

SZAKDOLGOZAT

**Szabó Georgina
2022**

BUDAPEST GAZDASÁGI EGYETEM
KÜLKERESKEDELMI KAR
NEMZETKÖZI GAZDÁLKODÁS SZAK
Nappali tagozat
Gazdaságdiplomácia specializáció

Japán energiapolitikája

Belső konzulens:
Dr. Szilágyi Judit

Készítette:
Szabó Georgina

BUDAPEST, 2022

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|---|-----------|
| ÁBRAJEGYZÉK..... | 4 |
| BEVEZETÉS..... | 5 |
| 1. AZ ENERGIA HELYZETE MA JAPÁNBAN | 7 |
| 1.1. JAPÁN ENERGIAPOLITIKÁJA | 9 |
| 1.2. ENERGIA KERESKEDELEM | 10 |
| 1.2.1. Japán-USA..... | 10 |
| 1.2.2. Japán-EU..... | 11 |
| 1.2.3. Japán-Ausztrália | 12 |
| 2. ENERGIASZEKTOROK | 13 |
| 2.1. NEM MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK..... | 13 |
| 2.1.1. Kőolaj | 14 |
| 2.1.2. Szén..... | 16 |
| 2.1.3. Földgáz..... | 20 |
| 2.2. MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK | 22 |
| 2.2.1. Vízenergia | 29 |
| 2.2.2. Napenergia..... | 31 |
| 2.2.3. Szélenergia..... | 32 |
| 2.2.4. Egyéb | 33 |
| 3. JAPÁN ATOMENERGIA | 35 |
| 3.1. TÖRTÉNETE..... | 37 |
| 3.2. FUKUSIMA KATASZTRÓFA..... | 39 |
| 3.3. ATOMENERGIA JÖVŐJE | 45 |
| 4. KONKLÚZIÓ..... | 46 |
| 5. IRODALOMJEGYZÉK | 48 |
| MELLÉKLETEK..... | 55 |

ÁBRAJEGYZÉK

| | |
|--|----|
| 1. ábra - Japán teljes energiafogyasztása a 2019-es pénzügyi évben | 8 |
| 2. ábra - A japán kőolajimport eloszlása országonként | 14 |
| 3. ábra - A japán szén import eloszlása országonként | 17 |
| 4. ábra - A japán szénerőművekben alkalmazott technológiák eloszlása | 18 |
| 5. ábra - A japán földgáz import eloszlása országonként | 20 |
| 6. ábra - A FIT rendszer hatása a megújuló energiaágazatokra | 24 |
| 7. ábra - Japán atomreaktorok elhelyezkedése | 36 |
| 8. ábra - 2011-es tóhokui földrengés térképen | 39 |
| 9. ábra - A radioaktív sugárzás terjedése a baleset után | 41 |
| 10. ábra - A japán nukleáris villamosenergia-termelés 1990-2020 | 44 |

BEVEZETÉS

Napjainkban az energia elengedhetetlen részét képezi a modern gazdaságnak, fontos tényező a gazdaság fejlődésében. A mindennapi életünk része, az energiaszektor egybefonódik a modern társadalom más tevékenységi területeivel. Az energiapolitikát összhangba kell hozni más szakpolitikai területekkel: az iparpolitikával, a közlekedéssel. Tehát az energiapolitika nem csupán közgazdasági kérdés, hanem hatással van az átlagember mindennapi életére.

Minden országnak fontos, hogy valamilyen szinten foglalkozzon az energiával kapcsolatos kérdésekkel. Úgy gondolom Japán egy érdekes választás ebből a szempontból. Először is, fontos megemlíteni, hogy Japán szigetország lévén mennyire nehéz helyzetben van. Korlátozott természeti erőforrásokkal rendelkezik, hiszen nincsenek nemzetközi gázvezetékei, villamosenergia-csatlakozásai. Japán energiaigényének körülbelül 90%-át importálnia kell, ami rettentően magas arány. A mai napig erősen függ az importált fosszilis tüzelőanyagoktól (mint a földgáz, kőolaj, szén) és ezeknek a felhasználása továbbra is az egyik legmagasabb az IEA¹ tagországai között.

Mindamellet meg határozó kérdés még a megújuló energiaforrások helyzete. Erre már minden ország egyre jobban próbál törekedni, és ez alól Japán sem kivétel. Szeretnék minél jobban áttérni a megújuló energiaforrások használatára, és ezeket megtenni elsődleges energiaforrássá. 2050-re az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását nullára szeretnék csökkenteni.

Fontos kérdéskör még az atomenergia helyzete, hiszen már több mint 10 éve annak, hogy megtörtént a 2011-es földrengés, és az azt követő fukusimai nukleáris katasztrófa. Ez akkoriban jelentős zavarokat okozott az energiaellátásban, és a mai napig hatással van Japánra, hiszen az atomerőmű nagyban segítette az országot az energiatermelésben.

Fukusima nagy hatással volt Japán energiaszektorára, olyan kérdésekkel kellett szembenézniük mint; az önálló energiaellátás csökkenése, az elektromos áram költségeinek növekedése, a CO₂ kibocsátás növekedése. Viszont az atomenergia fokozatos újraindítása, és a megújuló energia bővülése hozzájárul az energiahatékonyság növeléséhez, csökkenti az energiainportot és az üvegházhatású gázok kibocsátását.

¹ International Energy Agency

Az általam választott témát az alábbi kutatási kérdések alapján vizsgálom:

1. Mi jellemzi ma Japán energiapolitikáját?
2. Mely energiaszektorok jelentősek ma Japánban? Mik ezek és mik a jellemzőik?
3. Milyen jövője van az atomenergiának?
4. Mi a jövője a japán energiapolitikának?

A dolgozatom első felében mindenekelőtt szeretném röviden bemutatni a mai japán energiapolitikának a helyzetét, kitérve más országokkal való energiakereskedelmi kapcsolatára. Kiemelt fontosságúnak tartom, hogy részletesen ismertessem az energiaszektorok jellemzőit, külön vizsgálva a nem megújuló-és megújuló energiaforrásokat. A dolgozatom másik felében a fő teret a japán atomenergia kapja, melynél a fukusimai katasztrófát és annak hatásait ismertetem részletesebben. Végezetül az összegző részben fogom levonni a következtetéseket a kutatási kérdések alapján.

Munkámat irodalmi források felhasználásával készítettem, dolgozatom szekunder kutatás a téma elméleti jellegéből adódóan. Olyan hiteles források nyújtottak segítséget, mint az *International Energy Agency*, *World Nuclear Association*, *Ministry of Economy, Trade and Industry*, valamint a témához kapcsolódó cikkek, tanulmányok.

A témaválasztásom oka, hogy minden érdekel, ami a klímaváltozással kapcsolatos, és ide beletartozik az energiapolitika is. Hiszen nem mindegy milyen energiaforrásokat használunk fel és hogyan, mert ezek mind hatással vannak a környezetünkre. Továbbá foglalkoztat ebben a témában Japán helyzete, részben a rendkívüli körülményei miatt, másrészt mivel én magam is tanulom a nyelvet és épp ezért szeretek minden Japánhoz kapcsolódó dolgot.

1. AZ ENERGIA HELYZETE MA JAPÁNBAN

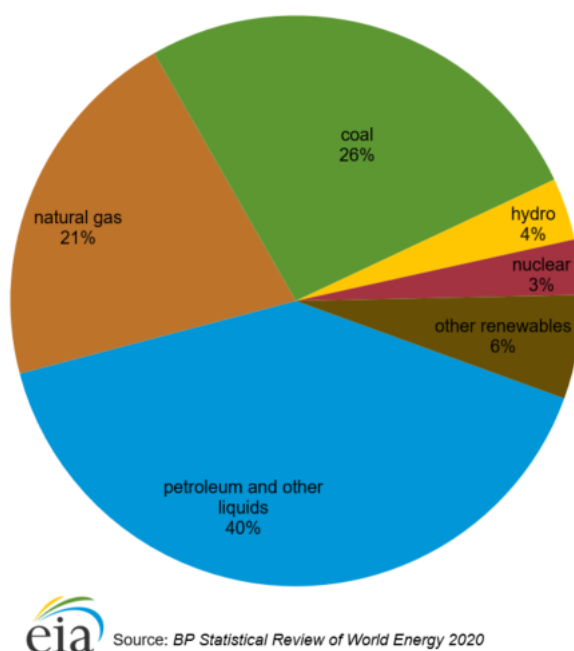
Japán Kelet-Ázsiában található szigetország, mely Oroszországgal, Kínával és Koreával határos. Területe körülbelül 378.000 négyzetkilométer, ebbe beletartozik a több ezer kisebb sziget is. Földrajzilag nézve 90%-át hegységek alkotják, csak kevés százalékban rendelkezik alfölddel. Japánban több mint 120 millióan élnek, bár várhatóan ez a szám csökkenni fog az elkövetkezendő évtizedekben, elsősorban az ország elöregedő társadalma miatt. Kína és Amerika után, Japán a világon az egyik legnagyobb gazdasággal rendelkező ország. A többi fejlett országhoz hasonlóan itt is a harmadik szektor a meghatározó, a GDP-nek a 69%-át teszi ki. Az ország kereskedelme is hatalmas, számos japán terméket exportálnak, különösen magas a gépjárművek és az elektronikai termékek export teljesítménye. Az ország életében a 2011-es tóhokui földrengés és által okozott atomerőmű baleset nagyban befolyásolta az ország életét és gazdaságát. (IEA, 2021a)

Japán egyedülálló kihívásokkal rendelkezik energetika terén. Nagymértékben függ az energiainporttól, nagyon alacsony a hazai fosszilis alapú energiaforráshoz való hozzáférése. Ez az ország földrajzi adottságai miatt van. Részben ez is ösztönözte az erőteljes atomenergia programot, de a fukusimai baleset után ez jelentős mértékben megváltozott. Továbbá Japán elég későn kezdett nyitni a megújuló energiaforrások felé; a vízenergia hosszú múltra tekint vissza, de a szél-és napenergia lassabban indultak be a többi fejlett országhoz képest. Utóbbiak már egyre nagyobb arányban vannak jelen az energiaszektorban, főleg a napenergia mely hatalmas növekedésnek indult az elmúlt évtizedben. Az energiatechnológiák terén Japán az élen jár, például a hidrogéntechnológiát ide sorolhatjuk. Már az 1990-es évek óta fejlesztik, ma ennek látjuk eredményét is: a hidrogénautók egyre szélesebb körben terjednek el. (Blakemore et al., 2020)

Ezek alapján nem meglepő, hogy az energiamixben a legnagyobb arányban a fosszilis tüzelőanyagok találhatók. 2019-ben a TPES² 88%-át nem megújuló energiaforrások tették ki. A hazai fosszilis tüzelőanyagot nem tekinthetjük jelentősnek, importok formájában szerzik be. Ezek közül a legfontosabb energiaforrás a kőolaj, amely TPES 38%-át tette ki 2019-ben, ezt követi a szén (27%) és utána a földgáz (23%). (IEA, 2021a)

² Total Primary Energy Supply

Figure 1. Japan's total energy consumption, 2019



1. ábra - Japán teljes energiafogyasztása a 2019-es pénzügyi évben

Forrás: EIA, (2020)

https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Japan/japan.pdf (Letöltve: 2022.04.03.)

A fenti ábrán láthatjuk a teljes energiafogyasztás arányát energiaforrásonként, amely jól szemlélteti, hogy jelenleg Japánban a fosszilis tüzelőanyagok adják az energia háromnegyedét; a kőolaj, a földgáz, valamint a szén. Csupán kevés százalékát adják az energiamixnek a megújuló-és nukleáris energiák. Ha a hidrogént nem számítanánk, ez a szám még alacsonyabb lenne. Egy fejlett országhoz képest a megújuló energiák aránya alacsonyabb a többiekéhez képest, hiszen gondolhatunk itt például egyes északi országokra, ahol a megújuló energiák adhatják az energiamix 30-40%-át is. Ha ezekhez hasonlítjuk Japánt, jogosan feltételezhetjük, hogy ezen a téren el vannak maradva, viszont figyelembe kell venni, hogy 2011 előtt csupán pár százalékot tettek ki a megújulók, lényegében sokat növekedtek az elmúlt évtizedben.

Ez az ábra csak az energiafogyasztást mutatja be, de ha más szegmensét vizsgálnánk az energiaiparnak hasonló eredményt kapnánk: ma Japánban a fosszilis tüzelőanyagok a legmeghatározóbb energiaforrások.

Összességében elmondhatjuk, hogy az ország energiakínálata-és kereslete nagyban függ a fosszilis tüzelőanyagoktól. Ha a szektorokat nézzük a legnagyobb energiafogyasztó ágazat az ipari szektor, amelyet követ a közlekedési, szolgáltatási és lakossági szektor. (IEA, 2021a)

További fontos jellemzője az országnak a természeti katasztrófák jelensége és az azzal szembeni sebezhetősége az energiaiparnak. Gyakoriak az özönvízszerű esőzések, tájfunok, a szökőárok, amelyek már többször is okoztak komolyabb kárt. Az elmúlt években leginkább a villamosenergia-ágazatot érintették, ahol hiányoznak a nemzetközi összeköttetések és a régiók közötti összekapcsolás hiánya is problémát okoz. (IEA, 2021a) Ennek függvényében Japán több lépést is tett a stabil és biztonságos energiaellátás biztosítására. Még 2020 júniusában került elfogadásra az a jogszabály, mely a villamosenergia-ágazat ellenálló képességét hivatott megerősíteni. (METI, 2021a) Ez számos új intézkedést foglal magában, amely segíti az energiaellátás rugalmasságának a fokozását, a villamosenergia átviteli és elosztóhálózatok ellenálló képességének növelését. Ezek megkönnyítik a kooperációt természeti katasztrófák esetén, és előre mozdítjuk a katasztrófákkal szembeni ellenállóbb elosztó hálózatok kiépítését. (IEA, 2021)

1.1. Japán energiapolitikája

Jelenleg Japán energiapolitikáját úgynevezett stratégiai energiatervek határozzák meg, melyet a 2002-es *Basic Act on Energy Policy* alapján fogadnak el. A legfrissebb SEP³ 2021-ben lett elfogadva, ami szám szerint már a hatodik energiaterv. A SEP alapelvei: garantálni az energiabiztonságot, a környezeti fenntarthatóságot és a gazdaság hatékony működését. Mivel a 2011-es atomkatasztrófa jelentősen megváltoztatta japán energiapolitikáját a 2014-es energiatervezetnél egy új alapelvet vezettek be: a biztonságot. Ma már a 3E+S⁴ szerint működik az energiapolitika. Már 2014-ben célként tűzték ki a megújuló energiák bővítését és az atomenergiától való függés csökkentését. Az elmúlt években ez nem változott sokat, a hatodik energiaterv is ezt az irányvonalat követi. (IEA, 2021a)

A 2021-es energiaterv legfontosabb témái a 2050-es szén-dioxid-semlegesség elérésének a terve, valamint a 2030-as energiamix eléréshez további szakpolitikai intézkedések meghatározása.

Japán számára fontos, hogy a karbonsemlegesség elérésnek közepette, a nemzetközi dekarbonizációs technológiák, innovációk segítségével javítsa az ország nemzetközi versenyképességét. Emellett további törekvések vannak a megújuló energiaforrások növelésére,

³ Strategic Energy Plan

⁴ Energy Security, Economic Efficiency, Environment + Safety

az új technológiák fejlesztésének segítésére és az atomenergiától való függés csökkentésére. (METI, 2021b)

A későbbiekben várhatóan az új technológiák fontos szerepet fognak játszani az ország életében, ezek tovább segíthetik a szén-dioxid-kibocsátás csökkentését. Az egyik ilyen a CCUS⁵, amely a szén-dioxid leválasztását, hasznosítását és tárolását jelenti. (IEA, 2021a)

Ezen felül a hatodik SEP a 2030-ig elérni kívánt szakpolitikai intézkedésekre koncentrál. A 2030 azért is fontos dátum mivel Japán célja, hogy addigra 45-50%-kal csökkentsék a szén-dioxid-kibocsátást. Szó esik arról, hogy jobban kell törekedni az ország energiahatékonyágának javítására és hogy a megújuló energiát szeretnék megtenni, mint fő energiaforrás. Az atomenergiát nézve lényeges, hogy megnyerjék az emberek bizalmát, és biztosítsák az atomenergia biztonságos, stabil felhasználását. Amíg az ország törekszik a szén-dioxid mentes átállásra, a fosszilis tüzelőanyagok stabil és gördülékeny beszerzése továbbra is biztosítva lesz. (METI, 2021b) Japánhoz hasonlóan az Európai Uniónak is hasonló tervei vannak 2030-ig, ők is minél jobban szeretnék csökkenteni a szén-dioxid-kibocsátást, és a megújuló energiákra tenni a fő hangsúlyt. A mai helyzetet nézve, nehéz megmondani mennyi esély van ezeknek a terveknek a megvalósulására, hiszen a fosszilis tüzelőanyagok biztosítják az energia legnagyobb részét a világban.

Minden országnak fontos a saját energiabiztonsága, ezen a téren Japán már alapjáraton hátrányos helyzetből indul az importfüggősége, valamint az alacsony hazai energiatermelése miatt. Az ország önellátottsági rátája alacsony, az elmúlt években 6% és 11% között mozgott, az egyik legalacsonyabb az OECD tagországok közül. (Nippon.com, 2021b)

1.2. Energia kereskedelem

1.2.1. Japán-USA

Japán az Amerikai Egyesült Államokkal már hosszú ideje közösen foglalkozik energetikai-és technológiai kérdésekkel különféle partnerségek, fórumok révén. A rendszeres kétoldalú együttműködések során leginkább az atomenergia és annak technológiának a fejlesztése volt a középpontban. Még az 1960-as években az amerikai nukleáris kutatás és fejlesztéshez Japán nyújtotta a legnagyobb segítséget. Az atomenergia fontossága a mai napig fennáll. 2018-ban

⁵ Carbon capture, utilisation and storage

megújították az együttműködést, ami az atomenergia békés felhasználásról, az új innovatív nukleáris technológiák fontosságáról szól. Viszont az elmúlt években a hangsúly javarészt a földgázra, az LNG⁶ infrastruktúrára helyeződött. Az LNG a két ország közötti energetikai kapcsolat alappillére, hiszen Japán a világ elsőszámú LNG importőre, míg Amerika az egyik legnagyobb földgáztermelő. Bár Japán számára Amerika nem tartozik az első számú beszállítók közé. A két ország között a tiszta-és megújuló energiákkal kapcsolatos együttműködések háttérbe szorultak. Ez alól kivételt képez a CCUS. A közelmúltban az elsődleges partneri együttműködés a JUSEP⁷ volt, mely az energiabiztonságra, a szabad és nyitott Indo-pacifikus térség fejlesztésére fókuszál. (Blakemore, et al., 2020)

A JUSEP 2017 novemberében alakult meg, részletesebben nézve a partnerség a következőkre fókuszál: az energiaiinfrastruktúra javítása a fejlődő országokban, a földgáz globális piacának fejlesztése, valamint a nukleáris és az alacsony széntekológiák fejlesztése, alkalmazása. A 2018 és 2019-es évek folyamán több amerikai és japán fejlesztési ügynökség egyetértési megállapodást kötött, hogy lehetővé tegyék a szóban forgó projectek kapcsán az együttműködést. (Blakemore et al., 2020)

Az elmúlt években a másik fontosabb partnerségi megállapodás a JUMPP⁸ volt, melynek lényege, hogy a Mekong országok - Thaiföld, Vietnam, Mianmar, Kambodzsa, Laosz – területén támogassák a megfizethető, fenntartható energiaágazatokat. Továbbá a helyi infrastrukturális kezdeményezéseket is támogatja. Ezeket a projecteket lassította a koronavírus világjárvány. (Weatherby, 2021)

1.2.2. Japán-EU

Japán számára az Európai Unió az egyik legfontosabb kereskedelmi partner. Hasonló értékeket képviselnek, és mindkét fél hosszú távú célja a klímasemlegesség elérése 2050-ig. Fejlett energetikai párbeszédet folytatnak, melyeken a japán és európai energetikai szakértői és üzleti élet szereplői találkoznak. Ezeken a találkozókön rendszerint téma a gázpiac fejleményei, a villamosenergia-piac szabályozása, az energiabiztonság növelése. (European Commission, 2022a) Az LNG piac kifejezetten fontos mindkét ország számára, 2017-ben született egy *Együttműködési Memorandum*, melynek fő célja, hogy javítsák az LNG globális piacának a működését, bevonják az LNG gyártókat és fogyasztókat. A memorandumban elismerik, hogy

⁶ Liquefied natural gas = cseppfolyósított földgáz

⁷ Japan-US Strategic Energy Partnership

⁸ Japan-US Mekong Power Partnership

az LNG nemcsak segíthet az energiabiztonságban, de valószínűsíthetően fontosabb szerepe lesz az energetikai átállásban. (Council of the European Union, 2017)

A 2022 márciusában tartott bilaterális találkozón mindamelllett, hogy a zöld energiák felé való átállásról és a 2050-es célról volt szó, Japán és az EU tervezik, hogy ebben az évben kötnék egy *Együtműködési Memorandumot* a hidrogénről. A megállapodás véglegesítése még várat magára. (European Commission, 2022b)

1.2.3. Japán-Ausztrália

Japán számára még fontos kereskedelmi partner Ausztrália, akivel a kapcsolatuk régre nyúlik vissza. Még az 1960-70-es években az ausztrál szén és vasérc iparának fejlődésében fontos szerepet játszottak a japán befektetések. Mindamelllett az 1980-as évek óta Japán első számú befektető az ausztrál LNG iparában. A két ország kapcsolata meghatározó, nagymértékben segítik egymást az energia ágazatban. Ausztrália kulcsfontosságú ásványi anyagokat szállít Japán számára: ők adják japán LNG egyharmadát és a japán szén kétharmadát. Továbbá közeli együttműködést folytatnak a megújuló- és tiszta széntekológiák fejlesztésében. (The Australian Embassy, Tokyo, dátum nélk.)

Japán számára fontos, hogy jó kapcsolatot ápoljon a legnagyobb kereskedelmi partnereivel, hiszen ők felelnek a japán energiaimport több mint 80%-ért. Különböző megállapodások, együttműködések csak erősítik a kapcsolatukat, az Amerikával kötött partnerségek pedig gazdaságilag is előnyösek.

Bár jól látszik, hogy Japánnak a fő célja, hogy a megújuló energiaforrásokat tegye meg elsődlegesnek, még nem engedheti meg magának, hogy lemondjon a fosszilis tüzelőanyag-importokról. Ha tényleg sikerül lecsökkenteni a nem megújuló energiák arányát, várhatóan ezekkel az országokkal egy másfajta kapcsolat fog kialakulni ezen a téren. Ugyanakkor van rá esély, hogy felváltja őket az új technológiákra épültek, mint a CCUS, vagy a hidrogén. Az Unió ebből a szempontból kicsit kivételnek számít, hiszen ők a világban vezető szerepet vállaltak a megújulóok támogatására, és a Japánnal lévő együttműködések is ezt a koncepciót tükrözik vissza.

2. ENERGIASZEKTOROK

2.1. Nem megújuló energiaforrások

A mai napig az energia nagy részét a nem megújuló energiaforrások biztosítják, vagy más néven a fosszilis tüzelőanyagok. A nem megújuló energiaforrások neve is elárulja, hogy ezek véges energiaforrások. A rendelkezésre álló erőforrások bányászhatók, valamint a földből is kinyerhetők. A legtöbb esetben nem tudják gyorsan helyettesíteni, nem tud lépést tartani a fogyasztással, hiszen sokkal gyorsabban felhasználjuk őket. A nem megújuló energiát két fő típusra oszthatjuk: a fosszilis tüzelőanyagok és a nukleáris energia. A fosszilis tüzelőanyagok neve is onnan ered, hogy ezek az energiaforrások több ezer éve alakultak ki az évmilliókkal ezelőtt élt ősi tengeri növények és állatok lebomlott maradványaiból. (EIA, 2021a) A szerves anyagból képződött szénhidrogének, közé tartozik a földgáz, szén és nyersolaj. Elmondhatjuk, hogy nagyon hatékony és megbízható energiaforrások. Energiához az elégetésük révén juthatunk, már kis mennyiségben is rengeteget szabadítanak fel. Továbbá nem igényelnek különleges környezeti feltételeket, és szállításuk is többé-kevésbé könnyen megoldható. Szállíthatók közúton, vasúton, tengeren és csővezetékeken keresztül is. Ennek ellenére elégetésükkel nem csak energiához juthatunk, de szén-dioxid gáz is felszabadul, mely a legnagyobb mértékben felel az üvegházhatás miatt ma a Földön. (The Geological Society, dátum nélk.a)

Már korábban is említve volt Japán sajátos helyzete, hogy ásványkincsekben szegény ország és nem rendelkezik nemzetközi olaj- vagy földgázvezetékkel. Egyedül a nyersolaj és LNG tankhajószállításokra tud hagyatkozni. Ebből kifolyólag ők a világon a negyedik legnagyobb nyersolajimportőr, a harmadik legnagyobb szénimportőr és az első számú LNG importőr országa. (EIA, 2020)

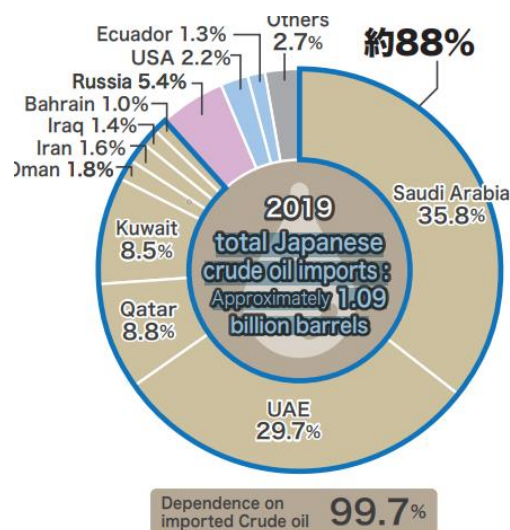
Napjainkban a globális felmelegedés egyre sürgetőbb probléma, hiszen, ha tovább folytatódik a Föld légkörének a felmelegedése, az a bolygó élhetlenné válásához vezet majd. Épp ezért is törekszik minél több ország a megújuló energiaforrások, valamint alternatív energiaforrások szélesebb körű használatára. A fosszilis tüzelőanyagok mindig is kulcsfontosságú részét képezték a japán energiamixnek, a 2011-es fukusimai baleset előtt is ezek az erőforrások domináltak. A nukleáris energia kiesése által keletkezett űrt pótolni kellett, amelyet a nem megújuló energiaforrások töltöttek be. Valószínűsíthetően ez azzal volt magyarázható, hogy

ezek az erőforrások viszonylag könnyen elérhetőek voltak Japán számára, valamint a megújuló energiaforrások olyan csekély arányban voltak jelen, hogy lehetetlen lett volna pótolni velük. Ha ma történne ez minden bizonnyal ugyanígy csak a fosszilis tüzelőanyagok tudnák pótolni a hiányzó részt.

2.1.1. Kőolaj

Japánban az elsős számú energiaforrás a kőolaj, amit jól mutat, hogy 2018-ban a TFC⁹ 51%-át tette ki, 2019-ben pedig az ország teljes ellátásának a 40%-át. (IEA, 2021a) Bár a teljes energiafogyasztáson belüli részesedése az 1970-es 80%-ról 2019-re 40%-ra csökkent. Ez olyan okoknak tulajdonítható, mint hogy Japánban egyre több energiahatékonysági intézkedést vezetnek be, az előregedő társadalomnak, valamint annak, hogy egyre többen használnak elektromos, hibrid járműveket. Ez a visszaesés várhatóan folytatódni fog, 2030-ra már 33%-os részesedést jósolnak míg 2050-ig még kevesebbet. (EIA, 2020) A jövőbeli terveket nézve, van rá esély, hogy valóban ilyen mértékben csökkenni fog a kőolaj felhasználása, de az energiaforrás fontosságát tekintve valószínűleg ez még nem a közeli jövőben fog megvalósulni.

Mivel az ország nem rendelkezik saját olajkészlettel, 99,7%-ban a tengeri importtól függ. Az országot öt olajkikötő látja el, melyek Csibában, Tomakomaiban, Jokohamában, Kavaszakiban és Kagosimában található. Annak ellenére, hogy csökken az olajkereslet és az import, továbbra is fontos a kormány számára a kőolajellátás biztonságának biztosítása, hiszen a kőolajellátás a gazdasági biztonság egyik alappillérenek tekintik. (IEA, 2021a)



2. ábra - A japán kőolajimport eloszlása országonként

⁹ Total final consumption

Forrás: METI, 2021a

https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2020.pdf (Letöltve: 2022.03.18.)

A kőolajimport erősen koncentrált néhány közel-keleti szállítóra, a 2019-es adatok szerint mintegy 88%-a függ tőlük. Ezek közül legnagyobb arányban Szaúd-Arábiából (35,8%) és az Egyesült Arab Emírségekből (29,7%) importáltak. A földgázzal ellentétben a kőolajat beszállító országok aránya kevésbé diverzifikált. Japán ebből a szempontból teljes mértékben a Közel-Keletre van utalva.

Lényeges még megemlíteni, hogy Japán rendelkezik a világ legnagyobb olajkészletével. Ez részben azért van, hogy egy esetleges katasztrófa esetén az energiaellátás biztosítva legyen. (METI, 2020) Japánban több olajvészhelyzeti rendelet és szervezet létezik. Az egyik ilyen fontosabb a *The Oil Stockpiling Act*, melynek lényege, hogy az állami olajkészletek szabályozásáról döntést hozhat a gazdasági, ipari, valamint a kereskedelmi miniszter. Továbbá a kormány a 2011-es válságot követően kötelezővé tette az olajtársaságoknak, hogy közösen készítsenek egy olajellátási tervet, hogy katasztrófa esetén se legyen hiány az olajkészletből. *The Oil Stockpiling Act* ezen felül előírja a METI részére, hogy az olajkészletekre vonatkozóan öt éves terveket definiáljanak. (IEA, 2021a) Az olajkészletek a japán kormány kezében vannak, ezeket pedig a JOGMEC¹⁰ az előírt törvény alapján kezeli. (METI, 2020) Ez a készletezés három programban zajlik. A nemzetközi készleteket közvetlenül a japán kormány működteti, míg a magánkézben lévő készletekért az olajtársaságok (törvényben meghatározva) felelnek. (JOGMEC, dátum nélk.) Olyan magáncégeknek, mint az olajfinomítók, olajforgalmazók és az importőrök számára törvény alapján előírt, hogy tartályaikban meghatározott mennyiségű olajkészletet tartsanak. Továbbá vannak olyan készletek melyeket az olajtermelő országokkal közösen tartanak. Ilyen például a 2009 óta érvényben lévő Szaúd-Arábiával és az Egyesült Arab Emírségekkel kötött megállapodás. Kuvaittal pedig 2020-ban írták alá a megállapodást. (METI, 2020) Ezeknek a lényege, hogy az ázsiai piacon mindkét ország vállalata, hogy a saját kereskedelmi tevékenységükhöz szabadon használhatja a japán olajtárolókat. Viszont ezt annak ellenében, hogy ha Japán vészhelyzetbe kerül, akkor a japán vállalatok olajellátását előnyben részesítik. (IEA, 2021a) 2017. március végére a három programmal együttesen Japán 80 millió kilóliter kőolajnyi készlettel rendelkezett. Ezt a programot kiterjesztették az LP-gázra is, a

¹⁰ Japan Oil, Gas and Metals National Corporation

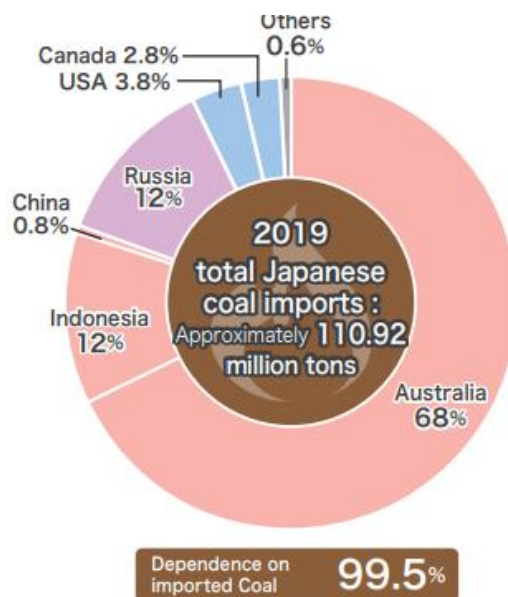
kőolajéhoz hasonlóan itt is van a nemzeti készletezési-és a magánkészletezési program. (JOGMEC, dátum nélk.)

Az olaj fogyasztása szintén csökkenő tendenciát mutat, de ettől függetlenül is lényeges részét teszi ki az energiafogyasztásnak a különböző ágazatokban. A 2009 és 2019 közötti időben csaknem 16%-kal csökkent az ország olajfogyasztása. 2018-ban Japán a legtöbb olajat a közlekedési ágazatban (38%) használta fel, amit követett az ipari (24%) és a nem energetikai felhasználású (16%) ágazat. (EIA, 2020) A fennmaradó olajat a mezőgazdaságban, lakossági felhasználásban, energiatermelésben használták fel. A legnagyobb csökkenés olajfogyasztás terén a közlekedési- és energiaszektorban volt megfigyelhető. (IEA, 2021a) A közlekedési szektornál maradván Japánban az üzemanyagárak aránylag alacsonyok a többi IEA országéhoz képest. Alapesetben az árakat nem a kormány határozza meg, hanem a piac. Kivéve vészhelyzet esetén, amikor az 1973-ban bevezetett *Act on Emergency Measures for Stabilization of Nation Life* törvény szabja meg, melynek lényege, hogy stabilizálja az áruk árát, ha gyorsan emelkednének. (IEA, 2021a)

2.1.2. Szén

A szén a második legfontosabb energiaforrás a kőolaj után, 2019-ben a primerenergiaellátás 27%-át tette ki. A szén esetében is a fogyasztás 2011 után nőtt meg, hogy pótolja a nukleáris energia által kiesett részt. Viszont 2014 óta lassú csökkenés következett be, aminek egyrészt az oka, hogy több atomreaktor is újraindításra került, másrészt a megújuló energiaforrások használata növekedett és az acéliparban is alacsonyabb lett a kereslet. A 2030-as energiamixet nézve Japán továbbra is fontos szerepet szán a szénnek, annak ellenére, hogy a szén az a fosszilis tüzelőanyag, amely elégetésénél a legtöbb szén-dioxid kerül a levegőbe. A szénhez való ragaszkodás oka valószínűleg az, hogy ez egy aránylag olcsó és nagy mennyiségben megtalálható energiaforrás. (IEA, 2021a) A 2030-as energiamixre 26%-os szénrészesedést tervez Japán, holott egyre több ország dönt amellet, hogy lassacskán megszünteti a szénenergia felhasználását. A szén elégetése körülbelül 15 milliárd tonna szén-dioxidot termel évente. (World Nuclear Association, 2021a)

Eredetileg a szén és a földgáz csak rövid ideig hivatott helyettesíteni az atomenergia által hagyott űrt, viszont a széntől való függés megnőtt. A korlátozások hiányában a szén részesedése a villamosenergia-termelésben a 2010-es 27%-ról, 2018-ra 31%-ra emelkedett. (Gregory et al., 2020) A fukusimai katasztrófa előtt Japán úgy tervezte, hogy 2030-ra 17%-ra csökkenti a szén részesedését a primerenergiaforrásban. (IEA, 2021a)



3. ábra - A japán szén import eloszlása országoként

Forrás METI, 2021a

https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2020.pdf (Letöltve: 2022.03.18.)

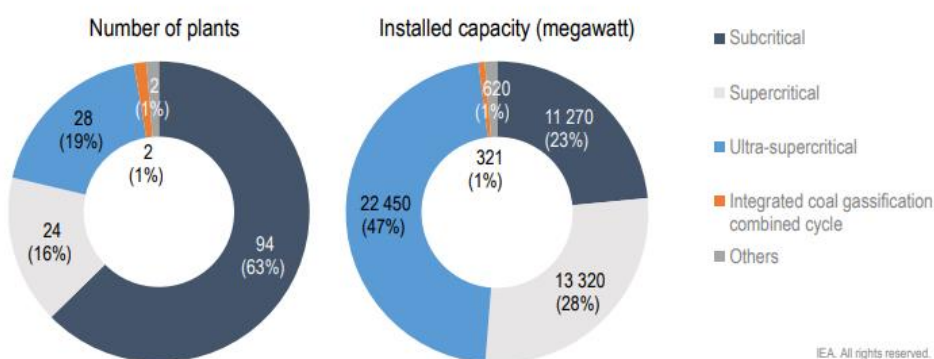
Japán a szén esetében is szintúgy az importra tud támaszkodni. Az ország 99,5%-ban függ a külföldről importált széntől. A 2019-es adatok szerint a szén behozatala körülbelül 110,92 millió tonna volt. Az LNG-hez hasonlóan a fő beszállító Ausztrália (68%), melyet követ alacsony százalékban Indonézia (12%) és Oroszország (12%). Elvértve még az Egyesült Államokból (3,8%) és Kanadából (2,8%) is érkezik szén.

A szenet főleg az energiatermelésnél használják fel, ezt jól mutatja, hogy 2018-ban az energiatermelés 60%-át a szén tette ki. (EIA, 2020) Ezen a területen ez a második legnagyobb energiaforrás a földgáz után. Továbbá a teljes villamosenergia-termelés 32%-át a szén adja. (IEA, 2021a) A fennmaradó részt az iparban használják fel, pontosabban a vas-és acéliparban. (EIA, 2020) Csupán alacsony mennyiséget használnak fel más iparágakban, mint a vegyipar, cellulóz- és papíripar. (IEA, 2021a)

Annak ellenére, hogy Japán a szenet szeretné megőrizni, mint fontosabb energiaforrás, a széntüzelésű erőművek által termelt villamos energia mennyiségét csökkenteni tervezi. Viszont az évek során a széntüzelésű erőművek kapacitása csak növekedett. (IEA, 2021a) Erre a növekedésre a japán kormány 2020 júliusában reagált is: úgy döntöttek, hogy megszüntetik az 1990 előtt épült nem hatékony szén-erőműveket. Az ilyen erőművek száma körülbelül száz lehet,

melyek szubkritikus, valamint szuperkritikus technológia alapján működnek. (IEA, 2021a) A szénkapacitás jelentős része viszont továbbra is megmarad.

A szénerőművek különböző technológiák szerint működnek és ez alapján is kategorizálják őket. Az eredeti az úgynevezett szubkritikus, melynél a szén használták vízforralásra és az abból keletkezett gőz segítségével a meghajtott generátor termel villamos energiát. Az ilyen erőművek annyira nem energiahatékonyak, mivel energia vesz el, amikor az vízgőzzé válik. A szuperkritikus szénerőművek ennek az energiaveszteségnek a kiküszöbölésére terveztettek, ahol a vizet egy úgy nevezett „szuperkritikus folyadékká” alakítják. Ez a folyadék egyszerre rendelkezik a gáz és a folyadék tulajdonságaival. Ennek az előállításához a szuperkritikus szénerőművek rendelkeznek olyan speciális berendezésekkel, amikkel ez lehetséges. A következő generációs ultraszuperkritikus szénerőművek még ennél is hatékonyabbak, még magasabb nyomáson és hőmérsékleten működnek. Abból is látszik, hogy a szuperkritikus és az ultraszuperkritikus szénerőművek hatékonyabbak, hogy ezeknél kevesebb szénre van szükség, hogy előállítsanak ugyanannyi villamos energiát, mint a szubkritikus szénerőművek. Emellett kevesebb szennyeződést is bocsátanak ki. Bár attól, hogy hatékonyabbak, még nem jobbák, mint egy szubkritikus szénerőmű. A szuperkritikus szénerőművek sokkal drágábbak, hiszen egy speciális berendezésre van szükségük. Továbbá a legmodernebb az ultraszuperkritikus szénerőművek lehet, hogy az égetés során nem bocsátanak ki akkora mennyiségű szén-dioxidot, de a többi energiaforráshoz képest még így is nagyon magas a szén-dioxid kibocsátás. (The Australia Institute, 2019)



4. ábra - A japán szénerőművekben alkalmazott technológiák eloszlása

Forrás: IEA, 2021 https://iea.blob.core.windows.net/assets/3470b395-cfdd-44a9-9184-0537cf069c3d/Japan2021_EnergyPolicyReview.pdf (Letöltve: 2022.04.03.)

Japánban jelenleg 150 szénerőmű van működésben és termeli az energiát. Ezek a világon az egyik legerősebb széntermelő országok, 2016-ban az átlagos hatékonyságuk 41,6% volt. Ennek körülbelül 60%-a szubkritikus (94 darab) és szuperkritikus (24 darab) szénerőmű, melyek az elmúlt húsz évben épültek, és 40%-uk 20-40 év közötti. Csak 28 darab van, ami ultraszuperkritikus és ebből csak 2 rendelkezik a legfejlettebb *Kombinált Ciklussal Integrált Gázosítással*. (IGCC) Az ultraszuperkritikus szénerőműveknek is köszönhető, hogy némiképp csökkent a szén-dioxid-kibocsátás. (Japan Electric Power Information Center, 2020) A fenti ábra mutatja az adott erőművek számát, valamint, hogy hány megawatt energiát termelnek. Jól látható, hogy az újabb generációs szénerőművek mennyivel erősebbek, egy ultraszuperkritikus szénerőmű nyolcszor annyi energiát tud termelni, mint egy szubkritikus. A számokat nézve érthető Japán miért döntött úgy, hogy a régi szénerőművek bezárásra kerülnek, nem érné meg továbbra is fenntartani őket, amikor nem hoznak annyi hasznot.

Az még nincs meghatározva, hogy pontosan melyik erőműveket fogja érinteni a bezárás, valamint, hogy végleg bezárják őket, esetleg csak leállítással kerülnek. Mindamelllett a 2016-ban elfogadott törvény nyomán, az új szénerőművek csakis ultraszuperkritikusak lehetnek. Ettől függetlenül a japán kormányt érte kritika, hogy ösztönzi a szénerőművek építését. A G7 országok közül ők az egyedüliek, akik tovább folytatják a szénerőművek építését. Emellett egyszerűbb és gyorsabb is az építésük, hiszen a kormány az új építkezések környezeti vizsgálatát három évről egy évre csökkentette. A japán kormány azokat a nemzetközi erőfeszítéseket is visszaszorította, mely a szénerőművek külföldi támogatását korlátozta volna a fejlődő országokban. A kormány azzal indokolta ezeket a lépéseket, hogy a szén a legolcsóbb energiaforrás és ez a politika kedvező a japán cégek számára. (IEA, 2021a)

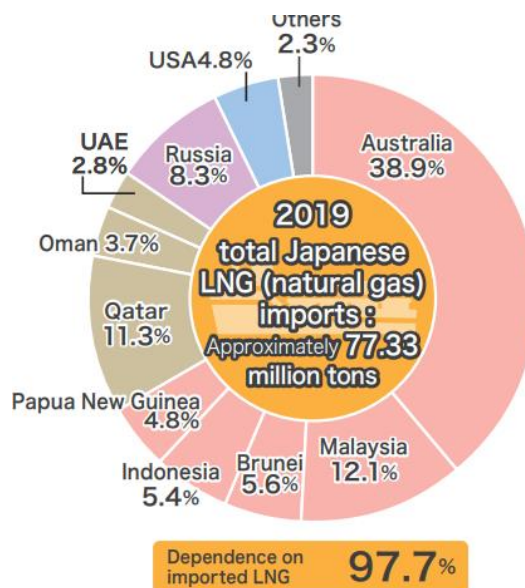
Fontos megemlíteni még a „tisztá szén” technológiákat, mint a CCUS, ami a szén-dioxid geológiai tárolását jelenti. (World Nuclear Association, 2021a) A CCUS egy fontos kérdéskör a japán energiarendszer szempontjából, hiszen Japán világvezető a CCUS technológiák terén. A szén-dioxid újrahasznosítására nagy hangsúlyt fektetnek, egyrészt mivel Japán nagy arányban függ a fosszilis tüzelőanyagoktól, másrészt a korlátozott tárolóhelyek miatt. Bár ezek a technológiák még csak alacsony számban vannak jelen, a technológia valódi potenciálja miatti bizonytalanság okán. Emiatt Japán próbálja az alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiákat támogatni, legalább már ezzel is csökkentik a nagy szén-dioxid-kibocsátású eszközök használatát. Mindamelllett az új szén- és gáztüzelésű erőművek új építésének az előírása is arra hivatott, hogy a CCUS technológiák később könnyebben alkalmazhatók

legyenek. Ennek a sikeressége viszont függ attól is, hogy mennyire lehet majd őket alkalmazni nagymértékben. (IEA, 2021a)

2.1.3. Földgáz

Japán számára a földgáz a kőolaj és a szén után a harmadik legfontosabb energiaforrás, valamint a villamosenergia-termelésben a legnagyobb energiaforrás. A földgáz iránti kereslet az elmúlt évtizedekben folyamatosan emelkedett, ez a villamos energia iránti növekvő keresletnek volt köszönhető. Azonban a 2011-es fukusimai baleset után ez a folyamat még jobban megerősödött. A 2010-2012-es időszakban 21%-kal emelkedett a földgáz iránti kereslet az energiaszektorban, jelentősen kitöltötte az átmeneti villamosenergia-hiányt és rámutatott arra, hogy igazán rugalmas energiaforrás. (IEA, 2021a)

Bár 2016 óta az ország földgázfogyasztása csökkent, ugyanis több nukleáris reaktor újraindításra került. Ha szektorokra lebontva nézzük, az energiaszektor volt a legnagyobb földgázfogyasztó, ezt követte az ipari szektor (20%) és a kereskedelmi szektor (13%). (EIA, 2020)



5. ábra - A japán földgáz import eloszlása országonként

Forrás: METI, 2021a

https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2020.pdf (Letöltve: 2022.03.18.)

Mivel Japán nem rendelkezik külföldről érkező gázvezetékekkel, ezért a földgázt illetően 97%-át LNG formájában importálja. A világban az LNG iránti kereslet növekedett a leggyorsabban az elmúlt 40 évben, ennek pedig vezetője Japán volt. (IEA, 2021a)

Japán az első számú LNG importőr, a japán import a világ teljes importjának körülbelül egyharmadát teszi ki. Az elmúlt időben Kína és Dél-Korea is elkezdett az LNG importra fókuszálni. Az exportáló országokat nézve sokkal diverzifikáltabb, mint a kőolaj esetében. A földgáz leginkább más ázsiai országokból és Óceániából érkezik, legnagyobb arányban Ausztráliából (38,9%). Viszont Japán importál Oroszországból és Amerikából is. A Közel-Kelettől való függés alacsony ebben az esetben.

A földgázellátás Japán számára nagyon magas költségekkel járt, mivel az olajhoz kötött ár indexálás volt jellemző a hosszú távú LNG szerződésekben, melyek leginkább az amerikai piacnak kedveztek. Ezek 2011 után változtak, amikor is megnőtt a kereslet az LNG után és ezáltal jellemzőbbé váltak a rövid távú, valamint az úgynevezett spot LNG kereskedelmek. Napjainkban a szerződéseket hibrid árképzési jellemzi, melyek többféle árképzési modellt tartalmaznak. 2019-ben a *Tokyo Gas* tíz évre szóló szerződést kötött a *Shellel*, melynek árképzése a szénhez indexált. Ennek a diverzifikáltabb megközelítésnek köszönhetően a mai LNG árak már nem érik el a Fukushima előtti magas szintet. (IEA, 2021a)

A Japán kormány aktívan támogatja a rugalmasabb és átláthatóbb LNG piacot. Az elmúlt években a beszerzési szerződések rugalmasabbak lettek, a mennyiséget és a további értékesítést illetően is. Az árak átláthatóságát is erősen támogatja a kormány, céljuk, hogy a kereslet és kínálatot tükröző árrendszert hozzanak létre. Továbbá különböző LNG infrastruktúra projecteket is támogatnak, amelyek az ázsiai LNG piac rugalmasságát segítik, mint például LNG berendezések finanszírozása Ázsiában. (IEA, 2021a)

A villamos energiához hasonlóan, a gáz korábban egy monopolizált piac volt, az egész régióban egyetlen közműszolgáltató cég kínálta az ellátást. Egy monopolpiacon szinte nincs fejlődési lehetőség, általában a szolgáltatás minősége alig javul, hiszen nincs verseny az üzlettársak között. A liberalizáció a gázágazatban jóval korábban megkezdődött, már 1995-ben a nagyfogyasztók körében elindult. Az ezt követő években pedig tovább növelték a liberalizációs célokat. (METI, 2017) A kiskereskedelmi piac 2017. április 1-jén teljes mértékben liberalizálódott, ettől a naptól kezdve Japán biztosította a gázinfrastruktúrához való harmadik fél általi hozzáférést. Továbbá a három legnagyobb városi gázszolgáltatóknak kötelességük 2022. áprilisig szétválniuk. (IEA, 2021a) Ezáltal megnyílt a piac más energiavállalatok számára,

valamint más iparágak szereplői előtt is. Ugyanakkor az egyik legfontosabb szempont, hogy ezáltal nagyobb választási lehetőség adódott a fogyasztóknak. Ezenkívül léteznek gázpalackokban szállított propángáz (LPG), ami a háztartásoknak szállított gáz. Erre a liberalizáció nem vonatkozik, hiszen a kiskereskedelme a kezdetektől fogva liberalizált. (METI, 2017)

Azonban a kiskereskedelmi gázpiac a vártnál lassabban fejlődik, mint például a villamosenergia-piacon. A gázvezeték-hálózat töredezett, mivel a csővezetékek LNG terminálok körül fejlődtek ki. Bár már van lehetőség harmadik félnek belépni, 2020 elejéig eddig a nyolc régióból csak négyben volt új kiskereskedelmi belépő. Emellett harmadik fél eddig csak egyszer kapott engedélyt az LNG terminálokhoz való hozzáféréshez. Továbbá még érdekes lehet az a tény, hogy sok más fejlett országban a villamos- és gázszektort egy olyan testület szabályozza, mely független a kormánytól és az ipartól. (IEA, 2021a) Japánban valószínűleg ez azért nem lenne még lehetséges, mivel csak az elmúlt években történt meg ez a liberalizáció, viszont egy idő után, ha a japán kormány tényleg szeretné, hogy teljesen megvalósuljon a liberalizáció szükség lesz további lépésekre. Nemzetközi térben is több példa is rendelkezésre áll a liberalizált LNG piacot illetően. Meglátásom szerint ez azért is lenne fontos, hiszen láthatjuk, hogy Japán nagymértékben támogatja az LNG-t; kereskedelmi szerződések, külföldi beruházások, új piaci reformok segítségével.

2.2. Megújuló energiaforrások

A megújuló energia olyan természetes energiaforrásokat takar, melyek képesek adott időközönként a megújulásra, vagyis nem fogynak el. Ide tartozik a napenergia, szélenergia, vízenergia, bioenergia, illetve a geotermikus energia. Napjainkban egyre elterjedtebb a használatuk, ennek a legfőbb oka, hogy ezekkel akarják helyettesíteni a fosszilis üzemanyagokat. A klímaváltozás elleni harcban az egyik legfontosabb tényező az üvegházhatású gázok kibocsátásának a csökkentése, melyben nagy segítséget nyújt a megújuló energiaforrások használata. Továbbá még pozitívum, hogy ezek az energiaforrások segíthetik egyes országok energiafüggetlenedését. Ezeket az energiaforrásokat nevezhetjük még tiszta energiáknak, amelyek a fosszilis tüzelőanyagokkal ellentétben nem bocsátanak ki káros anyagokat. Azonban ez nem teljesen fedi az igazságot. Önmagában a megújuló energiaforrások tényleg nem bocsátanak ki káros anyagokat, de az előállításuk, a tárolásuk vagy akár a begyűjtésük már járhatnak szennyeződéssel. Illetve a termelési folyamat nagyban függ az

időjárástól, a környezeti hatásoktól. Kiszámíthatatlanabb, mint a nem megújuló energiák. A hátrányokat nézve is viszont fontos, hogy minden ország törekedjen átállni ezekre az energiaforrásokra, hiszen a fosszilis tüzelőanyagok nem csak borzasztóan szennyeznek a környezetet, de véges erőforrásoknak is számítanak. (Európai Parlament, 2021)

A párizsi egyezmény nyomán egyre több ország törekszik az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére, ennek eléréséhez pedig fontos eszköz a megújuló energiaforrások minél nagyobb használata. Ez alól Japán sem kivétel, hiszen a szigetország célja, hogy minél hamarabb áttérjenek a megújuló energiaforrások használatára, és ezeket tegyék meg elsődleges energiaforrásokká. A legfőbb cél, hogy 2050-re elérjék a karbonsemlegességet. De mi is az a karbonsemlegesség? Egyszerűen azt jelenti, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátását nullára akarják csökkenteni. Ide nem csak a szén-dioxid tartozik, hanem minden üvegházhatású gáz, például a metán is. (METI, 2021a)

Továbbá fontos megemlíteni, hogy az ázsiai térség már most jelentősen hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásához, és ez az elkövetkező években, évtizedekben még jobban fog növekedni. Ennek az egyik oka a térség gyors gazdasági növekedése, másrészt a magas népességarány. (Hironao, 2018) A világ legjobban szennyező országai közé tartozik Kína, India, de Japán is.

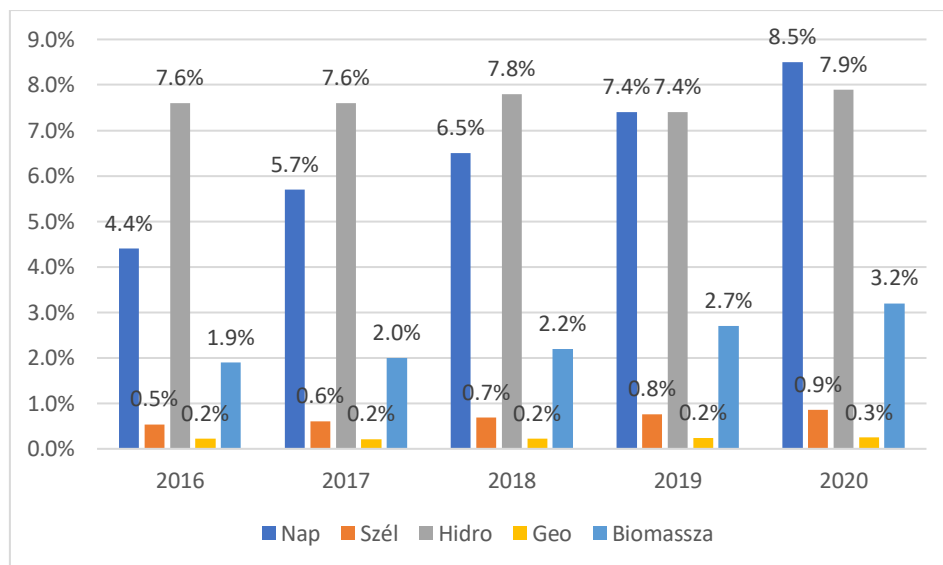
Japánban a megújuló energiák használata nem csak azért fontos, mert ezzel tudják csökkenteni a szén-dioxid-kibocsátást. Meghatározó szempont, hogy ezáltal növelhetik a saját energiabiztonságukat, és mérséklődhetne az ország energiainport függősége. Valamint minimalizálhatják az atomenergia felhasználását. Az ország több változatos energiaforrással rendelkezik: napenergia, vízenergia, szélenergia, geotermikus energia, biomassza. Japánban először az 1973-as olajválság után kezdődött meg a megújuló energiák támogatása, előtte leginkább szénre és olajra támaszkodtak. Az akkori időben a primerenergia-ellátásnak körülbelül 77,4%-át az olaj tette ki. (Emi, 2014) Ma már ez az arány csökkent, de mint tudjuk, a fosszilis tüzelőanyagok még mindig a legfontosabb energiaforrások.

Japán annak érdekében, hogy minél jobban felgyorsítsa a megújuló energia felhasználását, több politikát is bevezetett. Viszont a legfontosabb a Naoto Kan volt miniszterelnök által 2012. júliusában bevezetett úgy nevezett feed-in tariff (röviden: FIT) rendszer, ami minden megújuló energiatechnikára vonatkozik. (Hironao, 2018) A lényege, hogy a megújuló energiák által megtermelt villamosenergia-mennyiséget a fosszilis tüzelőanyagoknál magasabb fix eladási áron kell eladni, fix időtartamra. Ez a rendszer biztosítja, hogy a megújuló energiák által termelt

villamos energiát a közüzemi társaságok egyfajta FIT időtartamra érvényes, FIT áron vásárolják meg. (Norifumi and Wataru, 2021)

A FIT rendszer bevezetésének a legfőbb oka, hogy 2011-ben az atomerőművek leállása után szükség volt egy alternatív energiaforrásra, ami képes helyettesíteni az atomenergia által hagyott űrt. Bár láthattuk, hogy ez a fosszilis tüzelőanyagok növekedéséhez vezetett, ugyanakkor elindult egy folyamat a megújuló energiák bővítésére is, ami mindenképpen egy pozitívum.

A FIT rendszer eredményeként, a megújuló energiák által termelt energiamennyiség több mint a háromszorosára nőtt. 2012 és 2018 között a megújuló villamosenergia-kapacitása majdnem a duplájára nőtt, ennek pedig 94%-át a napelemek bővülése teszi ki. (IEA, 2021a) Különösen a napenergia termelésre hatott ez pozitív hatással. 2019-ben a megújuló energia a teljes villamosenergia-termelés 19%-át tette ki, 2020-ban pedig már több mint a 21%-át. Ezek jelentős növekedést jelentenek, ha azt vesszük figyelembe, hogy 2012-ben ez a szám csupán 10% volt. (European Parliament, 2021)



6. ábra - A FIT rendszer hatása a megújuló energiaágazatokra

Forrás: saját szerkesztés Norifumi and Wataru, 2021 alapján

<https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/japan> (Letöltve: 2021.12.04.)

A Law Review adatai alapján készített szemléletes diagram jól bemutatja, hogy négy év alatt milyen hatása is volt a FIT rendszernek. A leglátványosabb növekedést a már korábban említett napenergiánál sikerült elérni, ahol négy év alatt 4,1%-kal nőtt az energiatermelés. 2020-ban

még a vízenergiát is sikerült megelőznie, pedig az a legmeghatározóbb a megújuló energiák közül. A biomasszánál is történt egy kisebb növekedés, a 2016-os 1,9%-hoz képest 2020-ban már 3,2% volt az energiatermelés. Viszont a szélenergia és a geotermikus energia, csupán egy-két tized százalék változást mutatott, és továbbra is alacsony a termelésük szintje. Még az 1%-ot sem érik el. A megújulóknak növekedése valamennyire segítette kompenzálni az atomenergia visszaesését a 2011 után.

Bár fontos megemlíteni, hogy a FIT rendszernek voltak hátrányai is. Az első években csak nagyon magas tarifákat tudtak kínálni a fotovoltaius¹¹ projektekre, ennek eredményeként sok projektet elsiettek a befektetők. A napenergia nagyobb térnyerése miatt a villamosenergia-ágazatban magas árnövekedések következtek be, ami mai napig fennálló probléma. Bár ez az árnövekedés már az atomenergia kiesésével kezdődött. Ezen kívül 2020 júniusában a Japán Parlament elfogadta az úgynevezett feed-in premium (FiP) rendszert, ami 2022 áprilisától lép életbe. Ez szintén a megújuló energiaforrásokra vonatkozó rendelet, melynek célja, hogy a megújuló energiatermelők részt vehessenek a nagykereskedelmi villamosenergia-piacon. Továbbá kiegészítő prémiumot kapnak az értékesítési mennyiségeknek és a piaci áraknak megfelelően. Mivel a nap-és szélenergia termelési költségei csökkentek, miközben nőtt a kapacitás ezért ezekre a projektekre a FiP rendszert szeretnék alkalmazni. A vízenergia, biomassza és geotermikus energiaforrásoknál maradna a FIT rendszer. (Norifumi and Wataru, 2021) Remélhetőleg a FiP rendszer még jobban elősegíti a megújuló energiaforrások terjedését, és nem csak egy-két energiatermelőnek sikerülne becsatlakozni a piacra.

Az IEA által végzett felmérésben, a tagországok közötti összehasonlításban (ebbe összesen 30 ország tartozik) Japán továbbra is alacsony mennyiségben használ fel megújuló energiát. Ha a TFEC¹²-ben vizsgáljuk a megújuló energiák arányát, Japán a 3. legalacsonyabb volt a 2018-as felmérések szerint. A villamosenergia-termelést nézve már egy kicsivel jobb helyen állnak, a megújuló energiaforrások arányát vizsgálva Japán a 12. legalacsonyabb helyen áll, annak ellenére, hogy az elmúlt években a napenergia mennyi növekedést mutatott. (IEA, 2021a) Ezek a felmérések nem meglepők, hiszen Japán 2011 előtt nem fordított akkora figyelmet a megújuló energiaforrásokra.

Japánban a megújuló energiák körülbelül háromnegyede villamos energiaként kerül alkalmazásra, és ennek a túlnyomó része épületekben (60%-a) kerül felhasználásra.

¹¹ PV napelem másnéven

¹² Total final energy consumption

Elmondhatjuk, hogy az országban a megújuló energiákat általánosságban villamos energia formájában fogyasztják, és csak csekély mennyiséget használnak fel a közlekedési szektorban vagy a fűtésre. A hőfogyasztást tekintve, Japánban nincs kialakítva egy átfogó távfűtési infrastruktúra, ami egy hátráltató tényező a megújuló energiák beépítésének szempontjából. Az IEA 2018-as adatai alapján a közlekedési szektorban a teljes energiafogyasztásnak mindössze 1%-a volt megújuló energiaforrásból. Ennek az is az oka, hogy a közlekedési ágazatban erősen támaszkodnak a fosszilis tüzelőanyagokra. Ebből adódóan is csökken itt a megújuló energiaforrások felhasználása. Ezekben az ágazatokban a korlátozott szakpolitikai támogatások miatt a megújuló energia gyarapodása lassabb a villamosenergiához képest. (IEA, 2021a) A közlekedési ágazatban valószínűleg a hidrogénmeghajtású járművek tudnának változást hozni, viszont az energiaforrás bizonytalansága miatt ezt nehéz megjósolni.

A jövőbeli terveket nézve, Japánnak két nagyobb elképzelése van. Az egyik a 2030-as, melyet még 2014-ben tűztek ki célul. Ennek lényege, hogy a teljes primerenergia-felhasználásban legalább 13-14%-ot megújuló energiákból nyerjék ki. A 2030-as célkitűzések bevezetése óta a megújuló energiák aránya a primerenergiaszektorban 2014 és 2019 között 3%-ot nöött. A növekedés fő oka a FIT rendszer bevezetése, melynek köszönhetően a napenergia felhasználása a villamosenergia-ágazatban magas növekedésnek indult. (IEA, 2021a) Mivel 2030 már nagyon közel van, kétséges, hogy ez mennyire tudna megvalósulni, hiszen ehhez szükséges lenne a megújuló energiák további növekedése, valamint a fosszilis tüzelőanyagok csökkenése.

A másik ilyen nagyobb stratégia terv, hogy az ország elérje a karbonsemlegességet 2050-ig. Ezt az ambiciózus célt Suga miniszterelnök jelentette be 2020 októberében. A miniszterelnök szerint a klímaváltozás elleni küzdelemre nem úgy kell tekinteni, ami miatt áldozatokat kell hoznunk. Sőt, kínálhat remek lehetőségeket is, amelyeknek a megvalósítása nagy gazdasági növekedést is előidézhet. (Kizuna, 2021) Továbbá a proaktív klímapolitika meg fogja változtatni nemcsak az ipar szerkezetét, hanem a társadalmat és a gazdaságot is. A *Green Growth Strategy* kifejezetten egy iparpolitikai terv, melynek célja, hogy az üzleti közösségekkel összhangban teremtsenek meg egy olyan ciklust, mely egyaránt segíti a gazdaság és a környezetvédelem növekedését. A finanszírozást nézve, Suga miniszterelnök 2 billió jen összegű alapot, és 10%-os adójóváírást kínál az innováció és az ökológiai vállalkozások támogatására. (European Parliament, 2021)

A stratégia 14 ágazatra vonatkozó cselekvési tervet tartalmaz. Ezek olyan ágazatok, melyekben nagy potenciál van a 2050-es cél elérése felé. 5 ágazaton átívelő szakpolitikai eszközt (támogató intézkedést) és 14 ágazatra vonatkozó cselekvési tervet tartalmaz, ami folyamatosan frissül. Ez

a 14 ágazat három fő csoportra van osztva. Az első az energiával kapcsolatos iparágak, ahova olyanok tartoznak, mint a szél/nap/geotermikus energia, nukleáris energia stb. A második a szállítással/gyártással kapcsolatos iparágak, ide tartoznak például az autó/akkumulátor gyártása, a szén-dioxid újra hasznosítása, és igazából minden szállítással kapcsolatos dolog. Végül pedig az otthon/irodával kapcsolatos iparágak, melybe életmóddal, lakással kapcsolatos dolgok tartoznak. (Kizuna, 2021)

A japán kormány bizakodik abban, hogy az új technológiák bevezetése, valamint az atomenergia helyreállítása és a megújuló energiák további magas növekedése biztosítani fogja a stratégia sikerességét. Úgy látják, hogy 2050-ben elérhetik akár, hogy a villamosenergia-igény 50-60%-át megújuló energiák tegyék ki. (IEA, 2021b) Mindemellett, hatalmas munkalehetőségekkel számolnak a stratégia nyomán, és úgy számolnak, hogy a várható gazdasági haszon 2030-ra 90 billió jen lesz, 2050-re pedig 190 billió jen. Ezáltal az önkormányzatok is elkötelezték magukat annak érdekében, hogy nullára csökkentsék a szén-dioxid kibocsátást. Ez számban 444 önkormányzatot jelent, akik 111 millió embert képviselnek. A Japán környezetvédelmi minisztérium ösztönzőkkel próbálja segíteni a helyi önkormányzatokat, fontos az önkormányzatok közötti összehangolás. Ennek következtében 2020 decemberében a kormány felállította Nemzeti és Helyi Karbonmentesítési Tanácsot. (European Parliament, 2021)

Azonban még vannak kételyek afelől, hogy Japán tényleg képes elérni a szén-dioxid-semlegességet, hiszen a fukusimai katasztrófa hatásai még mindig jelen vannak. Emellett az atomenergia jövője sem teljesen egyértelmű, de ennek ellenére a *Green Growth Strategy* jelentős hányada az atomenergiára támaszkodik. (European Parliament, 2021)

De a Japánoknak mi a véleménye erről? 2018-ban a *The Nippon Foundation* készített egy kérdőívet a fiatalok körében a karbonsemlegességről. A megkérdezettek életkora 17-19 év között volt. A japán fiatal felnőttek közül a többség tisztában van a globális felmelegedés veszélyeivel és úgy gondolja, hogy a fő okozója az emberi társadalmi tevékenység. A megkérdezetteknek több mint 70%-a egyetért azzal, hogy Japánnak csökkenteni kéne a szén-dioxid kibocsátást és 60,4% helyesli a kormány 2050-es célját. A megújuló energiának a fiatalok 62,9%-a pozitív jövőt ítél, a legígéretesebbnek a napenergiát (69,1%), a vízenergiát (39,9%) és a biomasszát (34,9%) látják. Ennek ellenére, hogy a válaszadók ilyen pozitív jövőképet látnak a megújuló energiának és támogatják a karbonsemlegesség elérését, csupán 14,4%-k látja úgy, hogy ez valóban elérhető legyen 2050-ig. A válaszadóknak körülbelül a fele (50,2%) nem tudja, hogy ez egyáltalán lehetséges-e, és 35,4%-k úgy gondolja, hogy nem

megvalósítható. (The Nippon Foundation, 2021) A kérdőív jól szemlélteti, hogy annak ellenére, hogy pozitívan állnak a fiatalok a dologhoz a jelenlegi helyzetben igen nehéz meghatározni, hogy mennyire megvalósítható ez a 2050-es cél. Bár az mindenképp pozitívum, hogy Japán látható erőfeszítéseket tesz ennek érdekében, viszont muszáj figyelembe vennünk a tény, hogy Japán a szén és az LNG-t mennyire fontos energiaforrásként kezeli. Már csak ezeknek tekintetében is bizonytalan, hogy sikerülne-e teljesen megszüntetni a szén-dioxid kibocsátást.

Ha a hátrányokat vagy akadályozó tényezőket nézzük, az egyik legnagyobb probléma, amivel szembenéz Japán, az a megújuló energia integrálása a villamosenergia-piacra. Ez a nehézség leginkább a hálózati csatlakozást takarja, Japánnak szüksége lenne egy jobb összekötő rendszerre. Ahhoz, hogy a megújuló energiaforrásokat be tudja építeni a hálózatba szükség lenne egy hálózati csatlakozási rendszer létrehozására. Ennek a kiépítésének a költsége valószínűsíthetően magas lenne, ami az energiatermelő vállalatokat érintené rosszul. Továbbá korlátozott a rendelkezésre álló fizikai tér. Végül az utolsó nagyobb probléma a szél- és napenergia limitált beköthető mennyisége a hálózatba, mivel több régióban is meg van határozva egy úgynevezett beköthető mennyiség a megújuló energiák számára. Ez részben azért van, mert a közüzemi társaságok szerint a megújuló energia túlzott térnyerése az energiapiacra megborítaná az egyensúlyt. Ha ez a beköthető mennyiség a kormány által meghatározásra kerül, akkor ezt a megújuló energiatermelőknek ahhoz mérten korlátozni kell a termelést. Azok, akik nem megújuló energiaforrásokat használnak, hanem például szén, azok nyilvánvalóan előnyben részesítik ezt a szabályt. Sokkal kevesebb korlátozás éri őket, mint egy olyan céget, akik inkább megújuló energiákra összpontosítanak. (Hironao, 2018)

Fontos még kiemelni a tény, hogy nincs egy olyan átfogó hálózati rendszer kiépítve, amely összekötné az egész országot. Japán villamosenergia hálózata egyetlen szomszédos országéhoz sem kapcsolódik. Mindemellett két frekvencia területre van osztva. Az északi-keleti részen 50 Hz-et használnak, amibe olyan városok tartoznak bele, mint Tokió vagy Hokkaidó. A dél-keleti részen pedig 60 Hz-et, ezen a térségen van például Oszaka és Kiotó is. A két frekvenciaterület között csupán 1,2 GW-on áll az összeköttetés, bár ezt tervezik növelni. (Wupper Institut, 2019) Egy jól integrált nemzeti hálózat nemcsak elősegítené a megújuló energiaforrások integrálását, hanem növelné az ország energiabiztonságát is.

Földrajzi szempontból nézve is Japán hátrányos helyzetben van. Nemcsak az a probléma, hogy nyersanyagban szegény az ország, de a területének kétharmadát erdők és hegyek borítják. Ez bonyolultabbá teszi a nagyobb helyet igénylő megújuló energiaforrások felállítását. (European Parliament, 2021) Másrészt a megújuló energiaforrások kiegyensúlyozatlanok, legnagyobb

arányban a víz- és a napenergia van jelen az országban. A szélenergia vagy a geotermikus energia még az 1%-ot sem érte el a termelésben az eddigi években. Ahhoz, hogy Japán teljesen áttérjen a megújuló energiaforrások használatára, nem lesz elég csak a nap- vagy vízenergia. Még ha ott van az atomenergia és más egyéb források valószínűleg azok sem lennének elegendőek, hogy fedezzék az ország energiaigényét. Fontos lenne, hogy a többi energiaforrás növekedését is elősegítsék, és mindegyiknél elérjenek egy azonos termelési szintet. (Norifumi and Wataru, 2021)

Hátránynak mondhatjuk még a demográfiai folyamatot is, hiszen egyre több az idős és néhány tagú háztartások száma. Ezek növelik az egy főre jutó karbonlábnyomot. (European Parliament, 2021)

2.2.1. Vízenergia

A vízenergia története hosszú múltra nyúlik vissza, az egyik legősibb energiaforrás. A víz mozgásából, eséséből nyerik ki az energiát, a víz körforgásától nagyban függ az előállítható energia mennyisége. A csapadék szezonális változásai, az aszályok és apályok nagyban befolyásolhatják a vízenergia-termelést. Vízerőművek segítségével termelik ki az energiát, melyek általában a vízforrásoknál vagy azoknak a közelében helyezkednek el. Egy vízerőmű akkor tudja a legnagyobb mennyiségű energiát termelni, ha minél nagyobb a vízszint magassága és minél nagyobb a vízhozam. A vízenergia méretének kategorizálása országonként eltérhet, nincs egy kifejezett szabályrendszer, bár a legtöbb országban „kicsi”, „közepes”, „nagy” kategóriába sorolják a vízenergiát. (EIA, 2021b)

A kezdetektől fogva a vízenergia nagyon fontos energiaforrást jelent a japán energiapiac számára. Több mint 100 éves történelmi háttérrel rendelkező energiaforrás, Japánban az 1950-es évekig a vízenergia volt az elsődleges erőforrás, ennek hatására is alakult ki egy fejlett közepes-és nagy vízenergia-piac. Bár az 1950-es évek után csökkent a vízenergia terjeszkedésének az aránya, mert a hangsúly a termikusenergiára (hőenergia) terelődött. Viszont elmondhatjuk, hogy a vízenergiának jelentős szerepe volt a modernizációban és az ország mai gazdasági helyzetének kialakulásában. Japán a történelem során elsősorban a nagy vízerőművekre fókuszált, csak az elmúlt 10-15 évben vált aktívabbá a kisvízi erőművek piacán. Ezzel ellentétben például Európával, aki egy korszerű kisvízi piaccal rendelkezik, amiben a legnagyobb potenciál rejlik. (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2016)

Japán számos megfelelő földrajzi adottságú és fekvésű hellyel rendelkezik, ahol elegendő víz található. Még mindig bőségesen találhatók olyan kiaknázatlan területek, melyek alkalmasak a nagyüzemi vízerőművek vagy akár a mikro nagyságúak felállításához. Továbbá a kis- és közepes vízerőművek telepítése is könnyebbé válik a változó jogszabályok mellett. A megvalósítható helyek száma régióként változhatnak, területenként eltér a vízhozam mennyisége és a magasság. (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2016) Japán hegyvidékes területeinek köszönhetően, számos olyan kicsi vagy mikro vízerőmű létezik, melyek alkalmasak ezekre a részekre, és akár 1 MW villamosenergiát is képesek termelni. A kisvízi energiatermelés több előnnyel is rendelkezik: helyben termelhető és felhasználható, stabil energiaforrásnak lehet tekinteni, hozzájárulhat a helyi vagy hazai gazdasághoz, szinte nincs környezeti hatásuk. Viszont a hátrányok közé sorolható, hogy a kezdeti költségük és a karbantartási rendszer magas, nem minden létesítményre lehet alkalmazni a FIT rendszert, és az időigényes adminisztratív eljárások. (Danmei et al., 2021) Bár a nagy vízerőmű-piacot nézve is magasak a kezdeti beruházási költségek, de Japánban a kis vízerőműveket erősen akadályozták a jogszabályok. (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2016)

Mint mindenhol máshol, a vízenergiára vonatkozóan is vannak speciális betartandó szabályok, előírások, törvények. Ezeknek a betartása fontos mielőtt elkezdhetnének egy projectet. Az *Electricity Business Law*, minden villamosenergiát termelő berendezésre vonatkozik. Ide tartoznak a szükséges adminisztrációs feladatok: jelentkezési lapok benyújtása, a vezető mérnök értesítése a projectről, a biztonsági előírásokról, az eszközök megépítésének jóváhagyása stb. A másik fontos törvény *The Japanese River Law*. Lényege, hogy a japán vízkészleteket úgy használják, hogy a folyók minimális vízhozamát fenntartsák. Ma már történtek módosítások a törvényt illetően, de évekig ez volt a legnagyobb akadály a kisvízi energia projectek számára. A másodlagos vízi utak használatához kapcsolódóan is történtek változások, amik könnyítettek ezeknek a használatán. Az ezeket használó kisvízi vízműveket engedélyes típusról regisztrációs típusra változtatták, ennek köszönhetően pedig 5 hónapról 1 hónapra csökkent a projectek fejlesztésének jóváhagyása. Ezekon kívül még több olyan szabály, törvény van, melyek vonatkozhatnak egy kisvízi vízerőmű építéséhez: *Water Use Application* (ami elmúlt években szintén sokat változott), *Agricultural Land Act*, *National Land Use Planning Act* stb. (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2016)

Annak érdekében, hogy a kis vízerőművek telepítése könnyebbé váljon, a MLIT¹³ új változásokat hozott a kis vízerőművek telepítésével kapcsolatban. Lényegében arra törekedtek, hogy egyszerűbbé váljon a folyamat. Részben elhagyták az engedélyek beadásának szükségességét a vízenergiától függően, a vízi utak használatához szükséges pályázati eljárás könnyebbé vált, továbbá létrehoztak a helyi közösségek számára egy helyi tanácsadási szolgáltatást a kis vízenergia projektekhez. (Danmei et al., 2021)

A FIT rendszer bevezetése óta a vízenergia piac is fejlődött, de az új piacra belépők számára hátrányt jelenthet a jogi-és befektetési környezet. A nagy vízpiac potenciális helyei már megteltek, a kicsi- és közepes vízpiac problémái pedig továbbra is az elhúzódó adminisztratív eljárások. A projekt kezdete és az üzem tényleges működésének a megkezdése közötti átfutási idő nagyon hosszú tud lenni. Bár ez az időtartam több tényezőtől is függ, de ezen a piacon jelen pillanatban 4 és 18 év között van az átlagos átfutási idő. (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2016)

2.2.2. Napenergia

A napsugárzás olyan elektromágneses sugárzás, amelyet a Nap bocsát ki. Ezt a fényt a napelemes technológiák alakítják át energiává fotovoltaiikus (PV) paneleken vagy napsugárzást koncentráló tükrökön keresztül. Föld minden pontját éri valamennyi napfény, de ennek a mennyisége változó. A napfény által átalakított energia felhasználható elektromos áram előállításához, vagy hőtárolókban, akkumulátorokban tárolják. Két fő típusa van a napenergia technológiáknak: fotovoltaiikus (PV) és koncentrált napenergia (CSP). A PV jóval ismertebb, ahol napelemeket használnak, melyet, ha napsugárzás ér, a PV cellák elnyelnek. A CSP-nél tükrök segítségével kis területre koncentrálnak a napfényt, amelyek ezt összegyűjtik és hővé alakítják. Ezeket elsősorban nagy erőművekben használják. (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2021)

Az 1970-es olajválság és a 2011-es atomerőmű katasztrófa fontos tényezők voltak abban, hogy Japán felismerje a szükségességét az alternatív energiaforrások használatának. Az olajválság utána a *The Ministry of Economy, Trade and Industry* felismerve az ország energiasebezhetőségét 1974-ben kiadott egy 25 éves kutatási projektet (*Sunshine Project* néven) annak érdekében, hogy fejlesszék a napenergia-technológiákat. Továbbá 1980-ban létrehozták a *New Energy and Industrial Technology Development Organization* (Új Energia és Ipari

¹³ Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

Technológiai Fejlesztési Szervezetet) ami röviden csak NEDO. Mindemellett ebben az évben a *Sunshine Project* bővült az *Renewable Energy Acttel* (Alternatív Energia Törvény), aminek célja, hogy elősegítse az alternatív energiák fejlesztését és terjesztését. (Danmei et al., 2021) Japán már az 1990-es években napelem panelek globális vezetőjévé vált (az akkori időben még globális szinten alacsony volt a használatuk), az elektronikai ipara rendelkezett a világ legnagyobb részarányával a napelem panelek gyártásában és telepítésében. A *Lawrence Berkeley National Laboratory* egy 2000-es évek elején készített jelentésben Japánt a napenergia-politika vezetőjének nevezte. (Aleh et al., 2017)

Mint már korábban említésre került, a FIT rendszer révén a napenergia hatalmas növekedésnek indult, az elmúlt hét évben a napenergia tízszeresére nőtt, és nagyban hozzájárult a megújuló villamos energia növekedéséhez. Bár Japánban a megújuló villamos energia aránya alacsony (19%) az IEA mediánjához képest (ami 33%), 2019-ben Japánban volt a második legmagasabb a napenergia részaránya, abszolút értékben is a második legmagasabb volt a napenergia termelés. (IEA, 2021)

2.2.3. Szélenergia

A szélenergiával kapcsolatos kutatásokat Japán még az 1970-es és 1980-as években nem támogatta. Ennek legfőbb oka az volt, hogy a műszaki feltételek nagy kihívást jelentettek. Japánban erős szelek vannak, gyakori a turbulencia, heves villámcsapásokkal. Ezekhez az időjárási feltételekhez hiányoztak a megfelelő turbina tervek. Továbbá nehezítette még a szélenergia kiépítését az ország széttagolt hálózata, a sziget domborzati sajátosságai. Végül az 1990-es években hoztak több támogató intézkedést és szabályozást, de nem értek el hasonló eredményeket, mint más országok. (Aleh et al., 2017)

A szélenergia terén egy új fontos technológiai projectbe is belekezdtek a japánok, ahol a tengeri fejlesztésekre koncentráltak. Míg a szárazföldi szélenergia projectek nehézkesen mentek, addig ezek a tengeri, vagyis az úgynevezett „*offshore*” projectek már sokkal pozitívabb eredményt hoztak. Ezek a projectek az ország szél erőforrásainak több mint a 80%-át teszik ki. (Emi, 2014) Japán ezt továbbgondolva egy újabb technológiát dolgozott ki: az úszó tengeri szél erőműveket, melyek sokkal nagyobb potenciállal rendelkeznek, mint a tengerfenékhez rögzített társaik. (Ideol S.A, 2019)

Először a „*Fukushima Forward*” úszó tengeri szél erőmű demonstrációs program keretei között helyeztek el sikeresen ilyen fajta szél turbinákat úszó platformokra szerelve Fukusima partjainál.

Ez egy nagyobb project része volt, mely a 2011-es földrengés által károsított területek helyreállítását célozta meg megújuló energiákra építve. (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2021)

2.2.4. Egyéb

Két fontosabb megújuló energiaforrás van, amit még érdemes megemlíteni: a geotermikus energia és a biomassza. A geotermikus energia a Föld belsejéből származó hő, melyet energiává alakítanak át. (IRENA, 2021b) A biomassza a bioenergia hagyományos felhasználási módja, szervesanyagok (elhalt növényi és állati maradványok) elégetését jelenti. (IRENA, 2021a)

A geotermikus energia nagy potenciállal rendelkezik, Japán rengeteg vulkánnal és meleg vízű forrással rendelkezik. (Danmei et al., 2021)

A fő gátja a geotermikus energia növekedésének, hogy 80%-uk nemzeti parkokban található, és szigorú korlátozások akadályozták a kutak fúrását, a geotermikus energia fejlesztését. Emiatt nem tudták olyan szinten kihasználni a geotermikus energiában rejlő potenciált, és eredményesen felhasználni villamosenergia-termeléshez. Továbbá mostanáig hiányoztak a kormányzati támogatások a geotermikus energia fejlesztéséhez. Viszont 2015-ig ezeket a szabályozásokat fokozatosan csökkentették, és az elmúlt időszakban már új geotermikus erőművek épülhettek. (Yoshinobu et al., 2017) A legtöbb erőmű Kjúsú és Tohoku környékén található. (Danmei et al., 2021) Valószínűsíthetően az elkövetkezendő években jobban fog növekedni a geotermikus energia, és Japán ki tudja használni a benne rejlő potenciált. A kormány szerint 2030-ra akár háromszorosára is növekedhet a geotermikus energiatermelés. (Yoshinobu et al., 2017)

Bár Japánban a bioenergiák felhasználása a többi energiaforráshoz képest még alacsony, de a biomassza nagy potenciállal rendelkezik. Az elmúlt években ez a fajta energiaforrás is folyamatosan növekedett. 2020-ban először haladta meg a biomassza tüzelőanyagok mennyisége a 25 millió tonnát. A biomassza többségét feketelúg és fahulladék adja. (Takanobu, 2021) Japánban a bioenergia 90%-át a szilárd biomassza teszi ki. (IEA Bioenergy, 2021) Leginkább a villamosenergia, közlekedési és hő ágazatban használják fel. A közlekedési ágazatban Japánnak nagy lehetősége van arra, hogy a szenet biomasszával helyettesítse, növelve ezzel a bioüzemanyagok használatát. (IEA Bioenergy, 2021)

A világon a mai napig a fosszilis tüzelőanyagok az elsődleges energiaforrások és ez Japánban sem kivétel. Kulcsfontosságúak a szigetország számára, mondhatjuk az energiarendszer

alappillérei. Annak ellenére, mint láthattuk szinte csak import folyamán tudnak hozzájutni. Ennek pozitív hatása talán az energiakereskedelemre van, ami ezáltal még jobban megerősítheti két ország kapcsolatát. Viszont az ország energiabiztonságát nézve, nem túl előnyös: szinte teljesen rá vannak hagyatkozva a külföldi beszállítókra.

Szerintem érthető, hogy Japánnak miért fontos annyira, hogy legyen elegendő készlet a nem megújuló energiaforrásokból. Ha bármi probléma adódna, mindig lesz készleten tartalékuk. A fukusimai baleset óta erre még jobban ügyelnek, hiszen akkor is gyorsan kellett pótolni a kiesett energiát. A kutatásom során én azt tudtam leszűrni, hogy bár fontos, hogy csökkentsék a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását, de továbbra is fontos energiaforrásokként lesznek jelen. Ez jól látszik az LNG, valamint a szén esetében is. Az LNG piac előremozdítása, az új szénerőművek építése mind a fosszilis tüzelőanyagoknak kedvez. Valamennyire érthető a Japánt ért kritikák, főleg a szénerőművek esetében. Kicsit visszás lehet ezek miatt, hogy akkor, hogy tervezik elérni a karbonsemlegességet? Nyilván nem lehetne egyik napról a másikra lecserélni a fosszilis tüzelőanyagokat, főleg annak fényében, hogy a megújuló-és alternatív energiaforrások nincsenek akkora arányban jelen az energiamixben. Addig pedig dolgozni kell a meglévő energiaforrásokkal, valamint ott vannak még a tiszta szén technológiák is. Azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a fosszilis tüzelőanyagok sokkal olcsóbb és megbízhatóbb energiaforrások, tehát gazdaságilag is sokkal előnyösebbek.

A megújuló energiák terén nem meglepő, hogy a nagy növekedés ellenére még mindig alacsony a felhasználásuk Japánban. Viszont nem csak Japánban, hanem a világon is csak az elmúlt évtizedekben kaptak nagyobb hangsúlyt, ahogy egyre nagyobb probléma lett a klímaváltozás. Valószínűleg a hosszútávú célok eléréshez, Japánnak még jobban kell majd törekednie a megújuló energiák bővítésére. Véleményem szerint, a legjobban hátráltató tényező a nehézkes integrálás az energiarendszerbe, valamint a túl szigorú szabályozások. Emellett ott van még a fosszilis tüzelőanyagokat használó energiavállalatok előnyben részesítése, ami szintén hátráltatja a megújulóknak térnyerését. Ahhoz, hogy Japán elérje a 2050-es célt, mindenképp ezeket a problémákat kellene megoldania, hiszen, ha továbbra is így maradnak a dolgok, szinte lehetetlen lesz a megújuló energiákat megtenni elsődleges energiaforrássá.

3. JAPÁN ATOMENERGIA

Japán már az 1950-es évek felétől elkezdte az atomenergia fejlesztését, kutatását. Az ország számára jelentős energiaforrás volt a nukleáris energia, a Fukusima Daiicsi atomerőmű baleset előtt a villamosenergia majdnem 30%-át biztosította. Annak idején ezt az energiát 54 atomreaktor biztosította. Viszont a 2011 márciusában történt baleset után az atomreaktorok fokozatos leállításra kerültek, illetve 2012 májusára az országban lévő összes reaktort leállították. Két évvel a 2011-es baleset után új szabályozási követelmények léptek érvénybe és a nukleáris engedélyezési rendszer is megváltozott. Ezeket az NRA¹⁴ határozta meg. (FEPC, dátum nélk.a) A JAEA¹⁵ a fő nukleáris kutatási szervezet, mely az Oktatási, Kulturális, Sport, Tudományos és Technológia Minisztérium alá tartozik. (IEA, 2021a) Jelenleg a működőképes reaktorok száma 33, azonban az új szabályozási követelmények miatt csupán 10 reaktor kapott engedélyt az újraindításra. A baleset után először 2015 augusztusában és októberében indítottak újra két reaktort. Azóta további nyolc került működésbe. Legfőképp az új szabályozási rendszer miatt ilyen lassú az újraindítási folyamat, valamint a magas költségek is nagy szerepet játszanak ebben. Az NRA által végzett ellenőrzések átlagosan 140-200 napot vesznek igénybe. (World Nuclear Association, 2021b)

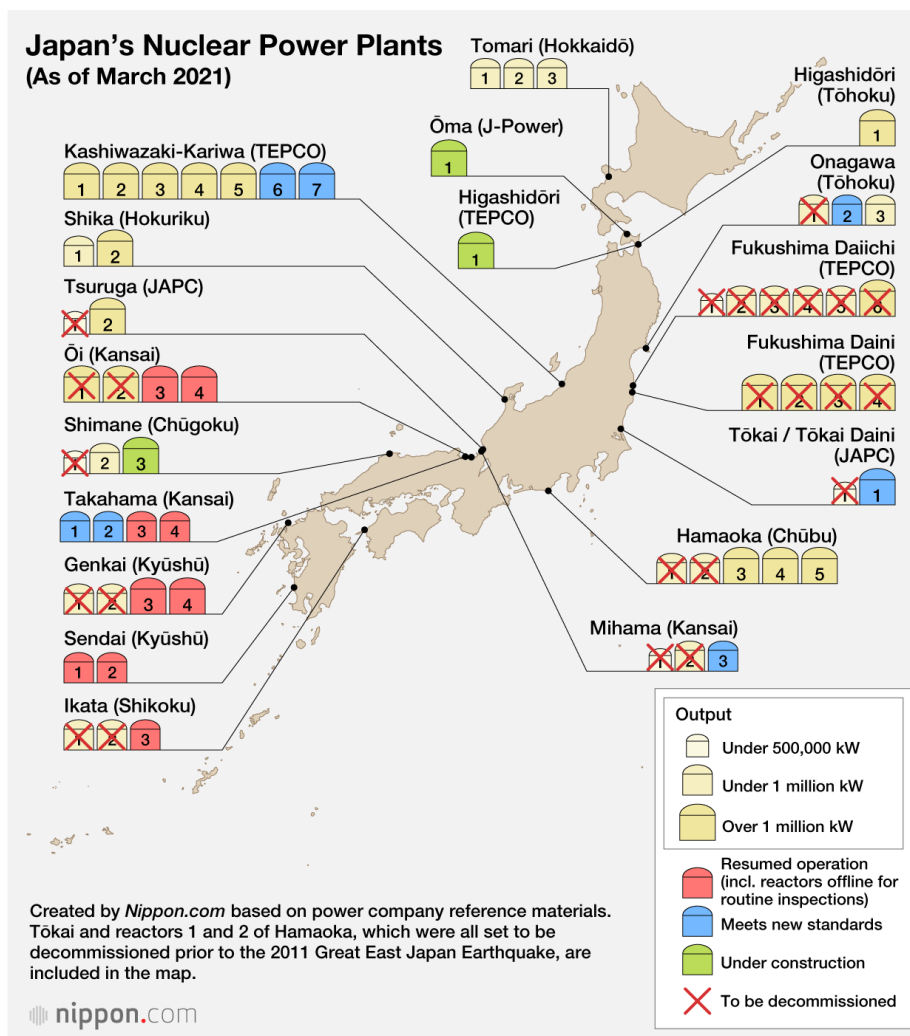
A kezdetek óta Japán ügyel arra, hogy az atomenergiát békés célokra használja fel. Betartja a többi nukleáris energiával rendelkező országgal a kétoldalú nukleáris megállapodásokat, valamint betartja a különböző nemzetközi egyezményeket, mint például az IAEA¹⁶ biztosítékait. Az ilyen egyezmények főképp arra szolgálnak, hogy felügyeljék, hogy egy adott ország az atomenergiáját nem használja fel nukleáris fegyverek készítésére. (FEPC, dátum nélk.b)

Japán az atomenergia szükségességét többnyire azzal magyarázza, hogy az ország természeti erőforrásokban igazán szegény és a primerenergia ellátásának 80-90%-át importokból fedezi. Emiatt is fontos, hogy ne csak egy adott energiaforrástól függjön Japán. Ugyanakkor az atomenergia szén-dioxid-kibocsátása nagyon alacsony, azaz segíthet ennek a csökkentésében és a globális felmelegedés mérséklésében. (FEPC, dátum nélk.c)

¹⁴ Nuclear Regulation Authority

¹⁵ Japan Atomic Energy Agency

¹⁶ International Atomic Energy Agency



7. ábra - Japán atomreaktorok elhelyezkedése

Forrás: Nippon.com, 2021 <https://www.nippon.com/en/japan-data/h00967/> (Letöltve: 2022.04.20.)

A fent lévő ábra jól szemlélteti a nukleáris reaktorok számát 2021 márciusától. Mint már korábban említve volt, jelenleg 10 reaktor van működésben, melyek pirossal vannak jelölve. (Az ábra csak 9-et jelöl, mivel a *Mihama 3* nevezetű reaktor 2021 júniusában lett újraindítva. (World Nuclear Association, 2022)) Ezek a reaktorok az ország nyugati részén találhatóak, mindegyik nyomottvizes reaktor (PWR), ellentétben a Fukusima Daiicsiban találhatóakkal, melyek forróvizes (BWR) technológiával készültek voltak. (Nippon.com, 2021) Emellett még láthatjuk a kékkel jelölt reaktorokat, amelyek megfelelnek az új szabványoknak, de valamilyen oknál fogva még nem kerültek újra működésbe. A néhány zöld színű pedig az építés alatt lévőköt jelöli. Láthatjuk azt is, hogy jelentős számú atomreaktor leszerelésre kerül. Ezek döntő többségében a kisebb, régi atomreaktorok. Fukusima Daiicsiban található reaktorokat nézve, a Fukusima Daini 2 megkapta az engedélyt a további működésre, viszont a

TEPCO¹⁷ 2019-ben úgy határozott, hogy a megmaradt négy blokkot leállítják és nem kerül újraindításra. (World Nuclear Association, 2022) Több atomreaktor újraindítása is tervben van, viszont a fukusimai baleset után a japán lakosságban megnövekedett a bizalmatlanság és az atomenergia általános megítélése is változott. (Nippon.com, 2021)

3.1. Története

A II. világháborút követően Japánban gyors gazdasági fejlődés indult meg, az ipari bázis rohamosan bővült. Japán mivel ásványkincsekben szegény ország, egyre jobban kezdett függni a fosszilis tüzelőanyagoktól, főleg a Közel-Keletről származó kőolajtól. Az első nukleáris kutatási programot 1954-ben indította el Japán, 1955-ben pedig elfogadták az Atomenergia Alaptörvényt. Ennek a törvénynek a lényege, hogy az atomenergiát csakis békés célokra lehessen felhasználni. (World Nuclear Association, 2022)

Japánban az első reaktor, mely villamosenergiát termelt, egy forróvízes reaktor prototípusa volt. Ez a reaktor rengeteg információval szolgált a kereskedelmi reaktortípusok számára és a reaktorok leszerelésének tesztelésére is. Az ország az Egyesült Királyságból importálta az első kereskedelmi reaktorát a *Tokai 1*-et, ami egy 160 megawatt teljesítményű gázhűtéses reaktor volt. A Tokai 1 több mint 30 évig üzemelt. Ezután csak könnyűvízes reaktorokat építettek (ezek lehetnek forróvízes- vagy nyomottvízes reaktorok), az első három 1970-ben kezdte meg működését. (IEA, 2021a) Kezdetben a könnyűvízes reaktorokat amerikai beszállítóktól vásárolták, és közösen japán vállalatokkal építették meg. Később a japán vállalatok engedélyt kaptak arra, hogy hasonló felépítésű reaktorokat építsenek Japánban. Több nagy japán vállalatnak (Mitsubishi, Hitachi, Toshiba) volt aztán köszönhető, hogy kifejlesztették a kapacitást arra, hogy a japánok saját maguk tervezzenek és építsenek könnyűvízes reaktorokat. (World Nuclear Association, 2022)

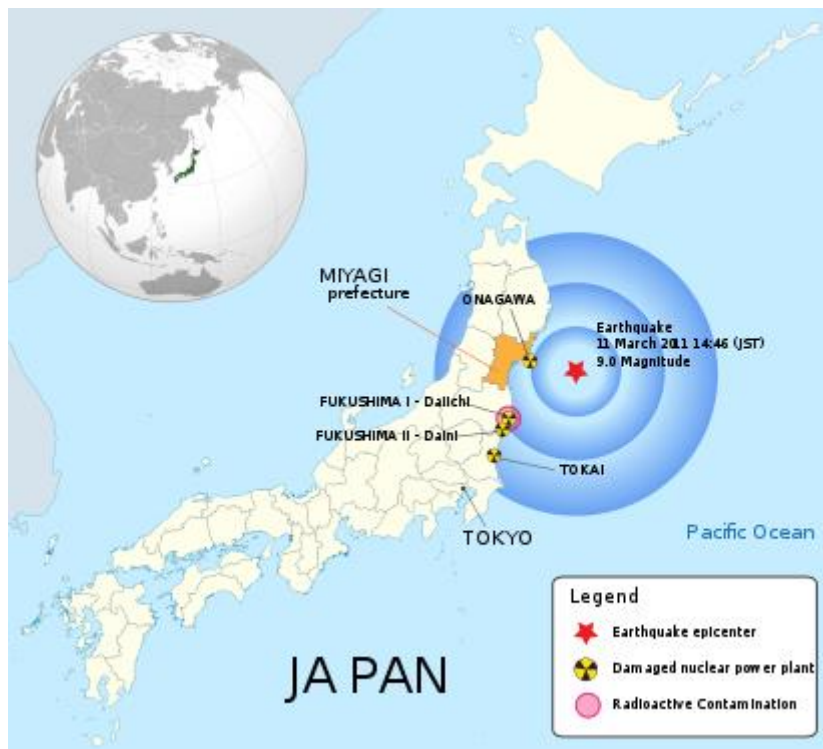
Az 1973-as olajválság idején vált nyilvánvalóvá az ország sebezhetősége, hiszen jelentősen hagyatkozniuk kellett a külföldről behozott fosszilis tüzelőanyagokra. Épp ezért is volt a fő cél az olajimport függőségének csökkentése, melynek egyik eredménye volt egy nukleáris építési program megalkotása. A japán atomenergia ekkor már egy egyre jobban növekvő ipar volt, már ebben az időben is öt működő reaktorral rendelkezett az ország. Elmondható, hogy az 1970-es évek végére Japán kiépítette a saját nukleáris atomenergia-termelési kapacitását, mely már

¹⁷ Tokyo Electric Power Company

képes exportálni más kelet-ázsiai országokba és részt venni új reaktortervek előállításában. (World Nuclear Association, 2022) Bár így is kezdetben voltak gondok az atomreaktorok megbízhatóságát tekintve. Épp ezért 1975-ben a METI a japán atomenergia-íparral közösen elindított az *LWR Improvement & Standardisation Programot*. A program célja az volt, hogy az LWR terveket szabványosítsák annak érdekében, hogy tökéletesítsék az atomerőművek építési-, működtetési- és karbantartási folyamatát. (IEA, 2021a)

Majdnem tíz évvel a Fukusima Daiicsi baleset előtt a japán atomenergia jövője egész másképp festett. A METI a 2001-ben benyújtott tíz éves energiatervében az atomenergia 30%-os növekedését tervezte. Továbbá 2002 márciusában a kormány bejelentette, hogy a jövőben kiemelten terveznek az atomenergiára támaszkodni, annak érdekében, hogy csökkentsék az üvegházhatású gázok kibocsátását. Ezzel együtt az atomenergiára vonatkozó adót csökkenteni tervezték, míg a szénre először vezették be az adót. Ugyanebben az évben alkották meg a már korábban említett stratégiai energiaterveket, mely támogatta az energiapiac liberalizációját, az energiahatékonyság növelését és a fosszilis tüzelőanyagoktól való függés csökkentését. Az évek során az atomenergia szerepe csak növekedett, a kormány is többször megerősítette az erre vonatkozó terveit. A hangsúlyt az atomerőművekre helyezték volna, ahol a reaktorokat a korszerűbb könnyűvízesekre cserélték volna. Egyébként a jövőbeli energiamix is teljesen másképp festett volna. Fő energiaforrásnak a nukleáris energiát tervezték, mely 2030-ra 30-40%-os részesedést, 2050-re pedig 60%-os részesedést ért volna el az energiamixben. Értelemszerűen a 2011 márciusában történő katasztrófát nem lehetett előre megjósolni, aminél a Fukusima Daiicsi erőmű 6 blokkjából 4 súlyosan megsérült és ezzel megváltoztatta a japán atomenergia jövőjét. (World Nuclear Association, 2022)

3.2. Fukusima katasztrófa



8. ábra - 2011-es tóhokui földrengés térképen

Forrás: The Geological Society, dátum nélk. b <https://www.geolsoc.org.uk/Policy-and-Media/Outreach/Plate-Tectonic-Stories/Outer-Isles-Pseudotachylytes/Tohoku-Earthquake>
(Letöltve: 2022.04.20.)

A 2011-es tóhokui földrengés és cunami helyi idő szerint 2011. március 11-én, 14 óra 46 perckor történt, mely az elmúlt évtizedekben az egyik legnagyobb földrengés volt a világon. A Richter-skála szerint (ami a földrengések erősségét méri) 9,0 erősségű volt. A földrengés epicentruma Szendai városától 130 km-re Japán keleti partvidékén volt, a rengés következtében cunami alakult ki, több tíz méteres hullámokkal. A földrengés és a cunami hatalmas nagy károkat okozott. Mintegy 20 000 ember esett áldozatául ennek a szerencsétlenségnek, épületek millió mentek tönkre és a part menti térségnél is jelentős kárt okozott. Az anyagi kár a Világbank becslése szerint 235 milliárd USD lehetett. (World Nuclear Association, 2012)

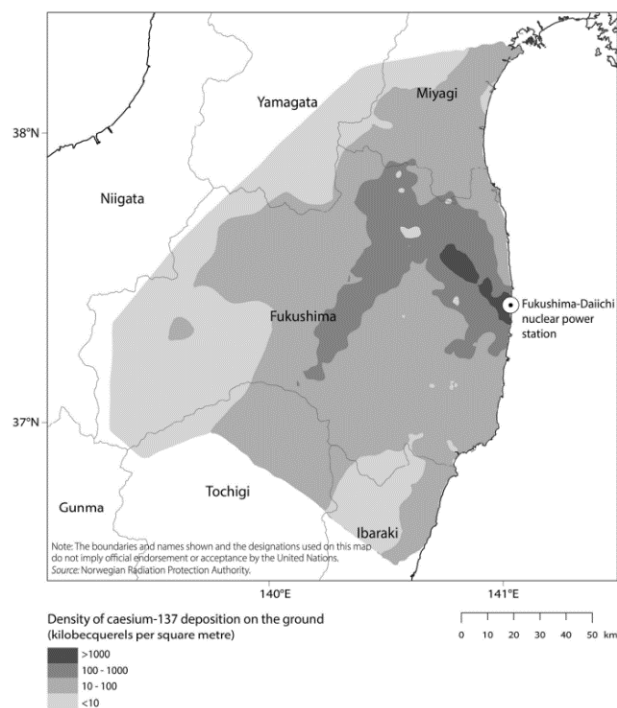
Ahogy a fenti ábrán is láthatjuk, a keleti partvidéken több atomerőmű is található, melyek a földrengésben érintettek voltak; Fukusima Daiicsi, Fukusima Daini, Onagawa. A Daiicsi északabbra, a Daini 11 km-re délebbre található a tengerparton. Az érintett atomerőművek közül 11 atomreaktor működött, melyek a földrengés hatására automatikusan leálltak. A legfőbb probléma a cunami volt, mely ellen a reaktorok sebezhetőek voltak, holott a fukusimai

atomerőművek épp az ilyen esetek miatt épültek 10 és 13 méterrel a tengerszint felett. Viszont a partra érkező cunami magassága körülbelül 15 méter lehetett. (World Nuclear Association, 2012)

A természeti katasztrófa során a Fukushima Daiicsi szenvedett súlyos sérülést, az 1-3. blokk automatikusan leállt, viszont a földrengés következtében a külső áramforrások megsemmisültek, és nem volt lehetőség az atomreaktorok hűtésére. Továbbá a cunami első- és második hulláma során a turbinacsarnok több méteres tengervíz alá került. Még aznap március 11-én este nukleáris vészhelyzetet hirdetett a japán kormány, és a fukusimai körzet evakuálását rendelte el, az evakuációs zóna 20 km-re lett kiterjesztve. Az utána lévő napokban a reaktorok hűtésén dolgoztak, folyamatosan vizet fecskendeztek be. Az 1-3-as blokkban így is megolvadtak a magok, a 4-es blokkban pedig hidrogénrobbanás történt, ami tovább rontotta a helyzetet. (World Nuclear Association, 2021b)

A világon az atomerőműveket úgy tervezik meg, hogy a különböző külső események ne veszélyeztessék az erőművek biztonságát. Japánban erre különösen nagy figyelmet fordítanak, hiszen az országban gyakoriak a földrengések, előfordulhatnak akár 7 vagy 8-as erősségűek is. Épp ezért folyamatosan felülvizsgálják a szeizmikus irányelveket az új adatok alapján, és ez alapján döntenek a nukleáris egységekről. Viszont Fukushima esetében a cunami volt a legfőbb probléma, mely a túl magas hullámokkal elárasztotta az atomerőmű területét. (World Nuclear Association, 2012)

A Fukushima Daiicsi tervezése során az 1960-as chilei szökőárat vették alapul, az akkori információk alapján az atomerőmű elhelyezése megfelelőnek bizonyult. Azóta majdnem 20 év eltelt, és voltak információk, hogy egy nagy földrengés és cunami történhet ezen a területen. Ehhez képest nem történtek érdemi intézkedések, sem a kormány, sem a TEPCO részéről. (World Nuclear Association, 2021b)



9. ábra - A radioaktív sugárzás terjedése a baleset után

Forrás: UNSCEAR, 2013

https://www.unscear.org/docs/reports/2013/1385418_Report_2013_GA_Report.pdf (Letölve: 2022.04.20.)

Az atomreaktorok sérülése miatt magas mennyiségű radioaktív anyag szivárgott ki a környezetbe, de a nagymértékű evakuálások miatt csökkentették a sugárzásnak kitettek számát. Ez azért is volt fontos, mert a földön lévő radioaktív anyagok szintje magas volt. A radioaktív sugárzás a csernobili balesettől 10-szer alacsonyabb volt, és a légkörbe kerülő anyagokat a szél a Csendes-óceánba szállította, a folyékony anyagok a környező tengerekbe kerültek. A radioaktivitás szintjének mérésekor a két fő radionuklid a jód-131 és a cézium-137 volt, melyek eltérő szöveteket érintenek és a kitettség időtartama is eltérő. A jód-131 elsősorban a pajzsmirigyben halmozódik fel néhány hétig, viszont a cézium-137 lerakódik a földre és évek múltán is az egész szervezetet érheti dózis. A sugárzással kapcsolatos halálesetet, valamint megbetegedést nem észleltek sem a lakosság, sem a dolgozók körében. (UNSCEAR, 2013)

Ha a lakosságot nézzük, nyilvánvaló, hogy átlagosan a 20 km-es evakuálási zónán belül mérték a legmagasabb radioaktivitási szintet. Fukusimában és a prefektúrában mérték a legmagasabb értéket, a közeli prefektúrákban hasonló vagy alacsonyabb mennyiséget mértek. Japán többi részén még alacsonyabb volt ez a szint. Viszont nagyon sok függött attól, hogy ki hol él,

mennyire volt közel az atomerőműhöz és milyen élelmiszert fogyasztott. Egyéenként eltérések voltak. Ezekhez még hozzáadódnak a lerakódott radioaktív anyagok, gondolhatunk itt például a porra, valamint a törmelékekre. Ezek is területenként eltértek. A szomszédos országokban a radioaktivitás mértéke olyan alacsony volt, melynek nincs hatása az egyének egészségére. A katasztrófát követő munkálatokban résztvevő dolgozókat lényegesen magasabb sugárzás érte. Az UNSCEAR vizsgálata szerint a jód-131 mérhető volt a szervezetükben, főleg a pajzsmirigyben. Viszont ennek a későbbiekben milyen hatása lehet? A becslések szerint a lakosság körében alacsony, valamint nagyon alacsony esélye van annak, hogy a sugárzás hatására valamilyen egészségügyi problémájuk lesz. A dolgozók körében kétségkívül más a helyzet, náluk nagyobb a kockázata a különböző pajzsmirigybetegségeknek és a pajzsmirigyráknak. (UNSCEAR, 2013)

Ezeknek a betegségeknek a megelőzésére a fukusimai lakosságnál egészségügyi felméréseket kezdtek el végezni már 2011-ben és úgy tervezik, hogy legalább 30 évig minden évben megismétlik. Pajzsmirigy ultrahangos vizsgálatokat végeznek, amely által könnyen észrevehető a rendelleneségek. (UNSCEAR, 2013)

A természetbe nem került akkora mennyiségű radioaktív anyag, hogy akut hatások megfigyelhetők lehessenek. A helyreállítási munkálatok jelentősen csökkentették a sugárzásnak való kitettséget, viszont fontos megjegyezni, hogy az atomerőműnél jelentős mennyiségű szennyezett víz került a tengerbe. Ezt kénytelenek voltak valamilyen módon eltávolítani a reaktorokból és turbinacsarnokokból, a további szennyezett víz kezelésére a TEPCO új szennyvíztisztítót épített. Az azóta felhalmozódott szennyezett vízben alacsony szinten voltak jelen a radionuklidok, 2021 áprilisában engedték a tengerbe. (World Nuclear Association, 2021b)

Ha egy szűkebb réteget nézünk, a közvetlen elszenvedője a tragédiának az ottani lakosság volt. Egy ilyen méretű katasztrófa traumatikus élményt okozhat az embernek. Nagyon gyakori ilyenkor a PTSD kialakulása, valamint a depressziós tünetek megjelenése. A földrengés és a cunami következményeként rengetegen veszítették el az otthonaikat, szeretteiket és a megélhetésüket. Fogalmazhatunk úgy is, hogy az egész életüket elvesztették és valahol máshol kellett újratekdeniük. Továbbá még ott van a félelem a sugárzásnak való kitettség miatt, valamint az emberek tartanak a megbélyegzéstől is. Ezeket feldolgozni szakember segítségével is nehéz, egyedül meg szinte lehetetlen. Japánban pedig a mai napig van egy fajta stigma a mentális betegségek kapcsán, nem kezelik olyan hatékonysággal, mint kéne. Az emberek is

sokszor félnek segítséget kérni a társadalmi elvárások miatt. Egyébként ez a hozzáállás más ázsiai országokban is jellemző.

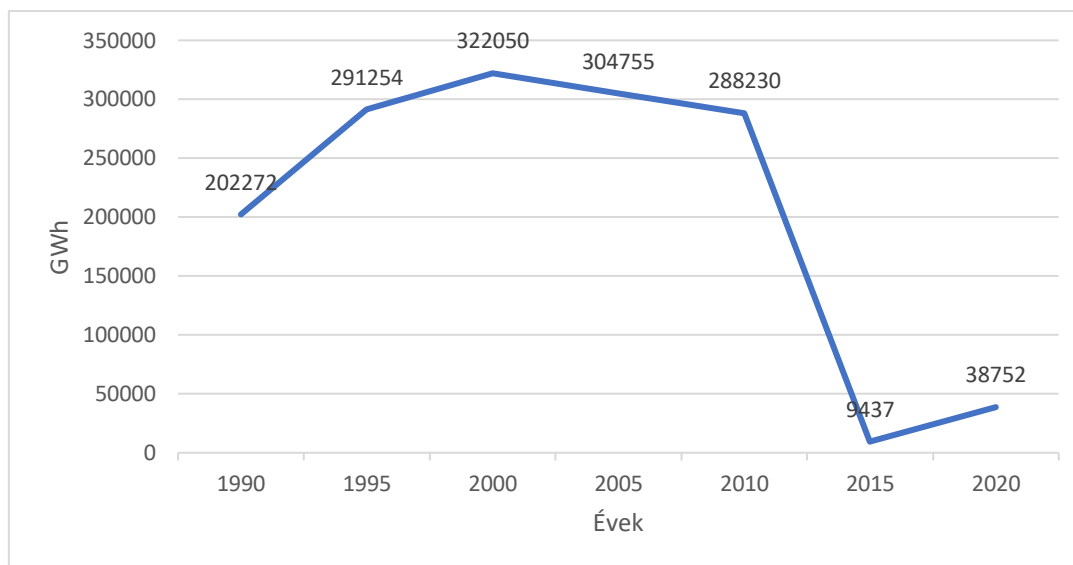
Bár már sok helyen feloldották a lezárt területeket, sokan félnek a radioaktivitástól és nem térnek vissza, valamint ennyi idő után már máshol kezdtek új életet.

Valószínűleg a legnagyobb hatása az atomkatasztrófának az az emberek bizalmának az elvesztése volt. Már a baleset évében több antinukleáris tünetés is volt. A japán kormányt, valamint a TEPCO-t erős kritikával illették, sokan úgy gondolták, hogy nem megfelelőképpen kezelték a helyzetet és ők felelősek az atomerőműben kialakult problémáért. Továbbá a japán hatóságokra jellemző, hogy az emberek elől elrejtik az információkat. (TAMAKI, 2020)

Végül is gondolhatjuk, hogy amiatt, hogy elkerüljék az esetleges pánikot, de ebben az esetben lényeges információkat próbáltak eltitkolni. A TEPCO esetében maga az elnök ismerte el, hogy közvetlenül a baleset után megpróbálták eltitkolni, hogy a reaktorok magjai olvadásnak indultak. Hivatalosan csak két hónappal később ismerték ezt el. (Nuclear Engineering International, 2016) Ugyanakkor említeni lehet még azt a 2015-ös esetet, amikor a 2.blokk tetején felgyülemlt esővíz a lefolyóból távozva a tengerbe jutott. Így felmerült a gyanú, hogy esetleg szennyezett víz kerülhetett a tengerbe, viszont a TEPCO szerint nem emelkedett a radioaktivitási szint. Később azonban kiderült, hogy tudtak a csatornában lévő magas radioaktivitásról, de nem értesítették sem a kormányzatot, sem a NRA-t. (Suzuki et al., 2017)

A 2011-es katasztrófát követően, Japán energiamixe nagy változásokon ment keresztül. Mint már korábban említve volt, az atomerőművek 2012-ben teljesen leálltak, és a kiesett nukleáris energiát valamivel pótolni kellett, ezért a fosszilis tüzelőanyagok aránya még jobban emelkedett. Ebben az évben a szén-dioxid kibocsátás a 2011-es évhez képest 5,8%-kal megemelkedett, ami nagyjából egyenlő volt Indiáéval. (Suzuki et al., 2017) Az ország importfüggősége eddig is nagy probléma volt, de 2011 után még jobban növekedett ez az arány. Japán önállítási mutatója 20%-ról 7%-ra csökkent közvetlenül 2011 után. Az elmúlt években ezt 12%-ra sikerült felhozni. (IEA, 2021a) Ezzel együtt az elektromos áramnak a költségei is megnöttek, amely a mai napig fennálló probléma. Részben a 2011-es baleset következménye volt, hogy a villamosenergia-piac teljes liberalizációjára került sor, mely segíthet a piaci akadályok felszámolásában és az igazságosabb verseny létrehozásában. És a legfontosabb, hogy az áram csökkentésében is segíthet. (IEA, 2021b) Bár ennél is mint a gázpiac reformjánál fontos lenne, hogy a kormánytól független szerv jöjjön létre, ami segítené a liberalizáció előremozdítását. Az atomenergia kiesése nyomán, lehet, hogy nőtt a fosszilis tüzelőanyagok aránya, viszont a

megújuló energiaforrásokra is nagyobb figyelmet kezdett el fordítani a japán kormány. A 2011-es energiamixhez képest a mostani már valamennyivel diverzifikáltabb, és nagyobb figyelmet kezdtek el fordítani a megújuló technológiákra, mint a CCUS vagy a hidrogén.



10. ábra - A japán nukleáris villamosenergia-termelés 1990-2020

Forrás: saját készítés IEA, 2021c alapján <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/nuclear>
(Letöltve: 2022.04.15.)

A fenti ábra az atomenergia által termelt villamosenergiát mutatja 1990-től 2020-ig, öt évenkénti felosztásban. Jól látható, hogy 2011 után a termelés rohamosan csökkenni kezdett, majd végül teljesen megszűnt több évre. Az első reaktorok 2015-ben kerültek újra működésbe, onnantól láthatunk egy lassú emelkedést, azonban így is ha összehasonlítjuk, a fukusimai előtti években a termelés elérte akár a 300 000 GWh¹⁸ teljesítményt. Ehhez képest a 2020-as hétszer alacsonyabb. Ebből is jobban láthatjuk, hogy ez mekkora kiesés volt a japán energiatermelés számára. Véleményem szerint Japánnak az atomenergia egy fontos energiaforrás, de nem valószínű, hogy a közeljövőben sikerül elérni a 2011 előtti szintet. Valószínűleg a japán kormány egy ilyen eset megismétlődésétől tartva ragaszkodik a fosszilis tüzelőanyagokhoz, melyek kiszámítható energiaforrások, valamint tartanak nagyobb készleteket belőle.

A reaktorok újraindítása előtt az EU-ban alkalmazott „stressz tesztek” végeznek. (World Nuclear Association, 2021b)

¹⁸ Gigawattóra

3.3. Atomenergia jövője

A kormány elmondása szerint a legfontosabb most az atomenergia biztonságos használata és céljuk, hogy csökkentsék az atomenergia függőséget. (METI, 2021b) Úgy tűnik a közeli jövőt nézve a fő prioritás a kijelölt atomerőművek leszerelése, ami több évtizedig is eltarthatnak. Másrészt ott van Fukushima helyzete, a mai napig hűteni kell a reaktorokat és megoldani a szennyvíz problémáját, valamint még mindig vannak lezárt területek, így a lakosság visszatelepülése is időbe fog telni. Attól függetlenül, hogy elég sok reaktor alkalmas lenne az újraindításra, láthattuk, hogy ezek valószínűleg hosszú idő múlva fognak csak bekövetkezni a szigorúbb szabályozások miatt. Véleményem szerint egy ilyen katasztrófa után szükség van arra, hogy megfontoltabb döntéseket hozzon a vezetőség. Több kritikát is kapott a kormány, hogy elkerülhető lett volna az atomerőműben történt baleset, ha hamarabb tesznek hatékony lépéseket és jobban felkészülnek egy esetleges cunamira. Nyilvánvalóan könnyebb utólag rávilágítani a hibákra és átlátni az összefüggéseket.

Ahhoz, hogy a japán atomenergia egyáltalán elérje a 2011 előtti szintet a működő reaktorok számát legalább harmincra kell emelni. (IEA, 2021b)

Emellett ott van még az emberek elvesztett bizalma, melyet valószínűleg csak hosszú idő múlva tudnak visszanyerni, ha egyáltalán sikerül. Hiszen láthattuk, hogy 2011 után is voltak esetek, melyek tovább rontották az atomenergia megítélését. Japán próbálja helyreállítani az atomenergia megítélését; létrejött az NRA és új szabályozási rendszert vezettek be. Ennek ellenére, sokan még mindig bizalmatlanok és kételkedve fogadják az egyes erőművek újraindítását. Talán a japán atomenergiának a legnagyobb kihívása az, hogy képes-e visszanyerni az emberek bizalmát.

4. KONKLÚZIÓ

Az általam választott téma Japán energiapolitikáját hivatott bemutatni és elemezni, melyet az elején említett kutatási kérdések fényében vizsgáltam. A dolgozatom során világos képet kaphattunk az energiapolitika működéséről, a különböző energiaszektorokról, valamint Japán jövőbeli céljairól.

A kutatásom után bátran ki merem jelenteni, hogy ma a szigetország energiapolitikáját nagyban befolyásolja a fosszilis tüzelőanyagoktól való erős függés, mely az energiamix több mint háromnegyedét teszi ki. Több dolog is közrejátszott, hogy Japán helyzete miért alakult ma így; az ország földrajzi sajátosságai, a fosszilis tüzelőanyagokra való túlzott hagyatkozás, valamint a megújuló energiák elhanyagolása az évtizedek során. Szinte minden ország fő energiaforrása nem megújulókból származik, viszont Japán ezt csak import útján tudja beszerezni. Az ország energiabiztonsága alacsony, amit nem éppen nevezhetünk pozitív dolognak. Bár láthatjuk, hogy Japán próbál tenni ez ellen, a nyitás a megújuló energiaforrások felé szerintem mindenképpen egy jó, sőt mondhatjuk szükséges lépés volt. Főleg a globális helyzetet nézve, amikor egyre fontosabb, hogy csökkentsük a szén-dioxid-kibocsátást.

Ma a legjelentősebb energiaszektor kétségtelenül a fosszilis tüzelőanyagok, azon belül is a földgáz, valamint a szén. Valószínűleg ez továbbra is így fog maradni; a japán kormány világosan megfogalmazta, hogy a szenet szeretnék a jövőben is, mint kulcsfontosságú energiaforrás megtartani. Az ehhez hasonló döntések kicsit visszásnak hathatnak, annak fényében, hogy a japán kormány mennyire hangoztatja, hogy el kell érni a karbonsemlegességet. Ugyanakkor nem felejthetjük el, hogy a többi energiaforrás mennyire alacsony arányban van jelen, valamint az ország csak későn nyitott a megújuló felé. Ennek tükrében Japánnak törekednie kellene arra, hogy a tiszta szén technológiák fejlesztését még jobban előrelendítse. Talán a jövőben tényleg sikerülne a nagymértékű felhasználásuk.

A megújuló energiaforrásokat tekintve a jövőben lehet rá esély, hogy elsődleges energiaforrásokká válnak, de a dolgozatomban olvasottak alapján láthatjuk, hogy ennek elérése nem olyan egyszerű. Véleményem szerint, valamilyen drasztikus változásra lenne szükség, hogy Japánnak ez sikerüljön.

Az atomenergia helyzete talán a legérdekesebb része volt a kutatásomnak, hiszen a fukusimai katasztrófa előtt az egyik legfontosabb energiaforrás volt. A fukusimai katasztrófa nemcsak japán energiamixét változtatta meg, hanem az atomenergia jövőjét is megpecsételte. A

dolgozatomban részletesen bemutattam a japán atomenergia-ipar működését, a fukusimai katasztrófát és annak következményeit. Levonva a következtetéseket kérdéses, hogy valaha sikerül elérni a 2011 előtti szintet, hiszen a reaktorok újraindítása nehézkesen megy, valamint a közvélemény is megváltozott az atomenergiát illetően. Ezáltal nem valószínű, hogy a közeljövőben újra kulcsfontosságú energiaforrássá fog válni.

Ha a japán energiapolitika jövőjét nézzük, nehéz megmondani pontosan, hogyan fog alakulni. Hiszen 2011 előtt az ország az atomenergiát akarta megtenni, mint fő energiaforrás, de Fukushima-eset után láthatjuk, hogy egy esemény hatására milyen gyorsan meg tudnak változni a dolgok. A legideálisabb esetben az országnak sikerül csökkentenie a fosszilis tüzelőanyagok arányát, ezáltal az importfüggőséget is, és növelnie a megújuló-és alternatív energiaforrásokat. Az, hogy Japán ezt tényleg elérje, feltehetően még sok évtizedbe fog telni.

5. IRODALOMJEGYZÉK

Aleh Cherp, Vadim Vinichenko, Jessica Jewell, Masahiro Suzuki, Miklós Antal, (2017) Comparing electricity transitions: A historical analysis of nuclear, wind and solar power in Germany and Japan, *Energy Policy*, Volume 101, 2017, Pages 612-628, ISSN 0301-4215, Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151630595X?via%3Dihub> (Letöltve: 2021.12.26.)

Blakemore, Reed, and David W. Yellen., (2020) *Enhancing US-Japan Cooperation on Clean Energy Technologies*. Atlantic Council, 2020
Forrás: www.jstor.org/stable/resrep26771 (Letöltve: 2021.09.07.)

Council of the European Union (2017), Memorandum of Cooperation between the European Commission, on behalf of the European Union, and the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan on Promoting and Establishing a Liquid, Flexible and Transparent Global Liquefied Natural Gas Market in the context of enhancing the EU – Japan cooperation on secure and sustainable energy, 2017
Forrás:

https://www.eumonitor.nl/9353000/1/j4nvgs5kkg27kof_j9vvik7mlc3gyxp/vkfi775as9ft/f=/10534_1_17_rev_1.pdf (Letölve: 2022.04.08.)

Danmei Zhu, Seyed Mostafa Mortazavi, Akbar Maleki, Alireza Aslani, Hossein Yousefi, (2020) Analysis of the robustness of energy supply in Japan: Role of renewable energy, *Energy Reports*, Volume 6, Pages 378-391, ISSN 2352-4847 (2020)
Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484718302671> (Letöltve: 2021.11.22.)

Dr. Hironao Matsubara (2018), Institute for Sustainable Policies (ISEP)
Forrás: https://www.isep.or.jp/en/wp-content/uploads/2019/03/Study_Matsubara201809.pdf (Letöltve: 2021.09.28.)

EIA (2020), Country Analysis Executive Summary: Japan, 2020
Forrás: https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Japan/japan.pdf (Letöltve: 2022.03.10.)

EIA (2021a), What is energy? Sources of energy, 2021

Forrás: <https://www.eia.gov/energyexplained/what-is-energy/sources-of-energy.php> (Letöltve: 2022.03.16.)

EIA (2021b), Hydropower explained, 2021

Forrás: <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/> (Letöltve: 2021.12.23.)

Emi Mizuno, (2014) Overview of wind energy policy and development in Japan, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 40, 2014, Pages 999-1018, ISSN 1364-0321, (2014)

Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114006364> (Letöltve: 2021.11.22.)

European Commission (2022a) EU-Japan cooperation on energy issues

Forrás: https://energy.ec.europa.eu/topics/international-cooperation/key-partner-countries-and-regions/japan_en (Letöltve: 2022.04.08.)

European Commission (2022b), The EU and Japan underline close cooperation on energy issues, 2022

Forrás: https://ec.europa.eu/info/news/eu-and-japan-underline-close-cooperation-energy-issues-2022-mar-25_en (Letöltve: 2022.04.08.)

EU-Japan Centre for Industrial Cooperation (2016), Hydro, Tidal and Wave Energy in Japan Business, Research and Technological Opportunities for European Companies, 2016

Forrás: https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/2016-10-hydro_and_marine_energy_japan_guillaume_hennequin_min.pdf (Letöltve: 2021.12.23.)

EU-Japan Centre for Industrial Cooperation (2021), JAPAN INDUSTRY AND POLICY NEWS: OFFSHORE WIND TECHNOLOGY, 2021

Forrás: <https://www.eu-japan.eu/news/japan-industry-and-policy-news-offshore-wind-technology> (Letöltve: 2021.12.27)

European Parliament, (2021), Japan's 2050 goal: A carbon-neutral society, 2021

Forrás:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI\(2021\)698023_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI(2021)698023_EN.pdf) (Letöltve: 2021.11.22.)

Európai Parlament, (2021) Megújuló energia, 2021

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/70/megujulo-energia> (Letöltve: 2021.12.01.)

FEPC (dátum nélk. a) Nuclear Power Plants in Japan, dátum nélk.

Forrás: https://www.fepec.or.jp/english/nuclear/power_generation/plants/index.html (Letöltve: 2022.04.20.)

FEPC (dátum nélk. b) Safeguard system, dátum nélk.

Forrás: https://www.fepec.or.jp/english/nuclear/peaceful_use/safeguard/index.html (Letöltve: 2022.04.20.)

FEPC (dátum nélk. c) Why is Nuclear Energy Necessary in Japan?, dátum nélk.

Forrás: <https://www.fepec.or.jp/english/nuclear/necessary/index.html> (Letöltve: 2022.04.20.)

Gregory Trencher, Adrian Rinscheid, Mert Duygan, Nhi Truong, Jusen Asuka (2020) Revisiting carbon lock-in in energy systems: Explaining the perpetuation of coal power in Japan, Energy Research & Social Science, Volume 69, 2020, 101770, ISSN 2214-6296

Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629620303455> (Letöltve: 2022.04.03.)

Ideol S.A (2019), Ideol SA and Taisei Corporation sign a Memorandum of Understanding on Floating Offshore Wind, 2019

Forrás: <https://www.bw-ideol.com/sites/default/files/2019-10/PR%20-%20Taisei%20-%20Ideol.pdf> (Letöltve: 2021.12.27.)

IEA Bioenergy (2021), Implementation of bioenergy in Japan – 2021 update, 2021

Forrás: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/11/CountryReport2021_Japan_final.pdf (Letöltve: 2021.01.03.)

IEA (2021a), Japan 2021 Energy Policy Review, IEA, Paris

Forrás: https://iea.blob.core.windows.net/assets/3470b395-cfdd-44a9-9184-0537cf069c3d/Japan2021_EnergyPolicyReview.pdf (Letöltve: 2021.11.22.)

IEA (2021b), Japan 2021, IEA, Paris

Forrás: <https://www.iea.org/reports/japan-2021> (Letöltve: 2021.12.10.)

IEA (2021c), Fuels and technologies, Nuclear, 2021

Forrás: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/nuclear> (Letöltve: 2022.04.15.)

IRENA (2021a), Bioenergy, 2021

Forrás: <https://www.irena.org/bioenergy> (Letöltve: 2022.01.03.)

IRENA (2021b), Geothermal energy, 2021

Forrás: <https://www.irena.org/geothermal> (Letöltve: 2022.01.03.)

TAMAKI MIHIC, (2020) JAPAN AFTER FUKUSHIMA. *Re-Imagining Japan after Fukushima*, ANU Press, Australia, 2020, pp. 11–34. *JSTOR*

Forrás: www.jstor.org/stable/j.ctv103xdt4.6 (Letölve: 2021.09.29.)

Japan Electric Power Information Center (2020), The Electric Power Industry in Japan 2020

Forrás: <https://www.jepic.or.jp/pub/pdf/epijJepic2020.pdf> (Letöltve: 2022.04.03.)

JOGMEC (dátum nélk.), Stockpiling system

Forrás: https://www.jogmec.go.jp/english/stockpiling/stockpiling_10_000002.html (Letöltve: 2022.03.16.)

Kizuna (2021), Japan's Green Growth Strategy Will Accelerate Innovation, 2021

Forrás: https://www.japan.go.jp/kizuna/2021/09/green_growth_strategy.html (Letöltve: 2021.11.12.)

METI (2017), Gas liberalization begins, 2017

Forrás: https://www.meti.go.jp/english/publications/pdf/journal2017_05b.pdf (Letöltve: 2022.04.03.)

METI (2020), Energy Emergency Response in Japan, 2020

Forrás: https://aperc.or.jp/file/2020/12/22/08_Energy+Emergency+Response+in+Japan.pdf (Letöltve: 2022.03.16.)

METI (2021a) Japan's Energy 2020 Edition, Issued: February 2021

Forrás: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2020.pdf (Letölve: 2021.09.30.)

METI (2021b), Outline of Strategic Energy Plan, 2021

Forrás: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/6th_outline.pdf (Letöltve: 2022.02.26.)

METI (2021c), Overview of Japan's Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050, 2021

Forrás: https://www.meti.go.jp/english/press/2020/pdf/1225_001a.pdf (Letöltve: 2021.12.10.)

Nippon.com (2021a), Japan's Nuclear Power Plants in 2021, 2021

Forrás: <https://www.nippon.com/en/japan-data/h00967/> (Letöltve: 2022.04.22.)

Nippon.com (2021b), Renewables Account for 18% of Japan's Energy Generated in Fiscal 2019, 2021

Forrás: <https://www.nippon.com/en/japan-data/h00958/> (Letöltve: 2022.04.25.)

Norifumi, Takeuchi and Wataru, Higuchi, (2021), The Renewable Energy Law Review: Japan, 2021

Forrás: <https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/japan> (Letöltve: 2021.12.04.)

Nuclear Engineering International (2016), Tepco concealed core meltdowns during Fukushima accident, 2016

Forrás: <https://www.neimagazine.com/news/newstepco-concealed-core-meltdowns-during-fukushima-accident-4931915> (Letöltve: 2022.04.15.)

Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (2021), How Does Solar Work?, 2021

Forrás: <https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work> (Letöltve: 2021.12.26.)

Suzuki, Tatsujiro, et al. (2017) "Nuclear Energy Policy Issues in Japan after the Fukushima Nuclear Accident." Learning from Fukushima: Nuclear Power in East Asia, edited by PETER VAN NESS and MEL GURTOV, ANU Press, 2017, pp. 9–26, (2017)

Forrás: <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1ws7wjm.9> (Letöltve: 2021.11.22.)

UNSCEAR (2013), Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, 2013

Forrás: https://www.unscear.org/docs/reports/2013/13-85418_Report_2013_GA_Report.pdf (Letöltve: 2022.04.20.)

Takanobu Aikawa, Senior Researcher, Renewable Energy Institute (2021), Solid Biomass Consumption in Japan, 2021

Forrás: <https://www.renewable-ei.org/en/activities/column/REupdate/20211018.php> (Letöltve: 2021.01.03.)

The Australian Embassy, Tokyo (dátum nélk.) Australia-Japan resources and energy relationship

Forrás: <https://japan.embassy.gov.au/tkyo/resources.html> (Letöltve: 2022.04.08.)

The Australia Institute (2019), Suboptimal supercritical, Reliability issues at Australia's supercritical coal power plants, 2019

Forrás: https://australiainstitute.org.au/wp-content/uploads/2020/12/P604-Suboptimal-Supercritical-Report-Web_0.pdf (Letöltve: 2022.04.03.)

The Geological Society (dátum nélk.a), NON-RENEWABLE ENERGY RESOURCES

Forrás:

<https://www.geolsoc.org.uk/~media/shared/documents/education%20and%20careers/Resources/FactSheets/Non-renewable%20energy%20resources%20KS4.pdf?la=en> (Letöltve: 2022.03.22.)

The Geological Society (dátum nélk.b) Plate Tectonic Stories, Tohoku Earthquake, Japan

Forrás: <https://www.geolsoc.org.uk/Policy-and-Media/Outreach/Plate-Tectonic-Stories/Outer-Isles-Pseudotachylytes/Tohoku-Earthquake> (Letöltve: 2022.04.25.)

The Nippon Foundation (2021), Awareness Survey of 18-Year-Olds – Decarbonization Results of 34th installment announced, 2021

Forrás: <https://www.nippon-foundation.or.jp/en/news/articles/2021/20210225-54426.html> (Letöltve: 2021.12.20.)

Weatherby, Courtney. (2020) *Next Steps for US-Japan Collaboration on Energy Infrastructure*. East-West Center, 2020

Forrás: www.jstor.org/stable/resrep26430 (Letöltve: 2021.09.07.)

World Nuclear Association (2012), Earthquakes and Seismic Protection for Japanese Nuclear Power Plants, 2012

Forrás: <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/appendices/earthquakes-and-seismic-protection-for-japanese-1.aspx> (Letöltve: 2022.04.26.)

World Nuclear Association (2021a), 'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration, 2021

Forrás: <https://world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/clean-coal-technologies.aspx> (Letöltve: 2022.03.18.)

World Nuclear Association (2021b), Fukushima Daiichi Accident, 2021

Forrás: <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-daiichi-accident.aspx> (Letöltve: 2022.04.26.)

World Nuclear Association (2022), Nuclear Power in Japan, 2022

Forrás: <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/japan-nuclear-power.aspx> (Letöltve: 2022.04.26.)

Wupper Institut (2019), Smart power grids and integration of renewables in Japan, 2019

Forrás:

https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7425/file/7425_Smart_Power_Grids.pdf (Letölve: 2021.12.17.)

Yoshinobu NAKAO, Yoshihiro MUGIKURA¹, Kan OGATA and Norito KATSUKI (2017)

EERL, Central Research Institute of Electric Power Industry, Yokosuka JAPAN

Mitsubishi Heavy Industries, LTD, Nagasaki JAPAN, Development of Hybrid Geothermal Power Plants in Japan, 2017

Forrás: <https://publications.mygeoenergynow.org/grc/1033766.pdf> (Letöltve: 2021.12.26.)

MELLÉKLETEK

NYILATKOZAT

Alulírott SZABÓ GEORGINA büntetőjogi felelősségem tudatában nyilatkozom, hogy a szakdolgozatomban foglalt tények és adatok a valóságnak megfelelnek, és az abban leírtak a saját, önálló munkám eredményei.

A szakdolgozatban felhasznált adatokat a szerzői jogvédelem figyelembevételével alkalmaztam.

Ezen szakdolgozat semmilyen része nem került felhasználásra korábban oktatási intézmény más képzésén diplomaszerezés során.

Tudomásul veszem, hogy a szakdolgozatomat az intézmény plágiumellenőrzésnek veti alá.

Budapest, 2022 év5..... hónap 07... nap

Szabó Georgina
hallgató aláírása

BGE**Nyilatkozat a szakdolgozat státuszáról (nyilvános, bizalmas)**

Alulírott SCABÓ GEORGINA (Neptun kód
151902)
JAPÁN ENERGIAPOLITIKÁJA
a

című szakdolgozatommal/záródolgozatommal (továbbiakban mű) kapcsolatban az alábbiakról nyilatkozom:

- Kijelentem, hogy a mű BGE Dolgozattár repozitóriumába való feltöltésével más jogát nem sértem. Tudomással bírok arról, hogy az Egyetem a szerzői jogok meglétét nem ellenőrzi.
- Nyilatkozom, hogy a mű (a megfelelő rész aláhúzendó)
 - a bizalmas
 - a nyilvánosság számára hozzáférhető.
- Tudomásul veszem, hogy
 - szerzői jogsértés esetén az Egyetem az érintett dokumentum elérhetőségét a szerzői jogsértés tisztázása idejére átmenetileg korlátozza,
 - szerzői jogsértés esetén az érintett művet a Repozitórium adminisztrátora a Repozitóriumból haladéktalanul eltávolítja,
 - amennyiben a dolgozatomat a nyilvánosság számára hozzáférhetővé teszem, az egyetem a dolgozatot az interneten a nyilvánosság számára hozzáférhetővé teszi. Hozzájárulásom – szerzői jogaim maradéktalan tiszteletben tartása mellett – nem kizárólagos és időtartamra nem korlátozott felhasználási engedély.

Kelt: ECSEK 2022.05.07.

Scabó Georgina
hallgató