

Tudományos Diákköri Konferencia



A dolgozat címe:

Az energiaszektor fenntarthatósági teljesítmény-értékelése a Dunántúlon

Név: Ódor Liliána

Neptunkód: QCCHKR

Email: odorlili05@gmail.com

Szak: Gazdálkodási és menedzsment BA, nappali

Konzulens:

Dr. Varga Anita

Dátum: 2021.11.08.

Tartalomjegyzék:

1.	Bevezetés.....	4
2.	Alapvető fogalmak tisztázása.....	6
2.1.	A fenntartható fejlődés	6
2.1.1.	A fenntartható energiagazdálkodás	7
2.2.	Teljesítményértékelési rendszer.....	9
3.	Szakirodalmi kitekintés	10
3.1.	A Föld energiaforrásainak áttekintése	10
3.1.1.	A fosszilis energiahordozók	10
3.1.2.	Atomenergia	11
3.1.3.	Napenergia	13
3.1.4.	Szélenergia	16
3.1.5.	Víz- és óceánenergia	17
3.1.6.	Geotermikus energia.....	19
3.1.7.	Biomassza energia.....	21
3.2.	Az Egyesült Nemzetek Szervezetének fenntartható fejlődési pontjai	23
3.2.1.	Megfizethető és tiszta energia	24
3.2.2.	Ipar, innováció és infrastruktúra.....	25
3.2.3.	Felelős fogyasztás és termelés.....	26
3.2.4.	Fellépés az éghajlatváltozás ellen.....	27
3.2.5.	Óceánok és tengerek védelme	29
3.2.6.	Szárazföldek és ökoszisztémák védelme.....	29
4.	Kutatás.....	30
4.1.	Kutatás bemutatása – főbb eredmények	31
4.2.	Teljesítmény értékelési rendszer.....	36
4.2.1.	TÉR – kutatás és szakirodalmi kitekintés alapján	36
4.2.2.	TÉR – az ENSZ pontok alapján	40
4.3.	Kutatás összegzése.....	42
5.	Összegzés	45
6.	Források:.....	48
6.1.	Nyomtatott szakirodalom:	48
6.2.	Internetes források:	50

Ábrajegyzék:

1. ábra: A fenntarthatóság háromlábú szék modellje.....	6
2. ábra: A fenntarthatóság modellje modern felfogás szerint.....	7
3. ábra: Fenntartható fejlődési célok.....	24
4. ábra: Életkor szerinti megoszlás (fő).....	32
5. ábra: Megújuló energiaforrások használatának lehetősége saját háztartásban (fő).....	34
6. ábra: Rendszerszintű koordinációban résztvevő erőművek Magyarországon.....	44

Diagrammjegyzék:

1. diagramm: A megújuló energia aránya a teljes végső energiafelhasználásban.....	25
2. diagramm: A bruttó hozzáadott érték és a szén-dioxid kibocsátásnak volumenváltozása (2010=100%)	26
3. diagramm: Az anyagában hasznosítás aránya a hulladékkezelési módokon belül.....	27
4. diagramm: Energiafajták karbonlábnyma a villamosenergia termelésben (tonna CO ₂ e/GWh)	30
5. diagramm: Dunántúl területi megoszlása (fő)	32
6. diagramm: Megújuló energiaforrások általi rendszerre való váltás időintervalluma	36

Táblázatjegyzék:

1. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], fosszilis energiahordozók	11
2. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], nukleáris energiahordozók	13
3. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], egyéb, nem éghető megújuló energiahordozók	15
4. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%], napenergia	15
5. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], szélenergia.....	17
6. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%], vízenergia	19
7. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], vízenergia.....	19
8. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%], geotermikus	21
9. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], biomassza, bioüzemanyag, biogáz, kommunális és ipari hulladékok.....	22
10. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%]	23
11. táblázat: Légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátása (ezer tonna).....	28

1. Bevezetés

Amióta az ember természetátalakító tevékenységet végez, azóta jelentősen formálja világ méretű szinten a környezetét, ennek ellenére ez a felismerés nem olyan régen ment végbe. A huszadik század végén egyre jobban foglalkoztatták az embereket a globálisan végbemenő következmények és ezen témakörök, ami által környezetvédelmi mozgalmak indultak, és már olyan körökben is napirendi pontra tűzték ezeket a globális gondokat és a megoldási lehetőségeiket, mint az Európai Unió ülései vagy az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ), ahol már változásokat is képesek voltak kezdeményezni, hiszen addig ezekről csak elméleti szinten diskuráltak. Az 1970-es évek után fogalmazódtak meg az Európai Unió klímavédelmi törekvései és az energiapolitikai irányelvei, amelyek megindították a megújuló, avagy „alternatív” energiaforrások felhasználási lehetőségeit, aminek a jelentősége nem elhanyagolható, ugyanis az energiaszektor, valamint az ipar a legnagyobb szennyező forrása ezen globális problémáknak.

Mérföldkőnek számított, hogy az ENSZ 1987-es Brundtland-jelentése alapján megfogalmazódott a fenntartható fejlődés gondolata, amely lényege, hogy egy olyan fejlődési folyamat, amely kielégíti a jelen társadalom szükségleteit anélkül, hogy csökkentené a jövő generációk képességét, hogy ők is kielégítsék a saját szükségleteiket majd. Ez a Brundtland-féle definíció, amely a generációk jogfolytonosságát nyomatékosítja, továbbá a gyenge és az erős fenntarthatóság koncepcióit, amelyek a természet és az ember által alkotott elemek helyettesíthetőségére összpontosít (Kerekes, 2006; Málovics-Bajmóczy, 2009). Ezen meghatározásuk még nem volt tökéletes, sok mindent nem vett figyelembe a jelentés, de érdemi megmozdulást kezdeményezett. Néhány évvel később, 1992-ben a Riói Világkonferencián jött létre a fenntarthatóság fogalma, amelynek lényege, hogy a folyamatos gazdasági fejlődés mellett törekedjünk környezetünk védelmére. Az évek során számos meghatározás, szemlélet és értelmezés került a köztudatba. A fenntarthatóság lényegében egy háromdimenziós modellt alkot, amely a harmonikus környezeti, társadalmi és gazdasági fejlődést tartalmazza (Karcagi-Kováts, 2011; Gáthy et al., 2006b).

Napjainkban a globalizáció – ez megjelenik például a népességszámban, a gazdaságban, a tudományban, a technikában stb. –, hatására Földünk egyre nagyobb terhelésnek van kitéve az emberiség által, hiába igyekszünk a fenntarthatósági fejlődés szabályainak megfelelni. Azon szolgáltatások, amelyeket a társadalmi jóllét, az életszínvonal alapjai megteremtésére, javításának érdekében elvár a népesség, olyan gazdasági és környezeti problémákat generál, amelyek globális méretű ökológiai lábnyomot hagynak maguk után. Korunk legnagyobb

problémáit a környezet-, víz-, lég-, talajszennyezés, globális klímaváltozás, ózonréteg elvékonyodása, biodiverzitás csökkenése, elmaradott hulladék- és energiagazdálkodás okozza főként. A globális ökológiai gondok között kiemelkedő szerepet játszik a klímaváltozás problémaköre, amelyért az energiaszektorban zajló energetikai folyamatok megközelítőleg 80%-ban felelősek (Pálvölgyi, 2000).

A magyarországi ökológiai kutatások eredményei azt mutatják, hogy a környezeti terhelés hazánkban hozzávetőlegesen három-négyszeresen meghaladja azt a szintet, amit Magyarország területe (93.030 km²) hosszú távon képes szinten tartani. Magyarországon az ökológiai lábnyom közel 60%-nak köze van valamilyen módon az energiagazdálkodáshoz, így az energiaszektor általi szolgáltatásokhoz, ami miatt kiemelten fontos témának számít ez hazánkban, így elkerülhetetlennek tűnik a szektor átalakítása – nem csak hazánkban, hanem globális szinten – a jövőben (Vajda, 2004).

Dolgozatom célja mindezek alapján, hogy elemezzem a magyarországi energiaszektor lehetőségeit, bemutassam a hagyományos energiahordozókat, valamint az alternatív, azaz megújuló energiaforrásokat, azok előnyeit és hátrányait, hogy milyen hatással vannak környezetünkre, valamint megvizsgáljam, hogy az ENSZ által kiadott fenntarthatósági fejlődési pontok (azon pontok, amelyek kapcsolatba hozhatóak az energiaszektor környezeti terhelésével kapcsolatosan) előírásainak hogyan felel meg a magyar energiagazdálkodás, milyen eredményeket ért el a magyar gazdaság ezen a területen régen és most.

Ezen kívül bemutatom kutatásom segítségével a magyarországi helyzetet mélyrehatóbban, hogy a Dunántúlon élő fiatal felnőttek (18-45 év közötti korosztály) hogyan viszonyulnak a megújuló energiaforrásokhoz az energiaszektorban, azok felhasználás lehetőségeiről, és a jövőbeni opcióikról a fenntarthatóság jegyében, ugyanis ezen döntéseikkel alakítják a jövőbeni energiaforrások alakulását, valamint, hogy azok használatának milyen hatásai vannak és lesznek Magyarországra.

Minden korcsoport számára egyaránt fontos témáról beszélünk, ugyanis a fenntartható fejlődés és a gazdasági innovációk járulnak hozzá ahhoz, hogy ne pusztítsuk el a környezetünket, ne hagyjunk hatalmas ökológiai lábnyomot magunk után, amivel károsítjuk és kiszipolyozzuk mind a természetet, mind pedig saját millióinkat, amelyet az urbanizáció, a fogyasztói társadalom és a technikai fejlődések problémái generálnak. Hatalmas jelentősége van, hogy a mostani, fiatal felnőtt és felnőtt generáció (18 és 45 év közötti korosztály) hogyan is vélekedik erről, mit tesz érte, hogy megóvja a Földet, ugyanis tőlük (tőlünk) függ a jövő generációinak az esélye az

egészséges és normális élete a világunkban, hogy mi mit is hagyunk magunk után hátra számukra.

2. Alapvető fogalmak tisztázása

2.1. A fenntartható fejlődés

A bevezetésben tárgyaltakon kívül –, hogy hogyan is jött létre a fenntartható fejlődés fogalma, milyen út vezetett a mai álláspontokig – fontos tisztázni, hogy milyen alapelvekkel rendelkezik ez a komplex meghatározás, ami egyszerre veszi prioritásba a környezeti ügyeket, a társadalmi szükségleteket és a gazdasági fejlődési igényeket, amelyek nem a növekedést, hanem a fejlődést szolgálják együttesen ezen a rendszeren belül, tehát minőségbéli javulást, nem mennyiségi bővülést (Daly, 1996). Ez a három definíció alkotja a pillérjeit a „háromlábú szék” modellnek, amellyel bemutatjuk a fenntarthatóság modelljét.

1. ábra: A fenntarthatóság háromlábú szék modellje

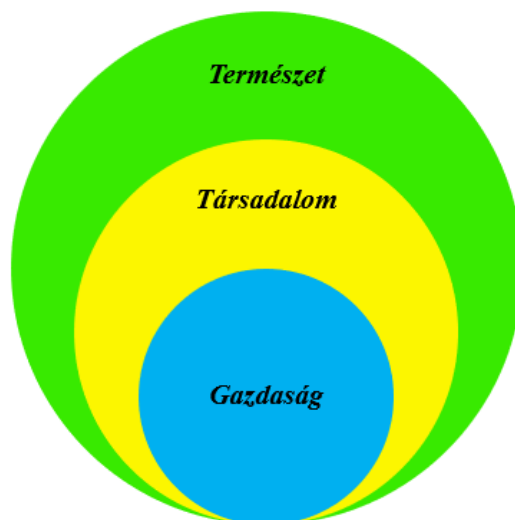


Forrás: EIONET (2021), saját szerkesztés

A háromlábú szék modellel az a probléma viszont, hogy a három szektor nem képes teljes mértékben együttműködni, nem fednek le a metszéspontok elég nagy területet ahhoz, hogy megfelelően tudjon működni az elképzelés, hiszen ez egy nehéz, kompromisszumokkal teli kérdéskört vet fel, hogy hogyan is várhatna ebből a három szektor fenntarthatóságot, hogyan tudná megvalósítani mindezt egyszerre egyidőben, ám elindította a fejlődés és gondolkodás felé az utat ez a modell, ami alapjául szolgált az új felfogás szerinti elképzelésnek, miszerint a

természet határozza meg a társadalom felépítését és működését, aminek pedig meg kell feleljen a gazdaság (Fodor, 2012).

2. ábra: A fenntarthatóság modellje modern felfogás szerint



Forrás: EIONET (2021), saját szerkesztés

A fenntarthatóság fő alapelvei közé tartozik, hogy amit a tevékenységeink által a környezetbe bocsátunk, az nem haladhatja meg a természet befogadó és feldolgozó képességét; amit kitermelünk a környezetből, az nem haladhatja meg annak az újratermelő képességét, valamint nem haladhatja meg a hagyományos, nem megújuló erőforrások felhasználásának üteme, azt a mértéket, amilyen arányosságban azokat helyettesíteni tudjuk megújuló erőforrásokkal. További alapelvek között felsorolhatjuk a holisztikus megközelítést, a generáción belüli és generációk közötti szolidaritást, a társadalmi igazságosságot, az erőforrások fenntartható használatát, az integrációt, a helyi erőforrások használatát, a társadalmi részvételt és felelősségvállalást, az elővigyázatosságot és megelőzést, valamint a szennyező fizet elvét. Ezek olyan elveket vesznek előtérbe, amelyek az alapvető morális kérdésekkel egyenértékűek sokak számára (EIONET, 2021).

2.1.1. A fenntartható energiagazdálkodás

Mindezek alapján az energiaszektorba áthelyezve a gondolatot, a fenntartható energiagazdálkodás lényege, hogy úgy elégítse ki a jelen generációinak igényeit, amivel nem veszélyezteti a jövő generáció esélyeit az ő szükségleteik kielégítésére, valamint csökkentsük az energiaigényeket és növeljük a megújuló energiaforrások használatát (Prindle et al., 2008; Lamine, 2010), takarékoskodjunk az energiával és hatékonyan állítsuk elő azt (Lund, 2007; Kovács et al., 2011; Sáfíán, 2015; Sáfíán-Munkácsy, 2015). Az energiaszektor számos gazdasági és társadalmi dologra van hatással, mint például életszínvonal, társadalmi igények,

szükségletek, kulturális, szociális és pszichológiai tényezők, gazdasági teljesítőképesség stb. Tehát a fenntartható energiagazdálkodás összességében egy olyan folyamat, amelynek során az energia előállításához minden tényezőnek minimalizálja a károsanyag kibocsátását a lokális és globális környezetre, ami által hosszú távon lehetővé teszi a társadalmi energiaigények kielégítését úgy, hogy közben a környezeti, társadalmi és gazdasági vonatkozásainak fenntarthatóságát is garantálni tudja. Ehhez az út a megújuló energiaforrásokon keresztül vezet, bár rengeteg kérdés merül fel ennek kapcsán, hogy hogyan tudnák ellátni a fosszilis energiahordozók nélkül a globális energiaszükségleteket, hogyan tudnák helyettesíteni azt teljes mértékben, vagy megszüntetni azokat. Az energiaigények mérséklése takarékossgal, hatékonysági fejlesztésekkel elérhető lenne, amely elsegítené a kezdeti fejlesztéseket, építkezéseket, átállásokat a megújuló, biztonságos energiatermelési módokra (Vajda, 1975).

Cél, hogy olyan rendszereket, erőműveket tudjon minden ország felépíteni, létrehozni, hogy a legnagyobb teljesítményt a lehető legegyszerűbb módon el tudja érni az adott eszközpark. Területi adottságaiknak megfelelően kell alkalmazni a megújuló energiaforrásokat, de minél több félért tudnak használni egyszerre, annál több energiát tudnak termelni különböző módon, másszóval diverz környezetet teremtsenek, így nem okozhat gondot az energiaellátásban, ha például borús az időjárás hosszú időn keresztül és nem termel eleget a napelem farm, vagy nem fúj eleget a szél, és nem tud megfelelően működni a szélerőmű-farm, legyen helyettesítő energiaforrás, amelyek kiegészítik, vagy akár helyettesíteni is tudják egymást. Fontos továbbá, hogy területileg elszórtan, ne centralizálva kerüljenek megépítésre, telepítésre ezek az erőművek, farmok, hiszen így előtérbe kerülnek olyan problémák, mint az erőforrás szállítás, energiatovábbítás és az általi energiavesztés is, aminek csökkentésével értékes energiát lehet nyerni. Emiatt a lokális lehetőségekkel kellene élni térségenként, régióként, vagy akár településenként is, hogy a lehető legtöbb opciót ki tudják használni, munkahelyet teremtsenek és a helyi erőforrásokat megfelelő módon alkalmazni tudják (Vajda, 2001). A cél hosszútávon nem csak az ipari környezetben lenne értendő, hanem a lakossági szintén is, hogy a háztartások zöld energiával önműködőek legyenek, avagy függetlenebbek tudjanak lenni a közművektől. Lehetővé kell tenni a fejlődést lakossági szinten, támogatni azt, hiszen a megújuló rendszerek kiépítése igen drága, és hosszú távon térül meg, de ezzel tudjuk megvédeni környezetünket, és lehetőséget teremteni a fenntartható fejlődésnek az energiaszektorban is. Lakossági szinten jelenleg is van pár kormányzati támogatás a megújuló energiaforrások beruházásának fedezésére, de csak rendkívül szűk társadalmi körnek, ami

véleményem szerint nagyon negatív, hiszen mindenki számára elérhetővé kellene tenni ezeket a támogatásokat (GOV, 2021).

2.2. Teljesítményértékelési rendszer

A teljesítményértékelés komplex, összetett munkafolyamatot igénylő rendszer, ami többféle módon alkalmazható különböző helyzetekben. Normál esetben a teljesítményértékelés az egyéni és csoportcélokat határozza meg, és értékeli az elért teljesítményt különböző szempontrendszerek alapján, megerősíti a pozitív tapasztalatokat, viselkedést, feltárja a hibákat, hiányosságokat majd korrigálja azokat, valamint tudatos irányítás, tervezés és fejlesztés folyamatát hajtja végre (Juhász, 2008). Ezeket a rendszereket a vállalatok vagy projektek értékelésénél használják a leggyakrabban. A teljesítményértékelési rendszer két fő szerepet tölt be. Az egyik a stratégia közvetítése, lebontása és annak számonkérése, amit más néven 1, 2, 3 kontrolltípusnak nevezünk. Feladata ebben az esetben, hogy a meghatározott szttenderdekhez való közelítést jutalmazza, a távolodást pedig bünteti. A másik szerepe szerint a teljesítményértékelés az alkalmazkodás eszköze, ami szoros kapcsolatban áll a vállalaton belüli munkaerő áramlásnak a rendszerével (kiválasztás, karriermenedzsment), képzéssel és fejlesztéssel. Célja a teljesítményértékelésnek, hogy diagnosztizálja a jelenlegi helyzetet és meghatározza a kívánatos jövőbeni eseményeket. A rendszer céljait jelen projektértékelési kontextusban a „SMART” célkitűzések biztosítják, amely tartalmazza a személyre szabottságot, a mérhetőséget, az elérhetőséget, a relevanciát és az időbeni meghatározottságot. Ezen elérendő pontokat a meghatározás után mérő és mutatószámok segítségével felmérjük, megfigyeljük és mérjük, majd ezt követően értékeljük azokat (Karoliny, 2000).

Dolgozatomhoz kiválasztottam az energiaszektorhoz legszorosabban kapcsolódó hat pontot az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljai közül és a KSH adatainak köszönhetően mérni tudom a magyarországi helyzetet és ezt a teljesítményértékelési rendszer alapjaira helyezve, mint egy projektet elemzem, hogy a szakirodalmi kitekintés során vizsgált megújuló erőforrások közül melyiknek van a legnagyobb térnyerése és jövőbeli potenciálja hazánk viszonylatában.

3. Szakirodalmi kitekintés

3.1. A Föld energiaforrásainak áttekintése

3.1.1. A fosszilis energiahordozók

A Föld energiaforrásait, amelyeket mi is használunk három nagy csoportba tudjuk osztani. Ezek a nem megújuló, megújuló és a nukleáris erőforrások. Keletkezésük alapján a nem megújuló erőforrások az olyan fosszilis energiahordozók (kőolaj, földgáz, kőszén), amelyeknek nincsen újra képződési mechanizmusa, vagy emberléptékben végesnek nevezhetőek, ugyanis keletkezésükhöz képest sokkal nagyobb ütemben termeljük ki ezeket az anyagokat, hiszen évmilliókba telik az újra termelődésük ezeknek az elemeknek (Angyal et al., 2012). Ezen korlátozott mennyiségben rendelkezésünkre álló anyagokat bányászati módszerekkel nyerhetünk ki környezetünkéből. A fosszilis tüzelőanyagok olyan anyagok, amelyek lebomlott növényi, állati maradványokból állnak. Általános ipari, avagy erőművi felhasználásuk során elégetik őket, amely által gőzt fejlesztenek és ezzel egy turbinát hajtanak meg, ami egy generátorhoz kapcsolódik, amelyet meghajt a turbina. A legnagyobb problémát az okozza, hogy a széntartalmú energiahordozók (kőolaj, földgáz) elégetésével hatalmas mennyiségű CO₂ szabadul fel és kerül a légkörbe. Minél nagyobb egy anyag hidrogén részaránya a karbonhoz képest, annál nagyobb a CO₂-kibocsátása, így mire az energiahordozó a folyamat során az elemi állapotból villamos energiává vagy hővé alakul át, addigra hatalmas károkat okoz a környezetben (Hodgson, 1997). Ilyen erőműveket a korunk környezetvédelmi és EU-s előírásai és irányelvei szerint úgy lehet csak létrehozni, hogy minél alacsonyabb legyen a CO₂-kibocsátása, ebből pedig következik, hogy a már meglévő erőműveket pedig átalakítani, korszerűsíteni kell, hogy megfeleljenek a szabványoknak, ugyanis a keletkezett CO₂ mennyisége napjainkra elérte azt a kritikus pontot, hogy globális problémaforrásnak minősül, hiszen ez egy olyan üvegházhatású gáz, amely növeli a Föld átlaghőmérsékletét (Büki, 2004). Ezen kívül fontos megemlítenünk további káros hatásait is ezen erőműveknek, mint például a füst, por, zaj, talaj, vízszennyezés, környezetrombolás, keletkező salakanyagok megfelelő elhelyezése, további egészségkárosító gázok és anyagok felszabadulása (például kén-dioxid (SO), nitrogén-oxidok (NO)), a bányaterületekből kimosódó káros anyagok vizekbe jutása. Rengeteg ilyen felszabaduló és kimosódó anyag káros, mérgező és romboló hatással van mind az egészségünkre, mind pedig környezetünkre (Barkács et al., 2012).

A fosszilis energiahordozók jelentős szerepet vállalnak az energiaellátás területén, bár szerepük kezd kissé mérséklődni a megújuló, másnéven alternatív energiaforrások megjelenése, és azok

elterjedése által. Kijelenthető, hogy az eddigi vizsgálatok és felmérések alapján globális szinten a fosszilis energiahordozók – tehát a jelenleg gazdaságosan kitermelhető, bizonyított, jelenlévő mennyiségű készlet – nem fedezik a XXI. század népességének energiaigényeit, mindazonáltal a feltáratlan, feltételezett tartalékok képesek lehetnének ellátni ezt az igényt (Büki, 2004).

Magyarországon az elmúlt hat év tükrében a Központi Statisztikai Hivatal (2021) forrásaiból jól kivehető, hogy 2015-ben összes termelésből (472,9 petajoule) nagyjából 1/3-ados arányban volt a fosszilis energiahordozók szerepe (156,9 petajoule), és ez 2020-ra sem változott meg nagyban (összesen: 450,8 petajoule; fosszilis energiahordozók: 137,1 petajoule), így elmondhatjuk, hogy szerepük továbbra sem elhanyagolható, hiába jelentek meg az energiaszektorban a megújuló energiaforrások, és évről-évre emelkedik az általuk működtetett berendezések használata, jelenleg nem tudjuk nélkülözni a használatukat az energiaszektorban (Haszpra, 2008).

1. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], fosszilis energiahordozók

Év	Szén	Kőolaj és kőolajtermékek	Földgáz	Összesen
2015	63,6	36,3	57,3	472,9
2016	61,2	41,5	59,8	480,2
2017	53,7	43,8	59,1	474,7
2018	47,8	46,4	61,4	462,4
2019	41,6	48,7	55,6	460,9
2020	39,1	43,2	54,8	450,8

Forrás: KSH, Primer energiahordozók termelése hőértékben (2021), saját szerkesztés

3.1.2. Atomenergia

A fosszilis energiahordozók után az atomenergia a legjelentősebb energiaforrásunk. Energiát vagyunk képesek felszabadítani azáltal, hogy irányított környezetben magreakciót (maghasadást vagy magfúziót) indítunk be, amely hőt termel, és ezt fel tudjuk használni energia létrehozásához egy rendszeren keresztül, amelynek lényege, hogy a hő felforralja a vizet, és a keletkező gőz meghajt egy turbinát (Hedley, 1986). Ezen erőműveknek a tüzelőanyaga legnagyobb részben urán. Az atom, vagy más néven nukleárisenergia használatának nagyon megosztott a társadalom általi megítélése, ugyanis amennyire megbízható és olcsó energiáról van szó, annyira veszélyes és katasztrófa okozó tud lenni, ha nem megfelelően van alkalmazva, vagy hiba lép fel egy ilyen erőműben. Előnyei közé tartozik, hogy mivel nagy energiasűrűségű anyag lévén jóval kevesebb uránra van szükség az energia előállításához, mint ha fosszilis

energiahordozót használnánk, ugyanis egy gramm urán egyenértékű 18 liter benzinnel, avagy egy kilogramm mennyiségű 100 tonna szénnel, sokkal olcsóbbnak számít a felhasználása, hiába drágább maga az alapanyag. (Castells, 2012). Elérhetőség nem függ más környezeti befolyásoló tényezőktől, és képes folyamatosan működni, minden megszakítás nélkül, nem úgy, mint mondjuk a megújuló energiaforrások, amelyek működését befolyásolja az éghajlat vagy az időjárás. Előnye származik továbbá abból a szempontból is az atomerőműveknek, hogy mérsékelt mennyiségű üvegházhatású gázt bocsátanak ki, mint a fosszilis tüzelőanyagokat felhasználó erőművek, ezáltal kevésbé károsak a környezetre ebből a szempontból (Dittmar, 2013). Más nézőpontból viszont felmerülnek olyan kibocsátások, az üzem élettartama alatt, mint az urán építése, kitermelése, őrlése, feldolgozása, erőmű üzemeltetés, lebontása, felszámolása, amelyek szintén szennyező hatásúak, és a kutatások általi becslések azt mutatják, hogy a nukleáris tevékenységek során az átlagos értéke a CO₂ kibocsátása 66 g CO₂e/kWh, ami alacsonyabb értéket jelent, mint a fosszilis tüzelőanyagok általi, de hatványozottan többet, mint a megújuló energiaforrások révén (Sovacool, 2008). Emellett kevés hulladékot termel, de azok viszont rendkívül veszélyesek, károsak, mérgezőek a környezetünkre és egészségünkre, így azokat megfelelő óvintézkedések mellett tudjuk csak tárolni. A nukleáris erőműveknek kevés a területigénye, emiatt ugyanakkora területen több is létesíthető, mint például megújuló erőforrásokból (például napelem- vagy szélenergiafarm), amelyek sokkal kevesebb energiát képesek előállítani így arányaiban.

Az urán egyik legnagyobb hátránya, hogy nem megújuló erőforrás, és bányászata során károsítjuk a környezetet – uránbányászat során 1 kg kitermeléséhez megközelítőleg 190.000 kg föld eltávolítása szükséges (Fernández – González, 2015) –, valamint nem mindegy, hogy milyen uránkoncentrációjú maga a kőzet, hiszen nem mindegy mennyire életképes, milyen az általa generált energia aránya. Az atomerőművek hiába tűnnek megfelelő megoldásnak, nem tudják kiváltani, helyettesíteni a fosszilis energiaforrásokat, ugyanis ezeknek az erőműveknek a létrehozásához, fenntartásához szükséges más erőforrások felhasználása, és nem jelenthet alternatívát se újak telepítése, mivel világszinten a fosszilis tüzelőanyagok által előállított 10 terrawatt kiváltásához 10.000 nukleáris erőműre lenne szükség, aminek a megvalósítása nem térülne meg, ugyanis pénz- és időigényes egy ilyen erőmű felépítése és üzembe helyezése (5-10 év) (Radnóti, 2008). Mérlegelésképpen jelenleg 443 nukleáris erőmű működik a világon (Statista, 2021). További ellene szóló érv, hogy katasztrófaveszélyesek ezek az erőművek, hiába igyekeznek megfelelni minden szigorú előírásnak és biztonsági szabálynak, de nem lehet garantálni a teljes biztonságot, hiszen radioaktív anyagokkal dolgoznak, és az évtizedek során,

mióta léteznek nukleáriserőművek számos baleset történt már, amelyek bizonyítják az atomenergia kockázati tényezőinek rendkívüli veszélyességét mind a környezetre, mind pedig az egészségre. Erre az egyik legismertebb példa az 1986. április 26.-án bekövetkezett csernobili atomkatasztrófa (Szatmáry – Aszódi, 2005).

Magyarországon a Paksi Atomerőmű 1982 óta termeli és 38-45%-ban fedezi Magyarország energiaellátását (Kovács – Lung, 2004). Ez az arány 2014-re 53%-ra emelkedett. Az eleinte 440 MW-os teljesítményű reaktor a modernizáló fejlesztések után elérte az 500 MW-os teljesítményt, ami a négy blokkjának köszönhetően azt jelenti, hogy megközelítőleg 2000 MW az összesített teljesítménye. Átlagolva az elmúlt hat év adatait tekintve a nukleáris energia aránya stagnált az össztermeléshez viszonyítva (összesen: 466,95 petajoule; nukleáris energia: 175,26 petajoule).

2. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], nukleáris energiahordozók

Év	Nukleáris	Összesen
2015	173,3	472,9
2016	175,8	480,2
2017	176,3	474,7
2018	172,3	462,4
2019	178,3	460,9
2020	175,6	450,8

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

3.1.3. Napenergia

Az atomenergiától eltekintve a legnagyobb energiahordozó a Nap. A Földre érkező elektromágneses sugárzás összesen 342 W/m^2 , de ebből mindössze 235 W/m^2 -t tudunk hasznosítani, ugyanis 107 W/m^2 energiát elveszítünk azáltal, hogy az visszaverődik a légköri részecskékről és a Föld felszínéről (Barkács et al., 2012). Átlagosan körülbelül egy év lefogása alatt 5,6 YJ energia érkezik a Föld sztratoszférájába, amiből megközelítőleg 2,4 YJ napsugárzási energia jut csupán ténylegesen el a Földre, amelyet hasznosítani tudunk napelemek, napkollektorok, naphőerőművek és napkémények segítségével (Büki, 2004). A napelemek előállításához használt energiamennyiséghez viszonyítva a berendezések a körülbelül várható 30 éves élettartamuk alatt 87-97%-os tiszta energiát képesek előállítani. Előállításuk költsége várhatóan megtérül – egy 2015-ös, 232 kutatást vizsgáló tanulmány szerint – 1-4,1 év közötti időintervallum (Bhandari et al., 2015). Ezen napenergia feldolgozó

berendezések közül a legismertebbek a napelemek és kollektorok, amelyek legnagyobb előnye, hogy az érkező napsugárzást közvetlenül villamos energiává alakítják, nem igényelnek folyamatos felügyeletet, fűtőanyagot, nem terhelik a környezetet, nem bocsátanak ki káros anyagokat, nincs általuk szennyezés (zaj, por, víz stb.). Mindazonáltal ezek a napelemek és napkollektorok ki vannak téve az időjárási viszontagságoknak, amik ronthatják a teljesítményüket, így olykori tisztításuk, karbantartásuk fontos. Hátrányuk viszont ezeknek a hatalmas, egybefüggő, fényvisszaverő farmok felületeinek, hogy gyártásukhoz szilícium és más nehézfémek szükségeltetnek, így az elhasznált, tönkrement napelemek nem megfelelő kezelése miatt a környezetbe juthatnak ezek az anyagok, amik súlyos károsító hatást gyakorolhatnak az élővilágra és egészségügyi gondokat generálhatnak. A nagy fényvisszaverődés fényszennyezést okoz, valamint több élőlény faj – például rovarok- összekeverik a vízfelszínnel a visszatükrözőedésük miatt, így problémát jelent a szaporodásukban. Ez kiküszöbölhető különböző technikákkal – a felület vízszintes, sűrű csíkozása, durvává tétele – amelyekre fontos lenne odafigyelni az állatfajok védelmében (Horváth – Kriska, 2010). A nagy egybefüggő napelemparkok okozhatnak továbbá olyan mikroklimatikus változásokat, amit napelem-hőszigetnek nevezünk (Barron-Gafford et al., 2016), ami által a napelemek feletti átlaghőmérséklet 3-4 C°-kal megnövekedett megközelítőleg 2,5 méteres magasságig. Nagy területigénye miatt, hogy minél több energiát képesek legyünk begyűjteni a Nap által, földhasználat-változások lépnek a színtérre, viszont a napelemfarmok nem használják ki a teljes területet, így az továbbiakban is használható legelőnek vagy termőföldnek (Frauenhofer ISE, 2017a). Ilyen rendszereket telepíthetünk gyakorlatilag bárhova, ahol elegendő napfényenergiát vagyunk képesek begyűjteni, városokba (lakóépületek, irodaházak, közintézmények stb. tetejére), ipari vagy gazdasági területekre, vagy rossz minőségű talajokra.

Magyarországon az elmúlt hat év KSH adatai alapján látható, hogy a napkollektoros és napelemes villamos energia termelése igencsak elhanyagolható mennyiségű sajnos annak ellenére, hogy hazánk földrajzi adottságai miatt kiváló lehetőségekkel bír a napenergia hasznosításával kapcsolatban, ugyanis a napsütéses órák száma éves szinten 1900-2000 óra.

3. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], egyéb, nem éghető megújuló energiahordozók

Év	Egyéb nem éghető megújulók*	Összesen
2015	5,4	472,9
2016	6,4	480,2
2017	7,3	474,7
2018	8,8	462,4
2019	12,6	460,9
2020	19,2	450,8

*Napkollektorral termelt hőenergia, napelemmel termelt villamos energia, geotermikus energia.

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

Pálfy (2004) volt az első, akik kutatást végzett Magyarország fenntartható energiapotenciáljával kapcsolatosan, miszerint a már meglévő tetőfelületekre (erre a célra megfelelő lakóépületek, intézményi, kormányzati, mezőgazdasági épületek stb.), legelőkre, akkori, 2004-es gazdaságilag nem támogatott termőföldekre, vasút és autópálya vonalak egyik oldalának a hosszára és területére napelem beépíthetőségét vizsgálta. Számításai és becslései alapján összesítette különböző eshetőségeit a betelepítésnek, a napelemek dőlésszögétől függően – 30 fok (1200 kWh/év), 45 fok (1150 kWh/év), 60 fok (1100 kWh/év) –, a tájolási, takarási és egyéb eshetőségeket beleszámítva, és arra az eredményre jutott, hogy az általa megfelelőnek vélt területek összesítve 4052 km²-t tesznek ki (Pálfy, 2004). Ezen a nagyságú területen 405.158 MWp teljesítményt lenne képes termelni a napelemfarm, amely 486 TWh éves termelési potenciált jelentene. Ez a mennyiség a magyar energiaszektor béli igényeinek több, mint tízszeresét jelentené 25% napkollektor és 75% napelemes kihasználtság mellett (Horváth – Kriska, 2010).

4. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%], napenergia

Megnevezés	Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül	Ezen belül: nap
2015	7,3	4,4
2016	7,3	7,5
2017	7,5	10,0
2018	8,3	16,7
2019	10,0	31,9

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

3.1.4. Szélenergia

A szélenergia szintén időjárás és területi adottságoktól függő energiaforrás, akárcsak a napenergia, ugyanis a szélesebbesség értéke folyamatosan változó. A kedvező területi adottságokkal rendelkező térségek megbízhatóbb energiaellátást tudnak garantálni, ilyen területek például a tengerparti régiók, ahol a legnagyobb értékeket képesek generálni a szélerőművek. A teljesítményük a szélerőmű-farmoknak éppen a területi adottságok miatt országonként eltérőek, de átlag értékben pár száz MW-ot tesznek ki az energiaszektorban (Kiss – Tasnádi, 2012). Egy szélturbina megközelítőleg 25 éves üzemidőre van tervezve, kevés karbantartást igénylő szerkezetek, aminek építéséhez rozsdamentes acélt használnak, lapátjaihoz pedig speciális műgyantából és üvegszálból álló ötvözet alkalmaznak, valamint különböző védőrétegekkel látják el, hogy az időjárási viszontagságoktól védjék a szélturbinákat. A turbinákhoz villamos generátort kötnek, amelyek a keletkező áramot átalakítják a megfelelő formába (Sibalszky, 2003). A tornyokat 30-124 méter közötti magasságokban építik, a térségek tulajdonságainak megfelelően, hogy a legnagyobb teljesítményt tudják nyújtani, amelyek 2-4 m/s szélesebbesgnél kezdenek működni, de a legideálisabb a teljesítmény szempontjából a 12-16 m/s szélesebbesség, viszont 25 m/s-nál leállítják a szélturbinákat, nem működtethetik őket biztonsági okok miatt (Büki, 2004). Legnagyobb előnyük a szélerőmű farmoknak, hogy nem bocsátanak ki semmilyen káros anyagot, emiatt teljesen megújuló energiaforrásról van szó, viszont számos olyan hátránya van, ami más okból problémákat okozhat. A szélerőmű-farmoknak magas a zajszennyezése, így lakott területektől megfelelő távolságban kell őket elhelyezni – 400 méter távolság után 40-50 dB az átlagos aerodinamikai zajok ereje, ami a működésük és üzemeltetésük által keletkezik – , így olyan területekre telepítik őket, ahol már a helyi élővilágot zavarják meg ezáltal, és a nagy helyigényük miatt befolyásolják a környezetet és teljes ökoszisztémát (Rakonczai, 2003). További hátrányuk, hogy a turbinák visszaverik az elektromágneses hullámokat, így a nagyobb szélerőmű-farmok interferenciát okozva zavarhatják a mobiltelefonok, televíziók működését is (Tóth – Kacz, 2005). Ugyan nem beszélhetünk károsanyag-kibocsátásról direkt módon, de a szélerőmű gyártása, telepítése, működtetése, valamint működése utáni veszélyes hulladékként való elhelyezése a teljes élettartama során és után is okoz környezeti problémákat.

A magyarországi szélenergia-termelése 329 MW, amit 37 szélerőmű biztosít, 172 toronnyal (Laczó, 2012). Ezen erőművek java az ország északnyugati régióiban, a Kisalföldön, leginkább Komárom és Mosonmagyaróvár térségében helyezkednek el, de ezen kívül vannak például Csetény és Szápár környékén és a Tési-fennsíkon is, hiszen itt a legoptimálisabbak a természeti

viszonyok ezen szélerőművek létesítéséhez, hogy a legnagyobb teljesítményt nyújtsák (Mackay, 2011). Magyarország ideális lenne további szélerőmű-farmok építésére, ugyanis bővelkedik az ország olyan területekkel, amelyek optimálisak lennének időjárási és szélviszonyokat tekintve, mint például az Alföld, de a magyar jogszabályok változása óta ellehetetlenítették a terjeszkedését a szélenergiának, ami következtében 2006 óta nem adtak engedélyt a szigorú szabályozások miatt újabb szélerőmű megépítésére, így a legutolsó szélkerék átadás 2011-ben történt. 2016 óta pedig a magyar szabályozás nem teszi lehetővé az újabbak építését, ugyanis mellőzni szeretné a kormány az energiaszektorból arra hivatkozva, hogy csupán 25%-os a kapacitáskihasználtságuk ezeknek a farmoknak, így a kormányrendeletet olyan feltételrendszerhez kötötték, amit nem tudnak teljesíteni (12 km-es védőtávolság a településektől, teljesítményi és magassági korlátozások) (Wadmin, 2009).

5. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], szélenergia

Év	Szél	Összesen
2015	2,5	472,9
2016	2,5	480,2
2017	2,7	474,7
2018	2,2	462,4
2019	2,6	460,9
2020	2,4	450,8

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A KSH adataiból jól látható, hogy ez a megújuló energiaforrás is – hiába környezetkímélő, és Magyarország megfelelő területi adottságokkal bír a szélerőmű-farmok létesítéséhez – jelenleg még nagyon alacsony arányban van jelen az energiaszektorban. A 2015 és 2020 közötti időszakban az össztermelés átlagos értéke 466,95 petajoule, míg a szélenergia átlagos összértéke 2,485 petajoule. Az imént felsorolt problémák miatt pedig Magyarország sajnos elmaradóban van ezen energiaforrás bővítésétől jelenleg a szigorú kormányrendeletek és szabályozások miatt, így egyhamar nem várható hirtelen növekedés ezen a téren.

3.1.5. Víz- és óceánenergia

A vízben rejlő energiát már az ókorban felfedezték, és megépítették az első vízkerekeket, malmokat. Ezen energiaforrás áramfejlesztési célú felhasználását a XIX. században kezdték alkalmazni. A víz általi energetikai lehetőségekben hatalmas potenciál rejlik, ugyanis egy-egy ország energiaigényének 50-100%-át is képes fedezni egy megfelelően kiépített vízerőmű hálózat (Oláh et al., 2007). A vízenergia esetében sokféle technológiáról tudunk beszélni. A

vízerőművek fajtái közé soroljuk a duzzasztós, szivattyús-tározós, folyóvizes, föld alatti, árapály-, hullám- valamint a tengeráramlat-erőműveket. A hasznosítható esésük szerint kis, közepes és nagy esésű vízerőműveket tudunk megkülönböztetni. A vízenergia egyik legnagyobb előnye a kiszámíthatósága és folytonossága, továbbá, hogy nem termel semmilyen káros anyagot, ezáltal ilyen módon nem szennyezi a környezetet. A vízerőműveknek nagyon egyszerű a működésük alapja. A víz mozgási energiáját használják fel arra, hogy azzal meghajtsanak egy turbinát, ami egy generátorra van csatlakoztatva, ami ezáltal elektromos áramot termel (ez mind az édesvízi, mind pedig az óceán energia esetében így működik). A vízenergia előnyei közé tartozik továbbá, hogy az erőművek megépítése után az üzemeltetési és fenntartási költségeik igen alacsonyak – ezáltal gyorsan megtérülnek a beruházások –, teljes mértékben fenntartható energiaforrás, valamint könnyedén bővíthető és fokozható a teljesítménye egy vízerőműnek (folyó és édesvízi erőműveknél), emellett hosszú távra vannak tervezve (minimum 50 év) (Jacobson et al., 2011). Hátrányaik közé sorolandó viszont, hogy a megépítésükhöz megfelelő területek gyakran távol vannak a településektől, vagy kevés alkalmas helyszín van erre (óceán erőművek esetében), nagy energiavesztéssel jár az áram továbbítása emiatt, továbbá a gátak, tározók építésével az ökoszisztémát és a környezetet romboljuk és nagy veszélye, hogy a víztározók, gátak átszakadása katasztrófákhoz vezethet. Az óceánenergia kihasználásának jelentős korlátjai és nehézségei vannak, ugyanis minden technológia speciális területigényű, magasak a beruházási költségei, emiatt hibába lenne benne potenciál, nem számottevő energiaforrás a vízenergia ezen oldala a világon, korlátozottak a lehetőségei. Negatív hatásai ellenére az egyik legtisztább energiaforrás, amelyet már régóta használ az emberiség és képes ellátni az energiaszektor jelentős mértékben (Sorensen, 2004).

Magyarországon jelenleg 37 vízerőmű (5 nagyobb és 32 kisebb, helyi erőmű) van működésben, amelyek összteljesítménye 50 MW, energiatermelésük pedig 177 GW, amelynek a 90%-át a tiszai és a mellékágain elhelyezkedő erőművek termelik (Szabó, 2016). A hazai vízerőművek jelenlegi megoszlása: Duna 66%, Tisza 10%, mellékfolyók 24%. Magyarországon a vízenergia elméleti víz-erőkészlete 7478.106 kWh/a, míg a hasznosítható vízerőkészlet-teljesítményt 1060 MW-ra becsülik, amely egy átlagos évben 4500 GWh energiatermelésnek felel meg.

6. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%], vízenergia

Megnevezés	Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül	Ezen belül: víz
2015	7,3	7,2
2016	7,3	6,9
2017	7,5	6,3
2018	8,3	5,9
2019	10,0	4,7

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

Az összes megújuló energiaforrásból közel 50%-át adja a hazai energiaszektorban a vízenergia az utóbbi években az egyéb energiák térnyerése által.

7. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], vízenergia

Év	Víz	Összesen
2015	0,8	472,9
2016	0,9	480,2
2017	0,8	474,7
2018	0,8	462,4
2019	0,8	460,9
2020	0,9	450,8

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A KSH adataiból jól kivehető, hogy a vízenergia szintén nem képvisel akkora értéket a hazai energiaiparban, mint amekkora potenciál lenne rá, ugyanis a jelenlegi vízerőművek felújításra, korszerűsítésre és bővítésre szorulnak, avagy újaknak a létesítésére volna szükség, hogy változást tudjunk elérni, és kihasználni az ország vízenergia általi lehetőségeit a fenntartható energiaforrások tekintetében.

3.1.6. Geotermikus energia

A vízenergiához hasonlóan régóta használja az emberiség a termálvizek hőjét is, bár ezeknek az áramfejlesztési célú hasznosítása nagyjából 100 éve kezdődött meg csupán. A geotermikus energia folyamatosan a rendelkezésünkre áll, akár csak a vízenergia, de ez időjárástól teljesen független. A Föld magja felé közelítve a hőmérséklet fokozatosan növekszik, átlagosan 30 °C-ot emelkedve kilométerenként. Ennek mérésére mérőszámként a geotermikus gradienst használjuk, amely 10-60 °C/km közötti értéket vesz fel (átlagosan 25-30 °C/km) (Mádlné, 2006). Az olyan területeken, ahol magas a geotermikus aktivitás, lehetőség van a geotermikus energia kinyerésére. A geotermikus energiarendszerek hőforrásból és szállító közegből állnak,

amelyek létrejöhetnek természetes vagy mesterséges – emberi beavatkozás általi – módon. A szállító közeg többnyire termálvíz, amely lehet folyékony vagy gőz halmazállapotú, amely függ az adott környezet tulajdonságaitól, hogy mekkora a nyomás és a hőmérséklet. Kitermelése általában úgy zajlik ennek a rétegvíznek, hogy a mesterségesen lefúrt kutakba vizet pumpálnak, ami a megfelelően geotermikusan aktív területen felmelegszik, majd azt kiszivattyúzzák, ami alkalmas arra, hogy elektromos energiát lehessen vele termelni a keletkező forró levegő által meghajtott gőzturbináknak köszönhetően. Kétféle eljárás létezik erre: földhőszivattyú és kondenzációs erőmű, amelyek közül az első mód a legbiztonságosabb és legkörnyezetkímélőbb. A megfelelő körforgás megőrzése érdekében mindig visszaszivattyúzzák, visszapréselik a vizet ezekre a területekre, ugyanis, ha nem tennék egy idő után elapadna ez a rétegvíz, és vagy kevesebbet termelne, vagy meg is szűnhetne ez a forrás, és csak évtizedek múlva válna újra használhatóvá (Fischer et al., 2009). Az ilyen erőművek létesítése éppen emiatt a rendszer miatt igen költséges, és fokozott ellenőrzést és figyelmet igényel, hogy megőrizzük a területek működő képességét. A rétegvizek szennyeződése problémát okozhat, ugyanis, ha különböző ásványi anyagok kerülnek a felszínre, amelyek károsak, így azokat közömbösíteni kell, több eljárásra lehet szükség. Veszélyforrás lehet a gőzkitörés vagy a mérgező anyagok kijutása a levegőbe. Az elhasznált vizeket tilos a felszíni vizekbe vezetni, ugyanis az melegíti a tavakat, folyókat és olyan ásványi anyagok kerülnek a vizekbe, amelyek károsak a környezetre és az ökoszisztémára, változásokat eredményezhetnek (szikesedés, eliszaposodás, élőlények, növények pusztulása, túlszaporodása) (Ember, 2006). Az általuk termelt hulladékhő viszont felhasználható többféle célra is, mint például medencék fűtése, állattartó telepeken, halastavakhoz stb. Mindezek ellenére a vízenergiához hasonlóan itt sem keletkezik semmilyen szennyező és káros anyag lényegében, ha megfelelő körülmények között van üzemeltetve, valamint üzemeltetésük szintén alacsony költségeket igényel, ha egyszer elkészült az erőmű.

Magyarországon a Kárpát-medence általi adottságoknak köszönhetően az átlagos geotermikus gradiens $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$, így az ország területének 70%-án $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál magasabb hőmérsékletű vizek feltárására és kiaknázására van opció (Mádlné, 2006). Hazánkban a geotermikus energia helyi erőforrásnak számít, mivel nem szállítható nagyobb távolságokra a termálvíz. A jelenleg nyilvántartott $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál melegebb kutak száma 1250-1300 között van, ezek egy negyedéből $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál melegebb víz is nyerhető, míg 4%-ból nyerhető ki csupán $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál melegebb víz. Ezen kutak közül nagyjából 840 üzemel, amelyeknek 44% ellát mezőgazdasági, ipari, kommunális, fűtési és melegvíz ellátási szolgáltatásokat. Magyarországon jelenleg mindössze 9 település

van, ahol geotermikus energiával működő távfűtést alkalmaznak, míg villamos energiatermelés sehol az országban nem valósult még meg. Ahogy a 2. táblázatban láthattuk, a magyarországi adatok a KSH összesítése alapján az egyéb nem éghető megújuló energiaforrások (napkollektorral termelt hőenergia, napelemmel termelt villamos energia, geotermikus energia) lassan kezdenek összesítve a megújuló energiaforrások közül jelentősebb teret nyerni maguknak a hagyományos energiaforrásokhoz képest az elmúlt években.

8. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%], geotermikus

Megnevezés	Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül	Ezen belül: geotermikus
2015	7,3	–
2016	7,3	–
2017	7,5	0,0
2018	8,3	0,3
2019	10,0	0,4

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A fenti táblázatból viszont jól látszik, hogy hazánkban a területi potenciálok és az összesített növekedés ellenére a geotermikus energiatermelés 2018-tól kezdett megjelenni mérhető szinten, de lassú növekedést vehetünk észre csak, noha rendkívül jó lehetőségekkel rendelkezik az ország.

3.1.7. Biomassza energia

A biomassza energia egy olyan energiaforrás, amely megújulónak tekinthető, ugyanis a Nap segítségével jön létre fotoszintézis által a biomassza, amely főként mező- és erdőgazdaságokból származó növényi, állati eredetű anyagok, biológiai, települési és ipari hulladékok, maradékanyagok, szerves melléktermékek lebontható részei. Lényeges, hogy ezen nyersanyagok nem származhatnak természetvédelmi területekről és vizekből vagy nagy biodiverzitású környékekről. Az egyik legismertebb biomassza a fa, amelynek használata a XX. századtól visszaszorult a fosszilis energiahordozók megjelenésével, így ezt más energianövények váltották fel napjainkra, mint például a lágyszárú gabonanövények (búza, árpa, zab, rost), vagy a cukorrépa, de akár egyes lóhere fajták is alkalmasak lehetnek erre a célra (Láng, 2003). A biomasszának alkalmas növényeket, állati eredetű anyagokat, szerves hulladékokat leginkább termőföldekről, mezőgazdaságokból szerzik be, amelyeket a munkák végeztével begyűjtenek és alakítják őket energiahordozókká (bioüzemanyag (bioetanol,

biodízel), biohő, biovillanyáram). A biomassa többféle másodlagos energiahordozóvá alakítható át, amelyeknek különbözőek a felhasználási lehetőségeik, különböző halmazállapotú anyagokat kapunk az eljárástól függően. A legismertebb felhasználási módja a biomasszának az elégetése, amelynek fűtőértéke 10-20 MJ/kg között mérhető normál esetben, míg, ha biobrikettet állítanak elő préseléses folyamat során az éghető bioüzemanyagokból, annak fűtőértéke 15-17 MJ/kg (Büki, 2004). A másik feldolgozási módjuk az elgázosítás, amikor magas hőmérsékleten éghető gázzá alakítják a biomasszát, amely egy generátor segítségével képes villamos energiát előállítani, így belső égésű motorokban is alkalmazható erőforrásként. További lehetőségei a fermentálás és az erjesztés, amely által létrehozható biogáz, biodízel, metanol, valamint etanol. A biomassa általi energiatermelésnek számos előnye közül a legfontosabbak, hogy CO₂-semleges, lelőhelytől, területtől teljesen független, ugyanis a keletkező hulladékok szerves részeit használja fel, ezzel is csökkentve a szennyezést, valamint függetlenséget nyújt az országoknak ezen energiatermelés. Hátrányai közé kell viszont sorolni, hogy mivel az előállító üzem méretgazdaságossága csak nagyipari léptékben hatékony, ezért az összegyűjtött növényi, állati és szerves hulladékokat, tehát az energiaforrásokat nem koncentrált, hanem kiterjedt területről kell beszerezni, amely feszegeti a zöldenergia előállításának módját, ugyanis a szállításból adódó környezetszennyezés jelen van, valamint igen költséges ezáltal az energia előállítása. Már csak ha az energianövényeket szeretnénk alkalmazni, termesztésükhöz hatalmas termőföldeket kell beáldozni erre a célra, amely mezőgazdasági kieséshez és akár élelmiszerhiányhoz vezethet, tehát felvet társadalmi kérdéseket is, ez a fajta alkalmazás.

Magyarországon a jelenleg működő biomassa fűtő- és erőművek energiakapacitása 2-50 MW közötti értékű, másodlagos tényezőként van csak jelen az energiahordozók előállításában. Elsősorban a biomasszát hazánkban a széntüzelésű erőművek vegyestüzeléses üzemeltetésére használják.

9. táblázat: Primer energiahordozók termelése hőértékben [petajoule], biomassa, bioüzemanyag, biogáz, kommunális és ipari hulladékok

Év	Éghető megújulók és hulladékok	Összesen
2015	133,7	472,9
2016	132,1	480,2
2017	131,0	474,7
2018	122,8	462,4
2019	120,7	460,9
2020	115,6	450,8

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A KSH adataiból jól kivehető, hogy az eddigi megújuló energiaforrásokhoz képest a hazai viszonylatban az éghető megújulók és hulladékok (biomassza, bioüzemanyag, biogáz, kommunális és ipari hulladékok) összesítve magas arányban vannak jelen, bár az utóbbi években – 2015-ös (legmagasabb)133,7 petajoule termelés 2020-ra 115,6-ra csökkent – csökkenést mutat.

10. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%]

Megnevezés	Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül	Ezen belül: biomassza	Ezen belül: biogáz	Ezen belül: kommunális hulladék megújuló része
2015	7,3	51,4	9,1	6,4
2016	7,3	45,8	10,2	7,5
2017	7,5	47,3	10,0	4,6
2018	8,3	47,8	8,9	4,3
2019	10,0	37,7	6,8	2,9

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A fent látható a táblázatból jól kivehető, hogy milyen magas százalékban van jelen főként a biomassza a bruttó végső felhasználásból, amit a megújuló energiaforrások által állítanak elő, bár ahogy az előző táblázatban is, itt is folytonos csökkenést mutatnak az adatok. 2015-ről a biomassza részaránya 51,4%-ról 2019-re 37,7%-ra, a biogázé 9,1%-ról 6,8%-ra, míg a kommunális hulladék megújuló része 6,4%-ról 2,9%-ra esett vissza, ami drasztikus változást eredményezett, de ez azért lehetséges, ugyanis teret nyert magának más jellegű megújuló energiaforrás. A napenergia (3. táblázat) 2015:7,5%; 2019:31,9% jelentős növekedése okozta a változást, de ennek ellenére továbbra is a biomassza van a második legnagyobb százalékban jelen.

3.2. Az Egyesült Nemzetek Szervezetének fenntartható fejlődési pontjai

A Fenntartható Fejlődési Célok (Sustainable Development Goals) 2015 szeptemberében 193 ország fogadta el konszenzussal az ENSZ közgyűlésén, amely 17 cél és 169 alcélt foglal magába és több, mint 230 indikátort tartalmaz, amelyek a fenntartható fejlődés aspektusait méri fel és 2030-ig képes azt monitorozni.

3. ábra: Fenntartható fejlődési célok



Forrás: KSH (2021)

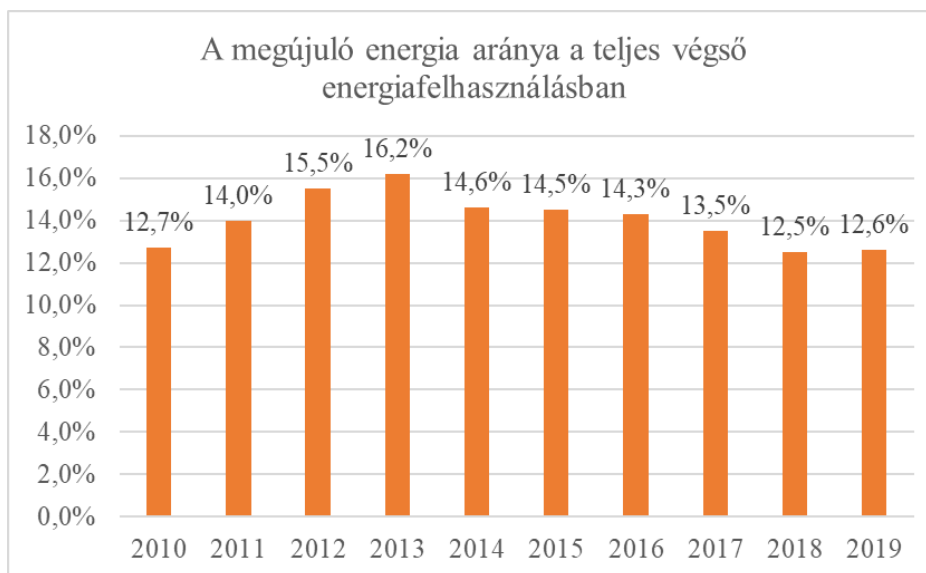
Magyarországon a Fenntartható Fejlődési Célok végrehajtásának koordinációját az Innovációs és Technológiai Minisztérium látja el, míg a külkapcsolati vonatkozásokkal kapcsolatos tevékenységeket a Külgazdasági és Külügyminisztérium. Mindezek nyomon követésére a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) ad lehetőséget, amely az ENSZ Statisztikai Bizottsága által megalkotott indikátor-rendszerrel működik. Az ENSZ fenntartható fejlődési keretrendszerének céljait nem teljes mértékben fogom megvizsgálni, ugyanis csak a témámhoz – megújuló energiaforrások a magyar energiaszektorban – illeszkedő, valamint a véleményem szerint is beleillő fontos alpontjait szeretném kiemelni, amelyek alapjául szolgálnak majd a teljesítmény értékelő rendszeremnek.

3.2.1. Megfizethető és tiszta energia

Az ENSZ által kiadott 7. cél a megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférés biztosítása mindenki számára, amely magába foglalja az energiahatékonyság javítását és a megújuló energiaforrások használatának részarányának növelését (EB, 2021). Magyarország 2014-2020-as időszakban ezzel kapcsolatosan meghozta az energiapolitikai stratégiai célkitűzéseit, amely alapján a megújuló energiaforrásoknak részaránya a bruttó végső energiafelhasználás arányában 14,65%-ra növelik, az üvegházhatású gázok kibocsátását

legfeljebb 10%-kal engedik növekedni 2005-höz képest az EU emisszió-kereskedelmi rendszerén kívül (Emission Trading System (ETS)), valamint az EU ETS-ben részt vevő iparágat 2005-ös kibocsátásának 21%-os, 2030-ra pedig 40%-os csökkentését tűzték ki célul a keretrendszerben (Szabó, 2016).

1. diagramm: A megújuló energia aránya a teljes végső energiafelhasználásban



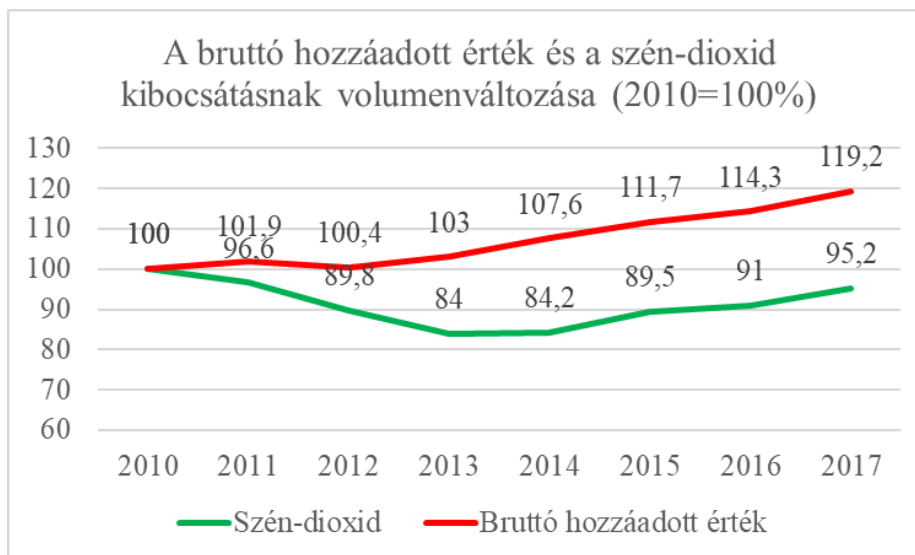
Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A megújuló energiaforrások arányával kapcsolatos tervezet 2014 óta a folyamatos csökkenés miatt 2020-ra vélhetően nem valósult meg, bár a legfrissebb adat 2019-es, ami 12,6%-ot mutat, de ez így is 2,05%-kal kevesebb, mint a tervezett 2020-as.

3.2.2. Ipar, innováció és infrastruktúra

Az ENSZ 9. célja az ellenállóképes infrastruktúra kiépítése, az inkluzív és fenntartható iparosítás támogatása és az innováció ösztönzése, ami magába foglalja a gazdaság növekedését, de fenntartható módon. Mindez hozzájárul a munkahelyek teremtéséhez, az üzleti és társadalmi létesítmények építéséhez és javításához, amelyek elengedhetetlenek a jóléthez, és ezáltal igyekeznek csökkenteni a szegénységet (ENSZ, 2021). A megújuló energiaforrásokkal kapcsolatosan ezen a ponton belül a legfontosabb, hogy a szén-dioxid kibocsátásról szót ejtsünk, hiszen Magyarország lassan, de biztosan halad afelé, hogy egyszerre erősödjön a gazdaság és csökkenjen a környezeti szennyezés. Ez az alábbi diagrammon jól megfigyelhető, ugyanis a két változó lassan, de biztosan elválik egymástól. 2010 óta, amit a 100%-nak tekintünk – ekkor még nem tudtuk elkülöníteni a két változót –, 5%-kal mérséklődött 2017-ig a bruttó szén-dioxid kibocsátás összességében.

2. diagramm: A bruttó hozzáadott érték és a szén-dioxid kibocsátásnak volumenváltozása (2010=100%)



Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

3.2.3. Felelős fogyasztás és termelés

A 12. fejlődési cél a fenntartható fogyasztási és termelési módok kialakítása, amelyek kihatnak az erőforrás felhasználásra, a társadalomra, a környezetre, mindezeken belül is a fogyasztási, káros-anyag kibocsátási és hulladékkezelési szokásokra (EB, 2021). Ezeknek a szigorúbb szabályozása és azok betartatásával lehetne komolyabb eredményeket elérni, ami által megszűnnének az illegális szemétlerakók, -égetők, csökkenne a káros-anyag kibocsátás. Oktatni, tájékoztatni kellene az embereket a felelős fogyasztással és termelés alapjaival kapcsolatban, hogy hogyan is tudnának már csak saját háztartásukban hozzájárulni a fenntarthatóbb környezethez – például szelektív hulladékgyűjtés, műanyag mentes vásárlás, termékek újra hasznosítása, fogyasztói társadalom szokásainak mérséklése stb. – ami által a köztudatban idővel megváltoztatná az alapvető morálokat a környezettudatossággal kapcsolatosan.

3. diagramm: Az anyagában hasznosítás aránya a hulladékkezelési módokon belül



Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

A KSH adataiból látszik, hogy 2010 óta az országban keletkezett összes hulladék esetében az újrahasznosítás aránya nagyjából folyamatosan növekszik – 2015-ben egy enyhe visszaesés tapasztalható –, és 2018-ra elérte majdnem a 61%-ot, míg a hulladéklerakás aránya 28%-ra redukálódott az évek alatt, ami azt jelenti, hogy jó úton halad hazánk a hulladék újra felhasználás területén, de van még hova fejlődünk, amint már fentebb kifejtettem.

3.2.4. Fellépés az éghajlatváltozás ellen

A 13., és egyben talán legfontosabbnak ítélt fő cél jelen esetben a sürgős lépések megtétele a klímaváltozás és hatásainak leküzdése érdekében, ami a globális felmelegedést igyekszik a lehető leghatékonyabb és leghamarabb mérsékelni. Ennek összességében lényege, hogy támogassuk folyamatosan a nemzetközi klímaspecifikus kiadásokat, ezáltal globálisan tegyünk a problémák ellen, amelynek a legfontosabb eleme, hogy csökkentsük az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértékét (ENSZ, 2021).

11. táblázat: Légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátása (ezer tonna)

Légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátása (ezer tonna)					
Megnevezés	2014	2015	2016	2017	2018
Szén-dioxid (CO₂) (bruttó)	43 863	46 628	47 396	49 685	49 628
Ebből:					
energiaipar	13 310	13 672	13 447	13 762	13 004
ipar	8 414	8 994	9 171	10 175	10 689
szállítás/közlekedés	11 057	12 066	12 338	12 995	13 759
háztartások	6 235	6 913	7 411	7 937	7 399
Biomassza szén-dioxid (CO₂)	12 134	12 763	12 567	12 230	11 059
Metán (CH₄)	293	294	292	295	291
Ebből:					
hulladékkezelés	140	137	132	132	131
mezőgazdaság	103	106	107	107	109
(tüzelőanyagok kitermelése, szállítása és gyártása közben) szivárgó emisszió	23	22	24	27	26
Nitrogén-oxidok (NO_x)	124	126	119	121	120
Ebből:					
szállítás/közlekedés	51	51	47	47	48
energiaipar	17	17	13	13	12
műtrágya felhasználás	14	15	16	17	17
Szén-monoxid (CO)	458	444	435	423	362
Ebből:					
háztartások	294	310	307	297	243
szállítás/közlekedés	124	89	87	79	73

Forrás: KSH (2021), saját szerkesztés

Magyar vonatkozásban a KSH adataiból kiemeltém a legismertebb és legszennyezőbb anyagokat, amelyeknek a redukálása hazai szinten majdnem minden területen lassú ütemben elindult az évek folyamán, de növekedést mutat a CO₂ kibocsátás szintje az ipar és a közlekedés, szállítás részén, ami komoly problémákat eredményezhet a jövőben, ha nem kezdenek el foglalkozni a megújuló energiaforrások használatával, ugyanis jelentős mértékű csökkenés következhetne be a gondot okozó szegmenseknél, ha fejlesztések, modernizálások mennének végbe és megújuló erőforrásokra váltanának, ahol csak lehet – mint például a közlekedésben a biogázok, biodízel, bioetanol, elektromos autók, az iparban pedig olyan zöld rendszerek használata, amelyeket már a szakirodalmi kitekintésben megvizsgáltam (nap-, szél-, víz-, geotermikus erőművek stb.) –, amit nagy mértékű beruházásokkal és támogatásokkal néhány év tükrében végre lehetne hajtani.

3.2.5. Óceánok és tengerek védelme

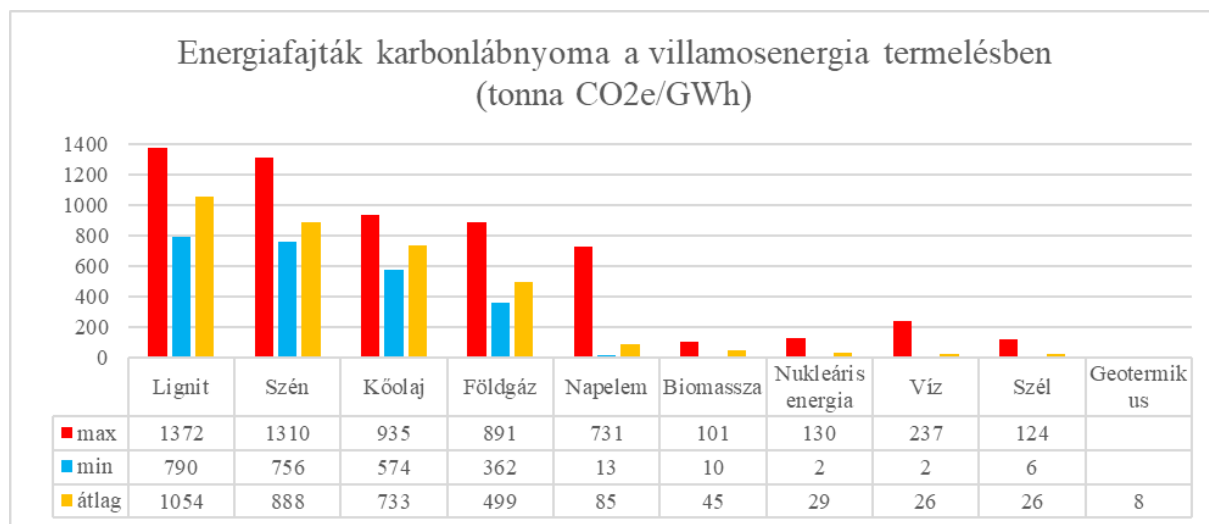
Mivel Magyarország nem határos sem óceánnal, sem tengerrel, így az ENSZ 14. fenntarthatósági célja nem vonatkozik hazánkra lényegében, de fontosnak tartom, hogy szót ejtsenek a vizeink védelméről, ugyanis a Tisza a Dunába, a Duna pedig a Fekete tengerbe ömlik, ami által valahol Magyarország is felelős a tengerekért. A hazai vízminőséget tekintve nem állunk a legjobb helyen, ugyanis magas a szennyezettségi aránya a felszíni vizeinknek. A szennyvíz 2/3-át közvetlenül a Dunába, 10%-át a Mosoni-Dunába és Rábába, 7%-át pedig a Séd- és Nádor-csatornába vezetik el. A Tiszai vízgyűjtőhelyeken a szennyvizek közvetlen vizekbe engedése a Tiszába 27%, a Kőrös területén 26%, míg a Sajói térségben 21% (MEK, 2021). Magyarországon a szennyvizek közel 50%-át az ipari, 20-25%-át pedig kommunális és mezőgazdasági tevékenységek generálják. Ilyen ipari szennyezők például a hűtővíz, technológiai használt vizek, üzemi területekről elvezetett csapadékvizek, vegyipari szennyvizek, a paksi atomerőmű által pedig radioaktív anyagok kerülnek a felszíni vizeinkbe, mezőgazdasági szennyezések közül pedig a mű-, hígtrágyák, növényvédő szerek a legkárosabbak. Ezek a vizekbe kerülő anyagok mind olyan hatást gyakorolnak a környezetre, amely rontja a vízminőségét, károsítja, változtatja vagy akár ki is pusztítja az élővilágot és az élőflórát.

3.2.6. Szárazföldek és ökoszisztémák védelme

Az ENSZ 15. kijelölt célja a szárazföldi ökoszisztémák védelme, helyreállítása és fenntartható használatának támogatása, a fenntartható erdőgazdálkodás, a sivatagosodás leküzdése, a talajdegradáció megállítása és visszafordítása, valamint a biológiai sokféleség csökkentésének megállítása (ENSZ, 2021). Lényeges ennél a pontnál kiemelni, hogy az energiaszektorban lévő termelők figyelembe kell vegyék egy adott erőmű, telep vagy farm létrehozásánál – a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatosan is –, hogy annak mekkora a területigénye, mekkora szennyezéssel jár a környezetére, ökológiai hatások, amelyek káros-anyag kibocsátás nélkül is jelen vannak például zajszennyezés, élőlények és növények pusztulása, túlszaporodása stb. Az egyik legjobb mérési módja mindennek például az ökológiai lábnyom vizsgálata, avagy más néven biokapacitás mérése, amelyet globális hektárban nézve minden évben megvizsgál minden egyes ország. Ez az érték azt hivatott kifejezni, hogy adott technikai és technológiai fejlettség mellett a társadalom önnön fenntartásához milyen mennyiségű föld- és vízterületet használ fel a kibocsátott hulladékok és szennyezőanyagok elnyeléséhez, mennyire használjuk

ki a Föld által nyújtott javakat. Magyarország ökológiai lábnyoma átlagosan 3,7 hektár, ami nagyon magas értéket jelent a környezet kihasználása szempontjából.

4. diagramm: Energiafajták karbonlábnyoma a villamosenergia termelésben (tonna CO₂e/GWh)



Forrás: World Nuclear Association (2011), IPCC (2012), saját szerkesztés

Az itt látható diagramm összesíti a World Nuclear Association (2011) és az IPCC (2012) több éves tanulmányainak eredményeit, amelyek globális szinten elemezték az energiaszektorban használt energiafajták által hagyott karbonlábnyom maximális, minimális és átlag értékét. Számomra nagyon érdekes volt, hogy a nukleáris energia ilyen alacsony számokat produkál, míg a megújuló energiaforrások közül a napelem kifejezetten magas értékekig is képes felmenni. Ezen erőművek, farmok kibocsátása és karbonlábnyomának mértéke jelentős mértékben függ attól, hogy milyen technológiával építették azokat, hogyan használják az adott erőforrást, amelynek minősége is nagyban befolyásoló hatású.

4. Kutatás

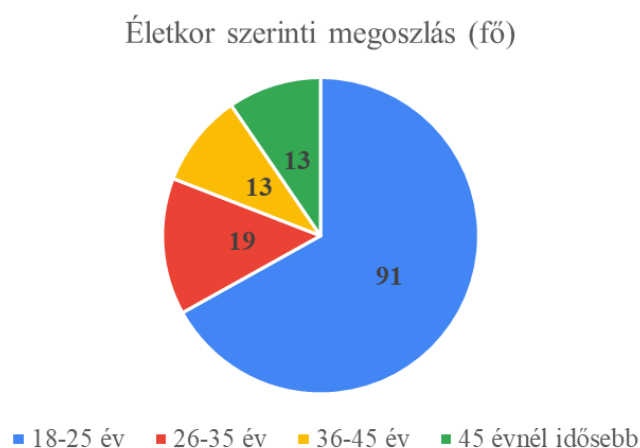
Kutatásom fő célja az volt, hogy felderítsem a Dunántúlon élő fiatal felnőttek milyen energiaforrásból származó energiákat részesítenek előnyben (hagyományos vagy megújuló energiaforrások), hogy mit is tartanak fenntarthatónak hosszútávon az energiaszektorban, jelenleg mit használnak és a jövőben melyik megújuló energiaforrást alkalmaznák szívesebben. A kutatásom fő területe Magyarország Dunántúli térsége, valamint az általam elemezni kívánt korosztály a fiatal felnőttek (18-45 év közötti) generációja, emiatt készítettem saját kérdőívet, amely segítségével szűrni tudom a speciális szegmensre vonatkozó válaszokat. Azért erre a területre fordítottam a figyelmemet, ugyanis Magyarország régióit tekintve nagyon megosztott mind fejlettségben, életmódban, munkalehetőségekben, mind pedig gondolkodásmódban, így

esett a választásom a Dunántúli térségre, amelyre erős nyugati befolyásoltág jellemző, modern, korszerű lehetőségekkel, magas életszínvonallal. Az általam behatárolt fiatal felnőttek generációjának a jelenlegi 18-45 év közötti embereket jelöltem, mert ők tartoznak bele abba a szegmensbe, akik a legnagyobb hatással vannak az iparra, gazdaságra, politikára, hiszen ők a legaktívabb befolyásoló elemei hazánk jövőjének, ők felelnek a jövő generációiért, az ő szemléletük lesz meghatározó a jövőben. Kutatási területem behatároltsága miatt primer adatokból dolgoztam főként, de szekunder adatelemzést alkalmaztam kérdőívem elkészítéséhez és a magyarországi általános adatok felméréséhez, megfigyeléshez. Kérdőívem elkészítése során kvalitatív és kvantitatív módszereket is alkalmaztam, amelyek segítségével mélységében és szélességében is vizsgálni tudtam a témakört. A felmérésem online és offline formában is lehetőség volt kitölteni, emiatt széles körben történt a mintavétel. A kutatásomhoz 100-150 fős kitöltést vártam, amelyet sikeres mintavételként tudnék be, hiszen így diverz válaszokat kaphatok. Az online platform lehetőségek által Magyarország változatos területeiről, változatos korosztályoktól érkezett kitöltés. A kérdőívemre összesen 214 válasz érkezett, de ebből összesítve a kutatásomhoz illeszkedő szegmenstől 136 volt felhasználható számomra.

4.1. Kutatás bemutatása – főbb eredmények

A teljes, 214 fős kitöltésből számomra 136 válasz volt felhasználható, ugyanis már a dolgozatom elején leszögeztem, hogy mely földrajzi és demográfiai jellemző kitöltéseket szeretném felhasználni, így a figyelembe vehető kérdőívek száma 136-ra redukálódott. A nő-férfi megoszlás 104-32 arányban volt jelen, aminek az oka az lehet, hogy a nők érzékenyebbek általánosságban véve a környezetvédelmi problémákra. Az életkor szerinti megoszlás ábráján jól kivehető, hogy nagy többségben voltak a 18-25 év közöttiek, akik vélhetően még felsőfokú tanulmányaikat végzik, vagy fiatal pályakezdők, őket nagyobb hatás éri még az iskolák miatt a környezetvédelem és a fenntarthatóság témakörében, emiatt magasabb a kitöltési arányuk, mint a már aktívan dolgozó, esetleg családot alapított fiatal felnőttekhez képest.

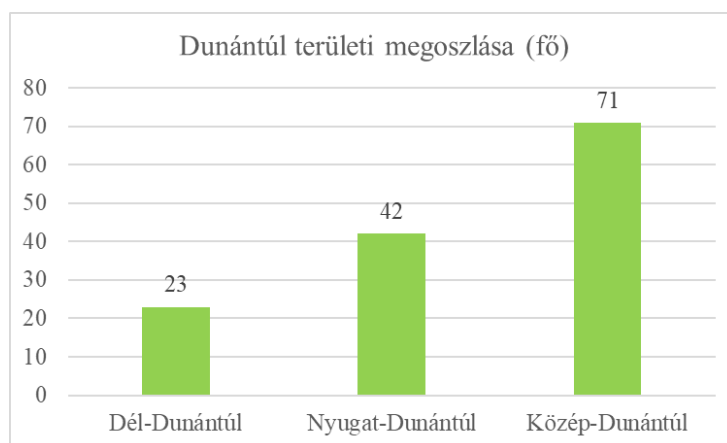
4. ábra: Életkor szerinti megoszlás (fő)



Forrás: saját kutatás (2021), saját szerkesztés

Az iskolázottság szerinti kitöltések alapján nem rendelkezett egyetlen ember sem középfokú végzettségnél alacsonyabb képesítéssel, tehát 77 fő középfokú, míg 59 fő felsőfokú végzettséggel rendelkezett a kérdőív kitöltése alkalmával. Ebből még sokan terveznek vagy jelenleg is folytatnak felsőfokú tanulmányokat. Területi megoszlás alapján – a Dunántúli térséget figyelembe véve – a legtöbben (71 fő) a Közép-Dunántúl térségében élnek, majd valamivel több mint fele annyian (42 fő) Nyugat-Dunántúlon, a legkevesebben pedig Dél-Dunántúlon (23 fő).

5. diagramm: Dunántúl területi megoszlása (fő)



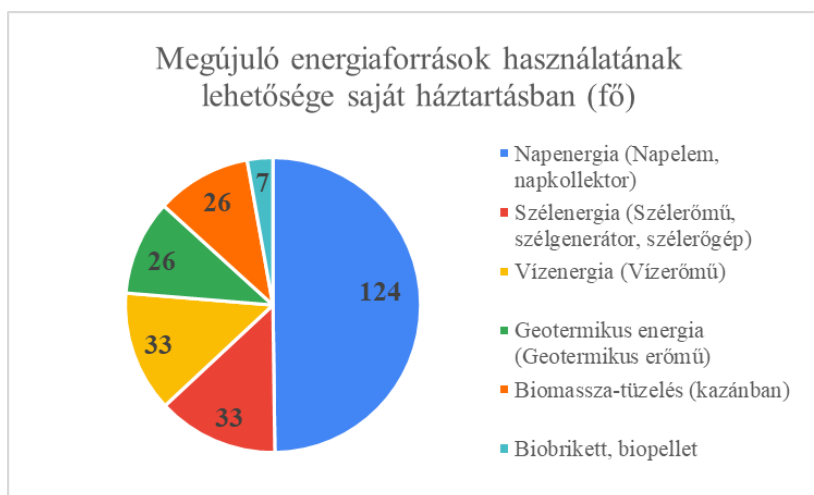
Forrás: saját kutatás (2021), saját szerkesztés

A kérdőív elején az általános információkon túl feltettem néhány olyan hétköznapi kérdést, amely a fenntarthatósággal és a kitöltők ehhez való gondolataikkal, hozzáállásukkal kapcsolatos. A fenntartható fejlődésre amikor asszociálnia kellett a kitöltőknek, majdhogynem minden válaszban megjelent az energia-, a vízgazdálkodás, a hulladékgazdálkodás, -újrahasznosítás, a klímaváltozás, a természeti erőforrások használata és a túlnépesedés fogalma,

ezáltal a legtöbben körvonalazni tudták mi is az a fenntarthatóság, de ennek ellenére nagyon kevesen (20 fő) ismerik az ENSZ által kiadott Fenntartható Fejlődési Célokat, legtöbben csak hallottak róla (65 fő), míg a 51 fő egyáltalán nem ismeri vagy nem is hallott róla, ami azért meglepő, mert a médiában, a közösségi portálokon, és gyakorlatilag bármilyen online portálon olvasni és hallani lehet időközönként az ENSZ-Agenda 30 Fenntartható Fejlődési Céljairól valamilyen formában. A megkérdezettek 48%-52%-ban vélekedtek úgy, hogy közepes-minimális hatást gyakorol az életmódjuk a környezetükre, ezáltal a Földre, nem gondolják úgy általánosságban, hogy bármivel nagy környezeti terhelést okoznának, habár a későbbi kérdések között kiderült, hogy többen is rendelnek internetről, ezen belül is gyakran külföldről, ami teherszállító hajókkal, repülőkkal érkezik Európába, amelyeknek jelentős a károsanyag-kibocsátása, ezáltal a kitöltők között sokan nem is tudják, hogy egyszerű tevékenységekkel támogatják a szabályozatlan szennyező erőforrásokat.

A saját háztartásokkal kapcsolatos kérdéskörben – aki nem rendelkezik saját háztartással még, az a jelenlegi lakóhelye (szülői ház, albérlet stb.) alapján válaszolta meg a kérdéseket – számomra kifejezetten érdekes volt, hogy mindössze 7 személy rendelkezett megújuló energiaforrások általi fűtési móddal, ezek közül is csak napelemmel, míg az összes többi válaszadó hagyományos fűtési módot használ (legtöbben gázkazán, házközponti vagy távhős rendszerrel), kiegészítve gyakran hűtő-fűtő klímával, habár ennek ellenére 51 fő mégis úgy gondolta, hogy megfelel a fenntarthatósági alapelveknek az általa használt fűtési rendszer. A fűtési mód kiválasztásánál mindösszesen 26 fő volt az, aki egyáltalán megjelölte szempontként a környezetvédelem fontosságát, míg a legtöbben a kényelem, egyszerűség, minőség és olcsóság fogalmát jelölték meg, így elmondható, hogy nagyon kevesen figyelnek arra, milyen hatással van az energetikai felhasználásuk a környezetre, hiába jelentene a megújuló erőforrások általi rendszer szintén magas minőséget és könnyen kezelhetőséget. Mindazonáltal a válaszadók közül aki hagyományos fűtési módot használ 86% szeretne a jövőben megújuló energia forrás általi rendszerre váltani, ha lesz rá lehetősége, bár érdekes volt számomra, hogy kimagasló arányban csak a napelem jelent meg (90%, 124 fő), hiába jelölhettek több rendszert a kitöltők, a második helyen a szél- és vízenergia mindössze 33-33 jelölés, harmadik, szintén osztott helyen pedig a geotermikus energia és a biomassza-tüzelés 26-26 jelöléssel voltak csak jelen, ami óriási eltérést mutat.

5. ábra: Megújuló energiaforrások használatának lehetősége saját háztartásban (fő)

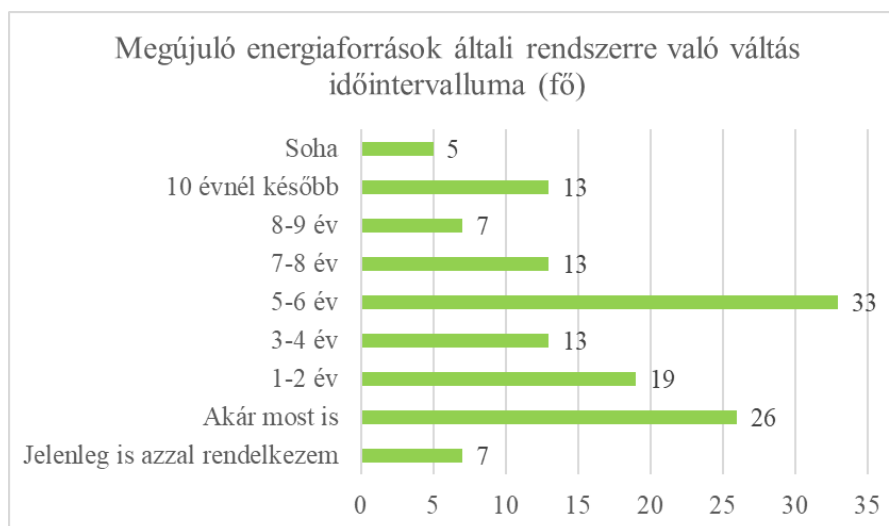


Forrás: saját kutatás (2021), saját szerkesztés

A megújuló energiaforrások már nem számítanak újdonságnak hazánkban sem, így az összes megkérdezett tisztában volt majdnem az összes felsorolt energiaforrás létezésével, ezek közül a legismertebbek viszont mégis a nap-, szél- és vízenergia voltak. A tájékozottságukat az emberek az interneten, a médiából, a TV-ből, és az oktatás (tanulmányok, képzések) szerezték ezzel kapcsolatban, amelyeket szinte minden válaszadó szeretne bővíteni, részletesebben megismerni olyan modernebbnek számító energiaforrásokról például, mint az energiatüzelés, az energiatüzelő (52%-os jelölés) vagy a biomassza általi lehetőségek. Az összes megújuló energiaforrás közül sokat gondolnak fenntarthatónak hosszútávon – több lehetőséget is jelölhettek a kitöltők – amelyek a nap- (110 fő), szél- (97 fő), geotermikus- (71 fő), és a vízenergia (58 fő) voltak. A válaszadók 100%-a gondolta úgy, hogy fontos a lakosság ismereteit bővíteni a megújuló energiaforrásokról és az általuk nyújtott lehetőségekről, hiszen szükség van a fejlődésre, és sokan nem ismerik milyen opciók állnak rendelkezésükre akár otthonaikban is megvalósítani a megújuló rendszereket, így a felvilágosítás, az ismeret terjesztés segítené az embereket abban, hogy alkalmazhassák ezeket, valamint elterjesztené a köztudatban a zöld energia és a fenntarthatóság fontosságát, valamint annak előnyeit. Az ismeretterjesztés és tájékoztatás a kitöltők szerint sok forrásból érkezhethet egyszerre, hiszen így a lehető legtöbb emberhez jutna el a platformok lehetőségei miatt. Települési szinten is tanulnának, informálódna szívesen központi tájékoztatók, lakossági fórumok, információs pontok, szórólapok, rendezvények, előadások alkalmával, ahogyan természetesen a nyomtatott és az online sajtó, a média és a közösségi oldalak világában szintén szívesen találkozna a témakörrel.

Megkérdeztem az embereket arról, hogy saját háztartásukban és a településen, ahol jelenleg élnek, hogyan vélekednek a megújuló energiaforrások általi rendszerek megvalósításáról, megérné-e nekik, vagy a településnek, hogy beruházzanak, milyen akadályok állhatnak ezeknek a megvalósulásában, milyen előnyei lennének ennek háztartási, lakossági és települési szinten. 90% mondta azt, hogy települési szinten megérné, viszont háztartási környezetben már csak 62% vélekedett így, aminek – összesítve a rövid kifejtős válaszadásokat – a legnagyobb oka az, hogy egyénileg nagyon magas költségei lennének és hosszú távon térülne csak meg a beruházásuk az embereknek, így hiába szeretnék a környezettudatosak lenni, nem prioritási kérdés az anyagi okok miatt legfőképpen, míg helységeken lenne erre kereslet, sokkal szívesebben támogatnák inkább a községeket, falvakat, városokat stb., hogy fejlődni tudjanak, és még ha csak települési szinten is, de függetlenedni tudjanak valamelyest a közművektől, és ezáltal úgy gondolják, hogy felhívnák többek figyelmét a környezettudatosságra, tisztulna a levegő és a vizek a lakhelyük környékén a tiszta energiaforrások miatt. A magas beruházási költségeken kívül olyan nehézségekkel kerülünk szembe, mint az engedélyeztetés akadályai, szakember és szakismeret hiány, valamint technikai és technológiai akadályok az elmaradottabb környékeken. A legtöbb válaszadó szerint viszont kezdeményezni kellene a megújuló energiaforrásoknak a használatát központi kormányzati és főként települési önkormányzati szinten, akiknek ezeket a beruházásokat sikeresen meg is kéne valósítani a fenntarthatóság jegyében. A megkérdezettek véleménye a lakóhelyükkel kapcsolatosan, miszerint milyen megújuló energiaforrás általi rendszerre lenne lehetőség, környezeti adottság, azokat az energiaforrásokat jelölték, amelyek a szakirodalmi kitekintésem során is világossá vált, hogy Magyarországon reális lenne területi adottságai miatt a bővítés. Ezek a rendszerek a napelemek, napkollektorok, szélérőgépek, szélgenerátorok, szélérőművek, kisebb vízerőművek, földhő és termálvíz kitermeléssel kapcsolatosak voltak, amelyeket előnyösnek és hosszútávon fenntarthatónak is gondoltak az emberek. Ilyen rendszerekbe az emberek legkiemelkedőbb többsége 5-6 éven belül fektetne (33 fő), vagy most azonnal (26 fő), ezt követően pedig 1-2 éves időintervallumon belül (19 fő).

6. diagramm: Megújuló energiaforrások általi rendszerre való váltás időintervalluma



Forrás: saját kutatás (2021), saját szerkesztés

A kérdőívem végén megkérdeztem az embereket arról, hogy a Covid helyzet változtatta-e a megújuló energiaforrások általi rendszerek kiépítésének terjedését, és 91 fő ebből igennel, 26 fő nemmel válaszolt, míg 19 fő úgy érezte nincs rálátása a helyzetre. Ezek után a rövid kifejtős válaszok alapján értettem meg az emberek álláspontját, ami igazából nagyon megosztott volt. Sokan úgy vélték, hogy több szabadidővel rendelkeztek az emberek, jobban időt tudtak szánni otthonaik fejlesztésére, felújítására, tanulni tudtak a megújuló energiaforrásokról, az egészségügyi helyzet romlása ösztönözte őket arra, hogy gondoljanak az egészségesebb környezetre, viszont ezzel éles ellentétben volt a másik tábor, akik szerint a vírushelyzet által generált pénzügyi és egészségügyi, gazdasági problémák kötötték le az embereket leginkább, így teljes mértékben lényegtelené vált gyakorlatilag a környezettudatosság és zöld energia fogalma és lehetősége, hiszen mások voltak a prioritások.

4.2. Teljesítmény értékelési rendszer

Az energiaforrások és -termelők esetében, a jelenlegi helyzetképet és a jövőbeli célokat próbálja monitorozni, elemezni, valamint javaslatokat megfogalmazni a teljesítményértékelési rendszer által az elemző. Ezeket a rendszereket nemcsak a meglévő esetekben lehet alkalmazni, hanem az esetleges projektekben is megfelelő benchmarkingot kínál, amely által el lehet dönteni mely energiatermelőbe érdemes fektetni.

4.2.1. TÉR – kutatás és szakirodalmi kitekintés alapján

A következő táblázat a szakirodalmi kitekintés és a saját kutatásom alapján készült el, amely saját szempontok alapján osztályozza be ezeket a módszereket.

12. táblázat: Energiatermelők teljesítmény értékelése

	Fosszilis	Atom	Nap	Szél	Víz	Geotermikus	Biomassza
Felépítés és időtartama							
Szennyezés mértéke							
Beruházás							
Termelés							
Megtérülési idő							
Szennyezés mértéke							
Hozam							
Üzemeltetési ktg.							
Karbantartási ktg.							
Elévülés							
Termelés utáni időszak							
Fenntarthatóság							
Innováció							
Mo. területi adottsága							
Összesítve	2,5	3,14	4,3	3,3	4	4,5	3,2

Forrás: saját kutatás (2021), saját szerkesztés

Az energiaforrások teljesítmény értékelési rendszerében a fent látható táblázatban a színek a következőképpen értelmezendők: **zöld** – kiváló, **citromsárga** – jó, **narancssárga** – közepes, **piros** – rossz, **bordó** – nagyon rossz.

Egy-egy erőmű, farm felépítése és annak időtartama alapján jelentős mértékben eltérhetnek egymástól, valamint az e közbeni szennyezés mértéke is ennek tükrében változhat, hogy mekkora környezeti terhelést jelent már csak az építése is. Ez esetben az atomenergiát véltem a legszennyezőbbnek, hiszen rendkívül sok előkészítést, terület alakítást és üzemi területet igényel, ahhoz, hogy megfelelő működést lehessen biztosítani, ezáltal érte el a legrosszabb értékelést. A legmagasabb pontot a napenergia kapta, mert a gyártása után, amely lehet, hogy környezetszennyező, viszont a termék telepítése és annak környezeti kihatása a legalacsonyabb mind közül, amit akár egy nap alatt is üzembe lehet helyezni. Az ezek között elhelyezkedő üzemek ezek alapján kerültek pontozásra, értékelésre. A felépítés beruházási költségei is nagyon mérvadóak, hiszen ez határozza meg azt, hogy akár egyéni szinten is lehessen ezeket a termelőket alkalmazni, vagy csak ipari szinten, amely ellehetetleníti a társadalmi beruházási kedvet ezen módok alkalmazásának lehetőségeitől.

Az üzembe helyezést követően a legfontosabb szempont a termelési hatások, ettől függ ugye a megtérülési idő is egyaránt. Kiemelkedő fontosságú, hogy az erőművek, farmok átlagos tervezett élettartama alatt milyen mértékű a káros-anyag kibocsátás és a környezeti terhelés, amely kategóriában a legjobb értékeléseket a nap-, víz- és geotermikus energia kapta. Ezt követi a biomassa és az atomenergia, ami azért került ide, hiszen, ha káros-anyag kibocsátásról beszélünk az atomenergiának szinte zéró a CO₂ és egyéb szennyező anyagok kibocsátása, ahogy a biomassa üzemeknek is, ha megfelelően vannak működtetve. Természetesen nem lényegtelen, hogy a megtermelt energia mekkora részét kell üzemeltetési és karbantartási díjakra visszaforgatni, mert ezzel is csökken az erőmű hatékonysága és a hozamának a termelési mértéke. Legmagasabb hozam értékkel az atom-, a víz- és geotermikus energia rendelkezik, ám ennek ellenére érdekes, hogy az üzemeltetési költségek a nap- és a geotermikus energiánál voltak a legalacsonyabbak. A karbantartási díjak sehol sem voltak elenyésző mértékűek, ugyanis a technikai rész mindenhol megkívánja a ráfordítást. A leghosszabb távra tervezett létesítménnyel (átlagosan 50 év) a fosszilis energiahordozók által működtetett, az atom-, a víz- és a geotermikus erőművek, amelyek a táblázatban a legjobb pontozást érték el, majd ezt követte a biomassa üzem, a napelem és napkollektor farmok, legvégül pedig a szélturbinák. Az átlagos, tervezett élethosszuk után, miután elévültek és nem képesek már termelni, vagy használaton kívül helyezik őket kérdés az, hogy mi lesz ezekkel a telepekkel, épületekkel, milyen lebomló anyagokat hagynak maguk után hátra, mit lehet belőlük újra hasznosítani stb. A legrosszabb értéket az atomenergia kapta, ugyanis ez a legveszélyesebb energiaforrás, amelynek veszélyességi faktorai ismertek számos atomkatasztrófa után, amit átélt az emberiség, és mai napig hatással van a környezetünkre (mint például a Csernobili atomkatasztrófa). Számos esetben az erőművek maguk után hátrahagyott alkotóelemei a legkárosabbak a természetre, amelyek nem tudnak lebomlani és nem tudjuk őket felhasználni sem, így a régebbi technológiával készült napelemek, napkollektorok, szélturbinák lapátjai a következő legrosszabb értékelésűek. Míg az, hogy hátra maradnak épületek, rendszerek, amik nem telítettek káros-anyagokkal, nem rongálják a környezetet, ezek a víz- és geotermikus erőművek, amelyeket gyakorlatilag bármikor újra lehet használni.

A fenntarthatóság szempontjából a legkárosabbak a fosszilis energiahordozók, mivel kiapadó energiaforrásokra építenek, és magas a károsanyag-kibocsátásuk, de az erőművek összetétele és anyaghasználata is meghatározó, mivel a környezetszennyező anyagok beépítése hosszú távon súrolja a fenntarthatóság fogalmát. A legtermészetesebb és legkörnyezet kímélőbb forrásaink – amelyek a fenntarthatóság alapelveinek is megfelelnek szinte minden szempontból

– a víz- és geotermikus energia, hiszen ezek folyamatosan használható, zéró kibocsátású rendszerek, amelyeket, ha körütekintéssel használunk egy kiapadhatatlan energiaforrás lesz a birtokunkban. A mai modern technikák és technológiák által folyamatosan fejlődnek a különböző gyárak, erőművek, hogy a lehető leghatékonyabbak legyenek, de mindemellett a legkörnyezetkímélőbbek is, de nem minden rendszer képes innovációra, ugyanis olyan régóta használja már az emberiség, hogy gyakorlatilag erre már nincs lehetőség, vagy nincs benne potenciál, mint például a víz-, atom- és fosszilis energiaforrások, mindazonáltal a legfejldőképesebbek a nap-, a geotermikus és a biomassza erőművek. Magyarország Kárpát-medencei adottságai miatt kifejezetten alkalmas számos energiahordozó használatára a megújuló energiaforrások közül, hiszen bővelkedünk napsütéses órák számában, geotermikus lelőhelyekkel stb, míg mondjuk a fosszilis energiahordozókat importálnunk kell a működéshez, így magas költségekkel bírnak, nem lokálisak és nem vagyunk ezekben a szektorokban függetlenek más országoktól.

Összesítve az értékelést a legjobb eredményt a geotermikus energia érte el, amely közepesnél rosszabb értékelést nem produkált, majdnem minden pontban kiváló vagy jó értéket tudtam hozzá rendelni, Magyarország bővelkedik lelőhelyekben, hatékony rendszerek alacsony ráfordítási és üzemeltetési költségekkel, amelyekből jóvalta többet tudnánk telepíteni rövid időn belül, és magas hozamot tudna generálni, valamint megfelelő működtetés mellett teljesen környezetkímélő, nulla kibocsátással. A második helyen a napenergia végzett a legnagyobb hátránya miatt, hiszen a fennmaradó rendszerek veszélyes hulladéknak minősülnek, hiába fenntartható, hatékony és természetes energiaforrás, amelyet gyakorlatilag bárhova telepíteni lehet nagy számban. A harmadik a vízenergia, mert egy folyamatosan működő és stabil energiaforrást jelent, amelynek számos lehetősége van, de nem mindenhova lehet felépíteni, korlátozva van az elhelyezése és működtetése. A szélenergia a negyedik helyre került, ugyanis szintén mobilis erőforrás, de nem lehet olyan hosszútávra tervezni vele, nem termel olyan mértékű áramot egy szélturbinára lebontva, amely megérné a beruházást. Az ötödik a biomassza energia, amely bár megújuló energiaforrás, azok közül is sokrétű, de a leggyengébb termelésben, hiszen nem elegendő, hogy a visszamaradt növényi, állati és szerves hulladékokat felhasználjuk országunk által, ehhez külön termelni kéne hatalmas mennyiségben alapanyagot ehhez, amely viszont veszélyezteti a mezőgazdasági tevékenységeket. A hatodik helyen az atomenergia végzett, ami hagyományos energiaforrásnak számít, de megfelelő körülmények között biztonságos és károsanyag-kibocsátás mentes, nagyon hatékony, hosszú távra tervezett, de egyáltalán nem sorolható a fenntartható jövő energiaforrásai közé éppen az urán, mint

fűtőanyag miatt. A legrosszabb helyen a fosszilis energiahordozók végeztek, mivel az általam vizsgált kritériumok alapján a többi technológia felülmúlta azt a legtöbb szempont esetében.

4.2.2. TÉR – az ENSZ pontok alapján

A Fenntartható Fejlődési Célok a jövőben főleg a megújuló energiatermelőkre fókuszálnak, hiszen ezek testesítik meg nagyrészen az általuk felvázolt kritériumokat. Ennek ellenére az összes általam felvázolt energiaforrást elemezni fogom a pontok alapján, ezáltal is szélesebb spektrumban vizsgálva a lehetséges jövőbeni projektek valószínűségét.

4.2.2.1. Fosszilis energiahordozók

A fosszilis energiahordozók esetében az energiaelőállítás a szén, olaj, gáz elégetésével keletkezik, melyek rendkívül nagy szennyeződést bocsátanak ki magukból működés közben, ezáltal nem nevezhető tiszta energiának. A szennyezés ellenére ameddig az alapanyagárak alacsonyan maradnak addig az ilyen módon előállított energia megfizethető marad. Ez az előállítási forma nem innovatív, noha folyamatosan modernizálják, de jelentősen hozzájárul a széndioxid kibocsátása által a globális szennyezéshez, ezáltal a következő ponton sem szerepel megfelelően ez az előállítási forma. A felelős termelés elképzelése szerint a károsanyag kibocsátókat szigorúbb szabályozás illetné, a CO₂ kvóta is valószínűleg ezért jött létre, hogy az ilyen fajta erőműveket visszaszorítsák, de mivel engedélyezték a kvótákkal való üzletelést, ezért igazából lehetőséget adtak a szennyezésre. A káros kibocsátók kvóta vásárlással el tudják kerülni a büntetést, ezzel is megkerülve és hárítva a felelősséget magukról, ezáltal ebben a pontban is negatív értékelést kap részemről ez a módszer. Az éghajlatváltozás elleni fellépés itt csupán a károsanyag kibocsátás csökkentésével való hozzájárulást lehet megemlíteni a különböző korszerűsítések által, például a kéményeknél modernebb, megfelelőbb szűrők használatával. A működési szemetek, melléktermékek, vagy a kiáramló égéstermék mind káros hatással bír a vizeinkre, szárazföldjeinkre, ezáltal ezen a ponton is elbuktak a fosszilis üzemek. Összességében az ENSZ pontokat nem veszik figyelembe, vagy akár tudatosan meg is kerülik, annak érdekében, hogy fenn tudják tartani működésüket és elkerülhessék a különböző szankciókat.

4.2.2.2. Atomenergia

Az atomenergia jelenleg a legmegfizethetőbb energiaelőállító egység, amely a veszélyes hajtóanyagon kívül tiszta energiát állít elő, hiszen nem juttat semmilyen szennyezőanyagot a környezetébe, természetesen, ha karban van tartva, valamint be vannak tartva a megfelelő

intézkedések. Az atomerőművek esetében is vannak fejlesztések, amelyek biztonságossá próbálják tenni ezt az iparágat és a felelősebb termelés irányába próbálnak elmozdulni ezáltal a korszerűbb technológiák segítségével. Magyarország jelenleg importál áramot, ami által nem tudhatjuk, hogy a hozzánk érkező energia milyen előállításból származik, Paks II. építésével, hozzá lehet járulni, hogy fokozatosan csökkenteni lehessen a fosszilis üzemeket és az importot, amelyek környezetszennyezőbbek, mint ez a fajta módszer. Hazánkban olykor problémát szokott okozni alacsony Duna vízálláskor a távozó víznek a hőmérséklete, ami hosszú távon negatív kihatással tud lenni a folyóra és a tengerekre egyaránt, valamint ezek a szárazföldekre is hatással lesznek. Összességében megfelelő módszer, az ENSZ pontoknak részben megfelelő, de a legújabb modern technológiák alkalmazása esetén egy biztonságos és megfelelő termelő.

4.2.2.3. Napenergia

A napkollektorok és napelemek a lakosság számára is elérhető rendszerek, amelyek tiszta karbonsemleges energiát állítanak elő és amelyek hozzájárulnak egyrészt a felelős termeléshez és fogyasztáshoz, hiszen lakossági szinten, egyénileg akár le is lehet válni ezek által a központi rendszerekről. A termelése és anyagait tekintve veszélyesnek számít, tehát működése után veszélyes hulladéknak minősül, de újra felhasználása által visszanyerhetőek a beépített anyagok. Az innovációk folyamatosak, már nemcsak a régi típusú telepített, hanem az autókba szerelt, vagy akár építőanyagként felhasználható modellek is elérhetővé váltak, amik már nem tartalmaznak veszélyes hulladékot és helyi erőforrásokból állnak, amely rendkívül pozitív előrelépés az előző modellekhez mérve. Mivel ezeknek az alkalmazása karbonsemleges, nem keletkezik melléktermék, szennyezés, ezért fellép az éghajlatváltozás, vizek, környezet szennyezése, változása ellen. Összességében a legújabb technológiák teljes mértékben megfelelnek mind az ENSZ pontjainak, de ezek sajnos még nem jelentős számban fordulnak elő.

4.2.2.4. Szélenergia

A szélenergiák tiszta energiát állítanak elő, megfizethető áron, a különböző innovációk az egyre jobb anyagok és formák kialakításáról szól. Ezek általában nem lebomló, tehát környezetszennyező anyagok, de ez módszer is a gyártást és szállítást kivéve karbonsemleges, amely védi a környezetet, sőt akár a hangszennyezés ellenére jobban kedvelik a madarak és állatok az ottani létet, mert biztonságosabb számukra a ragadozók ellen, mint egy egyéb helyen, tehát pozitívuma is lehet. Összességében egy jó módszer figyelembe veszi a pontokat, de olyan anyagokat kellene felhasználni melyek nem szennyezőek.

4.2.2.5. Víz- és óceánenergia

Ezen energiatermelők tiszta, karbonsemleges energiát állítanak elő, melyek folyamatosak, tehát nem csak időszakos, mint a napelem, valamint nem függenek annyira a környezettől, mint a szélerőművek, ezáltal is megfizethetőek. Általában ezeknek az erőműveknek nagy a környezeti hatásuk, de pozitívumuk is egyaránt, hiszen több esetben a folyami műveknél tisztítóberendezések is találhatók bennük, ezáltal több funkciót is ellátnak egyidőben. Összességében pozitív a pontokat megvalósító módszer.

4.2.2.6. Geotermikus energia

A geotermikus energia is egy megújuló és tiszta előállítási forma, amely megfizethető, vagy akár ingyenes energiaellátást is biztosítani tud minden téren, mint ahogyan Izlandon láthatjuk. Hozzájárul a felelős termeléshez és fogyasztáshoz is, hiszen megteremthető ezáltal egy teljes karbonsemleges gazdasági áram és hőellátás. A szárazföldeket és vizeket is egyaránt védi, ha a megfelelő technológiai előírásokat betartják.

4.2.2.7. Biomassza

A biomassza egy sokkal tisztább energiaelőállítást biztosít, mint a fosszilis erőművek esetében, hiszen itt a körforgásban jelen lévő erőforrásokat használja fel. Ezen előállítás kedvezőbb, de ez sem járul hozzá a környezet védelméhez, valamint az erőforrás ellátásához nagy infrastrukturális hálózat kiépítést igényel. Emellett növeli az éhezés problematikáját, hiszen sok esetben kultúrnövényeket használnak, amelyek emberi fogyasztásra is alkalmasak lennének. Ezáltal a pontokat részben megvalósítja, viszont a másik oldalon negatívan érinti élelmezésügyi szempontból.

4.3. Kutatás összegzése

Kutatásom során arra voltam kíváncsi, hogy az általam kiválasztott terület és korosztály Magyarországon belül milyen megújuló energiaforrások által működő rendszereket használna szívesen saját otthonában, miket támogatna a jövőben települési szinten, és mely zöld energiákat tartják hosszú távon fenntarthatónak. A kérdőívem által begyűjtött válaszok alapján sikeresnek mondható a mintavétel, ugyanis a várt 100-150 fős kitöltéshez viszonyítva 214 válasz érkezett, amelyből számomra a kutatásomhoz 136 volt felhasználható. Összegezve a kérdőívem esszenciális adatait az általam vizsgált szegmens 0,05%-a rendelkezik jelenleg megújuló erőforrások általi fűtési és energiaellátási rendszerrel otthonában (napelem,

napkollektor), amely nagyon alacsony érték, de a gondolkodásmódjuk igen pozitív a zöld energiával kapcsolatban, és a jövőben – akár azonnal, 1-2 éven belül, vagy 5-6 éven belül – szeretne megújuló lehetőségekre váltani saját háztartásában, viszont ennek jelenleg számos nehézségét érzik az emberek, elsősorban finansziális problémák, szakemberhiány, hosszú megtérülési idő, vagy a lakóhely problémája, amire nincsenek egyenlőre lehetőségek (például panelházi lakások, társasházak esetében). Minden válaszadó támogatná azt, hogy a jelenlegi lakhelyén, települési szinten beruházzanak az önkormányzatok megújuló energiaforrások által működő rendszerekbe, amely által környezettudatosabb lenne a térségük, pozitív hatásait éreznék a lokális zöld energia lehetőségeinek. Az összes kitöltő szerint fontos, hogy tájékoztassák a lakosságot a megújuló energia általi lehetőségekről több platform használatával online és offline módon egyaránt, hogy tisztában legyenek az opciókkal, amikkel élni tudnának, valamint bekerüljön a köztudatba a fenntarthatóság fontossága. Nagyon sokan szeretnék többet megtudni az olyan újabbnak számító megújulókról, mint az energiafű, energiaerdő, amelyek kevésbé ismertek Magyarországon egyelőre, de a már jelen lévőkről (leginkább geotermikus-, nap-, vízenenergia, biomassa lehetőségei) is részletesebben szeretnék tájékozódni, éppen amiatt, hogy tisztában legyenek a tényekkel, az előnyeikkel, a környezettudatossági szempontokkal, hogy el tudják dönteni a már köztudatban lévő (például napelem, napkollektor) energiaforrásokon kívül, mi lenne számukra a jövőben a legmegfelelőbb. A legfenntarthatóbbnak a nap-, szél-, geotermikus- és vízenenergiát tartják, amelyek közül a többség a napenergiát (napelem, napkollektor) használná a jövőben, vagy az azzal működő erőművek, farmok település szintű megvalósítását támogatná, éppen amiatt valószínűsíthetően, mert nem tud általánosságban a lakosság eleget a többi megújuló energiaforrásról és azok előnyeiről, felhasználási lehetőségeiről, valamint ezzel a módszerrel találkozhattak már legtöbbször.

6. ábra: Rendszerszintű koordinációban résztvevő erőművek Magyarországon



Forrás: MAVIR (2015)

Az ábrán jól kivehető, hogy Magyarországon mely területeken, milyen megoszlásban vannak jelen az energiaforrások, erőművek, amelyek közül csekély számban fordul elő megújuló energiaforrás. Magyarország Dunántúli és Északi térségében vannak főként erőműveink, amiknek a számát lokálisan, országszerte bővíteni lehetne, ugyanis számos más terület is alkalmas lenne a természeti adottságai miatt alternatív energiaforrások általi termelésre, mint például az Alföldi régiók a szél- és napenergia farmok létesítésére, de mindegyik megújulót sikeresen alkalmazni tudnánk magas számban országszerte, ahogy azt már a szakirodalmi részben is kifejtettem. A kutatásomban is elhangzott, hogy a megkérdezettek mindegyike szívesen alkalmaznának, és támogatnák a megújuló energiaforrások építését és használatát, ha nem is egyéni, hanem települési szinten, ezáltal is csökkenteni lehetne a koncentráltabb előfordulásukat az energiatermelő egységeknek. A dekoncentráció hozzájárulna ahhoz, hogy folyamatos, stabilabb energiatermelés legyen az országban.

Az ENSZ pontok alapján való elemzés összességében a nem megújuló energiaforrásoknál rávilágított arra, hogy nem minden esetben kivitelezhető az általam felsorolt összes pont, valamint további célok is sérülhetnek, amelyeket az elemzésembe nem emeltem be. Az atomenergia ez alól kis kivétel a viszonylag újabb technológiák miatt. A megújuló energiaforrásoknál a napenergiánál a legfrissebb technológia éri el a teljes fenntarthatóság

fogalmát, mivel itt egyáltalán semmilyen szennyezés nem jön létre az élettartama során. A geotermikus energiával kiegészítve a magyarországi energiatermelést – hasonlóan Izlandhoz – akár el lehetne érni a teljes tiszta energia előállítását. Összességében elmondható, hogy nagy előrelépést jelentenének az alternatív energiaforrások lakossági és ipari szintű használata, ugyanis nagy mértékben csökkenne a károsanyag-kibocsátás és szennyezés.

5. Összegzés

Dolgozatomban kitértem a témám által kijelölt legalapvetőbb fogalmakra, amelyek segítettek a fenntartható fejlődés, azon belül is a fenntartható energiagazdálkodás és a teljesítményértékelési rendszerek megértésében, ami által tisztázni tudtam magamban a pontos céljaimat. A szakirodalmi kitekintés során megvizsgáltam Földünk energiaforrásait, azon belül is a hagyományos és az alternatív, tehát megújuló energiaforrások mindegyikét, amelyeknek röviden, tömören számba vettem a leglényegesebb előnyeit, hátrányait és feltérképeztem a magyarországi helyzetét. A hagyományos energiahordozók közül először a fosszilis energiaforrásokkal foglalkoztam, ugyanis ma is ezeket használjuk a legnagyobb mértékben, úgy is, hogy tisztában vagyunk a szennyező erejünkkel, mindazonáltal az ezekkel való energiatermelés olcsósága, egyszerűsége, hatékonysága és elterjedtsége miatt nem tudunk egyelőre megválni tőlük. A következőkben az atomenergiát vizsgáltam meg, amely számomra meglepő adatokat nyújtott, hogy veszélyessége és sugárzási mértéke ellenére, ha megfelelően van kezelve, karbantartva és üzemeltetve az atomerőmű, gyakorlatilag nincsen káros-anyag kibocsátása, nagyon hosszú távra vannak tervezve és kifejezetten hatékony létesítmények ezek. Gyakorlatilag elgondolkodtató, hogy miért is nem használunk ezekből többet, ha ilyen jól tudnak működni, de a katasztrófa-faktor az, ami elrettent vélhetőleg mindenkit, ahogy engem is, hiszen sugárzó uránnal kell érintkeznie az embereknek és egy felelőtlen apró emberi hiba is milyen hatalmas károkat tud okozni a környezet, az élővilág és az emberiség számára, akár csak Csernobilban vagy Fukushima-ban, aminek mai napig érezzük hatását.

Ezután kitértem a megújuló energiaforrásokra. A napenergia volt az első, amit tüzetesebben körül jártam, ugyanis ez az egyik legmobilisabb és legkevesebb beruházási költséggel járó, így lakossági szinten is elérhető alternatív energiaforrás, amely az emberek által általában a legismertebb és legkedveltebb. A termelési hatékonyságának lehetőségei ellenére nem tud folyamatos energiaszintet biztosítani – csak nappal, időjárási viszonyoktól függően termel –, így egy kiegészítő, jobban mondva társ forrást igényelne akár lakossági szinten is, ami

biztosítja a folyamatos, megszakítás nélküli ellátást. A szélenergiát tekintve hasonló a helyzet, ugyanis a folyamatos termelése függ az időjárástól és a szél erejétől, ami, ha túl erősen fúj, le kell állítani biztonsági okok miatt a szélturbinákat, így megszakításokkal, megfelelő környezetben tud csak működni egyfajta kiegészítésként, rásegítésként ez az energiaforrás is. A víz- és óceán energiát megvizsgálva egyértelművé vált a két csoport különbözősége számomra, ugyanis az óceánenergiának még rengeteg kiaknázatlan lehetősége van, nem tudják a szakértők kihasználni a hatalmas tengerek és óceánok energiáját, kevés erőmű van még jelen a világban, míg a régimódinak számító vízenergia – ami folyóvizes vagy tározó erőművek formájában jelenik meg globálisan – az egyik legbiztosabb és leghatékonyabb, folyamatosan termelő megújuló. Termelési hatékonysága, környezetkímélő hatása, szennyezés mentessége és hosszú távú működése mellett egyéb pozitívuma, hogy a segítségükkel szűrni, tisztítani tudják a felszíni vizeinket. A vízenergia a felszín alatt is jelen van, amely geotermikus energiaként van számontartva. Az egyik általam legjobbnak ítélt energiaforrás, amelynek kiaknázatlan lehetőségei vannak Magyarországon, ugyanis a felszíni vízenergiához hasonlóan ez is teljesen környezetkímélő – ha megfelelően vannak kezelve, visszaszivattyúzzák a rétegvizeket, nem a felszíni tavakba, folyókba engedik azokat, ami tiltott a károsító ásványi anyag tartalmuk miatt –, akkor kifejezetten magas a hatékonysága, nagyon olcsó a fenntartása, és kiváló formája lehetne későbbiekben a fosszilis energiahordozóknak a Kárpát-medencei adottságok miatt. A legutolsó energiaforrás a biomassza volt, aminek változatos felhasználási lehetőségei vannak különböző halmazállapotában, mint például bioüzemanyagok, gázok, éghető anyagok stb., amelyeket több szektorban is alkalmazni tudnak (például autóipar), de ezeknek az előállítására igen kis haszonnal jár, csak nagy mennyiségben éri meg termelni, ha megfelelő növényeket hatalmas mértékben termelnek ehhez, de ez a mezőgazdaságban problémákhoz vezethet.

Az energiaforrások áttekintése után megvizsgáltam az ENSZ Fenntartható fejlődési céljai közül az energiaszektorhoz szorosan kapcsolódó pontokat és azok magyarországi vonatkozásait, amelyek alapjául szolgáltak a későbbi teljesítményértékelő rendszeremnek. Ezen célok a megfizethető és tiszta energia; ipar, innováció és infrastruktúra; felelős fogyasztás és termelés; fellépés az éghajlatváltozás ellen; óceánok és tengerek védelme; szárazföldek és ökoszisztémák védelme voltak.

A saját kutatásom elkészítése során kérdőíves módszerrel mértem fel Magyarország Dunántúli fiatal felnőtt korosztályának (18-45 év) véleményét. A teljes 214 fős kitöltésből számomra 136 eredmény volt felhasználható, amely egy reprezentatív és széles körű mintavételt eredményezett. Kérdőívemben számos kérdést tettem fel a jelenleg általuk használt energetikai

rendszerekről (fűtés, villamos energia), a fenntarthatósággal kapcsolatosan, az otthonuk (jövőbeni saját háztartásuk) és lakóhelyük (település) fejlesztésével kapcsolatosan, hogy milyen megújuló energiát használnának, támogatnának. A legtöbb válaszadó szeretne tájékozottabb lenni és részletesebben informálódni a megújuló energiaforrások általi lehetőségekről, hogy a lehető legjobbat tudják otthonaikban is alkalmazni, vagy támogatni települési szinten, ugyanis jelenleg majdnem minden megkérdezett szinte csak a nap-, szél- és vízenergia alapjaival van tisztában, a többi alternatív energiaforrásról csupán részleges tudása van. Pozitív volt számomra, hogy a kitöltők közül mindenki szeretne a jövőben – változatos időintervallumon belül, akár most, vagy 5-6 év távlatában – megújuló energiaforrások általi rendszerekre beruházni otthonában azért, hogy fenntarthatóbbá tegyék Magyarországot. A fiatalok nagy részének fontos a környezetvédelem és szeretnék is tenni ezért, hogy élhetőbb jövőt biztosítsunk a következő generációk számára is.

A teljesítmény értékelési rendszeremben megvizsgáltam a saját általam és az ENSZ Fenntarthatósági Fejlődési céljai alapján a legfontosabb szempontokat minden energiahordozó tekintetében. A legkiemelkedőbb eredményt a geotermikus- és a napenergia adta, amelyeknek rengeteg előnyük mellett Magyarország területi adottságai számos lehetőséget teremtenek, és egymást kiegészítve a jövőben akár teljes mértékű átállást biztosíthatnak hazánkban a hagyományos energiahordozókról alternatív energiaforrásokra, ezáltal ezen kombinációt javaslom kiépíteni a jövőben Magyarországon.

6. Források:

6.1. Nyomtatott szakirodalom:

1. Angyal Zs., Ballabás G., Csüllög G., Kardos L., Munkácsy B., Pongrácz R., Szabó M. (2012): A környezetvédelem alapjai. Typotex Kiadó, Budapest.
2. Barkács K., Bartholy J., Kiss Keve T., Pongrácz R., Reskóné Nagy M., Salma I., Sohár P., Tóth B. (2012): Környezetkémia. – Typotex Kiadó, Budapest.
3. Büki G. (2004): Erőművek. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
4. Castells X. E. (2012): Ipari hulladék újrahasznosítása: szilárd városi hulladék és szennyvíziszap. Kiadások Díaz de Santos.
5. Daly H. (1996): Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable.
6. Dittmar, M. (2013): Az olcsó urán vége. A teljes környezet tudománya.
7. Durán F., R., González Reyes, L. (2015): Az energia spiráljában. II. Kötet: A globális és civilizáló kapitalizmus összeomlása.
8. Ember I. 2006: Környezet-egészségtan. Dialóg Campus Kiadó, Budapest.
9. Európai Bizottság (2021): Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai.
10. Fodor B. (2012): Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj 2.
11. Haszpra L. (2008): Egy adatsor, amely megváltoztatta a világot. Magyar Tudomány 2008/11. szám.
12. Hedley D. (1986): World Energy: The facts and the future. Euromonitor Publications Ltd, New York.
13. Hodgson P. E. (1997): Energy and environment. Bowerdean Briefings, London.
14. Horváth A. (2011): Az atomenergia megítélése Magyarországon a fiatalok körében. Nukleon IV. évfolyam 90. szám
15. Horváth G., Kriska Gy. (2010): A napelem evolúciós csapdája. Interpress Magazin 30. szám pp. 107-110.
16. Jacobson M. Z., Delucchi M. A. (2011): Az összes globális energia biztosítása szél-, víz- és napenergiával, I. rész: Technológiák, energiaforrások, az infrastruktúra mennyiségei és területei, valamint anyagok. Energiapolitika, 39 (3), 1154-1169.
17. Juhász Csilla (2008): Teljesítményértékelés a gyakorlatban
18. Karoliny M. (2000): Teljesítményértékelés.
19. Kiss Á., Tasnádi P. (2012): Környezetfizika. Typotex kiadó, Budapest.
20. Kovács A., Lung A. (2004): A Paksi Atomerőmű szerepe Magyarország villamos energia ellátásában. Elektrotechnika, 97. évfolyam, 7-8. szám, pp. 204-206.

21. Laczó D. (szerk.) (2012): A megújuló energiaforrások kézikönyve. Budapesti Corvinus Egyetem, ISBN 978-963-08-3749-1, Budapest.
22. Láng I. (2003): Agrártermelés és globális környezetvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
23. Mackay Jc. D. (2011): Fenntartható energia mellébeszélés nélkül. Vertis Zrt. és Typotex Kiadó, Budapest.
24. MAVIR (2015): A Magyar Villamosenergia-rendszer fogyasztói igényeinek előrejelzése 2015. Budapest.
25. Mádlné Szőnyi J. (2006): A geotermikus energia, készletek, kutatás, hasznosítás. Grafon Kiadó, Nagykovácsi.
26. Munkácsy B. (szerk.) (2011): Erre van előre! Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon. Környezeti Nevelési Hálózat Országos Egyesület, Budapest.
27. Oláh Gy., A. Gueppert, G. K. Surya Prakash (2007): Kőolaj és földgáz után: a metanolgazdaság. Better Kiadó, Budapest. pp. 99-158.
28. Radnóti K. (2008): A nukleáris technikával kapcsolatos gondolkodás múltja, jelene, jövője. Nukleon, 1. évfolyam, 1. szám.
29. Rakonczai J. (2003): Globális környezeti problémák. Lazi Könyvkiadó Kft., Budapest.
30. Sibalszky Z. (2003): Megújuló energiák felhasználása a mezőgazdaságban integrált napelem-szélgenerátor rendszer segítségével. Elektrotechnika, 96. évfolyam, 3. szám, p. 93.
31. Sorensen B. (2004): Renewable Energy. Elsevier Inc., Oxford.
32. Sovacool B. K. (2008): Az atomenergiából származó üvegházhatású gázok kibocsátásának értékelése: Kritikus felmérés. Energiapolitika, 36. évfolyam, 8. szám, pp. 2950-2963.
33. Szabó Zsolt (2016): A megújuló energiatermelés helyzete Magyarországon, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium.
34. Szatmáry Z., Aszódi A. (2005): Csernobil, tények, okok, hiedelmek. Typotex Kiadó, Budapest.
35. Tóth P., Kacz K. (2005): Szélerőművek telepítése, az első hazai szélerőmű park létesítése Mosonszolnokon. Elektrotechnika, 98. évfolyam, 1. szám, pp. 12-14.
36. Vajda Gy. (1975): Energia és társadalom. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 106-118.
37. Vajda Gy. (2001): Energiapolitika. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
38. Vajda Gy. (2004): Energiaellátás ma és holnap. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
39. Wadmin (2009): Az energiaátalakítás lehetőségei Magyarországon.

6.2. Internetes források:

1. EIONET (2021): <https://eionet.kormany.hu/a-fenntarthato-fejlodes-fogalma>
2. GOV (2021): <https://napelem.palyazat.gov.hu/>
3. STATISTA (2021): <https://www.statista.com/statistics/267158/number-of-nuclear-reactors-in-operation-by-country/>
4. WNA-IPCC (2011-2012) in.: Szlávik János, Sebestyén Szép Tekla (2018): A biomassza energetikai hasznosításának ökológiai lábnyoma. [Magyar Tudomány 2018/8 - A biomassza energetikai hasznosításának ökológiai lábnyoma - MeRSZ](#)