó zöldmezős beruházásként valósulna meg, így nem látszik biztosítottnak, hogy a projekt védett természeti

<sup>7</sup> Magyar Hírlap 2019. december 20.

<sup>8</sup> [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/7-5\\_possible\\_pathways\\_for\\_low-carbon\\_energy\\_generation\\_hungary\\_zoltan\\_orsz.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/7-5_possible_pathways_for_low-carbon_energy_generation_hungary_zoltan_orsz.pdf)

területek (Mátrai Tájvédelmi Körzet, Natura2000) súlyos károsítása nélkül fog megvalósulni. Ugyanakkor hasznos adaléknak tűnik azt megemlíteni, hogy éppen a közeli Észak-Máttra térségére készült egy kutatás, amely a szivattyús energiatárolás barnamezős lehetőségeit tárta fel kisléptékű projektekre fókuszálva, a természetvédelmi szempontokat is messzemenően figyelembe véve. A vizsgált 1 324 km<sup>2</sup>-es térségben mintegy 1,6-1,7 GWh villamos energia tárolása volna megoldható környezetkímélő módon (Soha T. et al. 2017).

A centralizált energiatermelés fenntartása mellett megjelenő érv a **munkahelyek** megtartására vonatkozik. Ez azonban bizonyosan nem állja meg a helyét, mert hasonló mennyiségű energia biztosítása megújuló alapú technológiákkal lényegesen több álláslehetőséget teremtene a térségben, de azon kívül is, hiszen a decentralizált megoldások révén földrajzi értelemben nem szűkülne az energiatermelés és munkahelyteremtés Gyöngyös közvetlen térségére (WIFO 2014). A szénplatformon az erőmű vezetése kifejezte azon szándékát, hogy az erőművet és a hozzá tartozó ipari parkot egyfajta „megújuló energia klaszterre” alakítsa, megőrizve, vagy akár növelve ezzel a Mátrai Erőmű és a hozzá tartozó ipari park foglalkoztatási jelentőségét a régióban. Ennek egyik lehetősége, hogy a fenntartható energiagazdálkodásra való átállást támogató technológiákat fejlesszenek, illetve gyártókapacitásokat hozzanak létre vagy fogadjanak be. Az új ipari egységek - amellett, hogy növelnék a munkahelyek számát - nem csak közvetlenül a Mátrai Erőmű megújulóenergia-fejlesztési igényeit tudná kielégíteni, de térségi, országos, de akár a közép-kelet-európai piacon is fontos szereplőként tudna fellépni.

Ami a térségben előforduló lignit sorsát illeti, az éghajlatváltozás okozta globális válsághelyzet közepette furcsa érvelés, hogy a magyar kormányzat biztosítani kívánja, hogy „*a lignitalapú termelés lehetősége stratégiai tartalékként továbbra is rendelkezésre álljon*” (ITM 2020). Véleményünk szerint ennek az elképzelésnek nincsen helye a 21. században egy fejlett gazdaságú ország klímastratégiai dokumentumában.

Európában számos régió néz szembe az elkövetkezendő évtizedekben a szénkivezetéséből adódó kihívásokkal. Annak érdekében, hogy az energiaátmenet tapasztalatai és az ezzel kapcsolatos tudás megosztását biztosítani lehessen, az Európai Bizottság létrehozta „szénplatformját”, részvételre hívva az európai szénrégiók képviselőit. Sajnos ennek a kezdeményezésnek a munkájában a Mátrai Erőmű képviselői érdemben nem vesznek részt, pedig ezzel olyan tudás elsajátítására volna lehetőségük, amely kulcsfontosságú a lignit kivezetéséből következő átállás minél gördülékenyebb levezénylésében. Úgy véljük, hogy a térség jövője szempontjából fontos volna, hogy az ilyen és ehhez hasonló kezdeményezésekben a térség képviseltesse magát, felkészülve ezzel a várható kihívásokra.

### 1.3. Megújuló energiaforrások a NEKT által vizionált villamosenergia-termelésben

A NEKT szerint a villamosenergia-termelés **egyre nagyobb arányban megújuló energiaforrásokra kellene, hogy épüljön**. A kormányzat célja legalább 21%-os megújulóenergia-résarány elérése a bruttó végső energiafogyasztásban 2030-ra, miközben az EU-szintű megújulóenergia-célkitűzés minimum 32%. A magyar tervezési dokumentum a villamosenergia-termelésben is csak kb. 21%-os részarányt vizionál, amivel továbbra is az EU sereghajtói között maradunk. Emellett az aránytalan, szinte csak a napenergia-beruházásokra leszűkített, a szélenergiát teljes mértékben negligáló, a biogáz-felhasználás kapcsán csak ködös képet felrajzoló kapacitásbővítési koncepció is erősen megkérdőjelezhető.

A villamosenergia-szektor zöldítésének központi elemét a **napelemes** kapacitások 6 454 MW-ra bővítése jelenti, amellyel elérhetővé válik, hogy 349-ről 6 579 GWh-ra növekedjen az így megtermelt áram mennyisége 2017 és 2030 között. A tervezett kapacitásnöveléssel a következő 10 évben a napenergia súlya nő a legnagyobb mértékben, így meghatározó szereplővé válva részaránya 58,3%-ra növekszik a megújulókon belüli bruttó villamosenergia-termelésben 2030-ra (a NEKT 2-3. melléklete szerint). A NEKT kitér a háztartási méretű napelemes rendszerek fontosságára, célként megemlítve, hogy 2030-ra legalább

200 000 háztartás (vagyis ezek alig 5%-a) rendelkezzen átlagosan 4 kW teljesítményű napelemes rendszerrel.

Arra a NEKT nem ad semmiféle támpontot, hogy miképpen szándékozik a kormányzat pótolni a téli félévben erősen visszaeső napelemes áramtermelést. Ha a tudományos szakirodalom (Heide, D. et al. 2010) vagy a nemzetközi tapasztalatok (Buck, M. et al. 2016) alapján keresnénk megoldást erre a problémára, akkor a **szélenergia** volna a kézenfekvő kiegészítője a napelemes termelésnek, de a kormányzat - értékelhető szakmai érvelés nélkül - ezt a megoldást kifejezetten elveti, a szélenergia-szektor fejlesztését 2030-ig - az általános nemzetközi gyakorlattal szöges ellentétben - nem tervezi. A kitűzött célokban a 2011 óta nem bővülő, 2016 óta pedig jogilag is befagyasztott 330 MW-os kapacitás csökkenésével már csak 293 MW szerepel. A technológiával kapcsolatban tapasztalható (energia)politikai ellenállás több szempontból is megalapozatlan. Európa más térségeiben az elmúlt években számottevő szélenergia-kapacitások épültek ki. Németország keleti tartományai - lényegében hasonló területi és szélklímatis adottságok mellett - már 20 000 MW-nyi szélerőművet működtetnek, ráadásul a hazainál gyengébb üzemeltetési mutatókkal - arra tehát nem lehet hivatkozni, hogy jobbak az ottani természeti adottságok. A kihasználtságot érzékeltető kapacitásfaktor 17-20%-os, beleszámítva a kiváló adottságú tengeri és tengerparti szélfarmokat is (DWG 2017) - miközben az elavultnak tekinthető hazai szélerőműpark ennél 20-25%-kal jobb adatokat produkál, hiszen a 2010-2016 közötti időszakban a súlyozott átlag 23,3% volt (Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig, MELLÉKLET)!

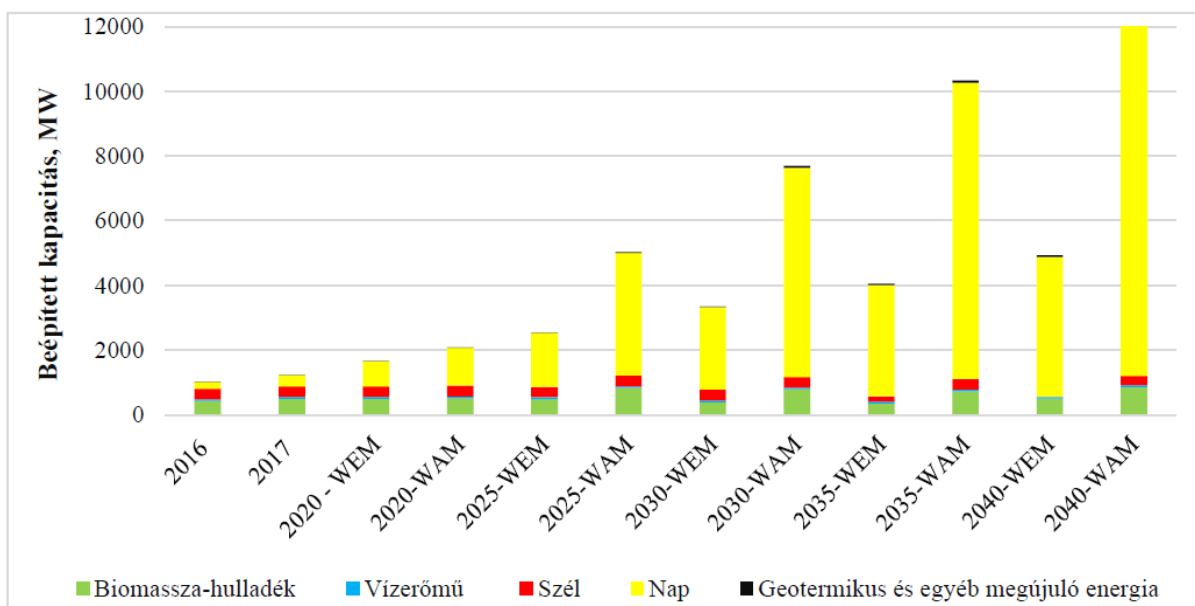
A NEKT szerint a második legjelentősebb szereplő a megújuló energiaforrások közül - 43%-os kapacitásbővítés eredményeként - a **biomassza** lehet. 2030-ra a megújuló-alapú áramtermelés 29,5%-át tervezik ilyen forrásból biztosítani (a NEKT 2-3 Melléklete adatai alapján). Ugyanakkor a hivatalos energia- és klímaterv egyik komoly hiányossága, hogy sem a szöveges leírás, sem a számítások nem fektetnek hangsúlyt a különféle, egymástól gyökeresen eltérő karakterisztikájú és környezeti terhelésű technológiák elkülönítésére, így nem derül ki, hogy milyen mértékben kívánják a hangsúlyt az elavult, rossz hatékonyságú, alaperőműként működő centralizált fatüzelésre, illetve a decentralizált és rugalmas biogáz-technológiára fektetni.

A NEKT szerint a meglévő **víz erőművek** fenntartása mellett kisebb kapacitásbővítés is indokolt, ugyanakkor a szektor a szerény bővítésekkel együtt is 57 MW kapacitást tehet majd ki és mindössze 244 GWh-val (2%-kal) járul majd hozzá a megújuló alapú villamosenergia-termeléshez 2030-ban (a NEKT 2-3 Mellékletének adatai alapján). Az ország bruttó villamosenergia-termelésének 0,4%-át termelik majd víz erőművek, ami természetszerű, hiszen domborzati adottságaink és természeti értékeink jelentős korlátok közé szorítják az efféle műszaki megoldások alkalmazását. Bővítésre a "*kisméretű víz erőművi kapacitások*" terén nyílik lehetőség, de a dokumentum nem részletezi, hogy ezalatt milyen teljesítményű és típusú berendezéseket ért, mint ahogyan azt sem, hogy mely vízfolyásokon tartják elképzelhetőnek ezeket a fejlesztéseket.

Az energia- és klímaterv a **geotermikus villamos erőművek** terén folyamatos bővülés eredményeként 60 MW<sub>e</sub> kapacitást és 445 GWh termelést tervez 2030-ban, ezzel csaknem 4%-os részesedést érne el a szektor a megújuló alapú villamosenergia-termelésben.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Villamosenergia-fogyasztás (GWh)</b>											
Víz	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244
Nap	1335	1853	2371	2890	3408	3926	4457	4988	5518	6049	6579
Szél	693	693	693	693	693	693	693	693	693	693	693
Biomassza és megújuló hulladék	2332	2431	2531	2631	2731	2831	2930	3029	3129	3228	3328
Egyéb megújuló	78	114	151	188	225	261	298	335	371	408	445
<b>Kapacitás (MW)</b>											
Víz	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Nap	1168	1433	1699	1964	2230	2495	4310	4845	5380	5915	6452
Szél	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330
Biomassza és megújuló hulladék	519	583	647	710	774	838	796	754	712	670	796
Egyéb megújuló	11	16	21	26	31	36	60	85	109	134	60

5. táblázat: A NEKT 4. táblázata, amely a megújuló alapú villamosenergia-termelés és kapacitás várható változását mutatja be 2030-ig (ITM 2020)



87. ábra - A beépített megújuló kapacitás alakulása a jelenlegi intézkedéseket figyelembe véve WEM forgatókönyvben és a kiegészítő intézkedések is figyelembe vevő WAM forgatókönyvben, MW

5. ábra: A NEKT 87. ábrája, amely a megújuló energiaforrások tervezett beépített villamosenergia-termelő kapacitásának alakulását ábrázolja 2040-ig a WEM és WAM forgatókönyvek szerint (ITM 2020). A biomassza vonatkozásában ez esetben sem különítik el a szilárd és gáznemű energiaforrásokat, ami pedig a környezeti következmények és így a fejlesztések megítélésének szempontjából alapvető elvárás volna.

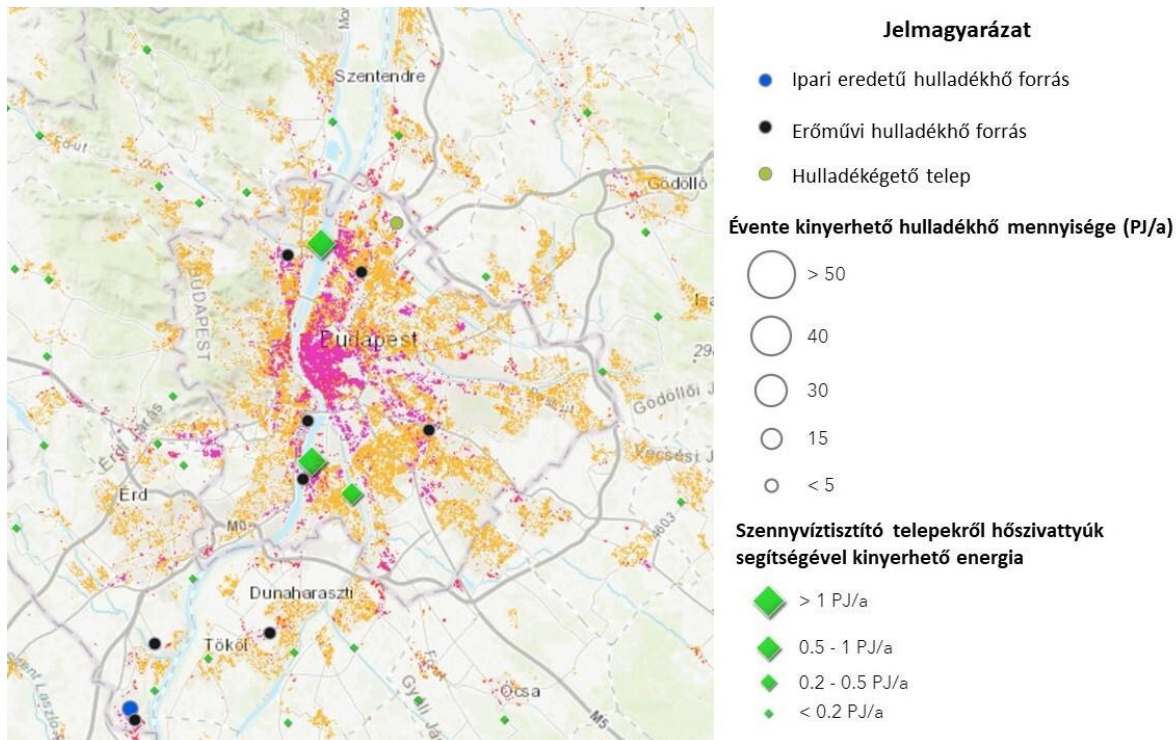
## 1.4. Megújuló energiaforrások szerepe a NEKT által vizionált hűtés-fűtés szektorban

A NEKT szerint a fűtés és hűtés terén a megújuló energia aránya addicionális intézkedésekkel a jelenlegi 20%-ról indulva megközelítheti a 30%-ot 2030-ban. Ebben a szegmensben a **biomassza játszik domináns szerepet 90% fölötti részesedéssel**, és ez a helyzet következő tíz évben sem változik. Sőt, a tervekben a felhasznált mennyiség **hirtelen bekövetkező 28%-os növekedése** szerepel, amit a 2025-2030 közötti időszakra jeleznek előre (lásd a NEKT 92. számú ábrája) - ám a váratlan jelentős növekedésre, annak jellegére, de leginkább arra nézvést, hogy a sok közül **milyen típusú biomasszát** érint - a dokumentum nem szolgál magyarázattal. Ráadásul ez a prognózis több szempontból is megkérdőjelezhető. A háztartási biomassza-felhasználás döntő része ugyanis tűzifa, amelynek fogyasztása a magas gázárak időszakában futott fel, különösen a kevésbé tehetős, energiaszegénységben szenvedő háztartások körében. 2014 óta azonban a tűzifa drasztikusan megrágult, így már nem versenyképes a hatósági árral szabályozott földgázhoz képest. A fenti folyamat eredményeként a háztartások nagy része a tűzifa helyett vagy visszaállt földgáz-felhasználásra, vagy továbblépett a villamos energia irányába (napelemmel támogatott "villanyfűtés" vagy hőszivattyúzás). Ennek a folyamatnak máris érzékelhető következménye, hogy az erdőgazdálkodók lényegesen kevesebb fát tudtak értékesíteni a 2018-2019-es évben. A háztartási szilárd tüzelés - és beleértve a fatüzelés jelenlegi gyakorlata - ellen szól, hogy a téli időszakban kifejezetten egészségkárosító levegőtminőség alakul ki az ország számos településén, amelynek oka részben a nem megfelelően előkészített tűzifa rossz hatásfokú égetése, másfelől pedig a kommunális hulladék illegális eltüzelése. Ezeknek a problémáknak a kezelése nélkül a fatüzelés további térhódítása nem támogatható!

A rossz hatékonyságú felhasználás miatt a tűzifa túlhasználata jellemző még a legjobban erdőszült hazai tájakon is (Csontos Cs. et al. 2020), amelyre a NEKT, mint stratégiai dokumentum válaszokat és javaslatokat kellene, hogy adjon, ám ilyeneket hiába keresünk a dokumentumban.

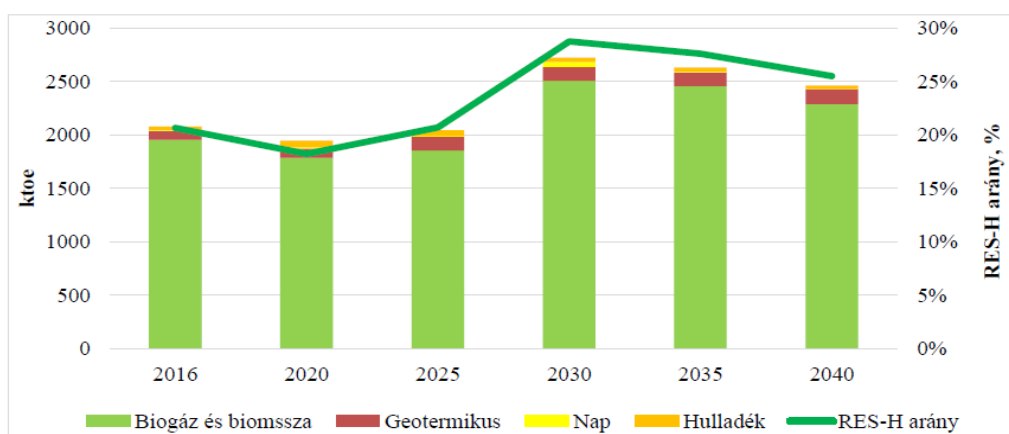
A hűtés-fűtés szektorban a biomassza után a második legfontosabb erőforrás a **"geotermia"**. A szektor megújulóenergia-felhasználáson belüli részesedése 2016-ban 4,5%-ot tett ki. A NEKT koncepciója szerint a 38%-os felhasználásbővülés ellenére ez az arány 2030-ra is megmarad. A kormányzati dokumentum a távhőtermelésben és a mezőgazdaságban (jellemzően üvegházak fűtésére) képzelettel a fejlesztést, ám egyszer sem említi a **visszasajtolással kapcsolatos jelenlegi anomáliákat**. Ennek lényege, hogy a rövid távú profitszerzésben érdekelt mezőgazdasági vállalkozások legnagyobb része a mai napig nem oldotta meg ezt a feladatot (hiszen ez folyamatos kiadást jelentene számukra), és 2025-ig harcolt ki moratóriumot. Az sem zárható ki, hogy a visszasajtolás alkalmazására további haladékokat kapnak. A geotermikus hő használatával kapcsolatos másik probléma a **komplex, kaskád rendszerű hőhasznosítás hiánya**, vagyis alacsony hatékonysággal, rengeteg hővesztéssel történik a hőhasznosítás.

Ami a **környezeti hő** hasznosítását illeti, a NEKT-ben megfogalmazott elképzelések korántsem világosak. Egyfelől a hasznosításra szolgáló technológia, a **hőszivattyúzás** megjelenik a szövegben, mégpedig a konkurens megújuló megoldásokhoz képest a legnagyobb mértékű, **567%-os növekedést** feltételezve. A hőszivattyúzás azonban meglehetősen sokszínű megoldásokat takar, amelyek egymástól jelentősen eltérnek, ami nem tükröződik a dokumentumban. A NEKT ezt a témát bemutató "Megújulóenergia-felhasználás a hűtés-fűtés szektorban" című alfejezetei (kettő is van) alig néhány mondatosak, és egyáltalán **nem említik a "környezeti hőt"**. Így nem említik annak sem aerotermikus elemét, sem pedig a hulladékhő-forrásokat, mint a kapacitásbővítés perspektivikus irányait. Ami ennél is meglepőbb, a "környezeti hő" a **92. ábrán sem jelenik meg energiaforrásként** (lásd alább) - szerepel viszont itt a geotermia. Csak remélhetjük, hogy nem ebbe a kategóriába gondolták a szerzők belesorolni az **aerotermiát** vagy a **hulladékhőt** (excess heat), mert ezeknek semmi közük sincsen a geotermiához. Megmagyarázhatatlan, hogy a NEKT 2-3 mellékletének 161. sorában a **"Hulladékhő és -hideg fűtési és hűtési energia bruttó végső fogyasztása"** megnevezésű kategória egyáltalán nem tartalmaz adatokat!



6. ábra: A Pan-European Thermal Atlas adatbázisa szerint a Budapest belvárosától számított 30 km-es körzetben belül, kizárólag a jelentősebb, minimum 0,5 PJ/év forrásokat figyelembe véve legalább 20 PJ könnyen kiaknázzható hulladékhő áll rendelkezésre

Mindeközben a hulladékhő fősodraba tartozó kutatási téma két kifutása a **HotMaps**<sup>9</sup> és a **Heat Roadmap Europe** projekt és benne a **Pan-European Thermal Atlas**<sup>10</sup> (Möller, B et al. 2018). Ennek egyik fókuszában éppen a fentiekben említett “excess heat” áll, ami a NEKT-ből sajnálatosan kimaradt témakör - leszámítva a “hulladékhő” kifejezés mindösszesen két érintőleges megjelenését a szövegben. Ez annak fényében meglepő, hogy a Pan-European Thermal Atlas szerint hazánk adatai ezen a téren kifejezetten kedvezőek. Így például a Budapest belvárosától számított 30 km-es körzetben belül, kizárólag a jelentősebb, minimum 0,5 PJ/év forrásokat figyelembe véve legalább 20 PJ könnyen kiaknázzható hulladékhő áll rendelkezésre. Ez azt jelenti, hogy a főváros nagyságrendileg 37 PJ-os hőigényének tekintélyes részét csak ezek segítségével fedezni lehetne (6. ábra).



92. ábra - Megújuló energiafelhasználás a hűtés-fűtés szektorban (ktoe), illetve a megújuló arány (RES – H, %) a kiegészítő intézkedéseket is figyelembe véve, ktoe, illetve %

7. ábra: A NEKT 92. ábrája, amely nem tartalmazza a környezeti hőt (ITM 2020)

<sup>9</sup> <https://www.hotmaps.hevs.ch/map>

<sup>10</sup> <https://heatroadmap.eu/peta4/>



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Hőszivattyú</b>	2,4	4,6	6,4	7,9	9,0	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
<b>Geotermia</b>	84,6	106,9	128,8	150,3	171,5	114,0	134,6	155,2	175,8	196,4	116,6
<b>Biomassza és megújuló hulladék</b>	1785,0	2155,1	2524,8	2894,1	3263,1	1853,0	2351,1	2849,2	3347,2	3845,3	2504,0
<b>Nap</b>	11,1	12,8	14,1	15,1	15,7	11,1	17,8	24,4	31,1	37,7	46,9

5. táblázat – Megújuló energiaforrások felhasználása a hűtés-fűtésben (ktoe)

6. táblázat: Megújuló alapú hőtermelés várható változása 2030-ig, a NEKT 5. táblázata szerint (ITM 2020)

A NEKT nem fektet elegendő hangsúlyt a napenergia termális hasznosításával kapcsolatos elképzelések bemutatására sem (a napkollektor kifejezés kétszer jelenik meg a 293 oldalas szövegben, a passzív napenergia hasznosítás fogalma egyszer sem). Ez annak tükrében nehezen magyarázható, hogy a szektor által termelt hőenergia mennyiségét 423%-ra kívánják megnövelni tíz év leforgása alatt.

Tekintve, hogy Magyarországon lényegesen kedvezőbb természeti adottságok mellett lehet a napenergiát hasznosítani, mint pl. Dániában (ahol pedig száznál is több települési léptékű napkollektoros távhőrendszer működik), illetve figyelembe véve, hogy hazánkban egyre súlyosabb gondot okoz a fűtési eredetű légszennyezettség, kifejezetten fontos volna támogatni az efféle megoldások bevezetését és elterjesztését. Erre a NEKT jó lehetőséget kínált volna.

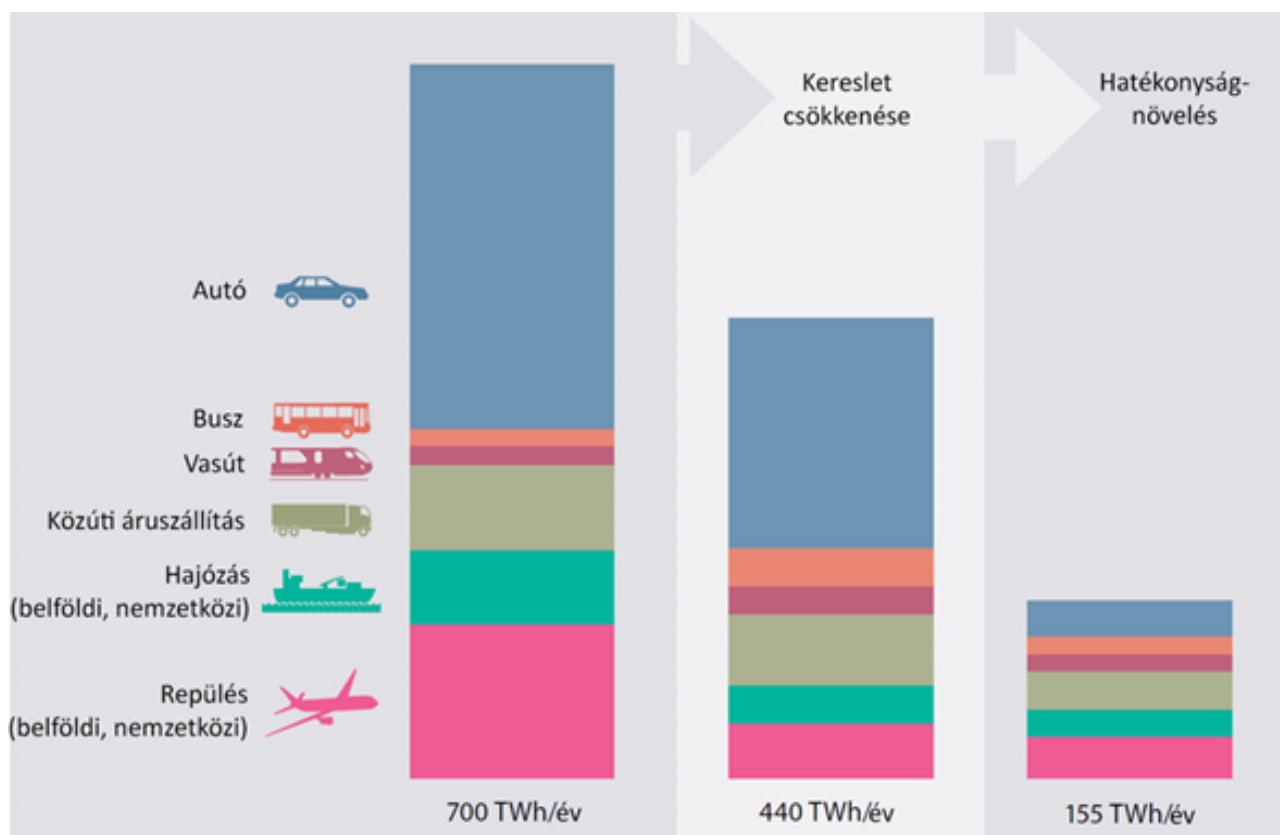
### 1.5. Megújuló energiaforrások szerepe a NEKT által vizionált közlekedési szektorban

A NEKT egyik leginkább elhibázott fejezete a közlekedési energiafelhasználással foglalkozó, hiszen általában is minden egyéb területre számított felhasználásnövekedésen túlmutató, **60%-os bővülést** céloznak meg a következő 10 évre (7. táblázat) a klímavédelem szempontjából leginkább terhelő szegmensekben, nevezetesen a légiközlekedésben és a közúti teheráru-szállításban - az igények bővülésére hivatkozva. Ami a megújuló energiaforrásokat illeti, a NEKT szerint "A közlekedés terén legalább 14%-os megújuló energia arányt tűz ki Magyarország 2030-ra. E cél elérése érdekében az élelmiszer- és takarmánynövényekből előállított ún. első generációs bioüzemanyagok arányát közel 7%-ra, míg a hulladékból előállított ún. második generációs (vagy fejlett) bioüzemanyagok és biogáz arányát 3,5%-ra emeli Magyarország a közlekedés végsőenergia-fogyasztásában. A fennmaradó rész teljesítése a villamos energia közlekedési célú felhasználásának jelentős növelésén keresztül érhető el." Ez utóbbi tehát ugyancsak 3,5%-ot tenne ki.

	2020	2030	%-os változás
<b>személyszállítás (millió utas/km)</b>	<b>99 818</b>	<b>124 065</b>	<b>+124,3</b>
ezen belül a légiközlekedés (millió utas/km)	4 919	8 028	+163,2
<b>áruszállítás (millió tonna/km)</b>	<b>51 747</b>	<b>76 946</b>	<b>+148,7</b>
ezen belül a tehergépjárművek (millió tonna/km)	37 586	59 436	+158,1

7. táblázat: A közlekedés teljesítménymutatóinak változása a NEKT WAM-forgatókönyv 2-3 melléklete szerint (ITM 2020 alapján)

A megújuló energiaforrások mennyiségének tervezett növekedését is figyelembe véve ezek akár ambiciózus céloknak is nevezhetők, ám mindenekelőtt lényeges a közlekedési területre vonatkozó elképzeléseket összefüggéseiben is megvizsgálni. A NEKT egyik elemi hibája, hogy nem vesz tudomást az éghajlatváltozás tényéről és annak drámai következményeiről - mint ahogyan általában a környezeti válságról sem -, így a jövőben is intenzíven növekedő közlekedési-energiafelhasználást tervez, és meg sem próbál olyan intézkedéseket felvetni, amelyekkel ez elkerülhető volna.



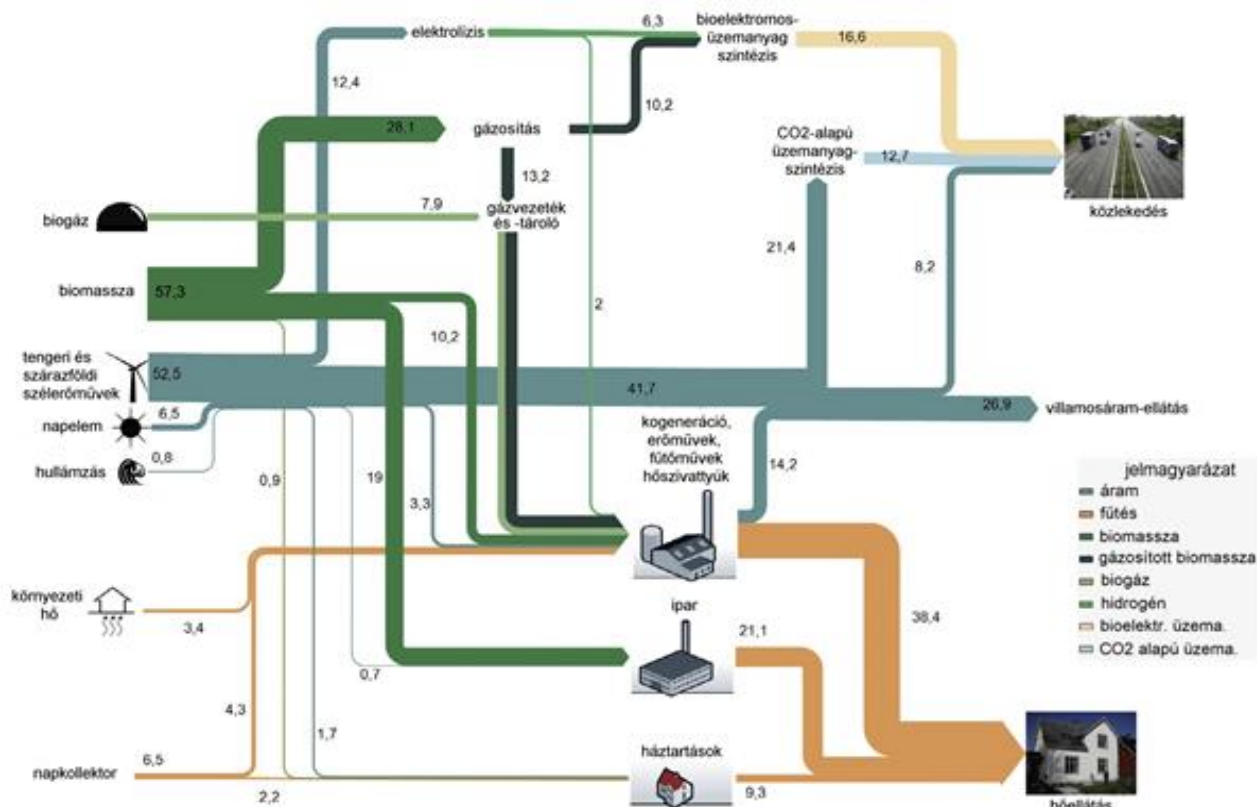
8. ábra: A brit közlekedési szektor energiafogyasztás-csökkentésének koncepciója és ennek komponensei a Zero Carbon Britain projekt szerint (Allen, P. ed. 2013)

A fentiek fényében a megújuló energiaforrások **mennyiségének** növekedése a közlekedési szektorban akár jelentősnek is tekinthető. Ugyanakkor a monokultúrára és intenzív üzemanyag- és vegyszerhasználatra, tehát kifejezetten környezetromboló művelési technológiára alapozó **első generációs bioüzemanyag-előállítás** további jelentős bővítése kifejezetten helytelen iránynak nevezhető. Az elektromos közlekedésre való átállás tervezett üteme nem kielégítő.

## 1.6. A megújuló energiaforrások integrálása az energiarendszerbe

A 20. századi energiarendszerben az energiagazdálkodás három fő területe (villamos energia; hő- és hidegenergia; közlekedési energia) egymástól lényegében elválasztva működött, sőt a környezetgazdálkodás többi elemétől is elszigetelődött. A NEKT szövegében és szellemiségében már megjelenik a három rendszer összekapcsolására való törekvés, még ha csak szerény mértékben is - ám az **érdemi, rendszerszintű megoldások** érdekében végrehajtott **multidiszciplináris irányváltásra** a koncepció kidolgozói nem vállalkoztak. Ez jelentősen fékezi hazánk átállását a fenntartható környezet- és energiagazdálkodásra, egyúttal akadályozza a megújuló energiaforrások integrációját is az energiarendszerbe.





9. ábra: Kulcsfontosságú volna az abszolút átjárhatóság és szoros kapcsolat az energiaszektor három fő területe között (Mathiesen, B.V. et al. 2015)

A megújuló rendszerbe integrálását is támogató célok (1 millió okos fogyasztásmérő; rugalmas tarifacsomag) megvalósulása például az okos energiarendszerre való áttérés terén ígéretes kezdésnek tűnik, de ennek üteme gyorsabb kellene, hogy legyen. Például az okos mérés kapcsán 2030-ra a berendezéseknek és az érintett háztartásoknak még a ~80%-a a 20. század színvonalán ragad, így a tulajdonosoknak nem nyílik módja a DSR korszerű lehetőségeivel élni. Ez természetesen az időjárásfüggő megújuló energiaforrások integrációját is akadályozza.

A határkeresztező kapacitások bővítése kellő üteműnek tűnik. Ezek a fejlesztések elengedhetetlenek ahhoz, hogy Magyarország valóban integrálódjon az európai energia rendszerbe.

Ami az energiatárolást illeti, ezt tekintjük a legutolsó eszköznek, amit abban az esetben alkalmazunk, amikor minden egyéb eszköz kínálta lehetőségből kifogytunk. A technológiai megoldások közül a rekultiváció keretében történő szivattyús-tározós projektek indítását, az alkalmas víztestek szivattyús energiatárolóként történő felhasználását tartjuk célravezetőnek a következő 10 évben. A szivattyús energiatárolók barnamezős létesítésével nem csak az energetikai szempontok, hanem a környezeti és társadalmi szempontok is érvényre jutnának (Soha T. et al 2017). A NEKT felvetései között felbukkant a hidrogén és a szintetikus gáz, mint lehetőség, de az ezekben rejlő lehetőségek alaposabb bemutatása ugyancsak elmaradt.

Az energiatárolás kapcsán kiemelt fontosságot kell tulajdonítani a hőtárolásnak, amely lehetőséget kínál a villamosenergia- és a hőenergia-szektorok együttműködésének elmélyítésére a megújuló energiaforrások minél nagyobb arányú integrálásának érdekében (Descamps, M.N. et al. 2018).

### 1.7. Nyelők

A NEKT az éghajlatvédelmi törekvések jegyében a CO<sub>2</sub>-elnyelő kapacitások bővítésének lehetőségét is vizsgálja. A dokumentum szerint Magyarország növelni kívánja az erdővel és egyéb faállománnyal borított területek arányát. Mindeközben a NEKT a biomassa felhasználásának növelésével is számol, de nem

derül ki, hogy ennek mi lehet a forrása, pedig ennek kapcsán már most is felmerülnek a fenntarthatósággal összefüggő problémák. Ugyancsak nem világos, hogy a NEKT milyen fogyasztói motivációra alapozza ezt a növekedési elképzelést, hiszen a leglényegesebb szegmens, a fatüzelés tekintetében az árak átrendeződése (értsd rezsicsökkentés) miatt 2015 és 2018 között csaknem 25%-os felhasználás-csökkenés történt csak a lakossági szegmensben.

## 1.8. Összegzés

Összefoglaló gondolatként kijelenthető, hogy az eddigiekben bemutatott koncepció várhatóan nem hoz érdemi változást Magyarország energiaszektorának környezeti teljesítményében. Pedig erre már nagy szükség volna, hiszen a klímavédelmi erőfeszítéseket értékelő **Climate Change Performance Index (CCPI)** hazánk esetében évről évre egyre aggasztóbb eredményeket mutat. A NEKT koncepciója alapján kétséges, hogy ezen a területen előbbre lép az elkövetkező 10 évben.

## 2. A NEKT INTÉZKEDÉSEI

A dokumentum több olyan intézkedést is meghatároz, melyek révén a kormányzat 2030-ig csökkenteni a szén-dioxid-kibocsátást, valamint növelni igyekszik az energiahatékonyság szerepét és a megújuló energiák részesedését. Az intézkedések egy része üdvözlendő és néhol kifejezetten hiánypótló. Azonban a legtöbb esetben ezek csak koncepció szintjén szerepelnek az anyagban, és nem tudni, hogy kapcsolódik-e hozzájuk bármiféle hatáselemzés, illetve megvalósíthatósági tanulmány.

Egyetértünk a NEKT azon megközelítésével, melynek lényege, hogy *„a passzív fogyasztó megközelítést egyre inkább felváltja az aktív (részben önellátó), termelő-fogyasztó megközelítés.”* A folyamatot pénzügyi eszközökkel és az adminisztratív feltételek egyszerűsítésével egyaránt szükséges támogatni. Az Energiaklub által sok éve hangoztatott és támogatott decentralizált, sok lábon álló, helyi megújuló forrásokra alapozott energiamodell megteremtésére végre lehetőség nyílhat.

A NEKT által hivatkozott **Zöld Távhő Program** egy szakmailag jól megalapozott tervezés és kivitelezés révén jelentős pozitív hozadékokkal járulhat hozzá a sikeres energiafordulathoz. A NEKT szerint ugyanis a hőenergia-termelés nagy változások előtt áll: *“A meglévő, jellemzően nagyvárosi távfűtések mellett kedvező jogi és gazdasági feltételek megteremtésével elő kell segíteni az új, kisebb méretű, helyi önellátásra alapuló rendszerek kiépítését. A megújuló energia alapú ”falufűtőművek” szabályozási támogatását az energiaközösségek keretében célszerű megvalósítani.”* A fentiek kapcsán támogathatónak tartjuk, hogy a hőszivattyúk és a biomassa hatékony és környezetkímélő felhasználásának, továbbá a megújuló energia alapú közösségi fűtőművek létesítésének ösztönzése vissza nem térítendő támogatásokkal valósul majd meg. Azonban az elmúlt évtizedek rossz tapasztalatai miatt **kulcsfontosságúnak tartjuk a projektek folyamatos szakmai támogatását, majd szigorú utóellenőrzését, indokolt esetben pedig szankciók alkalmazását.** Egyetértünk azzal, hogy a távfűtés megújuló energia alapra helyezése és energiahatékonysági korszerűsítése a 2021-27-es időszak operatív programjából történő vissza nem térítendő támogatással, kvótabevételekből és a 2021-től induló Modernizációs Alap bevételeiből legyen ösztönözhető. Ez esetben is elengedhetetlen a **szakmai támogatás, az utóellenőrzés, indokolt esetben pedig szankciók alkalmazása.**

Kulcsfontosságúnak, ezért mindenképpen támogatandónak tartjuk, hogy a távfűtésben **hőtárolási támogatás** bevezetését tervezik. Ennek átgondolt kidolgozásával és bevezetésével el kell érni, hogy 2030-ra minden magyar távhőrendszer rendelkezzen legalább 24-48 órás hőtárolási kapacitással. Az energia tárolásának kapcsán kiemelten fontos és támogatandó a NEKT azon megállapítása, miszerint a **jogi, gazdasági és műszaki szabályozási rendszert** is át kell alakítani: *„ösztönözni kell az energiatárolói beruházásokat és a micro-grid megoldásokat (...) Szükséges az energiatárolók engedélyezési folyamatának és szabályozási piaci akkreditációjának egyszerűsítése, a tárolók műszaki lehetőségeit jobban kihasználó szabályozási termékek kialakítása, az innovatív megoldások támogatása a szezonális tárolásban, valamint a kapcsolt termelők hőtárolásának ösztönzése.”*

A NEKT kitér a **villamosenergia-termelő geotermális erőművek** esetleges támogatására is (METÁR rendszer; Svájci-Magyar Együtműködési Program; Geotermikus Garanciaalap). Pozitívan értékeljük ezt a törekvést, hiszen a geotermikus energia nem időjárásfüggő megújuló forrásként fontos szerepet tölthetne be a magyar villamosenergia-mixben. Nagyon fontos azonban, hogy a gyakorlati megvalósítás során a hőenergia maximális mértékben hasznosuljon, ami feltételezi, hogy a mintaprojektnek hangsúlyos hőhasznosítási elemei is lesznek.

Szintén pozitívum, hogy a NEKT alapján kvótabevételekből finanszírozásra számíthat az időjárásfüggő megújuló termelők hatékony menetrendezésnek támogatására egy nagy felbontású és megbízható **meteorológiai előrejelző rendszer**.

A közlekedési célú energiafelhasználás csökkentését elsősorban az elektromobilitás támogatásával, így például a helyi közlekedés zöldítését célzó **Zöld Busz Program** révén javasolja megvalósítani. Ez a megközelítés bár önmagában jó törekvés lehet, azonban nem elégséges, hiszen egyfelől csak egy igen szűk szeletét érinti a közlekedés fejlesztésében rejlő lehetőségeknek, másfelől azonban még nagyobb a baj: különösen ennek a témakörnek a kapcsán merül fel az a probléma, hogy a NEKT nem tekint ki az energiagazdálkodás területéről, meg sem próbálja a multidiszciplináris megközelítés elvei alapján a problémákat más szakterületek bevonásával orvosolni.

Az intézkedések más részét azonban az alábbi koncepcionális megközelítések miatt nem tartjuk elfogadhatónak:

1. A legsúlyosabb az a koncepcionális probléma, ami az **energiafogyasztás további bővülését tervezi szinte minden területen** - figyelmen kívül hagyva az energiarendszereken kívülről érkező megoldások sokaságát, alábecsülve a hatékonyságnövelés és az energiatudatosság eszközrendszerét. Mindezt úgy, hogy az ország lakossága várhatóan ~6,2%-kal csökkenni fog az elkövetkező 10 évben - ami ráadásul meg is jelenik a NEKT szövegében és nyilván a háttérszámításokban is. A fogyasztás bővülésének tipikus területe a közlekedés és szállítmányozás, pedig itt valójában éppen ellentétes célok kijelölésére volna szükség. Leginkább például a **légiközlekedés és a közúti forgalom közlekedési teljesítményének visszaszorítására** olyan területfejlesztési, munkaszervezés-optimalizálási intézkedések bevezetésével, amelyek révén a szektorban tapasztalható futásteljesítmények, az ehhez kapcsolódó energiafelhasználás és környezetterhelés radikálisan csökkenthető. Emellett lényeges az adózási feltételek felülvizsgálata és átrendezése elsősorban a légiközlekedés és a nehéztehergépjármű-forgalom visszafogására. Mindezek mellett el kell érni a közösségi közlekedés minőségének radikális javítását minden területen, de kiemelten a vasúti közlekedés terén. Ennek kapcsán mielőbb be kell kapcsolódni az **európai gyorsvasút-hálózatba**, és el kell érni annak továbbfejlesztését elsősorban a szolgáltatás minősége terén - így például a tekintetben, hogy a lehető legkevesebb átszállással (jó esetben átszállás nélkül), az éjszakai utazás lehetőségével élve, versenyképes áron lehessen eljutni a leginkább frekvenciált, akár távolabbi célpontokba is (pl. Brüsszel, London, Párizs).
2. A mindenkori magyar kormányzat által erőltetett (és a mindenkori ellenzék által támadott) **atomerőmű-fejlesztés (Paks II.) minden szempontból teljesen elfogadhatatlan elképzelés**. Az ellenérvek között kiemelt helyen szerepel, hogy az erre és a kapcsolódó fejlesztésekre betervezett ~4 000 milliárd Ft - valójában **várhatóan ~10 000 milliárd Ft** - az energiafordulat többi elemétől, így a megújuló energiaforrásokra való átállás támogatásától vonja el ezt a hatalmas finanszírozási forrást.
3. A NEKT célja *“a hazai szénhidrogénvagyon (konvencionális és nem konvencionális)...maximális és fenntartható kiaknázása”*, ami több szempontból is aggályos. Egyfelől fosszilis tüzelőanyag *“fenntartható”* kiaknázásáról írni fából vaskarika, hiszen elvi alapvetés, hogy ez a fenntarthatóság környezeti és társadalmi dimenziójának nézőpontjából nem lehet fenntartható (lásd éghajlatváltozás). Különösen problémás a **„nem konvencionális”** szénhidrogének esete, amelyek kitermelése és felhasználása a nemzetközi tapasztalatok alapján a leginkább környezetromboló emberi tevékenységek közé tartozik - az életciklusra számított **szálszalag-szerűen gyenge EROI mutatójáról** nem is beszélve, ami azt támasztja alá, hogy az efféle projektek energetikai értelemben is megkérdőjelezhetők (Hall C.A.S. et al. 2014).

## 3. SZAKPOLITIKAI ÉS INTÉZMÉNYI LEHETŐSÉGEK ÉS AKADÁLYOK A MEGÚJULÓK ÚTJÁBAN

### 3.1. Lehetőségek

Az intézményi lehetőségek kapcsán az **Európai Unió irányából érkező folyamatos nyomást** lehet kiemelni, amely - ha nem is lényegesen - de mégis befolyásolja a magyarországi folyamatokat. Ugyan nem tartozik sem az intézményi sem a szakpolitikai lehetőségek körébe, de mégis kiemelendő az a sok pozitív példa, amely az Európai Unió néhány, a témában vezető szerepet betöltő országának tapasztalatából - részben vagy egészben - átemelhető a magyar gyakorlatba.

A lehetőségek szerény tárházához tartozik még az a néhány **ipari szövetség**, amely a megújulóenergia-szektor érdekeit igyekszik képviselni Magyarországon - hozzátevé, hogy komoly mozgásterük nincs a centralizáltan működő, az érintett felek véleményére vajmi kevés figyelmet fordító magyarországi döntéshozatali rendszerben.

Egyelőre lehetőségként értelmezhetjük a háztartási léptékű napelemes rendszerek esetében alkalmazott **szaldós elszámolást** (az éves szinten megtermelt és elfogyasztott energia különbségét kell rendezni az áramszolgáltatóval). Azonban az utóbbi időben megnövekvő kapacitásokra hivatkozva egyre gyakrabban merül fel lehetőségként ennek az elszámolási módszernek a megszüntetése, amely minden bizonnyal hátrányosan fogja érinteni azokat a felelős magyar családokat, amelyek megtakarításaikat nem tengerentúli utazásokba ölték, hanem napelemek vásárlására fordították.

Ellentmondásos a megítélése a **megújuló energiaforrások felhasználásával történő villamosenergia-termelés támogatását** célzó új támogatási rendszernek, a METÁR-nak. Az ehhez kapcsolódó első pályázati támogatások eredményét 2020 márciusában hozták nyilvánosságra. A nyertesek egy kivétellel napelemes projektet kíván megvalósítani<sup>11</sup>, miközben a többi technológia kapacitásbővítésére a támogatási rendszer nem bizonyult alkalmasnak. Ez egészen bizonyosan nem segíti a klímavédelmi célok elérését.

### 3.2. Akadályok

A megújulók útjában álló akadályok kapcsán sajnos lényegesen hosszabb a felsorolás. Mindenekelőtt azt kell kiemelni, hogy **Magyarországon 2010 óta nem működik környezetvédelmi minisztérium**. A környezet- és természetvédelemmel kapcsolatos főhatósági feladatokat különböző minisztériumok között osztották szét, így a környezeti érdek képviselője nem tud kellő mértékű lenni, sőt, láthatóan akadályokba ütközik, a döntéshozatalban történő érvényesítése nem megfelelő módon történik. Anyagi források érdemben a területre nem érkeznek. Általában is kijelenthetjük, hogy a mindenkori magyar kormányok az elmúlt tizenöt évben a környezetvédelmet a fejlődés hátráltatójaként fogták fel, ahelyett, hogy a társadalom (a választópolgárok) széles körének érdekérvényesítő eszközét, és a továbblépés lehetőségét látták volna benne.

Intézményi jellegű problémaként értelmezhetjük a magyarországi műszaki felsőoktatás több évtizedes lemaradását a fenntartható energiagazdálkodás témakörében. A fiatal műszaki szakemberek ebből fakadóan sok esetben olyan elavult szemléletű ismeretanyagra tudnak csak szert tenni, amely nem nyújt eligazodást számukra a korszerű energiarendszerek működésének megértésében. Ebben a problémás helyzetben nagy **segítséget jelentenek azok a nemzetközi ösztöndíjprogramok**, amelyek keretében magyarországi hallgatók olyan európai egyetemeken képzéseiket bekapcsolódhatnak bele, amelyek valóban élvonalbeli kurzusokat biztosítanak a fenntartható energiagazdálkodásra való átállás tekintetében.

Magyarországon az egyik legsúlyosabb probléma, amely hátráltatja a megújuló energiahordozók elterjedését, a **paksi atomerőművi kapacitás tervezett bővítése**. Ez a projekt olyan mértékű terhet ró a

<sup>11</sup> <https://renewablesnow.com/news/solar-pv-takes-over-hungarys-1st-renewables-auction-683366/>

magyar adófizetőkre és az államkasszára, hogy nem maradnak érdemi források az energiafordulat fenntartható irányba mozdítására. Ezzel összefüggésben kell kiemelni azt a dezinformációs tevékenységet, amelyet az atomenergia lobbi fejt ki évek óta igen jelentős kormányzati finanszírozással, illetve az orosz Roszatom tevékeny közreműködésével. Ennek a ténykedésnek az a célja, hogy a közmédia csatornáit, a fesztiválokat, az oktatási intézményeket kihasználva eltorzított információval bombázzák a magyar társadalom minél szélesebb körét. Üzenetük lényege két pontban foglalható össze: a megújuló energiaforrások alkalmazásában rejlő lehetőségek az ellátásbiztonságra súlyos kockázatot jelentenek (mert nem mindig süt a nap); míg az atomenergia hazai fejlesztését, mint egyetlen reális lehetőséget mutatják be, amely szerintük nemcsak olcsó, de tiszta és biztonságos is.



10. ábra: Az atomerőmű kamionja egész évben járja az oktatási intézményeket és fesztiválokat, ami éves viszonylatban a közbeszerzési értesítő szerint nettó 357 millió forint kiadást jelent az adófizetőknek<sup>12</sup>

Fotó: Szegedi Ifjúsági Napok

A fentiekhez is kapcsolódva, a hátráltató tényezők között kiemelendő a **rejtett állami támogatások** problémaköre. Egy nemrégiben közreadott kutatás szerint 71,8 milliárd Ft-nyi közvetlen állami támogatás, valamint 42,9 milliárd Ft állami vállalatokon keresztül történő közvetett finanszírozás jut el évente a fosszilis szektor szereplőihöz (Worrall, L. - Zerzawy, F. 2017). Ennek két következményével kell számolni: egyfelől azzal, hogy ilyen módon csökken a megújuló energiaforrásokra jutó finanszírozás kerete; másfelől pedig azzal, hogy a fosszilis szektor jelentős lobbierőt képviselve befolyásolja az országos és régiós döntéshozatali folyamatokat. Példaként említhető a 2010-es klímátörvény bukása, ami az ellenérdekelt fosszilis lobbi ellenállásán akadt el (a jogszabály 2020-ra 40%-os kibocsátáscsökkentést írt volna elő az 1990-es bázisához viszonyítva). A klímátörvény öszpárti kezdeményezését két akkori kormánypárti képviselő (Magda Sándor és Koscsó Lajos) a választási körzetükben működő fosszilis tüzelésű nagyerőművek (Mátrai Erőmű, Tisza II. Erőmű) érdekeire hivatkozva akadályozta meg. A hagyományos technológiák rejtett támogatása kapcsán kell szót ejteni az úgynevezett **“rezsicsökkentésről”**, amely egyfajta választási programként indult 2013-ban. Az energiaárak alacsonyan tartásával azóta akadályozza a kormányzat az energiahatékonysági beruházásokat éppen úgy, mint a megújuló energia alapú fejlesztéseket.

Az egyik legkevésbé racionális kormányzati lépés, hogy **2016 óta jogszabály tiltja Magyarországon újabb szélenerőművek telepítését**. Ennek pontos okairól azóta sem jelent meg érdemi szakmai indoklás. Ugyancsak a jogszabályi környezet a magyarázata annak, hogy Magyarországon nem tudtak teret nyerni az **energiaközösségek**. A NEKT kimondja, hogy **ösztönözni kívánják a fogyasztók és fogyasztói közösségek energiatürelenségét** erősítő, megújuló forrásokra alapozott saját célra történő energiatermelését. Azonban ennek mikéntjét a NEKT nem részletezi, de még csak nem is vázolja fel. Úgy véljük, hogy célszerű lett volna a legfontosabb feladatok legalább felsorolás szintű bemutatása, kitérve a tervezett jogszabályi változtatások lényegére; a gazdasági szabályozási keretekre; a műszaki szabályozási környezetre.

<sup>12</sup> <https://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NOTICE:169105-2019:TEXT:HU:HTML&src=0>



## 4. A MEGÚJULÓK ARÁNYÁNAK NÖVELÉSÉHEZ SZÜKSÉGES JAVASOLT INTÉZKEDÉSEK

A nemzetközi tapasztalatok alapján és a hazai adottságok ismeretében kijelenthető, hogy megfelelő pénzügyi és jogszabályi támogatással 2030-ra akár a **35-40%-os megújuló energia részarány elérése is lehetséges**, sőt szükséges volna a villamosenergia-termelésben (a tervezett 21%-hoz képest). Ehhez azonban számos területen mélyreható változásokra volna szükség.

### 4.1. Villamos energia

A jövőben a METÁR-tendereken a **költséghatékonyság** technológiasemleges módon érvényesüljön, így a nagyobb teljesítmény esetén legolcsóbb alternatíva, a szélenergia is váljon támogathatóvá. Ugyanakkor emellett egyéb lényeges szempontokat is figyelembe kell venni, így a **különböző technológiákban rejlő további járulékos lehetőségeket** - így a biogáz alapú technológia jó szabályozhatóságát és azt, hogy ezek a megoldások a szerves hulladékok feldolgozása révén hulladékgazdálkodási célokat is szolgálnak, ráadásul a talajerő utánpótlásában is részt vehetnek. **Ennek tükrében a METÁR átalakítását elengedhetetlennek tartjuk.**

A NEKT céljai között szerepel 200 ezer háztartás esetében elérni az átlagosan 4 kW kapacitású **napelemes rendszer** megvalósulását 2030-ra. Ezáltal a **magyar háztartások 5%-a** kapcsolódhatna prosumerként a villamosenergia-rendszerbe. Ezt a célértéket megfelelő támogatási politikával, például szerény adócsökkentéssel, a szaldós elszámolás fenntartásával - kihasználva az ilyen rendszerek árának további csökkenését is - meg lehetne haladni, megközelítve a 10%-os részarányt. Fontosnak tartjuk azt is, hogy a közintézmények vonatkozásában is jelenjen meg egy ambiciózus célszám 2030-ra.

A napenergia mellett a villamosenergia-rendszerbe integrálható 2030-ig további legalább **2000-4000 MW szélerenergia-kapacitás** (emlékeztetve arra, hogy az egykori NDK területén, kontinentális széllklimán, már ma 20 000 MW beépített kapacitás működik). Ennek érdekében a szélerőművek telepítését korlátozó jogszabályt azonnali hatállyal fel kell oldani. Német mintára regionálisan, megyénként volna szükség az ideális telepítési helyszínek felmérésére a szakértők minél szélesebb körének bevonásával (Munkácsy B. 2004). A szélenergia alkalmazásának előnyei a nemzetközi trendek alapján egyértelműek, Magyarország komoly veszteségeket szenved el a szélenergia indokolatlan korlátozásával. A REKK számításai szerint a szélerőmű-fejlesztések tiltása -25 milliárd forinttal növeli meg a 2020-as megújuló cél teljesítésének költségét Magyarország számára (Mezősi A. et al 2018).

### 4.2. Fűtés és hűtés

A **hulladékhő** (excess heat) hasznosításának előmozdítása lényegében hiányzik a NEKT anyagából (egyetlen ködös utalást leszámítva). A Heat Roadmap Europe program jó kiindulási pont ennek a szakterületnek alaposabb megismerésére és ez alapján támogató intézkedések kidolgozására. A nemzetközi tapasztalatok arra hívják fel a figyelmet, hogy ezen intézkedések alapját térinformatikai, energiatérinformatikai kutatások kell, hogy képezzék.

A **Zöld Távhő Program** bemutatásánál nem jelenik meg a napenergia a távhőrendszerekben való termális hasznosításának előmozdítására. Több kedvezőtlenebb adottságú európai ország, így Dánia és Ausztria tapasztalata azt bizonyítja, hogy a nagyléptékű napkollektor-telepek létesítésével és a hőenergia rövidebb-hosszabb idejű tárolásával hatékonyan és versenyképes áron biztosítható a helyi távfűtő rendszerek működtetéséhez szükséges hőenergia jelentős része, akár 50-60%-a (Tian, Z. et al. 2019; Trier, D. et al. 2018). Ezen intézkedések alapját térinformatikai, energiatérinformatikai kutatások kellene, hogy képezzék (Csontos Cs. et al. 2020). Általánosságban is javasoljuk, hogy a Zöld Távhő programot még szélesebb körben (több településen, nagyobb volumenben) valósítsák meg, hiszen a fűtés esetében az energiahatékonyság mellett így lehetne jelentősebb kibocsátás-csökkentést elérni.

A hőenergia témaköréhez kapcsolódó probléma a **lignit alapú** fűtéssel érintett mintegy 100 000 háztartás és számos intézmény, egyéb felhasználó a Mátrai Erőmű régiójában. A Mátraalja és Bükkalja térségében elhelyezkedő két nagy külszíni fejtésű bányára várhatóan (és remélhetően) bezár a 2030-ig terjedő időszakban, így megoldandó feladat a lakossági és intézményi fűtésben a tiszta energiaforrásokra való átállítás. Ebben egy átgondolt, a **környezeti szempontokat messzemenően érvényesítő intézkedéscsomag** elengedhetetlen feltételnek látszik.

Geotermia esetében a **fluidumvisszasajtolási kötelezettség érvényre juttatása** kapcsán határozott intézkedésre van szükség. Ha ez megvalósul, akkor volna célszerű nagyobb léptékű fejlesztésekben gondolkodni, ugyanis a NEKT-ben kitűzött célszámoknál az ország nagy részén jelentősebb beruházások megvalósítására volna lehetőség (Mádlné Sz. J. 2008).

### 4.3. Intézményrendszer

Az energiaszektor átalakítása olyan mélyreható és komplex beavatkozásokat igényel, amelyek messze túlmutatnak egyetlen szakterület kompetenciáján. Ezt felismerve olyan **multidiszciplináris felkészültségű munkacsoportok** létrehozására lenne szükség jó esetben járási szinten, ahol az energiatervezésben építésszakemberek, hulladékgazdálkodási, mező- és erdőgazdálkodási szakemberek, illetve a folyamatokat és összefüggéseket térben áttekinteni és értelmezni képes geográfusok is helyet kapnak. Megyei szinten közigazgatók, kommunikációs szakemberek, szociológusok, humánökológusok bevonása is elengedhetetlen.

Az éghajlatváltozással és az ezzel összefüggő energiafelhasználással kapcsolatos elméleti és gyakorlati ismeretek megjelenése a **közoktatásban** igen csekély mértékű, felszínes; miközben tudatos fogyasztók nélkül a klímaváltozás megfékezése és az energiaátmenet folyamata bizonyosan nem lesz sikeres. Ennek megoldása érdekében olyan kormányzati intézkedés szükséges, amely nem műszaki, hanem multidiszciplináris alapú (beleértve természetesen a társadalomtudományok releváns szakterületeit is) és a NAT-ban jelentősen erősíti a témakört tárgyaló műveltségi területek pozícióját.

Mivel ezen a területen több évtizedes lemaradásban vagy Magyarország, kormányzati intézkedés szükséges a **felsőoktatás** területén a fenntartható energiagazdálkodás területén széleskörű tudással, interdiszciplináris rálátással rendelkező szakemberek képzésének meggyorsítása terén - lehetőség szerint a témában vezető külföldi egyetemekkel való szoros együttműködés keretében.

A **teljes népességet** megcélözva széles körű kommunikációs kampányt tartunk szükségesnek a hatékony, korszerű, környezetbarát háztartási energetikai megoldások alkalmazásának előnyeiről.

A NEKT-ben jóformán csak úgy jelennek meg az egyelőre hazánkban még nem létező valódi **energiaközösségek**, mint különleges aggregátorok, amelyek tehermentesíthetik a hálózatot, mivel saját közösségük energiaellátását biztosítják. Azonban az új európai megújuló energia irányelv ennél sokkal szélesebb körű jogokat biztosít az energiaközösségeknek (RED II, 2018). Az Irányelvben foglaltakat teljes egészében át kell ültetni a magyar jogrendbe, hogy a közösségi energiás beruházások minél nagyobb számban és minél hatékonyabban valósulhassanak meg. A megvalósítás során különösen nagy figyelmet kell fordítani az alábbi területekre: elosztóhálózat engedélyezésének együttműködése az energiaközösségekkel; az engedélyezési eljárás átláthatósága és egyszerűsítése; az elszámolás egyszerűsítése; a külön erre a célra elkülönített tagállami költségkeret hatékony és igazságos felhasználása.

## 5. ALTERNATÍV FORGATÓKÖNYVEK ÉS A NEKT

Magyarországon 2006-ban született az első alternatív energiaforgatókönyv, amelyet azóta egy fél tucat követett.

Tanulmány címe	Intézet Szervezet	Év	Szerzők
Fenntartható energiastratégia	Energiaklub	2006	Ámon Ada, Kardos Péter, Kazai Zsolt, Perger András, Tóth Nelli
EnergiaForradalom	Greenpeace	2007	Sven Teske, Oliver Schäfer, Arthouros Zervos
Progresszív EnergiaForradalom	Greenpeace	2011	Sven Teske, Stoll Barbara, Arthouros Zervos, Josche Muth
Vision Hungary 2040 1.0	Erre van előre! Kutatócsoport	2011	Munkácsy Béla et al.
Vision Hungary 2040 2.0	Erre van előre! kutatócsoport	2014	Munkácsy Béla et al.
Paks II nélkül a világ	Energiaklub	2015	Sáfián Fanni
Zöld Magyarország: Energia Útiterv	Wuppertal Intézet és Energiaklub	2016	Stefan Lechtenböhrer, Magdolna Prantner, Clemens Schneider, Fülöp Orsolya, Sáfián Fanni

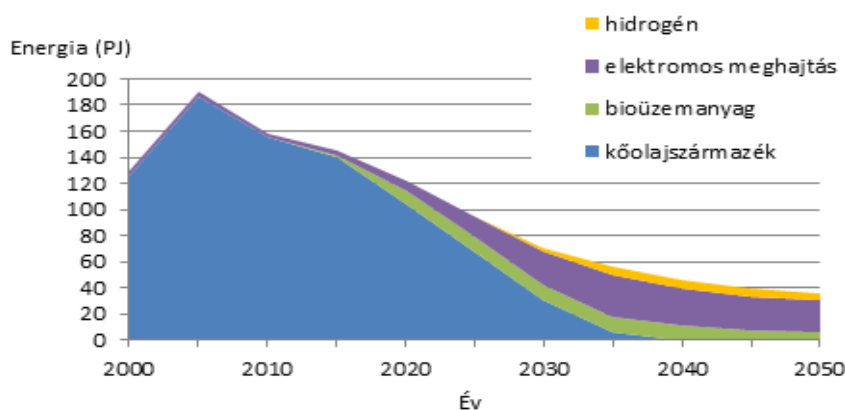
8. táblázat: Alternatív energiaforgatókönyvek (Sáfián F. (2018) ábrája nyomán)

### 5.1. Erre van előre - Vision Hungary 2040 1.0 és 2.0

A Vision Hungary forgatókönyvet az ELTE TTK-n működő szakértői munkacsoport koordinálta, mely hazánkban elsőként vizsgálta a 100%-ban megújuló alapú energiarendszer létrehozásának elvi lehetőségeit és ennek eredményeként a gyakorlati megvalósítás egy elképzelhető forgatókönyvét vázolta fel. A kutatás térinformatikai potenciálemzésekre és szoftveres energiamodellezésre alapozva 5 éves lépésekben tekinti át a 2050-ig terjedő időszakot a gazdaság és társadalom minden szegmensére kitekintéssel. A több évig tartó projektben összesen több mint 40 szakember vett részt 4 egyetem képviselőjében a tudomány igen széles spektrumát lefedve. A megvalósításhoz külföldi szakmai segítséget az INFORSE-Europe nemzetközi szervezettől kaptak.

Eredményeik szerint Magyarországon egy jelentős, fenntarthatósági központú szakpolitikai irányváltással és a gazdasági szereplők együttműködésével már 2040-re elérhető lett volna a teljes átállás megújuló energiaforrásokra, ha a folyamat 2010-ben elindul. A koncepció multidiszciplináris problémamegoldást feltételezett a környezetgazdálkodás különféle szakterületeinek minél szélesebb együttműködésével. A forgatókönyvben nagy szerepet kap az energiatudatosság és -hatékonyság is, melyeknek eredményeként 2030-ig 50%-ra, 2050-ig ~27%-ra lehetne csökkenteni az ország összes energiaigényét 2005-höz képest.





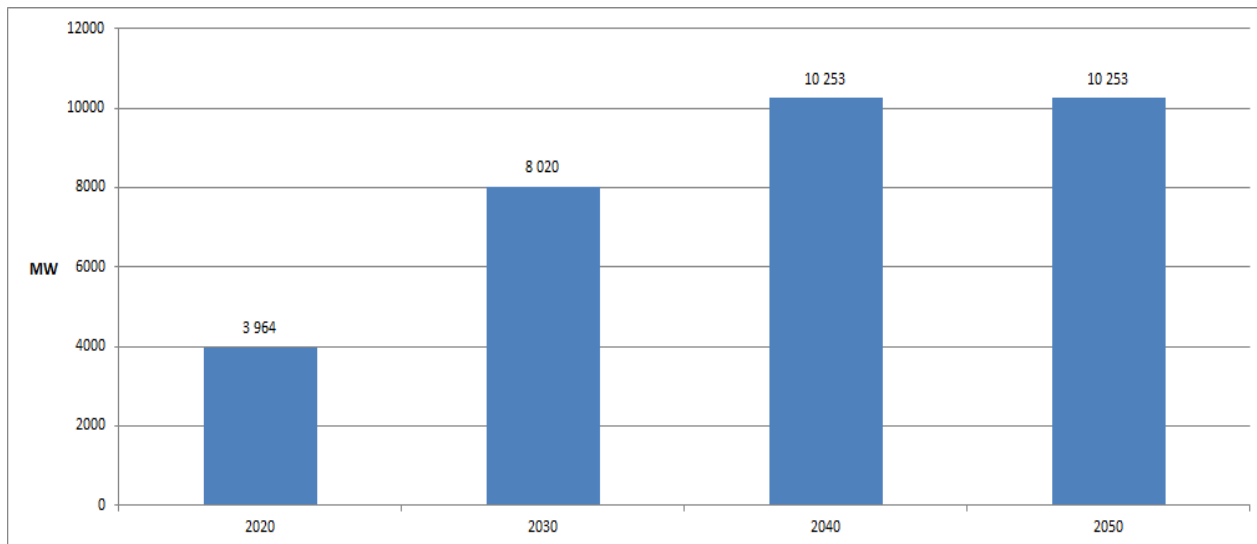
11. ábra: A hatékonyság és a közlekedésen túlmutató rendszerszintű beavatkozások eredményeként a közlekedési szektor energiafelhasználása és annak szerkezete drámai mértékben változhat meg a Vision Hungary 2040 forgatókönyv szerint 2000-2050 között (Munkácsy B. et al. 2011)

9. táblázat: Az Erre van előre projekt potenciál becsléseinek eredményei (Sáfián F. [2018] nyomán)

PJ/év	Forrás	Munkácsy B. et al. 2014 (“Erre van előre” kutatócsoport)	
Potenciál típusa		Technológiai potenciál (2040-50)	Társadalmi-gazdasági potenciál (2040-50)
Napenergia	Hő	212	64
	Áram	152	46
	Passzív	-	-
Szélenergia		80	80
Biomassza	Szilárd	165	szilárd biomasszából és biogázból termelve: 36-46 PJ áram, 2-12 PJ távhő
	Biogáz	80	
	Bioüzemanyagok	12	12
Vízenergia		2	2
Geotermális		100	*85
<b>Összesen</b>		<b>1250</b>	<b>330</b>

\* geo-, hidro- és aerotermia együtt

A fentiek tükrében felülvizsgálva a NEKT célját - ami a szöveg szerint “a megújuló források maximális és fenntartható kiaknázása” - úgy tűnik, hogy a nemzeti energia- és klímaterv nem felel meg saját elvárásának. A megújuló energiafelhasználás a NEKT célkitűzéseknek megfelelően 170 PJ 2030-ra, ez pedig az “Erre van előre” kutatás által számított fenntartható társadalmi-gazdasági potenciálnak csak ~50%-a. (9. táblázat)



12. ábra: Az Erre van előre projekt szélerőmű-kapacitásra vonatkozó forgatókönyve a megvalósult projektek nemzetközi adatsorai tükrében ma már akár konzervatívnak is nevezhető (Munkácsy B. et al. 2011)

## 5.2. Paks II nélkül a világ

A "Paks II nélkül a világ" az Energiaklub 2016-os alternatív energiamodellje, amelynek érdekessége, hogy az első olyan független energiastratégia, amely órás felbontású szoftveres szimulációval is vizsgálja a felvázolt jövőképet. A kutatás 2030-ban vizsgálja, hogy hogyan működne a hazai villamosenergia-rendszer, ha Paks II. helyett a rugalmas energiarendszer megvalósítása irányába indulna el a hazai szakpolitika. A forgatókönyv konzervatív értékekkel számol, nem feltételez radikális zöld váltást: csak azt vizsgálja, mi történne, ha a megújuló szektor fejlődése elől elhárulnának az akadályok és megindulhatna ebben a szegmensben egy szerves fejlődés, amelyet a hazai megújuló adottságok, gazdasági és társadalmi jellegzetességek is lehetővé tesznek.

A forgatókönyv főbb eltérései a 2011-es Nemzeti Energiastratégiától<sup>13</sup> a következők voltak:

1. "Köszönhetően az energiahatékonysági intézkedéseknek és az energiaintenzitás csökkenésének, a GDP és az energiaigények növekedése egyre jobban elszakad egymástól hazánkban is.
2. Az energiaigények nem növekednek olyan mértékben, mint az előrejelzések szerint, hanem inkább az utóbbi évtizedek trendjeit követik. Ez annak köszönhető, hogy a gazdasági fellendülés nem jár majd fellendüléssel az energiafogyasztásban, illetve energiahatékonysági és -takarékosági intézkedések is nagyobb volumenben valósulnak meg.
3. A decentralizált megújuló energiaforrások egyre nagyobb prioritást kapnak mind a támogatások és beruházások, mind a rendszerirányítás oldaláról" (Sáfián F. 2018).

<sup>13</sup> [http://doc.hjegy.mhk.hu/20114130000077\\_1.PDF](http://doc.hjegy.mhk.hu/20114130000077_1.PDF)

	Kapacitás [MWe]	Áramtermelés [TWh]	Hőtermelés [TWh]	Energiatermelés összesen [TWh]
Szilárd biomassza	825	2,18	3,37	5,55
Biogáz	350	0,75	1,6	2,35
Napenergia	1400	1,82	1,06	2,88
Szélenergia	2800	5,4		5,4
Vízenergia	66	0,24		0,24
Környezeti hő	67	0,47	3,65	4,12
Megújulók összesen	5508	10,86	9,68	20,54

10. táblázat: A "Paks II nélkül a világ" projekt legfontosabb eredményei (Sáfián F. 2018)

A forgatókönyv 2030-ig több mint 5 500 MW megújuló erőművel számol, melynek egy része már ma is működik. A napelem-kapacitások robbanásszerű felfutásával a tervezett kapacitások valószínűleg túl is teljesülnek<sup>14</sup>, míg a jelzett szélenergia-kapacitást az utóbbi évek zéró beruházásai után valószínűleg nem fogjuk tudni elérni. A forgatókönyv az új szilárd biomassza-tüzelésű erőművek alatt elsősorban kogenerációra alkalmas, maximum néhány 10 MW-os, decentralizált erőműveket ért, amelyek elsősorban a helyi mezőgazdasági és (erdő-, fa-)ipari melléktermékeket dolgozzák fel. A vízenergia esetében nem számol jelentős bővüléssel, csak törpeerőművek létesítésével, míg a geotermia kapcsán már áramtermelő berendezéseket is figyelembe vesz 2030-ig.

Annak ellenére, hogy a forgatókönyv keletkezésekor még nem látszódott a napenergiás kapacitások hazai felfutása, a fenti, kiegyenlített megújulós mix és enyhe energiahatékonysági intézkedések segítségével, **ezen igen konzervatív forgatókönyv szerint is 27%-os megújuló részarány lenne elérhető az áramtermelésben 2030-ig.** A NEKT célkitűzése szerint ugyanez a mutató csak ~21% ami "a megújuló források maximális és fenntartható kiaknázása" koncepció tükrében meglehetősen szerény vállalás.

### 5.3. Zöld Magyarország - Energia Útiterv

2016-ban készültek el Magyarország első tudományosan megalapozott, átfogó, hosszú távú, órás modellezésű energia-forgatókönyvei 2030-ig és 2050-ig (Lechtenböhrer, S. et al. 2016). A Zöldek/Európai Szabad Szövetség kezdeményezésére és felkérésére a Wuppertal Institut és az Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ közösen dolgozták ki a **négy scenáriót**: egy a hivatalos, azaz BAU scenáriót (Atom), egy a lehető legtöbb lehetőséget kiaknázó, fenntartható forgatókönyvet (Zöld), kettő pedig köztes lehetőségeket vizsgált (Köztes-A, -B). A forgatókönyvek az Európai Unió energia-modell, a PRIMES adatainak felhasználásával, és több modellező szoftver együttes használatával készültek, a 2015-ös évet véve kiindulópontnak. Mindegyik forgatókönyv gazdasági alapfeltételei (lakosság szám változása, GDP növekedés) megegyeznek.

<sup>14</sup> A forgatókönyv 2018-as felülvizsgálata már 1900 MW-tal számolt a MAVIR előrejelzését átvéve.

### 5.3.1. A forgatókönyvek

Az **Atom forgatókönyv** lényegi eleme a Paks II atomerőmű megvalósulása, komolyabb energiapolitikai váltás itt nem történik. A **Zöld forgatókönyv** alapvető váltást feltételez: kiemelt fontosságú szakpolitikai cél lesz az energiahatékonyság és a megújuló alapú áramtermelés, így jelentősen alacsonyabb energiaigényt és magasabb megújuló arányokat lehetséges elérni 2050-re. A kutatás keretében készült egy német módszertant felhasználó, fenntartható megújulóenergia-potenciálbecslés is, illetve számol a forgatókönyv olyan technológiák és megoldások felhasználásával is, mint például az okos, rugalmas fogyasztók vagy hidrogéntermelés. A két köztes forgatókönyv átmenet az Atom és a Zöld forgatókönyvek között. Azt feltételezik, hogy nem épülnek további atomerőművek Magyarországon, és azt vizsgálják, hogyan valósulhat meg Paks II kiváltása más megoldásokkal. A **Köztes-A** **szcenárió** a jelenlegi energiapolitikát folytatja, de Paks II helyett megújulókkal igyekszik fedezni a jövőbeli áramigényt. A **Köztes-B forgatókönyv** ezen felül az energiahatékonyság területén is feltételez egy enyhe javulást a jelenlegi energiapolitikához képest. Ennek következtében alapvetően a legolcsóbb, leginkább költséghatékony technológiák és megoldások terjednek el, és mérsékelten csökkentik az energiafelhasználást.

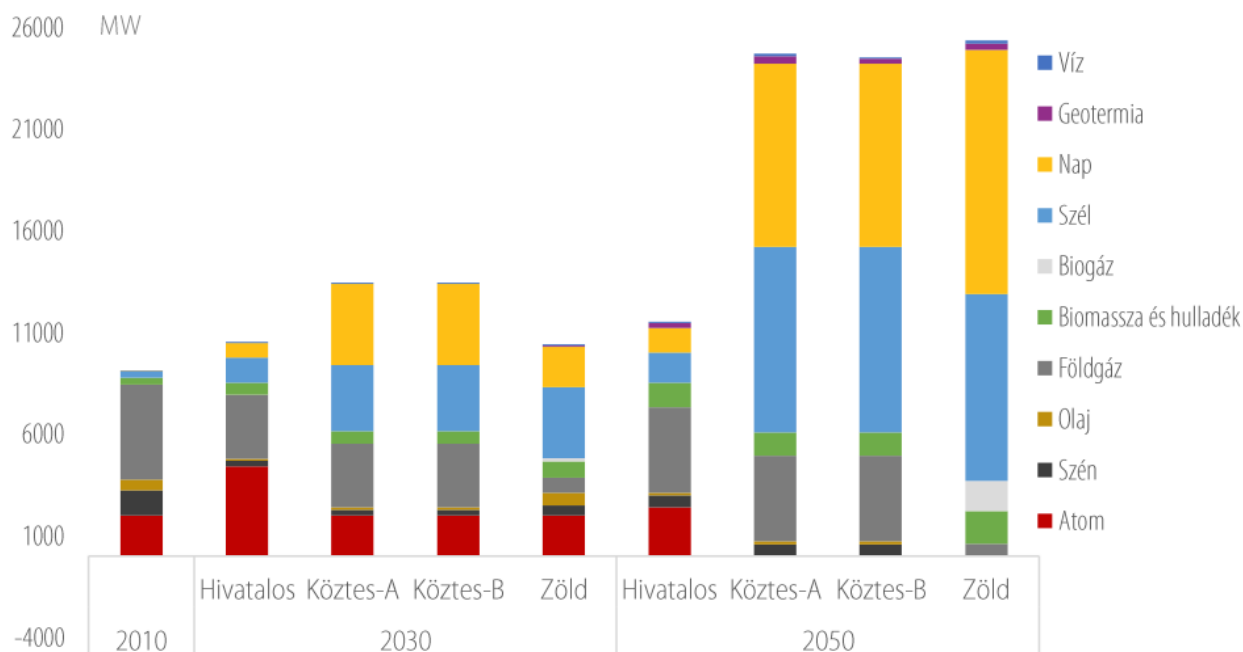
### 5.3.2. Megújuló potenciálok

A már említett megújuló energia potenciálbecslés az alábbi eredményeket adta 2050-re vetítve:

- Szélenergia: 25 000 MW, 50 TWh/év;
- Napenergia: 67,7 TWh/év az alábbi bontásban:
  - napelemek tetőn vagy tetőbe integrálva: 15 136 MW, 16,6 TWh
  - homlokzati napelemek: 5 442 MW, 3,8 TWh
  - szabadban álló napelemek: 43 000 MW, 47,3 TWh
- Biomassza: sok tényező függvényében összesen ~445 PJ.

### 5.3.3. A modellezés eredményei

Az áramtermelő kapacitásokat energiaforrásokra bontva a modell számította ki és optimalizálta az éves energiaigények alapján (13. ábra, 12. ábra).



13. ábra: Villamosenergia-termelő kapacitások a Zöld Magyarország forgatókönyveiben (Sáfián F. 2018)

2050-re Paks II kiváltása és a megújuló energiaforrásokat nagymértékben befogadni képes rugalmas energiarendszer kiépülése miatt a Zöld és a Köztes szcenáriók **beépített kapacitása** több mint duplájára

nő. A villamosenergia-rendszer domináns kapacitásai a napelemek (9-12 ezer MW) és a szélturbinák, melyet a Zöld scenárióban biogáz és biomassza, a Köztesekben földgáz egészít ki. A Zöld és Köztes scenáriók esetén a technikai potenciál 10-20%-át használná ki a **megújuló alapú áramtermelés**. A Köztes-A forgatókönyvben a megújuló alapú áramtermelés elérné a 62%-ot, míg a Zöld forgatókönyvben a 83%-ot 2050-ig, ezzel a primerenergia-ellátás 26%-át, illetve 51%-át biztosítva. Az Atom scenárióban ezek az értékek 24% az áramtermelésből és 15% a primerenergia-ellátásból. A NEKT esetében a megújuló alapú áramtermelés a hazai vállalt célszám (21%) körül alakul 2030-ban a WAM forgatókönyv szerint, jelentősen leszakadva az alternatív forgatókönyvek által jelzett lehetőségektől, és csak enyhén túllépve az Atom forgatókönyv eredményeit.

A NEKT esetében az energiahatékonyság még az Atom scenáriónál is kisebb jelentőséget kap, a tervek szerint ugyanis az **elsődleges energiafogyasztás** 2030-ra 1284 PJ-ra nő. Ezzel szemben a Zöld Magyarország Útiterv egy korábbi nemzeti stratégia adataira támaszkodó "Hivatalos" forgatókönyv modellezése szerint 2030 és 2050 között az összes elsődleges energiaigény enyhén növekszik, végig 1050 PJ körüli érték körül mozog. Az összes többi scenárióban enyhén vagy radikálisan csökken az energiafelhasználás: a Köztes forgatókönyvekben 14% és 39%-kal, a Zöldben pedig több mint felével, 47%-ra csökkenhet az energiaigény 2030-hoz képest (ez több mint 40% 2010-hez képest), amely 500 PJ körüli fogyasztást jelent. A Zöld forgatókönyvben gyakorlatilag megvalósul a szénkivezetés és más fosszilis energiaforrások felhasználása is radikálisan csökkenne: a kőolajé 50%-kal, a földgázé több, mint 70%-kal.

## 5.4. Hálózatfejlesztési igények Magyarországon

A 2017-ben az Energiaklub megrendelésére készített tanulmány (Tari G. 2017) a hazai villamosenergia-rendszer és a várható fejlesztések áttekintése mellett az előző részben bemutatott Zöld Magyarország Útiterv "Atom" és a "Zöld" forgatókönyvének hálózatfejlesztési igényeit vizsgálta meg. A számítások azt igazolták, hogy az átviteli hálózat esetében az "Atom" forgatókönyv esetén lennének magasabbak a költségek. Az elosztóhálózatot pedig a "Zöld" forgatókönyv esetében kellene nagyobb mértékben fejleszteni. A két forgatókönyv összes becsült hálózatfejlesztési költségét összehasonlítva hasonló nagyságrendeket kapunk: a decentralizált energiarendszert vizionáló "Zöld" forgatókönyv esetében ~11 milliárd Euróba, míg a Paks II. projektet tartalmazó elképzelés alapján ~9 milliárd euróba kerülne a hálózatfejlesztés 2050-ig.

## 6. KONKLÚZIÓ

A NEKT alapvető hibája, hogy megrendelői mindvégig szereptévesztésben voltak. Azt képzelték ugyanis, hogy a feladatuk az, hogy az energiaigények növekedésének kielégítésére vonatkozóan készíttessenek egy alátámasztó dokumentumot. Ezzel szemben a feladatuk az lett volna, hogy **a környezeti korlátok, az ökológiai rendszer drámai megváltozásának figyelembevételével egy olyan stratégiai dokumentumot rendeljenek és követeljenek meg annak alkotóitól, amely alkalmas arra, hogy iránymutatásként szolgáljon** a fentiek kapcsán, beleértve az éghajlatváltozás elleni küzdelmet is. A NEKT nem felel meg ennek az elemi elvárásnak.

A NEKT olyan dokumentum kellett volna, hogy legyen, amely a láthatóan környezeti és társadalmi szempontból megalapozatlan igények átalakítását - és nem megnyirbálását, hanem strukturális átrendezését - célozza, és ily módon az ország működtetését segít fenntartható alapokra helyezni. A NEKT nem felel meg ennek az elvárásnak sem.

A NEKT elsődleges célja az ország energetikai kiszolgáltatottságának csökkentése. Az elkövetkező évek tervezett atomerőmű-fejlesztése, a hatékonyság és energiatudatosság szerepének alulértékelése azt eredményezi, hogy a NEKT nem felel meg még a saját maga által támasztott elvárásnak sem.

Allen, P. [szerk.] (2013): Zero Carbon Britain Rethinking the Future. Centre for Alternative Technology. 214 p.

Antal, M. (2019): How the regime hampered a transition to renewable electricity in Hungary. Environmental Innovation and Societal Transitions. doi:10.1016/j.eist.2019.04.004

Buck, M. - Redl, C. - Steigenberger, M. - Graichen, P. (2016): The Power Market Pentagon A Pragmatic Power Market Design for Europe's Energy. Agora Energiewende 53. p. Transition [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2016/Power-Market-Pentagon/Agora\\_PENTAGON\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2016/Power-Market-Pentagon/Agora_PENTAGON_WEB.pdf)

Csontos, Cs. - Soha, T. - Harmat, Á. - Campos, J. - Csüllög, G. - Munkácsy, B. (2020): Spatial analysis of renewable-based rural district heating possibilities - a case study from Hungary. International Journal of Sustainable Energy Planning and Management 28. pp. 17-36. [doi.org/10.5278/ijsepm.3661](https://doi.org/10.5278/ijsepm.3661)

Descamps, M. N. - Leoncini, G. - Vallée, M. - Paulus, C. (2018). Performance assessment of a multi-source heat production system with storage for district heating. Energy Procedia, 149, 390-399. doi:10.1016/j.egypro.2018.08.203

DWG (2017): Status of Land-based Wind Energy Development in Germany. Deutsche WindGuard GmbH. [https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/dokumente-englisch/statistics/Factsheet\\_Status\\_Land-Based\\_Wind\\_Energy\\_Development\\_Germany\\_2016.pdf](https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/dokumente-englisch/statistics/Factsheet_Status_Land-Based_Wind_Energy_Development_Germany_2016.pdf)

Eurostat 2019a: Greenhouse gas emission statistics - emission inventories. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_emission\\_inventories#Trends\\_in\\_greenhouse\\_gas\\_emissions](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories#Trends_in_greenhouse_gas_emissions)

Eurostat (2019b): Renewable energy in the EU in 2018 Share of renewable energy in the EU up to 18.0% Twelve Member States have reached a share equal to or above their 2020 target. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/10335438/8-23012020-AP-EN.pdf/292cf2e5-8870-4525-7ad7-188864ba0c29>

Felsmann Balázs - Kádár Péter - Munkácsy Béla (2014): A fenntarthatósági szempontok érvényesülése a paksi atomerőmű bővítése kapcsán. pp. 1-6. , 6 p. (2014) Műhelytanulmány (working paper). Corvinus Kutatások [https://www.researchgate.net/publication/295706167\\_A\\_fenntarthatosagi\\_szempontok\\_ervenyesulese\\_a\\_paksi\\_atomeromu\\_bovitesi\\_kapcsan](https://www.researchgate.net/publication/295706167_A_fenntarthatosagi_szempontok_ervenyesulese_a_paksi_atomeromu_bovitesi_kapcsan)

Hall, C. A. S., Lambert, J. G., & Balogh, S. B. (2014): EROI of different fuels and the implications for society. Energy Policy, 64, 141-152. doi:10.1016/j.enpol.2013.05.049

Harmat Ádám - Munkácsy Béla - Soha Tamás - Csontos Csaba - Horváth Gergely - Csüllög Gábor Szabó Mária (2018): Az erdészeti biomassza fenntarthatósági kérdései Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. In: Fazekas, István; Kiss, Emőke; Lázár, István (szerk.) Földrajzi tanulmányok 2018 Debrecen, Magyarország: MTA DAB Földtudományi Szakbizottság, (2018) pp. 157-160., 4 p.

Heide, D. - [Bremen, L. Greiner, M.](#) - [Hoffmann, C.](#) - [Speckmann, M.](#) (2010): Seasonal optimal mix of wind and solar power in a future, highly renewable Europe. Renewable Energy, 35. 11. 2483-2489 pp. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.03.012>

ITM (2020): Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve

Jungjohann, A. ed. (2019) The world nuclear waste report 2019 Focus Europe. Heinrich-Böll-Stiftung 147. p.  
[https://www.boell.de/sites/default/files/201911/World\\_Nuclear\\_Waste\\_Report\\_2019\\_Focus\\_Europe\\_0.pdf](https://www.boell.de/sites/default/files/201911/World_Nuclear_Waste_Report_2019_Focus_Europe_0.pdf)

Kohlheb N. - Munkácsy B. - Csanaky L. - Meleg D. (2015): A megújuló energiaforrások potenciáljai és hasznosításuk Magyarországon. Kovász, XIX. évfolyam, 1-4. szám

Lechtenböhmer, S. - Prantner, M. - Schneider, C. - Fülöp, O. - Sáfián, F. (2016): Zöld Magyarország: Energia Útiterv. Zöld Műhely Alapítvány. Budapest, 79 p. Letölthető:  
<http://energiaklub.hu/sites/default/files/zoldmagyarorszag.pdf>

Mádlné, Sz. J. (2008): A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeni lehetőségei Magyarországon. Ajánlások a hasznosítást előmozdító kormányzati lépésekre és háttér tanulmány. Magyar Tudományos Akadémia Elnöki Titkárság, Budapest, 97 p.  
[http://www2.sci.u-szeged.hu/geotermika/dokumentumok/MTA\\_geotermika.pdf](http://www2.sci.u-szeged.hu/geotermika/dokumentumok/MTA_geotermika.pdf)

Mathiesen, B. V., Lund, H., Connolly, D., Wenzel, H., Østergaard, P. A., Möller, B., ... Hvelplund, F. K. (2015). Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions. Applied Energy, 145, 139-154. doi:10.1016/j.apenergy.2015.01.075

Mezősi A. et al. (2018): A 2030-as megújulóenergia-arány elérésének költségbeclése. Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont.  
[https://rekk.hu/downloads/projects/2019\\_REKK\\_NEKT\\_megujulo\\_final.pdf](https://rekk.hu/downloads/projects/2019_REKK_NEKT_megujulo_final.pdf)

Morales Pedrazam, J. (2013): World major nuclear accidents and their negative impact in the environment, human health and public opinion. International Journal of Energy, Environment and Economics, 21. pp. 1-23.  
[https://www.researchgate.net/publication/248399880\\_World\\_major\\_nuclear\\_accidents\\_and\\_their\\_negative\\_impact\\_in\\_the\\_environment\\_human\\_health\\_and\\_public\\_opinion](https://www.researchgate.net/publication/248399880_World_major_nuclear_accidents_and_their_negative_impact_in_the_environment_human_health_and_public_opinion)

Möller, B., Wiechers, E., Persson, U., Grundahl, L., & Connolly, D. (2018). Heat Roadmap Europe: Identifying local heat demand and supply areas with a European thermal atlas. Energy, 158, 281-292. doi:10.1016/j.energy.2018.06.025

Munkácsy B. (2004): A németországi regionális tájtervező irodák. in ENERGIAGAZDÁLKODÁS 45 : 1 pp. 13-15., 3 p.

Munkácsy B. et al (2011): Erre van előre! Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon - Vision 2040 Hungary 1.2. Környezet Nevelési Hálózat Országos Egyesület.  
<http://munkacsy.web.elte.hu/ERRE%20VAN%20ELORE%201.2x.pdf>

Munkácsy B. et al. (2014): A fenntartható energiagazdálkodás felé vezető út. Erre van előre! Vision 2040 Hungary 2.1 ELTE TTK, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, Környezet Nevelési Hálózat Országos Egyesület.  
<http://munkacsy.web.elte.hu/ERRE%20VAN%20ELORE%202.1.pdf>

PETA, Pan-European Thermal Atlas, PETA version 4.3. 2019 <https://heatroadmap.eu/peta4/>

Renewable Energy Directive (2018)  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>

Sáfián, F. (2014): [Modelling the Hungarian energy system-The first step towards sustainable energy planning](https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.067). Energy 69. 58-66 pp. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.067>



Sáfián F. (2015): PAKS II NÉLKÜL A VILÁG Az Energiaklub energetikai jövőképe 2030-ra az EnergyPLAN szoftver felhasználásával. ENERGIACLUB Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ 36p.  
[https://www.energiaklub.hu/files/study/paksii\\_nelkul\\_a\\_vilag\\_web.pdf](https://www.energiaklub.hu/files/study/paksii_nelkul_a_vilag_web.pdf)

Sáfián F. (2018): A fenntartható energiagazdálkodás lehetőségei Magyarországon - Energetikai jövőképek szoftveres modellezése. Doktori disszertáció. ELTE Földtudományi Doktori Iskola, Budapest.  
Soha, T. - Munkácsy, B. - Harmat, Á. - Csontos, Cs. - Horváth, G. - Tamás, L. - Csüllög, G. - Daróczi, H. -

Sáfián, F. - Szabó, M. (2017): GIS-based assessment of the opportunities for small-scale pumped hydro energy storage in middle-mountain areas focusing on artificial landscape features. Energy 141. pp. 1363-1373. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.051>

Szép T. S. - Weiner Cs. (2020): The Hungarian utility cost reduction programme - An impact assessment. Centre for Economic and Regional Studies Institute of World Economics  
Working Paper 259 (2020) 1-69. ISSN 1215-5241, ISBN 978-963-301-697-8.  
[http://vki.hu/files/download\\_1223.html](http://vki.hu/files/download_1223.html)

Tari G. (2017): Hálózatfejlesztési igények Magyarországon. Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ.  
[https://www.energiaklub.hu/files/study/Energiaklub\\_Bixpert\\_H%C3%A1l%C3%B3zatfejleszt%C3%A9si%20tanulm%C3%A1ny.pdf](https://www.energiaklub.hu/files/study/Energiaklub_Bixpert_H%C3%A1l%C3%B3zatfejleszt%C3%A9si%20tanulm%C3%A1ny.pdf)

Tian Z, Zhang S, Deng J, Fan J, Huang J, Kong W, Perers B, Furbo S, (2019). Large-scale solar district heating plants in Danish smart thermal grid: Developments and recent trends, Energy Conversion and Management 189 (2019) pages 67-80. [doi.org/10.1016/j.enconman.2019.03.071](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.03.071)

Trier D, Bava F, Skov CK, Sørensen SS, Solar District Heating Trends And Possibilities - Characteristics of Ground-Mounted Systems for Screening of Land Use Requirements and Feasibility, PlanEnergi, Task 52 (2018).  
<http://planenergi.dk/wp-content/uploads/2018/08/SDH-Trends-and-Possibilities-IEA-SHC-Task52-PlanEnergi-20180619.pdf>

Wheatley, S. - Sovacool, B. - Sornette, D. (2017): Of Disasters and Dragon Kings: A Statistical Analysis of Nuclear Power Incidents and Accidents. Risk Analysis, 37. 1. pp. 99-115.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/risa.12587>

WIFO Austrian Institute of Economic Research (2014) Employment effects of renewable energy supply: A meta analysis. WWWforEurope - WelfareWealthWork 40. p.  
[https://www.econstor.eu/bitstream/10419/125639/1/WWWforEurope\\_Policy\\_Paper\\_012.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/125639/1/WWWforEurope_Policy_Paper_012.pdf)

Worrall, L. - Zerkaw, F. (2017): Phase-out 2020: monitoring Europe's fossil fuel subsidies - Hungary.  
<https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/resource-documents/11781.pdf>

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Az éghajlatváltozást és annak következményeit negligáló növekedési szemlélet .....	6
2. táblázat: A NEKT legfontosabb kiindulási adatai és célértékei.....	14
3. táblázat: Magyarország összesített eredményei a 61 országot vizsgáló Climate Change Performance Index szerint.....	15
4. táblázat: A villamosenergia-szektor fő termelési mutatói.....	16
5. táblázat: A NEKT 4. táblázata, amely a megújuló alapú villamosenergia-termelés és kapacitás várható változását mutatja be 2030-ig .....	20
6. táblázat: Megújuló alapú hőtermelés várható változása 2030-ig, a NEKT 5. táblázata szerint .....	23
7. táblázat: A közlekedés teljesítménymutatóinak változása a NEKT WAM-forgatókönyv 2-3 melléklete szerint .....	23
8. táblázat: Alternatív energiaforgatókönyvek .....	32
9. táblázat: Az Erre van előre projekt potenciál becsléseinek eredményei .....	33
10. táblázat: A "Paks II nélkül a világ" projekt legfontosabb eredményei.....	35

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A villamosenergia-termelő kapacitás változása a NEKT szerint .....	7
2. figure: Evolution of the installed power capacity according to the NECP .....	10
3. ábra: Az üvegházgázok kibocsátásának változása öt éves bontásban.....	13
4. ábra: Az európai térség országainak CCPI szerinti rangsorolása az üvegházgáz-kibocsátások csökkentésében elért eredményeik alapján .....	14
5. ábra: A NEKT 87. ábrája, amely a megújuló energiaforrások tervezett beépített villamosenergia-termelő kapacitásának alakulását ábrázolja 2040-ig a WEM és WAM forgatókönyvek szerint .....	20
6. ábra: A Pan-European Thermal Atlas adatbázisa szerint a Budapest belvárosától számított.....	22
7. ábra: A NEKT 92. ábrája, amely nem tartalmazza a környezeti hőt (ITM 2020) .....	22
8. ábra: A brit közlekedési szektor energiafogyasztás-csökkentésének koncepciója .....	24
9. ábra: Kulcsfontosságú volna az abszolút átjárhatóság és szoros kapcsolat az energiaszektor.....	25
10. ábra: Az atomerőmű kamionja egész évben járja az oktatási intézményeket és fesztiválokat .....	29
11. ábra: A hatékonyság és a közlekedésen túlmutató rendszerszintű beavatkozások eredményeként a közlekedési szektor energiafelhasználása és annak szerkezete drámai mértékben változhat meg a Vision Hungary 2040 forgatókönyv szerint 2000-2050 között.....	33
12. ábra: Az Erre van előre projekt szélerőmű-kapacitásra vonatkozó forgatókönyve a megvalósult projektek nemzetközi adatsorai tükrében ma már akár konzervatívnak is nevezhető.....	34
13. ábra: Villamosenergia-termelő kapacitások a Zöld Magyarország forgatókönyveiben.....	36

# KUTATÁS KOMMUNIKÁCIÓ KÉPZÉS

DÖNTÉSHOZÓKNAK, ÖNKORMÁNYZATOKNAK,  
VÁLLALATOKNAK ÉS HÁZTARTÁSOKNAK

HAZAI ÉS NEMZETKÖZI KLÍMA- ÉS  
ENERGIAPOLITIKÁRÓL, ENERGIAHATÉKONYSÁGRÓL,  
MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKRÓL