

Doktori (PhD) értekezés

TERVEZET

dr. Sibalín Iván

2022

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

dr. Sibalin Iván

**Az energetikai rendszerek fenntartható
működésével kapcsolatos iparbiztonsági
tevékenységek stratégiai célú kutatása és
fejlesztése**

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos témavezetők:



.....

Dr. Káta-Urbán Lajos

tű. ezredes PhD.

.....

Dr. Cimer Zsolt PhD

BUDAPEST, 2022.

2.3 A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek	104
2.3.1 Hőhullámokkal szembeni védelem	105
2.3.2 Erdő- és vegetációtüzekkel szembeni védelem	107
2.3.3 Hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védelem	109
2.3.4 A szélviharok és a gyengülő átlagos szélsébség problémájának kezelése	114
2.3.5 Havazással és fagyással szembeni védelem	115
2.4 Az újszerű katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó környezetszennyezések megelőzését szolgáló stratégiai célterületek	118
2.4.1 Ageing kezelése	119
2.4.2 Kiberbiztonság erősítése.....	122
2.4.3 Veszélyes hulladékok képződésének megelőzése, valamint azok kezelése	127
2.5 Részkövetkeztetések – 2. fejezet	134
3. AZ ENERGIAÁGAZAT FENNTARTHATÓ MŰKÖDÉSÉT CÉLZÓ GYAKORLATI IPARBIZTONSÁGI STRATÉGIAI MEGFONTOLÁSOK	138
3.1 Bevezető.....	138
3.2 A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívások és azok kezelési lehetőségei	140
3.2.1 A megújuló energiatermelés ellátásbiztonsági kérdései.....	140
3.2.2 A szén-dioxid elnyelő technológiák műszaki biztonsági kihívásai	142
3.2.3 A P2G-vel és a kék hidrogénnel kapcsolatos biztonsági megfontolások.....	143
3.2.4 A kármentesítés zöldítése	144
3.2.5 Az extrém hőséggel és az erdőtüzekkel szembeni védekezési lehetőségek	147
3.2.6 A hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védekezési lehetőségek	149
3.2.7 A széljárás és a hideg időjárás okozta negatív hatások kiküszöbölésének lehetőségei.....	153
3.2.8 Az ageinggel összefüggő főbb problémák azonosítása és azok kezelési lehetőségei	155
3.2.9 A kiberbiztonsággal összefüggő főbb problémák azonosítása és azok kezelési lehetőségei.....	160
3.2.10 Egyes kiemelt, veszélyes hulladékáramok kezelésének módszerei és lehetőségei	167
3.3 Az energetikai rendszerekkel kapcsolatos iparbiztonsági üzemeltetői tevékenységek elemzése	172
3.3.1 Jogszabályi környezet elemzése	172
3.3.2 A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, valamint a kritikus infrastruktúra védelem azonosítási és engedélyezési feltételeinek összehasonlító elemzése	175
3.4 Részkövetkeztetések – 3. fejezet	190
BEFEJEZÉS.....	193
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK.....	193

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	197
AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI	198
A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA.....	199
HIVATKOZOTT IRODALOM.....	200
MELLÉKLETEK	239
1. A kutatási témához kapcsolódó jogszabályok és belső szabályozó eszközök jegyzéke	240
2. Alkalmazott rövidítések jegyzéke	242
3. Ábrák, táblázatok és képek jegyzéke.....	245
4. Fogalomjegyzék	249
5. A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok és azok kezelési lehetőségei	269
6. Kohéziós táblázat - az értekezés hipotéziseinek, célkitűzéseinek, és tudományos eredményeinek egymásra épülése	284

BEVEZETÉS

1. A KUTATÁS AKTUALITÁSA

A fenntartható fejlődés stratégiai jövőképekének elérése egy többszörösen összetett feladatot takar, amelynek teljesítéséhez globális érdek fűződik. Többszörösen összetett azért, mert a fenntartható fejlődés a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia [1] értelmében négy különböző – környezeti, gazdasági, társadalmi és humán – dimenzióra osztható, amely azáltal széleskörű multidiszciplináris megközelítést és problémamegoldást igényel. A jövőkép megvalósításához tehát egymástól meglehetősen távol eső tudományterületek, tudományágak és szakterületek eszköztárához kell folyamodni. Ennek következtében a fenntarthatóság érdekében folytatott tudományos kutatásnak, vizsgálódásnak, és az elért tudományos eredményeknek valamennyi releváns tudományterületen, tudományágban és szakterületen kifejtett hatását javasolt és szükséges is figyelembe venni és értékelni. Fenntarthatósági szempontból az összes probléma egy rendszerben létezik, emiatt azokra kizárólag rendszerszintű válasz adható. [2]

A fenntarthatóság megvalósításának a feladata összetettnek nevezhető azért is, mert számtalan jövőbeli bizonytalanságot hordoz magában. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a jövőkép eléréséhez nem vezet nyílegyenes út, különféle akadályok bekövetkezésének nagy a valószínűsége. Ilyen hátráltató tényezőként merülhet fel például az egyetértés hiánya egyes fenntarthatóságot érintő nemzetközi szintű döntést igénylő kérdésekben, a technológiai fejlődéssel kapcsolatos bizonytalanságok, a fenntarthatóság megvalósításával összefüggésben felmerülő pénzügyi-finanszírozási gondok vagy éppen egy válságra – adott esetben fegyveres konfliktusra – visszavezethető energiaellátás-biztonsági nehézségek. Így az egyszerű tervezés – azaz az egyik helyzetből a másikba történő eljutást biztosító eseménysor felállítása [3] – önmagában nem elégséges a jövőkép megvalósításához. A sikerhez ennél lényegesen tágabb vizsgálódásnak teret adó stratégiai gondolkodás szükséges, amelynek írásos megjelenése a stratégiai tervezés és a stratégiaalkotás. Véleményem szerint a multidiszciplináris megközelítés szükségességének és a jövővel kapcsolatos magas bizonytalansági faktornak is köszönhető, hogy a fenntartható fejlődés témájában a múlt évszázad 70-es éveitől kezdve már meglehetősen nagyszámú stratégiai dokumentum készült nemzetközi, európai uniós és hazai szinten egyaránt.

Stratégiai gondolkodás és stratégiai tervezés abban az esetben is indokolt, amennyiben a fenntartható fejlődés folyamatát a jelen dolgozat kutatási tárgyára korlátozva kívánom

vizsgálni, ami a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója, az energiaágazat és az iparbiztonság hármas kutatási pillérének kölcsönös metszéspontjában határozható meg. Az iparbiztonsági szempontok vizsgálata szűkebb értelemben a katasztrófák elleni védekezés egyik fontos szakterületére terjed ki, amely foglalkozik a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek (a továbbiakban: veszélyes üzemek) és veszélyes áruszállítványok biztonságával, a létfontosságú rendszerek védelmével, a nukleáris balesetelhárítás feladatainak ellátásával, valamint a vegyi és környezeti balesetek elhárításával [4]. Véleményem szerint tágabb értelemben az iparbiztonsági dimenzió valamennyi civilizációs-technológiai eredetű katasztrófa elleni védekezés tudományos kérdéseinek vizsgálatát foglalja magában. Az eddig publikált releváns stratégiai dokumentumokból is jól kitűnik, hogy az energiaágazat egyedülálló hatást képes gyakorolni a természeti környezetre, az ökológiai egyensúlyra és az időjárási viszonyok alakulására egyaránt. A gazdasági fejlődéshez nélkülözhetetlen energiatermelésnek és -felhasználásnak, és az abból eredő szennyezéseknek a fenntartható fejlődésre, valamint szűkebben a természeti környezetre gyakorolt hatására már számos tudományos kutatómunka rámutatott. A hangsúly jellemzően az energetikai rendszerek normálüzemi működése során a külvilágba távozó károsanyag-kibocsátások korlátozására, csökkenésére helyeződik, ami környezetvédelmi, környezetbiztonsági szempontból releváns. Veszélyhelyzeti működés során azonban ugyancsak nagy mennyiségben kerülhet szennyező anyag a környezetbe, amely pedig az iparbiztonsági szakterület kiemelt érintettségét támasztja alá. A lakosságot és a környezetet veszélyeztető balesetek, üzemzavarok, káresemények, közlekedési balesetek gyakorlatilag mindennapos események, [4] és ekként tulajdonképpen állandó jellegű szennyezőanyag-forrásnak minősülnek. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek lényegesen ritkábban fordulnak elő – az Európai Unió (a továbbiakban: EU) területén 2010 és 2020 között éves átlagban mintegy 30 veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következett be [5] – azonban tekintettel azok pusztítóbb jellegére, nemritkán maradandó, vagy visszafordíthatatlan környezeti károkat képesek okozni. A veszélyhelyzetet okozó események jelentős környezetkárosító hatása ellenére a katasztrófaeseményeket vizsgáló központ (angolul: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, rövidítve: CRED) 2020. szeptemberi elemzése szerint a természeti katasztrófákhoz viszonyítva a technológiai eredetű katasztrófákra mérsékeltebb figyelem hárul a tudományos közösség részéről, annak ellenére, hogy az utóbbiak teszik ki az 1900. óta bejelentett valamennyi katasztrófa hozzávetőleg egyharmadát. [6]

2. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Kutatómunkám során – a fentiekben megadott indoklás alapján – három tudományos problémát azonosítottam.

1. A környezeti fenntarthatóság globális stratégiai jövőképek iparbiztonsági szempontú vizsgálata, különös tekintettel az energiaágazat biztonságára.

Visszaulva az energiaágazatnak a fenntartható fejlődésben képviselt egyedülálló szerepére, a kisebb ipari balesetek, üzemzavarok mindennapos jellegéből fakadó környezetszennyezésre, [4] és a súlyos ipari balesetekkel járó olykor visszafordíthatatlan környezeti pusztításokra, továbbá a CRED azon megállapítására, amely szerint a technológiai eredetű katasztrófákra mérsékeltebb figyelem hárul a tudományos közösség részéről, [6] valamint hivatkozva arra tényre, hogy a stratégiai dokumentumok egyfajta hidat képeznek a tudományos eredmények és a – társadalmi viszonyokat szabályozó – jogi normák között, [7] lényeges, hogy mind a szupranacionális (nemzetközi, európai uniós) mind pedig a nemzeti szintű stratégiai tervezés keretében a jövőben is kellő hangsúly tevődjön az iparbiztonsági szempontokra, különös figyelemmel azokra, amelyek az energetikai létesítmények biztonságos működését, illetve az energiaágazat biztonságát szolgálják.

2. Az energiaágazat fenntartható működését célzó elméleti iparbiztonsági stratégiai megfontolások.

A fenntartható fejlődés környezeti dimenzióját illetően lényeges megállapítani, hogy a természeti környezet és az emberiség léte, tevékenysége közötti egyensúly a felborulás küszöbén áll, [8] amely tény olyan környezeti problémákban jelenik meg, mint például a biológiai sokféleség csökkenése vagy a szélsőséges időjárási viszonyok gyakoribbá válása. A környezeti egyensúly helyreállítása a fenntartható fejlődés egyik leglényegesebb feltétele. Vannak azonban olyan környezeti problémák, amelyek már általánossá váltak bizonyos évszakokban. Ilyenek például a nyári hőhullámok, az erdőtüzek vagy a villámárvizek. Ezekhez átmenetileg vagy tartósan alkalmazkodni kell, annak részeként pedig védekezni is szükséges e környezeti hatásokkal szemben. A fenntarthatóságnak pedig ugyancsak alapvető feltétele az újabb környezetszennyezések bekövetkezésének az akadályozása, illetve kockázatának a minimálisra csökkentése, annak érdekében, hogy ne alakulhassanak ki újabb környezeti problémák, valamint, hogy a környezeti egyensúly helyreállításának a folyamata is gördülékenyebben haladhasson.

Az iparbiztonsági szakterület valamennyi veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem – köztük a fenntartható fejlődésben egyedülálló szerepet képviselő energiaágazat telephelyei – biztonságos működését célzó feladatával a környezeti egyensúly helyreállításában, a megváltozott környezeti viszonyokkal szembeni védekezésben, valamint az újabb környezetszennyezések és környezeti problémák megelőzésében is jelentős szerepet tölt be. Ezzel összefüggésben fontos megállapítani, hogy számos olyan állami vagy helyi önkormányzati hatáskörbe tartozó feladat is azonosítható, amely jelenleg nem tartozik az iparbiztonsági hatóság feladatai közé, azonban mégis hozzájárul a veszélyes ipari telephelyek baleset- és üzemzavarmentes működéséhez. Ennek ténye egy újabb érveléssel támasztja alá a stratégiai gondolkodás és stratégiai tervezés indokoltságát a jelen dolgozatnak a – környezeti fenntarthatóság, az energiaágazat, valamint az iparbiztonság közös metszéspontjában megragadható – kutatási tárgya kapcsán. A stratégiai tervezés lényeges része a készülő stratégia tárgykörébe tartozó stratégiai célok / célterületek egyértelmű megállapíthatósága, a kitűzött stratégiai jövőkép megvalósítása tekintetében lényeges szempontoknak a kevésbé fajsúlyos szempontoktól való elhatárolhatósága, a jövőképhez való igazodás. Egyértelművé kell tenni továbbá azt is, hogy szükséges-e – és ha igen, akkor a stratégia tárgykörébe tartozó mely területen – újabb célokat meghatározni a jövőkép elérése érdekében. Indokolt tehát egy olyan stratégiai módszertant kialakítani, amely a jövőben tervezési mintaként szolgálhat a környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégiai tervezőmunka során.

3. Az energiaágazat fenntartható működését célzó gyakorlati iparbiztonsági stratégiai megfontolások.

A stratégiák alapvető feltétele azok végrehajthatósága, azaz olyan célok meghatározása, amelyek a gyakorlatban is megvalósíthatóak. Ennek érdekében indokolt a kutatás szempontjából releváns stratégiákat megvizsgálni abból a szempontból, hogy azok megvalósításával kapcsolatban milyen ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, illetve egyéb műszaki biztonsági jellegű kihívások merülnek fel, és azokkal összefüggésben milyen kezelési lehetőségek azonosíthatók. Ezentúl indokolt meghatározni azokat a gyakorlati kérdéseket, amelyek a jövőkép elérését a legáltalánosabban szolgálják. Megítélésem szerint iparbiztonsági gyakorlati oldalról a környezeti fenntarthatóság egyik legalapvetőbb szempontja, hogy a veszélyes üzemek és kritikus infrastruktúrák – így az érintett energetikai létesítmények – azonosítása és üzemelésük engedélyezése egzakt tudományos alapokon nyugvó feltételek szerint történjen, tekintettel arra, hogy az azokban bekövetkezett balesetek és üzemzavarok képesek a legsúlyosabb veszélyhelyzeti környezetterhelést előidézni.

3. KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

Az értekezés kidolgozása során a következő hipotéziseket állítottam fel:

1. Feltételezésem szerint a környezeti fenntarthatóság globális stratégiai jövőképek a megvalósításához elengedhetetlen a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, köztük az energetikai létesítmények, valamint általánosságban – a fenntartható fejlődésben egyedi szerepet betöltő – energiaágazat biztonságos működésének a szavatolása. Ebből fakadóan időszerűvé vált azon szempontok meghatározása, amelyek az iparbiztonsági szakterületnek a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét bizonyítják, valamint azon aktuális stratégiai célterületek azonosítása, amelyek hozzájárulnak az energiaágazat biztonságához és ezáltal a környezeti fenntarthatóság megvalósításához is.

2. Feltételezésem alapján a környezeti fenntarthatóság jövőképehez vezető folyamat energetikai és iparbiztonsági szempontú elemzése részeként célszerű az azonosított – tehát az energetikai létesítmények és általában az energiaágazat biztonságos működését célzó, iparbiztonsági szempontból releváns – stratégiai célterületek kategorizálása aszerint, hogy azok miként, milyen módon járulnak hozzá a jövőkép megvalósulásához. Ezen túl javasolt továbbá egy olyan stratégiai feltételrendszer kialakítása, amely módszertani segítségként felhasználható a jövőképet szolgáló energiaipari-biztonsági stratégiai tervezés során.

3. Feltételezésem szerint a stratégiai jövőkép realizálásának ugyancsak szükségszerű feltétele a stratégiai célterületek, illetve azok kapcsán meghatározott célkitűzések gyakorlatban való átültethetősége és érvényesíthetősége. Erre tekintettel egyrészt a stratégiai célterületek megvalósítása kapcsán jelentkező legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági és egyéb műszaki biztonsági jellegű kihívásokat szükséges azonosítani, majd azok kezelését célzó lehetőségeket összegezni és elemezni. A környezeti fenntarthatóság megvalósításának az egyik legalapvetőbb gyakorlati szempontjaként indokolt fejleszteni az energia ágazat üzemi létesítményei védelmi tervezési eszközrendszerét is, és ennek keretében olyan tudományos alapokon nyugvó feltételeket meghatározni, amelyek alapján a veszélyes üzemek és a kritikus infrastruktúra elemek azonosítása és üzemelésük engedélyezése – valamint üzemmenet folytonosságuk – egzakt módon biztosítható, tekintettel arra, hogy az azokban bekövetkezett balesetek és üzemzavarok képesek a legsúlyosabb veszélyhelyzeti környezetterhelést előidézni.

4. KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

A kutatási célkitűzéseimet – a tudományos problémák meghatározásánál már ismertetett – három kutatási részterületen fogalmazom meg:

1. A környezeti fenntarthatóság globális stratégiai jövőképek iparbiztonsági szempontú vizsgálata, különös tekintettel az energiaágazat biztonságára területén:

- a) Elemzem a stratégiaalkotás általános céljait, valamint a fenntarthatóság, az energetika és az iparbiztonság összefüggéseit, majd az iparbiztonság egyes szakterületi sajátosságaira tekintettel értékelést végzek az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóság megvalósulásában betöltött jelentőségére vonatkozóan.
- b) Megvizsgálom a szupranacionális fenntarthatósági stratégiaalkotás és az iparbiztonság között meglévő kapcsolódásokat, majd azonosítom a kutatás szempontjából releváns hazai stratégiai dokumentumokban meghatározott, az energiaágazat biztonságos működéséhez hozzájáruló stratégiai célterületeket.

2. Az energiaágazat fenntartható működését célzó elméleti iparbiztonsági stratégiai megfontolások területén:

- a) Az azonosított stratégiai célterületek tartalmának bemutatása, kifejtése keretében azokat kategóriákba foglalom aszerint, hogy miként, milyen módon járulnak hozzá a környezeti fenntarthatósághoz.
- b) Kidolgozom a környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégia módszertanát, majd annak felhasználásával elemzem az azonosított stratégiai célterületeket.

3. Az energiaágazat fenntartható működését célzó gyakorlati iparbiztonsági stratégiai megfontolások területén:

- a) Azonosítom és elemzem az aktuális stratégiákban, és/vagy más releváns, tudományos igényű forrásban jelzett, a stratégiai célterületek megvalósítása kapcsán jelentkező legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívásokat, majd összegzem és elemzem azok kezelési lehetőségeit.
- b) Műszaki javaslatot teszek az energetikai rendszerek vonatkozásában a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés és a kritikus infrastruktúra védelem azonosítási eljárásainak és engedélyezés kritériumrendszerének, valamint az újonnan jelentkező biztonsági kihívások üzemeltetői szintű kezelési lehetőségeinek vizsgálatára alapozva.

5. KUTATÁSI MÓDSZEREK

A dolgozat elkészítése során általános jelleggel az analízis, szintézis, indukció és dedukció kutatási módszereit alkalmaztam.

Az egyes fejezetek, valamint alfejezetek kidolgozásakor a kutatási célkitűzések teljesítése érdekében az alábbi konkrét kutatási módszereket alkalmaztam:

1. A stratégiaalkotással, valamint a dolgozat három kutatási pillérével – nevezetesen a környezeti fenntarthatósággal, az energiaágazattal és az iparbiztonsággal – kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalom részét képező szakmai és tudományos könyvek, tanulmányok, publikációk és egyéb közlemények összevető elemzése és értékelése.

2. A dolgozat kutatási tárgyával kapcsolatos legfőbb nemzetközi egyezmények, valamint európai uniós és hazai stratégiai dokumentumok, valamint egyes azokat értékelő közlemények vizsgálata.

3. A stratégiai dokumentumok, valamint azokat értékelő, illetve azokban részletezett tartalmakkal összefüggő egyéb tudományos közlemények, doktori disszertációk alapján megállapítások, javaslatok tétele, és következtetések levonása.

4. Szakmai konzultáció folytatása a dolgozat kutatási pillérei, valamint a stratégiaalkotás területén elismert hazai és külföldi szakemberekkel, egyetemi oktatókkal, kutatókkal.

5. Hazai és nemzetközi tudományos konferenciákon – előadóként, valamint a hallgatóság tagjaként – való részvétel keretében szerzett releváns szakmai tapasztalatok hasznosítása.

6. Nyílt, online forrásokból gyűjtött adatok felhasználásával számítások végzése, azok alapján tudományos igényű következtetések levonása.

7. Személyes üzembejárások tapasztalatainak összegzése, mélyinterjúk készítése.

A disszertációban vizsgált és/vagy felhasznált nemzetközi, európai uniós és hazai jogszabályok teljes felsorolását az *1. melléklet*, a rövidítések jegyzékét az *2. melléklet*, a saját készítésű és felhasznált ábrák és táblázatok sorszáma és címét a *3. melléklet*, a dolgozatban használt fogalmak – teljesség igényére törekvő – tartalmát és magyarázatát pedig a *4. melléklet* tartalmazza.

6. RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A disszertáció elkészítéséhez felhasznált szakirodalom három nagyobb csoportja – a szakkönyvek, a stratégiai dokumentumok, valamint a jogszabályok kategóriája – határozható meg.

A stratégiaalkotás témájával kapcsolatban íródott nemzetközi szakirodalom véleményem szerint megkerülhetetlen forrása Lawrence Freedman *„A stratégia története”* című könyve, [3] amely történeti kontextusba ágyazva általánosságban állapítja meg a stratégiai tervezés és a stratégiai dokumentumok alkotásának kívánalmait. Ugyancsak jelentős szakmai műként említhető Kádár Krisztiánnak *„A közigazgatás stratégiai tervezésének és fejlesztésének módszertana”*, [9] valamint Turi Laura Tamara, Resperger István és Túri Viktória *„Stratégiaalkotás, stratégiai módszerek”* címet viselő közös közleménye. [10]

A környezeti fenntarthatóság témáját érintően tanulságos következtetések vonhatók le Roger Scrutonnak a *„Zöld filozófia – Hogyan gondolkozzunk felelősen a bolygónkról”*, [11] valamint Charles Eisensteinnek a *„Klíma – Átfogó megoldások egy élhető jövőért”* című könyvében [12] foglalt gondolatokból. Míg az előbbi mű különösen a lakókörnyezet iránt érzett felelősség stratégiai jelentőségének a meghatározásában, az utóbbi az éghajlatváltozás problémakörének átfogóbb szemléletéhez nyújtott segítséget. A hazai közlemények közül nagymértékben támaszkodtam a Baranyai Gábor és Csernus Dóra Ildikó által szerkesztett *„A fenntartható fejlődés és az állam feladatai”* című tankönyvre, amely bevezetőjében a fenntarthatósági problémák összetettségét hangsúlyozva azok rendszerszintű kezelésének szükségességére hívja fel a figyelmet. [7]

Napjainkban egyre gyakrabban tapasztalható szélsőséges időjárási viszonyokhoz való alkalmazkodás a fenntarthatóság megvalósításának szükségszerű velejárója, amely téma kapcsán kiemelendő a *„Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről”* címet viselő minisztériumi közlemény, [13] *„Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékeléséről szóló jelentése”* 2020-ból, [14] a villamosenergia rendszerek vonatkozásában a FICÉP Építőipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.-nek *„A magyarországi villamosenergia-ellátás éghajlati szempontú értékelése”*, [15] a távhőellátás kapcsán pedig a Geolgold Kárpátia Kft.-nek a Fe-Bio Felső-Bácskai Bioenergetikai Kft. bevonásával végzett *„A távhőellátás éghajlati szempontú értékelése”*. [16]

A dolgozatban vizsgált stratégiai dokumentumoknak három alkategóriája különíthető

el: a nemzetközi, az európai uniós (együtt: szupranacionális), valamint a nemzeti (hazai) szinten elfogadott stratégiák köre. Alapvető jelentőségű, nemzetközi szintű fenntartható fejlődési stratégiának minősül a 2015-ben elfogadott „*Világunk átalakítása: Fenntartható fejlődési keretrendszer*” (Agenda 2030 program). [17] Kifejezetten az éghajlatváltozás és a globális felmelegedés problémakörének kezelésével összefüggésben pedig az ugyanezen évben elfogadott Párizsi Megállapodás emelendő ki. [18]

Az európai uniós stratégiák közül aktualitásuk és fenntarthatósági relevanciájuk miatt külön említést érdemel az Európai Tanács által 2019 júniusában meghatározott „*2019–2024-es időszakra szóló új stratégiai menetrend*”, [19] amelynek egyik központi eleme a klímasemleges, zöld, méltányos és szociális Európa megvalósítása, a Bizottság által 2019. december 11-én bejelentett Európai Zöld Megállapodás, [20] valamint „*Az ENSZ fenntartható fejlődési céljainak megvalósítása – átfogó megközelítés*” című szolgálati munkadokumentum, [21] amely rámutat az Agenda 2030 program és az Európai Bizottság prioritásai közötti kapcsolódási pontokra.

A környezeti fenntarthatóság és az energiaágazat működése vonatkozásában egyaránt releváns hazai stratégiai dokumentumnak számít a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia, [1] Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája, [22] a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia, [8] a Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050, [23] a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, [2] a Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig, [24] Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve, [25] valamint a Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv. [26]

A stratégiai dokumentumokhoz hasonlóan a hivatkozott jogszabályok ugyancsak hármas bontásban ismertethetők. A magyar jogrendszerbe átültetett jelentős nemzetközi jogforrások közé tartozik az „*Ipari balesetek országhatáron túli hatásairól szóló helsinki egyezmény*”, [27] amelyre a dolgozat iparbiztonsági vonatkozása miatt szükséges utalni.

Az európai uniós jogi aktusok közül hasonló megfontolásból nyert említést a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről szóló 2012/18/EU irányelv (a továbbiakban: Seveso III. Irányelv). [28] A környezeti fenntarthatóság folyamatában pedig mérföldkő jelentőségű jogi aktusnak számít a klímasemlegesség elérését célzó keret létrehozásáról és a 401/2009/EK rendelet, valamint az (EU) 2018/1999 rendelet módosításáról szóló 2021/1119 európai parlamenti és tanácsi rendelet (a továbbiakban:

európai klímarendelet). [29]

A hazai jogszabályok közül kiemelendő a súlyos ipari balesetek megelőzésével, az azokkal szembeni védekezéssel és azok elhárításával, illetőleg következményeinek a felszámolásával kapcsolatos alapvető szabályokat is magába foglaló 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról (a továbbiakban: Kat.), [30] valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény (a továbbiakban: Lrtv.) [31] amely mellékletként, táblázatba foglalva tartalmazza az egyes ágazatok, – így az energiaágazat – és a kapcsolódó alágazatok felsorolását. A környezeti fenntarthatóság szempontjából alapvető hazai jogforrásnak minősül a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény (a továbbiakban: Kvt.), [32] a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény, [33] valamint a 2050-re történő klímasemlegesség elérését törvényi szinten rögzítő, a klímavédelemről szóló 2020. évi XLIV. törvény. [34]

7. AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE ÉS TARTALMA, ELHATÁROLÁSOK

A tudományos célkitűzéseim alapján *a doktori értekezést három egymásra épülő tartalmi fejezetre bontva dolgozom ki.*

Az **első fejezetben** a releváns szakirodalom áttanulmányozásával azonosítom a stratégiaalkotás alapvető feltételeit. Majd feltárom a dolgozat kutatási tárgyát alkotó három kutatási pillér – a fenntartható fejlődés, az energiaágazat, valamint az iparbiztonság – közötti összefüggéseket. Ennek keretében utalok a környezeti fenntarthatóság kiemelt globális relevanciájára hivatkozva a davosi Világgazdasági Fórum (angolul: World Economic Forum, rövidítve: WEF) 2020. és 2021. évi globális kockázatjelentéseiben a környezeti kockázatok túlsúlyára, valamint az ezt megállapító közleményekre.

Majd az energiaágazatnak a környezeti fenntarthatóság alakulásában betöltött egyedülálló szerepét elevenítem fel, minekután az általam meghatározott elméleti érvekkel bizonyítom az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóságban képviselt stratégiai jelentőségét. A környezeti fenntarthatóság témakörét érintő főbb, szupranacionális szinten elfogadott stratégiai dokumentumok és egyezmények rövid tartalmi ismertetését célzó alfejezetben rámutatok a fenntartható fejlődést szolgáló szupranacionális stratégiai irányok iparbiztonsági vonatkozásaira.

Ezután a következő alfejezetben a környezeti fenntarthatóság témakörét érintő hazai stratégiai dokumentumok áttanulmányozásával, az energiaipari-biztonság fogalmának

meghatározását követően azonosítom azokat a stratégiai célterületeket, amelyek a dolgozat kutatási tárgyát képezik, azaz iparbiztonsági perspektívából és az energiaágazat szempontjából (együtt energiaipari-biztonsági szempontból) relevánsak és egyben a környezeti fenntarthatósághoz hozzájárulnak. A stratégiai célterületek közül kettő olyan általános stratégiai célterületet emelek ki, amelyek valamennyi többi, specifikus stratégiai célterületben megjelennek, azaz általánosan szolgálják a specifikus stratégiai célterületek megvalósítását.

Az értekezés **második fejezetében** a stratégiai dokumentumok és egyéb releváns szakirodalmak alapul vételével ismertetem az előző fejezetben azonosított specifikus stratégiai célterületek tartalmát, rámutatok iparbiztonsági relevanciájukra, majd azokat három különböző kategóriába sorolom aszerint, hogy melyik miként, milyen módon járul hozzá az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatóság megvalósításához. E fejezet keretében dolgozom ki a környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégia módszertanát, amely alapján valamennyi azonosított specifikus stratégiai célterületet stratégiaalkotási és egyben műszaki szempontok alapulvételével elemzek. E vizsgálat célja elsősorban annak megállapítása, hogy a vizsgálat alá vont stratégiai célterületek mennyiben képezhetnék a részét egy környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégiának.

Az értekezés **harmadik fejezetének** – bevezetőjét követő – második alfejezete az azonosított specifikus stratégiai célterületek gyakorlati érvényesülésének az elemzéséről és értékeléséről szól. A stratégiai dokumentumok és a releváns szakirodalom áttanulmányozásával azonosítom a stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb iparbiztonsági és – műszaki vagy meteorológiai okokra visszavezethető – ellátásbiztonsági, valamint egyéb műszaki biztonsági kihívásokat és azok kezelési lehetőségeit. A harmadik alfejezetben pedig a környezeti fenntarthatóság megvalósításának iparbiztonsági gyakorlati oldalról a legáltalánosabb szolgálata érdekében olyan tudományos alapokon nyugvó feltételeket határozok meg, amelyek alapján a veszélyes üzemek és/vagy a nemzeti létfontosságú elemek azonosítása és üzemelésük engedélyezése – beleértve az üzemmenet folytonosságot – egzakt módon biztosítható.

A doktori értekezésem célkitűzéseinek meghatározásakor *a következő főbb szűkítéseket és elhatárolási szempontokat vettem figyelembe:*

- a) Nem képezi a dolgozat kutatási tárgyát a veszélyes áruszállítás, a nukleáris balesetelhárítás, és a katasztrófavédelem, valamint a létesítményi tűzoltóságok szervezet- és eszközrendszerének a fejlesztése. E szakterületi feladatokra történő utalásokat csak abban az esetben tettem, amennyiben az elősegítette a vonatkozó szövegrészben kifejtett gondolatok kontextusba helyezését.
- b) Nem vizsgáltam a nem üvegházhatású gázokat érintő légszennyezés visszaszorítását szolgáló stratégiai célkitűzéseket, hiszen kifejezetten a haváriajellegű légszennyezés a leghatékonyabban a súlyos ipari balesetek és üzemzavarok kialakulásának a megakadályozásával, kockázatának a csökkentésével előzhető meg, amely katasztrófavédelmi elvárások más – a dolgozatban elemzett – stratégiai célterületek megvalósításával érvényre juttathatók.
- c) Nem végeztem kutatást az energiahatékonyság és az energiafelhasználás csökkentése témakörében. Ilyen szempontokra történő utalásokat csak abban az esetben tettem, amennyiben az elősegítette a vonatkozó szövegrészben kifejtett gondolatok kontextusba helyezését.
- d) A megújuló energiatermelés biztonságos működésével kapcsolatos kérdéseket kizárólag a fosszilis energiatermeléssel összevetésben általános jelleggel értékeltem, tehát az egyes megújuló energiatermelési módszerek egyéb specifikus biztonsági kockázatait, mint például a munkabiztonság nem képezik a dolgozat kutatási tárgyát.
- e) Nem végeztem kutatómunkát a fegyveres konfliktusokra, valamint a kibertéren kívül eső terrorcselekményekre visszavezethető iparbiztonsági vagy ellátásbiztonsági kockázatok vonatkozásában.
- f) Nem folytattam kutatást azon stratégiai szempontokat illetően, amelyek kizárólag a környezetvédelem és környezetbiztonság szakterületén bírnak relevanciával, azaz kifejezetten a normálüzemi kibocsátás és működés környezetterhelésével kapcsolatosak.

- g) Nem vizsgáltam a disszertációban részletezett célok megvalósításának gazdasági, pénzügyi, finanszírozási kérdéseit, tekintettel arra, hogy a dolgozat fő kutatási témája a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója.

Ilyen szempontokra történő utalásokat csak abban az esetben tettem, amennyiben az elősegítette a vonatkozó szövegrészben kifejtett gondolatok kontextusba helyezését.

- h) Nem célja a kutatásnak az egyes stratégiai célok kapcsán már elért eredmények bemutatása, tekintettel arra, hogy a disszertáció alapvetően az energiaágazat legfőbb aktuális kérdéseire hívja fel a figyelmet az iparbiztonság és a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója közötti összefüggések vonatkozásában.
- i) Nem képezi a dolgozat kutatási tárgyát a helyi önkormányzati szinten elfogadott stratégiák elemzése.

A kutatásaimat 2022. augusztus 15-én zártam le.

1. A KÖRNYEZETI FENNTARTHATÓSÁG GLOBÁLIS STRATÉGIAI JÖVŐKÉPÉNEK IPARBIZTONSÁGI SZEMPONTÚ VIZSGÁLATA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ENERGIAÁGAZAT BIZTONSÁGÁRA

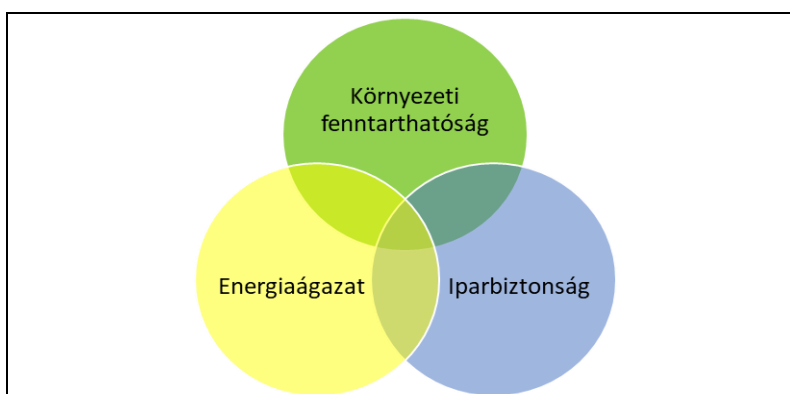
1.1 Bevezető

Jelen dolgozat három kutatási pillér kapcsolatára épül; az első a fenntartható fejlődés, illetve annak szűkebb, környezeti dimenziója, a második az energiaágazat, a harmadik pedig az iparbiztonság szakterülete. A disszertáció legelején célszerű tisztázni, hogy pontosan mi értendő a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója alatt. Magyarország Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiája (a továbbiakban: Keretstratégia) a fenntarthatóságnak négy dimenzióját különíti el: a gazdaságit, a társadalmi, a humán és a környezeti. A dokumentum szerint e négy alapvető erőforrás nélkül nem lehetséges minden nemzedék anyagi, szellemi és lelki jólétének előmozdításához szükséges javak létrehozása. [1] A környezeti dimenzió pedig valamennyi, a korunkra jellemző, antropogén eredetű, globális környezet- és éghajlatvédelmi probléma kezelésére kiterjed, különös tekintettel a biodiverzitással, a földi légkörrel és az éghajlati viszonyok alakulásával, a talaj termőképességével és a bolygónk vízkészletével kapcsolatos aggályokra. [7, 39-61. o.]

A második pillért képező energiaágazat alatt értendők mindazon alágazatok, amelyeket az Lrtv. az energiaágazat körébe sorol, valamint a megújuló energiaforrások. Az Lrtv. 1. melléklete értelmében az energiaágazat alágazatai a következők: a villamosenergia-rendszer létesítményei (kivéve az atomerőmű nukleáris biztonságára és sugárvédelmére, fizikai védelmére, valamint biztosítéki felügyeletére vonatkozó szabályozás hatálya alá tartozó rendszerek és rendszerelemek), a kőolajipar, a földgázipar, valamint a távhő. [31]

A harmadik kutatási pillért alkotó iparbiztonság – a normálüzemi kibocsátásokra fókuszáló környezetbiztonsággal szemben – a szakirodalomban általánosan elterjedt megfogalmazás szerint

„(m)indazon veszélyes tevékenység (veszélyes üzem) specifikus jog- intézmény és feladatrendszer, eljárás és eszközrendszer, illetve módszertan, amely a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel, a veszélyes áru szállítással, a nukleáris balesetek elhárításával, valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények biztonságával kapcsolatos üzemeltetői, hatósági és önkormányzati feladatok teljesítése útján a lakosság életének, és egészségének, a környezetnek és a létfenntartáshoz szükséges anyagi javaknak és szolgáltatásoknak a magas szintű védelmét szolgálja.” [35, 97. o.]



1. ábra: A disszertáció három kutatási pillérének közös metszéspontja.
Készítette a szerző.

A Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: BM OKF) honlapján világossá teszi, hogy az iparbiztonság feladatrendszerének a részét képezi a veszélyes üzemek felügyelete, a veszélyes áruszállítás ellenőrzése, a nukleárisbaleset-elhárítás, valamint a kritikus infrastruktúrák védelme. Bár az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődésben való érintettsége mind a négy tevékenysége kapcsán megállapítható, – amire a fejezetben tesztek is utalást – a dolgozatban a szakterületnek csupán az energetikai létesítmények, rendszerek és rendszerelemek működésére irányuló tevékenységét vizsgáltam.

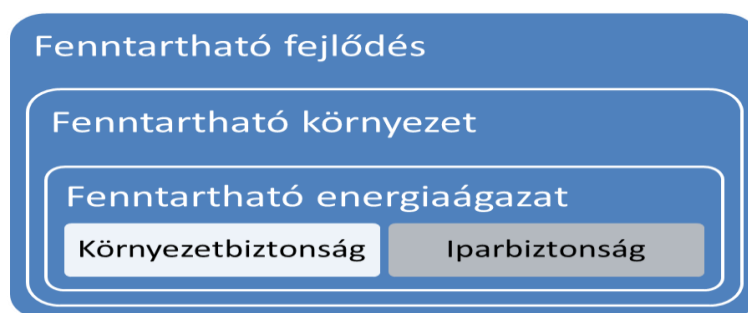
E fejezetben annak bizonyítását tűztem ki célul, hogy – figyelemmel az energetikai rendszerek biztonságos működésének a fenntartható fejlődés folyamatában betöltött alapvető szerepére – az iparbiztonság a környezeti fenntarthatóság megvalósításában stratégiai jelentőségű szakterületnek minősül, valamint, hogy a hazai stratégiaalkotásban azonosíthatóak olyan stratégiai célterületek amelyekkel, általános jelleggel juttatható érvényre az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltendő stratégiai szerepe.

Az 1.2-es alfejezetben a stratégiaalkotás céljáról, lényegéről, a helyes stratégiai tervezés feltételeiről írtam általános jelleggel, különös tekintettel azokra a stratégiaalkotási szempontokra, amelyeket a fenntartható fejlődés tárgykörébe sorolandó stratégiák készítése során javasolt szem előtt tartani.

Az 1.3-as alfejezetben a három kutatási pillér összefüggéseinek, kapcsolódási pontjainak azonosítását követően hat érv kifejtésével rámutattam az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségére.

Az 1.4-es alfejezetben pedig a főbb szupranacionális szintű fenntarthatósági stratégiák rövid bemutatását követően megvizsgáltam, hogy az iparbiztonság miként kapcsolódik a fenntartható fejlődést szolgáló, jelenleg hatályos stratégiai alapidokumentumhoz, nevezetesen az Egyesült Nemzetek Szervezete (a továbbiakban: ENSZ) Agenda 2030 programhoz, [17] valamint az Európai Bizottság 2019-2024-es időszakra vonatkozó politikai iránymutatásaihoz. [36]

Az 1.5-ös alfejezetben az energiaipari-biztonság fogalmának meghatározását és a fenntartható fejlődést közvetlenül vagy közvetve szolgáló hazai stratégiák áttanulmányozását követően azonosítottam azokat a stratégiai célterületeket, amelyek az energiaágazat, illetve az energetikai létesítmények biztonságos működését előmozdítva járulnak hozzá a környezeti fenntarthatóság megvalósításához. Ezek közül kettő stratégiai célterület általános jelleggel segíti elő az iparbiztonság minél hatékonyabb érvényre juttatásával a környezeti fenntarthatóságot.



2. ábra: Az energiaágazat biztonságának a környezeti fenntarthatóságban elfoglalt helye.

Készítette a szerző.

1.2 A stratégiaalkotás általános céljának ismertetése

A történelem során megannyiszor megtapasztalhatta az ember az események előre megtervezésének az értékét és fontosságát, a tervszerű gondolkodásmód előnyeit, legyen szó akár egy háborús helyzetről, egy konkrét csatáról, egy politikai kampányidőszakról, vagy vállalatok közötti rivalizálásról.

A hadseregek vezetői már az ókori görög városállamok által vívott háborúk során ráébredtek arra, hogy lényegesen nagyobb eséllyel kerül ki győztesen az a fél, amelyik már az ütközetek előtt világos céllal rendelkezik, és a hadjáratok kimenetelét nem bízta a pusztá véletlenre. A cél eléréséhez pedig jó stratégia kidolgozása volt szükséges. Az ütközetek közül némelyik olyannyira komoly stratégiai sikerként került a köztudatba, hogy a katonai felsőoktatási intézményekben napjainkban is tanítják. Ilyen például a szalamiszi csatával kapcsolatos stratégia megválasztása. Az első írott stratégiaelmélet pedig i.e. 300. körül

született meg az ókori Kínában, amely napjainkban szintén tananyagként szerepel a katonai főiskolákon és számos menedzserképzőn is. [37, 5. o.]

A stratégiaalkotás eredendően tehát katonai célok megvalósítására szolgáló tevékenységet jelentett. [38] Maga a stratégia szó is katonai eredetre utal, ugyanis az a görög „stratos” kifejezésből ered, ami hadsereget jelent. [10, 6. o.] Hangsúlyozandó azonban, hogy e tevékenység nem feltétlenül igényel katonai, politikai, vállalatközi vagy bármilyen egyéb rivalizálást, szembenállást. Mondhatni úgy is, hogy a stratégia szerepe jelentős mértékben bővült a történelem előrehaladtával, katonai jelentősége mérséklődött, így korunkban már olyan jövőbeli célkitűzések megvalósításában is alkalmazandó, amelyekben ellenségkép nem jelenik meg, vagy annak a cél megvalósítása szempontjából nincs túl nagy jelentősége.

Konkrét példával alátámasztva napjainkban a nagyobb támogatottságot élvező politikai pártok között jellemzően egyetértés van abban a kérdésben, hogy az üvegházhatású gázok (a továbbiakban: ÜHG) kibocsátásának a csökkentése a fenntarthatóság egyik elengedhetetlen feltétele. Tehát a konkrét célkitűzés elérése széles körű támogatást élvez, legfeljebb a cél megvalósításának a módszerében és eszközeiben merülnek fel nézetkülönbségek. Így a célkitűzést leíró stratégia voltaképpen egy közérdeket szolgál, és ezért az ilyen stratégiák nem a rivális fél feletti győzelmet hivatottak szolgálni.

Noha már a 18-19. században élő porosz katonai teoretikus Carl von Clausewitz is megállapította, hogy a stratégia nem kizárólag katonai dimenzióban értelmezhető, [39, 20. o.] a katonai gyökereket maga mögött hagyó stratégiai tervezés, mint fogalom a menedzsment és az igazgatási kontextusában csupán a 20. század második felétől kezdett elterjedni. A stratégiai menedzsment a civil területeken először a magánszféra szervezeteinél jelent meg, a közszférában azonban az általánossá vált gyakorlati alkalmazására egészen a 2000-es évekig kellett várni. [9, 3-4. o.] A gyorsuló technológiai, környezeti és – részben ezekből fakadó – társadalmi változások közepette pedig gyakorlatilag minden olyan esetben szükség van stratégiára, amikor egy adott cél eléréséhez nem vezet nyílegyenes út, vagy ha erőforrások hatékony alkalmazásáról felhasználásának sorrendjéről kell döntenie. [3, 9. o.]

A stratégiaalkotásnak napjainkra jellemző sokszínűségéből és heterogenitásából következően a stratégiai dokumentumok már számos szempont szerint csoportosíthatók. A közszektorban általánosabb megközelítés alapján megkülönböztethetők a szervezeti és intézményi, az ágazati szakpolitikai, az átfogó nemzeti, valamint az országokon átívelő konföderatív szintű, mint például európai uniós stratégiák. [9, 6. o.] Fontos, hogy a különböző

szinteken elhelyezkedő stratégiai dokumentumok között az összhang biztosított legyen, azaz ne álljon elő olyan helyzet, hogy például egy szervezeti stratégia egy magasabb szintű stratégiával szembemenő célkitűzést tartalmaz. A mindenkori kormány az ágazati stratégiai dokumentumok megalkotásával meghatározza egy-egy szakpolitikai területre vonatkozóan a legfontosabb stratégiai jelentőségű szempontokat, szakpolitikai célokat, valamint a célok eléréséhez szükséges szakpolitikai eszközöket. A szakpolitikai célok és eszközök (például szabályozás, szervezetalakítás) az ágazati stratégiák szükséges elemei. [9, 7-12. o.]

Definíciószerűen megfogalmazva a stratégia nem más, mint „(...) egy bizonyos célállapot elérése érdekében végzendő cselekvések hosszabb távú terve, amely a végrehajtáshoz szükséges erőforrások biztosítását időben kiterjedten gondolkodva teremti meg. A stratégiai tervezés pedig (...) ennek a hosszú távú tervnek a módszertanilag következetes kidolgozása, beleértve a ciklikusan visszatérő újratervezés és finomhangolás fontosságát is.” [9, 3-4. o.] Látható, hogy a katonai elemek megléte már a stratégia fogalma alapján sem szükségszerű velejárója a stratégiaalkotásnak, egy lényeges szempontot azonban mindenképpen ki kell emelni, ami a stratégiaalkotás katonai eredetét vagy jellegét minden esetben sejteti. A stratégiaalkotó célja és a cél megvalósítását akadályozó, hátráltató – természeti, politikai, finanszírozási, infrastrukturális, kulturális, humán és mentális – körülmények között ugyanis egyfajta ellentét, úgyszólván konfliktushelyzet áll fenn. [39, 36. o.] Másként fogalmazva nem beszélhetünk stratégiáról olyan esetben, amikor a célok könnyedén elérhetők, azaz a tét minimális. Tulajdonképpen ez az, ami a stratégiát az egyszerű tervtől megkülönbözteti. Ez utóbbi mindössze egy eseménysort feltételez, amely az egyik helyzetből a másikba történő eljutást biztosítja. Az idézett definícióból is kiolvasható, hogy a stratégia megvalósítása során a gyakorlatban ritkán kerül sor rendezett előrehaladásra a megfelelő irányba. Ehelyett a folyamat állapotok sorozatán keresztül halad előre, amelyek nem minden esetben felelnek meg az elvárásoknak vagy a reményeknek, és ezért szükségessé válik az eredeti stratégia újragondolása és módosítása. [3, 26. o.] Például egy új, könnyen hozzáférhető, környezetbarát energiaforrás felfedezése az addig alkalmazott energiamix módosítását tehetné indokolttá, ami részben vagy – extrém esetben akár – egészen annulálhatja a korábban meghatározott energiasztratégiai célokat. A stratégia jövőre irányultsága tehát magában hordoz egyfajta bizonytalanságot is a becsült jövőbeli események alakulásával kapcsolatban. [9, 5. o.] Az amerikai Strategic Thinking Institute vezérigazgatója Rich Horwath is utal arra, hogy a stratégia megalkotójának el kell fogadnia, hogy nem állhat rendelkezésére minden információ, és nem láthatja előre az események spektrumát, ami

egyfajta bátorságot, a bizonytalanság elfogadásának a képességét is megköveteli tőle. [40, 5. o.] E bizonytalanság azonban a tervezés során a Szenárió- (forgatókönyv-) elemzéssel, kockázatkezelési tervvel, folyamatos méréssel és az újratervezhetőséggel ellensúlyozható. [9, 5. o.] Ezen általános bizonytalansági faktoron túlmenően a nemzeti szinten elfogadott stratégiai dokumentumoknak van egy további – az előző bekezdésben említett hierarchikus viszonyra visszavezethető – sajátossága, ami hatással van a stabilitásukra. Ez pedig nem más, mint a hasonló tárgyú nemzetközi, szupranacionális szinten elfogadott stratégiákkal való összhang megléte. Ebből következően Magyarországnak – az ENSZ és az EU tagjaként – a fenntarthatósági és környezetvédelmi stratégiai dokumentumait is a vonatkozó nemzetközi és európai uniós stratégiák és jogi kötelezettségek keretei között kell alakítani és végrehajtania. A hazai fenntarthatósági politika külső keretét meghatározó nemzetközi dokumentumok elfogadásának és végrehajtásának ütemezése azonban csupán részben egyezik meg a magyar stratégiák menetrendjével, ezért ez utóbbiak folyamatos frissítése válik szükségessé az ENSZ és az EU szakpolitika-alkotásának függvényében. [7, 243-244. o.]

A stratégia fontos tulajdonsága az írásbeliség, azaz dokumentált módon kell elkészíteni. [9, 5. o.] Ezen alkotómunka jelentőségét növeli, hogy a stratégiák születési körülményei, azok jellege és tartalma az adott nemzet aktuális stratégiai kultúráját, illetve annak egyes elemeit tükrözi vissza. [41] A stratégiák elfogadását megelőző komoly tudományos adatgyűjtés és széleskörű szakmai vita lehetőséget biztosít arra is, hogy a terveknek megfelelő jogszabályokat a szabályozott közösségek könnyebben végrehajtsák. E dokumentumok további lényeges sajátossága ugyanis, hogy lebontják, operacionalizálják az általános kötelezettségeket, értékeket és iránymutatást biztosítanak a jogalkotás, valamint a jogalkalmazás számára, voltaképpen egyfajta hidat képeznek a tudományos eredmények és a jogi normák között. [7, 243. o.]

A fentebb felsorolt ún. hátráltató körülmények heterogenitásából is alappal lehet következtetni arra, hogy a stratégiai gondolkodásmód egyfajta horizontális szemléletet feltételez, a stratégiaalkotás pedig ebből következően horizontális vizsgálódást és holisztikus megközelítést igényel. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a stratégiák megalkotásakor tekintettel kell lenni egymással látszólagosan szoros kapcsolatot nem mutató szempontok összevetésére is. Vizsgálni szükséges, hogy egy-egy stratégiai célkitűzés gyakorolhat-e bármilyen hatásokat más tudomány- és/vagy szakterületek, tudományágak, ágazatok, szektorok stb. vonatkozásában, és ha igen, milyen? Megvalósítása nem eredményezne-e kontraproduktív helyzetet, ad absurdum nem ütközik-e más dokumentumban lefektetett

stratégiai célkitűzésbe? Kérdésként merülhet fel, hogy az így feltárt esetleges negatív következmények mennyiben teszik szükségessé a tervezett célkitűzés módosítását, vagy adott esetben annak elhagyását? Minél kiterjedtebb horizontális szempontú vizsgálatot folytat le a stratégiaalkotó, annál valószínűbb, hogy a stratégia jól használható lesz, és helyes iránymutatásként fog szolgálni a döntéshozók számára.

A stratégiaalkotásnak többféle módszertana lehet, azonban minden esetben kerülendő a túlzottan technokrata jellegű stratégiaalkotás, amelyet maga Clausewitz is kritikával illetett. [39, 20. o.] Mindenekelőtt fontos hangsúlyozni, hogy a stratégiaalkotás nem csak a stratégiai tervezési, hanem az informális vagy spontán stratégiaalkotási folyamatokra is kiterjed. [10, 8. o.] A célokhoz rendelt eszközök és mérőszámok szigorú rendszerét leginkább megvalósító stratégiák túlságosan rugalmatlanok, nehezen tudnak alkalmazkodni a jövőben esetleg megváltozó körülményekhez. Olyan szűk egyirányú utat határoznak meg, amelyről való letérés az egész stratégia használhatatlanságát vonja maga után. Különösen az országstratégiák esetében javasolt kerülni a merevséget, a célok túlkonkretizálását, valamint az eszközök túldefiniálását, mivel a körülmények folyamatos alakulása következtében lehetőségeink is változnak, a stratégia megalkotásakor adekvát eszközök az idő múlásával hasznavehetetlenné válhatnak. Emellett a túlrészletezett, hosszú körmondatokban, megfogalmazott stratégiai dokumentumok nehéz értelmezhetőségük okán is körülményesebbé tehetik a célok megvalósítását vagy akár meg is hiúsíthatják azokat, kontraproduktív helyzetet eredményezve ezzel. [39, 20-29. o.]

A túlzottan technokrata jellegű stratégiaalkotással kapcsolatos bizonyos aggályok szemléltetésére megfelelő példa lehet Charles Eisenstein matematika és filozófia végzettségű, amerikai szerzőnek az ún. mennyiségelvű szemlélettel kapcsolatos álláspontja. Eisenstein „*Klíma – Átfogó megoldások egy élhető jövőért*” c. könyvében rámutat arra, hogy a tudomány világában gyakran alkalmazott mennyiségelvű megközelítés, illetve számszerűsítésen alapuló gondolkodás a megfigyelendő jelenségek mérhetőségére helyezi a hangsúlyt. Ebből következően a nem mérhető, vagy nehezen számszerűsíthető problémák, anomáliák vagy egyéb akadályok jelentősége nagymértékben lecsökken, így – ha nem is kerülnek ki teljesen a kezelendő problémák köréből – azok a megoldandó feladatok listáján jó eséllyel háttérbe szorulnak. Ez a megközelítés vezetett például ahhoz, hogy a globális átlaghőmérséklet mérésével jól számszerűsíthető éghajlatváltozás, és annak kialakulásában a jelenlegi irányadó tudományos álláspont szerint közrejátszó, szintén számokban meghatározható ÜHG-kibocsátás – és főként a szén-dioxid-kibocsátás – került a

környezetvédelem középpontjába. Ehhez kapcsolódó következtetés szerint pedig a fosszilis tüzelőanyagok kiiktatásával az éghajlatváltozás megfelelően kezelhető. A mennyiségalapú szemlélet jellemzője továbbá, hogy a számokkal kapcsolatban felmerült hibák kiküszöbölhetőek abban az esetben, ha még szélesebb körben végzünk számításokat. Be kell látni azonban, hogy mindenre kiterjedő mérések nem végezhetők, ugyanis aminek nem tulajdonítunk értéket, az minden esetben ki fog maradni. [12, 49. o.] Emellett pedig fontos kiemelni, hogy a környezetünkben globális szinten tapasztalható változások okai olyan mélyen gyökereznek, amelyek megállításának a dekarbonizáció szükséges, azonban nyilvánvalóan nem elégséges feltétele. [12, 66-67. o.] Eisenstein álláspontjából következtetesként levonható, hogy a környezeti fenntarthatóság megvalósítását szolgáló stratégiai tervezés esetében különösen aggályos lehet a mennyiségelvű hozzáállás problémamegoldó jellegének túlértékelése.

A stratégiai gondolkodás a rövidtávúságon és a trivialitáson való felülemelkedés képességét feltételezi, amely elősegíti a hosszútávú következmények felismerését és a tüneteknek a valódi okoktól való elhatárolását. [3, 9. o.] A napjainkban tapasztalható környezeti problémák – például a Föld hőmérsékletének a 20. század kezdetétől világátlagban 0,7 °C-os emelkedése [42, 10. o], az éghajlatváltozás, a hőhullámok, hőmérsékleti ingadozások, az erdőtüzek és árvizek megnövekedett gyakorisága – minden bizonnyal egy nagyobb probléma tünetei, [12, 51. o.] amelyek kialakulásában – számos tudományos álláspont szerint igencsak nagy mértékben – antropológiai eredetű okok is szerepet játszanak.

A stratégia legtöbbször egy ilyen hosszú távon megoldandó, kezelendő tényleges probléma – és nem tünet (!) – azonosításával, annak leírásával kezdődik. A tervezést végző szervezet először a kiinduló állapot leírását elemzését végzi el, amely történhet például SWOT analízissel, vagy a helyzet minél pontosabb meghatározását szolgáló más hasonló módszerrel. [9, 4. o.] A kiinduló állapotot meghatározó tényleges problémát a jelen dolgozat témája szempontjából a legjobban és lényegre törően a Keretstratégia a következő mondataiban foglalja össze. Eszerint „*(a) világban számos súlyos következménnyel fenyegető, egyértelműen fenntarthatatlan folyamatot láthatunk. Az emberiség a 20. század második felére olyan gazdálkodási – termelési és fogyasztási – módot alakított ki, amely egyre gyorsuló ütemben éli fel az emberi létezés alapját jelentő természeti környezet elemeit, kipusztítva más fajokat a Föld felszínéről, megváltoztatva az éghajlatot, jelentősen megcsapolva a nem megújuló nyersanyag- és energiaforrásokat.*” [1] A hangsúly tehát a folyamat fenntarthatatlanságán van. Ez a szó a legtömörebb kifejezése annak a stratégiai

problémának, amelyet kezelni szükséges. A kiinduló helyzetállapot leírását követi a küldetésnyilatkozat (misszió), illetve a jövőkép vagy vízió meghatározása, [9, 4. o.] amely megítélésem szerint magában foglalja az adott stratégia vonatkozásában az elérendő legátfogóbb, végleges stratégiai célt, azaz jelen esetben a fenntarthatóság megvalósítását. A stratégiaalkotás következő lépése pedig – a két állapotot összekötő – célok, célkitűzések meghatározása. A kiindulóponttól a célállapothoz vezető utat cselekvések ok-okozati sorrendjében szükséges meghatározni, amelyek voltaképpen az eszközök, erőforrások felhasználásának módját jelentik. [9, 4. o.]

Elvonatkoztatva a stratégia kidolgozásának egymást követő technikai lépéseitől, alapvető fontosságú annak tisztázása is, hogy mi tekinthető stratégiai jelentőségű kérdésnek, mi mindent kell e meghatározás alatt érteni? A londoni King's College professzor emeritusa, Lawrence Freedman a stratégiai jelentőségű döntéseket a rutin jellegű határozatokkal állítja szembe, az előbbieket fontosságát hangsúlyozva. [3, 9. o.] Úgy vélem, hogy minden olyan ágazat, alágazat, szakterület, amelynek elhanyagolása megghiúsítja vagy jelentősen megnehezíti a végleges, legátfogóbb stratégiai cél vagy jövőkép – jelen esetben a fenntartható fejlődés – megvalósítását, stratégiai jelentőségűnek tekintendő. A következő két alfejezetben azt vizsgálom, hogy az iparbiztonság az energiaágazat biztonságos működését szolgáló szakterületi feladatával milyen szerepet tölt be a fenntartható fejlődésben, bizonyítva ezzel a szakterületnek a fenntarthatóság megvalósításában betöltött stratégiai jelentőségét.

1.3 A fenntarthatóság, az energetika és az iparbiztonság összefüggései

1.3.1 Az energiaágazat egyedülálló szerepe a környezeti fenntarthatóság alakulásában

A stratégiai tervezésnek elengedhetetlen feltétele a hosszú távú cél vagy jövőkép – jelen esetben a fenntarthatóság – pontos meghatározása, fogalmának és egyéb jellemzőinek a tisztázása és ismertetése, amelyet a stratégiaalkotással el kívánunk érni. A fenntarthatóság, illetve a fenntartható fejlődés meglehetősen összetett, átfogó stratégiai kérdésként értelmezhető, amelynek megvalósításában a Föld valamennyi országára komoly szerep hárul. Globális jelentőségét az adja, hogy a környezetterhelés csökkentésétől, a természeti erőforrások fenntartható használatától függ voltaképpen a teljes emberiség jövője. [43] Bartus Gábor környezetgazdász szavaival élve *„(b)ár a fenntartható fejlődés fogalma sokszor tűnik ködösnek, a fenntarthatóság követelményeinek figyelembevétele mégis legelemibb érdekünk, mert a fenntarthatóság helyes mai érvényesítése a jövő jólétének alapja.”* [44, 2. o.] Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottságának 1987. évi *„Közös jövőnk”* című Brundtland-

jelentésében rögzített meghatározás értelmében „(a) fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.” [45] A Világ Tudományos Akadémiáinak Nyilatkozata (Tokió, 2000) megfogalmazásában pedig „a fenntarthatóság az emberiség jelen szükségleteinek kielégítése, a környezet és természeti erőforrások jövő generációk számára történő megőrzésével egyidejűleg”. [1] Brundtland-féle meghatározás lett a fenntartható fejlődés fogalmának legelfogadottabb értelmezése. [46] A mai értelemben vett átfogó környezetvédelmi szemlélet, gondolkodás és értékrend nem sokkal korábban, az 1970-es években alakult ki. Ennek kiváltó okai között a népességrobbanást, a gyors ipari termelésbővülést és fogyasztásnövekedést, a szennyezőanyag-kibocsátást és hulladéktermelést, a természetidegen vegyi anyagok használatát, valamint a természeti javak visszafordíthatatlan károsítását lehet említeni. [47]

A magyar Alaptörvényben szintén hangsúlyos elemként jelenik meg a fenntarthatóság kérdése és azzal összefüggő bizonyos környezet- és természetvédelmi szempontok. A Nemzeti hitvallás egyrészt kimondja, hogy „*Vállaljuk, hogy (...) a Kárpát-medence természet adta és ember alkotta értékeit ápoljuk és megóvjuk. Felelősséget viselünk utódainkért, ezért anyagi, szellemi és természeti erőforrásaink gondos használatával védelmezzük az utánunk jövő nemzedékek életfeltételeit.*” [48, Nemzeti Hitvallás] A G) cikk értelmében „*Magyarország védelmezi állampolgárait*”. [48, G) cikk (2).]

Az Alaptörvény P) cikke ezen túlmenően rögzíti, hogy „(a) *természeti erőforrások, különösen a termőföld, az erdők és a vízkészlet, a biológiai sokféleség, különösen a honos növény- és állatfajok, valamint a kulturális értékek a nemzet közös örökségét képezik, amelynek védelme, fenntartása és a jövő nemzedékek számára való megőrzése az állam és mindenki kötelessége.*” [48, P) cikk (1).] A Q) cikk pedig kimondja, hogy „*Magyarország a béke és a biztonság megteremtése és megőrzése, valamint az emberiség fenntartható fejlődése érdekében együttműködésre törekszik a világ valamennyi népével és országával.*” [48, Q) cikk (1).]

Az Alaptörvény környezetvédelmi tárgyú rendelkezései ugyancsak szolgálják a fenntartható fejlődést. A XX. cikk szerint Magyarország a testi és lelki egészséghez való jog érvényesülését egyebek mellett a környezet védelmének a biztosításával segíti elő. [48, XX. cikk (1-2).] A XXI. cikk értelmében „*Magyarország elismeri és érvényesíti mindenki jogát az egészséges környezethez.*” Ugyanezen cikk mondja ki azt is, hogy „(a) *ki a környezetben kárt okoz, köteles azt – törvényben meghatározottak szerint – helyreállítani vagy a helyreállítást*

költségét viselni. (...) Elhelyezés céljából tilos Magyarország területére szennyező hulladékot behozni.” [48, XXI. cikk (1-3).] A 38. cikk pedig a nemzeti vagyon kezelésének és védelmének céljaként határozza meg többek között a természeti erőforrások megóvását, valamint a jövő nemzedékek szükségleteinek figyelembevételét. [48, 38. (1).]

Ezzel összefüggésben fontos kiemelni, hogy hazánkban – összhangban a nemzetközi gyakorlattal – a fenntartható fejlődés kérdésköre stratégiai jelentőséggel bír. [1] Tekintettel azonban arra, hogy a jelen dolgozat első pillérét a fenntarthatóságnak csupán a környezeti dimenziója képezi, fontosnak tartom e kutatási pillér aktualitásának alátámasztását, amelyhez a WEF globális kockázatjelentéseit (angolul: Global Risk Reports) veszem alapul.

Az alábbi táblázatból jól kiolvasható, hogy míg a 2010-es jelentésben a globális stabilitást a bekövetkezési valószínűség szerint a legnagyobb mértékben veszélyeztető öt tényező között még egy környezeti kockázat sem szerepel, addig a 2020-as jelentés ötös toplistája már kizárólag ilyen kockázatokat említ. [49] A 2021-es jelentés listája szerint pedig – a koronavírus-járvány átfogó egészségügyi és egyéb társadalmi, politikai és különösen gazdasági következményei ellenére – továbbra is a környezethez köthető kockázatok vannak túlsúlyban a megélhetésünket leginkább veszélyeztető tényezők között. [50]

1. táblázat: A WEF 2010-es 2020-as és 2021-es jelentése által meghatározott öt legnagyobb globális kockázat. Készítette a szerző. Forrás [49] [51] [52] [53]

	2010	2020	2021
1.	Eszközár-összeomlás	Szélsőséges időjárási jelenségek	Szélsőséges időjárási jelenségek
2.	Kínai gazdaság lassulása	Éghajlatváltozás elleni fellépés kudarca	Éghajlatváltozás elleni fellépés kudarca
3.	Krónikus betegségek	Biológiai sokféleség csökkenése	Ember által okozott természeti katasztrófák
4.	Pénzügyi válságok	Jelentős természeti katasztrófák	Fertőző betegségek
5.	Hézagok a globális kormányzásban	Ember által okozott természeti katasztrófák	Biológiai sokféleség csökkenése

 Gazdasági

 Társadalmi

 Környezeti

 Geopolitikai

A dolgozat második pillérét képező energiaágazat jelen kutatásban képviselt relevanciájának az egyértelműsítése érdekében célszerű felidézni azokat a gondolatokat, amelyek az energetika és a fenntartható fejlődés közötti kapcsolatra mutatnak rá. Ehhez mindenekelőtt az energiaágazat kiemelt társadalmi-gazdasági súlyára szükséges utalni,

amelyhez egyes Lrtv.-ben szereplő ágazatok és alágazatok energiaágazattal való kapcsolatának vizsgálata megfelelő kiindulási alapként szolgálhat.

A törvény 1. melléklete alapján megállapítható, hogy az abban nevesített valamennyi ágazat funkcionálása valamilyen formában az energetikai rendszerek épségétől, működésének minőségétől függ. Az energiaellátás akadályozottsága, vagy hosszabb-rövidebb időre történő kiesése gyakorlatilag az összes többi ágazat működését is korlátozza, vagy extrém esetben akár el is lehetetlenítheti. Az energiaágazat nélkülözhetetlen társadalmi jelentősége különösen azon alágazatok kapcsán állapítható meg, amelyek akár rövid időre való kiesésével az alapvető életfeltételek ellátása szűnhet meg, mint például az ivóvíz-szolgáltatás.

Hogy a fenntarthatóságnak kifejezetten a környezeti dimenziójában az energiaágazat milyen szerepet tölt be, ahhoz először az ipari fejlődés és az energetika közötti kapcsolatot érdemes megvizsgálni. Miként arra a Cambridge-i Egyetem emeritusa Michael Kelly mérnök és kutató egy 2019 novemberében *„Energia-utópiák és a mérnöki realitás”* címmel tartott előadásában is rámutatott, *„(a) modern civilizáció hajtóereje az energia.”* [54, 23. o.]

A történelem során az ipari forradalmak vívmányai voltaképpen az emberiség egyre növekvő energiaigényének fedezését célozták. Az első ipari forradalom a gőzenergia használatba vételével és a gyártásgépesítéssel vette kezdetét a 18. században. [55] Mindazonáltal az emberiség energiafogyasztása a 19. századra már majdhogynem háromszorosára nőtt, a 20. században pedig már hozzávetőleg tízszer annyi energiát fogyasztottunk, mint az azt megelőző ezer évben. Mindez a környezet állapotát is negatívan befolyásolta. Példaként említve az elégetett szén kéntartalmának és a levegő nedvességének a kölcsönhatásával előállt savas esők a talaj összetételét és a növénytakarót egyaránt károsították, a városokban és környékükön pedig a légszennyezés mértéke vált kimagaslóvá. A 19. század végén jelentkező második ipari forradalom azonban – a szén nyílt terű égetésén alapuló, erősen szennyező gőzgépek leváltásával, és a belső égésű motorok kifejlesztésével, [7, 35-36. o.] az elektromosság, valamint a gyártósorokkal felgyorsított termelés felfedezésével [55] – környezeti szempontból is jelentős változást idézett elő. [7, 36. o.] A 20. század második felében kezdődő harmadik ipari forradalom óta programozható memóriájú vezérlőkkel és számítógépekkel már teljes gyártási folyamatokat vagyunk képesek automatizálni, [55] és erre az időszakra esik az információs, valamint a nukleáris technológiák elterjedése is. Ez utóbbi tette lehetővé a fosszilis energiaforrásoktól független, légszennyezést nem okozó, nagyüzemi energiatermelést. [7, 36. o.] Bár e környezet- és éghajlatvédelmi szempontokat némileg beárnyékolja az Institute for European Environmental Policy think

tank 2020 áprilisában közzétett elemzése, amely szerint az emberiség által 1751 óta kibocsátott szén-dioxid mennyiség több mint fele az utóbbi 30 évben került a légkörbe. [56]

A közelmúltban azonban a negyedik ipari forradalom (a továbbiakban: Ipar 4.0) szakaszába léptünk, amely az információs és kommunikációs technológiáknak immár ipari alkalmazását jelenti. [55] Ezen új korszak jellemzője a digitalizáció, valamint az egyes technológiák exponenciális fejlődése és elterjedése. [7, 34. o.] A robotok és az ember hatékony együttműködése pedig már egy új, ötödik ipari forradalom az (rövidítve: Ipar 5.0) kibontakozásaként értelmezhető. [57] Jóllehet még nem teljesen ismert, hogy az Ipar 4.0 hosszútávon milyen hatást fog gyakorolni a fenntartható fejlődésre, az újszerű megoldások környezettudatos alkalmazása – észszerű fogyasztási szokások mellett – jelentős környezeti előnyökkel járhat. [58]

A fogyasztással összefüggésben példaként érdemes utalni Vaclav Smil cseh-kanadai környezetvédelmi szakértő 2021-ben megjelent *„Grand Transitions: How the Modern World Was Made”* c. könyvére, amelynek egyik fő üzenete, hogy a Föld bioszférájának megóvásához nem elegendő csupán a kibocsátások korlátozása, hanem a túlfogyasztás – köztük a pazarló energiafelhasználás – kiküszöbölése egyaránt szükséges. [59] Hasonló következtetésre jutott a már említett, korábban megjelent könyvében Charles Eisenstein is, aki a túlfogyasztás és a növekvő energiaigény problémáját – a mennyiségelvű megközelítésből eredeztethető – az ÜHG-kibocsátási kvótákra eltúlzottan nagy hangsúlyt helyező narratíva következtében potenciálisan háttérbe szoruló környezetet veszélyeztető kockázati tényezők között említi. [12, 245-252. o.] A túlfogyasztás problémája a magyar stratégiaalkotásban is hangsúlyt kap. Erre szemléletes példaként a Nemzeti Vízstratégiát (Kvassay Jenő Terv) célszerű felhozni, amely az anyag- víz- és energiapocsékolást, valamint a fokozott hulladéktermelést eredményező fogyasztói társadalmi magatartásformát a dokumentumban meghatározott célok megvalósítását gátló tényezők közé sorolja. [60, 83. o.] A Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia pedig kimondja, hogy *„(a) jelenlegi energaintenzív és sokszor pazarló élet- és termelési módok mellett nem, vagy csak sokkal nehezebben és költségesebben érhető el és tartható fenn a klímasemleges működés.”* [23, 97. o.] Ehhez kapcsolódóan általános tényként megállapítható, hogy a társadalom értékrendjében egyelőre az anyagi jólét elérése és biztosítása jellemzően nagyobb súllyal van jelen a környezet minőségének értékeléséhez képest, ami gyakran fenntarthatatlan fogyasztási magatartásformákban nyilvánul meg. [61, 157. o.] A jövőre vonatkozóan a szemléletformálás és az energiatudatosság kapcsán azonban fontos iránymutatásként szolgál a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, [2] a Nemzeti

Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig vonatkozó részei, [24] valamint az Energia- és Klímatudatossági Szemléletformálási Cselekvési Terv. [62]

Az energiaágazat környezetre gyakorolt erős hatását támasztja alá az a tény is, hogy 2016-os adatok szerint a hazai ÜHG-kibocsátásért legnagyobb részben (72,6%) az energiaszektor felelős, beleértve a közlekedési, mezőgazdasági, ipari célú tüzelőanyag felhasználást, valamint az épületállományhoz kapcsolódó kibocsátást egyaránt. A második legnagyobb kibocsátó a mezőgazdaság 11,2%-os részesedéssel. Ezt követi az ipari folyamatok, oldószerek és egyéb termékek előállítása, használata 10,5%-os, és végül a hulladékszektor 5,7%-os arányszámmal. [2, 56. o.]

Következésképp megállapítható, hogy az energiaágazat kibocsátás-csökkentése számottevő mértékben járul hozzá a társadalmak ökológiai lábnyomának csökkentéséhez is, [63, 63-64. o.] amelynek adatai gyakran szolgálnak érvként a jelenlegi életmód fenntarthatóságával kapcsolatos vitákban. Az ökológiai lábnyom *„(...) azt méri, hogy életvitelünknek mennyi környezeti erőforrásra van szüksége, mekkora a területigénye szárazföldről és a tengerfelületekből önmagunk fenntartásához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez, és hogy ezek által mekkora a természeti környezetre gyakorolt hatása. Értéke kiszámítható egyes emberekre, csoportokra, régiókra, országokra vagy vállalkozásokra egyaránt.”* [64] Ha az idézett fogalmat az energiaágazatra vetítjük, akkor elmondhatjuk, hogy a környezeti erőforrások magukban foglalják a felhasznált energiaforrásokat, és azok kitermelése és felhasználása érdekében feláldozott egyéb környezeti elemeket. A területigény és a hulladékok körébe pedig beletartoznak az energetikai rendszerek és rendszerelemek által elfoglalt területek, megtermelt hulladékok, valamint tágabb értelemben – a természeti környezetre gyakorolt hatás tekintetében – voltaképpen a kibocsátott ÜHG és egyéb káros gázok is.

Az ökológiai lábnyommal szorosan összefüggő fogalom az ökológiai egyenleg, amely *„azt mutatja, hogy egy ország területén rendelkezésre álló természeti erőforrásokból (biokapacitás) mennyit veszünk igénybe (ökológiai lábnyom).”* [65, 122. o.] Az az ország, amelynek felhasználása túllépi biokapacitását, ökológiai deficitbe kerül. Megjegyzendő, hogy a legtöbb országhoz hasonlóan Magyarország is negatív ökológiai egyenleggel rendelkezik, azonban országunk ökológiai deficitjének mértéke a rendszerváltozás előtti évtizedekhez viszonyítva mérséklődött. A Föld saját éves biokapacitását a 2021-es évben július 29-én lépte túl. Az azt megelőző esztendőben viszont erre még majdhogynem egy hónappal később, augusztus 22-én került sor. [65, 122. o.] Az ökológiai lábnyom tehát a fenntartható fejlődés

ütemének egy alapvető indikátora, amelynek alakulásában az energiaágazat kiemelt szerepet játszik.

Egyértelmű tehát az összefüggés az energiaigények kielégítését célzó (energia)ipari fejlődés és a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója között. A Nemzeti Energia- és Klímaterv a gazdasági szektor tekintetében explicite ki is mondja, hogy *„kiemelt cél az ipari teljesítmény megőrzése, valamint további bővítése mellett is a fenntartható és klímabarát energiagazdálkodás”*. [25, 50. és 93. o.] Hasonló következtetésre juthatunk abban az esetben is, amennyiben az energetika és a fenntarthatóság környezeti dimenziójának kapcsolatát hazánk energiapolitikai stratégiai érdekeinek a vizsgálatán keresztül próbáljuk azonosítani. Magyarország legfőbb aktuális energiapolitikai célja az energiafüggetlenség, az energiaszuverenitás és ezáltal az energiabiztonság erősítése, ami az energiahatékonyság növelésével, az energiaforrások minél szélesebb skálájának – főként a hazai, elsősorban megújuló energiaforrásoknak és a nukleáris energiának – a felhasználásával, a piaci integráció erősítésével és egy diverzifikált ellátási portfólió kialakításával érhető el. [25, 26. o.]

E felsorolásból is már egyértelműen lehet következtetni az energiastratégiai célok és a fenntarthatóság környezeti dimenziója közötti szoros kapcsolatra. A környezeti szempontokkal való közvetlen összefüggés pedig az energiahatékonyságra, valamint az energiaforrások fajtájára történő utalás kapcsán állapítható meg. Az energiahatékonyságról szóló törvény értelmező rendelkezései szerint ugyanis az energiahatékonyság *„a teljesítményben, a szolgáltatásban, a termékben vagy az energiában kifejezett eredmény és a befektetett energia hányadosa”*. [66, 1. § 6.] Hétköznapi értelemben fogalmazva az energiahatékonyság lényege, hogy minél kevesebb energiaforrás felhasználásával lehessen fedezni az energiaszükségleteket, minél alacsonyabb legyen az energiaveszteség.

Az energiahatékonyság fokozása tehát a fentebb említett pazarló energiafelhasználás kiküszöbölésének egyik kézenfekvő módja. Ezzel egyszerre csökkenthető a természeti erőforrások kiaknázásának mértéke, illetve az energia felhasználásából származó környezetszennyezés szintje. Az energiaforrások típusát illetően viszont fontos megjegyezni, hogy egyes stratégiákban a megújuló energiaforrások és a nukleáris energia mellett a hazai fosszilis energiahordozók környezetkímélő kitermelése is lényeges szempontként jelenik meg. A Nemzeti Biztonsági Stratégia (a továbbiakban: NBS) például kimondja, hogy *„(b)iztosítani kell a hazai szén- és lignitvagyon stratégiai tartalékként történő megőrzésének, (...) környezetkímélő hosszú távú hasznosításának lehetőségét”* [22] is. Az új Nemzeti Energiastratégia [24, 24-25 és 53. o.] és a Nemzeti Energia- és Klímaterv [25, 112-113. és

135. o.] szintén stratégiai tartalékként határozza meg a lignitalapú termelés lehetőségét, és utal a magyar szénhidrogénvagyon hasznosításának az elősegítésre, valamint a nem-konvencionális kőolaj kutatásának és kitermelésének ösztönzésére. A hazai szénhidrogén és ásványi nyersanyagok kitermeléséről bővebben az Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv [67] szól.

A 2022 februárjában kitört orosz-ukrán válsághelyzetre visszavezethető, összeurópai szinten érzékelhető és főként a földgáz körül kibontakozó ellátásbiztonsági aggályok hatására az országunk területén található energiahordozók – köztük a tűzifa, a lignit és barnakőszén, a földgáz és a geotermikus energia – nagyobb arányú kitermelésének és a földgázfelhasználás csökkentésének az igénye határozottan növekedett, amelyet a kormánynak ugyanez év júliusában elfogadott, energia-veszélyhelyzetet kihirdető hétpontos terve [68] is tükröz. Mindazonáltal magától értetődő, hogy az alacsonyabb környezetterheléssel járó energiatermelésre és felhasználásra irányuló stratégiai célok a környezeti fenntarthatóság folyamatát erősítik. Következésképpen ezen energiapolitikai célok a környezetbiztonság vizsgálati tárgykörébe is sorolhatók, ami az iparbiztonsággal rokon szakterületnek számít. A környezetbiztonság ugyanis – annak definíciószerű értelmezése alapján – *„a környezeti elemek védettségi állapotának mértékét fejezi ki az emberi tevékenységek, az ember által működtetett műszaki, technológiai folyamatokkal, rendszerekkel szemben, ugyanakkor azt az állapotot jelképezi, amikor a természet, a környezet sem közvetlenül, sem pedig az emberi tevékenységeken keresztül nem veszélyeztetni sem az embert, sem pedig annak természetes és mesterséges környezetét”*. [69, 16. o.] Napjainkban elterjedt álláspont szerint pedig már a nemzetbiztonságnak is ki kell terjednie – a politikai, területi és katonai biztonságon kívül egyebek mellett – az ökológiai biztonságra. [70]

Visszakanyarodva az alfejezetnek a dolgozat kutatási pillérei között meglévő összefüggésekre rámutató eredeti rendeltetéséhez, összegzésként elmondható, hogy az energiaágazat – a más ágazatok funkcionálásában, valamint az ipari-gazdasági fejlődésben betöltött alapvető szerepével, a környezetre gyakorolt intenzív hatásával, így az ökológiai lábnyom alakulásában betöltött kiemelt jelentőségével, valamint az energiastratégiai célok és a fenntarthatóság környezeti dimenziója közötti szoros kapcsolatból fakadóan – a környezeti fenntarthatóságban egyedülálló szerepet tölt be.

1.3.2 Az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóságban betöltött stratégiai jelentősége

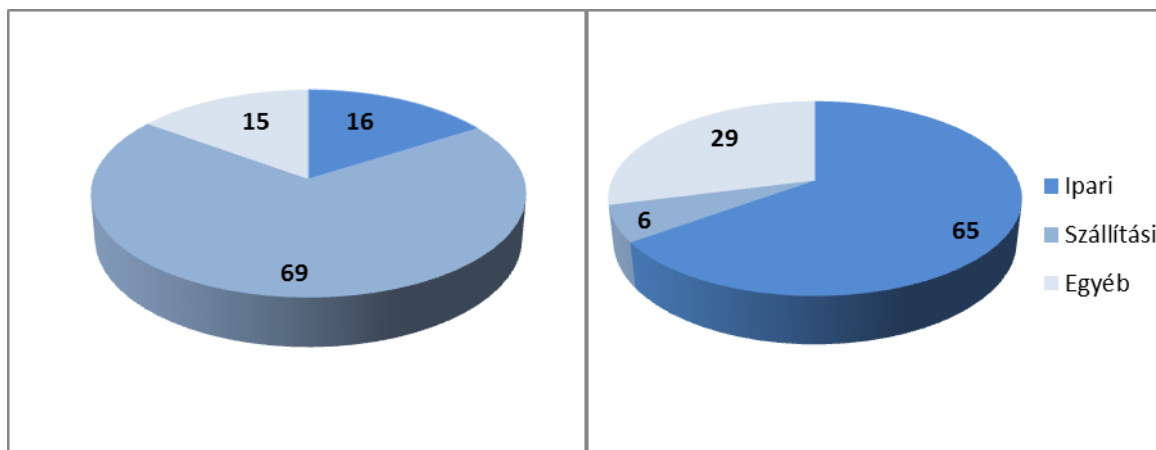
Noha az energiapolitikai célok között szereplő energiabiztonság értelmezésének legfontosabb tényezői közé tartozik az energiaszükségletek kielégítésének a folyamatossága is, [71] amelyben a jelen kutatás harmadik pillérét képező iparbiztonságra is kétségtelenül komoly szerep hárul, ahhoz, hogy e szakterületnek a kutatásban betöltött relevanciája egyértelmű legyen célszerű rámutatni a környezetbiztonság és az iparbiztonság közötti fő különbségekre. A veszélyes üzemi tevékenységből eredő veszélyeztető hatások megelőzését és mérséklését célzó védelmi feladatok két nagy kategóriája különböztethető meg; a belső és a külső védelem. A belső védelem az üzem területén tartózkodó – jellemzően az ott munkát vállaló – személyek életének, testi épségének és egészségének a megóvását szolgáló munkavédelmi, tűzvédelmi, munkaegészségügyi előírásokat foglalja magában. A külső védelem ehhez képest az üzemen kívüli környezeti elemek, anyagi javak, valamint a lakosság megóvását célozza. Az iparbiztonság és a környezetbiztonság alapvetően a külső védelem biztosítására irányul. Mindazonáltal a két szakterület elhatárolásához a külső védelemmel összefüggésben szükséges utalni egy további distinkcióra. A veszélyes anyagok kibocsátási típusait illetően ugyanis különbséget tehetünk normálüzemi és veszélyhelyzeti kibocsátások között. A normálüzemi kibocsátás – értsd az üzem hosszú távú működésével együtt járó környezetterhelés vizsgálata – a környezetvédelem, valamint a környezetbiztonság feladata. A veszélyhelyzeti kibocsátások pedig valamely rendkívüli esemény – például üzemi robbanás vagy tüzesemény – következtében előállt károsító hatások miatt veszélyeztetik a természeti környezetet, illetve az emberi életet és egészséget. E hatásokkal szembeni védelem, valamint a káros következmények megelőzése és felszámolása alapvetően az iparbiztonság feladatkörébe sorolandó. Megjegyzendő, hogy az emberi egészségben az ipari balesetekből, katasztrófákból eredő defektusok kezelése a katasztrófamedicina területéhez tartozik. [72]

2. táblázat: A belső és külső védelem elhatárolása a kibocsátástípusok alapján.
Készítette a szerző. Forrás [73]

	Belső védelem	Külső védelem
Normálüzemi kibocsátás	munkavédelem, tűzvédelem, munkaegészségügy	környezetbiztonság (környezetvédelem) részben iparbiztonság
Veszélyhelyzeti kibocsátás	munkavédelem, tűzvédelem, munkaegészségügy, részben iparbiztonság	iparbiztonság (katasztrófamedicina) részben környezetbiztonság

Az energetikai rendszerek működése, környezetre gyakorolt hatása – a többi veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemhez hasonlóan – értékelhető tehát környezetbiztonsági és iparbiztonsági szempontok szerint is. Ezzel összefüggésben fontos utalni egy általános tényre: a CRED 2020. szeptemberi elemzése szerint már a katasztrófatípusokon belül is a természeti katasztrófákhoz viszonyítva a technológiai eredetű katasztrófákra mérsékeltebb figyelem hárul a tudományos közösség részéről, annak ellenére, hogy az utóbbiak teszik ki az 1900. óta bejelentett valamennyi katasztrófa 36,4%-át. [6] Az EU területén pedig 2010 és 2020 között több mint 300 veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következett be, ami éves átlagban mintegy 30 eseményt jelent. [5]

Nagyobb figyelemben azonban többnyire csak azok a technológiai katasztrófák részesülnek, amelyek jelentős humanitárius, politikai, társadalmi és gazdasági hatásokkal járnak, mint például az 1986. április 26-i csernobili atomkatasztrófa, vagy a 2020. augusztus 4-i bejrúti robbanások. Megjegyzendő továbbá, hogy a 2000 és 2019 között regisztrált 5.143 ipari, szállítási és egyéb eredetű technológiai katasztrófa közül 3.532 volt szállítási baleset. Az ugyanezen időszakban az ipari technológiai katasztrófák az összes technológiai katasztrófa 16%-át tették ki, ugyanakkor meglehetősen nagyszámú, több mint 1,4 millió embert érintettek. [6]



3. ábra: (1) az egyes technológiai katasztrófatípusok előfordulása és (2) az emberek érintettsége e katasztrófatípusok által 2000 és 2019 között, %-ban kifejezve.

Készítette a szerző. Forrás [6]

A technológiai eredetű katasztrófák kapcsán tanúsított mérsékeltebb tudományos érdeklődés ellenére azonban fontos látni, hogy azok jelentős hatással vannak a fenntartható fejlődésre, és – bár ez a jelen disszertáció tárgykörén kívül esik – annak nem csak a

környezeti dimenziójára, hanem – különösen egy kiterjedtebb ipari baleset esetén – a gazdasági és társadalmi dimenzióira egyaránt képesek közvetlen hatást gyakorolni.

A következőkben az iparbiztonságnak a fenntarthatósági stratégiai tervezésben való alkalmazhatóságát alátámasztó, valamint a környezeti fenntarthatóságban betöltött szerepére rámutató három-három elméleti érveléssel igazolom e szakterületnek a fenntartható fejlődéshez elengedhetetlen stratégiai jelentőségét.

Az iparbiztonság, mint katasztrófavédelmi szakterület stratégiai jelentősége vizsgálható egyrészt a katasztrófavédelemen belül. Amennyiben tehát a katasztrófavédelem területén a közbiztonság javítása érdekében kerül sor stratégiaalkotásra, nyilvánvalóan az iparbiztonsági kérdések sem hagyhatók figyelmen kívül.

Ezt alátámasztja az az érvelés is, miszerint az országstratégia legfőbb célja – a politikai stabilitás biztosítása mellett – a közösség fizikai biztonságának a szavatolása, [39, 32. o.] amelyben az iparbiztonsági szakterületre is komoly felelősség hárul. Ezzel párhuzamosan azonban az ipari – köztük az energetikai – létesítmények biztonságos működése, a természeti környezetet károsító ipari balesetek elkerülése – vagy azok valószínűségének lehetőség szerint minimálisra csökkentése – a környezeti fenntarthatóság elérésének is nélkülözhetetlen eleme.

A biztonságpolitika stratégiai alapidokumentumának számító – így a részstratégiák kialakításakor is szem előtt tartandó – NBS [10, 41. o.] a biztonsági és a fenntarthatósági szempontok egyaránt megjelennek. A dokumentum egyrészt kimondja, hogy Magyarország és a magyar állampolgárok mindenoldalú biztonságának megteremtése, fenntartása és erősítése valamennyi további kormányzati célkitűzés teljesülésének előfeltétele. Az NBS külön kitér az ipari katasztrófák megelőzésének szükségességére, a katasztrófakockázat csökkentésére, valamint következményeinek a felszámolására. Másrészt pedig számos helyen utal a fenntartható fejlődésre, – amelynek elősegítését egyben nemzeti biztonsági érdeknek is tekinti – sőt konkrét irányokat határoz meg kifejezetten az energetika kapcsán is. [22] Magyarország aktuális stratégiai keretrendszerében tehát adottak a stratégiaalkotás alapjai a jelen dolgozat kutatási tárgyát képező mindhárom részterület – nevezetesen az iparbiztonsági szakterület, a fenntartható fejlődés, valamint az energiaágazat – vonatkozásában.

Az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentősége az „ökológiai válság” kifejezés, valamint a tudományági besorolás alapul vételével is megerősíthető.

A helyes és hatékony válságkezelés alapvető fontosságát a 2020-ban előállt koronavírus-világjárvány időszakában gyakorlatilag a Föld teljes népessége megtapasztalhatta. Ekkor emberek milliárdjai számára vált közvetlenül érzékelhetővé, hogy milyen mértékben képes megváltoztatni az országok és a társadalmak működését, a lakosság mindennapjait egy-egy elemi csapás vagy egyéb válság. A stratégia, illetve a stratégiai szemlélet ilyen esetben is megfelelő eszközként szolgálhat a felmerülő problémák orvoslásához és az állam hatékony működéséhez. A megelőzéshez és a válságkezeléshez szükséges feltételek meghatározásakor érdemes a védelemtudományok eszköztárához folyamodni. [73] Ennek kapcsán lényeges megállapítani, hogy számos hazai és nemzetközi tudományos munka és nem tudományos jellegű közlemény egyaránt használja a korunkban tapasztalható környezeti problémák vonatkozásában az ökológiai válság (angolul: ecological crisis) meghatározást, amelyre a Google keresőprogram szintén meglehetősen nagyszámú találatot ajánl fel; 2022. február 14-i keresés során az „*ökológiai válság*” kifejezésre nagyjából 116.000-et, míg az „*ecological crisis*” meghatározásra mintegy 1.240.000-et. E szemantikai megközelítés alapján a válságkezelést középpontba helyező, azt alapvető vizsgálati tárgyként értelmező és egyben az ökológiai problémák megoldásához is hozzájáruló biztonság- és védelemtudományoknak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött szerepe jelentősen felértékelődhet. Következésképp így az iparbiztonságra – mint a biztonság- és védelemtudományok rendszerébe illeszkedő, a technológiai válságok megakadályozását, kezelését és következményeinek a felszámolását szolgáló szakterületre – is elméletben hangsúlyosabb szerep hárulhat.

Ezen túlmenően a stratégiaalkotás vonatkozásában kiemelt jelentősége van a multi- és interdiszciplinaritásnak, amely a fentiek során már említett horizontális szemléletmódnak és vizsgálati módszernek nemritkán nélkülözhetetlen velejárója.

Multidiszciplináris munkáról akkor beszélünk, amikor több különböző tudományterület képviselői dolgoznak egy közös projekten, amelynek teljesítéséhez valamennyi érintett tudományterület tudásbázisából szükséges meríteni. A munka résztvevői saját területük határain belül mozognak. Ehhez képest az interdiszciplináris munka keretében a kutatás résztvevői különböző tudományterületek ismereteit, szemléletét, eljárásait egységesítve folytatnak kutatási tevékenységet egy projekt megvalósítása érdekében. A résztvevők tehát nem kizárólag a képzettségük szerinti diszciplínán belül dolgoznak, hanem más tudományterületek ismereteit, szakterminológiáját, is megismerik, elsajátítják. [74] A Kutatási, fejlesztési és innovációs stratégia szerint korunk technicizálódó világában a reál- és

természettudományok mellett a bölcsészet- és társadalomtudományok szintén fontos szerepet töltenek be a technika humanizálásában, az áltudományok és a tudományellenesség kivédésében, valamint a hagyományörzés és progresszió összehangolásában. [75, 27. o.] A tudásáramlás specifikus céljai között pedig a tudományágak, illetve a különböző szektorok közötti kutatói mobilitás támogatását is hangsúlyozza a dokumentum. [75, 44. o.] A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (angolul: Organisation for Economic Cooperation and Development, rövidítve: OECD) 2015-ös „*Hungary: Towards a Strategic State Approach*” című jelentése is arra figyelmeztet, hogy a kormányzati munkának az állami működés valamennyi szintjén, mérési, elemzési alapokra, hatásvizsgálati és kutatási támogatásra van szüksége, amely feladatokban a természettudományos mellett a társadalomtudományi kutatóintézetek is jelentős szerepet töltenek be. [75, 53. o.] Tekintettel arra, hogy az iparbiztonság több különböző tudományágnak – a szakterület szempontjából releváns – ismereteit magában foglalja, ötvözi, ezért az iparbiztonsági ismeretanyag, elmélet és módszertan a stratégiai szempontú elemzéshez és a stratégiaalkotáshoz megfelelő alapot képes biztosítani.

A környezeti fenntarthatóságban betöltött kiemelt iparbiztonsági szerepre rámutató érvek meghatározásához és kifejtéséhez a katasztrófavédelemnek, és így szűkebb értelemben az iparbiztonságnak a megelőzésre, a védekezésre, valamint a helyreállításra irányuló feladatrendszeréből célszerű kiindulni. Eszerint az iparbiztonság feladata kiterjed az üzemzavarok és súlyos ipari balesetek kialakulásának a megelőzésére, amelynek célja a BM OKF honlapja szerint „(...) *a különböző veszélyek, kockázatok bekövetkezésének elkerülése, a károsító hatások megszüntetése vagy csökkentése, valamint az eseménykezelés feltételeinek biztosítása.*” [76] A katasztrófavédelmi szakemberek már több ízben tapasztalhatták meg testközelből, hogy a súlyos, haváriajellegű környezetszennyezések milyen mértékben képesek károsítani a természeti környezetet és az emberi egészséget. [77]

A normálüzemi kibocsátások jellemzően csak lassan, évek vagy évtizedek alatt fejtik ki káros hatásukat, addig a veszélyhelyzeti kibocsátások rövid időn belül képesek kiterjedt és gyakran maradandó környezetkárosodást okozni. Azonban nem kizárólag a súlyos pusztítással járó ipari katasztrófák kapcsán vonhatók le a környezeti fenntarthatóság szempontjából releváns következtetések a haváriajellegű eseményeket illetően.

Az életszínvonal fenntartásához gyakran nélkülözhetetlen veszélyes anyagok gyártása, szállítása, tárolása és felhasználása szintén olyan tevékenységek, amelyek számos kockázati tényezőt hordoznak magukban. Az ezekből származó balesetek, üzemzavarok, káresemények,

közlekedési balesetek gyakorlatilag mindennapos események, amelyek során veszélyes anyagok kerül(het)nek a környezetbe, [4] illetve egy-egy baleset vagy üzemzavar miatt előállt ellátásbiztonsági problémák okozhatnak egyéb negatív – adott esetben akár másodlagos környezeti – hatásokat is. Az alábbi táblázat adatai jól szemléltetik az üzemzavarok gyakoriságát és a kiesett villamos energia mértékét a hazai villamosenergia-iparban.

3. táblázat: Villamosenergia-iparban Magyarországon előforduló üzemzavarok és a kiesett villamos energia (2010-2020). Készítette a szerző. Forrás [78]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Eset (db)	9.337	8.021	6.829	7.207	7.612	6.841	6.492	7.734	6.674	6.857	6.530
Kiesés (MWh)	3738,4	2529,3	2693,9	4472,5	3218,3	3485,9	2381,1	4275,1	3216,3	2841,5	2181,9

A megelőzés feladatával az iparbiztonsági szakterület voltaképpen az újabb környezeti problémák kialakulását gátolja meg, illetőleg a bekövetkezésük kockázatát csökkenti, amivel érdemben járul hozzá a fenntarthatósághoz. Mondhatni úgy is, hogy az iparbiztonság a megelőzéssel olyan akadályokat iktat ki, amelyek bekövetkezésük esetén hátráltatnák a fenntartható fejlődés folyamatát.

A megelőzés kapcsán kifejtett érv tovább erősíthető, ha az iparbiztonsági tevékenységek teljes skáláján keresztül vizsgáljuk meg a szakterületnek a fenntarthatóságban betöltött jelentőségét. Az iparbiztonság fogalmának fentebbi ismertetéséből is kiderül, hogy feladatrendszerének részét képezi a létfontosságú rendszerek (kritikus infrastruktúrák) védelme is.

A létfontosságú rendszerek pedig „általában olyan létesítmények és szolgáltatások, amelyek sérülése, esetleges megsemmisülése súlyos következményekkel jár mind az emberek életének zavartalansága, mind a (természetes, épített) környezet szempontjából. Az egyes infrastruktúrák kritikusságát tehát az adja, hogy kiesésük hatásai elérik a társadalom nagy részét, vagy egészét, gazdasági instabilitást, környezeti és egészségügyi károkat okozhatnak.” [79, 92. o.] E meghatározásból is jól látszik, hogy e rendszerek alapvető fontosságú szerepet töltenek be a fenntarthatóságban. Kiesésük vagy súlyos sérülésük voltaképpen a fenntartható fejlődés valamennyi dimenzióját egyszerre érinti. Ugyancsak az iparbiztonság részét képező veszélyes üzemek felügyelete, veszélyes áruszállítás ellenőrzése, és nukleárisbaleset-elhárítás olyan tevékenységek, amelyek célja a létező legsúlyosabb – az emberi életet, egészséget, az ökoszisztémák állapotát közvetlenül befolyásoló helyi, regionális vagy adott esetben

nemzetközi hatással járó – szennyezési események megelőzése. [7, 286-287. o.] Mindez az iparbiztonsági szakterületnek a fenntartható fejlődés megvalósításában betöltött stratégiai jelentőségét még nyomatékosabbá teszi. Baranyai Gábor és Csernus Dóra Ildikó által szerkesztett *„A fenntartható fejlődés és az állam feladatai”* című könyv a katasztrófavédelemnek a fenntartható fejlődésben betöltött szerepét vizsgálva pedig egyenesen arra a következtetésre jut, hogy az iparbiztonság szintje és szervezettsége nyilvánvalóan a környezeti fenntarthatóság egyik alappillére. [7, 287. o.]

Az iparbiztonság környezeti fenntarthatóságban betöltött szerepének a védekezés katasztrófavédelmi feladatán keresztül szemléltetéséhez, egy lényeges tényre mindenképpen szükséges utalni. A stratégiaalkotás általános céljairól szóló fejezetben már említésre kerültek bizonyos környezeti problémák, amelyek egy nagyobb probléma „tüneteiként” foghatók fel. A Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia a jelenlegi helyzetet a következőképpen írja le: *„A globális környezeti változás lényege az, hogy a természeti környezet és az emberiség léte, tevékenysége között évezredek óta fennállt érzékeny egyensúly felborulni látszik. Ennek oka végeredményben az emberiség létszámának, valamint fogyasztói szemléletből fakadó hely- és anyagigényének rohamos növekedésében, másrésről a Föld kincseinek (energiahordozók és egyes nyersanyagok, édesvíz, talaj/termőföld) végeességében keresendő. A talaj/termőföld, a felszín alatti vizek, a nyersanyagok és az energia sérülékenysége és szűkössége a kérdése legalább olyan jelentőséggel bír, mint a közgondolkodásban legfőbb veszélyként tudatosult éghajlatváltozás.”* [8]

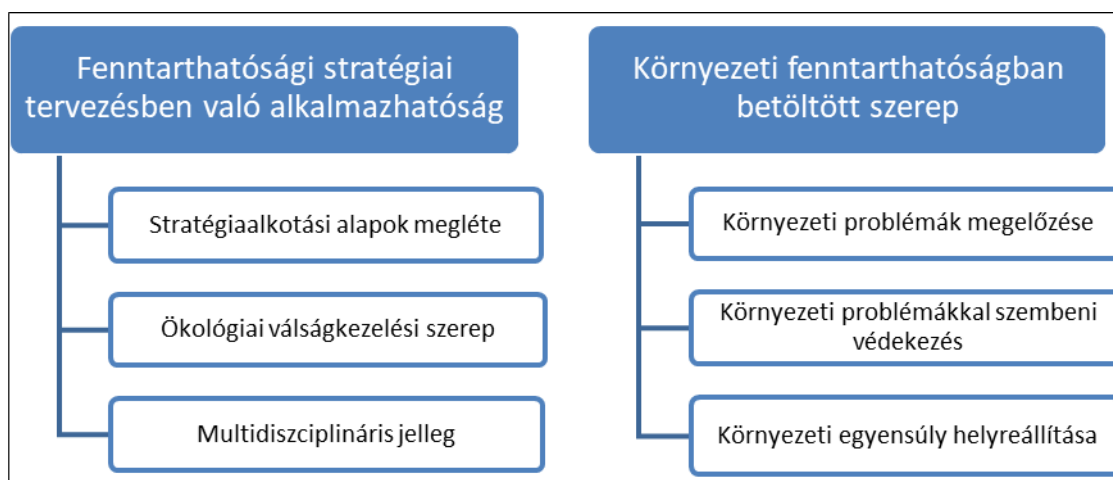
Az idézet szöveg – amellet, hogy rámutat az energiaágazatnak kiemelt környezeti relevanciájára, valamint a túlfogyasztás problémájára is – felhívja a figyelmet egy fontos tényre, miszerint a globális környezeti egyensúly a felborulás küszöbén áll. Ennek következményei pedig már érzékelhetőek az éghajlati, meteorológiai és egyéb környezeti feltételek megváltozásában. E megváltozott körülményekhez – a stratégiai tervezés elméleti szempontjaiból következően is – alkalmazkodni kell. Az alkalmazkodás részeként védekezni is szükséges ezen újszerű környezeti problémákkal szemben. E védekezésnek ki kell terjednie az ipari – köztük az energetikai – létesítmények, rendszerelemek védelmére is, ami pedig az iparbiztonság szakterületi feladatai közé tartozik.

Több tudományos közlemény is számot adott már például arról, hogy az Északi-sarkvidéken az olvadásnak indult felszín közeli permafroszt, egyebek mellett komoly iparbiztonsági kockázatokat is magában hordoz. A Bonni Egyetem geológia professzora Nikolaus Froitzheim és szerzőtársai 2021 augusztusában megjelent közös közleményükben

arra figyelmeztetnek, hogy önmagában a permafroszt olvadása következtében a légkörbe kerülő metán tovább fokozhatja a globális felmelegedés hatásait. [80] Ezen túlmenően azonban az olvadás folytán megváltozó talajszilárdság közvetlenül is képes károkat okozni, és ezáltal üzemzavart vagy súlyos balesetet előidézni a rajta elhelyezkedő ipari létesítményekben. Jó precedens erre, az oroszországi Norilskban 2020 májusában bekövetkezett tartalék üzemanyagtartály sérülés, amelynek következtében mintegy 20.000 tonna dízelolaj került a szabadba jelentős szennyezést előidézve a környező vizekben, természeti környezetben. [81] Az olvadó permafroszt azért is jelent nagy kockázatot, mivel az orosz sarkvidék olaj- és földgáztermelő mezőinek 45%-a nagy veszélyeztetettségű területeken található, ahol a változó környezeti feltételek miatt a talajviszonyok kedvezőtlenek. [82] Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (angolul: Intergovernmental Panel on Climate Change, rövidítve: IPCC) hosszabb távú – 2100-ra vonatkozó – előrejelzésében mintegy 37-81%-os csökkenést jelző adat szerepel a felszínközeli permafroszt kiterjedésére nézve. [83, 190. o.]

A sarkvidéki melegedés tehát egy tipikusan olyan környezeti változás, amely viszonylag rövid idő alatt képes intenzív negatív hatásokat, komoly iparbiztonsági kockázatokat előidézni, ilyen esetekben pedig az alkalmazkodási és annak részeként a védekezési képesség kiemelt szerepet kap. Az iparbiztonság tehát az ipari létesítmények biztonságát veszélyeztető környezeti feltételekkel szembeni védekezést célzó feladatával alapvető fontosságú szerepet tölt be a fenntartható fejlődés folyamatában.

A hatodik érvként felhozott helyreállítás katasztrófavédelmi feladatának ellátásával az iparbiztonság voltaképpen a tágabb, mondhatni globális értelemben vett környezeti egyensúly helyreállításához is hozzájárul. A különféle ipari balesetek során a környezetbe került veszélyes, szennyező anyagok semlegesítése, környezetből való kivonása ugyanis alapvető fontosságú a környezeti fenntarthatóság vonatkozásában. A helyreállítás során ellátandó katasztrófavédelmi feladatok közé sorolható különösen a lakosság alapvető életfeltételeinek biztosítása, a sérült infrastruktúrák ideiglenes helyreállítása, a mentesítési feladatok elsődleges ellátása, illetve az abban való közreműködés, továbbá a károk felmérésében, valamint a segélyek eljuttatásában történő részvétel. [84]



4. ábra: Az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét megalapozó érvek. Készítette a szerző.

A fentiek alapján összegzésképp megállapítható, hogy a fenntartható fejlődés elérése egy összetett, több ágazatot, tudományágat és szakterületet átfogó feladat, amelynek teljesítéséhez ebből következően stratégiai tervezés szükséges. Az energiaágazat jelentős hatást gyakorol a környezetre, mondhatni unikális szerepet tölt be a környezeti fenntarthatóságban. Az iparbiztonság pedig a fenntarthatóság megvalósításának stratégiai jelentőségű szakterülete, amely a veszélyes üzemek, köztük az – energiaágazathoz tartozó – energetikai létesítmények működésével kapcsolatos súlyos balesetek és üzemzavarok megelőzésével, elhárításával, kockázatának csökkentésével, valamint a veszélyhelyzeti működés során már bekövetkezett károk következményeinek a felszámolásával szolgálja a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójának megvalósítását. A következő alfejezetben azt vizsgálom, hogy az iparbiztonság miként jelenik meg a szupranacionális fenntarthatósági stratégiaalkotásban, illetve az egyezmények és egyéb releváns dokumentumok, megvalósításához hogyan járul hozzá.

1.4 A fenntartható fejlődést szolgáló szupranacionális stratégiai irányok és azok iparbiztonsági vonatkozásai

1.4.1 ENSZ égisze alatt elfogadott főbb stratégiai dokumentumok

Az iparbiztonságnak, az energetikának, valamint a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójának hármas pillérére épülő kutatómunka értelmében a jelen disszertáció azon hazai kormányzati stratégiai dokumentumok vizsgálatára irányul, amelyek az energetikai rendszerek biztonságos üzemelése szempontjából releváns célokat fogalmaznak meg szolgálva ezzel a környezeti fenntarthatóságot. Ezen országspecifikus megközelítés ellenére azonban – különösen a környezeti problémák globalizálódásából, [7, 117. o.] valamint a

stratégiai dokumentumok fent említett egymásra épülő viszonyrendszeréből következően – szükséges ismertetni a kutatás szempontjából releváns főbb nemzetközi és európai uniós szinten elfogadott stratégiákat is. Mindezt a történeti fejlődés kontextusában érdemes bemutatni, ami jól szemlélteti a globális környezeti, ökológiai aggályok kezelése kapcsán a 20. század második felétől tapasztalható nemzetközi együttműködés fokozatos erősödését.

Az első mérföldkő jelentőségű lépésre a hidegháború és a dekolonizáció politikai közegében 1972 júniusában, Stockholmban került sor, [7, 118. o.] ami egyben a környezet és a társadalmi-gazdasági fejlődés kölcsönhatásából fakadó problémák kezelését célzó multilaterális kooperáció kezdetét is jelentette. [85, 189. o.] A svéd kezdeményezésre megrendezett, „*ENSZ Konferencia az emberi környezetről*” címet viselő nemzetközi fórum fő eredménye egy 26 környezetvédelmi és társadalmi alapelvet rögzítő zárónyilatkozat, továbbá egy 109 ajánlást tartalmazó cselekvési keretterv elfogadása volt. A konferencia a következő célkitűzéseket határozta meg: szegénység felszámolása, természetes ökoszisztémák védelme, tengerek szennyezésének megelőzése, megújuló erőforrások széles körű használata, koordinált fejlesztéspolitika megteremtése, környezeti nevelés fontossága, tudományos kutatás és a szabad információáramlás támogatása, környezetjog fejlesztése, nukleáris leszerelés. [7, 118. o.]

A környezetvédelemnek, illetve a fenntartható fejlődésnek szánt következő jelentős ENSZ eseményre 1987-ben került sor, amikor a Brundtland Bizottság közzétette a fenntartható fejlődés fentebb már említett fogalmát [7, 119. o.] a közbeszédbe bevezető [86, 797. o.] „*Közös Jövőnk*” című jelentését. A dokumentum átfogó megoldásokat kívánt felvázolni a rohamosan romló környezeti állapot, valamint a globális fejlődési igények összehangolására. [7, 119. o.]

A bipoláris világrend 1990-es évek elején bekövetkező megszűnésével számos lényeges globális kérdés ENSZ keretek közötti napirendre vétele vált lehetővé. A globális szintű politikai alakulás meghatározó eseménye volt a braziliai Rio de Janeiróban 1992-ben megtartott ENSZ Környezet és fejlődés konferencia. A tanácskozáson két jelentős politikai program elfogadására került sor „*Nyilatkozat a környezetről és fejlődésről*”, valamint „*Feladatok a 21. századra (Agenda 21)*” címmel. E konferencián nyitották meg aláírásra [7, 120. o.] az ÜHG-k légköri koncentrációinak stabilizálását célzó és egyben a Részes Felek konferenciáját megalapító [87, 2. cikkely.] Éghajlatváltozási Keretegyezményt, valamint a Biológiai Sokféleség Egyezményt, az Elsivatagosodás Elleni Küzdelemről szóló egyezményt és a konferenciát követően, még ugyanabban az évben jött létre az ENSZ Fenntartható

Fejlődés Bizottsága is. [7, 120. o.] Az Agenda 21 felhívta az országokat a – már létező hazai gazdasági, társadalmi és környezeti politikákra és tervekre épülő és azokat összehangoló – nemzeti szintű fenntartható fejlődési stratégiák kialakítására. A dokumentum a döntéshozatali eljárások fejlesztésének és átalakításának szükségességét is kimondta a társadalmi, a gazdasági és a környezeti aspektusok integrációja, valamint a társadalmi részvétel szélesítése céljából. [88, 49. o.] A konferencia résztvevői 27 alapelv rögzítésében állapodtak meg, amelyek közül az alább felsoroltak különösen relevánsak a jelen disszertáció kutatási célját illetően. A 10. elv szerinti környezeti információkba beleértendő a veszélyes anyagokra és tevékenységekre vonatkozó információk is. [89]

4. táblázat: A disszertáció kutatási célját tekintve releváns Riói alapelvek kivonata.
Készítette a szerző. Forrás [7, 120-121. o.]

Elv sorszáma	Elv szó szerinti idézete
2.	„Az államok szuverén joga a természeti erőforrásaik hasznosítása, azonban nem okozhatnak kárt a környezetben joghatóságukon kívül.”
7.	„Az államok együttműködnek a Föld élővilágának védelme és helyreállítása során. (...)”
10.	„A környezettel kapcsolatos kérdéseket legjobban az állampolgárok részvételével lehet megoldani. Lehetővé kell tenni a környezeti információkhoz való hozzáférést, a döntéshozatali folyamatokban való állampolgári részvételt, valamint biztosítani kell a jogorvoslathoz való jogot.”
13.	„Az államok jogszabályokat fogadnak el a környezetszennyezés károsultjainak kompenzálására. Az államok együttműködnek a határaikon kívül okozott szennyezésekkel kapcsolatos nemzetközi pénzügyi felelősségi szabályok kidolgozásában.”
14.	„Az államok törekednek annak megakadályozására, hogy az egészséget vagy környezetet súlyosan szennyező tevékenységeket vagy anyagokat más országokba helyezték át.”

Elv sorszáma	Elv szó szerinti idézete
15.	<i>„A környezet védelme érdekében az államok az elővigyázatosság követelményének megfelelően járnak el. Jelentős vagy visszafordíthatatlan károkozás veszélye esetén a tudományos bizonyosság hiánya nem akadályozhatja a környezetkárosítást szolgáló költséghatékony intézkedések elfogadását.”</i>
16.	<i>„Az államok támogatják a környezetszennyezés külső költségének megjelenítését a környezethasználat feltételeiben azért, hogy lehetőség szerint a szennyező fizesse meg a szennyezés költségeit.”</i>
17.	<i>„A várhatóan jelentős környezeti hatásokkal járó tevékenységek kapcsán – a nemzeti engedélyezés során – környezeti hatásvizsgálatot kell lefolytatni.”</i>
18.	<i>„Az államok haladéktalanul értesítik a többi érintett államot bármely természeti vagy egyéb katasztrófáról, amely várhatóan azonnali kárt okoz területükön.”</i>
19.	<i>„Az államok előzetes és korai tájékoztatást adnak azokról a tevékenységekről, amelyek jelentős határon átnyúló környezeti hatással járnak, illetve jóhiszemű és korai konzultációkat folytatnak ezen országokkal a tervezett tevékenységről.”</i>

Az 1992-es riói konferencia kapcsán külön említést érdemel a Riói Nyilatkozatnak 1997-ben a japán Kiotóban – az Éghajlatváltozási Keretegyezmény Részes Felei 3. konferenciáján – elfogadott kiegészítő jegyzőkönyve, amelyben az aláíró országok vállalták, hogy egy bizonyos százalékos arányban csökkentik országukban az ÜHG-kibocsátás mértékét. [90] Az egyezmény az 1990-es bázisévhez viszonyítva az emberi tevékenység révén levegőbe kerülő szén-dioxid mennyiség világméretű, átlagosan 5,2%-os csökkentését célozta meg a 2008-2012-es időszakra. [91, 15. o.] A Kiotói Jegyzőkönyvet az EU Hivatalos Lapja az éghajlatváltozás elleni küzdelem egyik legfontosabb nemzetközi jogi eszközeként aposztrofálta. [92]

A fenntartható fejlődés témájával kapcsolatos következő rangos nemzetközi eseményt a 2000-ben New Yorkban megtartott Millenniumi csúcstalálkozó jelentette, amelyen a résztvevők elfogadták az „*ENSZ Millenniumi Nyilatkozatát*”. A dokumentum 8 db [7, 122. o.] 2015-re elérendő [93] Millenniumi Fejlesztési Cél (angolul: Millennium Development Goal,

rövidítve: MDG) fogalmazott meg, amelyek kapcsán a fejlődő világ fejlesztését előmozdítani hivatott további feladatokat rögzített. A MDG-ket a következő felsorolás tartalmazza: súlyos szegénység és éhínség megszüntetése, mindenkire kiterjedő alapfokú oktatás, nemek közötti egyenlőség és a nők felemelkedésének előmozdítása, gyermekhalandóság visszaszorítása, anyák egészségügyi helyzetének javítása, HIV/AIDS, malária és más betegségek elleni küzdelem, környezeti fenntarthatóság biztosítása, globális partnerség kialakítása a fejlesztési együttműködés érdekében. Bár a szegénységcsökkentés terén komoly eredményeket sikerült elérni a Millenniumi Nyilatkozatban lefektetett célok és feladatok teljesítése révén, azonban a dokumentum alapvetően a társadalmi fenntarthatóság kérdéseire fókuszált, azon belül pedig csak a legégetőbb alapkérdésekre. Így a természeti erőforrások csupán marginális figyelmet kaptak, azok átfogó védelmének és helyreállításának szempontjai pedig kimaradtak. [7, 122-123. o.]

Az 1992-es riói konferencia eredményeinek áttekintése, felülvizsgálata, valamint új fenntarthatósági kezdeményezések elfogadása érdekében hívta össze az ENSZ 2002-ben Johannesburgban a Fenntartható Fejlődés Világkonferencia nevű fórumot. [7, 123. o.] A csúcstalálkozó fő eredménye a *„Johannesburgi deklaráció a fenntartható fejlődésről”* című dokumentum elfogadása volt, amelyben a résztvevők megerősítették egyetértésüket a riói deklarációban és az Agenda 21-ben foglaltakkal. Ezen túlmenően elfogadták a *„Fenntartható Fejlődési Világkonferencia Végrehajtási Tervét”* is, amely a társadalmi pillér megerősödésével járt. [94, 20. o.]

A konferencia megismételte az Agenda 2021-nek a nemzeti stratégiák kialakítására irányuló követelményét, hozzátéve, hogy 2005-ig meg kell kezdeni azok végrehajtását is. Az ENSZ és az OECD pedig ezt követően iránymutatásokat is megfogalmazott a nemzeti stratégiák kialakításának és végrehajtásának elősegítése érdekében, és a fenntartható fejlődési kormányzást, valamint a stratégiák végrehajtását értékelő szempontokat is kidolgoztak. [88, 49-50. o.] A johannesburgi konferencia legfőbb prioritásai a következők voltak: szegénység visszaszorítása, fenntarthatatlan fogyasztási és termelési módok megváltoztatása, gazdasági és társadalmi fejlődés alapjául szolgáló természeti erőforrások védelme és kezelése, fenntartható fejlődés és globalizáció, közegészségügy és fenntartható fejlődés, kis fejlődő szigetországok fenntartható fejlődése, afrikai kontinens fenntartható fejlesztése. [7, 123-124. o.]

A következő fontos történésre 2012-ben újfent Rio de Janeioban került sor *„ENSZ Fenntartható fejlődés konferencia (Rio+20)”* néven, ahol a tagállamok elhatározták, hogy az MDG-k 2015-ös kifutása után új fejlesztéspolitikai keretrendszert fogadnak el. Ennek

legalapvetőbb prioritásait – az MDG-k eredményes modellje alapján – Fenntartható Fejlesztési Célok (angolul: Sustainable Development Goals, rövidítve: SDG) formájában alkotják meg. E nemzetközi fórum a korábbi fenntartható fejlődési konferenciákhoz képest különös hangsúlyt fektetett a gazdasági és szociális kérdésekre. [7, 124. o.]

Az éghajlatváltozás elleni nemzetközi szintű küzdelem mérföldkő jelentőségű dokumentumának számít az Éghajlatváltozási Keretegyezmény Részes Felei 21. konferenciáján 2015 decemberében elfogadott, jogilag kötelező erejű Párizsi Megállapodás. [95] Fő célja, hogy *„(...) erősítse az éghajlatváltozás veszélyére adott globális választ a fenntartható fejlődéssel és a szegénység felszámolására irányuló törekvésekkel összefüggésben, többek között: a globális átlaghőmérséklet emelkedését jóval az iparosodás előtti átlaghőmérsékletnél 2 °C-kal magasabb hőmérsékletszint alatt tartva; egyúttal arra törekedve, hogy a hőmérsékletemelkedés az iparosodás előtti átlaghőmérséklet feletti 1,5 °C mértékre korlátozódjon (...).”* [18, 2. cikk 1.] Ennek megvalósítása érdekében a csatlakozott országok törekednek arra, hogy az ÜHG-kibocsátás mielőbb elérje a tetőpontját, és hogy a kibocsátások és az elnyelések egyensúlyba kerülésével az évszázad közepére létrejöjjön a globális klímasemlegesség. [96] A Részes Felek 2021 őszén Glasgowban megtartott 26. konferenciáján ugyancsak történtek pozitívként értékelhető előrelépések. Ezek közül az alábbiakat érdemes külön kiemelni:

- Ez az első globális környezetvédelmi megállapodás, amely a szén olyan fosszilis tüzelőanyagként nevesíti, amelynek az energiatermelésben való felhasználását hosszú távon csökkenteni szükséges. [97]
- Az országok a klímavállalásukat igyekeznek összhangba hozni az 1,5 °C-os küszöbértékkel.
- A fejlett országok 2025-ig a 2019-es szinthez képest megkétszerezik az alkalmazkodásra fordított finanszírozást.
- A Párizsi Megállapodás végrehajtására irányuló szabályrendszer – az ún. párizsi szabálykönyv – legnehezebb kérdései tisztázódtak. [98]

Az eredményektől függetlenül azonban a Párizsi Megállapodásban rögzített 1,5 °C-os célkitűzés eléréséhez a glasgow-i klímaegyezmény mellett az előttünk álló években további erőfeszítésekre lesz szükség. [99]

Az ENSZ hatályos globális fenntarthatósági célkitűzéseit, a szervezet 2030-as teljesítési határidővel megállapított fejlesztéspolitikai vízióját, céljait és fenntartható fejlődési

stratégiáját a 2015-ben elfogadott *„Világunk átalakítása: Fenntartható fejlődési keretrendszer”*, rövidebb nevén Agenda 2030 program írja le. A dokumentum az MDG-knek a fejlődő országok igényeinek megfelelően kialakított fejlesztéspolitikai megközelítését és módszertanát a korábbi fenntarthatósági stratégiák szilárd környezetvédelmi elhatározásával ötvözi. [7, 124. o.] A 17 SDG-t meghatározó Agenda 2030 program új lendületet adott a fenntarthatóságot szolgáló nemzeti szabályozási rendszerek felülvizsgálatához. A program végrehajtását az önkéntes jelentések keretében az azokat benyújtó országok értékelik. [88, 50. o.] Az Agenda 2030 végrehajtásának nyomon követéséért és felülvizsgálatáért felelős legfőbb globális szintű szerv a Magas Szintű Politikai Fórum (angolul: High-Level Political Forum, rövidítve: HLPF), amelyre miniszteri szinten a Gazdasági és Szociális Tanács (angolul: Economic and Social Council, rövidítve: ECOSOC) keretein belül évente, állam- és kormányfői szinten a Közgyűlés égisze alatt pedig négyévente kerül sor. [100] Az éghajlatváltozásról szóló Párizsi Megállapodással egyetemben az Agenda 2030 a fenntartható fejlődés terén tanúsított nemzetközi kooperáció globális keretként szolgál. [101]

1.4.2 Az Európai Unió keretei között készült főbb stratégiai dokumentumok

A fenntartható fejlődést szolgáló európai uniós stratégiák ismertetése előtt célszerű utalni az EU alapító szerződéseinek azon rendelkezéseire, amelyek a fenntarthatóságot célzó stratégiaalkotás normatív alapjaiként is értelmezhetők.

Az alapító szerződések – az Európai Unióról szóló szerződés (a továbbiakban: EUSZ) és az Európai Unió működéséről szóló szerződés (a továbbiakban: EUMSZ) – értelmében a fenntartható fejlődés az EU alapvető célkitűzései közé tartozik. Az EUSZ 3. cikke szerint ugyanis *„(a)z Unió Európa fenntartható fejlődéséért munkálkodik, amely olyan kiegyensúlyozott gazdasági növekedésen, árstabilitáson és magas versenyképességű, teljes foglalkoztatottságot és társadalmi haladást célul kitűző szociális piacgazdaságon alapul, amely a környezet minőségének magas fokú védelmével és javításával párosul.”* [102, 3. cikk (3).] A 21. cikk pedig rögzíti, hogy *„(a)z Unió közös politikákat és tevékenységeket határoz meg és hajt végre, és a nemzetközi kapcsolatok minden területén magas szintű együttműködés kialakításán munkálkodik annak érdekében, hogy (...) hozzájáruljon olyan nemzetközi intézkedések kidolgozásához, amelyek a fenntartható fejlődés biztosítása érdekében a környezet minőségének és a világ természeti erőforrásaival való fenntartható gazdálkodásnak a megőrzésére és javítására irányulnak.”* [102, 21. cikk (2) f.)] Mindezekre tekintettel az EUMSZ 11. cikke kimondja, hogy *„(a) környezetvédelmi követelményeket – különösen a fenntartható fejlődés előmozdítására tekintettel – be kell illeszteni az uniós politikák és*

tevékenységek meghatározásába és végrehajtásába.” [103. 11. cikk.] Az EUMSZ ezen túlmenően részletesen szabályozza az EU környezetvédelmi politikájának céljait és eszközeit (XX. cím), ideértve a külkapcsolati tevékenységet is (ÖTÖDIK RÉSZ). [7, 132. o.]

A fenntarthatóság témája az EU stratégiai tervezésében és stratégiaalkotásában is több évtizedes múltra tekint vissza, amely először [104, 64-65. o.] 2001-ben fogadott el önálló fenntartható fejlődési stratégiát, amely 2010-ig teljesítendő célokat is megfogalmazott. [7, 132. o.] Iparbiztonsági szempontból lényeges, hogy ebben az időszakban – egészen pontosan 2003-ban – fogadta el az Európai Tanács azon elnökségi következtetéseit, amelyben az európai kutatási és innovációs térség erősítése érdekében felhívást tett közzé európai technológiai platformok létrehozatalára. [105, 14. o.] Ezek közül kiemelendő az iparbiztonsági platform (angolul: European Technology Platform on Industrial Safety, rövidítve: ETPIS) tevékenysége, amely különböző iparágak ipari létesítményeinek és termelési rendszereinek biztonságával foglalkozik, beleértve az iparban dolgozók munkahelyi egészségének és biztonságának a védelmét, a környezetbiztonsági kérdéseket, valamint a telephelyen kívüli hatásokkal járó súlyos balesetek megelőzését is. Az ETPIS honlapján rámutat arra, hogy az ipari biztonság fejlesztése nem csupán a munkavállalók védelme, valamint a súlyos balesetek környezeti és társadalmi hatásainak az elkerülése miatt fontos, hanem az a vállalkozások gazdasági szempontú sikeres és fenntartható működésének a biztosításához is szükséges. [106]

2010-től 2020-ig az EU általános stratégiáját leíró EU2020 stratégia volt egyben a fenntartható fejlődés uniós alapidokumentuma is. [7, 133. o.] A közelmúltban kiadott legfontosabb dokumentumok között említhető a 2018-as *„Tiszta bolygót mindenkinek! – Európai Hosszútávú Stratégiai Jövőkép egy Virágzó, Modern, Versenyképes és klímasemleges gazdaságról”* [107] című európai bizottsági közlemény, amely arra a kérdésre keresi a választ, hogy miképpen tölthetne be az EU vezető szerepet a klímasemlegesség területén. A közlemény szerint a Bizottság ehhez a megvalósítható technológiai megoldásokba történő befektetéseket, a polgárok szerepvállalásának előmozdítását, a kulcsfontosságú területekkel, mint az iparral, pénzüggel, kutatással kapcsolatos intézkedések összehangolását, valamint a méltányosság biztosítását tartja szükségesnek. A dokumentum nem bír jogi kötőerővel, azonban az abban foglaltakat az Európai Parlament és a Tanács döntéshozatala során figyelembe veszi, amiből jól látszik, hogy az elkövetkező évtizedekben a klímabarát termelésre és fogyasztásra való átállás alapvető fontosságú szempont lesz. [91, 16. o.]

Az Európai Tanács által 2019 júniusában meghatározott, 2019–2024-es időszakra szóló új stratégiai menetrend négy kiemelt területre fókuszál:

- a polgárok és a szabadságok védelmére,
- az erős és életeli gazdasági bázis kialakítására,
- a klímasemleges, zöld, méltányos és szociális Európa megvalósítására,
- az európai érdekek és értékek előmozdítására a globális szinten. [19, 2. o.]

A környezeti fenntarthatóságot közvetlenül szolgáló 3. bulletpont szerinti terület részletesebb kifejtése során a dokumentum megállapítja, hogy a szakpolitikáknak a Párizsi Megállapodással összhangban kell állniuk. Az új stratégiai menetrend egzisztenciális fenyegetésként utal az éghajlatváltozás hatásaira, amellyel szembeni küzdelem élére állhat az EU. Ezt azáltal teheti meg, hogy *„a klímasemlegesség megvalósítása érdekében vállalja saját gazdaságának és társadalmának mélyreható átalakítását”* hozzátéve, hogy *„(e) folyamat során biztosítani kell a nemzeti sajátosságok figyelembevételét és a társadalmi igazságosságot.”* [19, 5. o.] Az átállás lehetőséget biztosít a korszerűsítésre, valamint arra is, hogy az EU váljon a zöld gazdaság éllovasává. A zöld átalakulás sikeresen a magán- és közberuházások jelentős mértékű mozgósításával, a valóban körforgásos gazdaság kialakításával, egyúttal egy integrált, összekapcsolt és megfelelően működő európai energiapiac kialakításával valósulhat meg. A dokumentum kiemeli a fenntartható, biztonságos és megfizethető energia biztosításának fontosságát, utalva a saját energiaszerkezetüket érintő döntések meghozatalával kapcsolatos tagállami jogok maradéktalan tiszteletben tartására. Az új stratégiai menetrend értelmében az EU szorgalmazza a megújuló energiára való átállást, növeli az energiahatékonyságot, enyhíti a külső forrásoktól való függést, diverzifikálja az energiaellátását és be fog fektetni a mobilitás előremutató formáiba. Emellett alapvető a környezeti viszonyok, a víz- és levegőminőség javítása, valamint a biológiai sokféleség csökkenése elleni küzdelem. [19]

A környezeti fenntarthatóság szempontjából meghatározó jelentőségű stratégiai dokumentumnak számít a Bizottság által 2019. december 11-én bejelentett Európai Zöld Megállapodás, [20] amelynek iránytűje – a fenti két dokumentumban is meghatározó szempontként megjelenő – európai uniós klímasemlegesség megvalósítása, azaz 2050-re az ÜHG-kibocsátás mértékének nettó nullára történő csökkentése. [108] A dokumentum alapvető eleme a Bizottság azon stratégiájának, amely az Agenda 2030-nak és a fenntartható fejlődési céloknak, valamint Ursula von der Leyen bizottsági elnökszöveg politikai iránymutatásaiban jelzett egyéb prioritásoknak a megvalósítását szolgálja. [20] Az Európai

Zöld Megállapodás legfőbb célja a tiszta, körforgásos gazdaságra történő átállással előmozdítandó hatékony erőforrás-felhasználás, valamint a biológiai sokféleség helyreállítása a környezetszennyezés mértékének a visszaszorításával. A stratégia az alábbi kiemelt feladatokat határozza meg:

- környezetbarát technológiákba történő beruházás
- innováció előmozdítása az ipari szereplők körében
- tisztább, olcsóbb és egészségesebb közlekedési formák bevezetése az egyéni és a tömegközlekedésben
- energiaágazat széntelenítése
- épületek energiahatékonyságának biztosítása
- együttműködés a nemzetközi partnerekkel a globális szintű környezetvédelmi szabványok javítása céljából. [91, 17. o.]

A 2021 júniusában elfogadott európai klímarendeleettel [29] már jogszabályi szinten rögzült a klímasemlegesség 2050-re történő elérésének célja. A jogi aktus emellett kötelező erejű európai uniós klímapolitikai célként határozza meg, hogy a nettó ÜHG-kibocsátás – vagyis az elnyelések levonása utáni kibocsátás – 2030-ra minimum 55%-kal csökkenjen az 1990-es szinthez képest. [109] Ez voltaképpen a klímasemlegesség felé tett átmeneti lépésként értelmezendő. E célkitűzésekkel összhangba kell hozni az éghajlat-, energia és közlekedéspolitikai tárgyú jogi aktusokat is, amelyeket az EU az „*Irány az 55%!*” nevű intézkedéscsomag keretében vizsgál felül. [110]

A klímasemlegességre való átállással párhuzamosan Európa vezető szerepre törekszik a digitalizációban is. E kettős – ökológiai és digitális – átállás az európai gazdaságok, társadalmak és az ipar valamennyi szegmensére hatással lesz, következésképp új technológiákat, beruházásokat és innovációkat igényel. [111] 2020. március 10-én a Bizottság lefektette az új európai iparstratégia alapjait, amely elősegíti a zöld és digitális gazdaságra történő átállást, az EU iparának globális szintű versenyképesebbé tételét, valamint erősíti Európa nyitott stratégiai autonómiáját. [112] A Bizottság az „*Európa digitális jövőjének megtervezése*” [113] című dokumentumban vázolta fel az arra vonatkozó elképzeléseit, hogy miképpen tarthatja meg Európa technológiai és digitális szuverenitását és érhet el a digitális ágazatban globális vezető pozíciót. [108]

A Bizottság honlapja szerint az EU ÜHG-kibocsátásának 75%-áért az energiarendszer felelős, ezért a klímasemlegesség eléréséhez annak átalakítása szükséges. A 2020 júliusában

elfogadott, az energiarendszer integrációjára vonatkozó európai uniós stratégia, valamint az EU hidrogénstratégiája egy hatékonyabb és fokozottan összekapcsolt energiaágazat kialakítását célozza, ami a Föld tisztábbá tételéhez és a gazdaság megerősítéséhez egyaránt hozzájárul. Az energiarendszer integrációjára vonatkozó EU stratégia a zöld energiára való átállást célozza egy integráltabb energiarendszer kialakítása mellett. Egy integrált energiarendszerben pedig a hidrogén felhasználásával elő lehet segíteni az ipar, a közlekedés, az energiatermelés, valamint az építőipar dekarbonizációját. Az EU hidrogénstratégiája azzal foglalkozik, hogy a hidrogénben rejlő lehetőségek a beruházások, a szabályozás, a piacteremtés, valamint a kutatás és innováció útján miként hasznosíthatók. [114]

A fenntartható fejlődés egyik alapvető feltétele a keletkező hulladékmennyiség visszaszorítása, amelyet a körforgásos gazdaságra való átállás közvetlenül szolgál. E célkitűzés részletesebb kifejtésére irányuló „*A tisztább és versenyképesebb Európát szolgáló, körforgásos gazdaságra vonatkozó új cselekvési terv*” című bizottsági közlemény egyebek mellett javasolja a termékek tartósságának, újrafelhasználhatóságának és javíthatóságának fejlesztését, [108] a termékekben jelen lévő veszélyes vegyi anyagok kezelését, továbbá energia- és erőforrás-hatékonyságuk növelését. [115] A környezeti fenntarthatóságot közvetlenül erősítő szerepe okán említést érdemel az EU 2030-ig tartó biodiverzitási stratégiája [116] is, amely átfogó és ambiciózus tervként járul hozzá a természet védelméhez, valamint az ökoszisztémák hanyatlásának visszafordításához. A dokumentum – összhangban az új stratégiai menetrenddel, valamint az Európai Zöld Megállapodással – azt hivatott elérni, hogy a kontinensünkön a biológiai sokféleség 2030-ig a felépülés pályájára álljon. [117]

A fent említett fenntarthatósági dokumentumokon kívül szükséges még utalni az EU környezetvédelmi cselekvési programjaira is, amelyek az európai környezetvédelmi politika irányát az 1970-es évek elejétől kezdve határozzák meg. [118] 1973-tól 2020-ig összesen hét ilyen cselekvési program volt hatályban. Az alapító szerződések 2009-es, lisszaboni módosítása következtében ezen akcióprogramok elfogadására már jogszabályi formában, az Európai Parlament és a Tanács közös határozataként kerül sor. [7, 134. o.] A legfrissebb, nyolcadik program 2030-ig szolgál iránymutatásként az európai környezetvédelmi és éghajlat-politika alakításához és végrehajtásához. [118]

1.4.3 A szupranacionális iparbiztonsági jogalkotás szerepe a fenntarthatósági stratégiai irányok megvalósításában

A nemzetközi és európai uniós fenntarthatósági stratégiai keretrendszer ismeretében a következőkben a fontosabb, kifejezetten iparbiztonsági tárgyú szupranacionális egyezményeket, jogszabályokat veszem számba. Az ENSZ önálló regionális tevékenységét ellátó öt bizottsága közül kimagasló az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságának (angolul: United Nations Economic Commission for Europe, rövidítve: UNECE) a környezetpolitikai tevékenysége. Az UNECE által létrehozott nemzetközi környezetjogi szabályrendszert alkotó egyezmények és jegyzőkönyvek az alábbi felsorolásban foglalhatók össze: [7, 130-131. o.]

5. táblázat: Az UNECE által létrehozott nemzetközi környezetjogi szabályrendszert alkotó egyezmények, jegyzőkönyvek és hazai kihirdetésük. Készítette a szerző. Forrás [7, 131. o.]

Nemzetközi egyezmény	Hazai kihirdetés	Kapcsolódó jegyzőkönyv	Hazai kihirdetés
A nagy távolságra jutó, országhatárokon áterjedő levegőszennyezésről szóló egyezmény (LRTAP) – 1979	Magyarország 1980 óta részese	–	–
Az országhatárokon áterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló egyezmény (espoói egyezmény) – 1991	148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet	Az országhatárokon áterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló egyezményhez kapcsolódó jegyzőkönyv a stratégiai környezeti vizsgálatról (SKV-jegyzőkönyv) – 2003	132/2010. (IV. 21.) Korm. rendelet
A határokat átlépő vízfolyások és nemzetközi tavak védelméről és használatáról szóló egyezmény – 1992	130/2000. (VII. 11.) Korm. rendelet	Víz és egészség jegyzőkönyv a határokat átszelő vízfolyások és nemzetközi tavak védelméről és használatáról szóló 1992. évi Egyezményhez (Víz és egészség jegyzőkönyv) – 1999	213/2005. (X. 5.) Korm. rendelet
Ipari balesetek országhatáron túli hatásairól szóló helsinki egyezmény – 1992	128/2001. (VII. 13.) Korm. rendelet	–	–

Nemzetközi egyezmény	Hazai kihirdetés	Kapcsolódó jegyzőkönyv	Hazai kihirdetés
A környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban való részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló egyezmény (aarhusi egyezmény) – 1998	2001. évi LXXXI. törvény	A környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban történő részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló egyezményhez kapcsolódó szennyezőanyag-kibocsátási és -szállítási nyilvántartásról szóló jegyzőkönyv (PRTR-jegyzőkönyv) – 2003	2009. évi LIII. törvény

Az EU szabályozást illetően a Seveso irányelveket [119] [120] szükséges kiemelni, amelyeket a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek előfordulásának csökkentése, valamint következmények enyhítése érdekében alkottak meg. [121] Jelenleg a Seveso III. Irányelv van hatályban. [28]

Visszaulva az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődésben betöltött stratégiai jelentőségére a fenti felsorolásban említett iparbiztonsági tárgyú nemzetközi egyezmények és EU jogi aktusok – összhangban a szupranacionális fenntarthatósági stratégiák rendeltetésével – kivétel nélkül a fenntarthatóság elérését hivatottak előmozdítani. Ennek szemléltetésére alkalmas megoldás lehet annak vizsgálata, hogy az Ipari balesetek országhatáron túli hatásairól szóló helsinki egyezmény [27] egyes rendelkezéseinek betartása miként járul hozzá az Agenda 2030 program szerinti SDG-k megvalósításához. Továbbá az egyezmény hogyan támogatja az SDG-k európai uniós szintű elérését elősegítő – von der Leyen által előterjesztett – politikai iránymutatásokban lefektetett bizottsági prioritások teljesítését.

Az UNECE honlapján elérhető „*Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents and Sustainable Development Goals*” című dokumentum veti össze az Agenda 2030 programnak a kockázatmegelőzés, a felkészülés és a reagálás kapcsán releváns SDG-it a helsinki egyezménnyel, míg az SDG-knek a bizottsági prioritásokkal való kapcsolódásait a Bizottság 2020 novemberében közzétett „*Az ENSZ fenntartható fejlődési céljainak megvalósítása – átfogó megközelítés*” című szolgálati munkadokumentuma tartalmazza. A három dokumentum egybevetésének az eredménye a következő táblázatban foglalható össze.

6. táblázat: Az Agenda 2030-as célok, az Európai Bizottság prioritásai és a helsinki egyezmény egybevetése. Készítette a szerző. Forrás [21] [122]

Fenntartható Fejlődési Célok (SDG)	Az Európai Bizottság prioritásai (2019-2024)	Kapcsolódás a helsinki egyezményhez
3. cél: Egészség és jóllét	Európai zöld irányvonal Emberközpontú gazdaság Európai életmód előmozdítása	A veszélyes vegyi anyagok okozta halálesetek és megbetegedések elkerülése a vegyi anyagok kibocsátásával járó technológiai katasztrófák kockázatának csökkentésével.
6. cél: Tiszta víz és alapvető köztisztaság	Európai zöld irányvonal	Az ipari balesetektől eredő vízszennyezés megelőzése.
9. cél: Ipar, innováció és infrastruktúra	Európai zöld irányvonal Emberközpontú gazdaság Digitális korra felkészült Európa	Az ipari létesítmények fenntarthatóvá tétele a biztonságos üzemeltetés által.
11. cél: Fenntartható városok, közösségek	Európai zöld irányvonal	Az integrált politikák ösztönzése a katasztrófákkal szembeni reziliencia érdekében, összhangban a Sendai katasztrófakockázat-csökkentési keretrendszerrel.
12. cél: Felelős fogyasztás és termelés	Európai zöld irányvonal	Vegyi anyagok kibocsátásának megakadályozását szolgáló keretrendszer biztosítása, ezáltal hozzájárulva azok környezetvédelmi szempontból megfelelő kezeléséhez.
13. cél: Fellépés az éghajlatváltozás ellen	Európai zöld irányvonal	Az éghajlattal összefüggő veszélyekkel és természeti katasztrófákkal szembeni reziliencia megerősítése a megfelelő területfejlesztési, földhasználati politikák és a vészhelyzeti tervek előmozdításával.
16. cél: Béke, igazság, erős intézmények	Európai életmód előmozdítása Európai demokrácia megerősítése	Részvételen alapuló döntéshozatal biztosítása a nyilvánosságnak az ipari balesetek megelőzésével, az azokra való felkészüléssel és az azokra való reagálással kapcsolatos vitákba való bevonásával.

A helsinki egyezmény kapcsán további lényeges szempont, hogy annak 2030-ig szóló hosszú távú stratégiájának is a legfontosabb céljai között szerepel az Agenda 2030 program végrehajtásának támogatása. [123, 13. o.] Az egyezmény betartása tehát egyszerre mozditja elő az SGD-k és a bizottsági prioritások elérését, ami megfelelő bizonyítékként szolgál a

szupranacionális szintű fenntarthatósági stratégiaalkotás és az iparbiztonság közötti kapcsolatra is.

1.5 A fenntarthatóság megjelenése a hazai stratégiaalkotásban és annak energiaiparbiztonsági vonatkozásai – Általános megközelítés

1.5.1 A vizsgált stratégiák és az azonosított stratégiai célterületek ismertetése

Magyarország az elmúlt évtizedekben számos olyan stratégiát és jogszabályt fogadott el, amely közvetlenül vagy közvetve segíti elő a fenntartható fejlődés megvalósítását. Ezen élénk stratégiai tervezési és jogalkotási tevékenységhez hozzájárul az is, hogy hazánk már 1955-ben felvételt nyert az ENSZ-be, [124] 2004 óta pedig az EU-nak is teljes jogú tagja. A fenntarthatósággal kapcsolatos kihívások kezelése érdekében megállapított célkitűzések az aktuális kormányzati stratégiai dokumentumban is meglehetősen nagy számban vannak jelen. [73] A kutatómunkám során a következő releváns stratégiai dokumentumokat vizsgáltam:

- 18/2013. (III. 28.) OGY határozat a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiáról.
- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.
- 1307/2011. (IX. 6.) Korm. határozat a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégiáról.
- Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050.
- 23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról.
- Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig.
- Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve.
- Magyarország kutatási, fejlesztési és innovációs stratégiája – 2021-2032.
- Nemzeti Fejlesztés 2030 – Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Koncepció.
- 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégiájáról.
- A hálózati és információs rendszerek biztonságára vonatkozó Stratégia.
- Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája – 2020-2030.
- Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) 2021-2027.
- Energetikai Iparfejlesztési és KFI Cselekvési Terv.
- Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv.
- Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája.

- Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv).
- Nemzeti Erdőstratégia 2016-2030.
- 1012/2008. (III. 4.) Korm. határozat Magyarország külkapcsolati stratégiájáról.
- Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv.
- Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027.

A felsorolt stratégiai dokumentumokat aszerint vizsgáltam, hogy az abban foglaltak mennyiben relevánsak a jelen dolgozat kutatási tárgyát (azaz mindhárom kutatási pillérét) illetően. A környezeti fenntarthatósággal való kapcsolat valamennyi vizsgált stratégia vonatkozásában megállapítható, hiszen alapvetően a fenntartható fejlődéssel szorosan összefüggő dokumentumokról beszélünk, amely legtöbb esetben már azok elnevezése alapján is megállapítható. Az energiaágazat és az iparbiztonság kutatási pilléreket azonban indokoltnak véltem egy fogalom alá vonni, amely a legkézenfekvőbbben az energiaipari-biztonság meghatározásban ragadható meg. Az iparbiztonság fogalmát alapul véve az energiaipari-biztonság az iparbiztonsági szakterület azon része, amelynek célja az energetikai rendszerek és rendszerelemek biztonságos működésének – műszaki, jogi és hatósági eszközök útján történő – szavatolásával az energiaellátás baleset- és üzemzavarmentességének a biztosítása, valamint az energiaágazat területén a súlyos ipari balesetek és üzemzavarok kockázatának a minimálisra csökkentése.

A stratégiai dokumentumoknak a fenti szempontok szerinti áttanulmányozását követően összesen 14 olyan stratégiai célterületet azonosítottam, amelyek az energiaipari-biztonsághoz hozzájárulva mozdítják elő a környezeti fenntarthatóság elérését. Ezek a következők:

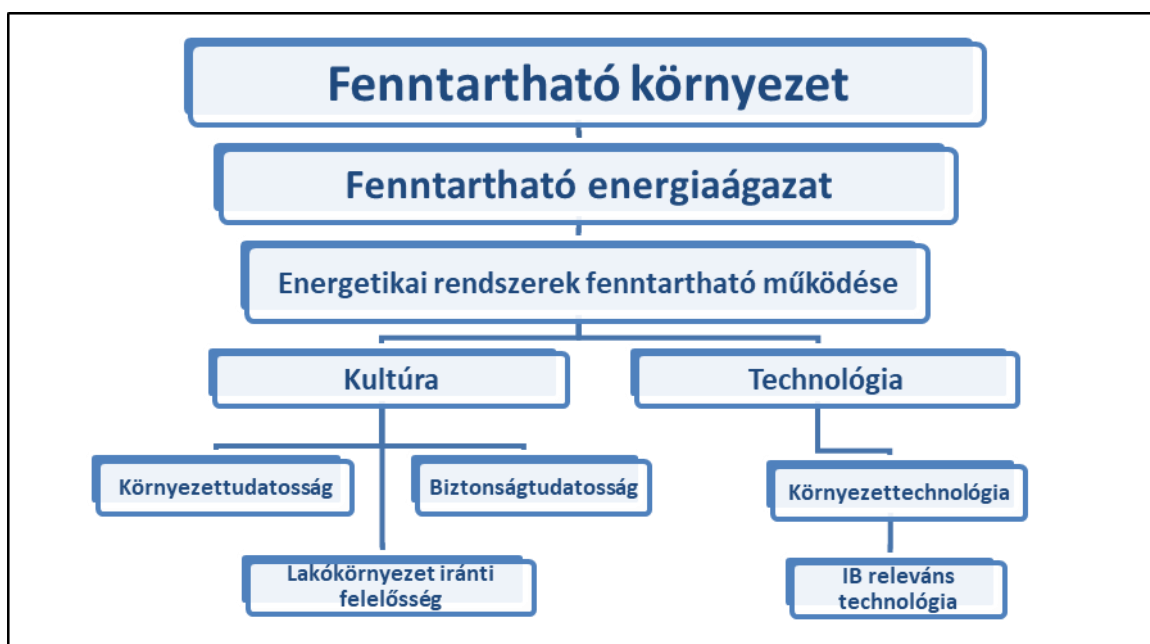
- környezet- és biztonságtudatosság, és a lakókörnyezet iránti felelősség ösztönzése;
- környezettechnológiai innováció előmozdítása;
- megújuló energiatermelés növelése;
- üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése – dekarbonizáció;
- hidrogén energetikai célú hasznosítása;
- kármentesítés – a fosszilis energiatermelés baleseteiből fakadó környezetterhelés csökkentése;
- hőhullámokkal szembeni védelem;
- erdő- és vegetációtüzekkel szembeni védelem;
- hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védelem;

- szélviharok és gyengülő átlagos szélsébség problémájának kezelése;
- havazással, hóviharokkal szembeni védelem;
- ageing kezelése;
- kiberbiztonság erősítése;
- veszélyes hulladékok képződésének megelőzése, valamint azok kezelése.

A stratégiai célterületek közül kettő olyan emelhető ki, amelyek valamennyi egyéb stratégiai célterület vonatkozásában relevánsak lehetnek, azokban valamilyen formában megjelennek, illetve azok sikeres megvalósításához hozzájárulnak, sőt bizonyos esetekben a sikeres megvalósítás elengedhetetlen feltételei is. E két általános stratégiai célterület a környezet- és biztonságtudatosság, és a lakókörnyezet iránti felelősség ösztönzése, valamint a környezettechnológiai innováció előmozdítása, támogatása. E célterületek kapcsán fontos utalni a Keretstratégia azon mondatára amely szerint *„(...) a fenntartható fejlődéssel kapcsolatban leginkább az annak megvalósításához hozzájáruló technológiákat szokás kiemelni (megújuló energiaforrások, újrahasznosítás, stb.), a fenntartható társadalom kialakulása mégis ennél szélesebb körű, elsősorban kulturális probléma,”* A fenntarthatóság pedig egy *„(...) új viszonyrendszer az emberek, a társadalmak és a természeti környezet között, ahol az emberi cselekvéseket az értékkövetés határozza meg.”* [1]

Ezt szem előtt tartva következtetésként levonható, hogy a fenntartható fejlődés két alapvető elemeként azonosítható a kultúra és a technológia, amelyek jelen dolgozat kutatási tárgyát tekintve a környezet- és biztonságtudatosság és lakókörnyezet iránti felelősség, valamint a környezettechnológiai innováció átfogó stratégiai célterületével mutatnak egyértelmű kapcsolatot. Ebből következően e két célterületet a többi 12 célterülethöz elkülönítve az alábbiakban elemzem. E módszertani megközelítés a következő fejezetben részletezett és csoportosított specifikus stratégiai célterületek lényegének a megragadását is elősegíti.

Más megközelítésből értékelve e két stratégiai célterület jelentőségét úgy is fogalmazhatunk, hogy az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltendő stratégiai szerepe általános jelleggel érvényre juttatható a környezettudatos, a biztonságtudatos és a lakókörnyezet iránti felelős gondolkodásmód erősítésével, valamint a környezettechnológia fejlesztésével. A következő két pontban azt vizsgálom, hogy e két általános stratégiai célterület a súlyos ipari balesetek és üzemzavarok bekövetkezésének a kockázatát csökkentő szerepével konkrétan miként járul hozzá a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójához, és hogyan jelennek meg a hazai stratégiákban.



5. ábra: A fenntartható fejlődés jelen kutatás szempontjából releváns alkotóelemei hierarchikus bontásban. Készítette a szerző.

1.5.2 Környezet- és biztonságtudatosság, valamint a lakókörnyezet iránti felelősség ösztönzése

A katasztrófák okozta extrém helyzetekre csak tudatos képzéssel, gyakorlatozással, a kockázatok azonosításával, valamint tervező-szervező munkával lehet hatékonyan reagálni. [125] E megállapítás az iparbiztonsági feladatok valamennyi résztvevője kapcsán relevanciával bír. Az iparbiztonságnak már idézett definíciója alapján az iparbiztonsági feladatok ellátásának három résztvevője azonosítható: a létesítmények üzemeltetői, a hatóságok, valamint az önkormányzatok.

A hatósági és önkormányzati szféra katasztrófavédelmi szakemberei munkájának szerves részét képezi a katasztrófakockázatokra érzékeny gondolkodásmód és magatartás. Ugyanilyen fontos, hogy az üzemeltetők is mindig kellő objektivitással képesek legyenek értékelni a veszélyes ipari létesítmények lehetséges környezeti hatásait. A résztvevők három kategóriája azonban bővíthető a civil lakossággal is, ugyanis ők szintén rendelkeznek olyan eszközökkel és jogosultságokkal, amelyekkel hozzájárulhatnak egy adott földrajzi terület katasztrófakockázatának csökkentéséhez.

A fokozottan érintett civil lakosok közé elsősorban azok tartoznak, akik valamely I. katasztrófavédelmi osztályba sorolt településen élnek, vagy akiknek lakóhelye közelében veszélyes üzem, ipari létesítmény építésére irányuló projekt kezdeményezése várható. E személyi kör szerepe a fenntartható fejlődés kapcsán azért is különösen releváns, mert az

OECD szerint a biodiverzitást érő globális veszteségek és veszélyeztetettségek fő forrásai közé tartoznak az építkezések és az infrastruktúrák fokozott területfoglalásai is. [1]

Az egymással meglehetősen szoros összefüggést és nagy átfedést mutató, egymást bizonyos értelemben feltételező környezettudatos, biztonságtudatos és a lakókörnyezet iránt érzett felelős gondolkodás elsajátításával a civil lakosok aktívan és eredményesebben érvényesíthetik és gyakorolhatják a környezetük védelmével őket megillető jogosultságokat, az üzemeltetők pedig hatékonyabban láthatják el az üzem biztonságos működtetésével összefüggő feladataikat, kötelezettségeiket.

*7. táblázat: A súlyos ipari balesetek lakosságra gyakorolt négy lehetséges alapvető hatása.
Készítette a szerző. Forrás [126, 50-51. o.]*

Hatások	Leírás
Fizikai	Robbanások lökéshullámai testi épséget, épületeket, anyagi javakat veszélyeztethetnek, károsíthatnak.
Hőhatás	A baleset kiindulási helyszínétől távolabb eső területeken is bekövetkezhetnek hőhatás miatti gyulladások, tüzesetek.
Mérgezés	Mérgező (toxikus) anyagok az emberi szervezetbe juthatnak belégzéssel, bőrön át történő felszívódással, valamint – jellemzően szennyezett élelmiszerek, gyümölcsök, növények elfogyasztásával – nyelés következtében.
Környezetszennyezés	Veszélyes anyagoknak a levegőbe, talajba, felszíni vagy felszín alatti vizekbe kerülésével rongálódik az érintett természeti környezet, a veszélyes anyag pedig a táplálékláncban feldúsulhat.

A környezettudatosság és biztonságtudatosság már számos tudományág keretében, széles körben használt fogalmakká váltak, szemben a lakókörnyezet iránti felelősséggel, amely (egyelőre) ritkábban használatos, és magyarázatra szorul, hogy miként érinti a környezeti fenntarthatóságot, illetve szűkebb értelemben jelen dolgozat témáját. Roger Scruton brit filozófus állítása szerint a környezeti problémák megoldása csak abban az esetben lehetséges, ha az emberekben jelen van az ehhez szükséges motiváció, ami az ún. oikofíliából, azaz az otthon – a szűkebb vagy tágabb lakókörnyezet – iránti kötődésből fakad. [11, 9. o.] Ennek jelentősége a katasztrófát átélt emberek esetében különösen szembeötlővé válik. [127, 124. o.] Magyarország eddigi történetének legnagyobb ipari szerencsétlenségeként számontartott 2010-es vörösiszap-katasztrófa [128] károsultak

narratívájában is központi elemként jelent meg az otthon, és az életük rendbehozatalának első eszközeként jellemzően az otthonuk helyreállítását nevezték meg. [127, 124. o.] Az oikofília tehát az általános környezettudatosságnál mélyebb, pszichológiai kötődést is magában foglaló magatartást takar, amely egyfajta felelősségtudatot is feltételez a lakókörnyezet iránt. A környezetvédők jelentős része vélekedik úgy, hogy a globális mellett lokális szempontokat egyaránt érvényesíteni kell a döntésekben. A „*gondolkozz globálisan, cselekedj lokálisan*” a környezetvédők által jól ismert szállóige. Minél szilárdabban van jelen az emberekben az oikofíl gondolkodásmód, annál nagyobb jelentőséget fognak tulajdonítani a lokális környezeti szempontoknak is, és annál erősebb lesz az elköteleződésük, hogy lakókörnyezetük épségét megőrizzék, és azt megvédjék a pusztító erőktől és a szennyezésektől. [11, 25-27. o.]

A civil lakosság és az üzemeltetők környezet- és biztonság tudatossága, valamint a lakókörnyezettel szembeni attitűdje jellemzően eltérő magatartásokban, cselekvési formákban, jogosultságokban és kötelezettségekben jelenik meg. A civil lakosság környezettudatossága megnyilvánulhat például a környezetvédelmi jogszabályi rendelkezések maradéktalan betartásában, a globális környezet iránti felelősségérzetben, vagy éppen a közösségi részvétel elvéből fakadó jogok gyakorlásában, amely elv az 1992-es ENSZ Környezet és fejlődés konferencia óta a polgári önrendelkezés egyik leglényegesebb kifejező eszközévé vált. [129] Az elv értelmében „*»(a) környezeti ügyeket a legjobban az összes érdekelt állampolgár részvételével lehet megoldani.« (...)* Az érintett helyi közösségek és a környezetvédelmi civil szervezetek részvételének biztosítása okvetlenül szükséges.” [7, 195. o.] Fontos tehát, hogy a közösségeknek és a szervezeteknek az előttük folyó ügyekben biztosítandó részvétele közigazgatási jogi szempontból teljes mértékben elfogadott legyen, és minél jobban hasznosuljon. [7, 207. o.] A környezeti ügyekben való részvétel motivációja azonban fakadhat biztonság tudatosságból és/vagy a lakókörnyezet iránti felelősségből is. Ez utóbbi kapcsán lényeges megállapítani, hogy az oikofília egyik fontos eleme a közösségi tudat megléte, hogy egy adott lakókörnyezet tagjai lojalitást érezzenek egymás iránt. A skandináv és az angolszász országokban, valamint Svájcban a lakosság erős oikofíl mentalitásának köszönhetően magas a környezetvédelem színvonala, [11, 235. o.] megjegyzendő azonban, hogy a világ jelentős részén az emberek már nem rendelkeznek azzal a belső motivációval, amely arra készítetné őket, hogy megoldást találjanak a környezetet érintő problémákra. [11, 349. o.] Scruton szerint a kormányzat feladata, hogy megteremtse e motiváció kialakulásának és megerősödésének a feltételeit, [11, 9. o.] bár hozzáteszi, hogy a nemzetközi környezetpolitikának is foglalkoznia kell ezzel a kérdéssel. [11, 349. o.] Arra kell ösztönözni

az embereket, hogy az általuk is kezelhető környezeti problémákat maguk oldják meg, illetve – amennyiben azok még nem következtek be – tegyenek azok elkerülése érdekében. [11, 96. o.] Következésképp Scruton az oikofíliával összefüggésben nagy hangsúlyt helyez a helyi kezdeményezésekre, a polgárok szabad önszerveződésére és az autonóm társulások fontosságára is. Ezek olyan egyesülések, amelyek általában a politikai befolyásszerzés célja nélkül, a tagjaik érdekében jönnek létre, a tagság érdekeiért léteznek. [11, 32. o.]

Amennyiben a jövő generációkban kialakul egy erős oikofil és környezettudatos magatartás, ilyen egyesülések révén, lokális szinten hatékonyan lesznek képesek hozzájárulni tágabb lakókörnyezetük természetes közegének védelméhez is, és már nem feltétlenül csak a szűk értelemben vett magántulajdonban lévő értékek megóvására fog helyeződni a hangsúly.

Scruton ezzel kapcsolatban felhívja a figyelmet arra is, hogy Anglia – annak ellenére, hogy mélyreható társadalmi és gazdasági változásokon ment keresztül az elmúlt kétszáz évben – éppen a lakossága öntevékenysége épülő kezdeményezéseinek köszönhetően volt képes megőrizni homeosztázisát. [11, 323. o.] Ahogy az a brit filozófus mondataiból is kiolvasható, a gazdasági növekedés szempontjai konfliktusba kerülhetnek környezetvédelmi aspektusokkal. E konfliktus különféle jogi eszközökkel azonban feloldható. Az integráció elvéből következően a környezetre jelentős hatást gyakorló társadalmi-gazdasági tevékenységek kizárólag akkor és úgy engedélyezhetők, amennyiben a környezeti hatásait – környezeti hatásvizsgálat-típusú jogi eszközökkel – minden lényeges szakmai szempont alapján megvizsgálták, és azok az elviselhetőség határain belül maradnak. [7, 195. o.] Alkotmányjogi megközelítésből is elfogadható, hogy bizonyos beruházásokhoz olyan erős társadalmi-gazdasági érdekek fűződnek, amelyek egy természetvédelmi terület részbeni elfoglalását indokolják, vagy közlekedéshez fűződő érdek egy erdő autópályával való kettészelését igényli. Ilyen esetekben a környezetvédelmi jogok és más alkotmányos jogok (például tulajdonhoz, vagy vállalkozáshoz fűződő jog) között fennálló konfliktus szükségességi-arányossági teszt elvégzésével oldható fel. Ld.: Alaptörvény I. cikk (3) „Az alapvető jogokra és kötelezettségekre vonatkozó szabályokat törvény állapítja meg. Alapvető jog más alapvető jog érvényesülése vagy valamely alkotmányos érték védelme érdekében, a feltétlenül szükséges mértékben, az elérni kívánt céllal arányosan, az alapvető jog lényeges tartalmának tiszteletben tartásával korlátozható.” [7, 192. o.]

Az önkéntes tevékenység ösztönzésén túlmenően folyamatosan vizsgálni kell, hogy a jogi szabályozás mennyiben járul hozzá a környezetvédelemhez. Előállhatnak olyan esetek is, amikor egy-egy jogszabályi rendelkezés kontraproduktív helyzetet eredményez. Ilyen esetben

a dereguláció eszközéhez kell folyamodni. Javasolt továbbá beazonosítani azokat a környezetvédelmi feladatokat, amelyeket sikeresen csak állami szinten lehet kezelni. Azon feladatok kezelését és megoldását viszont, amelyek nem tartoznak ebbe a körbe, a civil társadalomra kell bízni. [11, 358. o.]

Kifejezetten a biztonságtudatossággal mutat szorosabb kapcsolatot a Kat. azon rendelkezésére, amely kimondja, hogy „(a) katasztrófavédelem nemzeti ügy. (...) Minden állampolgárnak, illetve személynek joga van arra, hogy megismerje a környezetében lévő katasztrófaveszélyt, elsajátítsa az irányadó védekezési szabályokat, továbbá joga és kötelessége, hogy közreműködjön a katasztrófavédelemben.” [30, 1. § (1-2).] A lakosság például közmeghallgatás keretében kifejtheti véleményét egy veszélyes üzem telepítésekor, vagy egy már működő veszélyes üzem tevékenységének jelentős változtatása esetén is. [130, 21. § (3).]

A lakossági biztonságtudatosság erősítésének egyik legközvetlenebb módszere a lakosságfelkészítés, ami a katasztrófavédelmi tevékenységek egyik legfontosabb elemeként értékelhető, és amely azt a célt is szolgálja, hogy a lakosság képes legyen gyakorolni az idézett normaszövegben meghatározott jogait és kötelezettségeit. A Nemzeti Közszerződési Egyetem docensének, Hornyacsek Júliának a megfogalmazása szerint „(a) katasztrófavédelmi lakosságfelkészítés egyrészt olyan tevékenységi rendszer, amely révén a lakosság felkészítése történik a veszélyhelyzetekre, az abban követendő cselekvési és magatartásszabályokra, az ön- és mások, valamint az anyagi javak mentésére, és az ennek megfelelő célirányos gyakorlás útján az ezirányú ismereteik készségi szintű fejlesztése. Másrészt annak tudatosítása, hogy önmaguk is előidézhetnek veszélyhelyzeteket. A lakosság katasztrófavédelmi felkészítése (...) magába foglalja a polgári védelmi, tűzvédelmi, katasztrófavédelmi ismereteket, valamint a katasztrófaküszöböt el nem érő veszélyhelyzeti ismereteket egyaránt.” [131, 27. o.]

Az üzemeltetői környezettudatosságot illetően megállapítható, hogy az – akárcsak a civil lakosság esetében – megjelenhet a globális környezet iránti felelősségérzetben, vagy akár a környezetvédelmi jogszabályi rendelkezések maradéktalan betartásában is, rájuk nézve azonban specifikusabb példa lehet a kevésbé szennyező anyagok használatára való törekvés az üzemeltetés során. A biztonságtudatosságukra pedig jó példaként az üzem biztonságos működésének szavatolása, karbantartása, vagy a katasztrófavédelmi jogszabályi rendelkezések teljeskörű betartása hozható fel. A lakókörnyezet iránt felelősség az üzemeltetők esetében nem feltétlenül esik egybe a saját lakóhelyhez való kötődésből fakadó felelősségérzettel. Ehelyett sokkal inkább az üzem földrajzi helye szerinti lokális – például

helyi, környezeti, természeti, meteorológiai, kulturális – szempontok minél teljesebb körű figyelembevételében nyilvánulhat meg e magatartásforma.

A következőkben azt vizsgálom, hogy e stratégiai célterület három eleme miként jelenik meg a magyar stratégiaalkotásban. Az NBS a környezettudatos életmód népszerűsítését a fenntartható társadalmi és gazdasági fejlődés, továbbá a természeti katasztrófák megelőzésének egyik kritikus feltételeként határozza meg, az állampolgárok biztonság tudatos gondolkodásmódját pedig össztársadalmi érdekként nevesíti. [22] Mindazonáltal a környezettel kapcsolatos jogok gyakorlásához és kötelezettségek teljesítéséhez és általában a fenntarthatóság eléréséhez szükséges, hogy az állampolgárok minél nagyobb számban legyenek tisztában a korunkban tapasztalható környezeti problémákkal, illetve azok lehetséges okaival, valamint, hogy képesek legyenek minél objektívebben megítélni az egyes technológiák potenciális környezeti hatásait. E tudás birtokában pedig a meglévő környezeti problémák kezeléséhez, valamint újabbak kialakulásának megakadályozásához aktív és/vagy passzív magatartással képesek legyen hozzájárulni. Ezért mind a társadalmi környezet- és biztonság tudatosság, valamint a lakókörnyezet iránti felelősség erősítésének egyik kézenfekvő eszköze az oktatás, ami a hazai stratégiákból ugyancsak határozottan kitűnik.

A Keretstratégia például kimondja, hogy *„(a) közoktatásban szükség van a fenntarthatósággal kapcsolatos ismeretek átadásának (...) erősítésére. (...) A Nemzeti Vidék- és Energiastratégiák is nagy hangsúlyt helyeznek a közoktatásban folyó környezeti nevelési munkára, valamint a felső- és felnőttoktatásban folyó fenntarthatósági szemléletformálási tevékenységekre. (...) A felsőoktatásban (...) a korszerű természettudományos ismeretek átadására, a fenntarthatósági, környezetvédelmi szempontok megjelenítésére van szükség.”*

[1] A második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia szerint pedig *„(b)e kell építeni a tananyagba azokat az ismereteket, amelyek felhívják a figyelmet és megtanítanak tudatosan gondolkodni a fenntartható fejlődésről. A környezetvédelem iránti elkötelezettség birtokában a jövő szakembereinek olyan ötleteket kell megvalósítaniuk, melyek figyelembe veszik azt, hogy a tevékenységük milyen hatással lesz a környezetre.”* [2, 212. o.] Az idézett sorokból is jól kivehető, hogy az oktatásban a környezettudatosság, a környezeti nevelés a fenntarthatóságra nevelés szélesebb perspektívájában értelmezendő, amely kapcsán a pedagógusképzés fejlesztése is kiemelten fontos. [7, 369. o.]

A környezeti problémáknak az emberekkel való megismertetése jóllehet kiválthatja aggodalmukat, azonban az nem feltétlenül vezet a problémákkal szembeni fellépést célzó

tevőleges magatartáshoz. A fenntarthatóságra nevelésnek ezért – az információátadáson vagy kompetenciafejlesztésen túlmenően – támogatnia kell, hogy a fenntarthatóság érdekében a polgárok tevőlegesen is fellépjenek. [7, 360. o.] Ugyancsak hangsúlyos a helyi önkormányzatoknak, [7, 268-276 o.] valamint a rendőrségnek [7, 294. o.] a lakossági környezettudatosság erősítésében betölthető szerepe.

Kiemelendő, hogy Scruton által az oikofília fogalmi körébe sorolt javaslatokhoz hasonló célkitűzések, gondolati elemek a magyar stratégiai dokumentumokban is megjelennek. Az NBS például az állampolgárok biztonságtudatos gondolkodásmódján túlmenően szintén osztársadalmi érdeknek tekinti a patrióta felelősségtudat formálását és fejlesztését. Ennek érvényesítése során az állampolgárok általános ismeretszintjének bővítésén túl kiemelt szerepet játszik – egyebek mellett – a fiatalok katasztrófavédelmi felkészítése is. A dokumentum stratégiai célkitűzésként határozza meg – a stabilitás és biztonság előfeltételeinek tekintett – válságkezelési és koordinációs képességek 2030-ra történő kialakítását is. [22]

A Keretstratégia pedig utal a társadalmi, közösségi összetartozás és a polgári önszerveződés erősítésére, a deregulációs feladatokra, valamint – a szubszidiaritás elvére való hivatkozással, a nemzeti erőforrások fenntartásával és bővítésével összefüggésben – az egyéni és kisközösségi döntések társadalmi elismerésének és ösztönzésének szükségességére. [1] A helyi önkormányzatok a fenntartható fejlődésben hangsúlyos szerepet töltenek be, tekintettel arra, hogy számos fenntarthatósággal kapcsolatos probléma helyi szinten jelentkezik, illetve kezelhető a leghatékonyabban. [7, 111. o.]

Az oktatás szintén lehetőséget biztosít a lakókörnyezet iránti felelősség kialakítására, erősítésére. Fontos azonban látni, hogy e szempontoknak egy olyan közös nevezője azonosítható, amelyek az egyéni környezet- és biztonságtudatosságtól némiképp eltérő, attól mélyebb többlet-jelentéstartalommal bír. Ennek pedig a stratégiai gondolkodásban kiemelt jelentősége lehet.

8. táblázat: Példák a környezettudatosság a biztonságtudatosság és a lakókörnyezet iránti felelősség lakossági és üzemeltetői megnyilvánulásaira, valamint stratégiai szintű megjelenéseire. Készítette a szerző.

	Lakossági oldal	Üzemeltetői oldal	Közvetlen stratégiai szintű megjelenés
Környezettudatosság	Közösségi részvétel Közmeghallgatás Globális környezet iránti felelősségérzet Környezetvédelmi jogszabályi rendelkezések maradéktalan betartása	Kevésbé szennyező anyagok használata Globális környezet iránti felelősségérzet Környezetvédelmi jogszabályi rendelkezések maradéktalan betartása	Környezettudatos életmód, mint a fenntartható fejlődés és katasztrófa-megelőzés kritikus feltétele Oktatásban környezeti nevelés, fenntarthatósági szemléletformálás, korszerű természettudományos ismeretek átadása
Biztonságtudatosság	Közösségi részvétel Közmeghallgatás Lakossági felkészítés	Az üzem biztonságos működésének szavatolása Katasztrófavédelmi jogszabályi rendelkezések maradéktalan betartása	Biztonságtudatos gondolkodásmód fejlesztése Fiatalok katasztrófavédelmi felkészítése Válságkezelési, koordinációs képességek kialakítása Oktatásban környezeti nevelés, fenntarthatósági szemléletformálás, korszerű természettudományos ismeretek átadása
Lakókörnyezet iránti felelősség	Közösségi részvétel Közmeghallgatás Lokális cselekvések Oikofília ösztönzése, tudatosítása	Lokális szempontok minél teljesebb körű figyelembevétele az üzemeltetés során (például helyi, környezeti, természeti, meteorológiai, kulturális szempontok)	Patrióta felelősségtudat formálása, fejlesztése Társadalmi, közösségi összetartozás, polgári önszerveződés erősítése Egyéni és kisközösségi döntések társadalmi elismerése, ösztönzése Dereguláció

1.5.3 Környezettechnológiai innováció előmozdítása, támogatása

Az ipari forradalmaknak – az előzőekben részletezett – tanulságai is rámutattak arra, hogy a technológiai átmenet a történelem során lezajló lényeges változásoknak mindig is alapvető komponense volt. A kölcsönhatás azonban kettős: egyfelől egy új technológia kizárólag abban az esetben jelenthet tényleges változást, amennyiben az adott társadalom készen áll annak a befogadására. Másfelől viszont érdemi technológiai áttörés nélkül a fenntarthatósági átmenet sem lehet reális elképzelés. [7, 107. o.] A társadalom alkotta állam fenntartható, biztonságos és hatékony működésének és működtetésének szükségszerű feltételei közé tartoznak ugyanis a műszaki kutatási eredmények, valamint azok felhasználása. [132]

Napjainkban a globális szinten tapasztalható technológiai, társadalmi és környezeti megatrendek mélyreható és hosszantartó hatást gyakorolnak hazánkra is. A Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia e kihívásként azonosított megatrendek között említi – egyebek mellett – a digitális technológiák terjedésének társadalmi hatásait, a természeti környezet sérülékenységét, az ökológiai rendszerek összeomlásának veszélyét, a nem megújuló erőforrások kimerülését, valamint az éghajlatváltozást, amelyekre Magyarországnak is szükséges reagálnia. [133, 10. o.]

E kihívássorozat lehetőségeket és kockázatokat egyaránt magában hordoz. A digitalizációra – annak valamennyi kockázatával együtt – alapvetően egy fejlődési lehetőségként kell tekinteni, különösen amiatt is, mert a digitalizáció teremtette meg az ipari forradalmak következő lépcsőfokát jelentő Ipar 4.0 feltételét. [7, 37. o.] Ennek megfelelően a Nemzeti Infokommunikációs Stratégiát felváltó Nemzeti Digitalizációs Stratégiának is kiemelt célja, hogy Magyarország digitális fejlettsége a 2020-as évek közepére meghaladja az EU átlagot, 2030-ra pedig a tíz élenjáró uniós gazdaság között foglaljon helyet. [133, 105. o.] Ezzel szemben a természeti környezettel kapcsolatos negatív folyamatok nyilvánvalóan kockázatos megatrendként értelmezendők, amelyek tovaggyűrűzését meg kell akadályozni, a keletkezett károkat helyreállítani, illetve amelyekhez – jobb megoldás híján, átmenetileg, vagy tartósan – alkalmazkodni szükséges.

További jellemző, hogy egyes megatrendek – például a technológiai fejlődés, a digitalizáció – pozitív hozadékaik felhasználhatóak egyik vagy másik kihívás – például a környezeti, ökológiai vagy klimatikus problémák – negatív velejáróinak kezelésére, hatásainak enyhítésére.

Egyértelmű utalást tesz erre a Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiájának miniszeri köszöntője is, amely szerint „(...) *a modern technológiák nyújtotta lehetőségeket a lehető legteljesebb mértékben az állampolgárok életszínvonalának emelése és környezetünk védelme érdekében*” kell kihasználni. [134, 5. o.] A dokumentum ezen túlmenően utal a mesterséges intelligenciának (a továbbiakban: MI) az ÜHG-kibocsátás csökkentésében, valamint az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodási beavatkozások megvalósításában betöltött lehetséges szerepére is. [134, 9. o.] Az említett megatrendek közös jellemzője, hogy valamennyi összefüggésben áll a fenntarthatósággal.

A fenntartható fejlődés környezeti dimenzióját szolgáló legátfogóbb stratégiai célterületek között említhető a környezettechnológiai innováció ösztönzése. A környezettechnológia ugyanis „*lefed minden olyan terméket, folyamatot, eljárást, módszert, aminek alkalmazásával fokozható az anyag- és energiahatékonyság, illetve megelőzhető és/vagy csökkenthető a szennyezés, illetve a környezetkárosítás.*” [8] Ez egy meglehetősen tág meghatározás, amelyben szerepet kapnak a környezetvédelmi és környezetbiztonsági mellett katasztrófavédelmi – azon belül pedig iparbiztonsági – szempontok is. A széles spektrummal összefüggésben fontos kiemelni azt is, hogy a környezettechnológiák már tulajdonképpen minden iparágban és ágazatban – így az energiaiparban is – szerepet kaphatnak. [8]

A környezettechnológia és az ezzel kapcsolatos innováció több nemzetközi, európai uniós és hazai dokumentumban is megjelenik. [8] Az NBS általános megállapítást tesz a környezetbarát technológiáknak a globális energiaellátásban képviselt növekvő hányadáról. Majd megjegyzi, hogy a kulcsfontosságú területeken – mint amilyen a kibervédelem, az MI, az autonóm rendszerek és a biotechnológia – kiemelt figyelmet kell fordítani a kutatás-fejlesztésre, valamint annak védelmi összetevőjére, a hazai piaci szereplők számára pedig hozzáférést kell biztosítani a legfejlettebb technológiákhoz. [22]

A Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia a már meglévő kormányzati irányelvek, szakpolitikai célkitűzések, stratégiák szintézisaként szolgálja a környezettechnológia alkalmazását és innovációját. A dokumentum kiemeli, hogy a hagyományos – főként a „csővégi” – környezettechnológiák alkalmazásával már nem lehetséges a környezet állapotromlásának a megakadályozása, az innovációs célok megvalósításához pedig jogszabályi, gazdasági és szakterületi eszközök, valamint széles körű társadalmi, kormányzati együttműködés együttes alkalmazását írja elő. A szakterületi eszközök közé tartoznak a szennyezés megelőzésre irányuló technológiai innovációk, a termékek és szolgáltatások környezetvédelmi szempontú innovációja, a szennyezéskezelési

technológiai innováció, valamint a környezettechnológia hatásainak vizsgálata és beágyazása társadalmi szemléletformálással, oktatással. [8] A legfőbb célok között említhető az *„olyan környezettechnológiai innovációk bevezetésének támogatása, amelyek elősegítik az ökológiai lábnyom és az ökoszisztémák terhelésének csökkentését, a természeti erőforrások takarékos használatát (...)”* [8] A 2020-as Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv a multinacionális cégektől is környezetbarát technológiák alkalmazását várja el. [26]

A stratégiai szempontból leglényegesebb kulcsfontosságú alaptermotechnológiák közé sorolandó a biotechnológia, a fotonika, a nanotechnológia és a korszerű anyagok kifejlesztése. [8] Ezzel összefüggésben megemlítendő az Energiatudományi Kutatóközpont intézeteinek kutatási stratégiája, amely megerősíti, hogy *„(...) az energiagazdálkodásnak alapvető része az energiatakarékos és környezetbarát megoldások keresése, a kapcsolódó új anyagok és technológiák kidolgozása (...)”* hozzátéve azt, hogy ehhez *„(...) nélkülözhetetlen az anyagtudományi kutatások eredményeinek felhasználása.”* [135, 1. o.] E technológiák környezetre és egészségre gyakorolt hatásait és kockázatait azonban az elővigyázatosság elvére figyelemmel vizsgálni szükséges. [8] Az elv ugyanis kimondja, hogy *„a kockázati társadalom és a környezet védelme között összhangot kell teremteni. Ha valamely gazdaságfejlesztési terv, új tevékenység, technológia vagy termék esetében nem zárható ki teljes bizonyossággal, hogy az az egészséges környezetet és a jövő nemzedékek érdekeit súlyosan sérti vagy veszélyeztetni majd, akkor el kell vetni. Ha ilyen bizonytalanság egy már folyamatban lévő tevékenység esetében áll fenn, a tevékenységet meg kell szüntetni. Az elővigyázatosság elve megköveteli a környezeti kockázatokkal járó tevékenységek figyelemmel kísérését (monitoring komplex környezeti információs rendszerek segítségével) és a várható hatások folyamatos tisztázását.”* [7, 195. o.]

Az energiaszektor innovatív átalakítása kapcsán a Nemzeti Energia- és Klímaterv kiemelt célként határozza meg az energiacélú KFI teljesítmény növelését, az energetikai innovációban és az éghajlatváltozásban meglévő gazdaságfejlesztési potenciál maximális kiaknázását. [25, 28-29. és 75. o.] A tiszta, fenntartható és okos energia támogatása érdekében 2018 októberében megalakult az Energetikai Innovációs Tanács, amely munkájának eredményeit az új Nemzeti Energiastratégia is tartalmazza. [136]

Ez utóbbi dokumentumban is hangsúlyos elemként jelenik meg az energetikai innovációval kapcsolatos irányok kijelölése, az ezt támogató szabályozási változások végrehajtása és az innovatív projektek finanszírozási lehetőségeinek megteremtése. [25, 75. o.] A Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia nemzetgazdasági prioritásokat határoz meg,

amelyekre országunk az intelligens szakosodás megvalósítása során fókuszál. A dokumentum e prioritások között említi az energiát és a klímát is. [133, 6. o.] A prioritás legfőbb célja az éghajlatváltozás elleni küzdelem, valamint a karbonsemleges gazdaságra történő átállás elősegítése. Ennek keretében olyan energiatermeléshez, tároláshoz, felhasználáshoz köthető KFI tevékenység, valamint a meglévő és új módszerek és technológiák terjedésének ösztönzése támogatandó, amelyek földgáz- és olajalapú energiatermelés kiváltását célozzák, vagy a fosszilis energiahordozóknak a felhasználását mérséklék, hatékonyabbá teszik. A prioritás kiterjed – többek között – a megújuló és természetes energiaforrások szélesebb körű elterjesztését lehetővé technológiák kutatására is, és kiemelt fontosságot tulajdonít a skálázható és mobilizálható energiatárolási képességek, akkumulátor technológiák fejlesztésének. [133, 63-64. o.] Az energetika ágazatához köthető KFI tevékenységről a 2018-as Energetikai Iparfejlesztési és KFI Cselekvési Terv tartalmaz elemzést, amelynek keretében átfogóan értékeli a hazai helyzetet, prioritásokat és intézkedéseket határozva meg a KFI tevékenység ágazatspecifikus erősítése érdekében. A dokumentum az energetikai KFI-t támogató politika horizontális céljai között említi, az alacsony energiaárakhoz, a munkahelyteremtéshez, a környezet- és klímavédelemhez, a csökkenő energiaimport-függőséghez, valamint az ellátásbiztonság folyamatos, magas szintű fenntartásához való hozzájárulást. [137, 35. o.]

A környezettechnológiai innováció kapcsán az alapvetően veszélyhelyzeti kibocsátásra fókuszáló iparbiztonsági szakterület érintettsége elsősorban a kevésbé szennyező, illetve alacsonyabb baleseti kockázattal járó termékeket, szolgáltatásokat, eljárásokat magában foglaló technológiák, valamint a szennyezést kezelő technológiák és eljárások [8] vonatkozásában állapítható meg. A kormányzati stratégiákban is szereplő példaként az előbbire a megújuló energiaforrások, valamint a kevésbé veszélyes/szennyező anyagok – például földgáz helyett hidrogéngáz – alkalmazását, míg az utóbbi esetre a kármentesítést hoznám fel. Mindhárom példa külön szerepel a 2. fejezetben elemzett stratégiai célterületek között. Hasonló distinkciót tartalmaz a Keretstratégia is.

A dokumentum kimondja, hogy *„(a) vállalkozások (...) elsősorban a környezetbarát technológiák használatára való áttéréssel (...) járulhatnak hozzá a természeti erőforrások megőrzéséhez. Mindez történhet az erőforrás-hatékonyság javításával, a kevésbé szennyező technológiákra való áttéréssel, és a kibocsátás okozta károk minimalizálásával. Az első eset (aktív védelem) a kibocsátott szennyező anyagok, hulladékok mennyiségének csökkentését, az*

utóbbi (passzív védelem) pedig a tevékenység eredményeként létrejövő káros anyagok, folyamatok utólagos semlegesítését jelenti (...).” [1]

1.6 Részkövetkeztetések – 1. fejezet

1. A disszertáció e fejezetében a kutatómunkám kiindulópontjaként azon irányadó tudományos vélekedést vettem alapul, amely szerint korunk globális szinten érzékelhető, – számos szakmai vélemény szerint jelentős mértékben antropológiai okokra visszavezethető – környezeti, meteorológiai és éghajlati változásai Földünk környezeti, ökológiai egyensúlyának sérülését, felborulását jelzik, amelyek egyben egy – az ipari forradalmaktól kezdve, meglehetősen jól behatárolható – destruktív folyamat fenntarthatatlanságának indikátorai.

Megalapozottnak tartom azt az álláspontot, hogy e fenntarthatatlan folyamatnak véget kell vetni, és helyette a környezeti fenntarthatóság, illetve tágabb értelemben a fenntartható fejlődés pályájára kell átállni. E kérdésben széleskörű, nemzetközi szintű tudományos és politikai konszenzus van.

2. A fenntartható fejlődés tárgyában készült nemzetközi, európai uniós és – az azoknak való megfelelést szolgáló – nemzeti szintű stratégiai dokumentumok sokasága hitelt érdemlően támasztja alá azt a feltételezést, hogy a fenntarthatóság megvalósítása önmagában egy széleskörű stratégiai tervezést igénylő jövőkép.

Megítélésem szerint ennek oka arra vezethető vissza, hogy a fenntarthatatlanság átfogó problémájának leküzdésében és a fenntarthatóság szűkebb, környezeti dimenziójának a megvalósításában is számos ágazat, tudományág és szakterület egyszerre játszik szerepet. Mindez egy rendkívül összetett feladatot takar, amelyben rengeteg – például természeti, politikai, finanszírozási, infrastrukturális, kulturális, humán, mentális – hátráltató tényező merül(het) fel. Eléréséhez tehát nem vezet nyílegyenes út, és mint ilyen horizontális perspektívát, holisztikus gondolkodást, multidiszciplináris megközelítést és hosszútávú tervezést igényel, amelynek egyik kézenfekvő eszköze a stratégiai tervezés és a stratégiaalkotás.

3. A stratégia számos módszertan alapján alkotható, azonban – ahogy arra már Clausewitz is tett utalást – kerülendő a célokhoz rendelt eszközök és mérőszámok szigorú rendszerét megvalósító, túlzottan technokrata jellegű stratégiák alkotása. E stratégiák ugyanis nehezen változtathatók, így azokat merevség, rugalmatlanság, a változó körülményekhez való nehéz alkalmazkodás jellemzi.

Véleményem szerint az eltúlzott technokrata jelleg kerülése különösen fontos a környezeti fenntarthatósággal kapcsolatos stratégiai tervezés során. E meglátásomat Eisenstein mennyiségelvű gondolkodással kapcsolatos kritikus álláspontjára alapozom, aki rámutatott arra, hogy a globális átlaghőmérséklet mérésével jól számszerűsíthető éghajlatváltozásnak, és annak kialakulásában közrejátszó, szintén számokban meghatározható ÜHG-kibocsátásnak a környezetvédelem középpontjába helyezése a nehezen számszerűsíthető, ám az éghajlatváltozás tendenciájára ugyancsak negatív hatást gyakorló egyéb problémák, anomáliák jelentőség-csökkenésének vagy teljes figyelmen kívül hagyásának a kockázatát hordozza magában.

4. Hivatkozva az energiaágazatnak a fenntartható fejlődésben betöltött egyedülálló szerepére, unikális jellegére a jelen disszertáció kutatási témájához kötődően magam is fontosnak tartom kiemelni, hogy az energetikai létesítmények – és főként a fosszilis energiaforrásokat használók – már normálüzemi működésük során is jelentős mértékű károkat képesek előidézni a természeti környezetben és az emberi egészségben, amely tény a környezetbiztonság és a környezetvédelem szempontjából abszolút relevanciával bír.

5. A környezetbiztonsággal rokon szakterületnek minősülő iparbiztonság és a fenntartható fejlődés közötti összefüggésre, valamint a stratégiaalkotás módszertanára alapozva arra a következtetésre jutottam, hogy az iparbiztonság – és ezen belül az energiaipari-biztonság is – a környezeti fenntarthatóság, illetve tágabb értelemben a fenntartható fejlődés megvalósításában stratégiai jelentőségű szakterületnek számít. E megállapításomat három-három elméleti érveléssel támasztottam alá:

- A fenntarthatósági stratégiai tervezésben való alkalmazhatóságot alátámasztó érvek:
 - Stratégiaalkotási alapok megléte: A biztonságpolitika stratégiai alapidokumentumának számító – így a részstratégiák kialakításakor is szem előtt tartandó – NBS-ben fenntarthatósági, energetikai és (ipar)biztonsági szempontok egyaránt megjelennek. Magyarország aktuális stratégiai keretrendszerében tehát adottak a stratégiaalkotás alapjai a jelen dolgozat mindhárom kutatási pillére, így az iparbiztonság vonatkozásában is.
 - Válságkezelés, mint az iparbiztonság alapvető rendeltetése: A korunkban tapasztalható negatív környezeti, ökológiai folyamatokkal összefüggésben egyre gyakrabban használt „*ökológiai válság*” meghatározást alapul véve a környezeti problémák leküzdésében a válságkezelést célzó biztonság- és

védelemtudományok – így az azokba illeszkedő iparbiztonsági szakterület – szerepére elméletben nagyobb hangsúly tevéődhet.

- Multidiszciplináris jelleg: Az iparbiztonság stratégiai jelentősége magyarázható a szakterületnek a különböző tudományágak ismereteit magában foglaló jellegével, ami a stratégiaalkotással szükségszerűen együtt járó multi- és interdiszciplináris szemlélethez megfelelő alapot képes biztosítani.
- A környezeti fenntarthatóságban betöltött szerepre rámutató érvek:
 - Környezeti problémák kialakulásának a megelőzése: Szem előtt tartva azt a tényt, hogy az iparbiztonsági feladatok mind olyan tevékenységek, amelyek célja a létező legsúlyosabb szennyezési események megelőzése, e feladatok elhanyagolása jelentősen megnehezíti vagy akár meg is hiúsíthatja a legátfogóbb stratégiai jövőképnek minősíthető fenntartható fejlődés megvalósítását. Tudvalevő továbbá, hogy nem csak a súlyos ipari balesetek, hanem a mindennaposnak számító kisebb haváriajellegű események során egyaránt veszélyes anyagok kerülnek a környezetbe. Ilyen események kialakulásának a megelőzésével az iparbiztonsági szakterület ugyancsak a környezeti problémák kifejlődését gátolja meg, illetőleg a bekövetkezésük kockázatát csökkenti, amivel érdemben járul hozzá a fenntarthatósághoz.
 - Megváltozott környezeti feltételekkel szembeni védekezés: Kiindulva abból a tényből, miszerint a klímapolitikák szerves részévé vált alkalmazkodási képességfejlesztés magában foglalja az újszerű környezeti problémákkal szembeni védekezést, amelynek ki kell terjednie az ipari létesítmények védelmére is, megítélésem szerint az iparbiztonság az ipari létesítmények biztonságát veszélyeztető környezeti feltételekkel szembeni védekezést célzó feladatával egyaránt kiemelt szerepet tölt be a fenntartható fejlődés folyamatában.
 - Környezeti egyensúly helyreállítása: A helyreállítás katasztrófavédelmi feladatának ellátásával az iparbiztonság voltaképpen a tágabb, mondhatni globális értelemben vett környezeti egyensúly helyreállításához is hozzájárul. A különféle ipari balesetek során a környezetbe került veszélyes, szennyező anyagok semlegesítése, környezetből való kivonása ugyanis alapvető fontosságú a környezeti fenntarthatóság vonatkozásában.

6. A fenntartható fejlődést szolgáló szupranacionális stratégiaalkotás és a szupranacionális iparbiztonsági jogi előírások közötti összefüggések áttanulmányozását követően megvizsgáltam a környezeti fenntarthatóság témakörét érintő hazai stratégiai dokumentumokat, aszerint, hogy azok az iparbiztonsági szakterület szempontjából mennyiben járulnak hozzá az energetikai rendszerek és rendszerelemek biztonságosabb működéséhez. A vizsgálati szempontok egyszerűsítése érdekében e két kutatási pillér – értsd az energiaágazat és az iparbiztonság – összevonásával megalkottam az energiaipari-biztonság fogalmát, amelyet a kutatás során zsinórmértékként használtam. A vizsgálat eredményeként a dokumentumokban összesen 14 olyan stratégiai célterületet azonosítottam, amelyek közvetlenül vagy közvetve hozzájárulnak az energiaipari-biztonsághoz. Ezek közül kettő általános stratégiai célterület – nevezetesen a környezet- és biztonságtudatosság, és a lakókörnyezet iránti felelősség előmozdítása, támogatása, valamint a környezettechnológiai innováció ösztönzése – a többi 12 specifikus stratégiai célterületben is szerepet kap. Az előbbi az üzemeltetők és a civil lakosság környezet- és biztonságtudatos, valamint a lakókörnyezet iránti felelős gondolkodásának az erősítésével, míg az utóbbi a környezetre kevésbé veszélyes technológiák alkalmazásának a szorgalmazásával segíti elő a specifikus stratégiai célterületek megvalósulását is. E két célterület tehát általános jelleggel járul hozzá az energiaipari-biztonsághoz, és ezzel a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójának megvalósításához. A 12 specifikus stratégiai célterület pedig egy-egy meghatározott módon járul hozzá a környezeti fenntarthatósághoz, amelyek ismertetésére a következő fejezetben kerül sor.

2. AZ ENERGIAÁGAZAT FENNTARTHATÓ MŰKÖDÉSÉT CÉLZÓ ELMÉLETI IPARBIZTONSÁGI STRATÉGIAI MEGFONTOLÁSOK

2.1 Bevezető

Az iparbiztonságnak, illetve szűkebben, kifejezetten az energiaipari-biztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségének az ismeretében, az alábbiakban az előző fejezetben azonosított stratégiai célterületeket vizsgálom egy általam kialakított módszertan szerint. Ennek ismertetése előtt azonban indokolt tisztázni, hogy a „stratégiai célterület” alatt pontosan mi értendő, illetőleg azokat mi alapján határoztam meg. Ehhez mindenekelőtt azt tartom fontosnak megjegyezni, hogy a kutatásnak nem képezte tárgyát a releváns stratégiai dokumentumokban rögzített célok, célkitűzések, részcélok, intézkedések stb. azonosítása és részletekbe menő értékelése. Erre terjedelmi korlátok miatt e disszertáció keretében nem is lenne lehetőség. Ehelyett a stratégiai dokumentumokat átfogó,

tartalmi szempontból vizsgáltam, a disszertációban feldolgozandó tartalmi részeket pedig a következő három együttes feltétel szerint határoztam meg:

- releváns-e a fenntarthatóság elérésében és biztosításában,
- összefüggésben van-e az energiaágazattal,
- összefüggésben van-e az iparbiztonsággal.

E tartalmi vizsgálat eredményeként határoztam meg az alábbiakban részletesebben és nem kizárólag a stratégiai dokumentumok szövegének alapulvételével ismertetett stratégiai célterületeket. A stratégiai célterületeknek három nagy kategóriáját azonosítottam, aszerint, hogy melyik milyen módon szolgálja a fenntartható fejlődés környezeti dimenzióját, azaz a hosszú távú konkrét cél, jövőkép megvalósítását.

A három kategória párhuzamba állítható a katasztrófavédelemnek a katasztrófák megelőzését, az azok elleni védekezést és a bekövetkezett katasztrófák utáni helyreállítást szolgáló feladatrendszerével, és egyben az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóságban betöltött kiemelet szerepére rámutató elméleti érvekkel is. Az egyes kategóriák tartalmát az alábbiakban határoztam meg:

- Az első kategóriába a környezeti egyensúly helyreállítását szolgáló stratégiai célterületek tartoznak, azaz olyan célterületek, amelyek megvalósításával az energiaágazat a környezeti fenntarthatóságot a felborult környezeti egyensúly helyreállításában való részvételével szolgálja. E kategória a helyreállítás katasztrófavédelmi feladatával mutat analógiát.
- A második kategóriába azon stratégiai célterületeket soroltam, amelyek az energiaágazatnak az újonnan jelentkező környezeti problémákhoz való alkalmazkodását szolgálják, ugyanis – ahogy arra az 1. fejezetben is utaltam – a stratégiaalkotásnak fontos eleme a változó körülményekhez való alkalmazkodás is. A Keretstratégia is egyértelműen megállapítja, hogy *„(a) fenntarthatóság jelentős külső meghatározottsága miatt fel kell készülnünk arra a lehetőségre is, hogy a nemzetközi fenntarthatósági erőfeszítések nem biztos, hogy elérik céljaikat, ezért a mi feladataink súlypontja a megelőzéstől lassan az alkalmazkodás felé tolódhat”*. [1] E kategória a védekezés feladatához hasonlítható, amennyiben az alkalmazkodást a – katasztrófát is előidézhető megváltozott környezeti viszonyokkal szembeni – védekezés egyfajta sajátos módszerének fogjuk fel.

- A harmadik kategóriába pedig azok a stratégiai célterületek kerültek, amelyek az energiaágazatban újszerűnek mondható katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó esetleges környezetszennyezések megelőzését szolgálják. Ezen utolsó kategória a megelőzés katasztrófavédelmi feladatával állítható párhuzamba.

A specifikus stratégiai célterületek tartalmának bemutatását követően kezdtem meg azok stratégiaalkotási és műszaki szempontok alapulvételével történő elemzését a fentebb már említett módszertan szerint. Az alkalmazkodást szolgáló célterületeket azonban egy elemzés keretében mutatom be, tekintettel arra, hogy azok értékelése a vizsgálati szempontok mindegyikére nézve azonos eredményre vezetett. A módszertan mind a fenntartható fejlődéssel (környezeti fenntarthatósággal) mind a katasztrófavédelemmel (iparbiztonsággal) kapcsolatos jövőbeli stratégiai tervezések során – akár az alábbi formájában, akár újabb vizsgálati feltételekkel bővítve – felhasználható. Alkalmazása segítségként szolgálhat:

- annak eldöntéséhez, hogy a vizsgálat alá vont stratégiai célok / célterületek a készülő stratégia tárgykörébe vonhatók-e,
- a jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz való igazodáshoz (egész konkrétan a jövőkép szem elől tévesztésének elkerüléséhez),
- jövőkép megvalósítása tekintetében lényeges szempontoknak a kevésbé fajsúlyos szempontoktól való elhatárolásához,
- annak egyértelművé tételéhez, hogy mely kategóriában lehet indokolt további célokat meghatározni a jövőre nézve a kitűzött stratégiai jövőkép elérése érdekében.

A stratégiai célterületeknek a módszertan szerinti elemzésekor azok eredeti rendeltetését vettem alapul. A módszertanban a következő vizsgálati szempontokat határoztam meg.

- Megállapítható-e a vizsgált stratégiai célterület iparbiztonsági relevanciája?
 - a) Megállapítható.
 - b) Nem állapítható meg.
- Megállapítható-e a vizsgált stratégiai célterületnek az energiaipari-biztonsággal való kapcsolata? Ha igen, annak végrehajtása, megvalósítása milyen módon járulhat hozzá az energia-ipari biztonsághoz?
 - a) Közvetlen.

- b) Közvetett.
- c) Nem állapítható meg.
- Milyen intenzitással járul hozzá a vizsgált stratégiai célterület az átfogó stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz?
 - a) Közvetlen.
 - b) Közvetett.
- Miként járul hozzá a vizsgált stratégiai célterület az átfogó stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz, az a fent meghatározott három kategória melyikébe sorolandó?
 - a) Megelőzés.
 - b) Védekezés.
 - c) Helyreállítás.
- Milyen összefüggésben áll a vizsgált stratégiai célterület az általános stratégiai célterületek közé sorolt környezettudatossággal, biztonságtudatossággal, valamint a környezettechnológiai innovációval? A lakókörnyezet iránti felelősséget az elemzés során a környezettudatosság részeként értelmeztem.
 - a) Szoros.
 - b) Közepes.
 - c) Gyenge.
- Milyen a vizsgált stratégiai célterület országspecifikusságának szintje, azaz annak hazai végrehajtása mennyiben jelentős a környezeti fenntarthatóság globális szintű megvalósítása szempontjából? Az országspecifikusság szintjének a megítélésében a vállalt és/vagy előírt szupranacionális kötelelességek is értékelendő szempontként vannak jelen.
 - a) Magas.
 - b) Közepes.
 - c) Alacsony.

- Szupranacionális szintű stratégiákban konkrétan vagy áttételesen megjelenik-e a vizsgált stratégiai célterület, vagyis azonosítható-e szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás?
 - a) Azonosítható.
 - b) Nem azonosítható.
- Újonnan meghatározott stratégiai cél / célterület került a vizsgálat tárgykörébe, amely a korábban meghatározott vagy aktuális stratégiai célok / célterületek között még nem szerepelt?
 - a) Igen.
 - b) Nem.

Jelen dolgozatban kizárólag olyan stratégiai célterületeket vizsgáltam, amelyek a hazai aktuális stratégiákban is megjelennek. Kiemelendő, hogy egyes stratégiai célterületek között részbeni átfedés is megállapítható. Például a hidrogén energetikai célú hasznosítása hozzájárul a megújuló energiatermelés alkalmazásának a kiterjesztéséhez is, ugyanakkor mindkettő egyaránt szolgálja a dekarbonizációs – illetve általában az ÜHG-kibocsátás mérséklésére irányuló – stratégiai célokat.

A módszertan kialakításához alapként az ÖKO Zrt. által készített „*Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program 2014-2020 – Stratégiai környezeti vizsgálat*” című dokumentumban [61] alkalmazott vizsgálati módszerek szolgáltak. Elemzésemet a környezeti egyensúly helyreállítását szolgáló stratégiai célterületek vizsgálatával kezdem.

2.2 A környezeti egyensúly helyreállítását szolgáló stratégiai célterületek

A fenntartható fejlődés megvalósításának egyik alapvető feltétele a megbomlott környezeti egyensúly helyreállítása. Tekintettel arra, hogy ebben az iparbiztonságon kívül természetesen számos egyéb tudományág és szakterület vesz részt, az alább azonosított stratégiai célterületek között vannak olyanok is, amelyek nem kifejezetten az iparbiztonságnak a veszélyhelyzeti működést követő helyreállítási feladatával függnek össze, hanem attól függetlenül szolgálják a globális környezeti egyensúly helyreállítását. Hangsúlyozandó azonban, hogy e stratégiai célterületek kapcsán is megállapítható az iparbiztonság közvetett érintettsége, tekintettel arra, hogy azok megvalósítása iparbiztonsági szempontból is értékelhető pozitív következményekkel jár.

2.2.1 Megújuló energiatermelés növelése

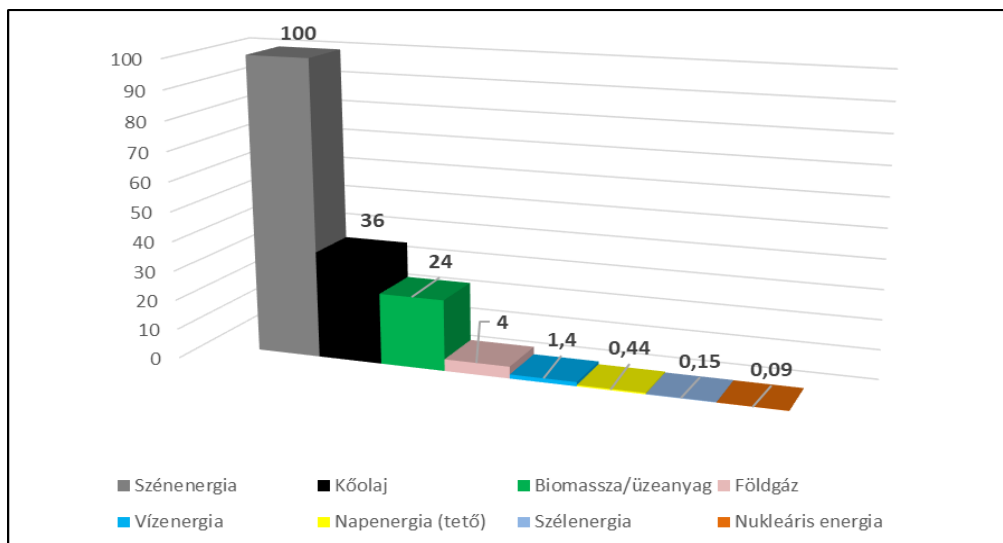
A történelem folyamán az emberiség növekvő energiaigényének fedezése céljából tetemes mértékű fosszilis energiahordozó kitermelésére volt szükség, és ez a folyamat napjainkban is tart még. William Stanley Jevons angol közgazdász és filozófus „*A szénkérdés*” (angolul: *The Coal Question*) című művében már 1868-ban arra figyelmeztetett, hogy az ipari forradalom következtében a széntartalékok kimerülése súlyos társadalmi összeomláshoz vezethet. [54, 33. o.] Mindazonáltal az energiafogyasztás permanens növekedése következtében az 1970-es években nyilvánvalóvá is vált, hogy az ipari fejlődésnek a fosszilis energiaforrások kimerülése akadályát jelentheti. Nagyjából ebben az időszakban kezdett kialakulni a megújuló energiaforrások iránti érdeklődés is, amelyeknek egyre hatékonyabb és szélesebb körű hasznosítása alkalmas lehet a fogyatkozó fosszilis energiaforrások kiváltására, [71] és ezáltal a fosszilis alapú energiatermelésre és -felhasználásra visszavezethető környezeti problémák kiküszöbölésére is. Ezzel összhangban a villamos energiáról szóló törvény az új termelői kapacitások engedélyezése során érvényesítendő szempontok között említi a villamosenergia-rendszer és elemeinek biztonságát, a közegészség, a közbiztonság a környezet és természet védelmét, valamint a megújuló energiaforrások elsőbbségét is. [138, 78. §.]

A legjelentősebb megújuló energiaforrások közé sorolandó a napenergia, a szélenergia, a geotermikus energia, a biomassza, valamint a vízenergia. Számos elemzés készült már az elmúlt években arról, hogy milyen óriási mértékű potenciál rejlik ezen energiaforrásokban. A Napban hidrogénatomok héliumatomokká alakulnak át, hatalmas gravitációs nyomáson és rendkívül magas hőmérsékleten. Az évmilliárdos működés ellenére az égítéstben továbbra is több mint 70% hidrogén található, amelyet ekként csaknem kimeríthetetlen energiaforrásként lehet értelmezni. Ebből a szempontból a napenergia az egyik legígéretesebb megújuló energiaforrás. A szélenergia ugyancsak jó alternatív megoldást kínál a fosszilis energiahordozóktól mentes villamosenergia-termelés megvalósítására, főként az olyan területeken, amelyeken az erősebb légmozgás a jellemző. Kitermelésének modern formája a szélturbina-lapátok forgási energiáját transzformálja elektromos energiává. A biomasszának – a keletkezését tekintve – három nagy csoportja különíthető el. Az elsődleges kategóriába sorolhatók a természetes vegetáció alkotóelemei, köztük a mezőgazdasági növények, az erdők, a mezők, a rétek, a legelők, a kertészeti és vízben élő növények. A második csoportba az állatvilág, illetve az állattenyésztés fő és melléktermékei, valamint hulladékai tartoznak. A biomasszák harmadik kategóriáját pedig a feldolgozóiparok és az

emberi életműködés melléktermékei alkotják. [71] Külön kiemelendő a hulladéklerakókban képződő, magas ÜHG-potenciállal rendelkező depóniagáz, valamint a szennyvíziszapból származó metán energetikai célú hasznosítása. [2, 108. o.] A geotermikus energia a Föld belső hőjéből származó, a magmából eredő energia. A földhő egyik legfőbb jellemzője, hogy a kitermelés helyén folyamatosan rendelkezésre áll, rugalmasan alkalmazható. A vízenergia felhasználása során a víztömeg mozgási energiájából villamos energia nyerhető. Ez tekinthető az egyik leggazdaságosabb energiaforrásnak, alkalmazásának lehetőségét azonban nagymértékben befolyásolja a természetföldrajzi környezet. [71] A megújuló energiaforrásokban rejlő lehetőségeket jól érzékelteti a londoni székhelyű Carbon Tracker nevű think tank 2021-es jelentése, amely szerint csupán a nap- és a szélenergia együttesen az éves globális energiaigény akár százszorosát is képes lenne biztosítani. [139]

E célterület az iparbiztonság szakterületét közvetetten érinti. A megújuló energiaforrások ugyanis elsősorban a normálüzemi károsanyag-kibocsátás csökkentését, és a fosszilis energiaforrások kiaknázásának a mérséklését szolgálják, ezért alapvetően a környezetvédelem, környezetbiztonság keretében értékelhető a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójára gyakorolt hatásuk. Látni kell azonban azt is, hogy a megújuló energiaforrások felhasználása lényegesen alacsonyabb katasztrófakockázattal jár a hagyományos energiatermelő megoldásokhoz képest, amely tény pedig főként az iparbiztonsági vizsgálódások kapcsán bír kiemelt relevanciával. Az alábbi ábra jól illusztrálja a megújuló és a fosszilis energiatermelés (főként a szén és a kőolaj) veszélyessége közötti különbséget, az egyes energiaforrások felhasználásából eredő elhalálozások becsült száma alapján.

Az energiaiparban a halálozási arányt jellemzően a megtermelt milliárd vagy billió KWh energiára jutó elhalálozások számában szokták kifejezni. [140] Jelen statisztikában a halálozási arányszám magában foglalja az adott energiaforrás felhasználásából fakadó közvetlen hatások (például balesetek), valamint a megbetegedések (például levegőszennyezésből fakadó légzőszervi betegségek) miatt elhunytak számát is. [141] A the Energy Factbook tudomása szerint a veszélyes hulladékok okozta haláleseteket e diagram még nem foglalja magában. [140]



6. ábra: 40 év becsült globális halálozási aránya (halálozeset / milliárd Kwh) energiaforrások szerinti bontásban. Készítette a szerző. Forrás [141] [142] [143]

A legkockázatosabb energiaforrásnak a szén minősült, amely kapcsán a legnagyobb veszélyt annak kitermelése és elégetése hordozza magában. Némelyest meglepőnek tűnhet, hogy valamennyi vizsgált energiaforrás közül a megújuló energiaforrásnak minősülő biomasszára volt visszavezethető a harmadik legtöbb halálozeset. Ennek oka azonban nem a magasabb baleseti kockázatban keresendő, hanem feltehetően sokkal inkább abban, hogy becslések szerint mintegy 2 milliárd ember még mindig nagymértékben hagyatkozik tűzifára, trágyára és faszénre a fűtéshez és a főzéshez. Jelzésértékű, hogy az Egészségügyi Világszervezet (angolul: World Health Organization, rövidítve: WHO) szerint évente körülbelül négymillió ember hal meg háztartási levegőszennyezéssel összefüggő betegségben. [140] A közzétett adatok alapján a megújulók közül a legkevesebb halálozeset a szélenergiához volt köthető. Ezen energiaforráshoz kapcsolódó halálozások jellemzően a munkások szélturbinákról való leesésével következnek be, de mivel globális szinten viszonylag kevés áramot termelnek szélből, a halálozesetek száma alacsony. [142] Kiemelendő, hogy a szél- a nap- és a vízenergia alkalmazásából eredő halálozesetek együttes száma gyakorlatilag a töredéke volt a szénenergiára visszavezethető elhalálozások mértékének. Figyelemre méltó továbbá, hogy a vizsgált energiaforrások közül a legkevesebb halálozeset a nukleáris energiához volt köthető, aminek – a kedvező kibocsátási mutatókon túlmenően – egy lehetséges oka, hogy viszonylag kis létszámú alkalmazottal relatíve nagy mennyiségű energia előállítására biztosít lehetőséget. [140]

Hazánkban a megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztásban 2005-ben 6,9% volt, [144, 11. o.] ami 2020-ra

– meghaladva a 2009/28/EK irányelv I. mellékletében [145] meghatározott célkitűzést – 13,9%-ra növekedett. [144, 11. o.] A számarány további növeléséhez az Magyarország természeti jellemzőinek figyelembevétele szükséges. A jelen klimatikus viszonyok között országunk meglehetősen jó adottságokkal rendelkezik a napsütéses órák számát illetően a napenergia hatékony felhasználásához. Biomassza termelésre alkalmas termőterületek is jelentős mértékben vannak jelen országunkban. [8] A geotermikus energia hasznosításához is kedvezőek a hazai feltételek, a Kárpát-medencében ugyanis a magas hőmérsékletű közegek aránylag sűrűn és a felszínhez közel helyezkednek el. [146, 5. o.] Ez komoly helyzeti előny, ugyanis kiváló geotermikus körülmények a Föld alig 10%-án találhatók. [147, 22. o.] Európában az átlagos geotermikus gradiens 30-33 °C/km körül alakul, Magyarországon viszont 42-45 °C/km az átlagos érték, bizonyos helyeken pedig a 100 °C/km-t is meghaladja. [146, 5. o.] Országunk geotermikus potenciálja konzervatív becslés szerint hozzávetőlegesen 60 PJ. [24, 90. o.] A termálvízből származó geotermikus energia használata egyes területeken – például távhő, vagy kertészetek – már évtizedek óta elterjedt fűtési módszer. [60, 40. o.]

A szélenergia hasznosítására korlátozó jelleggel hat a hazánkra jellemző kis szélesség (2–6 m/s), az ország medencejellegének, kontinentális klímájának köszönhetően a szélviszonyok kevésbé egyenletesek. Nagy vízerőmű létesítése nem indokolt, egyebek mellett környezet- és természetvédelmi okokból sem, a kisvízfolyásokon azonban helyi igények kiszolgálását célzó kisebb vízerőművek építése támogatható. [8] A Nemzeti Vízstratégiában (Kvassay Jenő Terv) lehetőségként szerepel a vízenergia jobb kihasználása. [60, 74. o.] A megújuló energiaforrások mellett a megújulóenergia-technológiák közé sorolható hőszivattyúk [148] alkalmazására is jelentős potenciálként lehet tekinteni. Az elsődleges megújuló energiaforrások termelésére vonatkozó hazai adatokat a következő táblázat tartalmazza:

9. táblázat: Elsődleges megújuló energiaforrások termelése 2011 és 2020 között. (PJ).

Készítette a szerző. Forrás [149]

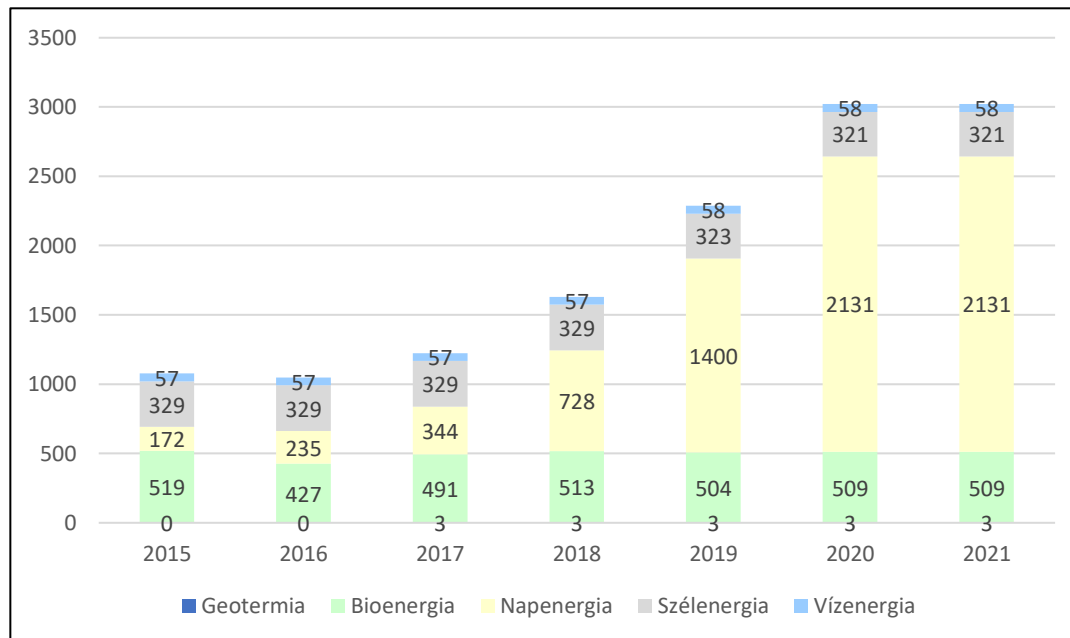
Évszám	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Víz	0,8	0,8	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
Szél	2,3	2,8	2,6	2,4	2,5	2,5	2,7	2,2	2,6	2,4
Geotermia	4,4	4,5	4,7	3,8	4,4	5,0	5,6	6,0	6,6	6,3
Nap ¹	0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,3	1,7	2,8	5,9	9,5

¹ Napkollektorral termelt hőenergia, napelemmel termelt villamos energia.

Biogáz²	2,5	2,2	3,3	3,3	3,3	3,7	4,1	3,9	3,8	3,7
Bioüzemanyag	6,0	11,8	12,8	12,8	16,0	17,2	17,6	18,7	19,8	18,7
Biomassza	101,6	106,9	112,3	98,9	105,2	100,6	99,0	89,3	85,9	85,3
Kommunális hulladék	1,7	1,9	1,8	1,8	2,8	2,8	1,9	1,6	1,8	2,4
Összesen	119,6	131,3	138,8	124,7	136,0	134,0	133,4	125,3	127,2	129,2

A fenti adatok szerint Magyarországon 2011-től 2020-ig összességében 9,6 PJ-lal nőtt az elsődleges megújuló energiatermelése. A legnagyobb – 12,7 PJ mértékű – növekedés a bioüzemanyagok vonatkozásában volt tapasztalható. Lényegében stagnálás jellemzi a víz- és a szélenergia-termelést, míg visszaesést kizárólag a biomassza adatai mutatnak. A csökkenés ellenére az elsődleges megújuló energiaforrások termelésének legnagyobb hányadát továbbra is a biomassza teszi ki.

A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (angolul: International Renewable Energy Agency, rövidítve: IRENA) honlapján közzétett adatok szerint Magyarországon az alábbiak szerint alakult a villamosenergia termelésre felhasznált telepített megújuló energia kapacitás 2015 és 2021 között. [150]



7. ábra: Villamosenergia-termelésre felhasznált telepített megújuló energia kapacitás Magyarországon (2015-2021). Készítette a szerző. Forrás [150]

² Szennyvíztelepi gáz, depóniagáz és egyéb biogáz.

Az ábra adatai szerint számottevő növekedés csak a napenergia esetében figyelhető meg, a többi négy energiaforrás vonatkozásában gyakorlatilag stagnálás tapasztalható. Egy-egy konkrét ok azonban mind a négy esetben azonosítható, amely a stagnáló tendencia igazolásaként szolgálhat. A biomassa az energiaátalakítás alacsony hatékonysága miatt kevésbé használható áramtermelési célra, emellett pedig a levegőminőséget is kedvezőtlenül befolyásolja. A geotermia kapcsán megállapítható, hogy a föld alól érkező természetes meleg víz gazdaságosan fűtésre használható. [152] A mintegy 373 ezer lakosú Izlandon [151] a vulkanikus működés miatt ugyan kedvezőbben hasznosítható a geotermikus energia, azonban ott is az áramtermelésnek alig egyharmada származik e forrásból. [152] A szél- és a vízenergia pedig a fentebb már jelzett, többnyire az országunk földrajzi fekvéséből adódó korlátozottságok mellett hasznosítható.

Módszertan szerinti elemzés

A megújuló energiatermelés növelése stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

10. táblázat: Megújuló energiatermelés növelése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia		Megállapítható / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás		Közvetlen / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		Közvetlen / Közvetett
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	Szoros / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		Magas / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		Azonosítható / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / Nem

A megújuló energiatermelés növelése stratégiai célterület iparbiztonsági relevanciája igazolható azzal, hogy a fosszilis alapú energiatermelésnél alacsonyabb katasztrófakockázattal és kevesebb halálesettel járó megújuló energiatermelés térnyerése hozzájárul az energiaágazat biztonságosabb működéséhez. Kifejezetten az energiaipari-biztonsághoz e stratégiai célterület azonban csak közvetetten járul hozzá, hiszen jellemzően nem a súlyos energiaipari balesetek megelőzése a megújuló energiatermelés növelésének legfőbb mozgatórugója, hanem sokkal inkább az energiazöldítés és a dekarbonizáció.

A stratégiai célterületnek az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulásának intenzitása közvetlen, tekintettel arra, hogy a

megújuló energiaforrások alapvetően az energiaágazat környezetkímélőbb működését segítik elő, ami a fosszilis alapú energiatermelés és -felhasználáshoz viszonyítva kiváltképp megállapítható. A hozzájárulás mikéntje pedig a környezeti egyensúly helyreállításában érhető tetten. Ezt támasztja alá a stratégiai célterület elsődleges rendeltetése (energiazöldítés, dekarbonizáció). Annak ténye, hogy bizonyos környezetkárosodással járó balesetek, a megújuló energiatermeléssel összefüggésben is előállhatnak, kizárja a stratégiai célterületnek a balesetek által előállt környezeti problémák megelőzését célzó kategóriába sorolását.

Az általános stratégiai célterületek közé sorolt környezettudatosság és környezettechnológiai innováció ösztönzésével szoros összefüggést mutat a stratégiai célterület, mivel jellemzően az előbbi jelenti a megújuló energiatermelés növelésének egyik legfőbb mozgatórugóját, az utóbbi pedig – annak idézett fogalma szerint – magában foglal minden olyan terméket, folyamatot, eljárást, módszert, amivel megelőzhető és/vagy mérsékelhető a környezetszennyezés és -károsítás. A biztonságtudatossággal azonban csak közepes szintű összefüggést mutat a célterület, ugyanis – ahogy arról már esett szó – jellemzően nem a súlyos energiaipari balesetek megelőzése a megújuló energiatermelés növelésének legfőbb motivációja. Az országspecifikusság szintje magasnak mondható, különösen a napenergia, a geotermikus energia és a biomassza vonatkozásában, valamint a megújuló energiatermelés iránti erős szupranacionális elhatározottság okán. A stratégiai célterület az éghajlatváltozással és energetikával kapcsolatos szupranacionális és hazai stratégiai dokumentumok alapvető elemét jelenti. A hazai stratégiákban megjelenő, megújuló energiatermelés növelését szolgáló főbb célok a következők:

Megújuló energiatermelés növelését szolgáló főbb célok

- A bruttó végső energiafogyasztásban legalább 21%-os megújuló energiaforrás részarány elérése 2030-ig. [25, 24. o.]
- A bruttó végső villamosenergia-fogyasztásban a megújuló források arányának legalább 20%-ra növelése 2030-ra. [25, 25. o.]
- A villamosenergia-termelés legnagyobb részben atomenergiából és megújuló energiából, elsősorban naperőművekből származzon. [24, 9. o.]
- A hazai napenergia termelő kapacitás meghatszorozása 10 év alatt. 2030-ig minimum 6.000 MW napenergia termelő kapacitás üzembe helyezése, kiemelten az egyéni fogyasztóknál, valamint a nagyméretű, erőműi energiatermelésben. [26]
- A fogyasztók és fogyasztói közösségek megújuló forrásokra alapozott saját célra történő energiatermelésének ösztönzése. [25, 47. o.]
- Legkevesebb 200.000 háztartás rendelkezzen átlagosan 4 kW teljesítményű, tetőre szerelt napelemmel. [25, 25. o.]
- A szélenergia kapacitások mértéke 2030-ban a 330 MW körül alakul. [25, 25. o.]
- A bioenergia potenciálok kiaknázása. [25, 103. o.]

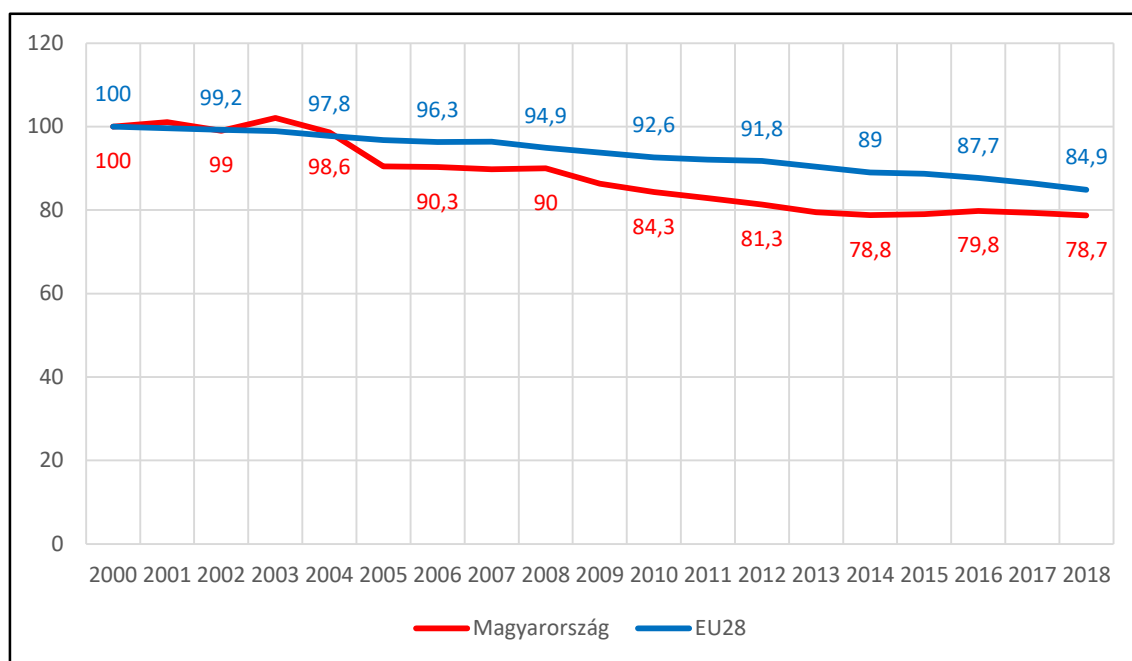
- A meglévő vízerőművek fenntartása mellett a kisméretű vízerőműi kapacitás bővítése egyaránt indokolt. [25, 41. o.]
- Zöld Távhő Program végrehajtása, azaz a távhőszektor zöldítése főként a geotermikus- és hulladékenergia, valamint a biomassza fűtési/hűtési célú használatának növelésével. [24, 40. o.]
- Geotermikus Kutatási Kockázati Alap létrehozása. [24, 12. o.]
- Megújuló energiatermelés menetrendezése 2030-ra 70%-ban okos technológiával történik. [134, 20. o.]

2.2.2 Üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése – Dekarbonizáció

Napjainkban, a tudományos berkekben már széleskörben elterjedt álláspont szerint az eltúlzott méreteket öltött ÜHG-kibocsátás csökkentése, valamint az ÜHG-kat elnyelő kapacitások bővítése a környezeti egyensúly helyreállításának elengedhetetlen feltétele. A légkörre gyakorolt antropológiai eredetű hatások egyik indikátora a karbonlábnyom (vagy szénlábnyom) ami „(...) az Eurostat definíciója szerint a termékek végső felhasználása által keletkezett szén-dioxid.” [153, 1. o.] „Egy másik meghatározás szerint a szénlábnyom valamely termék vagy szolgáltatás teljes életútja során keletkező CO₂ és egyéb üvegházhatású gázok (...) CO₂ egyenértékben kifejezett, együttes mennyisége.” [154] [155] A Global Footprint Network think tank honlapjáról elérhető információk alapján az emberiség teljes ökológiai lábnyomának 60%-át a karbonlábnyom teszi ki. [156]

A probléma kutatása azonban korántsem újkeletű, hanem már mintegy másfél évszázados múltra tekint vissza. [157, 7. o.] 1856-ban Eunice Foote amerikai tudós, majd három évvel később John Tyndall írországi születésű fizikus egymástól függetlenül írták le, hogy egyes gázok miként fogják fel a legkörben a hőt. [147, 13. o.] Svante Arrhenius svéd fizikus és kémikus 1896-os közleményében pedig a kőszén elégetésével megemelkedő szén-dioxid koncentráció várható légköri következményeit elemezte. [157, 7. o.] Az aktuális sajtóközleményekben is a szén-dioxid kibocsátás csökkentésre irányul a legnagyobb figyelem lévén, hogy ez a legjelentősebb antropogén eredetű ÜHG. A Nemzeti Energia- és Klímatervben közzétett adat szerint Magyarországon az összes ÜHG-kibocsátás 77%-áért a szén-dioxid felel. [25, 170. o.] A szén-dioxidon és a fentebb már említett, még erősebb hővisszatartó hatású metánon [158] kívül azonban léteznek további olyan gázhalmazállapotú anyagok is, amelyek szintén üvegházhatást idéznek elő. Ezek közé tartozik a dinitrogén-oxid, az ózon, a fluortartalmú gázok, valamint a vízpára. [147, 15. o.] Amint azt a szupranacionális stratégiák ismertetésénél láthattuk az ÜHG-kibocsátással szembeni fellépés, és ennek részeként a klímasemlegesség 2050-re történő elérése immár nemzetközi szintű stratégiai kérdés. A világ ÜHG-kibocsátásának mindösszesen nagyjából 0,1%-át adó Magyarország [24, 42. o.] a célkitűzést törvényi szinten is kihirdette. [34, 3. § (4).]

Ahogy arról már az 1. fejezetben is esett szó, az energiaszektor kimagasló mértékben járul hozzá az ÜHG-kibocsátáshoz. A legfőbb szén-dioxid-kibocsátónak az energetikai célú fosszilis energiafelhasználás tekinthető, beleértve a közlekedési szektort is. [23, 25. o.] Ezzel összhangban az NBS az ország legfontosabb energiapolitikai célkitűzései között külön kiemeli az energiatermelés dekarbonizációját. [22] Pozitívumként értékelhető azonban, hogy az alábbi ábra adatai alapján hazánkban 2004 óta töretlenül a 2000-ben mért érték alatt helyezkedik el az energiafogyasztás ÜHG-intenzitásának mértéke, ami az energiafelhasználással kapcsolatos ÜHG-kibocsátás és a bruttó belföldi energiafelhasználás hányadosát mutatja. A csökkenés elsősorban a gáz és a megújuló energiák térnyerésének volt köszönhető. Megjegyzendő, hogy az energiafogyasztás ÜHG-intenzitása 2000 és 2018 között Magyarországon az – ekkor még az Egyesült Királyságot is magukba foglaló – EU28 tagállamok átlagánál jobban csökkent. [159]



8. ábra: Az energiafogyasztás ÜHG-intenzitása 2000 és 2018 között (%) (2000=100,0).
Készítette a szerző. Forrás [159]

Lényeges szempont, hogy veszélyhelyzeti kibocsátás keretében is – tehát üzemzavarok, ipari balesetek során – gyakran számottevő mennyiségű ÜHG kerül a légkörbe. Példaként említhetők a robbanások, tüzesetek keretében előállt gázkibocsátások, de akár kútfejek, csőszerveléyek és csővezetékek szivárgásai, vagy tartályhajók olajszivárgása következtében is jelentős mértékű szénhidrogén távozik a környezetbe. [160] Emlékeztet, hogy a kaliforniai Aliso Canyon földgáztároló létesítményben 2015-2016-ban bekövetkezett

gázszivárgást az Amerikai Egyesült Államok (a továbbiakban: USA) történetének legsúlyosabb ember által okozott ÜHG-katasztrófájaként tartják számon. [161] A 118 napig tartó [162] szivárgás során mintegy 5 milliárd köbméter metán került a légkörbe. A katasztrófa közel 600.000 autó éves kibocsátásával megegyező mértékű hőcsapda hatást idézett elő, [161] és 80.000 háztartás éves felhasználását meghaladó mértékű földgáz szivárgott a külvilágba. A baleset után készült elemzés pedig még mintegy 2.700 Aliso-típusú létesítményt számolt az USA-ban. [162]

A közelmúlt évtizedeiben Magyarországon bekövetkezett jelentősebb kútkitörések között említhető az 1985-ös füzesgyarmati eset, ahol a Szeghalom 107-es számú gáz-, illetve olajkút lezárásakor a technológiai eljárás szabályos befejezését követően a kitörésgátlót leszerelték és megemelték, mire a kútból hirtelen sebességgel éghető gáz- és kőolajtermék, valamint paraffin távozott körülbelül 250 bar nyomással. 1998. november 14-ről 15-re virradó éjszaka szintén jelentős hatással járó esemény történt a nagylengyeli kőolajmező 282/A jelzésű kútjának meghibásodása következtében. A kútból nagy mennyiségben kiáramló szén-dioxid, valamint a gázban jelen lévő kénhidrogén miatt szükségessé vált a környezet lezárása, a levegőnél nehezebb fajsúlyú szén-dioxid által az alacsonyabban fekvő területek leginkább veszélyeztetett községeinek lakóit pedig ki kellett telepíteni. Ugyancsak említést érdemel a Pusztaszőlős Psz-34. számú kút 2000. augusztus 18-i kitörése, amely legfőképp a levegő- és vízminőségre, valamint a zajszintre jelentett terhelést. A balesetre a homokszűrő szerelvény cseréje közben került sor, a kiáramló gáz viszonylag hamar belobbant. A kitörést 2000. november 16-án sikerült elfojtani. A kútkitörések jellemző gáza a – metán mellett egyéb szénhidrogén-alapú gázokat, illetve szén-dioxidot és nitrogént is tartalmazó – földgáz. [163]

A közelmúltban bekövetkezett jelentősebb tartályrobbanásokra és tartálytüzekre példaként hozható fel a 2010-es csepeli, valamint a 2012-es és 2018-as zalaegerszegi eset. A csepeli tartályrobbanás tartálytisztítási, anyagmaradék-eltávolítási művelet alatt következett be. A keletkezett tüzet a tűzoltóknak rövid idő alatt sikerült eloltaniuk. A két zalaegerszegi káresemény során bitumentároló tartályokban került sor tüzesetre. Az első esemény alapvetően technológiai mulasztásra volt visszavezethető; a tartályokba levegő került, majd a bitumen feletti gáz-gőztér berobbant. A hat évvel későbbi tüzeset oka pedig tartálytúltöltés volt. A tartály palástján végigfolyó bitumen az alumíniumlemez szerelvénydoboz szigetelésénél meggyulladt. A szigetelés alá került bitumenben termikus bomlási reakció zajlott le, éghető gázok, gőzök (metán etán, etilén, propán, i-bután, i-pentán) szabadultak fel, amelyek a szigetelés alatt túlmelegedtek és belobbantak. [164]

A veszélyes tevékenységek iparbiztonsági szempontból alapvetően az alábbiak szerint osztályozhatók:

- veszélyes anyaggal és áruval foglalkozó tevékenységek,
- veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek,
- sugárzó anyagokkal foglalkozó tevékenységek,
- bányászati veszélyes tevékenységek. [165, 4. o.]

Gáz- és olajipari létesítményeink a fenti csoportok közül háromba is besorolhatók, ugyanis döntően veszélyes anyaggal foglalkozó tevékenységek zajlanak e létesítményekben, a termékek szállítása pedig közúton, vasúton, vízen és csővezetékeken keresztül történik. Emellett több olajipari létesítményben látnak el veszélyes hulladékokkal kapcsolatos tevékenységeket is, illetve a hazai szénhidrogén bányászati tevékenység is még jelentősnek mondható. Hazánkban pedig a veszélyes ipari üzemek jelentős hányadát alkotják a gáz- és olajipari létesítmények. [166, 115. o.]

A veszélyhelyzeti – szén-dioxid és egyéb – ÜHG-kibocsátással kapcsolatos probléma kezelhető egyrészt azon általános elhatározás érvényre juttatásával, amely szerint az energiatermelés dekarbonizálása a megújuló és egyéb alacsony karbon-intenzitású energiaforrások, valamint a karbonsemleges nukleáris energia együttes alkalmazásával lehet sikeres. [25, 19. és 24. o.] Másrészt viszont alapvető fontosságú a negatív emisszió, azaz a már környezetbe került ÜHG-k kivonása, koncentrációjának a csökkentése a szén-dioxid elnyelő kapacitások fokozása révén. [25, 78. o.]

11. táblázat: Hazai villamosenergia-termelés az energiaforrások tulajdonsága és típusa szerint. (Adatok forrása: MAVIR). Készítette a szerző. Forrás: [24, 69. o.]

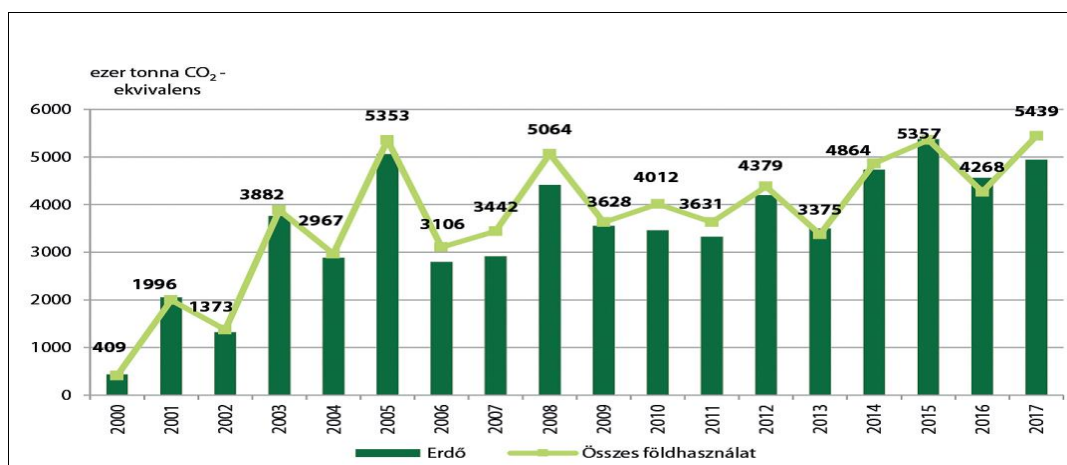
Energia tulajdonsága	ÜHG-semleges		Fosszilis alapú	
Energia típusa	Nukleáris	Megújuló	Földgáz	Lignit
Arányszám (~%)	50	10	25	15
Összesen (~%)	60		40	

A megújuló energiatermelés növelésére vonatkozó célokat az előző pontban bemutattam. A nukleáris kapacitások fejlesztését illetően viszont kiemelendő a Paks 2 projekt, amelynek keretében épülő kettő, egyenként 1.200 MW-os atomerőműi blokk majdani üzembe helyezése elősegíti a karbonmentes villamosenergia-termelés arányának további növekedését. A Paksi Atomerőmű biztonságos működését a sokrétű szabályozás és a többlépcsős, komplex, egymást helyettesítő, kiegészítő rendszerek és működési mechanizmusok szavatolják. [25, 24. és 113. o.]

A legfontosabb dekarbonizációs feladatok közé tartozik a teljes hazai villamosenergia-termelés 15%-át biztosító, [25, 55. o.] lignittüzelésű Mátrai Erőmű korszerűsítése, amellyel számottevően mérsékelhető az ország ÜHG-kibocsátása. [26] Fontos tudni, hogy a lignitkészlet teszi ki a hazai szénvagyon 54%-át, míg a földtani vagyon 30%-a barnakőszén, 16%-a pedig feketekőszén. Ehhez képest Magyarországon a szénkitermelés gyakorlatilag teljes mértékben a lignitbányászatot foglalja magában. További lényeges szempont, hogy – a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (rövidítve: MEKH) adatai szerint – a szén 93,5%-ban az erőművek használják fel. A villamosenergia-termelésünkben azonban markánsan lecsökkent a szén aránya. Jelenleg már csak a Mátrai Erőmű az egyetlen üzemelő széntüzelésű nagyerőmű Magyarországon, [25, 112. o.] amely stratégiai fontosságú alaperőműve a magyar villamosenergia-rendszernek, ám egyúttal a teljes hazai energiatermelő ágazat szén-dioxid-kibocsátásának közel 50%-áért felelős. Mindazonáltal kiemelendő, hogy a Mátrai Erőmű az alacsony karbon-intenzitású energiatermelési és -tárolási projektek megvalósítására megfelelő lehetőséget biztosít [25, 22-23. o.] (például: napelemes áramtermelés, villamosenergia tárolás, hulladékégető kapacitás növelése). [26] Nagy kiterjedésű telephelye pedig egyéb nem energetikai – például turisztikai vagy természetvédelmi – célokat is szolgálhat. [25, 23. o.] Az Erőmű lignites egységeinek kivezetése fokozatosan történik, a széntüzelés várhatóan 2025-öt követően áll le. [26] Megjegyzendő azonban, hogy a kormány által az energia-veszélyhelyzet kapcsán elfogadott – a fenntarthatóság, az energetika és az iparbiztonság összefüggéseit elemző alfejezetben már említett – intézkedési terv egyebek mellett a hazai lignittermelés 2022. év végéig történő jelentős fokozásáról, valamint a Mátrai Erőmű blokkjainak újraindításáról is rendelkezik. [68] Jelen sorok írásakor nem látható előre az energiaválság időbeli kiterjedése, és annak a – korábban elfogadott – hazai stratégiákra gyakorolt hatása. Mindazonáltal a Mátrai Erőmű átalakításának az energiaválság előtt meghatározott négy fő projektje az alábbi pontokban foglalható össze:

- 500 MW teljesítményű kombinált ciklusú gázturbinás erőmű építése,
- 31 MW RDF/biomassza tüzelésű blokk létesítése a visontai telephelyen,
- 200 MW fotovoltaikus napelempark létrehozása a két bánya rekultivált területein,
- tiszta szén technológiát – azaz Szén-dioxid-leválasztás-tárolás és hasznosítást (angolul: Carbon Capture, Storage and Utilization, rövidítve: CCSU) – alkalmazó kísérleti üzem kialakítása a lignitkészletek alternatív felhasználásaként. [167]

A már környezetbe került ÜHG semlegesítése kapcsán mindenekelőtt a természetes elnyelők, elsősorban az erdők szerepét kell kiemelni. A szén-dioxidot a faanyag, valamint az erdők talaja tartósan megköti, így az erdők területének növelésével, fakészletének bővítésével fokozódik a légkörből történő szén-dioxid kivonás is. [168, 9. o.] Az ország erdőborítottságának növelését pedig olyan fafajok bevonásával célszerű megvalósítani, amelyek ellenállóbbak a Kárpát-medence változó éghajlatának. A jelenleg hatályos 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról (erdőtörvény) is az ellenálló, folyamatos erdőborítású erdőterületek bővítését ösztönzi, valamint kiemelten az őshonos fafajok esetében, az elegyes faállományok kialakítását helyezi előtérbe. A nemzeti erdőtelepítési és fásítási program a lakosságot is a fával borított terület növelésére mozgósítja. [23, 74. o.] Az alábbi képen látható adatok szerint a hazánkban lévő erdők évente hozzávetőlegesen 5-6 millió t ÜHG-t képesek megkötni. Megjegyzendő, hogy országunk emissziós értékei ennél lényegesen nagyobbak (2015-ben például 77,867 millió t CO₂-ekvivalens), azonban nyilvánvalóan nem csak az erdők, hanem valamennyi zöld növény együttes teljesítménye tekintendő mérvadónak. [169, 96. o.]



9. ábra: Az összes földhasználat és az erdők szén-dioxid megkötése. Forrás [169, 96. o.]

Mesterséges elnyelők kialakítása, alkalmazása a dekarbonizációs folyamatok erősítésének egyik lehetséges módja. A Mátrai Erőmű átalakításának részét képező tiszta szén technológia projekt is ebbe a körbe tartozik. A szén-dioxid-elnyelés következő négy technológiáját célszerű kiemelni: Szén-dioxid-leválasztás-tárolás (angolul: Carbon Capture and Storage, rövidítve: CCS), Bioenergiához kapcsolt szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (angolul: Bio Energy with Carbon Capture and Storage, rövidítve: BECCS), Közvetlenül a levegőből történő szén-dioxid-leválasztás majd -tárolás (angolul: Direct Air Capture and Carbon Storage, rövidítve: DACCS), Szén-dioxid-leválasztás-hasznosítás (angolul: Carbon

Capture and Utilization, rövidítve: CCU). A CCS a fosszilis energiahordozók által termelt szén-dioxid leválasztását és földalatti tárolását teszi lehetővé. A BECCS technológia alkalmazásával a biomassza elégetésekor keletkezett szén-dioxid begyűjtésére és földalatti tárolására kerül sor. A DACCS megoldás közvetlenül a levegőből gyűjti be a szén-dioxidot. [170] A világ legnagyobb ilyen üzeme, – amely évente 4.000 tonna szén-dioxid elnyelésére képes – 2021 szeptemberében kezdte meg működését Izlandon. [171] A CCU esetében pedig a légkörből kivont szén-dioxid – tárolás helyett – egy új termék, például építőipari alapanyag előállítására használható fel. [170] 2022 júniusában a Tata Chemicals Europe brit vegyipari vállalat egy évi 40.000 tonna szén-dioxid megkötésére alkalmas CCU létesítményt helyezett üzembe. [172]

A dekarbonizációs célok megvalósításának szintén fontos eleme a meglévő természetes elnyelők védelme. Az Alaptörvénynek a fentebb már hivatkozott P) cikke külön is kiemeli az erdőket, mint védendő természeti erőforrást. [48, P) cikk (1).] Az erdők védelme, azok biológiai sokféleségének a megőrzése, ahogy általában a természeti értékek és területek megóvása nem korlátozható csupán a jogszabályok szerint védetté nyilvánított objektumokra – például fajokra, élőhelyekre, területekre. Ehelyett teljes rendszereket a hozzájuk tartozó védőövezetekkel, a bennük lezajló természetes folyamatokkal, indokolt esetben a természetes tájakat, azok ökológiai potenciáljával egyetemben szükséges védeni. [168, 31. o.] Tágabb megközelítésből vizsgálva a kérdést kijelenthető, hogy voltaképpen a helyi ökoszisztémák egészségétől függ az egész Föld globális egészsége is. [12, 68. o.]

Az erdővédelem és az erdősítés nem kizárólag dekarbonizációs szempontból hozható összefüggésbe az energiaágazattal. Az erdők pusztulása ugyanis olyan szélsőséges időjárási viszonyokat generálhat, amelyek szintén hatással lehetnek az energetikai rendszerek biztonságára. A fák és az erdők hanyatlása például talajerózióhoz vezethet, a föld vízelnyelő képessége csökken, ami pedig erősebb esőzések alkalmával árvizek kiváltó oka lehet. Az árvizek súlyosságát tovább fokozza az erdőpusztulás hatására magasabban végbemenő felhőképződés, hiszen ez – bár összességében kisebb mennyiségű, de – intenzívebb csapadékot eredményez. A megfelelő mennyiségű rendszeres csapadék helyett az árvizek és az aszályok kettőse válhat meghatározó jelenséggé. [12, 113. o.] Ez utóbbi pedig a vegetációtüzek kockázatát is jelentős mértékben növeli. Az energiaágazat és a szélsőséges időjárási viszonyok közötti közvetlen összefüggésekről a későbbiekben bővebben is írok. Az erdők területének növelésével, védelmével, a károsodott erdők helyreállításával, valamint

általában az erdőgazdálkodással összefüggő stratégiai célokat részletesen a Nemzeti Erdőstratégia [168] fejt ki.

12. táblázat: Erdőtelepítés, fásítás, erdőfelújítás 2015-2021 (hektár).

Készítette a szerző. Forrás [173]

Év	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Erdőtelepítés és fásítás	300	694	1.354	1.619	2.570	7.449
Erdőfelújítás	24.937	22.504	21.040	21.142	20.495	21.142

Az erdőkön kívül egyéb természetes közegek, köztük a tőzeglápok, a vízi élőhelyek és a talaj is kulcsfontosságú szerepet töltenek be a szén-dioxid elnyelésében és tárolásában. [174] A tőzeg nagy mennyiségben tárol szén, átlagos széntartalma meghaladja az 50%-ot. Globális perspektívában vizsgálva megállapítható, hogy ezen ökoszisztémák kétszer annyi szén tárolnak, mint amennyit bolygónk erdei raktároznak. Ennek becsült értéke 500-600 Gt lehet. Így az erdőket megelőzve, az óceánok után a második helyen állnak a tárolt szénmennyiség tekintetében. A tőzeglápok hatékony szénraktározásához – fotoszintézissel szén megkötő – növényzetre, valamint vízre van szükség. Így az anaerob körülményeknek köszönhetően a szén nem képes visszaszivárogni a légkörbe. [147, 138. o.]

Hajdanán hazánk területének több mint 1%-át borították lápok. Mára azonban ez a szám jelentősen visszaesett. Az egykori Környezetvédelmi Minisztérium Természetvédelmi Hivatala által 2002-ben kiadott dokumentum 97%-os csökkenésről számol be, [175, 23. o.] amely adatot a későbbi Vidékfejlesztési Minisztérium 2015-ben módosított segédanyaga is megerősítette. [176, 3. o.] A pusztulás fő okaként a lecsapolás nevezhető meg, a lápok fennmaradásához nélkülözhetetlen víz elvezetése. [175, 23. o.] Mindazonáltal a természetvédelemről szóló törvény értelmében Magyarországon már valamennyi láp a törvény erejénél fogva ex lege védelem alatt áll. [33, 23. § (2).] 2020. december 31-i állapot szerint az országban összesen 1.193 db ex lege védett láp található. [177, 14. o.] A lecsapolt, leromlott tőzeglápok helyreállításának kézenfekvő módja az elárasztás, amelynek célja, hogy a tőzeges terület vízellátása újra biztosított legyen. Ennek megvalósulásával az oxidáció és a szén-dioxid-kibocsátás is lelassul. A tőzeglápok hatékony védelme azonban további kutatásokat igényel. [147, 139. o.]

Módszertan szerinti elemzés

Az üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése – dekarbonizáció stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

13. táblázat: Az üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése – dekarbonizáció stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia		Megállapítható / Nem állapítható meg
Energiai-pari-biztonsághoz való hozzájárulás		Közvetlen / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		Közvetlen / Közvetett
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	Szoros / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		Magas / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		Azonosítható / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / Nem

Az üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése – dekarbonizáció stratégiai célterület iparbiztonsági relevanciája igazolható azzal, hogy a dekarbonizáció az energetikai létesítmények veszélyhelyzeti működése következtében a környezetbe került ÜHG-k mennyiségének csökkentését is elősegíti. Az energiaipari-biztonsághoz e stratégiai célterület azonban csak közvetetten járul hozzá a megújuló energiatermelés növelését szolgáló stratégiai célterület érvényre juttatásának ösztönzésével, ugyanis ez utóbbinak egyik fő mozgatórugója éppen a dekarbonizáció.

A stratégiai célterületnek az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulásának intenzitása közvetlen, mivel a légkörben lévő antropogén eredetű ÜHG mennyiségének csökkentése az éghajlatvédelem egyik alapköve. Tekintettel arra, hogy a dekarbonizáció magában foglalja az energiaipari balesetek, üzemzavarok következtében a környezetbe került ÜHG-k csökkentését, légkörből való – természetes és mesterséges elnyelők útján történő – kivonását is, ezért jelen elemzés perspektívájából e stratégiai célterület környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mikéntje a környezeti egyensúly helyreállításában nyilvánul meg.

A dekarbonizáció és a környezettudatosság közötti összefüggés szorosnak mondható, általánosan elfogadott vélekedés szerint ugyanis az éghajlatváltozás elleni fellépés nem lehet sikeres a légkörbe bocsátott ÜHG-k mennyiségének a csökkentése nélkül. A stratégiai célterületnek a környezettechnológiai innovációval való kapcsolata közepes szintűnek mondható, ugyanis a dekarbonizációs célok elérésében jelenleg csak részben hagyatkozhatunk a technológia adta lehetőségekre. A biztonságtudatossággal pedig gyenge összefüggést mutat a célterület, ugyanis a veszélyhelyzeti működéssel összefüggésben alapvetően a már bekövetkezett baleseteket vagy üzemzavarok következményeinek – negatív emisszió útján

történő – orvoslásában állapítható meg a célterületnek az iparbiztonsággal illetőleg az energiaipari-biztonsággal való kapcsolata.

Habár Magyarország globális szinten csekély mértékben járul hozzá az ÜHG-kibocsátáshoz, a stratégiai célterület országspecifikusságának szintje a – hazánkban törvényi szinten is rögzített – nemzetközi és európai uniós vállalások miatt magasnak mondható.

A stratégiai célterület az éghajlatváltozással kapcsolatos szupranacionális és hazai stratégiai dokumentumok alapvető elemét jelenti. A hazai stratégiákban megjelenő főbb dekarbonizációs célokat az alábbi táblázat tartalmazza:

Dekarbonizációval kapcsolatos főbb célok

- A Mátrai Erőmű alacsony szén-dioxid kibocsátású technológiákra alapozó átalakítása, ezzel a szénnek és a lignitnek a hazai villamosenergia-termelésből történő kivezetése 2030-ig. [25, 22. o.]
- Az 1990. évhez képest az ÜHG-k kibocsátásának legalább 40%-kal történő csökkentése 2030-ig. [34, 3. § (1).]
- 2030-at követően a végső energiafelhasználás 2005. évi szintet meghaladó növekedése esetén a növekmény kizárólag karbonsemleges energiaforrásból biztosítható. [34, 3. § (2).]
- A szén-dioxid-mentes villamosenergia-termelés arányának 90%-ra emelése 2030-ra. [24, 14. o.]
- A távhőtermelésben a földgáz részarányának a jelenlegi 70% feletti szintről 50%-ra redukálása 2030-ra. A kőolaj-fogyasztás növekedési ütemének mérséklése szükséges. [133, 129. o.]
- 2050-re az ország teljes klímasemlegességének az elérése, azaz az ÜHG-k még fennmaradó hazai kibocsátásának, valamint elnyelésének egyensúlyba kerülése. [34, 3. § (4).]
- Évente 1 millió új fa ültetésével, az ország erdővel borított területének 27%-ra növelése 2030-ra. [26]

2.2.3 A hidrogén energetikai célú hasznosítása

Az utóbbi években jelentős mértékben megélénkült a hidrogén és a hidrogéntechnológiák iránti érdeklődés az EU tagállamaiban, köztük Magyarországon is, ami stratégia- és jogszabályalkotásban egyaránt megnyilvánul. [178] A hidrogén fontos szerepet tölthet be a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésében és a karbonsemlegesség elérésében, [179] ezért a felhasználását szorgalmazó célkitűzéseket a dekarbonizációs stratégiai célok közé is lehetne sorolni. Tekintettel azonban arra, hogy a technológia széleskörű alkalmazása még kiterjedt kutatást igényel, önálló stratégiai témakörként kezelendő. A dekarbonizációs szempontokon kívül a hidrogén egyéb olyan kedvező tulajdonsággal is rendelkezik, amelyek a környezeti egyensúly helyreállításában alapvető fontossággal bírnak. A hidrogén ugyanis amellet, hogy nem üvegházhatású, a toxikus, korrozív, rákkeltő, és radioaktív tulajdonságok

sem jellemzik. Bár említést érdemel, hogy a hidrogén égésterméke, a vízgőz – összhangban a fentebb említett felsorolással – az ÜHG-k közé tartozik, azonban a Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület honlapján megjelent közlemény szerint még egy esetleges teljes hidrogén-gazdaság sem befolyásolná érdemben a légkör vízgőz koncentrációját. A radioaktivitás kapcsán pedig a hidrogén 3-as tömegszámú izotópjára, a tríciumra érdemes felhívni a figyelmet, amely ugyan radioaktív, azonban a jelen hidrogén-energetikai perspektívából ennek nincsen jelentősége. [180]

A világegyetem leggyakrabban előforduló eleme a hidrogén, amely vegyületek formájában a Földön is igencsak elterjedt. Nem túlzás azt állítani, hogy a természetben elvileg korlátlan mennyiségben megtalálható, azonban kötött formájából csak nagy mennyiségű – például vízbontás esetében 286 kJ/mol – energia befektetésével lehetséges kinyerni. A hidrogén tehát másodlagos energiahordozó, amelyet valamely egyéb energiahordozó felhasználásával lehet csak előállítani. Hangsúlyozandó, hogy a hidrogént a vegyipar már mintegy száz éve alkalmazza. A világon jelenleg is hozzávetőlegesen 70-80 millió tonna/év hidrogén előállítására kerül sor, jellemzően az ammóniagyártás és kőolaj-finomítás céljaira, azonban más iparágak egyaránt használják. Országunkban szintén több ipari hidrogén-előállító létesítmény üzemel például Budapesten, Százhalombattán, Kazincbarcikán. Az újdonságot a hidrogénnek, illetve a hidrogén-technológiáknak az energetikai folyamatokban és a közlekedésben való megjelenése jelenti, bár megjegyzendő, hogy a hidrogén quasi energetikai célú használata Magyarországon is már évtizedekkel ezelőtt létezett, az ún. „városi gáz” összetevője ugyanis a hidrogén volt mintegy 35% arányban. [180]

A hidrogén előállítása általánosságban véve történhet fosszilis üzemanyagokból, valamint elektrolízissel. Az elektrolízis során a víz elektromos áram hatására hidrogénre és oxigénre bomlik. Az így előállított hidrogén akkor minősül zöld [181] (tiszta vagy megújuló) [182] hidrogénnek, ha az ehhez felhasznált villamos energia megújuló energiaforrásból származik. A fosszilis üzemanyagokból történő hidrogén-előállítás legnépszerűbb és legköltséghatékonyabb módszere a metán vízgőzös reformálása, amelynek alapanyagaként a földgázt túlnyomó részben alkotó metán szolgál. E módszerrel előállított hidrogént nevezik szürke hidrogénnek. Kéknek pedig akkor minősül a hidrogén, amennyiben az előállítás ÜHG-kibocsátás mérséklését célzó módszerek – például szén-dioxid-megkötő és -tároló (CCS) technológia – alkalmazásával történik. Az Európai Bizottság a zöld hidrogénre helyezi a hangsúlyt, elismerve azt is, hogy szürke vagy kék hidrogén is fontos szerepet tölthet be az elkövetkező években az EU energiaágazatában. [181] Említést érdemel, hogy a

hidrogéntermelés egyéb módszerei is kutatások tárgyát képezik. Az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Szegedi Biológiai Kutatóközpont munkatársai például hidrogéntermelő zöldalgák felhasználásával dolgozták ki a hidrogénelőállítás egy új, fenntartható eljárását, amely az ipari léptékű hasznosítás szempontjából is ígéretes. [183, 15. o.]

Ahogy arra már fentebb utaltam, a magyar energetikai stratégiai tervezés is egyre nagyobb jelentőséget tulajdonít a hidrogénnek. A Nemzeti Hidrogénstratégia célul tűzte ki mind a karbonszegény, mind pedig a karbonmentes hidrogén-előállítás feltételeinek megteremtését. [184, 4. o.] A Nemzeti Energia- és Klímaterv [25, 27. o.] és a Nemzeti Energiastratégia [24, 20. o.] pedig az alternatív gázforrások között említi a biogáz és a biometán mellett a hidrogént is. Ennek kapcsán érdemes megjegyezni, hogy megoszlanak a vélemények a földgáz jövőjét illetően. Az előző pontban említett jelentős ÜHG-kibocsátással és egyéb károsanyag emisszióval járó balesetek ellenére, egyes források szerint a földgáz a karbonsemleges jövőben is legitim szereppel bír majd, tekintettel arra, hogy még mindig ez a legtisztább fosszilis tüzelőanyag. [185] Más szakértők viszont arra utalnak, hogy a fosszilis üzemanyagok kivezetése és tiszta energiára történő áttérés átmeneti időszakában a földgáznak még nagy szerepe lesz, de 2030 után jelentős mértékben csökkenni fog a földgázfogyasztás. [186] Mindazonáltal a földgáz jövőjét nem utolsósorban a jelenlegi orosz-ukrán válsághelyzet, valamint az energiaválság kimenetele is merőben meg fogja határozni. Az előrejelzésektől függetlenül azonban megállapítható, hogy a hidrogén földgázzal keverve hozzájárulhat az ipari felhasználók saját, illetve a gázhálózatba táplálva akár a háztartások energiaigényének fedezéséhez is. Ez egyszerre jelenti a földgáz „zöldítését”, valamint az importigény mérséklésén keresztül a hazai ellátásbiztonság javítását. [24, 55. o.] A zöld hidrogén földgázhoz keverése innovatív, kísérleti szakaszban lévő, ám nagy potenciállal bíró opció. [25, 107. o.]

A Nemzeti Hidrogénstratégia céljai közt szerepel a karbonmentes és karbonszegény hidrogén iparban történő felhasználása is. Jelenleg a hazai iparban megtermelt és felhasznált hidrogén szürke, amelynek előállítása a földgáz gőzreformálásával (angolul: Steam Methane Reforming, rövidítve: SMR) történik. A Hidrogénstratégia szerint a szürke hidrogén karbonszegény hidrogénnel való kiváltása számottevően mérsékelhetné a teljes nemzetgazdaság ÜHG-kibocsátását. Az ipar alacsony karbonlábnyomú hidrogénigényét a kék vagy türkiz hidrogén lenne képes a legköltséghatékonyabban fedezni 2030-ig. Ezzel párhuzamosan a zöld és decentralizált hidrogéntermelés feltételeit is meg kell teremteni, amely hosszú távon a hidrogéntermelés fő bázisaként szolgálhat. A stratégia értelmében az

első karbonmentes, vagy karbonszegény hidrogént előállító pilot üzemek 2030-ra már élesben működhetnek. A karbonszegény hidrogén és az elektrolízis alapú karbonmentes hidrogén-felhasználás 2040-re futhat fel. 2050-re pedig az ipari hidrogén-felhasználás jelentős mértékben dekarbonizálttá válhat. E folyamatot a Dunántúli hidrogén ökoszisztéma és az Észak-keleti hidrogénvölgy kialakítása is elősegíti. A Paksi Atomerőmű számottevő mennyiségben szolgáltathat karbonmentes villamos energiát a hidrogén értéklánc kiépítéséhez. [184, 4-6. o.] A hidrogén nagymértékben hozzájárulhat az energiatárolás technológiájának a fejlesztéséhez is. A szezonális energiatárolás kézenfekvő megoldása a többlet villamos energia által végzett vízbontással előállított hidrogén lehet. [184, 8. o.] Az elektrolizálással ugyanis megoldható a nap- és szélenergia túlermelése következtében az adott pillanatban felesleges villamos energia hidrogén formájában történő tárolása és későbbi felhasználása. [24, 54. o.] A karbonmentes hidrogént előállító Power-to-Gas (rövidítve: P2G) üzemek hangsúlyos szerepet tölthetnek be a villamosenergia-rendszer kiegyensúlyozásában, valamint a regionális vagy helyi hálózati problémák kezelésében. [184, 8. o.] A P2G voltaképpen egy „villamosenergia-tárolási technológia, amelyben villamos energiával hidrogént, vagy egy további lépésben metánt állítanak elő, ami szükség esetén visszaalakítható villamos energiává.” [25, 15. o.] E technológiával előállított hidrogén, metán és biogáz földgázhálózatba táplálva nagy energiamennyiség tárolására lehetne alkalmas akár hónapokon keresztül. E módszer kiterjeszthető a villamosenergia-tároláson túlmenően a hőenergia és a hidegenergia tárolására is. [24, 39. o.]

Módszertan szerinti elemzés

A hidrogén energetikai célú hasznosítása stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

14. táblázat: A hidrogén energetikai célú hasznosítása stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia		Megállapítható / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás		Közvetlen / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		Közvetlen / Közvetett
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	Szoros / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		Magas / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		Azonosítható / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / Nem

A hidrogén energetikai célú hasznosítása stratégiai célterület iparbiztonsági relevanciája igazolható az energiatárolás technológiájának a fejlesztését célzó szerepével, amely elősegítheti – az alacsonyabb katasztrófakockázattal és kevesebb halálesettel járó – megújuló energiatermelés hatékonyabbá tételét. Ezáltal a célterületnek az energiaipari-biztonsághoz való közvetett hozzájárulása is megállapítható.

A stratégiai célterületnek az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulásának intenzitása – a dekarbonizációs szerepe miatt – közvetlen. A hozzájárulás mikéntje pedig a környezeti egyensúly helyreállításában érhető tetten, ami a célterületnek az energiazöldítést célzó megújuló energiatermelést elősegítő rendeltetésével magyarázható.

A hidrogén energetikai célú hasznosítása – ugyancsak annak dekarbonizációs szerepénél fogva – szoros összefüggést mutat a környezettudatossággal. A stratégiai célterületnek a környezettechnológiai innovációval való kapcsolata szintén szorosnak mondható, tekintettel arra, hogy annak sikere jelentős mértékben függ a technológia adta lehetőségektől, a technológiai fejlettség szintjétől. A biztonságtudatossággal azonban gyenge összefüggés állapítható meg, mivel a megújuló energiatermelés növelése – amelynek hatékonyabbá tételéhez e célterület hozzájárulna – is csak közepes szintű összefüggésben áll a biztonságtudatossággal. A célterület dekarbonizációs rendeltetése pedig – összhangban a fenti megállapítással – a környezettudatossággal áll szoros összefüggésben, ám e szerepből kifolyólag az országspecifikusság szintje magasnak mondható.

A stratégiai célterület kapcsán külön szupranacionális és hazai szinten egyaránt készült stratégiai dokumentum. A hidrogén energetikai célú hasznosításával kapcsolatos főbb hazai célokat az alábbi táblázat tartalmazza:

Hidrogén felhasználásával kapcsolatos főbb célok

- 36.000 t/év zöld, egyéb karbonmentes és karbonszegény hidrogén előállítása 2030-ban. [184, 4. o.]
- 240 MW elektrolizáló kapacitás létrehozása. [184, 4. o.]
- 24.000 t/év zöld, egyéb karbonmentes és karbonszegény hidrogén felhasználása az iparban 2030-ban. [184, 5. o.]
- A Dunántúli hidrogén ökoszisztéma és az Észak-keleti hidrogénvölgy kialakítása 2030-ig. [184, 6. o.]
- A szektorintegrációs képesség – elsősorban szezonális energiatárolási képesség – kiépítése. [184, 8. o.]

2.2.4 Kármentesítés – a fosszilis energiatermelés baleseteiből fakadó környezetterhelés csökkentése

Az elmúlt évszázad(ok) során jelentős mennyiségű környezetre és az egészségre káros, szennyező anyag halmozódott fel a földtani közegben, a talajban és a felszín alatti vizekben. [8] Jellemzően e problémával érintett területeknek minősülnek az ún. barnamezők vagy más szóval rozsdáövezetek, amelyek pontosabb meghatározására a közhasználatban két definíció is rendelkezésre áll. Az egyik az egykori VÁTI Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Közhasznú Társaság 2003-as definíciója, amely szerint „*barnamezős területen (rozsdáövezeten) a használaton kívül került, vagy alulhasznosított, általában leromlott fizikai állapotban lévő, és környezetszennyezéssel terhelt egykori iparterületeket, gazdasági területeket, illetve felhagyott, használaton kívüli laktanyaterületeket értjük.*” A másik fogalom az MTA Regionális Kutatások Központja Budapesti Osztály kutatócsoportjához köthető. Eszerint a barnamezők „*kisebb hatékonysággal hasznosított (alulhasznosított), esetenként kiürült, volt iparterületek. De ide soroljuk a rosszul hasznosított, vagy elhagyott vasúti, és a már kiürült katonai területeket is.*” [187, 64. o.] A Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia szerint országunkban, e tekintetben a szennyezett ipari területek, a hajdani szovjet laktanyák, valamint a vegyipari cégek megfelelő védelem nélküli hulladéklerakói jelentik a legfőbb gondot. [8] A barnamezők fejlesztési területként való hasznosítása azonban hozzájárulhat a regionális különbségek csökkentéséhez, a térszerkezet javításához, és a zöldmezős beruházások területének kiváltásával a fenntarthatóság alapköve lehet. [188]

A fosszilis energiatermelő létesítmények működése során is visszamarad(hat)nak környezetet és egészséget terhelő, károsító szennyeződések, legyen szó normálüzemi vagy veszélyhelyzeti kibocsátásról. A szénhidrogénipari üzemekkel kapcsolatos súlyos balesetekkel szembeni megelőzési, védekezési és helyreállítási feladatok a katasztrófavédelem kiemelt területének számítanak, tekintettel ezen üzemek működését kísérő fokozott tűz- vagy robbanásveszélyre. Azonban e nagyfokú figyelem ellenére is bekövetkezhetnek olyan balesetek, amelyek következményei jelentős környezetterheléssel járnak. Példaként említhető a kitörések során a környező mezőkre szóródott olajos föld, a területre kifolyó olaj, a légkörbe szökő gáz, vagy a fekete füsttel égő olajtartály. [164] A széntüzelésű erőművek működése szintén számottevő kockázatot jelent a levegőminőség mellett a talaj és a vizek épségére és ezáltal az emberi egészségre is, [189, 29-30. és 46. o.] amire már a szénenergia felhasználására visszavezethető, – a 6. számú ábrán bemutatott – legmagasabb globális

halálozási arányszámból is alappal lehet következtetni. Gyorsan terjedő környezetszennyezés előidézésére képesek azok az esetek, amelyek során a veszélyes anyag folyókba kerül. Magyarországon természetes vízfolyást közvetlenül szennyező szénhidrogénipari balesetre példaként hozható fel a százhalombattai Dunai Kőolajipari Vállalat 1982. május 29-i – villámcsapás okozta – tartályrobbanása, amely során toluollal szennyezett víz került egy patakba. [190, 16. o.] Országunk vízrajzi helyzeténél fogva fokozott kockázattal jár a veszélyes anyagok élővizekbe jutása, veszély ugyanis ilyen esetben akár több száz kilométer távolságban is jelentkezhetsz. [191] Alapvető fontosságú tehát annak megelőzése, hogy a szennyező anyagok a vizeken és az élelmiszer-növényeken keresztül a táplálkozási láncba kerülve kifejtsék az élővilágra és az emberi egészségre nézve egyaránt veszélyes, károsító hatásukat. [8] Ezzel összefüggésben utalni kell a 314/2005-ös Korm. rendeletre, amely a környezethasználó számára – a környezetszennyezés megelőzése, illetve a környezet terhelésének csökkentése érdekében – intézkedési kötelezettségeket ír elő. E rendeleti kötelezettségek közül a veszélyhelyzeti kibocsátásból fakadó környezetterhelés mérséklése kapcsán külön kiemelendő:

- a tevékenység folytatásához szükséges, környezetterhelést okozó anyag felhasználásának fajlagos csökkentése,
- a környezeti hatással járó balesetek megelőzése, és ezek bekövetkezése esetén a környezeti következmények csökkentése,
- a tevékenység felhagyása esetén a környezetszennyezés, illetve környezetkárosítás megakadályozása, valamint az esetlegesen károsodott környezet helyreállítása.

A fenti kötelezettségek teljesítése érdekében a környezethasználónak az elérhető legjobb technika alkalmazásával kell intézkednie. [192, 17. § (1).] A Kvt. alapján *„az elérhető legjobb technika: a korszerű technikai színvonalnak, és a fenntartható fejlődésnek megfelelő módszer, üzemeltetési eljárás, berendezés, amelyet a kibocsátások, környezetterhelések megelőzése és – amennyiben az nem valósítható meg – csökkentése, valamint a környezet egészére gyakorolt hatás mérséklése érdekében alkalmaznak, és amely a kibocsátások határértékének, illetőleg mértékének megállapítása alapjául szolgál. Ennek értelmezésében:*

- *legjobb az, ami a leghatékonyabb a környezet egészének magas szintű védelme érdekében;*
- *az elérhető technika az, amelynek fejlesztési szintje lehetővé teszi az érintett ipari ágazatokban történő alkalmazását elfogadható műszaki és gazdasági feltételek mellett,*

figyelembe véve a költségeket és előnyöket, attól függetlenül, hogy a technikát az országban használják-e vagy előállítják-e és amennyiben az üzemeltető számára ésszerű módon hozzáférhető;

- *a technika fogalmába beleértendő az alkalmazott technológia és módszer, amelynek alapján a berendezést (technológiát, létesítményt) tervezik, építik, karbantartják, üzemeltetik és működését megszüntetik, a környezet helyreállítását végzik.” [32, 4. § 28.]*

A kormány – felismerve a hátrahagyott ipari, bányászati, katonai tevékenység következtében szennyeződött területek kezelésének stratégiai jelentőségét és költségigényét [193] – a felhalmozódott szennyeződések felderítésére, felszámolására, valamint az újabb szennyeződések megakadályozására 1996-ban létrehozta az Országos Környezeti Kármentesítési Programot. [8] A 219/2004-es Korm. rendelet szerint a kármentesítés „*olyan helyreállítási intézkedés, amely a felszín alatti víz és földtani közeg károsodásának enyhítésére, az eredeti állapot vagy ahhoz közeli állapot helyreállítására, valamint a felszín alatti víz által nyújtott szolgáltatás helyreállítására vagy azzal egyenértékű szolgáltatás biztosítására irányul, így különösen az a műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység, amely a veszélyeztetett, szennyezett, károsodott felszín alatti víz, illetőleg földtani közeg megismerése, illetőleg a szennyezettség, károsodás és a kockázat mértékének csökkentése, megszüntetése, továbbá monitorozása érdekében szükséges.*” [194, 3. § 18.]

Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió a rozsdáövezetek vonatkozásában a fejlesztéspolitikai feladatok között nevesíti – a gazdasági és társadalmi felzárkóztatást célzó feladatok, valamint a környezetbarát technológiák preferálása, bevezetése, helyi energetikai rendszerek, intelligens hálózatok, ipari ökoszisztémák és autonóm ellátási rendszerek fejlesztése mellett – a korábbi környezetkárosítások felszámolását, a kármentesítést és tájrehabilitációt is. [195, 163. o.] A dokumentum a környezet- és természetvédelem terén ugyancsak fejlesztéspolitikai feladatként határozza meg – egyebek mellett – a kármentesítést, a bekövetkezett katasztrófák következményeinek hatékony enyhítését, elhárítását, a veszélyes anyagok káros hatásainak kezelését, valamint a barnamezős beruházások szorgalmazását is. [195, 249. o.]

Módszertan szerinti elemzés

A kármentesítés – a fosszilis energiatermelés baleseteiből fakadó környezetterhelés csökkentése stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

15. táblázat: A kármentesítés stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia		<u>Megállapítható</u> / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás		<u>Közvetlen</u> / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		<u>Közvetlen</u> / Közvetett
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / <u>Helyreállítás</u>
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	<u>Szoros</u> / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / <u>Gyenge</u>
	Környezettechnológia	<u>Szoros</u> / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		<u>Magas</u> / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		<u>Azonosítható</u> / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / <u>Nem</u>

A kármentesítés – a fosszilis energiatermelés baleseteiből fakadó környezetterhelés csökkentése stratégiai célterület iparbiztonsági relevanciája igazolható azzal, hogy a kármentesítési feladatok kiterjednek az ipari létesítmények, rendszerek (köztük az energetikai rendszerek) veszélyhelyzeti működése következtében a környezetbe került szennyeződések felszámolására is. Ezáltal a célterületnek az energiaipari-biztonsághoz való közvetlen hozzájárulása is megállapítható.

A stratégiai célterület közvetlenül szolgálja az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatóságot. A hozzájárulás mikéntje pedig a környezeti egyensúly helyreállításában érhető tetten, ugyanis a célterület közvetlenül a környezetszennyezés bekövetkezte előtti állapot helyreállítását célozza, szoros összefüggést mutatva ezáltal a környezettudatossággal. A stratégiai célterületnek a környezettechnológiai innovációval való kapcsolata szintén szorosnak mondható, tekintettel arra, hogy annak sikere jelentős mértékben függ a technológia adta lehetőségektől, a technológiai fejlettség szintjétől. A biztonságtudatossággal azonban gyenge összefüggés állapítható meg, mivel – a veszélyhelyzeti működésből fakadó szennyeződések vonatkozásában – a kármentesítés csak a már bekövetkezett balesetek, üzemzavarok következményeire képes reagálni.

Az országspecifikusság szintje magasnak mondható, ugyanis a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia szerint az elmúlt évszázad(ok) során jelentős

menyiségű környezetre és az egészségre káros, szennyező anyag halmozódott fel a földtani közegben, a talajban és a felszín alatti vizekben.

A sérült ökoszisztémák helyreállításának a szükségessége szupranacionális és hazai stratégiákban is megjelenik. A Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégiának a kármentesítéssel kapcsolatos főbb céljai a következők:

A kármentesítéssel kapcsolatos főbb célok/irányok

- „Zöld” kármentesítés előtérbe helyezése. [8]
- Beavatkozások kutatása, fejlesztése: innovatív technológiák, in-situ beavatkozások. [8]
- A technológiai fejlesztésen belül egyik kiemelt irány lehet a bioremediáció. [8]
- A kármentesítés valamennyi szakaszában (tényfeltárás, beavatkozás, monitoring) a hatékonyságot szükséges szem előtt tartani. [8]

2.3 A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek

Az elmúlt években Magyarországon is tanúi lehettünk olyan eseményeknek, amelyek bizonyos esetekben az időjárási rendellenességek gyakoribbá és súlyosabbá válásának tendenciáját igazolják, [14, 8. o.] így hazánk számára kiemelten fontos az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás előmozdítása. Erre tekintettel került sor a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia részeként a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia megalkotására, amely kijelöli a 2030-ig tartó periódusra vonatkozó, alkalmazkodással kapcsolatos célokat. [25, 39-40. o.]

A klimatikus extrémítások újabb, országunkban is érzékelhető hatásai – köztük a hőhullámok, az aszályok, a villámárvizek, a ciklonok, az erdőtüzek – nem csak egyes ökoszisztémákra, hanem számos, ember által létrehozott rendszer épségére, működésére is veszélyt jelenthetnek. [42, 13. o.] A közmű ellátás, az ipari tevékenységek, az infrastruktúrák, illetve általánosságban a modern társadalmak civilizációs vívmányai igencsak sérülékenyek a külső környezet változásaira. [2, 36. o.] A Verisk Maplecroft stratégiai tanácsadó és kockázatelemző cég honlapján 2021 decemberében megjelent közlemény szerint az extrém meteorológiai körülmények globális szinten a kőolaj- és földgázkészletek 40%-ának kitermelését veszélyeztetik. [196] A Noema Magazine felületén ugyanezen év augusztusában közzétett elemzés szerint pedig az EU-ban az áramkimaradások 37%-a, míg az USA-ban 44%-a természeti csapásokra vezethető vissza. [197] Az egyre szélsőséesebb időjárási viszonyok következtében növekedhet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarok bekövetkezésének valószínűsége, és emelkedhet a veszélyes anyag kibocsátással járó nem

várt események száma és súlyossága is. [13, 29. o.] Az NBS a kiemelt biztonsági kockázatok között említi a nagyobb ár- és belvizek kialakulását, a hosszantartó aszályos időszakok, hő- és hideghullámok, heves viharok, erdő vagy vegetációtüzek rendszeres bekövetkezését, valamint a talajeróziót, a vegetáció pusztulását és a tartósan vízhiányos időszakokat, akárcsak a regionális kihatásokkal járó ipari balesetek és katasztrófák bekövetkezését. [22]

Az alkalmazkodás kapcsán az alábbiakban tágabb perspektívában vizsgálom azokat a környezeti problémákat, amelyek mind a hagyományos, mind a megújuló energiatermelő létesítményekben képesek fizikai sérüléseket, üzemzavart, vagy akár súlyos balesetet is előidézni, illetőleg az ellátásbiztonságot veszélyeztetni. A villamosenergia-hálózatnak a jelen disszertációban vizsgált környezeti problémák általi érintettsége kapcsán figyelmet érdemel a FICÉP Építőipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.-nek a villamosenergia-ellátórendszer éghajlati érzékenységvizsgálatára kidolgozott mintamódszertana. [15, 39-43. o.]

2.3.1 Hőhullámokkal szembeni védelem

A legtöbb ember által közvetlenül is érzékelhető környezeti probléma a nyaranta tapasztalható olykor rendkívüli hőség. Előrejelzések szerint a jövőben is egyre gyakrabban fordulnak majd elő extrém magas hőmérsékletű napok. Az 1971–2000 közötti periódusban forró nap évente átlagosan alig egyszer jelentkezett, az alábbi táblázat szerint viszont a közeljövőben akár 3, a 21. század végére pedig átlagosan akár 9 napon is előállhatnak extrém hőmérsékletű nappalok. A hőhullámos napok átlagos éves száma a század végére megközelítheti az egy hónapot is. [198]

16. táblázat: Extrém magas hőmérsékleti indikátorok országos átlagos éves száma [nap] a 2021–2050 és 2071–2100 periódusban az Országos Meteorológiai Szolgálatban alkalmazott klímamodellek alapján. Készítette a szerző. Forrás [198]

	2021-2050	2071-2100
Forró napok	1–3	2–9
Trópusi éjszakák	1–3	4–7
Hőhullámos napok	9–15	14–26
Tartós hőhullámos napok	1–2	1–5

A magas léghőmérséklet közvetlenül és közvetetten egyaránt fokozza a villamosenergia-hálózat érzékenységet. Közvetlen módon a kapcsolóállomások elektronikus irányítástechnikai berendezéseire van hatással, amelyek érzékenyek a magas hőmérsékletre. A kábelvezetékek szigetelésének előregedése, elfáradása következtében pedig gyakrabban állhatnak elő üzemzavarok. [15, 37. o.] A hőhullámok idejére jellemző fokozott energiafelhasználás ellátási problémákhoz is vezethet nem csak az egyén szintjén, hanem az

ipari termelésben is. A magas hőmérséklet következtében az energiaellátó hálózatban túlmelegedés állhat be. Ennek hálózatszerű meghibásodása pedig sok más működő rendszerre fejthet ki másodlagos hatásokat. [199] A forróság a talajra is hatással van, a párolgás növekedésén keresztül azok szárazodását, és ebből következően a teherbíró képességük csökkenését idézi elő. Így az oszlopok alapozása veszít a húzóerőkkel szembeni ellenálló képességéből, tehát a magas hőmérséklet közvetett hatásaként az oszlop kidőlésének a kockázata megnő. [15, 37. o.]

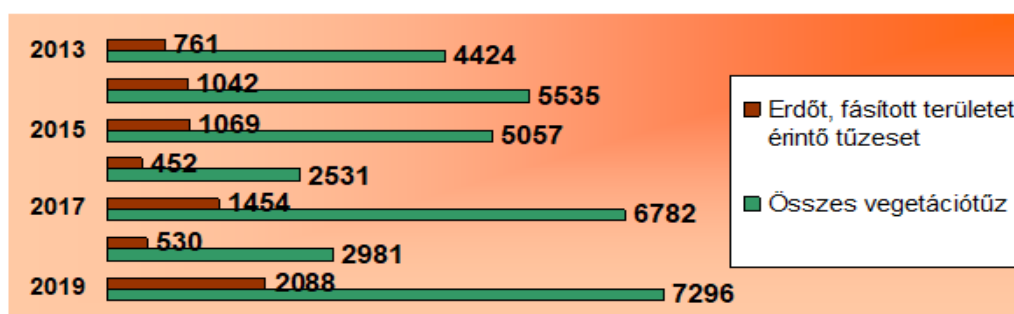
A huzamosabb ideig fennálló magas hőmérséklet és aszályos időszak következtében a természetes vizek vízállása jelentős mértékben lecsökkenhet. 2018 októberében például 71 éves rekord alacsony Duna vízállás dőlt meg Budapestenél. Rekordértékek voltak mérhetők még Adonynál, Dunaújvárosban, Dunaföldváron, Pakson és Domboriban is. [200] 2021 szeptemberében pedig újfent nagyon alacsony volt a Duna vízállása a száraz időjárás miatt, ezért a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak el kellett indítania a Ráckevei-(Soroksári) Duna-ág szivattyús vízpótlását. [201] A Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv) szintén utal a szélsőséges vízhiányok gyakoribbá válásának problémájára, példaként említve a Rába, a Hernád, a Sajó, a Szamos, a Tisza, a Sebes-Körös és a Duna 2015-ben mért alacsony vízállását. [60, 3. o.] Az energetika szempontjából e környezeti probléma azért releváns, mert a hőerőművek esetében a végső hőnyelő hőmérséklet-növekedése hatásfok-csökkenést eredményezhet. Végső hőnyelő pedig az a környezetben lévő közeg, amelybe az energiatermelési folyamatban felesleges hő kerül. Ez jellemzően az erőmű telephelye mellett lévő természetes víz (folyó, tó, tenger, óceán), vagy az atmoszféra levegője. [202] A gázturbinás erőművek teljesítőképessége a külső levegő hőmérsékletének növekedésével romlik. [13, 31. o.] A vízzel hűtött generátorok kapcsán pedig kiemelendő, hogy az erőművek üzemeltetői kötelesek betartani azokat a határértékeket, amelyeket a vonatkozó jogszabályok a természetes vizek hőmérsékletére előírnak. Ezen előírások betartása egyrészt abban az esetben kerülhet veszélybe, ha a hőség miatt egyébként is magasabb hőmérsékletű vizet az erőmű tovább melegítené, másrészt pedig, ha aszály esetén a vízállások alacsonyak, és így a természetes közeg már nem képes elegendő mennyiségű hűtőközeget biztosítani anélkül, hogy ezzel az erőmű a természetes víz ökológiai rendszerét veszélyeztetné. Alacsony vízállás esetén további probléma lehet, hogy a beépített technikai rendszerek – a vízkivételi mű és a benne lévő szivattyúk – már technikailag alkalmatlanná válnak a víz kiemelésére. [202]

A hőhullámok a megújuló energiaforrások hasznosítására is hatással vannak. A hőség akadályozhatja a vízerőművek áramtermelését, ugyanis egy hosszú ideig fennálló száraz

periódusban a víztározókban tárolt vízkészlet is apad. [202] A bioenergia rendelkezésre állását szintén korlátozhatja a tartósan magas hőmérséklet, egy aszályos időszak ugyanis a kezdeti fejlődési szakaszban még az egyébként belvizes területre ültetett állományt is tönkretelheti. [203, 122. o.] Tekintettel arra, hogy a tartós hőségek idején az Európa feletti légterben a légmozgás az átlagosnál lényegesen alacsonyabb, ezért a szélérőművek energiatermelése is csökken. Ugyanakkor a derült, erősen napos idő a napelemek termelésére kedvezően hat, amelyek optimális mennyiségű villamos energiát 25 °C körüli panel-hőmérséklet esetén adnak le. Ennél melegebb berendezés esetén azonban csaknem lineárisan csökken a kiadható teljesítmény. 60-70 °C-os hőmérsékletre hevült panelek a névleges teljesítőképességhez képest akár 10-15%-os teljesítőképesség-csökkenést is előidézhetnek. [202]

2.3.2 Erdő- és vegetációtűzekkel szembeni védelem

Az éghajlati szélsőségeknek, a kevesebb csapadéknak, a magasabb éves átlaghőmérsékletnek, valamint a hótakaró nélküli teleknek köszönhetően az erdőtűzök relatív gyakorisága az utóbbi évtizedekben hazánkban is megnőtt. [204] 2050-ig 30-50%-kal emelkedik az erdőtűzkockázatot mutató tűzidőjárási index átlagos értéke, az évszázad végére pedig a mediterrán térséggel megegyező szintre nő Magyarország tűzkockázata. Megnövekszik továbbá a tűzveszélyes periódusok hossza, [14, 88. o.] és a korábbinál forróbb nyarakon esetenként a tűz terjedési sebességében és intenzitásában is növekedés tapasztalható, ami az oltást jelentősen megnehezíti. [204] Az alábbi ábra megfelelően szemlélteti az erdőtűzeseteknek a vizsgált periódus kezdete és vége között bekövetkezett számbeli növekedését.



10. ábra: Hazai erdőtűzesetek száma 2013 és 2019 között. Készítette a szerző.

Forrás [205, 36. o.]

A megváltozott időjárási, környezeti feltételek tehát egyértelműen kedveznek az erdőtűzök kialakulásának, azonban fontos hangsúlyozni az emberi tényező szerepét az erdőtűzök tényleges bekövetkezésében. A BM OKF honlapján felhívja a figyelmet, hogy

Magyarországon az erdőtűzek 99%-a emberi gondatlanság vagy szándékosság miatt következik be. Az erdőtűzveszélyes periódusnak számító kora tavaszi időszakban jellemzően rét és tarlóégetések következtében alakul ki erdőtűz. A másik veszélyeztetett időszak a forró, száraz, nyári hónapokra esik, amely során az erdei avar és tűlevélréteg, az elhalt gallyak és ágak szinte teljes mértékben kiszáradnak. Ilyenkor az erdőtűzek elsősorban eldobott cigarettacsikkek, tábortűzek és gazégetések miatt keletkeznek. A nyári tűzek többnyire az Alföldön, Bács-Kiskun és Csongrád-Csanád megye száraz termőhelyű fenyveseiben pusztítanak. Az erdőtűzeken kívül a le nem aratott gabonában és a tarlón kialakuló, jellemzően nagy intenzitású tűzek képesek még számottevő károkat okozni a nyári periódusban. [204] Bár az erdőtűzekkel szembeni védelem alapvetően a tűzvédelmi szakterület feladatköre, az elmúlt évek során bebizonyosodott, hogy e katasztrófatípus az energetikai rendszerekre, létesítményekre nézve is jelentős veszéllyel járhat, amit a közelmúltban bekövetkezett külföldi példák is megfelelően igazolnak.

Az első példa szerinti eseményre 2020. április 4-én került sor, amikor az ukrainai Csernobil közelében lévő erdőség kigyulladt. [206] Az Országos Atomenergia Hivatal (rövidítve: OAH) 2020. április 9-ei tájékoztatása szerint Magyarországon az erdőtűz miatt nem emelkedett meg a háttérsugárzás, a tűz a szarkofágot nem érintette. [207] A száraz időjárás miatt a hatóságok oltási munkálatai elhúzódtak ugyan, [208] de május közepén már arról számoltak be a hírek, hogy a tűz gócpontjainak többségét sikerült eloltani, a csernobili zónában pedig az összes erdőtűzet felszámolták. [209] A másik példa a megújuló energetika területét, azon belül pedig a napenergiát érinti, és tipikusan ellátásbiztonsági problémára mutat rá. 2020 szeptemberének első két hetében az USA-beli Kaliforniai Független Rendszerirányító (angolul: California Independent System Operator, rövidítve: CAISO) napenergia termelése az előző év ugyanazon két hetével összevetve 13,4%-kal volt alacsonyabb, annak ellenére, hogy az államban 659 MW közmű nagyságrendű kapacitásbővülésre került sor, ami 5,3%-os növekedésnek feleltethető meg. A visszaesés a nyári erdőtűzek által okozott légszennyezésre vezethető vissza. Az erdőtűzek füstjében a finom szálló porrészecskék (PM_{2,5}) ugyanis nem csak a látótávolságot csökkentik, hanem a napelem paneleket érő napsugárzás mennyiségét is. Bár az erdőtűzek a korábbi években is csökkentették a kaliforniai besugárzási szintet, a tűzek súlyossága már az áramellátás fenntartása kapcsán is aggályokat vet fel. [210]

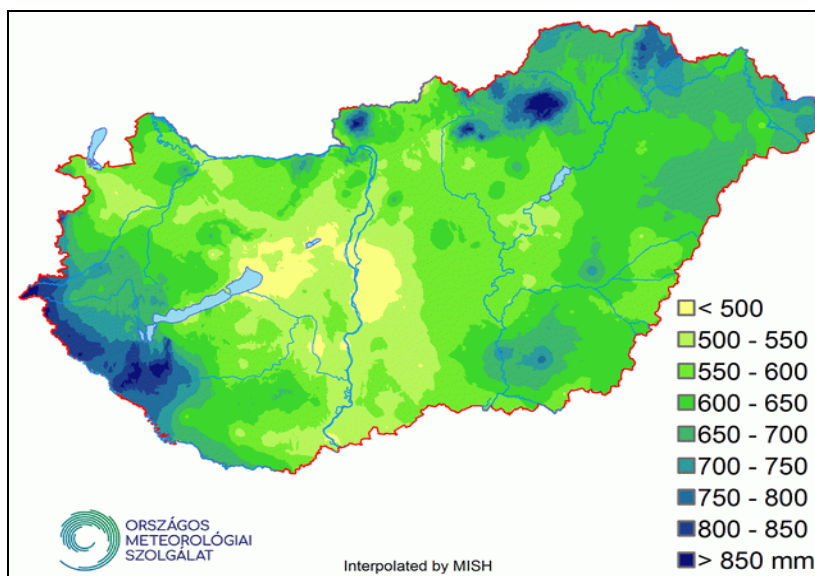
A megújuló energiatermelésre gyakorolt hatások kapcsán fontos még szem előtt tartani azt a tényt, hogy az éghajlatváltozás általánosságban jelentős erdőkárokat képes előidézni,

aminek következtében az elhalt fák szükségessé váló kitermelése miatt a fa biomassa átmeneti jelentős növekedésével, majd annak csökkenésével is lehet számolni. [25, 45. o.] Ugyancsak a megújuló energiatermeléssel összefüggésben állhatnak elő ellátásbiztonsági problémák olyan esetekben, amikor a tűz a bioenergia előállítása céljából fenntartott energiaültetvényeket pusztítja el.

A harmadik, közelmúltbeli, nemzetközi sajtónyilvánosságot nyert erdőtűzesemény, amely közvetlen hatással volt az energiaágazatra 2021 nyarán Törökországban következett be. A Földközi- és az Égei-tenger partszakaszain a hőség, a szárazság és az erős szél miatt nagy gyorsasággal terjedő bozótűzek egy széntüzelésű hőerőmű közvetlen közelébe jutottak, ami miatt minden robbanásveszélyes vegyi anyagot el kellett távolítani az erőműből. Az ott tárolt több ezer tonnányi szénkészlet azonban a térség kiürítését is szükségessé tette. Sajtóhírek szerint augusztus elejére sikerült megfékezni a hőerőmű felé terjedő lángokat. [211]

2.3.3 Hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védelem

A hazai klimatikus viszonyok változásával összefüggésben megállapítható, hogy Magyarországon a csapadékviszonyok átrendeződése zajlik. Míg a téli félév csapadékmennyisége növekszik, a nyári félévé csökkenést mutat. Ezzel együtt a csapadékos napok száma folyamatosan csökken, a csapadékesemények intenzitása azonban erősödik. [13, 16. o.] Számos tudományos munka és elemzés utal a hidrológiai eredetű veszélyek – különösen a jellemzően lokálisan jelentkező, hirtelen lezúduló, 30 mm/nap intenzitást meghaladó csapadékesemények, [2, 174. o.] azaz a villámárvizek – megnövekedett gyakoriságára. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (rövidítve: OMSZ) honlapja szerint 2020-ban a hazánkban mért országos évi csapadékösszeg az 1981-2010-es sokévi átlag 102%-a volt. A legtöbb csapadék júniusban volt mérhető, országos átlagban 106 mm, ami 53%-kal haladta meg a normál mértéket. Mindazonáltal egész nyáron gyakran került sor felhőszakadásokra, jégesőkre, amelyek országszerte számos településen okoztak károkat. Legalább fél tucat településen volt mérhető 100 mm-t meghaladó csapadék egy-egy napon. Ősszel pedig az évszakos csapadék csaknem 80%-a alig három hét alatt hullott le, amely időszakon belül október 12-én és 13-án volt kiugró mennyiségű csapadék. E napokon országszerte számos mérőállomás jelentett 50 mm-nél több napi csapadékmennyiséget. Az alábbi ábra a 2020. évi csapadékösszeg térbeli eloszlását mutatja hazánkban, amely alapvetően tükrözi a domborzati adottságok hatását. A Somogy megyei Vése állomáson volt mérhető a legmagasabb évi csapadékösszeg (969,6 mm). Megjegyzendő, hogy itt az évi összeg ötöde (178 mm) július 24-én zúdult le egy nap leforgása alatt. [212]



11. ábra: A 2020. évi csapadékösszeg
(homogenizált, interpolált adatok alapján). Forrás [212]

Az egyre gyakrabban jelentkező szélsőséges időjárási viszonyok komoly károkat képesek előidézni mind a természeti mind pedig az épített környezetben, [79] így a hagyományos és megújuló energetikai rendszerekben és rendszerelemekben, a veszélyes anyag tárolókban, valamint a hulladékkezelő, különösen a veszélyeshulladék-lerakó létesítményekben, [2, 160. o.] továbbá a bányászati meddőhányókban, az ipari zagy- és iszaptározókban. [13, 30. o.] Következésképp a hidrológiai eredetű káresemények megnövekedett valószínűsége szintén fokozza a technológiai katasztrófák, köztük a súlyos energiaipari balesetek bekövetkezésének a valószínűségét is. A megújuló energiatermelő létesítmények közül külön említést érdemelnek a vízerőművek, amelyek a nagyobb vízhozamú árvizeknek közvetlenül ki vannak téve. Emellett pedig kifejezetten ellátásbiztonsági gondok állhatnak elő a bioenergia vonatkozásában. Egy tartósabb ár- vagy belvíz ugyanis jelentős mértékű kárt képes okozni az energianövényekben is, korlátozva ezzel a bioenergia előállításához szükséges energiahordozók rendelkezésre állását.

Az ár- és belvizekhez képest a villámárvizek esetében súlyosbító tényezőként hat azok [199] – gyors lefolyása és a kis térbeli koncentrálódás miatti – nehéz előre jelezhetősége, váratlansága. [213] Hirtelen lezúduló lokális csapadék okozta ipari balesetre konkrét példaként az amerikai Houston melletti vegyi üzemben 2017. augusztus 31-én bekövetkezett robbanás hozható fel, amely az esőzés okozta áramkimaradásra volt visszavezethető. [214]

A villámárvizek kialakulásában a szélsőséges csapadékesemények mellett szerepet játszik még a domborzat, a talajszerkezet és a talajtelítettség is. Fontos látni, hogy súlyos

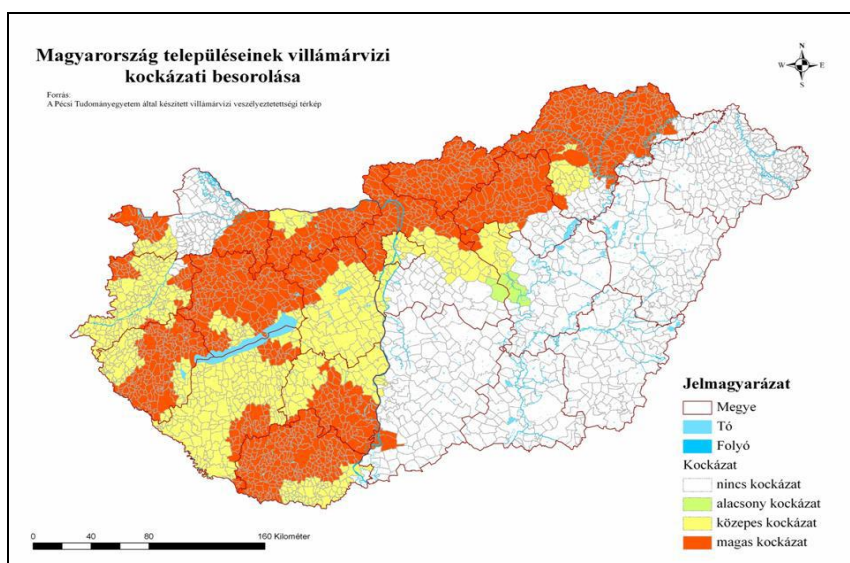
árvíz jellemzően abban az esetben alakul ki, ha a csapadék lefolyása nem biztosított, gyenge a talaj vízelvezető képessége, hiányosak vagy telítettek a felszíni vízelvezető árkok és a lezúduló, kiemelten nagy mennyiségű csapadék olyan kisvízfolyással egyesül, amelynek normál vízállása 1 méternél nem magasabb. Az árvizek során a víz sodrása és nyomása rongálhatja az infrastruktúra elemeket és hálózatokat, és egyúttal a korrodálódás kockázata is fokozódik. [199] Emellett a talaj nedvességtartalmának változása következtében annak szerkezete módosul, ami földcsuszamlásokhoz, talajfolyásokhoz, sárlavinákhoz, beomlásokhoz, építményomlásokhoz, károsodásokhoz, valamint egyéb katasztrófa-helyzetekhez és katasztrófákhoz vezethet. [215, 16. o.] Földcsuszamlás kialakulásához minimum 20-30 mm, intenzív eső szükséges, (ld.: *Stefanovits-Filep-Fülek: Talajtan. Mezőgazda Kiadó. 2010.*) és a klímamodellek szerint minden évszakban növekszik is az átlagos csapadékintenzitás, valamint a 20 mm csapadékmennyiséget elérő napok gyakorisága. Jóllehet oszlopkidőlést és ebből fakadó kábeltörést rövidebb távon egy nagyobb méretű földcsuszamlás képes előidézni, a talajtakaró elhordása hosszabb távon az oszlopoknak az egyéb hatásokkal – például a szélnyomással – szembeni sérülékenységét is fokozza. [15, 36. o.] Azonban bármilyen mértékű földmozgás miatt kialakult repedezések, törések, szivárgások és távvezeték-szakadások az energiaszolgáltatás akadozását, szünetelését eredményezhetik, és súlyosabb esetben – például gázellátás műtárgyai esetében – robbanás is bekövetkezhet. [199] A záporok által előidézett lokális villámárvizek az oszlopokat és a vezetékeket nem veszélyeztetik. A transzformátor- vagy kapcsolóházak kitétsége – azok vízmentes helyre (például: mesterséges dombra) való telepítése miatt – szintén meglehetősen alacsony. [15, 36-37. o.]

A viharokat kísérő villámcsapásokat köztudottan a magasan lévő, magasra nyúló objektumok vonzzák, [216] a gyakorlatban azonban ennél jóval szélesebb és kellő precizitással nem határozható meg e környezeti jelenség által fenyegetett dolgok köre. Az energetikai rendszerelemek közül a villámcsapások többnyire a szigeteletlen szabadvezetékekben, a tartóoszlopokban, [15, 36-37. o.] a fotovoltai panelekben, [216] valamint a szélerőművekben okozhatnak kárt. Megjegyzendő azonban, hogy a szénhidrogénipari tartálytűz és tartályrobbanások egy része ugyancsak villámcsapásra vezethető vissza, amelyekre példaként említhetők az 1974-es, 1982-es és 1985-ös százhalombattai káresemények. [164]

A villámlásokhoz hasonlóan a viharokkal nemritkán együtt járó jégesők az energetikai rendszerelemek közül elméletben a napelemek épségére jelenthetnek veszélyt, hazánkban

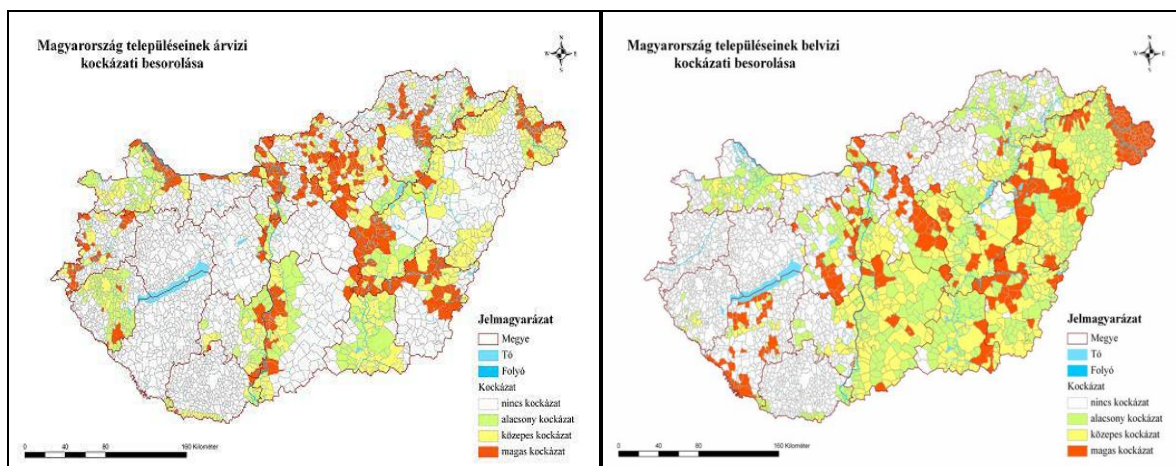
azonban nem jellemzőek az olyan erejű jégverések, amelyek berepeszthetnék a napelemek védőüvegét. [216]

Az alábbi térkép szerint hazánkban magas villámárvíz-kockázatú régióknak az Északi-középhegység, valamint a Dunántúl egyes többnyire hegy- illetve dombvidékes részei számítanak. E területek bizonyos mértékű átfedést mutatnak azon régiókkal, ahol 2020-ban magasabb évi csapadékösszeg volt mérhető. Jelzésértékű, hogy szinte az összes hazai dombvidéki terület legalább közepesen veszélyeztetettnek számít a villámárvizekkel szemben. [217, 7. o.]



12. ábra: Magyarország településeinek villámárvízi kockázati besorolása. (A Pécsi Tudományegyetem által készített villámárvízi veszélyeztetettségi térkép.) Forrás [218, 22. dia]

A fentitől merőben eltérő képet mutatnak Magyarország településeinek árvízi és belvízi kockázati besorolását ábrázoló, alább látható térképek, ami szintén azt a tézist támasztja alá, hogy a villámárvizek esetében a hagyományos ár- és belvizekhez képest más jellegű hidrológiai problémáról van szó.



13. ábra: Magyarország településeinek árvízi és belvízi kockázati besorolása.
 Forrás [218, 28-29. dia]

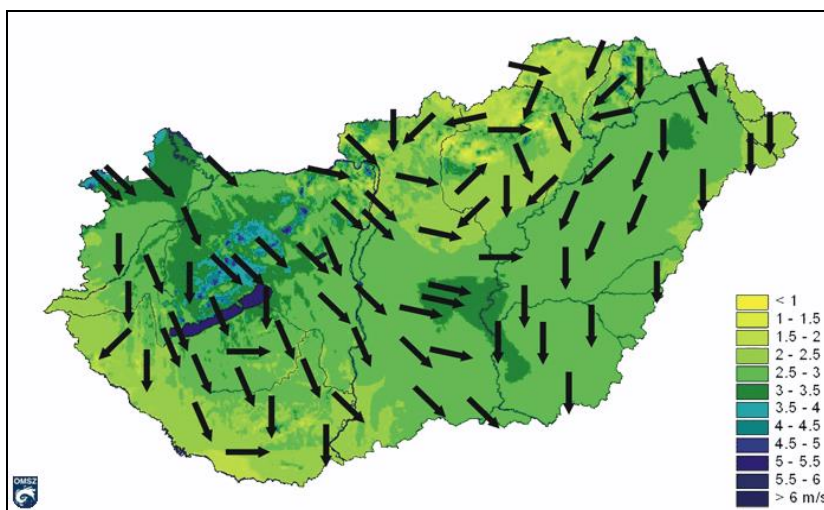
Hazánkban, az ország földrajzi és hidrológiai adottságai miatt az árvízi kockázati szint kimondottan nagymértékű. [199] A Kárpátokról leáramló folyóvizek a síkságon lelassulnak, összetorlódnak, aminek következtében Magyarország területének negyedét árvizek veszélyeztetik. [60, 29. o.] A folyók árvizeivel veszélyeztetett árterület 21.768 km²-t tesz ki, az ártéri területeken pedig közel 2.000 ipari üzem található. [219] A 2020. évi nemzeti katasztrófakockázat-értékeléséről szóló jelentés a vizek kártételei kapcsán ki is mondja, hogy „(a)z árvízi védekezés évről-évre nagyobb erőfeszítéseket igényel az országtól. Az új rekordok rendkívül nagy kihívásokat jelentettek az árvízvédelmi feladatokat ellátó vízügyi szolgálat részére.” [14, 93. o.] Növekszik a téli eső eredetű árvizek kockázata, az olvadásos árvíz kockázat jövőbeli alakulása azonban bizonytalan. [13, 14. o.]

A belvizek gyakoribb kialakulásának a kockázatával is számolni kell, ugyanis a megváltozó csapadékviszonyok következtében a talajvíz szintje – lokálisan és rövidebb időszakokban – jelentősen megnőhet. A magasabb talajvízszint rövid távú hatásként bizonyos talajtípusoknál a teherbíró képesség romlását idézheti elő, ami széllel párosulva oszlopkidőlést okozhat. Belvíz kialakulása hosszabb távon főként az alapozást és a szerkezetet összekötő csont korrodálódását idézheti elő, amelyek – nagyobb terhelés esetén történő – eltörése ugyancsak oszlopdőlést eredményezhet. [15, 37. o.] A belvizek miatt továbbá olyan berendezések – például nem megfelelően szigetelt belső földkábelek – kerülhetnek a belvízszint alá, amelyekre a víz káros hatással lehet. [16, 27. o.]

A légnedvesség szintén olyan környezeti jelenség, amely negatív hatást fejthet ki az egyes energetikai rendszerelemekre, elsősorban a vasoszlopok épségére. A tartóoszlop összecsavazott elemeinek illesztési pontjainál ugyanis a felületkezelés sérül, aminek következtében a szerkezeti elemeken, valamint a csavarokon korrózió indulhat meg. Nagyobb terhelés – például szél vagy tapadó csapadék – esetén a csavar elszakadhat vagy kiszakadhat a szerkezetből. Mindazonáltal az éves csapadékmennyiség csökkenésének és a hőmérséklet emelkedésének együttállásából arra lehet következtetni, hogy a páratartalom valószínűleg szintén csökkenni fog. Erre tekintettel a rozsdásodás feltehetően kevésbé fogja majd érinteni az oszlopokat, mint napjainkban. [15, 37. o.]

2.3.4 A szélviharok és a gyengülő átlagos szélsébség problémájának kezelése

Az átlagos szélsébség tekintetében a Föld mindkét féltekéjén csökkenés figyelhető meg, a szélsőséges szeles események valószínűsége azonban növekszik. Következésképpen a gyengülő szél ellenére a szélviharok számának a növekedésével hazánkban is számolni kell. [220] Míg korábban négyévente, addig az elmúlt évtizedben már átlagosan kétévente alakultak ki súlyos szélviharok. [14, 92. o.] Ezzel párhuzamosan a viharok intenzitásnövekedése is várható, azaz erősebb szélviharokra lehet számítani, így a viharok mértéke is növekedhet. [220] Magyarországon a szélerősség már a 100 km/h sebességet is meghaladhatja. [14, 92. o.] A BM OKF éves jelentései is alátámasztják, hogy az utóbbi években a viharok miatti vonulások száma országsszerte növekszik. [220] A maximális szélsébséget azonban meglehetősen nehéz előre megjósolni, tekintettel arra, hogy a szél erőssége több tényezőtől is függ, köztük a tengerszint feletti magasságtól, a lejtőszögtől, a környező növényzet, épületek jellegétől és magasságától. [15, 36. o.] A szélviharok, orkán erejű széllesek az energetikai rendszerekben is jelentős károkat okozhatnak. Áramátalakító berendezések, [2, 165. o.] kémények, telekommunikációs antennák, [16, 26. o.] nem szakszerűen rögzített napelem rendszerek sérülhetnek, [216] a tartóoszlopok szerkezete károsodhat, elhajolhat vagy eltörhet, [15, 36. o.] vezetékszakadások következhetnek be – közvetlenül a szél miatt, vagy a kidőlt fák, letört ágak ráesése következtében [221] – és egyéb rendszerelemek, műtárgyak rongálódhatnak meg, áramellátási problémák állhatnak elő. [199] Így történt ez például 2013. december elején, amikor a Xavér néven hírhedté vált ciklon okozott Európa szerte hatalmas károkat egyebek mellett az áramellátásban is. 2017. október 29-én szintén egy erős viharciklon idézett elő fakidőléseket és tömeges vezetékszakadásokat a kontinensünk középső részén, köztük hazánkban is. [221] Az alábbi térkép jól szemlélteti a hazai átlagos szélsébségek területi eloszlását és az uralkodó szélirányokat. Eszerint a leggyakoribb szélirány az északnyugati, valamint a Tisántúlon az északkeleti, erősebb szélsébség pedig főként a Dunántúl északi és középső részére, valamint az Alföld egyes sötétzöld színnel jelölt területeire jellemző. [222]



14. ábra: Évi átlagos szélességek és uralkodó szélirányok Magyarországon (2000-2009). Forrás [222]

A légmozgás tendenciaváltozásának másik jellemzője, az átlagos szélesség gyengülése is hordoz magában veszélyeket, [220] amely a környezetbiztonsági vonatkozásai mellett iparbiztonsági aggályokat is felvethet. Hazánk medence jellege miatt ugyanis a több napon át tartó kis szélesség elősegíti – egyebek mellett az ipari tevékenységből vagy közlekedésből származó – légszennyező anyagok felhalmozódását. [220] Így egy esetleges kiterjedt légszennyezéssel járó súlyos ipari balesetet következtében a környezetbe került gázhalmazállapotú szennyező anyagok hosszabb ideig képesek kifejteni környezet- és egészségkárosító hatásukat, lassítva ezzel a balesetet megelőző állapot helyreállítását.

2.3.5 Havazással és fagyással szembeni védelem

Hófúvásos napok jellemzően a téli időszakban fordulnak elő, egész napon át tartó 0 °C alatti hőmérséklet, legalább 1 mm hó formájában lehulló csapadék, valamint 25 km/h-t meghaladó szél együttállása esetén. Az 1971-2000 periódusban 1.6 és 2.8 között volt a hófúvásos napok évtizedes átlagos száma Magyarországon. Látni kell azonban, hogy a 2021-2050 időszak során egyes előrejelzések alapján csökkenés várható e környezeti probléma kapcsán, amelynek mértéke országos átlagban csupán 1 nap/évtized. Hazánk egyes területein viszont növekvő tendencia várható; az északnyugati megyékben 4-6 nap/évtized, míg a keleti megyékben 2 nap/évtized mértéket is elérheti. [14, 83-84. o.] Havazás okozta problémával tehát a jövőben is számolni kell, amely kapcsán az energetika érintettsége szintén megállapítható. Egy nagyobb mennyiségű hóesés akadályozhatja vagy akár el is

lehetetlenítheti egyes fűtőművek üzemeléséhez szükséges szilárd tüzelőanyagok (biomassza, hulladék) kitermelését és/vagy beszállítását. [16, 27-28. o.]

A vízerőművek vonatkozásában pedig tekintettel kell lenni a vízfagyásra, valamint arra a tényre, hogy alacsony hőmérséklet esetén a folyók nem kapnak elég vizet még egy egyébként csapadékos téli időszakban sem. A hosszú tél főként a szibériai és a kanadai vízierőművek kihasználásában okoz jelentősebb gondokat, azonban Magyarországon is sor került már téli hideg miatti ellátási zavarokra. [223] Példaként említve 2017-ben a tiszalöki vízerőműben kellett ideiglenesen leállítani az áramtermelést és jégtörőket alkalmazni jégzajlás miatt. Jégzajláskor ugyanis a jég feltorlódhat az erőmű uszadékot felfogó rácsszerkezetében, ami rongálhatja a berendezést és az áramtermelésben is kiesést idézhet elő. Erősebb lehűléskor szükségessé válhat az erőmű gépházának fagymentesítése is. [224]

Extrém hideg esetén előállhatnak földalatti vezetékfagyások is. [199] A szabadvezetékekre és a tartóoszlopokra rátapadó vagy ráfagyó csapadék pedig a tartóoszlopok szerkezetére ró nagy terhet, ami széllel kiegészülve különösen veszélyes, ekkor ugyanis az oszlopok és vezetékek felülete is többszörösére nő. [15, 36. o.] 2017. január 13-án éppen a havazás és a szél együttese okozott károkat a hazai elektromos vezetékhálózaton, ami miatt több mint 50 település maradt áramellátás nélkül. Ez esetben a vezetékek sérülése nem csak a rátapadt hó miatt következett be, hanem olykor a vezetékekre esett hóval túlterhelt ágak is előidézték vezetékszakadást. [225] Bár előrejelzések szerint a jövőben egyre kevesebb fagyos nap, illetve lehúlési hullám várható, [226] az egy napon belüli fagyás-olvadás sorozatok gyakrabban alakulhatnak ki, ami pedig a betonoszlopok épségét veszélyeztetheti. A lyukakban megülő hóból ugyanis a napközbeni melegebb időjárás következtében kiolvadó víz beszivárog a beton pórusaiba, majd az éjszakai fagyás hatására az oszlopon repedések alakulhatnak ki. [15, 36. o.] Hasonló helyzet állhat elő a gyárilag nem tökéletesen szigetelt napelem panelek esetében is, ekkor ugyanis a szigetelés alá kerülő folyadék megfagyva megrepedezheti a táblákat. [216]

Módszertan szerinti elemzés

A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

17. táblázat: A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia	Megállapítható / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás	Közvetlen / Közvetett / Nem állapítható meg

Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		Közvetlen / Közvetett
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	Szoros / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		Magas / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		Azonosítható / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / Nem

A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek iparbiztonsági relevanciáját alátámasztja annak ténye, hogy a szélsőséges időjárási viszonyok veszélyt jelentenek az ipari létesítmények, rendszerek (köztük az energetikai rendszerek) biztonságos működésére, ezért az azokkal szembeni védelem iparbiztonsági szempontból is alapvető fontosságú. Ezáltal a célterületeknek az energiaipari-biztonsághoz való közvetlen hozzájárulása is megállapítható.

E stratégiai célterületek közvetett módon szolgálják az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatóságot, mivel elsődleges rendeltetésük a rendszerek és rendszerelemek védelme a szélsőséges környezeti viszonyoktól, az azokat előidéző okok megszüntetésére nincsenek hatással. Így a védelem a már adott környezeti feltételkehez való alkalmazkodás egy módszereként fogható fel, ezért a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje e célterületek esetében a környezeti problémákhoz való alkalmazkodásban nyilvánul meg.

Tekintettel arra, hogy a környezeti fenntarthatósághoz csak közvetetten járulnak hozzá e stratégiai célterületek, ezért azok megvalósításának fő motivációja nem elsősorban a környezettudatosság, hanem – a védekezési rendeltetésből fakadóan – sokkal inkább a biztonságtudatosság. Ebből kifolyólag a környezettudatossággal közepes szintű, míg a biztonságtudatossággal szoros összefüggés állapítható meg. A stratégiai célterületeknek a környezettechnológiai innovációval való kapcsolata szintén szorosnak mondható, tekintettel arra, hogy az alkalmazkodás/védekezés sikere számos esetben függ a technológia adta lehetőségektől, a technológiai fejlettség szintjétől.

Az országspecifikusság szintje összességében magasnak mondható, mivel a jövőre nézve Magyarországon egyik környezeti probléma esetében sem zárható ki a növekvő tendencia, amelyek miatt esetlegesen bekövetkezett ipari balesetek kiterjedt, jelentős mértékű környezetszennyezést képesek előidézni.

Az alkalmazkodási képességek növelése mind a szupranacionális, mind pedig a hazai releváns stratégiák tárgyát képezi. Az alkalmazkodással kapcsolatos főbb hazai célok/irányok az alábbiakban foglalhatók össze:

Az alkalmazkodással kapcsolatos főbb releváns célok/irányok

- Éghajlati sérülékenységvizsgálat továbbfejlesztése. [2, 178. o.]
- A sérülékeny térségek alkalmazkodási lehetőségeinek feltárása, térség-specifikus alkalmazkodási stratégiák kidolgozása és integrálása a térségi fejlesztési tervekbe. [2, 180. o.]
- A sérülékeny ágazatok, köztük az energetika rugalmas és innovatív alkalmazkodásának megvalósítása, továbbá ágazat-specifikus alkalmazkodási stratégiai dokumentumok kidolgozása és integrálása az ágazati tervezésbe. [2, 180. o.]
- Éghajlatváltozás, mint peremfeltétel teljes körű integrálása az energiapolitikába. [2, 197. o.]
- Éghajlati kockázatok integrálása az erőműi és energetikai infrastruktúra-tervezésbe. [2, 196. o.]
- Információgyűjtés és hatásértékelés keretében az energiatermelő és elosztó hálózat „klímabiztossága” szempontjából elsődleges a tényleges hatásláncok megértése és azok rendszeres értékelése. [2, 197. o.]
- Az energetikai (gáz, távhő, villamos energia) hálózatok időjárási szélsőségekkel, éghajlatváltozással szembeni sérülékenységeinek felülvizsgálata. [26]
- Erőműi, energetikai fejlesztések során az éghajlati kockázati szempontok érvényesülésének biztosítása. [26]
- Természetes és természetközeli ökoszisztémák megőrzése, természeti erőforrások készleteinek és minőségének megőrzése, tartamos hasznosítása. [25, 40. o.]
- Kockázatok kezelése és alkalmazkodás a kiemelt nemzetstratégiai jelentőségű horizontális területeken, egyebek mellett a katasztrófavédelem, a kritikus infrastruktúra a vízgazdálkodás és a vidékfejlesztés területén. [25, 40. o.]

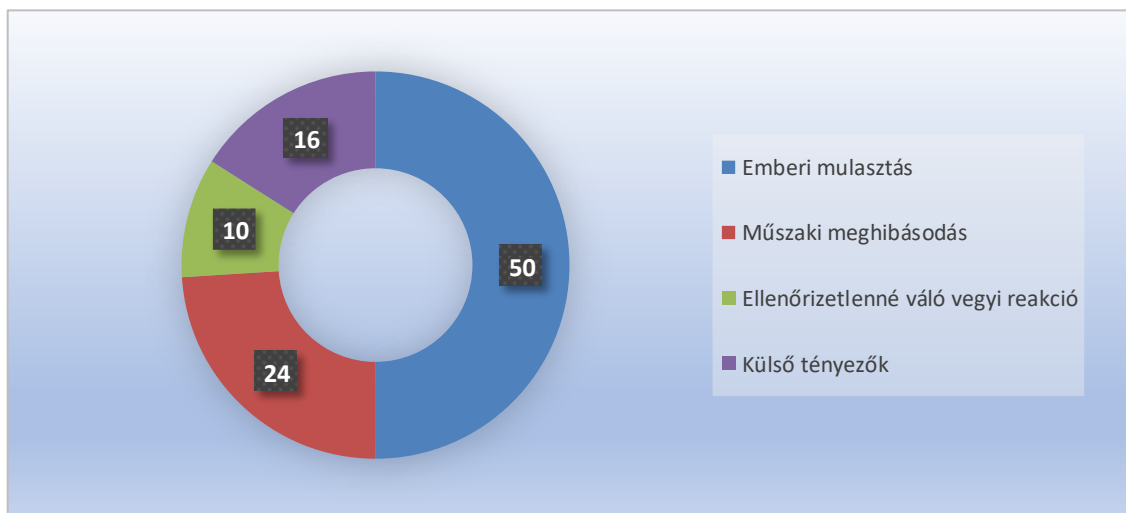
2.4 Az újszerű katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó környezetszennyezések megelőzését szolgáló stratégiai célterületek

A súlyos ipari balesetek és üzemzavarok bekövetkezésének a megakadályozása, valamint kialakulásuk kockázatának minimálisra csökkentése, a veszélyes anyagoknak súlyos baleset vagy üzemzavar útján történő környezetbe kerülésének megfékezése az iparbiztonsági szakterület alapvető rendeltetése, ami a releváns szabályok, előírások betartásával, valamint a technológiai és szabályozási eszközök egymással párhuzamban megvalósuló, időszakonként visszatérő, szükség szerinti aktualizálásával, korszerűsítésével, pontosításával megvalósítható. Léteznek azonban olyan aktuális, újszerűnek mondható és/vagy egyéb oknál fogva akut kezelést igénylő kockázatok, amelyek kapcsán mielőbbi cselekvés – a technológia (illetve szűkebben a környezettechnológia) és a kulturális szempontok (környezet- és biztonság tudatossági, jogi szabályozási) területén egyaránt – indokolt. E problémák megoldása a fenntarthatósági átmenet sikeres megvalósulásának elengedhetetlen feltétele,

ennélfogva a fenntarthatóság környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségükhöz nem fér kétség.

2.4.1 Ageing kezelése

A súlyos ipari balesetek kialakulásának az okai jelentős részben emberi mulasztásra vezethetők vissza. Ez tágabb értelemben magában foglalja a műszaki, technológiai berendezések meghibásodásából fakadó baleseteket is. [227, 11. o.] Az üzemek, fizikai berendezések, infrastruktúrák korából, továbbá az eljárások, technológiák, dokumentációk avulási folyamataiból, valamint a humán öregedés jelenségéből fakadó kockázatok [228, 4-5. o.] – összefoglaló néven az öregedéssel vagy ageinggel kapcsolatos problémák – is ebbe a körbe sorolhatók.



15. ábra: Súlyos ipari balesetek elsődleges okai (%).

Készítette a szerző. Forrás [227, 11. o.]

Mind a magyar mind pedig a nemzetközi szakirodalomban hangsúlyos biztonsági témaként jelenik meg a veszélyes üzemek idővel történő fokozatos állapotromlása, öregedése. Az ageing ugyanis hazai, európai és globális szinten egyaránt létező, azonban korántsem újkeletű probléma. Európában a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megközelítőleg 50%-a mutatott összefüggést az ageing jelenséggel; ami 1980 és 2006 között legalább 11 esetben járt halálos áldozattal, 183 esetben pedig sérüléssel, és mintegy 170 millió euró értékű kárt eredményezett. [228, 4. o.] Napjainkban pedig a legtöbb vegyi és petrokémiai üzem több évtizedes működése következtében a berendezések többsége a tervezett élettartamának végéhez közelít, ami egyben a megbízhatóságuk fokozatos csökkenését is eredményezi. [228, 12. o.]

A Nemzeti Energiastratégia melléklete a villamosenergia-importot érintően ellátásbiztonsági kockázataként azonosítja a közép-európai régió bruttó beépített kapacitásainak 40-50%-át reprezentáló elavult erőműpark fokozott sérülékenységet. [229, 41. o.] Aszódi Attila, a Budapesti Műszaki Egyetem egyetemi tanára pedig egy 2016 decemberében megjelent közleményében arról számol be, hogy *„(a) 2030-as években várhatóan mintegy 70.000-80.000 MW atomerőmű és kb. 55.000 MW szénerőmű éri el élettartama végét. Ez, és egyéb más típusú erőművek kiöregedése a 2030-as években további, közel 1000 TWh villamosenergia-termelés kiesését vetíti előre,”* ami az éves Európai Villamosenergia Átviteli Hálózat (angolul: European Network of Transmission System Operators for Electricity, rövidítve: ENTSO-E) villamosenergia-termelés egyharmadának felel meg. [230] Magyarországon a 2014 és 2016 közötti időszakban bekövetkezett nem várt események 34%-a karbantartási rendszerek hiányosságaiból fakadt. Elmondható tehát, hogy azon 40-50 éve üzemelő, élettartamuk végéhez közeledő veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, amelyek nem megfelelő állapot-megőrzési stratégia szerint működnek, fokozott súlyos baleseti kockázatot hordoznak magukban. [231, 4. o.]

Az ageing kezelésének kézenfekvő módja a – létesítmény saját alkalmazott szakemberei vagy külső munkavállalók által ellátandó – folyamatos karbantartás, amellyel egy esemény megelőzhető illetőleg – annak bekövetkezése esetén – orvosolható. Ennek megfelelően a karbantartásnak a következő három típusa különböztethető meg: a megelőző, a javító, valamint az utólagos karbantartás. [232]

Megelőző karbantartásról akkor beszélünk, amikor a cél nem egy konkrét hiba kijavítása, hanem egy lehetséges hiba kialakulásának a megelőzése. [232] Ez egy meglehetősen tág kategória, amelyben számos karbantartási munka beletartozik, köztük a berendezések fennmaradó élettartamának a meghatározása, a fizikai állapotromlás súlyosságának a megítélése, a berendezések fizikai védelmének a biztosítása, a műszaki állapot nyomon követése. A javító karbantartás a megelőző karbantartáshoz képest már sokkal konkrétabb feladatellátást takar, amelynek célja egy már meglévő hiba kijavítása. A karbantartások harmadik csoportját az utólagos karbantartások képezik, amelyek egy konkrét hibajavítást, azaz a javító karbantartást követik. A cél annak ellenőrzése, hogy valamennyi részegység újból megfelelően működik-e. A karbantartónak meg kell bizonyosodnia az elvégzett munka szakszerűségéről, valamint arról, hogy a rendeltetésszerű működés visszaállt. E karbantartástípus keretében a dokumentumok ellenőrzése is kiemelt feladatként jelenik

meg, tekintettel arra, hogy a rendszerben végbement valamennyi változtatást – köztük a javításokat is – szükséges megfelelően dokumentálni. [232]

Elmondható, hogy a veszélyes üzemek – köztük az energetikai rendszerek és rendszerelemek – öregedése sokrétű, összetett problémakört takar, amelynek kezelésében a hagyományos karbantartási tevékenységek mellett az innovatív megoldásoknak különösen nagy jelentősége van, illetve lehet a jövőben.

Módszertan szerinti elemzés

Az ageing kezelése stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

18. táblázat: Az ageing kezelése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia		Megállapítható / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás		Közvetlen / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		Közvetlen / Közvetett
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	Szoros / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		Magas / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		Azonosítható / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / Nem

Az ageing kezelésének iparbiztonsági relevanciáját alátámasztja az tény, hogy az ipari létesítmények, rendszerek (köztük az energetikai rendszerek és rendszerelemek) öregedése súlyos ipari balesetek forrása lehet, ezért az ageing kezelése iparbiztonsági szempontból stratégiai jelentőségű feladat. Ezáltal a célterületnek az energiaipari-biztonsághoz való közvetlen hozzájárulása is megállapítható. E stratégiai célterület közvetett módon járul hozzá az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz, mivel elsődleges rendeltetése a rendszerek és rendszerelemek biztonságos működésének a biztosítása, amelynek egyik pozitív hozadéka a veszélyhelyzeti környezetszennyezések megelőzésével a további vagy újabb környezeti problémák kialakulásának megakadályozása. Ebből következően e célterület esetében a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje a további környezeti problémák kialakulásának megakadályozásában nyilvánul meg.

Tekintettel arra, hogy a célterület a környezeti fenntarthatósághoz csak közvetetten járul hozzá, ezért annak fő mozgatórugója nem elősorban a környezettudatosság, hanem

sokkal inkább a biztonságtudatosság. Ebből kifolyólag a környezettudatossággal közepes szintű, míg a biztonságtudatossággal szoros összefüggés állapítható meg. A stratégiai célterületeknek a környezettechnológiai innovációval való kapcsolata szintén szorosnak mondható, tekintettel arra, hogy megvalósításának, végrehajtásának sikere számos esetben függ a technológia adta lehetőségektől, a technológiai fejlettség szintjétől.

Az országspecifikusság szintje összességében magasnak mondható, amelyet a fentebb részletezett számadatok is megfelelően alátámasztanak. A karbantartás témaköre a szupranacionális és a hazai stratégiaalkotásban egyaránt megjelenik. Az ageing kezelésével kapcsolatos főbb hazai célok/irányok az alábbiakban foglalhatók össze:

Ageing kezelésével kapcsolatos főbb célok

- Előre meghatározni az energetikai közműhálózatok karbantartási tevékenységeit a hálózati adathalmazok elemzése révén. [134, 53. o.]
- Nagyméretű hálózati adathalmazok karbantartás szempontú elemzéséhez szükséges kompetenciák kiépítése 2025-re. [134, 53. o.]

2.4.2 Kiberbiztonság erősítése

Az elektronikus információs rendszerek sérülékenységei mindig is biztonsági kockázatot jelentettek, amelyek mérsékléséhez, valamint az infokommunikációs rendszerek védelmének fokozásához folyamatos erőfeszítés szükségeltetik. [14, 103. o.] Az Ipar 4.0 térhódítása, az IT megoldások és a digitalizáció terjedése, az MI térnyerése következtében a kibertámadások, valamint az információs rendszerek kölcsönös függőségéből eredő kockázati tényezők mértéke azonban várhatóan a gazdaság valamennyi szegmensében növekedni fog. [25, 57. o.] Globális szintű tendencia, hogy a kibertérben végzett, ártó szándékú tevékenységek egyre gyakrabban fordulnak elő, egyre kifinomultabbak és egyre nagyobb – akár fizikai veszteséggel járó – kárt vagy infokommunikációs válsághelyzetet eredményeznek. [22]

A probléma aktualitását jól érzékelteti, hogy az Észak-atlanti Szerződés Szervezetének (angolul: North Atlantic Treaty Organisation, rövidítve: NATO) főtitkára Jens Stoltenberg 2021. március 16-án Brüsszelben tartott tájékoztató beszédében a kibertámadásokat is a Szövetség előtt álló fő kihívások között említette. [233] A kibertér napjainkban már voltaképpen külön műveleti térnek tekinthető. A jövőbeli konfliktusok valószínűsíthetően még nagyobb mértékben fognak a kibertérre terjedni. [22] A 2013-as Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégia már a hadviselés új formájaként utal – a létfontosságú rendszerek és

létesítmények működésére is fenyegetést jelentő – információs hadviselésre. [234] Az NBS pedig kimondja, hogy „*Magyarország a fizikai biztonságot veszélyeztető vagy jelentős anyagi károk okozására képes kiberképességeket fegyvernek, alkalmazásukat fegyveres agresszióknak tekinti, amelyre a fizikai térben megvalósuló válaszadás is lehetséges,*” hozzátéve, hogy „*(a) kiberműveletek sokszor nehezen bizonyítható attribúciójára, az elkövető azonosítására, megnevezésére való tekintettel a válaszlépések különösen körültekintő, eseti elbírálást igényelnek az érintett kormányzati szervezetek bevonásával.*” Hangsúlyozandó továbbá, hogy az NBS – a regionális kihatású ipari balesetek és környezeti problémák mellett – kiemelt biztonsági kockázatként nevesíti a kormányzati informatikai rendszerek, az E-közigazgatás, a stratégiai vállalatok, a létfontosságú infrastruktúra egyéb elemei, valamint a társadalom működésében fontos más szervezetek mellett a közműszolgáltatók számítógépes hálózatai ellen intézett, jelentős károkat okozó kibertámadásokat is. [22] A Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia pedig az energiaszolgáltatás megbízhatóságának növelése érdekében kiemelt nemzetstratégiai szempontként határozza meg a kibersérülékenységek elleni ellenállóképesség növelését. [133, 64. o.] Ezt mi sem indokolja jobban, mint az a tény, hogy a támadók tevékenységei egyre jobban érintik az energia ágazatot is. [25, 57. o.] A 2020-as nemzeti katasztrófakockázat-értékeléséről szóló jelentés megállapítja, hogy „*(a) villamosenergia-hálózatok és a földgázvezetékek Európa-szerte össze vannak kapcsolva, ezért az energiarendszer valamelyik részében üzemszünetet vagy ellátási zavart okozó kibertámadás áttételes hatásokat válthat ki a rendszer más részeiben. Az ellátásbiztonságot veszélyeztethető események nem érintik az együttműködő földgázrendszer infrastruktúráját, csupán a gázellátásban jelentkezhetnek zavarok (pl. Ukrajna). Az ilyen jellegű kockázatok kezelésére vonatkozó előírásokat és eljárásokat jogszabály szabályozza.*” [14, 105. o.] E kihívások hatékony kezelésében kiemelt jelentősége van a nemzetközi együttműködésnek is. [14, 104. o.] Az energiahálózat digitalizációjával tehát fokozódik az egyes energiaelosztó és -tároló infrastruktúrák sebezhetősége, ideértve az okosmérőket és a Dolgok Internete (angolul: Internet of Things, rövidítve: IoT) eszközöket is. [133, 64. o.]

Ennek társadalmi jelentősége meglehetősen nagy, hiszen – ahogy arra már a dolgozat 1. fejezetében is utaltam – az Lrtv.-ben nevesített valamennyi ágazat funkcionálása valamilyen formában az energetikai rendszerek épségének, működésbeli minőségének függvénye. A „*legkritikusabb kritikus infrastruktúrának*” azonban minden bizonnyal a villamosenergia-rendszer tekinthető, ugyanis az áramellátás tartós és kiterjedt kiesése a kölcsönös függőségek okán súlyos zavarokat idéz elő olyan ágazatokban, mint a víz- és

gázellátás, a közlekedés vagy a telekommunikáció. [235, 13. o.] A 2003 augusztusában bekövetkezett nagy észak-amerikai áramszünet például a távközlési hálózatok, szolgáltatások, a vízellátó és szennyvízkezelő rendszerek, a közúti, vasúti és légi közlekedés, városi tömegközlekedés, az üzemanyag termelés és utánpótlás, a pénzpiacok, a gyárak, az ipari üzemek, valamint a kórházak és egészségügyi létesítmények működésére vagy elérhetőségére volt hatással. [236] Nem túlzás azt állítani, hogy civilizációnk jelenlegi, – digitális technológiákat is egyre szélesebb körben alkalmazó – fejlettségi szintjén a kritikus infrastruktúrák működése éppen a villamosenergia-rendszer zavartalan funkcionálásától függ. [237, 159. o.] Ezen alágazat jelentőségét hangsúlyozva Herbert Saurugg áramszünet és válságkezelési felkészültség szakértő 2021. májusi cikkében arra hívja fel a figyelmet, hogy villamosenergia-ellátás nélkül modern társadalmaink néhány nap leforgása alatt összeomlanának. [238]

A villamosenergia-rendszert a közelmúltban ért nagyobb kibertámadások közül két ukrainai egy portugál és egy amerikai esetet mindenképpen indokolt kiemelni. 2015. december 23-án Ukrajnában bekövetkezett támadás három regionális áramszolgáltató rendszerei esetében okozott jelentős, mintegy 130 MW-nyi teljesítményt és 225.000 fogyasztót érintő ellátatlanságot. A fogyasztók nem tudták felvenni a kapcsolatot az érintett szolgáltatókkal sem, a támadás következményeképp ugyanis egyes call-centerek is elérhetetlenné váltak. A villamosenergia-szolgáltatást körülbelül 3-6 órán át tartó ellátatlanságot követően, az alállomásokon a személyzet helyszíni, kézi kapcsolásaival lehetett visszaállítani. [239] Egy évvel később, 2016. december 17-én egy még összetettebb és szervezettebb kibertámadás érte az ukrán villamosenergia-rendszert, amely során az éjszakai napszakban nagyjából egy órán keresztül maradtak áramellátás nélkül az érintett fogyasztók. [240] 2020. április 13-án az Energias de Portugal (rövidítve: EDP) portugál energiavállalat vált kibertámadás áldozatává, amely során több mint 10 TB adat került illetéktelenek kezébe. [241] 2020 decemberében pedig a FireEye amerikai biztonsági cég észlelt korábban példátlan mértékű kiberincidenst, amelynek során a texasi székhelyű SolarWinds hálózatkezelő szoftvere, az Orion egyik frissítésébe sikerült a támadóknak rosszindulatú kódot bevinni. Az Oriont a SolarWinds hozzávetőleg 300.000 ügyfele közül mintegy 33.000 használja. [242] A támadás – amelynek kezdetétől a felismerésig több mint egy év telt el [243, 8. o.] – nagyjából 18.000 ügyfelet köztük az USA villamos művek kb. 25%-át érintette. [244, 160. o.]

A kérdés nem az, hogy lesz-e következő kibertámadás, hanem hogy az mikor, hol és milyen terjedelemben fog bekövetkezni? [239] Az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak a

hálózati és információs rendszerek biztonságának az egész Unióban egységesen magas szintjét biztosító intézkedésekről szóló 2016/1148 irányelve (rövidítve: EU NIS irányelv) az energia ágazatot is nevesíti a hálózati és információs rendszerek egységesen magas szintű biztonságának szavatolásával összefüggésben. A kibertérben felmerülő kihívások, fenyegetések és kockázatok kezelésére, a megfelelő szintű kiberbiztonság szavatolására, a kibervédelmi feladatok teljesítésére, a kiberellenálló képesség erősítésére és a nemzeti létfontosságú információs infrastruktúra zavartalan működésének garantálására tehát a hazai energiaszektorban is készen kell állnia. [25, 115. o.]

Módszertan szerinti elemzés

A kiberbiztonság erősítése stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

19. táblázat: A kiberbiztonság erősítése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia		<u>Megállapítható</u> / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás		<u>Közvetlen</u> / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás intenzitása		Közvetlen / <u>Közvetett</u>
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		<u>Megelőzés</u> / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / <u>Gyenge</u>
	Biztonságtudatosság	<u>Szoros</u> / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	<u>Szoros</u> / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		<u>Magas</u> / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		<u>Azonosítható</u> / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / <u>Nem</u>

A kiberbiztonság erősítésének iparbiztonsági relevanciáját alátámasztja az tény, hogy az energetikai rendszerekkel szembeni kibertámadások súlyos ipari balesetekhez vezethetnek, ezért a kiberbiztonság megőrzése iparbiztonsági szempontból stratégiai jelentőségű feladat. Ezáltal a célterületnek az energiaipari-biztonsághoz való közvetlen hozzájárulása is megállapítható.

E stratégiai célterület közvetett módon járul hozzá az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz, mivel – hasonlóan az ageing kezeléséhez – elsődleges rendeltetése a rendszerek és rendszerelemek biztonságos (baleset- és üzemzavarmentes) működésének a biztosítása, amelynek egyik pozitív hozadéka a veszélyhelyzeti környezetszennyezések megelőzésével a további vagy újabb környezeti problémák kialakulásának megakadályozása. Ebből következően a környezeti

fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje e célterület esetében is a további környezeti problémák kialakulásának megakadályozásában nyilvánul meg.

A környezettudatossággal a kiberbiztonság erősítése (egyelőre) gyenge összefüggést mutat, tekintettel arra, hogy az alapvetően az adott rendszer vagy rendszerelem zavartalan funkcionálását szolgálja, amelynek hiánya önmagában nem feltétlenül eredményez kiterjedt környezetszennyezést előidéző üzemzavart vagy ipari balesetet. A célterület ezzel szemben a biztonságtudatossággal és a környezettechnológiai innovációval egyértelműen szoros összefüggésben áll.

Az országspecifikusság szintje az energiaágazat biztonságos működésének kiemelt társadalmi jelentősége okán magasnak mondható. A kiberbiztonság erősítése mind a szupranacionális, mind pedig a hazai releváns stratégiák tárgyát képezi. A célterülettel kapcsolatos főbb hazai célok/irányok az alábbiakban foglalhatók össze:

Kiberbiztonsággal kapcsolatos főbb célok

- Erősíteni az elektronikus információs rendszerek, a nemzeti létfontosságú információs infrastruktúra, a minősített információk, a nemzeti adatvagyon védelmét. [24, 58. o.]
- A létfontosságú rendszerek és létesítmények kibertérhez kapcsolódó működése üzembiztos legyen, és kompromittálás esetén pedig álljon rendelkezésre gyors, hatékony és a veszteséget minimalizáló helyreállítási képesség. [234]
- A megelőző, érzékelő és reagáló képesség folyamatos javítása. [24, 59. o.]
- A nemzeti kibervédelmi képességek hazai bázisú kutatás-fejlesztéssel megalapozott erősítése, a korszerű technikai eszközök biztosítása. [22]
- A kibertér jogi szabályozásának fejlesztése. [22]
- A kiberbiztonsági területen feladatot ellátó kormányzati és nem kormányzati szereplők szakmai együttműködésének, [245, 11. o.]
- Nemzetközi kiberbiztonsági együttműködés erősítése. [245, 15. o.]
- A társadalmi, gazdasági szereplők biztonságtudatosságának növelése, versenyképes tudásbázis létrehozása. [245, 12. o.]
- Kiber-bűnüldözés és a szakmai irányító intézményrendszer fejlesztése. [245, 13. o.]
- Az informatikai fejlesztésekben már a tervezéskor kiemelt szerepet kapjanak a minőségbiztosítási folyamatok, valamint a kiberbiztonsági kritériumok. [245, 14. o.]
- A létfontosságú rendszerek és létesítmények, az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők, valamint a digitális szolgáltatók üzemeltetői fektessenek egyre nagyobb hangsúlyt hálózati és információs rendszereik védelmére. [245, 16. o.]
- A kutatóműhelyek, a piac és a kormányzat szereplői közötti szoros együttműködés kialakítása, a digitális innováció, információbiztonság támogatása. [245, 17. o.]

2.4.3 Veszélyes hulladékok képződésének megelőzése, valamint azok kezelése

Az energiatermelés során keletkező hulladékok elhelyezésével és újrahasznosításával kapcsolatos kérdések megnyugtató rendezése nem kizárólag az atomenergetika jövője tekintetében lényeges, hanem az energetika valamennyi területén fontos. [135, 1. o.] Napjainkban aktuális és a sajtóban is gyakran megjelenő példaként hozható fel az elhasználódott napkollektorok és napelemek kérdése, amelyekre – azok hulladékká válásakor – a hulladékokra, valamint a veszélyes hulladékokra vonatkozó szabályok is alkalmazandók. [7, 227. o.]

Az iparbiztonsági ügyekbe a veszélyes anyagok teljes életciklusát átfogó – így azok újrahasznosításával vagy ártalmatlanításával összefüggő – feladatok is beletartoznak. [246] A veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek jogi szabályozását alapvetően a hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény (a továbbiakban: Ht.), valamint a veszélyes hulladékkal kapcsolatos egyes tevékenységek részletes szabályairól szóló 225/2015. (VIII. 7.) Korm. rendelet határozza meg. Veszélyesnek az a hulladék minősül, amely a Ht. 1. mellékletében meghatározott veszélyességi jellemzők legalább egyikével rendelkezik. [247, 108. o.] Ezek a következők:

- HP 1 „Robbanásveszélyes”
- HP 2 „Oxidáló”
- HP 3 „Tűzveszélyes”
- HP 4 „Irritáló”
- HP 5 „Célszervi toxicitás (STOT)/aspirációs toxicitás”
- HP 6 „Akut toxicitás”
- HP 7 „Rákkeltő (karcinogén)”
- HP 8 „Maró”
- HP 9 „Fertőző”
- HP 10 „Reprodukciót (szaporodást) károsító”
- HP 11 „Mutagén”
- HP 12 „Akut mérgező gázokat fejlesztő”
- HP 13 „Érzékenységet okozó”
- HP 14 „Környezetre veszélyes (ökotoxikus)”

- HP 15 „Olyan hulladék, amely képes a HP 1–14-ben felsorolt olyan veszélyességi tulajdonságot mutatni, amellyel az eredeti hulladék nem rendelkezik”. [248, 1. melléklet]

A HP 14 „Környezetre veszélyes (ökotoxikus)” jellemző kapcsán érdemes megjegyezni, hogy a törvény szerint ebbe a kategóriába olyan hulladék tartozik, „amely azonnal vagy késleltetve veszélyt jelent vagy jelenthet egy vagy több környezeti elemre”. [248, 1. melléklet 14.] Mindazonáltal nyilvánvaló, hogy egyéb veszélyességi jellemzővel rendelkező hulladék is képes lehet a környezet veszélyeztetésére. Például egy tűzveszélyes anyag környezetbe kerülését követően előállt tüzeset szennyezi a levegőt és pusztítja az érintett terület bioszféráját, míg egy maró hatású anyag a talaj semleges kémiai egyensúlyát bonthatja meg. [249]

Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer – Egységes Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer (rövidítve: OKIR EHIR) adatai szerint Magyarországon 2005-ben 1.202.633 t veszélyes hulladék keletkezett, ami 2010-re jelentős mértékben, 569.348 t mennyiségre csökkent. A 2015-ben mért 498.246,183 t érték további mérséklődést mutat, amely azonban 2020-ra valamelyest növekedett. Ekkor ugyanis 668.131 t veszélyes hulladék keletkezett hazánkban, azonban még ez a mérték is jóval alacsonyabb a 2005-ös mennyiségtől. [250]

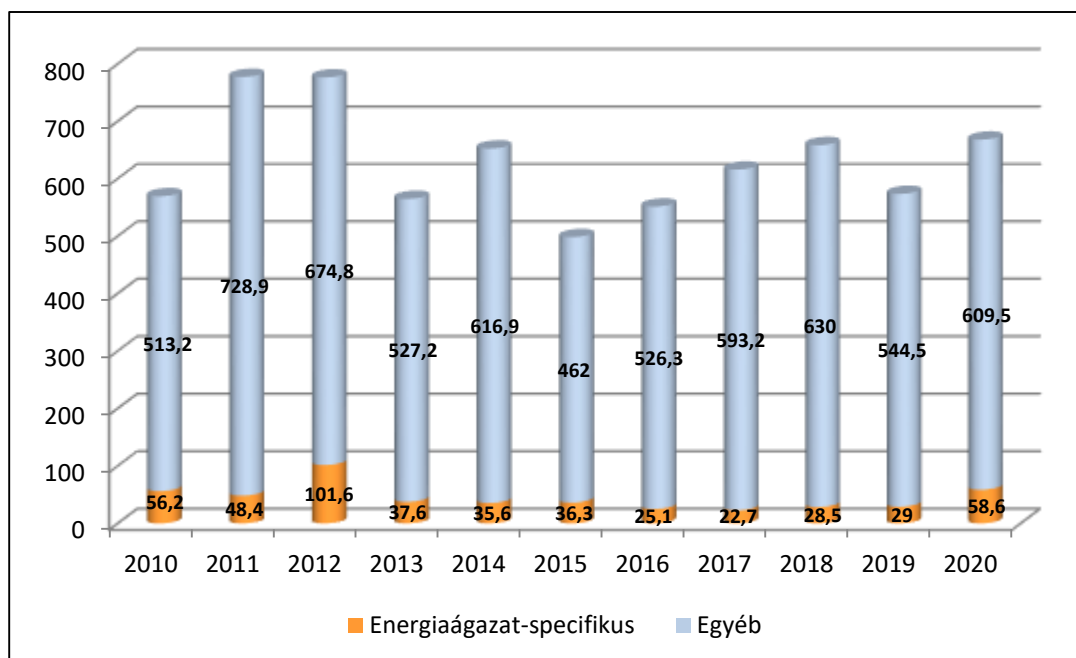
Az alábbi táblázat a teljes 2010 és 2020 közötti időszakban, országos szinten képződött veszélyes hulladék mennyiségét mutatja be éves bontásban. Az éves adatok változásaiból azonban tendenciaszerű következtetéseket nehéz levonni, ugyanis azokat egyebek mellett a nagyobb kármentesítések alkalmával képződött, tetemesebb mennyiségű veszélyes hulladékok megjelenései is befolyásolják. [247, 109. o.]

20. táblázat: Magyarországon keletkezett veszélyes hulladékok ezer t-ban meghatározott mennyisége. Készítette a szerző. Forrás [250]

2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
569,3	777,3	776,4	564,8	652,5	498,2	551,4	616	658,5	673,5	668,1

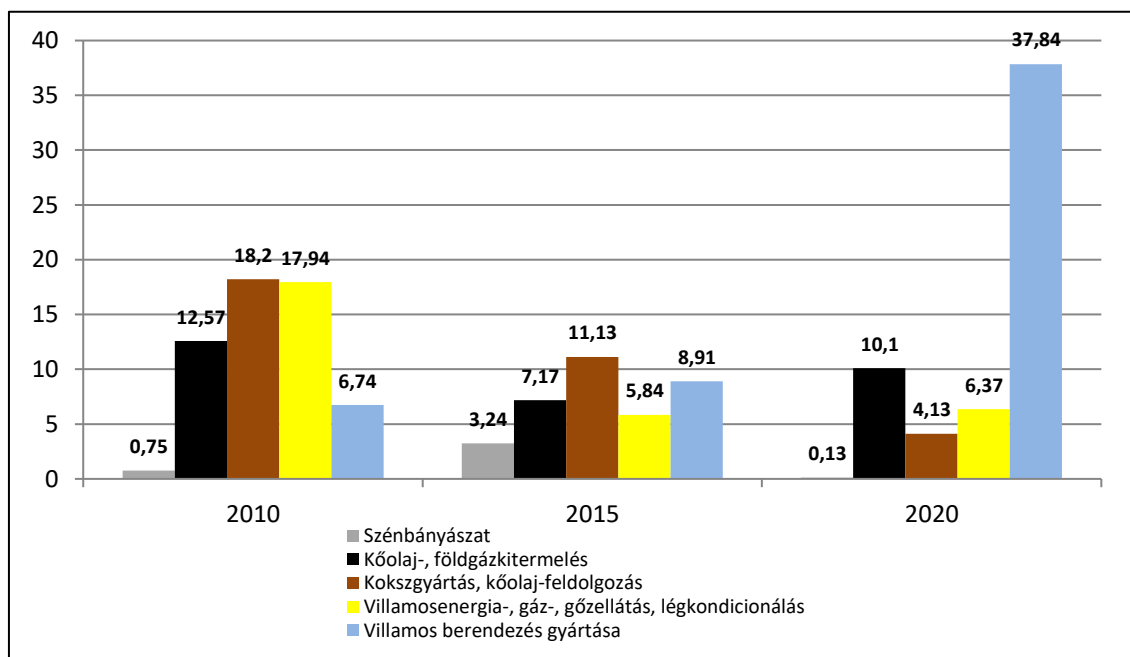
Az OKIR honlapján közzétett adatokból kiszámítható az is, hogy az energetikával szorosabb kapcsolatban álló (tkp. energiaágazat-specifikus) gazdasági ágazatokban – nevezetesen a Szénbányászat, a Kőolaj-, földgáztermelés, a Kokszyártás, kőolaj-feldolgozás, a Villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás, valamint a Villamos berendezés gyártása területén – 2020-ban országos szinten összesen ~ 58.575 t veszélyes hulladék keletkezett. Ez a mennyiség a 2010-es évre számított ~ 56.194 t adatot kevéssel, a

2015-ben mért ~ 36.283 t értéket viszont lényegesen meghaladja. [251] Az alábbi ábra a teljes 2010-től 2020-ig terjedő periódusra vetítve szemlélteti az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban és a többi gazdasági ágazatban országos szinten képződött veszélyes hulladékok mennyiségét egymás viszonylatában.



16. ábra: Magyarországon 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes hulladék ezer t-ban meghatározott mennyisége az energiaágazat-specifikus és egyéb gazdasági ágazatok szerinti bontásban. Készítette a szerző. Forrás [250] [251]

Az energetikához kötődő gazdasági ágazatokban képződött veszélyes hulladék az országban keletkezett összes veszélyes hulladék mértékének meglehetősen alacsony részarányát tette ki a vizsgált években. A fenti ábra 2010-re vonatkozó adatait %-os arányszámban átszámítva megállapítható, hogy az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban létrejött veszélyes hulladék az összes veszélyes hulladék mennyiségének 9,87%-át tette ki. Ugyanez az arányszám 2015-ben 7,28%, 2020-ban pedig 8,77%-os értéket mutatott. A %-os értékek az OKIR honlapján elérhető adatokból, saját számítás alapján kerültek meghatározásra. A következő ábra kifejezetten az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatok 2010. 2015. és 2020. évi veszélyes hulladékképződési adatait mutatja be gazdasági ágazatok szerinti bontásban.



17. ábra: Magyarországon keletkezett veszélyes hulladékok ezer t-ban meghatározott mennyisége az energetikával szorosabb kapcsolatban álló gazdasági ágazatokban 2010, 2015 és 2020 évben. Készítette a szerző. Forrás [251]

Valamennyi vizsgált energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatban azonosítható egy vagy több olyan veszélyes hulladéktípus, amely a többihez viszonyítva kimagasló mennyiségben jött létre. 2020-ban a Szénbányászat gazdasági ágazatban a veszélyes anyagokat tartalmazó föld és kövek nevű hulladéktípusból 92.800 kg keletkezett. Mindazonáltal a többi releváns gazdasági ágazatban a legnagyobb mennyiségben termelődött veszélyes hulladéktípusok már millió kg-os nagyságrendet képviseltek. Így a Kőolaj-, földgáztermelés ágazatban 2.614.760 kg olajat tartalmazó hulladék, valamint 5.695.590 kg veszélyes anyagokat tartalmazó föld és kövek keletkezett. [251] A Kokszyártás, kőolaj-feldolgozás gazdasági ágazatban az olaj-víz szeparátorokból származó iszap 1.115.400 kg-os értékkel képviselte a legnagyobb hányadot az ágazatban 2020-ban termelődött veszélyes hulladéktípusok közül. [251]

A Villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás gazdasági ágazatban a veszélyes anyagokat tartalmazó föld és kövek, valamint a veszélyes anyagokat tartalmazó vagy azzal szennyezett üveg, műanyag, fa hulladéktípusok értek el millió kg-os nagyságrendet. Míg az előbbi 1.186.557 kg, addig az utóbbi 1.169.446 kg mennyiséget képviselt. [251] A Villamos berendezés gyártása gazdasági ágazatban négy veszélyes hulladéktípus is meghaladta a millió kg értéket. A legnagyobb mennyiségben, 27.393.809 kg mértékben a veszélyes anyagokat tartalmazó vizes folyékony hulladék termelődött. A

második legnagyobb értéket az ágazatban a 2.420.240 kg mennyiségben keletkezett elsődleges és másodlagos termelésből származó salak képviselte, amelyet a veszélyes anyagokat maradékként tartalmazó vagy azokkal szennyezett csomagolási hulladék és a fizikai-kémiai kezelésből származó, veszélyes anyagokat tartalmazó iszap követett 2.117.565 kg, illetve 1.020.720 kg értékben. [251]

21. táblázat: 1 millió kg-ot meghaladó mennyiségben keletkezett veszélyes hulladéktípusok az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban 2020-ban. Készítette a szerző. Forrás [251]

Gazdasági ágazat	Hulladéktípus (zárójelben a hulladékkód)
Kőolaj-, földgázkitermelés	olajat tartalmazó hulladék (160708)
	veszélyes anyagokat tartalmazó föld és kövek (170503)
Kokszgyártás, kőolaj-feldolgozás	olaj-víz szeparátorokból származó iszap (130502)
Villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás	veszélyes anyagokat tartalmazó föld és kövek (170503)
	veszélyes anyagokat tartalmazó vagy azzal szennyezett üveg, műanyag, fa (170204)
Villamos berendezés gyártása	veszélyes anyagokat tartalmazó vizes folyékony hulladék (161001)
	elsődleges és másodlagos termelésből származó salak (100401)
	veszélyes anyagokat maradékként tartalmazó vagy azokkal szennyezett csomagolási hulladék (150110)
	fizikai-kémiai kezelésből származó, veszélyes anyagokat tartalmazó iszap (190205)

A Ht. 7. § (1) értelmében „(a) hulladékképződés megelőzése és a hulladékgazdálkodás során az alábbi tevékenységek elsőbbségi sorrendként történő alkalmazására kell törekedni:

- a) a hulladékképződés megelőzése,
- b) a hulladék újrahasználatra való előkészítése,
- c) a hulladék újrafeldolgozása,
- d) a hulladék egyéb hasznosítása, így különösen energetikai hasznosítása, valamint
- e) a hulladék ártalmatlanítása.” [248, 7. § (1).]

Ez az úgynevezett általános hulladékhierarchia. A hulladékképződés megelőzése alapelveként került meghatározásra. A 7. § (2) azonban kimondja, hogy „(a)z (1) bekezdésben meghatározott tevékenységek közül azt kell választani, amely az összességében legjobb környezeti eredményt biztosító megoldást hordozza magában, és elősegíti az e törvény szerinti hasznosítási és ártalmatlanítási célkitűzések megvalósítását.” [248, 7. § (2).] A veszélyes hulladékokat illetően megállapítható, hogy – miután azok típusa igencsak széles körű, így – kezelési módjuk meglehetősen változatos, és számos technológia alkalmazásával történik. A

kezelések a hagyományos csoportosítást alkalmazva az alábbi táblázat szerint valósultak meg Magyarországon [247, 109-110. o.] a vizsgált egy évtizedes periódusban.

22. táblázat: A 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes hulladékok tonnában meghatározott mennyisége kezelési mód szerinti bontásban. Készítette a szerző. Forrás [250]

	Anyagában hasznosított	Energetikai hasznosítás	Égetés	Lerakás	Egyéb
2010.	170.747	29.430	46.678	64.092	258.401
2011.	185.820	23.767	79.465	259.232	229.002
2012.	230.682	21.079	78.102	161.047	285.469
2013.	178.676	11.361	81.597	74.815	218.312
2014.	227.366	23.210	82.870	92.252	226.843
2015.	177.352	26.498	79.522	77.721	137.153
2016.	217.766	21.353	85.420	56.381	170.441
2017.	135.279	31.282	63.611	93.864	291.873
2018.	146.057	33.244	69.710	92.934	316.544
2019.	365.272	36.982	86.907	70.742	113.623
2020.	238.792	34.355	77.140	94.422	223.422

Hangsúlyozandó, hogy az anyagában hasznosítás a Ht. értelmében gyakorlatilag bármilyen hasznosítási műveletet magában foglal, így különösen az újrahasználatra való előkészítést, az újrafeldolgozást és a feltöltést. Nem tartozik azonban bele az energetikai hasznosítás, valamint a tüzelőanyagként vagy más módon energia előállítására felhasználandó anyagokká történő átalakítás. [248, 2. § (1) 1.] Az „egyéb” kezelési mód alatt nagyszámú, legfőképp fizikai-kémiai, vagy biológiai ártalmatlanítási, vagy hasznosítási technológia értendő. Az ártalmatlanítási és hasznosítási műveletek nem teljes listáját a hulladékgazdálkodással kapcsolatos ártalmatlanítási és hasznosítási műveletek felsorolásáról szóló 43/2016. (VI. 28.) FM rendelet mellékletei tartalmazzák. [247, 111. o.] A táblázat számadatait összességében vizsgálva az egyes kezelések kapcsán a hulladék mennyiségek tekintetében jellemző tendencia nem állapítható meg. [247, 110. o.] Általános célként fogalmazható meg azonban a veszélyes hulladékok keletkezésének megelőzése, a már létrejött vagy meglévő veszélyes hulladékok kapcsán pedig azok minél hatékonyabb gyűjtése és hasznosítása.

Módszertan szerinti elemzés

A veszélyes hulladékok képződésének megelőzése, valamint azok kezelése stratégiai célterület kapcsán a módszertan szerinti elemzés az alábbi táblázatban foglalható össze:

23. táblázat: A veszélyes hulladékok képződésének megelőzése, valamint azok kezelése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése. Készítette a szerző.

Iparbiztonsági relevancia	<u>Megállapítható</u> / Nem állapítható meg
Energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulás	<u>Közvetlen</u> / Közvetett / Nem állapítható meg
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás	<u>Közvetlen</u> / Közvetett

intenzitása		
Környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mikéntje		Megelőzés / Védekezés / Helyreállítás
Általános stratégiai célterületekkel való összefüggés	Környezettudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Biztonságtudatosság	Szoros / Közepes / Gyenge
	Környezettechnológia	Szoros / Közepes / Gyenge
Országspecifikusság szintje		Magas / Közepes / Alacsony
Szupranacionális stratégiákhoz való kapcsolódás		Azonosítható / Nem azonosítható
Hazai szinten újonnan meghatározott		Igen / Nem

A stratégiai célterület iparbiztonsági relevanciája igazolható azzal, hogy az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban is számottevő mértékben keletkező, a környezetet jelentős mértékben károsítani képes veszélyes hulladékok újrahasznosításával vagy ártalmatlanításával kapcsolatos feladatok az iparbiztonsági ügyek közé tartoznak. Ezáltal a célterületnek az energiaipari-biztonsághoz való közvetlen hozzájárulása is megállapítható. E stratégiai célterület – a veszélyes hulladékképződés megelőzését, illetőleg azok megfelelő gyűjtését, hasznosítását és ártalmatlanítását célzó rendeltetésével – közvetlenül járul hozzá az általános stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz. A veszélyes hulladékok által előidézhető környezetszennyezés és -károsodás akadályozásával, kockázatának a csökkentésével a célterület környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mikéntje a további környezeti problémák kialakulásának megakadályozásában nyilvánul meg. A környezettudatossággal a célterület szoros összefüggést mutat, ugyanis a hulladékgazdálkodás egyik fő mozgatórugója éppen a környezet védelme. A biztonságtudatossággal való kapcsolat iparbiztonsági szempontból már csak közepes szintűnek mondható, ugyanis a veszélyhelyzeti működésből fakadó szennyeződések vonatkozásában – e célterület csak a már bekövetkezett balesetek, üzemzavarok következményeire képes reagálni. A célterület azonban a környezettechnológiai innovációval szoros összefüggésben áll, tekintettel arra, hogy megvalósításának, végrehajtásának sikere számos esetben függ a technológia adta lehetőségektől, a technológiai fejlettség szintjétől. Az országspecifikusság szintje az energiaágazat biztonságos működésének kiemelt társadalmi jelentősége okán magasnak mondható. A hulladékgazdálkodás a fenntartható fejlődéssel összefüggő szupranacionális és hazai stratégiai tervezés és stratégiaalkotás szerves részét képezi. A célterülettel kapcsolatos főbb hazai célok/irányok az alábbiakban foglalhatók össze:

Veszélyes hulladékokkal kapcsolatos főbb célok, irányok

- Veszélyes hulladékképződés megelőzés fejlesztése technológiaváltás, szemléletformálás, gazdasági ösztönzők útján. [247, 113. o.]
- Technológia fejlesztése, a hasznosítói kapacitások kiépítésének fokozott támogatása, új hasznosítási

technológiák kidolgozása, kutatása és fejlesztése. [247, 113. o.]

- Az országos adatbázis megbízhatóságának informatikai fejlesztéssel való növelése (veszélyes hulladék nyilvántartása tekintetében elektronikus nyilvántartási felület). [247, 113. o.]
- A lakosságnál keletkező veszélyes hulladékok elkülönített gyűjtési rendszerének kialakítása 2025. január 1-ig. [247, 236. o.]
- A jogi szabályozás szükség szerinti módosítása, gyártók, hasznosítók ösztönzése. [247, 113. o.]
- A hatósági ellenőrzés fokozása (a hatóság ellenőrző szerepének növelése). [247, 113. o.]

2.5 Részkövetkeztetések – 2. fejezet

1. A környezeti egyensúly helyreállítását szolgáló stratégiai célterületek kategóriájában négy stratégiai célterületet azonosítottam.

A megújuló energiatermelés növelésének önálló stratégiai célterületként történő meghatározása megítélésem szerint a környezeti fenntarthatóság témájának stratégiai szempontú elemzése esetén szinte magától értetődő, tekintettel arra az irányadó tudományos konszenzusra, amely szerint az energiatermelés e formája jár a legkisebb környezetterheléssel. A megújuló energiák iparbiztonsági jelentőségét pedig az adja, hogy azok térnyerése egyúttal az energia-előállítás biztonságosabbá tételéhez is hozzájárul. E megállapításomat Brian Wang futuroológus és James Conca környezettudós nevéhez köthető azon kutatások eredményére alapozom, amelyek arra mutatnak rá, hogy a fosszilis energiaforrásokhoz képest a megújulókhöz lényegesen kevesebb haláleset társul.

E stratégiai célterületnek a stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy annak az energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulása közvetett, a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulása pedig közvetlen. A célterület a környezettudatossággal és a környezettechnológiai innovációval szoros, míg a biztonság tudatossággal közepes szintű összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

Az ÜHG-kibocsátás csökkentése (dekarbonizáció) stratégiai célterület ugyancsak beleillik a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos mainstream stratégiai szempontok közé. Iparbiztonsági és egyben energetikai relevanciáját az adja, hogy egyes dekarbonizációs célok és feladatok – jellemzően a környezetbe került szén-dioxid természetes és mesterséges módszerekkel történő elnyelése, kivonása, valamint a fosszilis alapú energiatermelés visszaszorítása – az energetikai létesítmények veszélyhelyzeti működése következtében a környezetbe került ÜHG-k mennyiségének csökkentését is elősegíti.

E stratégiai célterületnek a stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy annak az energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulása közvetett, a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulása pedig közvetlen. A célterület a környezettudatossággal szoros a biztonságtudatossággal gyenge, míg a környezettechnológiával közepes szintű összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

A hidrogén energetikai célú hasznosítását – a téma specifikus jellege ellenére – indokolt önálló stratégiai célterületként kezelni, tekintettel arra, hogy a hidrogén-technológiák a jövőben jelentős mértékben járulhatnak hozzá a környezeti fenntarthatósághoz, széleskörű alkalmazásuk azonban még kiterjedt kutatást és fejlesztést igényel. Ezt a szemléletet tovább erősíti, hogy e témával már önálló stratégiai dokumentumok foglalkoznak. A célterület iparbiztonsági relevanciája igazolható az energiatárolás technológiájának a fejlesztését célzó szerepével, amely elősegítheti – az alacsonyabb katasztrófakockázattal és kevesebb halálesettel járó – megújuló energiatermelés hatékonyabbá tételét.

E stratégiai célterületnek a stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy annak az energiaipari-biztonsághoz való hozzájárulása közvetett, a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulása pedig közvetlen. A célterület a környezettudatossággal és a környezettechnológiával szoros, míg a biztonságtudatossággal gyenge összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

A kármentesítés – hasonlóan a hidrogén energetikai célú hasznosításához – szintén meglehetősen specifikus terület, azonban a fenntartható fejlődés iparbiztonsági szempontú vizsgálata során célszerű önálló stratégiai célterületként kezelni. A kármentesítési feladatok ugyanis kiterjednek az energetikai rendszerek veszélyhelyzeti működése következtében a környezetbe került szennyeződések felszámolására is, ezért az iparbiztonság szakterületével – és úgyszintén az energetikával – közvetlen kapcsolatot mutatnak.

E stratégiai célterületnek a stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy annak az energiaipari-biztonsághoz, valamint a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulása egyaránt közvetlen. A célterület a környezettudatossággal és a környezettechnológiával szoros, míg a biztonságtudatossággal

gyenge összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

2. A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek kategóriájában öt stratégiai célterületet azonosítottam.

Valamennyi stratégiai célterület egy-egy környezeti problémával – egészen pontosan hőhullámokkal, erdő- és vegetációtüzekkel, hidrológiai eredetű eseményekkel, átlagostól eltérő széljárással, valamint az extrém hideg idővel (havazással, hófúvással, fagyással) – szembeni védelmet fed le. A felsorolásból is látható, hogy kizárólag azokat a környezeti problémákat és azok energetikai rendszereket veszélyeztető hatásait ismerttettem és határoztam meg önálló stratégiai célterületként, amelyek a globális környezeti egyensúlyt ért negatív hatások okozataiként értékelhetők, amiből egyenesen következik a fenntartható fejlődéssel való közvetlen kapcsolatuk. A célterületek energetikai és iparbiztonsági szempontú relevanciája pedig abban érhető tetten, hogy mivel a nevezett szélsőséges időjárási viszonyok veszélyt jelentenek az energetikai rendszerek biztonságos működésére, ezért az azokkal szembeni védelem iparbiztonsági szempontból is alapvető fontosságú.

E stratégiai célterületeknek stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy azok energiaipari-biztonsághoz közvetlenül, a környezeti fenntarthatósághoz pedig közvetetten járulnak hozzá. A célterületek a környezettudatossággal közepes, míg a környezettechnológiával és a biztonságtudatossággal szoros összefüggést mutatnak. Országspecifikusságuk szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódnak, a hazai stratégiáknak pedig részét képezik.

3. Az újszerű katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó környezetszennyezések megelőzését szolgáló stratégiai célterületek kategóriájában három stratégiai célterületet azonosítottam.

Amint arra már számos hazai és külföldi tudományos munka is rámutatott, az üzemek, fizikai berendezések, infrastruktúrák korából, továbbá az eljárások, technológiák, dokumentációk avulási folyamataiból, valamint a humán öregedés jelenségéből fakadó kockázatok, azaz az ageinggel kapcsolatos problémák súlyos ipari balesetek forrásai lehetnek, ezért az ageing kezelése iparbiztonsági szempontból stratégiai jelentőségű feladat. Az ageing önálló stratégiai célterületként történő értelmezése ebből kifolyólag indokolt, amely a környezetszennyezést okozó balesetek és üzemzavarok kialakulásának a megakadályozásában

betöltött szerepére tekintettel a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója szempontjából ugyancsak kiemelt relevanciával bír.

E stratégiai célterületnek stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy az energiaipari-biztonsághoz közvetlenül, a környezeti fenntarthatósághoz pedig közvetve járul hozzá. A célterület a környezettudatossággal közepes, míg a biztonságtudatossággal és a környezettechnológiai innovációval szoros összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

Több alkalommal lehattunk már tanúi annak, hogy egy-egy kibertámadás milyen jelentős üzemzavarokhoz, energiaellátási problémákhoz vezethet. Magyarország pedig stratégiai szinten deklarálta, hogy a kibertámadások akár fizikai veszteséggel járó – kárt is okozhatnak. Ezt alapul véve az ilyen incidensekkel szembeni védelem iparbiztonsági szempontból ugyancsak stratégiai jelentőségű feladat. A kiberbiztonság erősítésének önálló stratégiai célterületként történő kezelése ennél fogva indokolt, amely a környezetszennyezést okozó, kibertámadásra visszavezethető balesetek és üzemzavarok kialakulásának a megakadályozásában betöltött szerepére tekintettel a fenntartható fejlődés környezeti dimenziója szempontjából ugyancsak kiemelt relevanciával bír.

E stratégiai célterületnek stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy az energiaipari-biztonsághoz közvetlenül, a környezeti fenntarthatósághoz pedig közvetve járul hozzá. A célterület a környezettudatossággal gyenge, a biztonságtudatossággal és a környezettechnológiával viszont szoros összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

A veszélyes hulladékok képződésének megelőzését, valamint azok kezelését az alábbi három szempont alapján határoztam meg önálló stratégiai célterületként:

- A BM OKF a veszélyes anyagok teljes életciklusát átfogó – így azok újrahasznosításával vagy ártalmatlanításával kapcsolatos – feladatokat is az iparbiztonsági ügyek közé sorolja.
- Az OKIR EHIR adatbázisából elérhető adatok szerint az energetikával szorosabb kapcsolatban álló energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban is számottevő mértékben keletkeznek veszélyes hulladékok.

Ezek az ágazatok a szénbányászat, a kőolaj-, földgázkitermelés, a kokszyártás, kőolaj-feldolgozás, a villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás, valamint a villamos berendezés gyártása.

- A Ht. 1. mellékletében meghatározott veszélyességi jellemzők alapján e hulladékok jelentős mértékű károkat képesek előidézni a természeti környezetben.

A fenti szempontok kellőképpen alátámasztják, hogy az iparbiztonság az energetikával szorosabb kapcsolatban álló gazdasági ágazatokban termelődő veszélyes hulladékok kezelésével jelentős szerepet tölt be a környezeti fenntarthatóság megvalósításában.

E stratégiai célterületnek stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése során arra a további következtetésre jutottam, hogy az energiaipari-biztonsághoz és a környezeti fenntarthatósághoz egyaránt közvetlenül járul hozzá. A célterület a környezettudatossággal és a környezettechnológiával szoros, míg a biztonságtudatossággal közepes szintű összefüggést mutat. Az országspecifikusságának a szintje magas, a szupranacionális stratégiákhoz kapcsolódik, a hazai stratégiáknak pedig részét képezi.

4. A környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégiába való illeszkedést vizsgáló elemzés alapján arra a következtetésre jutottam, hogy valamennyi azonosított stratégiai célterülettel összefüggésben energiaipari-biztonsággal kapcsolatos stratégiai célok határozhatók meg, így azok egy környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégia részét képezhetik.

3. AZ ENERGIAÁGAZAT FENNTARTHATÓ MŰKÖDÉSÉT CÉLZÓ GYAKORLATI IPARBIZTONSÁGI STRATÉGIAI MEGFONTOLÁSOK

3.1 Bevezető

A stratégiai célterületek ismertetését, kategorizálását majd iparbiztonsági relevanciájának meghatározását és módszertan szerinti elemzését követően e fejezet első alfejezetében azonosítom a stratégiai célterületek megvalósításával összefüggésben eddig felmerült legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, illetőleg egyéb műszaki biztonsági kihívásokat, valamint azok kezelésére, megoldására vonatkozóan az eddigiekben javasolt, vagy már alkalmazott lehetőségeket, módszereket, megoldásokat.

Az extrém időjárási viszonyokat illetően lényeges kiemelni, hogy azok hatásai már önmagukban ipar- és vagy ellátásbiztonsági, illetve adott esetben egyéb műszaki biztonsági kockázatot jelentenek az energetikai rendszerekre nézve, amelyeket ebből a szempontból a

2.3-as alfejezetben már ismertettem, ezért az alábbiakban (a 3.2.5, a 3.2.6, valamint a 3.2.7 pontokban) kizárólag az azokkal szembeni védelmet biztosító lehetőségeket, javaslatokat összegzem. Ugyancsak az extrém meteorológiai jelenségek témájával összefüggésben szükséges megállapítani, hogy a környezeti problémákhoz való alkalmazkodás iparbiztonsági szempontból jellemzően a szélsőséges időjárással szembeni védelemben realizálódik. Ezért – valamennyi meteorológiai eseményre vonatkozóan – általános jó gyakorlatként fogalmazható meg a veszélyfigyelmeztető és időjárás megfigyelő- és mérőrendszerek fejlesztésének a szükségessége, valamint a potenciálisan veszélyt jelentő környezeti jelenségek megfigyelését, elemzését, előrejelzését végző szakemberek, szolgálatok együttműködésének [220] az ösztönzése. Jelentős előrelépésként értékelhető a 2021. január 1-től megvalósult nyílt meteorológiai adatpolitika, amelynek értelmében az Odp.met.hu szerveren keresztül szabadon elérhetők a meteorológiai szolgálat megfigyelési, mérési adatai, előrejelzései, valamint az időjárásra érzékeny ágazatok számára alapvető fontosságú meteorológiai információk. [252] A katasztrófák káros hatásai kizárólag a katasztrófavédelmi és a védelmi igazgatás szereplőinek szoros együttműködésével mérsékelhetők hatékonyan. [253, 61. o.] A saját eszközeiken internetet használni képes katasztrófavédelmi önkéntesekre a természeti csapások okozta veszélyhelyzetek megelőzésében, kezelésében, elhárításában szintén jelentős potenciálként lehet tekinteni, akik okoseszközeik útján könnyen elérhetők, felkészíthetők és csoportba szervezhetők. [254] A természeti katasztrófák következményei kezelésében és felszámolásában a hadsereg jelentősége is egyre inkább felértékelődik. [255]

Indokolt továbbá utalni a települési önkormányzatok szerepére is, amelyek a helyi klímastratégiák [7, 261-262. o.] és helyi építési szabályzatok [7, 259. o.] keretei között jelentős mértékben járulhatnak hozzá a hatékony alkalmazkodás feltételeinek a megteremtéséhez. A településfejlesztés és a településrendezés eszközeivel, az érintett települések szerkezetének megfelelő alakításával mérsékelhető az infrastruktúrát, az épületeket és a lakosságot érintő negatív hatások mértéke. [2, 160-163. o.] Az alkalmazkodás átfogó célját szolgálja továbbá az éghajlati kockázatoknak az erőmű- és energetikai infrastruktúra-tervezésbe való integrálása. [61, 275. o.] A megújuló energiatermelést illetően pedig lényeges szempont, hogy a gyártók már egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a megújuló energetikai rendszerelemek – például a napelemek, kollektorok, szélkerekek – szélsőséges időjárási eseményekkel szembeni sérülékenységének a csökkentésére. [61, 109. o.]

A tudományos problémafelvetés keretében megfogalmazott gondolatokkal összhangban iparbiztonsági gyakorlati oldalról a környezeti fenntarthatóság – mint stratégiai

jövőkép – megvalósításának az egyik legalapvetőbb szempontja, hogy a veszélyes üzemek és kritikus infrastruktúrák – így az érintett energetikai létesítmények – azonosítása és üzemelésük engedélyezése egzakt tudományos alapokon nyugvó feltételek szerint történjen. Erre tekintettel a harmadik alfejezetben a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés és a kritikus infrastruktúra védelem szakterületek azonosítási eljárási folyamatait és az engedélyezés kritériumrendszerét kutatom, hasonlítom össze. Célom, hogy az energetikai rendszerek vonatkozásában a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés és a kritikus infrastruktúra védelem azonosítási eljárásainak és engedélyezés kritériumrendszerének, valamint az újonnan jelentkező biztonsági kihívások üzemeltetői szintű kezelési lehetőségeinek vizsgálatára alapozva, műszaki javaslatot tegyek, amelynek célja az energia ágazat üzemi létesítményei védelmi tervezési eszközrendszerének fejlesztése.

3.2 A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívások és azok kezelési lehetőségei

3.2.1 A megújuló energiatermelés ellátásbiztonsági kérdései

A megújuló alapú villamosenergia-termelés legnagyobb hányadát kitevő nap- és szélenergia ellátásbiztonsági aggályokat felvető tipikus problémája azok napszak- évszak- és időjárás-függősége. Miközben a naperőművek a valóban napos periódusokban már a Paksi Atomerőmű négy blokkja közül kettőnek a teljesítményével azonos áramtermelést képesek biztosítani, [256] a nyári időszakhoz viszonyítva télen csaknem hatodára csökken a napelemek termelése, és évszaktól függetlenül egy borúsabb napon is alacsonyabb a termelésük. A szélenergia esetében még kedvezőtlenebb a helyzet, hiszen a szeles időszakok a napsütésnél is kevésbé jelezhetők előre. Felhős, hideg téli időszakokban akár heteken keresztül is nulla körüli lehet a hazai szél- és napenergia termelés. [152]

Az időjárásfüggő termelés rövid távú ingadozásainak kiegyenlítésére napjainkban elsősorban a gáztüzelésű erőművek képesek. A megújuló energiatermelés fent részletezett kiszámíthatatlanságából fakadó problémák kezelése érdekében azonban teret kell adni az innovatív megoldások terjedésének is. [25, 27. o.] Vizsgálni kell és fejleszteni az energiatárolás technológiáját, valamint az MI e célból történő alkalmazását. Az energiatárolás kapcsán a P2G technológia ismertetésére már sor került a hidrogénstratégiai célterület keretében, azonban tekintettel kell lenni a szivattyús, az akkumulátoros, valamint a hőtárolásos energiatárolási technológiákra is. A Mesterséges Intelligencia Stratégia szerint

pedig az okos mérőkre és a smart grid (okos hálózat) technológiák bevezetésére, valamint a széles körű előrejelzésekre építve lehetővé tehető a megújuló energiák pontosabb termelési menetrendezése és az arra támaszkodó energiahálózat működése. *„A mesterséges intelligencia segítségével olyan előrejelzési eljárások és automatizált elosztási eljárások vezethetők be, amelyek képesek rugalmassá tenni az energiaelosztást. Az okos mérők és a távolról irányítható energiatároló egységek dinamikus használata lehetőséget teremt a teljes rendszer energiatárolási képességeinek kiegyensúlyozására.”* [134, 45. o.]

A fentiekén túlmenően a megújuló villamosenergia-termelés hektikusságának mérsékléséhez hozzájárulhatnak egyéb módszerek is. Ezek közül kiemelhető a hazai termelői kapacitások, [24, 26. o.] tartalék erőművek [24, 70. o.] megőrzése és fejlesztése, független aggregátorok létrehozása, illetve annak sajátos formáját jelentő helyi energiaközösségek kialakítása, az elosztott energiatermelés, a teherelosztási, teher-újraelosztási és tehercsökkentési mechanizmusok, a gáz- és a villamosenergia-piacok működésének összehangolása (sector coupling), továbbá a határkeresztező kapacitások bővítése, a regionális piaci integráció, a piacok összekapcsolása (market coupling). [25, 67-68. o.] A szomszédos országokkal összekötött energiahálózat erősíti hazánk ellátásának biztonságát azáltal, hogy a hazai rendszer bármilyen üzemzavara esetén mérséklődik a nagyobb területen bekövetkező szolgáltatás-kimaradások kockázata. Ezért 2030-ra Magyarország a villamosenergia-rendszerösszeköttetések arányát megközelítőleg 60%-ra kívánja növelni. [25, 60. o.]

Az időjárásfüggőségből fakadó ellátásbiztonsági problémák vonatkozásában összességében megállapítható, hogy jelenleg még meglehetősen nagy kihívásnak számít a nap- és a szélenergiának mind a napon belül, mind pedig a szezonálisan erősen változó teljesítményének kezelése. Emiatt az elkövetkezőkben várhatóan egyre több és többféle rugalmassági megoldás válik szükségessé, [25, 213. o.] A meteorológiai szempontokon túl a megújuló energiatermelés térnyerésének ugyancsak feltétele a villamosenergia-hálózatnak a decentralizált kapacitások költséghatékony befogadására való felkészítése. [24, 26-34. o.]

A megújuló energiatermeléssel kapcsolatos ellátásbiztonsági kérdésekkel összefüggésben fontos kitérni még kettő energiaforrásra, nevezetesen a bioenergiára, valamint a geotermikus energiára. A bioenergia ugyan – jellemzően – a nem időjárásfüggő megújuló energiaforrások közé sorolandó, azonban a mezőgazdasági alapú energiahordozók vonatkozásában mégsem tekinthető teljesen függetlennek az időjárási feltételek alakulásától. Ezen energiahordozók kapcsán jelentkező, időjárási viszontagságokra visszavezethető esetleges ellátásbiztonsági gondok elkerülése érdekében általános javaslatként fogalmazható

meg a negatív környezeti hatásoknak és betegségeknek ellenállóbb fajok, fajták termesztése. Ennek kapcsán kiemelendő a tápanyagellátás, valamint a növényvédelem fontossága is. [61, 109. o.] A geotermikus energiát illetően megállapítható, hogy a kedvező hazai feltételek ellenére az ország geotermikus potenciáljának mindössze 10-15%-a hasznosul, [25, 41. o.] pedig lenne elvi lehetőség a geotermikus energia alapú villamosenergia-termelésre is. Ennek megvalósításához azonban további földtani kutatásokra van szükség. [67, 24. o.]

3.2.2 A szén-dioxid elnyelő technológiák műszaki biztonsági kihívásai

Összhangban az ÜHG-kibocsátás csökkentését szolgáló stratégiai célterület ismertetésénél kifejtett gondolatokkal, a dekarbonizációs célok elérésében a közeljövőben alapvető szerepet tölthetnek be a szén-dioxid megkötését, elnyelését szolgáló műszaki megoldások. Ezen állítást támasztja alá a Nemzetközi Energiaügynökség (angolul: International Energy Agency, rövidítve: IEA) 2021-es jelentése is, amely szerint ahhoz, hogy a nulla nettó szén-dioxid-kibocsátás a század közepére globális szinten megvalósítható legyen, a kibocsátáscsökkentések közel felét olyan technológiák alkalmazásával kell biztosítani, amelyek ma még csak kezdeti fázisban vannak. A jelentés e kezdetleges technológiák közé sorolja a szén-dioxidnak a levegőből történő kiemelését, valamint a szén-dioxid-leválasztás és -tárolást is. [257]

Az E3G think tank a szén-dioxid mesterséges módszerrel történő eltávolítását szintén fejlesztendő technológiának tekinti, azonban annak csupán mellékes szerepet szán a dekarbonizációs erőfeszítések megvalósításában hozzátéve, hogy e technológia telepítését a földrajzi és geológiai tényezők is erősen befolyásolják. [258, 7. o.] Mindenesetre jelzésértékű, hogy Magyarország előnyös helyzetben van a szén-dioxid geológiai tárolókban történő raktározása tekintetében. [259, 14. o.]

Az Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv felhívja a figyelmet a CCS alkalmazásának hazai kockázati tényezőire is. Magyarországon két lehetséges földalatti tároló típus azonosítható: a kimerült szénhidrogén mező és a mély sósvizes rezervoár. Az előbbieket esetében – mivel szénhidrogén termelésre lettek optimalizálva – legtöbbször sem a béléscsővek, sem a cementezés minősége nem felel meg azon követelménynek, amit az igencsak magas korrozív hatással rendelkező, vizes környezettel érintkező szén-dioxid támaszt. Az utóbbi esetben pedig a műszaki megoldásokon túl a sósvizes tárolóba beoldott szén-dioxid viselkedését is vizsgálni kell. Ezen túlmenően egy esetleges szén-dioxid-szivárgás sűrűn lakott területeken komoly problémákat okozhat.

Kiemelt figyelmet kell fordítani ezért a meglévő fűrésok állapotának számbavételére, kockázati elemzésére. A tároló pedig teljes élettartama alatt folyamatos üzemeltetést követel meg az esetleges havária megakadályozása, elhárítása érdekében. [67, 26-29. o.]

A CCS technológia tehát csak a legszigorúbb környezeti, biztonsági és fenntarthatósági feltételek teljesülése esetén alkalmazható, amelyhez a hazai intézményrendszer tudására alapuló K+F fenntartására és a fejlesztéseket hasznosító ipari háttér kialakítására és megerősítésére van szükség. Alapvető fontosságú a geológiai kutatások folytatása, különös figyelemmel a hosszú távú környezeti, természeti és humán egészségügyi hatások megértésére. A kockázatok minimálisra csökkentése érdekében e hatásokat vissza kell csatolni a technológia fejlesztésébe. Ezen túlmenően vizsgálni kell a szén-dioxid ipari nyersanyagként való hasznosíthatóságát, valamint a karbon-negatív – azaz a légkör bio- és hidroszférájában lévő nem fosszilis eredetű szén-dioxid kivonását és megkötését lehetővé tevő – technológiák hazai alkalmazását. [2, 125. o.]

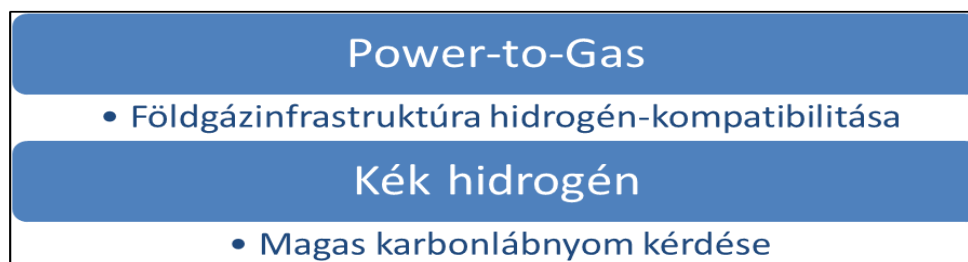
3.2.3 A P2G-vel és a kék hidrogénnel kapcsolatos biztonsági megfontolások

A hidrogén kiterjedt energetikai célú felhasználásával összefüggésben több biztonsági kérdés is felvetődik. Ezek közül kiemelendők a P2G technológia alkalmazásával, valamint a kék hidrogén előállításával kapcsolatos műszaki kérdések.

A P2G technológiát illetően felmerül, hogy a földgázhálózatot és földgáztárolókat mindenekelőtt alkalmassá kell tenni hidrogén és egyéb „földgáz minőségű” gázok rendszerbe juttatására. [24, 22. o.] A jelenlegi földgáz-infrastruktúra egésze egyelőre csupán a földgáz bizonyos mértékű hidrogénnel történő keverését teszi lehetővé. A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán végzett számítások szerint ugyanis 2015–2019 között az éves hazai felhasznált földgázmennyiségek energiatartalmának teljes egészében hidrogénnel való kiváltása 27,1–30,3 milliárd köbméter hidrogén előállításával lett volna megvalósítható. A jelenlegi magyar földgázrendszer azonban éves szinten nagyságrendileg 14–16 milliárd köbméter földgáz szállítására alkalmas, ami az elméletileg szállítandó hidrogén mennyiségének is legfeljebb csupán a fele. A földalatti gáztároló kapacitás pedig jelenleg 6,3 milliárd köbméter, amelynek teljes egészében hidrogénnel való feltöltésével – a hidrogén kisebb hőértéke miatt – a bennük jelenleg tárolt energiamennyiségnek mindössze 30%-a lenne hasznosítható. Emellett újabb iparbiztonsági szempontokra is tekintettel kell lenni, köztük a hidrogénmolekula méretéből adódó szivárgási kockázatra – ugyanis a földgázszállító rendszer elemei nem a mintegy nyolcszor kisebb sűrűségű hidrogénre tervezték és méretezték –, illetve

a földgázhoz képest kiszélesedő gyulladási koncentrációtartományra. Továbbá az sem tisztázott még, hogy a hidrogénnek milyen egyéb hatása lehet a rendszer anyagaiira, a tároló szerkezetére, a felszíni technológiákra. [260]

A kék hidrogén előállítása kapcsán pedig a Cornell és a Stanford Egyetem közös kutatása int óvatosságra, amely szerint annak karbonlábnyoma a földgáz vagy szén alapú fűtésnél több mint 20%-kal, a dízelolaj égetésénél pedig hozzávetőleg 60%-kal lehet nagyobb. Az elemzés szerint ennek oka az előállítás energiaigényében keresendő, amely rendszerint fosszilis forrásokból származik, de ide sorolhatók a CCS technológiával kapcsolatos komplikációk is. Szintén hátrány, hogy a földgázt (metánt) tároló és továbbító rendszerekből a gáznak átlagosan 3,5%-a szivárog ki. A kék hidrogénnel kapcsolatos aggályok tehát megerősítik azt, hogy a kibocsátáscsökkentést célzó eljárásokat és rendszereket teljes egészében szükséges vizsgálni. [261]



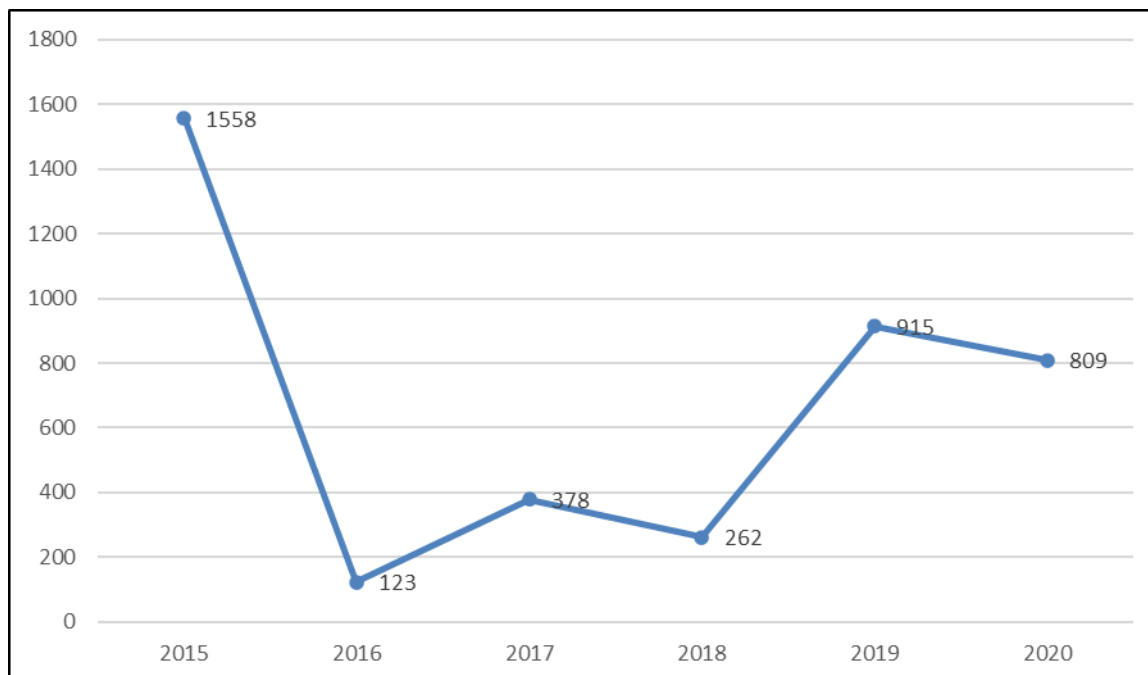
18. ábra: A P2G technológia és a kék hidrogén alkalmazásával kapcsolatban felmerült aggályok. Készítette a szerző.

Még sok kutatás-fejlesztésre és oktatásra van szükség tehát ahhoz, hogy a hidrogén alkalmazása sikeres legyen. Cél az új hidrogéntechnológiák kifejlesztését megalapozó tudományos, technológiai és horizontális kompetenciák együttes kiépítése. [179] A hidrogéngazdaság kialakítása hosszú távon is kiszámítható, reális és holisztikus európai és nemzeti szabályozási kereteket és nemzetközi együttműködést igényel. [184, 10. o.]

3.2.4 A kármentesítés zöldítése

A hatékony és fenntartható kármentesítések megvalósításának szükségszerű feltétele az érintett szakmai és társadalmi szereplők hosszú távú, közös gondolkodása, a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia azonban ezen túlmenően nagy hangsúlyt helyez a „zöld” kármentesítések előtérbe helyezésére, amelyek során nem kizárólag az adott terület megtisztítása a szempont, hanem tekintettel kell lenni a kármentesítési folyamattal járó energiafelhasználás, valamint a szennyezőanyag-kibocsátás és -felhasználás mértékére is. [8] A következő ábra a Tevékenységek Egységes Ágazati Osztályozási Rendszere (a

továbbiakban: TEÁOR) 3900 – szennyeződésmentesítés, egyéb hulladékkezelés tevékenység során kibocsátott légszennyező anyagok mennyiségét mutatja éves bontásban:

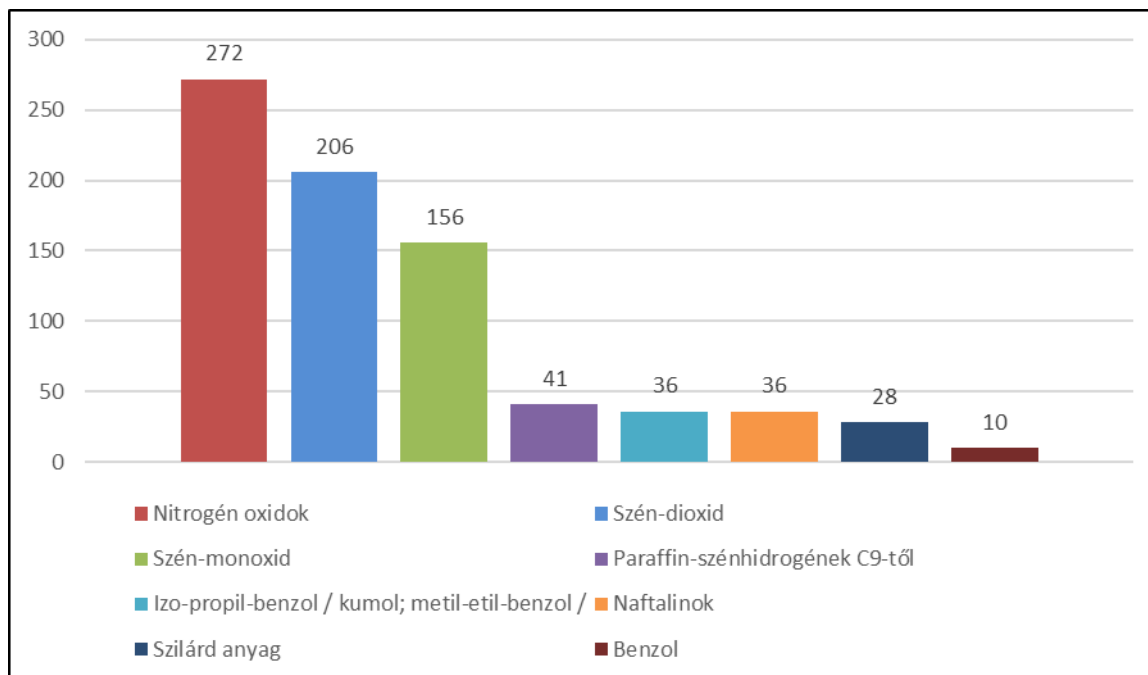


19. ábra: A szennyeződésmentesítés, egyéb hulladékkezelés (TEÁOR – 3900) tevékenység során kibocsátott légszennyező anyagok kg-ban mért mennyisége 2015 és 2020 között országos szinten. Készítette a szerző. Forrás [262]

TEÁOR 3900 szakágazatba tartozik:

- talajnak, talajvíznek szennyeződésmentesítése a szennyezés helyén vagy máshol például mechanikai, kémiai vagy biológiai módszerrel;
- fertőzött, szennyezett épületek, bányaterületek, ipari telephelyek, területek szennyeződésmentesítése ideértve a nukleáris telephelyeket és területeket is;
- felszíni víz tisztítása, szennyeződés eltávolítása véletlenül bekövetkezett szennyezés esetén például a szennyező anyagok összegyűjtésével vagy vegyi anyagok felhasználásával;
- olajjal szennyezett föld, felszíni víz, óceán és tenger megtisztítása, beleértve a part menti vizeket is;
- azbeszt, ólomfesték, és egyéb mérgező anyagok eltávolítása;
- egyéb speciális szennyeződést csökkentő tevékenység. [263]

Az alábbi ábra ugyanezen tevékenység keretében a 2020. évben kibocsátott légszennyező anyagok mennyiségét mutatja szennyezőanyag szerinti bontásban:



20. ábra: A szennyeződésmentesítés, egyéb hulladékkezelés (TEÁOR – 3900) tevékenység során kibocsátott főbb légszennyező anyagok kg-ban mért mennyisége 2020-ban országos szinten. Készítette a szerző. Forrás [262]

A kármentesítésnek egyik kézenfekvő megoldása a bioremediáció, ami „olyan technológiai eljárás, mely biológiai rendszereket alkalmaz a környezeti kockázat redukálását végző technológiában: a szennyezőanyagok koncentrációjának és/vagy káros hatásának elfogadható szintre csökkentése céljából.” A bioremediáció során használt mikroorganizmusok – energiaigényük fedezése és/vagy bioszintetizáló folyamataikhoz szükséges molekulák előállítása érdekében – képesek a legtöbb anyagot lebontani. Enzimrendszerük elviheti a szennyezőanyagot a teljes mineralizációig, szénhidrogének esetében például szén-dioxiddá és vízzé bontva. [264, 4. o.] A veszélyes anyagok a kármentesítés eredményeképp semleges – nem mérgező – vegyületté válnak. A bioremediáció tehát természetes folyamatokon alapul, a szennyezett terület tisztítása az eredeti helyen történhet. A folyamat során csekély mennyiségű hulladék keletkezik, és más eljárásokhoz viszonyítva nem kíván annyi felszereltséget, ennél fogva olcsóbb is, mint a legtöbb fizikai-kémiai eljárás. A folyamat azonban természetes jellegéből és a rendszer érzékenységéből kifolyólag meglehetősen időigényes, és az időtartam nehezen becsülhető meg előre. [8] Lényeges szempont tehát, hogy a szennyeződések felszámolását célzó kármentesítés minél hatékonyabban legyen képes hozzájárulni a környezeti egyensúly helyreállításához. A

rekultiváció során ezzel párhuzamosan javasolt a biológiailag aktív felületek kialakításának ösztönzése is. [61, 130. o.]

3.2.5 Az extrém hőséggel és az erdőtűzekkel szembeni védekezési lehetőségek

A hőhullámokkal összefüggésben – a hivatkozott források alapján – ellátásbiztonsági aggályként azonosítottam a forróságot kísérő gyengébb légmozgásra visszavezethető szélenergia-termelés visszaesését, a napelem panelek túlmelegedése miatti energiatermelés csökkenését, a hőerőművek hatásfok-csökkenését, a víztározókban tárolt vízkészlet apadását, az energianövények rendelkezésre állásának potenciális korlátozottságát, valamint a fokozott energiafelhasználás miatti ellátási problémákat.

A nap- és szélenergia akadályozottsága kezelhető ezen energiaforrások napszak-évszak- és időjárásfüggőségének mérséklését célzó, az adott kihívás kapcsán releváns rugalmassági megoldásokkal, valamint azok és egyéb hasonló megoldások további kutatásával és fejlesztésével.

A tartós hőségnek a hőerőművek működését – a végső hőnyelő melegedése vagy apadása miatti hatásfok-csökkenésre visszavezethető – korlátozó jellege miatt fontos, hogy a biztonsági rendszereket hűtővízzel ellátó szivattyúk még extrém alacsony vízállás esetén is képesek legyenek kiemelni a biztonsági rendszerek üzemeléséhez szükséges hűtővizet, és megfelelő tartalékok álljanak rendelkezésre. Hőség okozta magasabb víz hőmérséklet és alacsony vízállás esetére átmeneti megoldásként szolgálhat az erőmű által termelt energia fokozatos csökkentése, vagy szélsőséges esetben az erőmű ideiglenes leállítása, [202] a vízhasználat átmeneti korlátozása, valamint az ideiglenes vízpótlás is. [2, 142. o.]

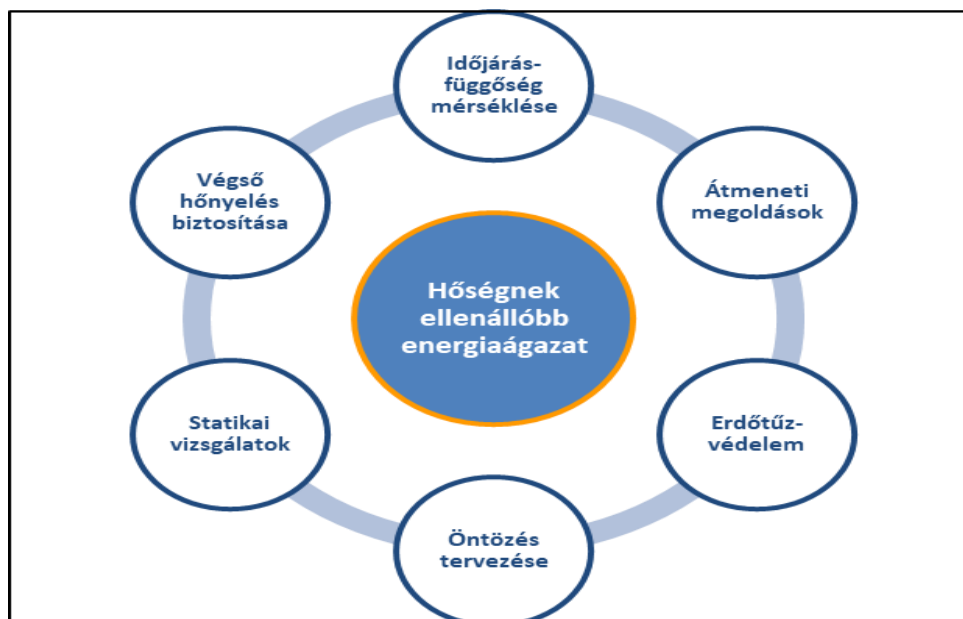
Az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről szóló jelentés szintén figyelmeztet az átlaghőmérséklet emelkedés miatti fokozódó ipari hűtővízigény és technológiai vízigény problémájára. A dokumentum szerint *„(a)z ipari és energiatermelés biztonsága, fenntarthatósága szempontjából fontos a vízigények ismerete, az ellátást befolyásoló felszíni vizek várható lefolyásváltozásának vizsgálata, valamint az innovatív víztakarékos technológiák (...) fejlesztése, elterjesztése.”* [13, 17-18. o.] Az átmeneti megoldások, valamint a jelentésből idézett módszerek a víztározókban tárolt vízkészlet apadása esetén is relevánsak lehetnek.

Annak érdekében, hogy a bioenergia rendelkezésre állását a magas hőmérséklet okozta aszály ne akadályozhassa, az energiaültetvények létesítésénél is szükséges figyelmet fordítani az öntözés tervezésére, [203, 122. o.] és célszerű előnyben részesíteni a szárazság- és

hőség tűró növényeket. [61, 109. o.] A talajszárazság miatti oszlopkidőlések megelőzése érdekében pedig rendszeres statikai vizsgálat javasolt. Általánosságban az aszály és a vízhiány elleni védekezés leghatékonyabb módjai között említhető a komplex, preventív szemléletű (vízhiány/aszály)stratégiai tervek kidolgozása [265, 225. o.] és azok végrehajtása. Az aszálykezelésben jelentős segítségként szolgál a 2016 és 2018 között kialakított operatív aszály- és vízhiány-kezelő monitoringrendszer, valamint az új aszályindex (angolul: Hungarian Drought Index, rövidítve: HDI). [266]

A hosszan tartó hőség miatt kialakult aszályos időszakokkal nemritkán együttjáró erdőtűzek megelőzését illetően kiemelendő, hogy az európai uniós és a magyar jogszabályok egyaránt előírják az erdőtűzvédelmi tervek készítését. A gazdálkodók által készített tűzvédelmi tervek a létesítményekre kötelezően előírt „Tűzvédelmi Szabályzat”-hoz hasonlóan tartalmazzák a tűzvédelmi szabályokat. A vonatkozó magyar joganyag részét képezik a modern erdőtűzoltási ismeretek is, és az erdőgazdálkodók, valamint az erdőtűz megelőzésben és oltásban érdekelt szervezetek, hatóságok feladatainak pontosítására egyaránt sor került. Szintén az erdőtűzek megelőzését szolgálja a – tüzesetek szabad területen történő bekövetkezésének nagyobb kockázata esetén – tűzgyújtási tilalom (fokozott tűzveszély) kihirdetése. Tekintettel arra, hogy az erdőtűzek oka többnyire emberi tevékenységre vezethető vissza, így azok szinte kizárólag a megfelelő magatartási szabályok betartásával előzhetők meg. [204] Alapvető fontosságú tehát a tűzgyújtási tilalom rendszer és a folyamatos kommunikáció, valamint a kockázatértékelés működtetése, fejlesztése, a tűzpászta rendszer karbantartása a veszélyeztetett térségekben. [14, 93. o.]

Fontos továbbá a technikai eszközök újítása, fejlesztése, [205, 15. o.] a tűzoltósági oltókapacitás fenntartása és – szükség esetén – javítása, [7, 269-270. o.] valamint a megfelelő szakértelemmel bíró tűzoltó állomány rendelkezésre állása. [267] Javasolt a leggyúlékonyabb faállománytípusok visszaszorítása a legtűzveszélyesebb területekről és általában olyan erdőgazdálkodási technológiák elterjesztése, amelyek erősítik az erdők ellenállóképességét az éghajlatváltozás hatásaival – köztük az erdőtűzekkel – szemben. [2, 192-193. o.] Az erdőtűzek füstjére visszavezethető napenergia-termelés csökkenés pedig kezelhető a termelési kapacitások fejlesztésével, és a többletként megtermelt tiszta energia tárolására szolgáló infrastruktúra kiépítésével, valamint a háztartások számára szolár eszközök és tartalék akkumulátorok telepítésével. [210]



21. ábra: Az energiaágazat extrém hőségnek való kitettségét csökkentő módszerek.

Készítette a szerző.

3.2.6 A hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védekezési lehetőségek

A hidrológiai eredetű szélsőséges időjárási viszonyok legtipikusabb megjelenési formái – nevezetesen az ár- és belvizek – az aszályhoz hasonlóan alapvetően a hazai természet- és társadalomföldrajzi adottságok törvényszerű okozatai. Ezért az ellenük való küzdelem nem katasztrófaelhárítás, hanem sokkal inkább a Kárpát-medence vízgazdálkodásának mindennapos üzemeltetési feladata. [60, 29. o.] Az ár- és belvíz kezelésének stratégiai céljait a Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő terv) tartalmazza. Ezek közül kiemelendők a vízvisszatartás, valamint a kockázat megelőző vízkárelhárítás jövőképét szolgáló stratégiai célok.

Míg az előbbi az érkező vizek vízhasznosítási célú tározására, valamint a káros mennyiségű víz késleltetett, biztonságos levezetésére fókuszál, az utóbbi olyan jövőképet takar, amelyben a vízkárelhárítás hangsúlya áttevődik a nehezen kiszámítható veszélykezelésből, a tervezhető megelőző intézkedések irányába, azaz az árvízi eseményekkel egyidejű árvízvédekezést fokozatosan felváltja a megelőző, differenciált árvízvédelem. Az áttérés idején szükséges a hagyományos árvízvédekezési módszerek és eljárások eszközeinek és feltételeinek a javítása. [60, 100-101. o.]

Általános felfogás szerint ahhoz, hogy az energetikai (és egyéb) létfontosságú rendszerek üzemeltetői képesek legyenek kellő hatékonysággal védekezni a hidrológiai eredetű események pusztító hatásai ellen a katasztrófavédelemi szervezettel történő szoros

együttműködés kialakítása célszerű. A katasztrófavédelem ugyanis a védekezéssel a létfontosságú rendszer védelmét is ellátja. Ezen infrastruktúrák védelmének az alapját elsősorban a veszélyekkel szembeni lehető legnagyobb mértékű és átfogó védelmi rendszerek kialakítása jelenti. [79] Villámárvizek esetén a védekezésben érintett szervezetek – helyi önkormányzatok, vízügyesek, katasztrófavédők – rendkívüli intézkedésére van szükség. Az EU támogatásával megvalósuló [268] RAINMAN projekt [269] segítséget nyújt az önkormányzatok számára a heves esőzésekkel összefüggő problémák kezeléséhez és a kockázatok mérsékléséhez. A projekt támogatásával készült el egy olyan mobil alkalmazás is, amelynek segítségével alapvetően az önkormányzatok felelős emberei láthatják az egyes ár- és belvízvédelmi fokozatokat, a teljes csatornahálózat térképét, a települések jellemzőit, a kár esetén értesítendő embereket. [268] Fontos továbbá, hogy – nem csak a vis maior, hanem – minden olyan csapadék okozta káresemény rögzítésre kerüljön, ami a településen láthatóan megtörtént. Ugyancsak lényeges, hogy az önkormányzatok tudatában legyenek a lehetséges veszélyeknek és kockázatoknak is. Ehhez szükséges leltárba venni a településen megjelenő potenciális problémákat, amelynek kézenfekvő módja a kitettségi és érzékenységi elemzések készítése. Ennek keretében a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (rövidítve: NATÉR) webportál felületén <https://map.mbfisz.gov.hu/nater/> kikereshető, hogy egy adott település villámárvízzel sújtott településnek minősül-e, és a jövőbeli hőmérséklet- és csapadékváltozásokra vonatkozó információk is szerezhetők. Az egyszerű, domborzati és csapadékadatokon alapuló településszintű árvízveszély azonosító/figyelemfelhívó térkép (flood screening) elkészítésével és elemzésével megismerhetők a lefolyási irányok, az adott csapadékesemény által elöntött terület elhelyezkedése és nagysága, valamint az összegyülekező víztérfogat. A sérülékenység megállapítására alkalmas módszer az erózióelemzés, amellyel feltárhatók a leginkább erózióveszélyes területek, valamint a numerikus csapadék-lefolyás modell által támogatott lefolyáselemzés, ami a várható belterületi elöntések területi kiterjedését és mértékét mutatja. [217, 14-18. o.]

A csapadékvíz elöntés csökkentése érdekében mindenekelőtt az árkok és műtárgyak összehangoltságát, illetve a belterületi vízelvezető árkok és befogadók karbantartását szükséges biztosítani. [79] Indokolt lehet továbbá a vízgyűjtő és az elvezető rendszer szükség szerinti átalakítása. [217, 17. o.] A vízerőműveknek az árvízkárokkal szembeni közvetlen kitettsége ellenére nem feledkezhetünk meg e létesítményeknek az árvizek mérséklésében betöltött szerepéről sem, amelyre példaként a távol-keleti Jangce folyó 1954-es és 2010-es áradásának következményeit lehetne felhozni. Az első esetben a kínai Vuhan városa három

hónapig víz alatt állt. A második esetben is hasonló kiterjedésű árvízre lehetett számítani, azonban ekkorra már megépült a Három Szurdok duzzasztómű, és a felvízmedence leürítésével sikerült az érkező víztömeget felfogni, a keletező károkat pedig ezáltal mérsékelni. [270, 774. o.]

A villámárvizekhez, – mint a jövőben várhatóan növekvő gyakorisággal előforduló környezeti problémához – való alkalmazkodás jegyében a nagyvárosokban javasolt csökkenteni a vízzáró rétegek (például betonfelületek) mennyiségét, kiterjedtségét, [213] ehelyett a lehetőségekhez mérten vízáteresztő burkolatokat nagyobb arányban alkalmazni. [2, 162. o.] Célszerű természetes vízmegtartó felületeket telepíteni minél több olyan helyen, ahol erre lehetőség van, de főként a magasabban fekvő területeken. Ezzel megakadályozható – vagy legalább mérsékelhető annak kockázata – hogy különös hirtelenséggel zúduljon nagy mennyiségű, azonnali rombolást előidéző csapadék az alacsonyabban fekvő területekre. [213] A városi fás területek védelme és karbantartása, [2, 195. o.] valamint a zöldfalak, zöldhomlokzatok [62, 40. o.] és zöldtetők minél szélesebb körű elterjedése – az energiahatékonysági és éghajlatvédelmi előnyökön túlmenően [147, 106. o.] – szintén megoldás lehet a villámárvizek okozta kockázatok és károk csökkentésére, ugyanis időben késleltetik a vízelvezetést, mérséklük a maximális lefolyási értéket. A villámárvizek kezelésére alkalmasak lehetnek a csatornarendszerhez kapcsolt kisebb tavak is, amelyek az esővíz felfogásával lassítják a beáramló vízfolyást. [271]

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (rövidítve: MBFSZ) megbízásából a települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezéséhez készült 2018-as kézikönyv a csapadékvíz megkötése, tárolása, hasznosítása, lefolyásának késleltetése, elszivárogtatása, a vízmosás eróziójának megakadályozása érdekében a következő műszaki megoldásokat javasolja:

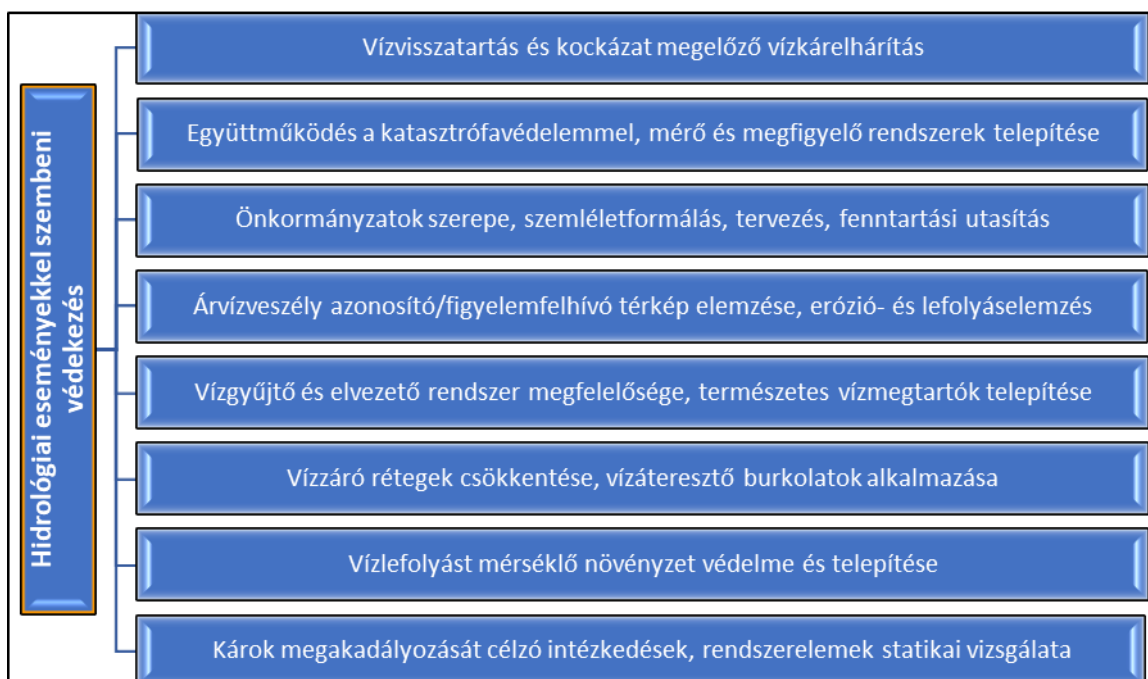
- gyepes beszivárogtató teknők, szikkasztók, esővízgyűjtő tartályok, ciszternák alkalmazását,
- hullámsáncok, gyepes vízelvezető árkok, mezővédő erdő vagy cserjesávok, laza telepítésű fák vagy cserjék, illetve ipari faültetvények létesítését,
- a vízmosásfenék megkötését. [217, 32-47. o.]

A megvalósítást és a kivitelezést követően rendszeres területi ellenőrzés és szükség esetén korrekció javasolt. [217, 17. o.] Amennyiben előfordulhat valamely berendezésben hibát okozó elárasztás, intézkedni kell a lehetséges károk megakadályozása érdekében

(például vízszigeteléssel, belső földkábel cseréjével, berendezés áthelyezésével). [16, 28. o.] Ott, ahol már történt jelentős belterületi elöntési káresemény ajánlott legalább 1 csapadékmérő állomás telepítése és üzemeltetése. Ez jelentős mértékben képes növelni a csapadékvíz-gazdálkodás/elvezetés jegyében készítendő tervek minőségét. Célszerű továbbá összeállítani egy települési vízkárelhárítási tervet a már megtörtént nagyobb, kritikus csapadékeseményekre alapozva. Prevenációs és havária cselekvési tervek kidolgozása szintén javasolt. Amennyiben a kárhelyreállítás legalább egy alkalommal megtörtént, különösen fontos a tételes, több évszakra vonatkozó fenntartási utasítás elkészíttetése, a minimális rendszerkapacitások biztosítása érdekében. [217, 18-21. o.] A földtani veszélyforrások nyomon követésére pedig olyan mérő- és megfigyelő rendszer kialakítása javasolt, amely képes kiszolgálni a katasztrófavédelmi szakirányítást, a védelmi és megelőzési tevékenységet a legkorszerűbb ürgeodéziai, távérzékelési, geodinamikai és klimatológiai műszerezettséggel. [14, 100. o.] A fentiekén túl fontos hangsúlyozni, hogy a társadalmi elköteleződés az alkalmazkodás kapcsán is relevanciával bír, amely tudatosító és szemléletformáló kampányok és minták bemutatásával valósítható meg. A közös települési célok biztosítják a közösségi, helyi társadalmi elköteleződés alapját. [217, 17. o.]

Célszerű külön utalást tenni néhány rendszerelem-specifikus szempontra is. A földcsuszamlásoknak, a földmozgásoknak, valamint a belvizek károsító hatásainak kitett rendszerelemek szisztematikus statikai vizsgálata, szükség szerinti megerősítése vagy cseréje javasolt.

Ugyancsak rendszeres statikai vizsgálat szükséges a duzzasztógátaknak a nagyobb vízhozammal szembeni ellenálló képességének a megőrzése érdekében. A belső földkábelek belvíz miatti károsodásának kockázata a szigetelés megfelelőségének rendszeres ellenőrzésével mérsékelhető. A villámcsapásokkal kapcsolatos kockázatok csökkentésének két jól ismert módszere a villámhárító és a túlfeszültség-védelmi termékek alkalmazása. [216]



22. ábra: Az energiaágazat hidrológiai eseményekkel szembeni kitettségét csökkentő módszerek. Készítette a szerző.

3.2.7 A széljárás és a hideg időjárás okozta negatív hatások kiküszöbölésének lehetőségei

A 2. fejezetben az energiaágazat biztonságos működésére hatást gyakorló környezeti problémaként azonosítottam a szélviharokat és a gyengülő átlagos szélsébséget is. Az erős légmozgás által a leginkább érintett rendszerelemek közé tartozó légvezetékek elszakadásának megelőzésére egy lehetséges módszer azok föld alá helyezése a szélviharok által gyakrabban sújtott országrészekben. A Magyar Nemzeti Bank (rövidítve: MNB) által kiadott 2019-es Versenyképességi Program javasolt intézkedései között is szerepel a föld alatt futó elektromos vezetékek arányának növelése. Az érvelés szerint az ilyen vezetékek kevésbé kitettek a külső hatásoknak, ami az elektromos hálózat minőségét minden bizonnyal erősíti. A dokumentum utal Dániára is, ahol a 2000-es években az elektromos vezetékeknek jelentős hányada került a föld alá, amivel kivédhetővé váltak az ellátásbiztonságot befolyásoló időjárási viszontagságok. [272, 199. o.]

A javaslatok teljesülésének nyomon követését szolgáló Versenyképességi tükör [273] pedig arról számol be, hogy a hazánkban a nemzeti parkokban és természetvédelmi területeken a madárállomány védelme céljából kezdődött meg a magasvezetésű villamosenergia vezetékhálózat föld alá helyezése, hozzáátéve, hogy a természetvédelmi törvény [33, 7. § (5).] értelmében a vezetékszszakaszok kiépítésekor csak olyan műszaki

megoldások alkalmazhatók, amelyek nem veszélyeztetik a vadon élő madarakat. [273, 62. o.] Kifejezetten a fák kidőlése, és az ágak letörésére visszavezethető vezetékszakadás elkerülésére megoldás lehet a vezetékek körüli védett, fáktól mentes sáv kiszélesítése. [221] Javasolt továbbá a szélkároknak jobban kitett valamennyi rendszerelem szisztematikus statikai vizsgálata is, és szükség esetén azok megerősítése vagy cseréje. [16, 28. o.]

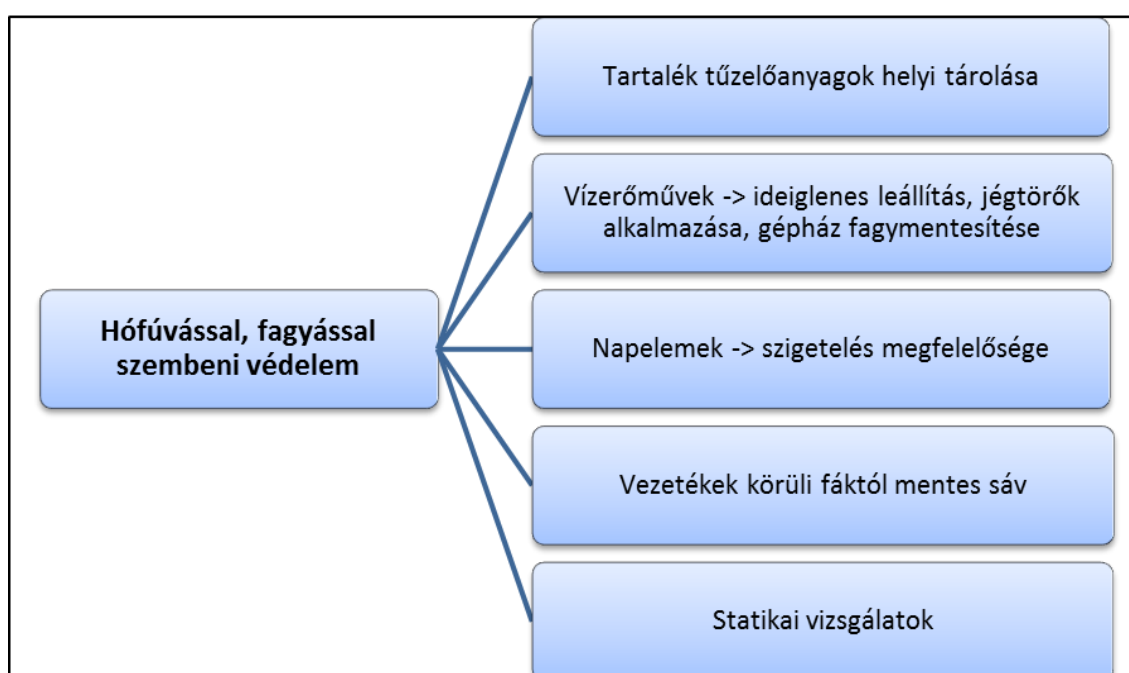
Annak elkerülése érdekében, hogy a már bekövetkezett ipari baleseteket követően a légszennyező anyagok a gyenge szélesebesség miatt a baleset által sújtott területen hosszabb ideig nagy koncentrációban legyenek jelen, megoldás lehet a kisebb környezetterheléssel járó, kevésbé veszélyes anyagok minél nagyobb arányú használatának szorgalmazása, valamint tágabb értelemben voltaképpen a megújuló energiaforrások elterjedtebb alkalmazása is hozzájárul ehhez a célhoz. A gyenge szélesebesség kapcsán elméletben felmerülhet annak szélenergia-termelést korlátozó hatása is, ami a megújuló energia időjárásfüggőségének a kezelését célzó rugalmassági megoldásokkal, valamint azok és egyéb hasonló megoldások további kutatásával és fejlesztésével mérsékelhető. Fontos azonban utalni Péliné Németh Csilla meteorológusnak 2021. májusi közleményére, amelyben felhívja a figyelmet, hogy „(a) tíz méteren mért szélesebesség enyhe csökkenő tendenciája kevésbé befolyásolja a kinyerhető energia mennyiségét.” [220]



23. ábra: Az energiaágazat széljárással szembeni kitettségét csökkentő módszerek.
Készítette a szerző.

A hóesés, hófúvások és fagyások kapcsán szintén azonosíthatók ellátásbiztonsági és üzemzavarokat előidézni képes kockázatok, amelyek az alábbiak szerint kezelhetők. Fűtőművek üzemelését szolgáló szilárd tüzelőanyagok (biomassza, hulladék) kitermelésének és/vagy beszállításának hóesés miatti akadályozottsága tartalék tüzelőanyagok helyi tárolásával csökkenthető. [16, 27-28. o.] A hideg tél miatt a vízerőművekben előállt ellátási

zavarok és műszaki biztonsági problémák kiküszöbölésére – a 2017-es tiszalöki esethez hasonlóan – megoldás lehet – az áramtermelés ideiglenes leállítása mellett – a jégtörők alkalmazása, vagy adott esetben a vízerőmű gépházának fagymentesítése. Javasolt továbbá a fagyásnak kitettebb rendszerelemek – köztük a szabadvezetékek, tartóoszlopok, betonoszlopok, napelem panelek, extrém hideg esetén a föld alatti vezetékek – szisztematikus statikai állapotvizsgálata, illetve a napelemek esetében a szigetelés megfelelőségének a vizsgálata. A légvezetékek épségének a megőrzéséhez – a szélviharokkal szembeni védelemnél említettekhez hasonlóan – indokolt lehet még a vezetékek körüli fáktól mentes terület bővítése, a hóval túlterhelt, letörő ágak által okozott vezetékszakadások elkerülése érdekében.



24. ábra: Az energiaágazat extrém hideg időjárással szembeni kitettségét csökkentő módszerek. Készítette a szerző.

3.2.8 Az ageinggel összefüggő főbb problémák azonosítása és azok kezelési lehetőségei

A hazai tapasztalatok és nemzetközi szakirodalmak alapján elmondható, hogy több iparágban – köztük a kőolajiparban – nem kerül sor a gyártáskor vagy üzembe helyezéskor megállapított maximális élettartam fogalmának széleskörű alkalmazására. Az üzemben tartás feltételeinek és a csere időpontjának meghatározása érdekében az üzemeltetők ilyen esetekben legtöbbször szakmai irányelvek alapján számítják ki a fennmaradó élettartamot. Csővezetékknél a fennmaradó élettartam a korrózió sebessége alapján állapítható meg. A tervezett élettartam meghatározásakor szükséges figyelembe venni a várható elhasználódást

gyorsító terheléseket is, mint például a berendezés töltetének korróziós hatását, vagy a berendezést terhelő vibrációt. A figyelembe vehető tervezett élettartam legfelsőbb értékét 50 évben javasolt meghatározni. [228, 12-13. o.]

A fizikai állapotromlás súlyosságának a megítélésére a következő három al-szemponthoz szolgál: az állapotromlás vizuális jelei, az infrastruktúra állapota, valamint a villamos hálózat állapota. Míg a vizuális jelek – például a festék elszíneződése, repedése, mállása – általában csupán esztétikaiak, és nem jelentenek kiugróan magas meghibásodás-kockázatot, addig a leromlott infrastruktúra, valamint a villamos hálózaton jelentkező meghibásodások súlyos balesethez vezethetnek. Az üzemi veszélyes anyag vezetékek, segédenergia vezetékek kapcsán kiemelő, hogy azok – az üzemeltetésért felelős szervezeti egység nélkül – úgyszólván kontrollálatlanul degradálódhatnak. Erre a hazai és a nemzetközi üzemzavarok, valamint időszakos hatósági ellenőrzések tapasztalatai többször is rámutattak. A jelenség súlyos balesetet eredményezhet, [228, 15-22. o.] ezért javasolt az üzemeltetésért felelős szervezeti egység meghatározása, karbantartás előírása hatósági döntéssel. Az üzemi vezetékekhez hasonlóan kontrollálatlan öregedés fokozott kockázatát hordozzák magukban a nehezen hozzáférhető vagy sajátos technológiai körülmények között üzemeltetett berendezések is. Erre tekintettel e berendezések esetében javasolt már a kialakítás során hozzáférési pontokat biztosítani a későbbi műszaki diagnosztikai vizsgálatok, karbantartások könnyebb és hatékonyabb megvalósítása céljából. [231, 15. o.]

Alapvető fontosságú a biztonság szempontjából kritikus berendezések közül a tartályok, csővezetékek, aktív technológiai berendezések elsődleges fizikai védelmének biztosítása. Az egyes védelmi típusok prioritása a következő felsorolás szerint mérlegelendő: kémiaiilag stabil anyagok – például saválló acél, üvegszál – alkalmazása szerkezeti anyagként, tűzihorganyzás, eloxálás; belső fémötvözet réteg, belső üvegszál bevonat; tűzálló bevonatok, katódvédelem, külső bevonat (festés). [228, 28. o.]

Tekintettel kell lenni a berendezések sajátos üzemeltetési körülményeire is. Célszerű szigorúbb követelményeket – például rövidebb megelőző karbantartási ciklusidőket – meghatározni azon berendezések vonatkozásában, amelyek folyamatos üzemmenetben működnek, valamint amelyek a szélsőséges időjárási viszonyoknak, a savas vagy páradús környezetnek vagy a külső mechanikai igénybevételeknek jobban ki vannak téve. [231, 16-17. o.] Fokozott korróziós hatás éri például a talajba ágyazott energiakábeleket. A kábelszigetelés öregedési folyamata a kábel külső polimer védőrétegének károsodásával kezdődik, amelyben jelentős szerepet játszik a talajban meglevő fonalas penészgombák agresszivitása. A polimer

réteg károsodását követően keletkeznek az árnyékolóköpeny fémjének korróziótermékei, amelyek a kábelszigetelés öregedési ütemének meghatározó tényezői. Az árnyékolóköpeny katódos korrózióvédelmével azonban elejét lehet venni a kábelszigetelés öregedésének, a már részben öregedett szigetelésű kábeleket pedig bizonyos mértékben még fiatalítani is lehet. [274, 71-79. o.]

Lényeges szempont, hogy a fizikai öregedéssel kapcsolatos információk az üzemeltető rendelkezésére álljanak (például műszaki állapot nyomon követési terv), fontos továbbá a vezetői tudatosság megléte (például a belső szabályozókon felül máshonnan származó jó gyakorlatok figyelembevétel), és a modernizálás. Szintén lényeges a berendezések életútja során megváltozó állapot nyomon követése. Egy üzem, berendezés életútja folyamán az üzemeltetési körülmények ugyanis gyakran megváltoznak a gyártási igények mentén, ezért valamennyi olyan kritikus berendezés önálló értékelése indokolt, amelynél eltérés figyelhető meg a beüzemelési és az aktuális közeg, nyomás, hőmérséklet viszonyokban. Alapvető, hogy a kritikus berendezések életútjáról dokumentáltan álljon rendelkezésre információ, amelyből kiderül például, hogy tervezéskor milyen anyagra, vagy milyen hőmérséklet, illetve nyomás tartományra szánták, valamint, hogy az életút során milyen változások érték. Szintén lényeges al-szempont, hogy a berendezések, üzemegységek létesítési idejét jellemző építési, létesítési, üzembehelyezési előírások változásai a globális műszaki, biztonsági előírárendszer fejlődésének megfelelően megvalósuljanak. Megjegyzendő, hogy Magyarországon az EU-hoz való csatlakozás előtt létesült üzemek, berendezések az újonnan létesültekhez viszonyítva gyakran eltérő műszaki színvonalat képviselnek. Ez a nyomástartó berendezések, villamos és műszerautomatikai berendezések és építmények esetén jelenthet elsősorban biztonsági kockázatot, amennyiben azok nem az EU követelményrendszer szerint létesültek. [228, 36-39. és 47. o.]

A hazai veszélyes üzemek üzemzavarainak okai között a fizikai öregedés leggyakrabban előforduló megjelenési formái – a korrózió, erózió, illetve a fáradásos törés – rendre megjelennek. A csővezetékek meghibásodásai szintén az üzemzavarokat kiváltó olyan műszaki okok közé sorolhatók, amelyek szoros összefüggésben állnak az ageinggel. Az eseményeket nemritkán egy kis átmérőjű csatlakozóvezeték meghibásodása vagy egy kisméretű lyukadás indítja el. Ez olyan érzékeny berendezések meghibásodását idézheti elő, mint az izolált vagy leállított vezetékek, ami jelentősebb mennyiségű veszélyes anyag kibocsátását eredményezheti. Az ageinghez kapcsolódó – hazánkban egyébként az egyik leggyakrabban előforduló – közvetlen műszaki kiváltó okok közé sorolhatók a tömítések

lyukadásai és szakadásai is. Ezek szintén veszélyes anyag kibocsátásával járnak, hacsak egy további védelmi zár megfelelő működése azt nem akadályozza meg. [228, 24-28. o.] Az ilyen és ehhez hasonló hibák mielőbbi kijavítása a rendeltetésszerű működés helyreállításának elengedhetetlen feltétele.

Richard Feynman amerikai fizikus szerint valamennyi katasztrófa közös jellemzője a működtetői és irányítói hibák összeadódása, a legfőbb felelősség pedig gyakran a középvezetői szintet terheli. [275, 10. o.] Ebből következően a megelőző, a javító, valamint az utólagos karbantartás kapcsán egyaránt különös relevanciával bír a karbantartásért felelős személyek – vezetők, és ellenőrzést végzők – szakértelme. Jó gyakorlatnak az minősül, ha döntéshozatali pozícióba a technológiát alaposan ismerő és értő mérnök kerül. Fontos továbbá a szakirányú szakmai tapasztalat mértéke, a pozíció betöltéséhez rendelkezésre álló betanítási időszak hossza, a mentorprogram megléte és a rotációs munkaszervezés. Mentorprogram keretében biztosítható az új munkavállalók betanítása, valamint a magasabb beosztásba való kinevezés esetén a tudás átadása. A rotációs munkaszervezés során pedig a munkavállalók tervezetten, rendszeres időközönként két vagy több munkakör között mozognak. E megoldás akkor minősül jó gyakorlatnak, ha nagyobb rálátást biztosít és összetettebb gondolkodásmód kialakulását eredményezi. [228, 48-50. o.] Javasolt továbbá egyértelmű kommunikációs útvonalakat alkalmazni a karbantartásban és a műszaki állapot nyomon követésben érintett felek között. Ennek kiváló eszköze az elektronikus műszaknapló, amelynek alkalmazásával a karbantartások hibáiból eredő nem várt események belső jelentése hatékonyan megoldható. Ez kiindulási információként szolgál a kivizsgálás megkezdéséhez, az érintett szervezeti egységek értesítéséhez, valamint a helyreállítás azonnali megkezdéséhez. [231, 11. o.]

A karbantartás mellett a létesítmények üzemszerű működésének másik alappillére a veszélyes objektumok biztonsági rendszereinek *ellenőrzése*, amelynek ellátásában a létesítmények mellett a felügyeleti szervek is részt vesznek. Az ellenőrzésnek a következő fajtái különböztethetők meg: helyszíni, távoli, bejelentett, nem bejelentett, menetrendszerű, provokatív, részegységes, komplex. Említést érdemel a nem bejelentett ellenőrzés meglepetésszerűségének pozitív hozadéka, amelynek köszönhetően olyan hibákra is fény derül, amelyek tervezett módon ritkábban kerülnek előtérbe. [232]

Az üzem általános biztonsági szintjéről, az üzemeltetői tudatosságról ad egyfajta visszajelzést a korábbi ellenőrzések során azonosított hiányosságok, nem megfelelőségek, szabálytalanságok mennyiségének az ellenőrzési számhoz viszonyított aránya. A hatósági ellenőrzési jegyzőkönyveket alapul véve ezért indokolt lehet legalább az elmúlt három évben

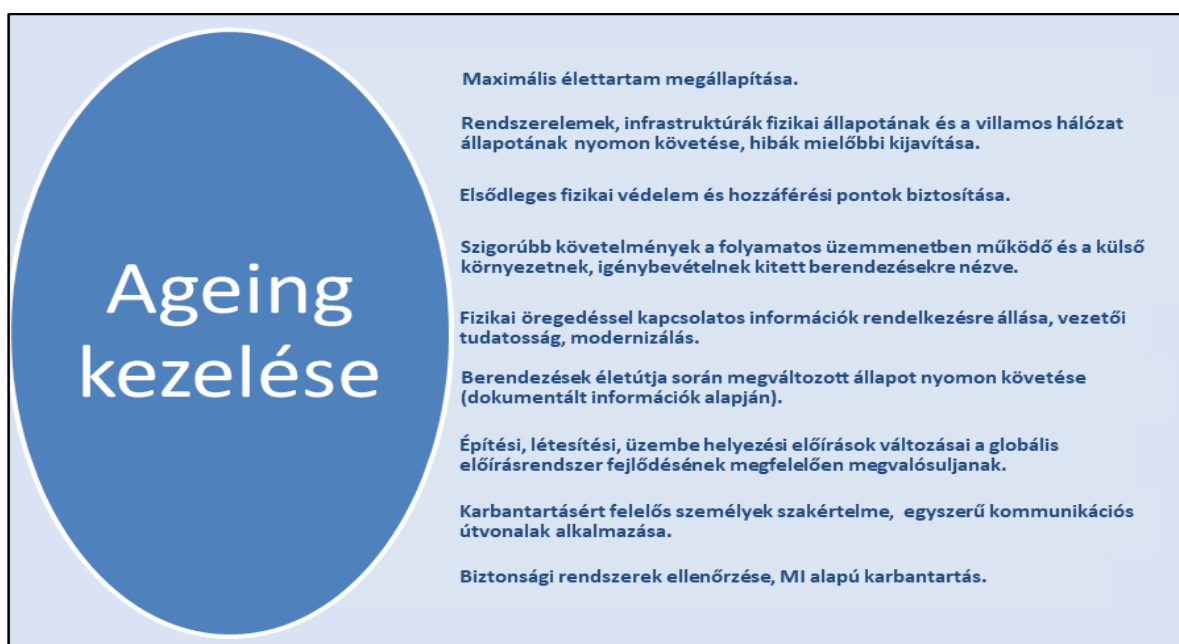
megvalósult katasztrófavédelmi, műszaki biztonsági, munkavédelmi, népegészségügyi, illetve környezetvédelmi hatósági ellenőrzések során rögzített hiányosságok feltérképezése. [228, 14. o.] Az általánosan leromlott műszaki állapot jelei lehetnek például a váratlan, kontrollálatlan leállások, amelyek – a hirtelen hőmérséklet- és nyomáscsökkenések révén – ronthatják a berendezések anyagai tulajdonságait és csökkentik azok várható élettartamát. Azon folyamatok hirtelen bekövetkező felbomlásai, megszakadásai sorolandók ebbe a körbe, amelyek nem tervezetten és nem az üzemeltető által előre definiált leállítási protokoll alapján mentek végbe, és amelyek a berendezésre nézve potenciális többletterheléssel jártak. [228, 22-23. o.] A tesztelési, műszaki felülvizsgálati és karbantartási rendszer kiépítettségének bizonyítékaiként például a tesztelési, felülvizsgálati, karbantartási tervek és programok, valamint az azok működését bizonyító eljárások, berendezés nyilvántartások, utasítások, munkalapok, belső jelentések, jegyzőkönyvek, pénzügyi, beszerzési tervek és a biztonsági teljesítménymérések szolgálhatnak. [231, 13. o.] 2016. november 22-én az USA-beli Baton Rouge Olajfinomítóban karbantartási tevékenység közben előállt gázömlés és tűz egyik kiváltó oka éppen az volt, hogy a tevékenységet végzők nem rendelkeztek írásos utasítással a szerelvények karbantartásáról. [166, 118-119. o.] A csővezetékek, tartályok jelöléseinek, feliratozásának a megléte, valamint a tartalmuk ismertsége szintén az üzemeltető öregedés-kezelési eljárásairól, a biztonsági tudatosság és anyagi ráfordítások elégséges mértékéről szolgál információként. Fontos, hogy a tárolt vagy szállított anyag fajtája, minősége, összetétele ismert és külső szemlélő (felmérést végző) számára is egyértelműen azonosítható legyen. A berendezésen szerepeljen felirat, színjelölés vagy egyéb azonosító a tárolt/szállított anyagról, és az legyen összhangban a tárolt vagy szállított anyaggal. [228, 21. o.]

A hazai hatósági ellenőrzések során több esetben mutatkozott bizonytalanság egyes üzemegységek, technológiák alapvető műszaki paramétereinek ismeretében. Ez jellemzően amiatt volt, mert a tervezéskori állapotról is csupán részlegesen állt rendelkezésre tervdokumentáció, amelynek aktualizálása nem történt meg. Az ageing kezelése szempontjából viszont alapvető, hogy a fizikai létesítmények, technológiai rendszerek műszaki jellemzőit tartalmazó dokumentumok a múltbeli (tervezéskori) és az aktuális állapotról is elérhetők legyenek. Ugyancsak fontos az informatikai rendszerek eljárásainak, szoftvereinek, megvalósulásának naprakészen tartása. [228, 33-35. o.]

A rutinszerű műszaki ellenőrzések lehetséges alternatívájaként szükséges szót ejteni az MI-n alapuló állapotfüggő karbantartásról. Ennek lényege, hogy az MI-alkalmazás képes legyen azonnal észlelni és jelezni egy adott egység meghibásodását, amivel elkerülhetővé

válík, hogy az abból fakadó probléma csak később, a rutinszerű jelentésből derüljön ki. [276] Az előrejelző vagy prediktív karbantartás során pedig fejlett analitikai eszközökkel, gépi tanuláson alapuló megoldásokkal elemezve a monitorozott vagyontárgyakról beérkező valós (vagy közel valós) idejű adatok révén lehet azonosítani a működést veszélyeztető kockázatokat. Az előíró vagy preskriptív karbantartás ezzel szemben már nem csupán javaslatokat ad az elvégzendő munkálatokra vonatkozóan, hanem nyomban intézkedik is azok végrehajtása érdekében. A karbantartást támogató megoldás például munkalapot készít, amelyet megküld a karbantartóknak, és felügyeli a teljes munkafolyamat menetét. [277]

Az MI alapú karbantartási tevékenység a Mesterséges Intelligencia Stratégiában is megjelenik; hálózati karbantartás támogatása drónképek elemzésével, [134, 15. o.] előrejelzés alapú karbantartás (predictive maintenance). [134, 39. o.] A korábbi Innovációs és Technológiai Minisztérium (rövidítve: ITM) 2020. októberi közleménye szerint az energetikai közműhálózatok karbantartási tevékenysége előre meghatározható lesz a prediktív karbantartás és az autonóm üzemeltetés széleskörű bevezetésével. [278]



25. ábra: Energetikai rendszerek öregedésének kezelését célzó módszerek.
Készítette a szerző.

3.2.9 A kiberbiztonsággal összefüggő főbb problémák azonosítása és azok kezelési lehetőségei

A kiberbiztonság egy olyan stratégiai jelentőségű terület, amelynek hatékony és sikeres szavatolásában az időtényezőnek különösen nagy jelentősége van. A technológia rohamos fejlődése ugyanis gyakorlatilag állandó jellegű támadási felületet biztosít a

kiberbűnözők számára. Az eddigi kibertámadások tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a villamosenergia-rendszer ipari felügyeleti rendszerei (angolul: Industrial control systems / Supervisory Control and Data Acquisition, rövidítve: ICS/SCADA) esetében már nem lehet arra hagyatkozni, hogy azok speciális jellege a támadót érdemben akadályozhatná. [279, 12. o.] A Security for Control Systems (rövidítve: SeConSys) együttműködés keretében készült a villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyvének (a továbbiakban: Kézikönyv) stratégiai megközelítése szerint a magyar villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kiberbiztonságának a következő öt pilléren kell alapulnia: 1. kiberbiztonsági kutatás-fejlesztés, 2. kiberbiztonsági oktatás, képzés, 3. kibertámadást megelőző képesség fejlesztése, 4. kibertámadást észlelő képesség fejlesztése, 5. kibertámadásra történő reagáló képesség fejlesztése. [280, 35-36. o.]

A Nemzeti Energiastratégia intézkedési javaslatok között is nevesített utóbbi három pillér [24, 59. o.] – azaz a megelőzés, az észlelés és a reagálás tevékenységcsoportja – kapcsán a Kézikönyv által tett ajánlások jelen disszertáció keretei között csak felsorolásszerűen ismertethetők. Ezek részleteit a Kézikönyv vonatkozó alpontjai fejtik ki.

A *kiberbiztonsági kutatás-fejlesztés* célja a nemzetközi legjobb gyakorlatok megismerése, és azoknak a magyar villamosenergia-rendszer ICS/SCADA sajátosságait is figyelembe vevő továbbfejlesztése. Fontos, hogy álljanak rendelkezésre olyan komplex szakmai anyagok és megoldások, amelyek a kiberbiztonsági és villamosenergetikai szempontokat, ismereteket egységben, összefüggéseiben tartalmazzák. A Kézikönyv kiemeli, hogy az érintett társaságok és államigazgatási szervek legyenek képesek a szükséges és elégséges szintű kiberbiztonságnak megfelelő sokirányú, komplex szemléletű fejlesztésekre (ideértve a mindenkori célirányos szabályozási és finanszírozási környezetre vonatkozó elemzések végzését, döntéshozókat javaslatok kidolgozását), továbbá az elért eredmények folyamatos szinten tartására. [280, 35. o.]

A *kiberbiztonsági oktatás, képzés* pillér kapcsán a Kézikönyv célként határozza meg a villamosenergetikai és kiberbiztonsági szakemberek oktatását, (tovább)képzését, valamint a szakterületi döntéshozók és -hozók, jogalkotók, társasági közép- és felsővezetők részére a villamosenergia-rendszer ICS/SCADA energetikai és kiberbiztonsági sajátosságaival és mindenkori aktuális kihívásaival kapcsolatos naprakész ismeretek rendszeres átadását. [280, 36. o.] A rendszeres képzések, tréningek megfelelő fórumot biztosítanak a nyílt forrású információszerzéssel (angolul: Open Source Intelligence, rövidítve: OSINT) szembeni fellépésre is, amelyek keretében az adott energetikai rendszernél dolgozó személyzettel

megismertethetők az OSINT-technikák és az azokkal szembeni védekezési lehetőségek. [281, 125. o.]

A kibertámadást megelőző képesség fejlesztése a villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-t érő mindenkori kiberfenyegetésekkel szembeni komplex kiberbiztonsági rendszer meghatározását, kiépítését és működtetését célozza, az aktuális új kihívásoknak megfelelő folyamatos javító, fejlesztő tevékenység ellátása mellett. A hatékony megelőzés kulcsfontosságú feltétele – az általános stratégiai célterületek között említett – biztonságtudatosság erősítése is, szakítva azzal a nézettel, hogy a kiberbiztonság csak a kiberbiztonsági specialisták szűk szakértői körének feladata lenne. Stratégiai léptékű teendő továbbá az ICS/SCADA-k kiberbiztonságát érintő eltérő információs technológia (angolul: Information Technology, rövidítve: IT) és operatív/üzemeltetési technológia (angolul: Operational Technology, rövidítve: OT) oldali nézetek, gyakorlatok közelítése, szakmai együttműködések ösztönzése. Helytelen ugyanis az az OT megközelítés, miszerint az IT kiberbiztonsági megoldásainak jelentős része nem alkalmazható ICS/SCADA környezetben, és tarthatatlan azon álláspont is, hogy az OT rendszereket speciális kialakításuk, protokolljuk stb. önmagában is megvédi. Az eddigi „IT vs. OT” megközelítés helyett egy olyan – az adott technológiai környezetben megvalósítható, fenntartható és hatékony – védelmi stratégiát célszerű kialakítani, amelyet egyrészt az IT-oldali jó gyakorlatok, másrészt a konkrét technológiára vonatkozó specifikus mérnöki ismeretek együttes bázisán közösen hoznak létre a két terület szakemberei együttműködésük során. Stratégiai jelentőségű annak felismerése, hogy a villamosenergetikai és a kiberbiztonsági szakértőknek már a megelőzés során is célszerű szorosan együttműködniük. Komplex szakmai megközelítés szükséges például ahhoz, hogy az ICS-komponensekbe már a tervezési szakaszban beépüljenek olyan kapacitástartalékok, amelyek lehetővé teszik a kibervédelmi funkciók implementálását is úgy, hogy ezek ne idézzenek elő performancia csökkenést az alapfunkcióik tekintetében. [280, 44-45. o.]

Megelőzést célzó ajánlások:

- A szervezet biztonsági rendszerének sebezhetőségi vizsgálata.
- Konfiguráció- és javításkezelés.
- Azonosítás és hozzáférés kezelés, ellenőrzés.
- Terület (zóna) biztonságban tartását célzó határvédelem.

- IT és OT hálózatokba való behatolás megelőzése.
- Adatvagyron sérthetlenségét, integritását, használhatóságát, bizalmasságát biztosító technológiákat, szervezési módszereket magába foglaló adatbiztonság. [282, 62-69. o.]

A kibertámadást észlelő képesség fejlesztése olyan komplex kiberbiztonsági rendszer jellemzőinek, elemeinek meghatározására, kiépítésére és működtetésére irányul, amely a bekövetkező villamosenergetikai incidensek felderítésére, kezelésére hivatott. [280, 36. o.] Az észlelés tevékenységcsoport rendeltetése a fenyegetettségek mielőbbi felismerése, a belőlük származó kockázatok csökkentése. [282, 70. o.] Az észlelt kibertámadások alapján szerzett információk folyamatosan hasznosítandók a kutatás-fejlesztés és a képzés során is, de főként a megelőző képesség fejlesztésében. [280, 45-46. o.]

Észlelő képesség fejlesztését célzó ajánlások:

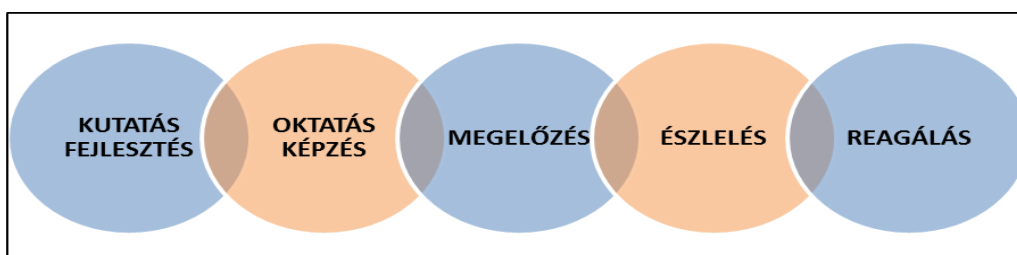
- Helyzetismeret, amely a rendszerben zajló történéseknek az üzemeltetők általi folyamatos, állandó és pontos ismeretét jelenti.
- Naplógyűjtés, kezelés és elemzés, amellyel könnyebb eldönteni, hogy egy esemény megtörtént-e, milyen hatással járt, és azt miként lehet megelőzni.
- Rosszindulatú kódok (malware) ellenőrzése, kiszűrése. [282, 70-71. o.]

A kibertámadásra történő reagáló képesség fejlesztése a bekövetkezett incidensek felderítését, elemzését, a javító intézkedésekre vonatkozó javaslatok kidolgozását, a felelősség megállapítását és a szükséges komplex képességfejlesztések végrehajtását határozza meg célként. [280, 36. o.] Elsődleges cél a támadási hatás, azaz a működési zavarok minimálisra csökkentése. Ennek érdekében célszerű a rendszerek működését úgy megtervezni, hogy a támadással érintett rendszereket el lehessen szigetelni a sértetlen rendszerektől, és meg kell kezdeni a kompromittált eszközök helyreállítását. A támadás elhárítását a begyűjtött adatok feldolgozása, értékelése, a támadás és az abban felhasznált technikák részletes vizsgálata követi, ami szolgálja egyrészt az ICS/SCADA üzemének mielőbbi biztonságos helyreállítását, másrészt a jövőbeni hasonló események megelőzését, harmadrészt pedig a bűnüldözést. Az elhárítás, az adatelemzés, valamint a támadó által kihasznált sebezhetőségek azonosítása után az érintett feleknek/részlegeknek célszerű egyeztetést folytatni a reagálás folyamatáról, amelyhez visszajelzési, értékelő rendszert kell kialakítani. Ennek keretében az illetékesek megoszthatják egymással releváns információikat, meglátásaikat. [282, 72. o.] Az incidensek kivizsgálásának tanulságai visszacsatolandók és beépítendőek a képzésbe, a kutatás-

fejlesztésbe, a megelőzésbe és az észlelésbe. [280, 46. o.] Fontos, hogy a reagálás alapvető stratégiáját, irányelveit előzetesen kell rögzíteni. Tekintettel azonban arra, hogy nem lehetséges minden támadásra előzetesen felkészülni, – az előre definiálandó kereteken belüli – konkrét reagálás valamennyi esetben egyedi, rögtönzött elemeket is fog tartalmazni. [282, 72. o.]

Reagáló képesség fejlesztését célzó ajánlások:

- A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA komponensek üzemeltetőinek biztonsági eseménykezelési szabályzattal és tervvel kell rendelkezniük.
- Saját, rendszeresen trenírozott eseménykezelő cross-domain csapatok rendelkezésre állása.
- Rendszeres eseménykezelő tanfolyamok és gyakorlatok tartása az ICS/SCADA komponensek révén minden érintett terület bevonásával.
- A legjobb gyakorlatok alapján reagálási eljárások, irányelvek készítése az ICS/SCADA üzemeltetésében illetékes valamennyi szervezet és személy számára.
- Security Orchestration Automation and Response (rövidítve: SOAR) rendszer használata, azaz szoftvermegoldások, amelyek együttesen képesek megvalósítani a fenyegetések és sebezhetőségek kezelését, az incidensmenedzsmentet, valamint a biztonsági műveletek automatizálását.
- A leltár, a hálózati topológia, a függőségi gráf naprakész állapotban tartása.
- Mentések, visszaállási információk, megfelelő konfiguráció kezelés végzése, készítése.
- Fizikailag elválasztott menedzsment-hálózat megléte a naplógyűjtésre és a biztonsági beállítások elvégzésére.
- A támadás elhárítása után az esemény kiértékelésre meghatározott eljárásrend kialakítása. [282, 73-74. o.]



*26. ábra: A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kiberbiztonságának pillérei.
Készítette a szerző. Forrás [280]*

A megelőzés, az észlelés és a reagálás általános érvényű szempontjai között külön figyelmet érdemelnek a kiberbiztonsági kockázatértékelések és a baseline-ok (kiindulópontok, alapesetek). Javasolt egyrészt a kiberbiztonsági szempontokat is magukban foglaló kockázatelemzések és -értékelések kötelezővé tétele a belső szabályozásban, összhangban a jogszabályi előírásokkal. Másrészt pedig – tekintettel arra, hogy a biztonsági kiindulási irányelvek képezik a kiberbiztonsági kockázat kezelésének elősegítésére szolgáló politikák, eredmények, tevékenységek, gyakorlatok és ellenőrzések kiindulópontjait, alapeseteit – ajánlott, hogy a cégek alkossanak belső szabályokat a baseline-ok kialakítására is. [282, 60-61. o.]

A fentiekén túlmenően a Kézikönyv a villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kiberbiztonságának feltételeként határozza meg az ICS/SCADA-rendszerek és komponensek kiberbiztonsági szempontoknak is megfelelő felépítését, rendszertechnikáját, többszintű védelmi rendszerét és illesztését az IT rendszerekhez. [283, 78. o.]

A Nemzeti Energiastratégia utal arra, hogy jelenleg a magyar villamosenergia-rendszerben érintett jelentősebb szervezetek létfontosságú rendszerelemmé jelölése egyelőre nem történt meg, azaz nem tartoznak az Lrtv. hatálya alá. A jogszabályi környezetet ezért úgy kell átalakítani, hogy a küszöbértékek lehetővé tegyék azok létfontosságú rendszerelemmé történő kijelölését. A dokumentum javaslatot tesz a hatályos kiberbiztonsági követelményrendszer – az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvény (a továbbiakban: Ibtv.) és az e törvényben meghatározott technológiai biztonsági, valamint a biztonságos információs eszközökre, termékekre, továbbá a biztonsági osztályba és biztonsági szintbe sorolásra vonatkozó követelményekről szóló 41/2015. BM rendelet – módosítására. [24, 58-59. o.] A Kézikönyv ennek kapcsán megjegyzi, hogy az Ibtv. és annak végrehajtására kiadott 41/2015. BM rendelet nem kezeli az alágazati sajátosságokat, ezért vagy új energia ágazati végrehajtási rendeletet kellene alkotni, vagy a jelenleg hatályos 41/2015. BM rendeletet lenne szükséges bővíteni, és a kivétel rendszereket kidolgozni. [284, 153. o.] A szabályozás fejlesztésében az európai uniós változások mellett más országok nemzeti szintű szabályozása is figyelembe veendő. [280, 51-53. o.] A Nemzeti Energiastratégia további intézkedési javaslatként határozza meg az energiaszektorban érintett jelentősebb szervezetek közötti információmegosztás hatékonyabbá tételét hazai és nemzetközi szinten egyaránt, a

kiberbiztonsági incidensek esetén helyszíni segítséget nyújtó gyorsreagálású egység felállítását, a jogszabályban előírt minimális biztonsági követelményeknek megfelelő beállítások alkalmazását, valamint a kiberbiztonsági tevékenységek képzett és tapasztalt szakemberekkel történő folyamatos ellátását. [24, 59. o.]

Globális szintű stratégiai hatással járhat Donald Trump korábbi amerikai elnök 2020. május 1-én kiadott rendelete („*Executive Order on Securing the United States Bulk-Power System*”), amellyel az USA villamosenergia-rendszerét az elmúlt években főként a kibertér felől fenyegető veszélyek miatt országos vészhelyzetet hirdetett ki. [280, 35. o.] A rendelettel az USA deklarálta, hogy az ország villamosenergia-rendszerének biztonsága nemzetbiztonsági kérdés, a külföldi tervezésű, fejlesztésű, gyártású villamos hálózati berendezések eddigi beszerzési és alkalmazási gyakorlata, valamint e berendezések és rendszerek külföldiek általi tulajdonlása, és irányítása pedig katasztrofális következményekkel is járhat. Ezzel összhangban a jogszabály rendelkezést tartalmaz a külföldi eredetű kockázatot hordozható rendszerelemek mielőbbi azonosítására, elkülönítésére, megfigyelésére vagy cseréjére vonatkozóan. A rendelet tehát várhatóan más országok döntéshozóit is hasonló lépések megtételére fogja ösztönözni, korlátozott azonban azon országok száma, amelyek a villamosenergia-rendszerük valamennyi kritikus elemét és rendszerét maguk lennének képesek biztosítani. A Kézikönyv megállapítja, hogy Magyarország sincs abban a helyzetben, hogy villamosenergia-rendszere védelmében a rendeletben foglaltakhoz hasonló mélységű lépéseket tegyen. A jogszabály ugyanakkor hozzájárulhat ahhoz, hogy nagyobb hangsúly tevődjön az egyéb kritikus infrastruktúrák villamosenergia-ellátástól való függőségeire, de főleg a megfelelő (kiber)biztonsági szint szavatolásához szükséges komplex intézkedésekre és ezek esetleges nemzetbiztonsági vonatkozásaira. Az idegen eredetű hozzáférések megelőzése és megakadályozása érdekében szükségessé válhat – egyebek mellett – a szabályozási, beszerzési, tervezési, gyártási, létesítési, üzembehelyezési, üzemeltetési keretek célirányos átalakítása. [237, 157-161. o.] Egyre valószínűbbnek látszik, hogy a (köz)beszerzések szabályozásában és gyakorlatában az eddigi árközpontúságnak ki kell egészülnie biztonság központúsággal is. [244, 174. o.] A kompromittált berendezések, hardver és szoftver elemek, chip-ek kiszűrésére indokolt lehet egy – intenzív kutatás-fejlesztési tevékenység támogatásával megvalósuló – átfogó rendszer kiépítése. [237, 161. o.]

A kiberbiztonsággal összefüggő kockázatok és kihívások kapcsán elmondható, hogy azok hatékony kezeléséhez az informatikai (kiberbiztonsági) eszközökön, megoldásokon

túlmenően széleskörű, technológiai, jogi, gazdasági, szociológiai, etikai szemlélet egyaránt szükséges. [285]

3.2.10 Egyes kiemelt, veszélyes hulladékáramok kezelésének módszerei és lehetőségei

A megfelelő hulladékgazdálkodás a környezeti fenntarthatóság megvalósításának alapvető feltétele. A természeti környezetre és az emberi egészségre fokozott kockázatot jelentő veszélyes hulladékok kezelése azonban különös odafigyelést igényel. [286] Az Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 (a továbbiakban: OHT) a veszélyes hulladékok körébe tartozó kiemelt hulladékáramokra vonatkozóan külön cselekvési irányokat határoz meg. Az OKIR adatai alapján megállapítható, hogy e hulladékáramok közül a poliklórozott bifenil (a továbbiakban: PCB) tartalmú hulladékok, a hulladékolaj, az elem-, illetve akkumulátorhulladék, az elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladékok, valamint az azbeszthulladékok az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban is termelődnek. A veszélyes hulladékok körébe sorolt további kiemelt hulladékáramok közül a hulladékká vált gépjárművekből származó hulladék, az egészségügyi intézményekben képződő hulladék, gyógyszerhulladék, valamint a növényvédő szerekből és csomagolóeszközökből képződő hulladék nem képezi a dolgozat kutatási tárgyát. A PCB-k a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagok (angolul: Persistent Organic Polluters, rövidítve: POP) körébe sorolandók. [247, 113-114. o.] E mérgező anyagok a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról szóló Stockholmi Egyezmény és a nagy távolságra jutó határokon áttérjedő levegőszennyezésről szóló Genfi Egyezmény Aarhusi POP Jegyzőkönyvének szabályozási tárgykörébe tartoznak. Az EU e nemzetközi forrásokat a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról szóló 2019/1021 rendelettel (POP rendelet) hajtja végre. [287] A Stockholmi Egyezmény 2004-es hatályba lépése óta tilos a PCB gyártása. [247, 114. o.] Az egyezmény hazai kihirdetése a 2008. évi V. törvénnyel valósult meg. Korábban a PCB-k jellemzően transzformátorokban, kondenzátorokban, hőátadó folyadékként, hidraulikus rendszerekben, kenőanyagokban, festékekben, ragasztókban, tömítő- és szigetelőanyagokban, valamint műanyagokban voltak használatosak. [247, 114. o.]

A poliklórozott bifenilek és a poliklórozott terfenilek (PCB/PCT) ártalmatlanításáról szóló 96/59/EK tanácsi irányelv a tagállamok számára előírta az elhasználdott PCB-k ártalmatlanítását és a PCB-k, valamint a PCB-t tartalmazó berendezések megtisztítását. [288, 3. cikk.] Emellett nyilvántartás összeállítási kötelezettséget is megállapított azon berendezések vonatkozásában, amelyek több mint 5 dm³ PCB-t tartalmaznak. [288, 4. cikk]

(1.) A 0,05 tömegszázaléknál több PCB-t tartalmazó transzformátorok kapcsán pedig a PCB szint kevesebb, mint 0,05 tömegszázalékra, és ha lehetséges, 0,005 tömegszázalék alá csökkentését írta elő. [288, 9. cikk (1) a.)]

A magyar jogban a 96/59/EK irányelvnek való megfelelést szolgálja a PCB, valamint a PCB-t tartalmazó berendezések kezelésének részletes szabályairól szóló 144/2012. (XII. 27.) VM rendelet, amely – még szigorúbb szabályozást meghatározva – általánossá teszi az 5 dm³-nél kisebb töltetű berendezésekre is a nyilvántartási és bejelentési, valamint ártalmatlanítási kötelezettséget. Hazánknak 2011-re sikerült megfelelnie a 96/59/EK irányelv előírásainak. [247, 115. o.] Az OKIR adatbázisa alapján a PCB-tartalmú hulladékok ártalmatlanításának jellemző módja az égetés, a fizikai, valamint kémiai kezelés.

24. táblázat: Magyarországon keletkezett PCB-tartalmú hulladékok kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020). Készítette a szerző. Forrás [251]

	Valamennyi gazdasági ágazat	Energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatok
2010.	217.827	96.850
2011.	58.667	30.824
2012.	348.264	10.940
2013.	14.741	6.449
2014.	19.775	8.791
2015.	29.034	24.003
2016.	29.986	15.850
2017.	14.993	7.629
2018.	11.112	4.271
2019.	9.261	6.872
2020.	10.716	6.702

A két oszlop adatainak az összevetéséből jól látható, hogy az energiaágazathoz szorosabban kapcsolódó gazdasági ágazatokban termelődött PCB-tartalmú hulladékmennyiség több vizsgált évben is jelentős hányadát tette ki e hulladéktípusoknak az összes ágazatban keletkezett mértékének. Általánosságban pozitívként értékelhető, hogy a PCB hulladék jelentős része már egyre kisebb mértékben keletkezik, a Stockholmi Egyezmény távlati célja pedig valamennyi PCB-tartalmú berendezés 2025-re történő kivezetése, illetőleg PCB-tartalmuk ártalmatlanítása 2028-ra. Egyelőre azonban továbbra is alapvető fontosságú a PCB-k és POP anyagok kapcsán a lakosság és a foglalkozásukból fakadóan esetleges expozíciónak kitett munkavállalók folyamatos szemléletformálása, környezeti és egészségügyi tájékoztatása. [247, 119. o.]

A következő kiemelt veszélyes hulladékáram a hulladékolaj. A Bizottság (EU) 2019/1004 végrehajtási határozatának VI. melléklete [289] alapján a tagállamok adatszolgáltatási kötelezettséggel rendelkeznek az ásványi és szintetikus kenőolajokra, az

ipari olajokra, valamint a hulladékolajokra nézve. [247, 119. o.] A Ht. értelmében a hulladékolajba beletartozik „*bármely ásványi vagy szintetikus kenőolaj vagy ipari olaj, amely az eredeti rendeltetési célra tovább nem használható, így különösen a használt motorolaj és sebességváltó-olaj, kenőolaj, turbinaolaj és hidraulikaolaj.*” [248, 2. § (1) 30.] A hazánkban keletkezett hulladékolaj mértékére vonatkozó adatokat az alábbi táblázat tartalmazza.

25. táblázat: Magyarországon keletkezett hulladékolaj kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020). Készítette a szerző. Forrás [251]

	Valamennyi gazdasági ágazat	Energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatok
2010.	45.527.427	2.351.028
2011.	38.176.321	2.087.852
2012.	36.364.882	2.236.828
2013.	37.285.298	1.450.668
2014.	35.516.609	1.678.543
2015.	38.585.902	1.314.082
2016.	38.099.778	1.835.981
2017.	40.243.689	1.905.073
2018.	50.000.963	1.921.825
2019.	59.822.801	1.703.831
2020.	53.893.891	2.326.813

A táblázat számadatai alapján következtetésként levonható, hogy az energiaágazathoz szorosabban kapcsolódó gazdasági ágazatok meglehetősen alacsony mértékben járultak hozzá az országban termelődött hulladékolaj mennyiségéhez a vizsgált tíz éves periódusban. Míg az összes ágazatot magában foglaló mennyiség 40-50 millió kg, addig az energiaágazat specifikus gazdasági ágazatokra vonatkozó érték 2 millió kg/év körül alakult. Az OHT cselekvési irányként határozza meg a hulladékolaj gyűjtött mennyiségének a növelését, valamint annak vizsgálatát, hogy a meglévő kezelői kapacitások az előreláthatólag növekvő gyűjtött mennyiségek kezeléséhez elegendőek-e. A dokumentum emellett jelentős iparfejlesztési célként jelöli meg a hasznosítás kérdését is. [247, 124. o.]

A fosszilis alapú energiahordozóktól való eltávolodással párhuzamosan világszerte egyre nagyobb hangsúlyt kap az elem- és akkumulátorhulladékok termelődésének problémája. Elemek és akkumulátorok közös fogalmát határozza meg az elem- és akkumulátorhulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről szóló 445/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet, amely szerint ebbe a körbe tartozik az olyan „*elektromos áramforrás, amely kémiai energiát közvetlenül elektromos energiává alakít át, és egy vagy több elsődleges (nem újratölthető), illetve másodlagos (újratölthető) részegységből (cellából) áll.*” [290, 2. § (1) 2.] A hulladékjegyzéket, valamint az OKIR adatait alapul véve megállapítható, hogy az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban az alábbi hulladéktípusokba sorolható veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok termelődtek a 2010 és 2020 közötti időszakban.

26. táblázat: A hazai energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok típusai. Készítette a szerző. Forrás [251] [291, 2. melléklet]

Hulladéktípus	Hulladékkód
ólomakkumulátorok	160601
nikkel-kadmium elemek	160602
higanyt tartalmazó elemek	160603
elemekből és akkumulátorokból származó, elkülönítetten gyűjtött elektrolit	160606
elemek és akkumulátorok, amelyek között a 16 06 01, a 16 06 02 vagy a 16 06 03 azonosító kóddal jelölt elemek és akkumulátorok is megtalálhatók	200133

A 445/2012-es Korm. rendelet – amely egyben a 2006/66/EK irányelvnek való megfelelést is szolgálja – néhány kivételtől eltekintve megtiltja a 0,0005 tömegszázalékot meghaladó higanyt tartalmazó elem és akkumulátor, valamint a 0,002 tömegszázalékot meghaladó kadmiumot tartalmazó hordozható elem és akkumulátor forgalmazását, az elektromos és elektronikus berendezés alkotórészeit, tartozékait is ideértve. [290, 3. §.] A hulladékká vált elemek és akkumulátorok kapcsán lényeges előírás, hogy a rendelet értelmében az elem- és akkumulátorgyártónak átvételi kötelezettsége áll fenn, azaz az elem- és akkumulátorhulladékot a hulladékbirtokostól – átvételi helyen, illetve speciális gyűjtőhelyen – köteles átvenni. Emellett a gyártót gyűjtési kötelezettség is terheli, amely szerint az átvett hulladékká vált hordozható elem, akkumulátor gyűjtéséről a jogszabály 2. mellékletében meghatározott mértékben gondoskodik. [290. 5. § (1-2).] Ugyancsak a gyártó köteles gondoskodni az átvett és gyűjtött hulladék kezeléséről is. [290. 6. § (1).] 2011. szeptember 26-tól tilos hulladéklerakóban elhelyezni a használt áramforrásokat, így valamennyi átvett és gyűjtött azonosítható elemet és hordozható áramforrást a gyűjtő szervezetek a hasznosító üzemek részére adják át. A nem azonosítható áramforrásokat azonban továbbra is el lehet helyezni a veszélyes-hulladék lerakókban. [247, 125-126. o.]

A 2006/66/EK irányelv előmozdította az elem- és akkumulátorhulladékok nagyarányú gyűjtését és újrafeldolgozását. A jogi aktus a környezetbe kerülő veszélyes anyagok mértékének a csökkentését is szorgalmazza, amit az ilyen anyagoknak az elemekben és akkumulátorokban történő felhasználásának mérséklésével, valamint a felhasznált anyagok újrafelhasználásával szükséges elérni. [247, 125. o.]

A veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok hazai termelődését illetően az alábbi táblázat adatai szolgálnak információval.

27. táblázat: Magyarországon keletkezett veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020). Készítette a szerző. Forrás [251]

	Valamennyi gazdasági ágazat	Energiaágazat-specifikus
--	-----------------------------	--------------------------

		gazdasági ágazatok
2010.	3.989.755	978.589
2011.	4.513.745	958.763
2012.	4.924.158	1.134.497
2013.	5.586.361	1.310.310
2014.	5.059.947	1.184.139
2015.	5.563.212	1.444.404
2016.	5.319.743	719.337
2017.	5.153.995	337.346
2018.	5.294.184	292.556
2019.	5.932.188	336.047
2020.	6.460.506	273.802

Az adatok azt mutatják, hogy főként a 2010-es évek közepéig az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatok a veszélyes elem- és akkumulátorhulladék termelődéséhez összességében jelentős arányban járultak hozzá. Az OHT felhívja a figyelmet, hogy az elemek és akkumulátorok iparága jelenleg átalakulóban van. A technológia és a felhasználás típusai is folyamatosan bővülő tendenciát mutatnak, így a jövőben jelentős kibocsátás növekedésre lehet számítani, amelyek feldolgozását szolgáló technológiák egyelőre korlátozottan állnak rendelkezésre. E hulladéktípusok esetében tehát a gyűjtési és hasznosítási arány növelése az elkövetkezőkben is alapvető fontossággal bír. [247, 131-132. o.]

A termékek veszélyes anyag tartalmának a korlátozása, illetve esetenként tiltása, valamint a környezetbarát tervezésre való ösztönzés mellett lényegében ugyancsak a gyűjtés és a hasznosítás szorgalmazása tekinthető – a fentiekhez hasonlóan a kiemelt hulladékok közé sorolt – elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladékképződés kézenfekvő rendezésének. Mindezt szolgálják az európai uniós és nemzeti jogi szabályozások – ld.: 2011/65/EU irányelv, 2012/19/EU irányelv, 374/2012. (XII. 18.) Korm. rendelet, 197/2014. (VIII. 1.) Korm. rendelet –, valamint az OHT-ben meghatározott célok és irányok. [247, 132-134. és 142-143. o.] E hulladékok forrása minden „*olyan berendezés, amelynek legalább egy szándékolt funkciója ellátásának megfelelő működése elektromos áram vagy elektromágneses mezőtől függ, valamint az elektromos áram vagy elektromágneses mező generálására, átalakítására és mérésére szolgáló olyan berendezés, amely váltóáram mellett legfeljebb 1000 volt, egyenáram mellett legfeljebb 1500 volt feszültségre terveztek.*” [292, 2. § 4.] Az elektromos és elektronikus berendezések kezelése utáni, nem újrafeldolgozható hulladékainak ártalmatlanítása többnyire lerakással, kisebb mértékben energiatermelés melletti égetéssel valósul meg. [247, 139. o.]

Az eddig vizsgált hulladékokon kívül a kiemelt veszélyes hulladékok közé sorolandók az azbeszthulladékok is. Az azbeszt a természetben előforduló, szálas szerkezetű,

a hőnek és számos vegyi anyagnak ellenálló ásvány, amelynek minden formája veszélyes az emberi egészségre nézve. Az alábbi táblázat adatai szerint országos szinten évente több millió kg nagyságrendben keletkezett azbeszthulladék a vizsgált időszakban. 2005. január 1-től azonban teljeskörűen tilos az azbeszt rostot tartalmazó termékek forgalmazása és felhasználása, így az azbeszt tartalmú potenciális hulladékok mennyisége végessé vált. [247, 163. o.] Az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban 2019-ben és 2020-ban 100.000 kg alá csökkent a keletkező azbeszthulladék mennyisége.

28. táblázat: Magyarországon keletkezett azbeszthulladék kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020). Készítette a szerző. Forrás [251]

	Valamennyi gazdasági ágazat	Energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatok
2010.	4.122.383	106.415
2011.	4.569.835	137.963
2012.	6.930.213	183.932
2013.	3.184.667	109.266
2014.	2.527.769	167.232
2015.	3.261.814	121.991
2016.	3.200.461	269.451
2017.	3.409.977	111.722
2018.	3.891.621	114.726
2019.	3.793.778	84.305
2020.	3.466.459	76.233

Az azbeszt súlyos veszélyessége és az anyag tulajdonságai miatt, az azbeszt tartalmú hulladékok kezelése nem lehetséges újrahasználat, újrafeldolgozással, egyéb hasznosítási lehetőségekkel, ehelyett jelenleg csaknem az egyetlen kezelési mód a „*Lerakás műszaki védelemmel (elhelyezés fedett, szigetelt, a környezettől és egymástól is elkülönített cellákban)*”. Különösen egészségügyi okok miatt célszerű minél előbb nagy mennyiségben az azbeszt eltávolítása és a keletkező hulladék hulladéklerakóban való ártalmatlanítása. Az OHT a jövőre nézve a kezelés mennyiségének és a mentesítés intenzitásának a fokozását látja szükségesnek. [247, 164-166. o.]

3.3 Az energetikai rendszerekkel kapcsolatos iparbiztonsági üzemeltetési tevékenységek elemzése

3.3.1 Jogszabályi környezet elemzése

Az egyes specifikus stratégiai célterületekkel kapcsolatos legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívások és azok kezelési lehetőségei ismeretében a következőkben az energia ágazat üzemi létesítményei védelmi tervezési eszközrendszerének a fejlesztési lehetőségeit vizsgálom. Elemzésemet a jogszabályi környezet bemutatásával kezdem.

Általánosságban az üzemeltető működési feltételeit elsősorban a jogszabályok, működési engedélyek tartalma határozza meg. Az üzemeltetők ezen túlmenően rendelkezhetnek különböző irányítási rendszerekkel, amelyek megfogalmazhatják a működés stratégiáját, az elérendő célokat – többek között a biztonságos és folyamatos működés feltételeit – ugyanakkor ezek nem kötelező jellegűek. Tapasztalataim alapján előfordulhat, hogy a különböző érdekviszonyok miatt az irányítási rendszerben meghatározott stratégiai célok csak részben valósulnak meg, ami elsősorban a forráshiányra, illetve a rendelkező források elosztására vezethető vissza. A biztonságos és folyamatos működés minimális feltételeit ezért megítélésem szerint jogszabályokban szükséges rögzíteni, hiszen azok kötelező érvényűek minden üzemeltetőre, illetve a különböző érdekcsoportokra nézve. Fontos, hogy az egyes jogszabályok hatálya minden potenciálisan érintett érdekcsoportra kiterjedjen.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, valamint a kritikus infrastruktúra védelem alapja egyaránt a Seveso III. Irányelv [28], valamint a Tanács 2008/114/EK Irányelve az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről (a továbbiakban: ECI Irányelv) [293]. Míg a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés a biztonságos üzemeltetés, valamint egy esetleges baleset hatékony felszámolásához, addig a kritikus infrastruktúra védelem elsősorban a folyamatos működéshez, szolgáltatáshoz szükséges feltételrendszert határozza meg.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés hazai követelményrendszere a Kat.-ban, [30] valamint végrehajtási rendeletében, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendeletben [294] jelenik meg.

A kritikus infrastruktúra védelem vonatkozásában hasonlóan a kerettörvényben, és végrehajtási rendeletben fogalmazódnak meg a fő kritériumok, ugyanakkor a széles, eltérő spektrumra való tekintettel a részletszabályok az ágazati jogszabályokban fogalmazódnak meg. A kritikus infrastruktúra védelem jogszabályi környezete az alábbiakban foglalható össze: [295]

- Lrtv. [31]
- Az Lrtv. végrehajtásáról szóló 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Lrtv. Vhr.) [296]

- Ágazati kormányrendeletek

29. táblázat: Kritikus infrastruktúra védelem ágazati kormányrendeletei.

Készítette a szerző. Forrás [295]

Ágazat elnevezése	Jogszabály
Energia	374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet
Agrárgazdaság	540/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet
Egészségügy	246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet
Pénzügy	330/2015. (XI. 10.) Korm. rendelet
Infokommunikációs technológiák	249/2017. (IX. 5.) Korm. rendelet
Víz	541/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet
Közbiztonság-védelem	512/2013. (XII. 29.) Korm. rendelet
Honvédelem	359/2015. (XII. 2.) Korm. rendelet
Közlekedés	161/2019. (VII. 4.) Korm. rendelet
Társadalombiztosítás	-

A fentiek alapján megállapítható, hogy a veszélyes üzemek felügyelete, valamint a kritikus infrastruktúrák védelmét koordináló ágazati jogszabályok európai uniós jogszabályokon alapulnak. A veszélyes üzemek felügyeletének hazai jogszabályrendszere azonban szigorúbb, mint a Seveso III. Irányelv, tekintettel arra, hogy új, az irányelvben nem szereplő státuszok kerültek Magyarországon bevezetésre, ezáltal a jogszabály hatálya több üzemre terjed ki. A kritikus infrastruktúra védelem hazai jogszabályrendszere az ECI Irányelvhez képest előremutató, tekintettel arra, hogy az érintettek – elsősorban állam és közigazgatási- és rendvédelmi szervek – felelősségi- és hatásköre egyértelműen deklarált. Az ECI Irányelv újragondolásának szükségességét előrevetíti az irányelv (6) preambulumbekzdése, amely kimondja, hogy a kritikus infrastruktúra védelem „*elsődleges és végső felelőssége a tagállamokat és az infrastruktúrák tulajdonosait/üzemeltetőit terheli*”. [293, Preambulum (6).] Napjaink új kihívásai azonban rávilágítanak arra, hogy számos olyan terület van – többek között ilyen az energetika is – ahol európai uniós szintű tárgyilagos kockázatelemzés és az elemzések eredményei alapján megalapozott, komplex intézkedési sor szükséges.

3.3.2 A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, valamint a kritikus infrastruktúra védelem azonosítási és engedélyezési feltételeinek összehasonlító elemzése

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, valamint a kritikus infrastruktúra védelem vonatkozásában az eljárás rendkívül hasonló, bár az egyes lépések megnevezése eltérő. Az eljárások fő lépéseit az alábbi ábra alapján hasonlítom össze:



27. ábra: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, valamint a kritikus infrastruktúra védelem eljárásának folyamatábrája. Készítette a szerző.

A bevezető alfejezetben megfogalmazott célok elérése érdekében az alábbi kutatásom tárgya az üzemazonosítási eljárás lefolytatása / kijelölési eljárás lefolytatása, valamint a döntés.

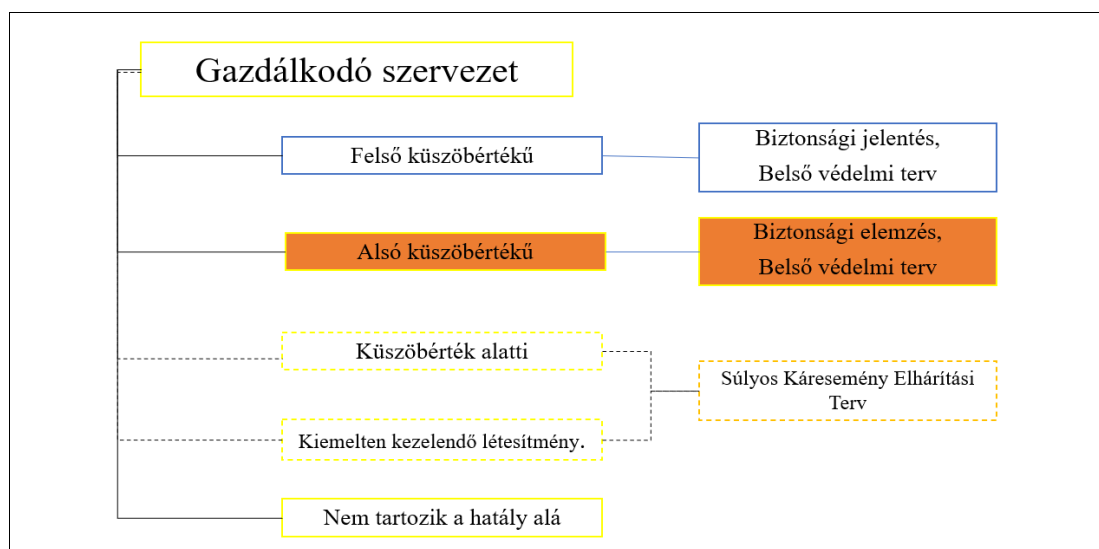
3.3.2.1 Üzemazonosítás / Azonosítási vizsgálat

A folyamat első lépése annak eldöntése, hogy egy adott üzem (üzemeltető) a vizsgált jogszabályok hatálya alá tartozik-e vagy sem. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés vonatkozásában az üzemazonosítás alapja az üzem területén

egydőben jelenlévő veszélyes anyagok mennyisége. A veszélyes anyagok körét és a hozzátartozó küszöbértéket a Seveso III. Irányelv tartalmazza. [28] A 2010-ben bekövetkezett vörös iszap katasztrófát követően hazánkban a nemzetközi szabályozásnál szigorúbb szabályozás bevezetésére került sor, új státuszok – küszöbérték alatti üzem, kiemelten kezelendő létesítmények – meghatározásával. Az üzemazonosítás fő lépesi:

- A veszélyes anyag biztonsági adatlapja alapján annak eldöntése, hogy a Kat. szerint veszélyes anyagnak minősül-e vagy sem.
- Amennyiben a Kat. szerint veszélyes anyagnak minősül, a veszélyes anyagot be kell sorolni a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 1. melléklet 2. táblázatba [294] az ún. nevesített veszélyes anyagok közé.
- Amennyiben a veszélyes anyag nem sorolható be a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 1. melléklet 2. táblázatában nevesített veszélyes anyagok közé, a biztonsági adatlap 2. pontjában szereplő figyelmeztető mondat (H mondat) alapján be kell sorolni a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 1. melléklet 1. táblázat [294] valamelyik veszélyességi osztályába.
- A veszélyes anyagok egyidőben jelen lehető mennyiségének meghatározása tömegegységben.
- Küszöbértékszámítás: az üzem státuszának megállapítása.

A státusz alapján a gazdálkodó szervezetek az alábbiak szerint rendszerezhetők:



28. ábra: Veszélyes üzemek és kötelezettségük. Készítette a szerző. Forrás [4]

Az üzemazonosítás meghatározza, hogy az üzemeltetőnek milyen engedélyezési eljárási kötelezettsége van, ugyanakkor a folyamat nem feltétlenül von magával hatósági eljárási folyamatot. Jogszabályi sajátosság, hogy a tevékenység csak engedély birtokában végezhető – nincs átmeneti „próbaüzem” engedély a tevékenység végzésére – ami azt jelenti, hogy az engedély megszerzéséig az üzem területén jelenlévő veszélyes anyagok mennyisége nem érheti el a küszöbértéket.

Az üzemazonosítás egyszerű, egyértelműen definiált, jól és könnyen alkalmazható folyamat. A hatály alá tartozó veszélyes anyagok köre összhangban van a jogszabály szellemiségével, ugyanakkor a küszöbértékek tudományos megalapozottságának vizsgálatára találtam rendelkezésre álló szakirodalmat. [297] A veszélyes anyagok listájának bővítése az új környezeti kihívások – többek között lítium akkumulátor gyártás – miatt szükségessé válik: az akkumulátor gyártásához szükséges összetevők és a maga a késztermék besorolása sem egzak, ugyanakkor az akkumulátor tüzek gyakorisága növekszik. Hozzá tartozik, hogy szilárd anyagok tüze alakul ki, amely egyébként nem tartozik a Seveso III. Irányelv hatálya alá, ugyanakkor lítium akkumulátor égésnek dinamikája miatt a szabályozás újragondolása indokolt. A lítium akkumulátor égése során a bomlás miatt oxigén szabadul fel, ezért az égés kontrolálhatatlanná válik, az oltáshoz speciális védelmi infrastruktúra szükséges. Az égés során hasonlóan mérgező égéstermék felszabadulásával kell számolni. Tekintettel arra, hogy a témakör már korábban kutatásra került, a hatály esetleges kiterjesztése az akkumulátorokra – elsősorban a lítium akkumulátorokra (gyártókra) – a metodikában jelentős változást nem eredményezne, ezért a korábbi kutatási eredményeket elfogadva a témakört tovább nem vizsgálom.

A kritikus infrastruktúra védelem szakterület vonatkozásában az azonosítási vizsgálat összetettebb. Az üzemeltetőnek vizsgálnia kell az ún. ágazati és horizontális kritériumok teljesülését. Az ECI Irányelvben foglaltak szerint az ágazati kritériumok meghatározásánál az egyes ágazatok jellegzetességeit szükséges figyelembe venni. A jogi aktus rögzíti, hogy a *”Bizottság a tagállamokkal együtt iránymutatásokat dolgoz ki a horizontális és ágazati kritériumok alkalmazására, valamint az ECI-k azonosítása során alkalmazandó küszöbértékek hozzávetőleges értékére vonatkozóan. Ezek a kritériumok minősített információk. Ezen iránymutatások követése tetszőleges a tagállamok számára.”* [293, 3. cikk (2).]

Hazánkban az ágazati kritériumok szakterület specifikusak, azokat külön ágazati jogszabályok határozzák meg. Az energia ágazat esetében a nemzeti létfontosságú

rendszerlemek ágazati kritériumait az energetikai létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet tartalmazza. E jogszabály 5. §-a a villamos energia termelés, rendszerirányítás, elosztás, a 6. §-a a kőolajipar, 7. §-a a földgázszállítás, termelés, tárolás, elosztás, 8. §-a a távhőrendszer tekintetében határozza meg a nemzeti létfontosságú rendszerlemek ágazati kritériumait. Az európai létfontosságú rendszerlemek ágazati kritériumait pedig a rendelet 4. §-a részletezi. [298]

A horizontális kritériumok minden ágazatban egységesek, nem szakterület specifikusak, azokat az Lrtv. Vhr. [296, 1. melléklet] tartalmazza. A horizontális kritérium vizsgálata során az elemzés 6 területre – a veszteségek, a gazdasági hatás, a társadalmi hatás, a politikai hatás, a környezeti hatás, valamint a védelem kritériumára – terjed ki. Ez azt jelenti, hogy az ECI Irányelvben meghatározott horizontális kritériumok köre – nevezetesen a veszteségek, a gazdasági hatás kritériuma és a társadalmi hatás kritériuma – a magyar jogrendszerben tovább bővült, részletezésre került.

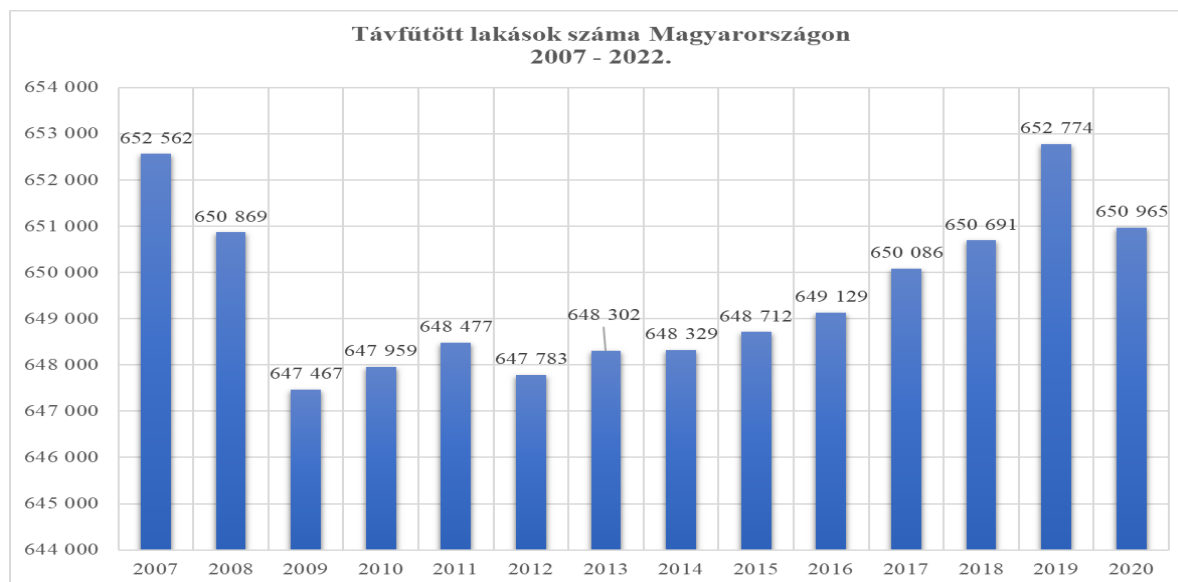
Az azonosítási jelentést az üzemeltetőnek kell elkészítenie és kötelezően benyújtania a hatósághoz. Nemzeti létfontosságú rendszerlemnek akkor minősül egy üzemeltető, amennyiben az ágazati kritériumok és a horizontális kritériumok közül legalább egy-egy bekövetkezésének a lehetősége fennáll. Ellentétben a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésre vonatkozó jogszabályrendszerrel ez esetben hatósági döntés szükséges a kritikus infrastruktúra elemmé történő kijelöléshez és a további feladatok meghatározásához.

A kutatásaim során vizsgáltam az ágazati és a horizontális kritériumok meghatározásával kapcsolatos elérhető szakirodalmat, azonban a kritériumok egzakt műszaki meghatározására nem találtam egységes elveken alapuló módszertant. A „*Non-Binding Guidelines For application of the Council Directive on the identification and designation of European Critical Infrastructure and the assessment of the need to improve their protection*” c. közlemény az ágazati kritériumra vonatkozóan konkrét paraméterek megadását javasolja, például megállapítható minimális kapacitás, csővezeték esetében átmérő vagy távolság, [299. 23. o.] azonban az elv és a figyelembe veendő szempontrendszer nem kerül meghatározásra.

A fenti iránymutatásoknak a hazai ágazati jogszabályok eleget tesznek, ugyanis konkrét paramétereket állapítanak meg. Például a 374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet a távhőrendszer tekintetében ágazati kritériumként meghatározza, hogy nemzeti létfontosságú

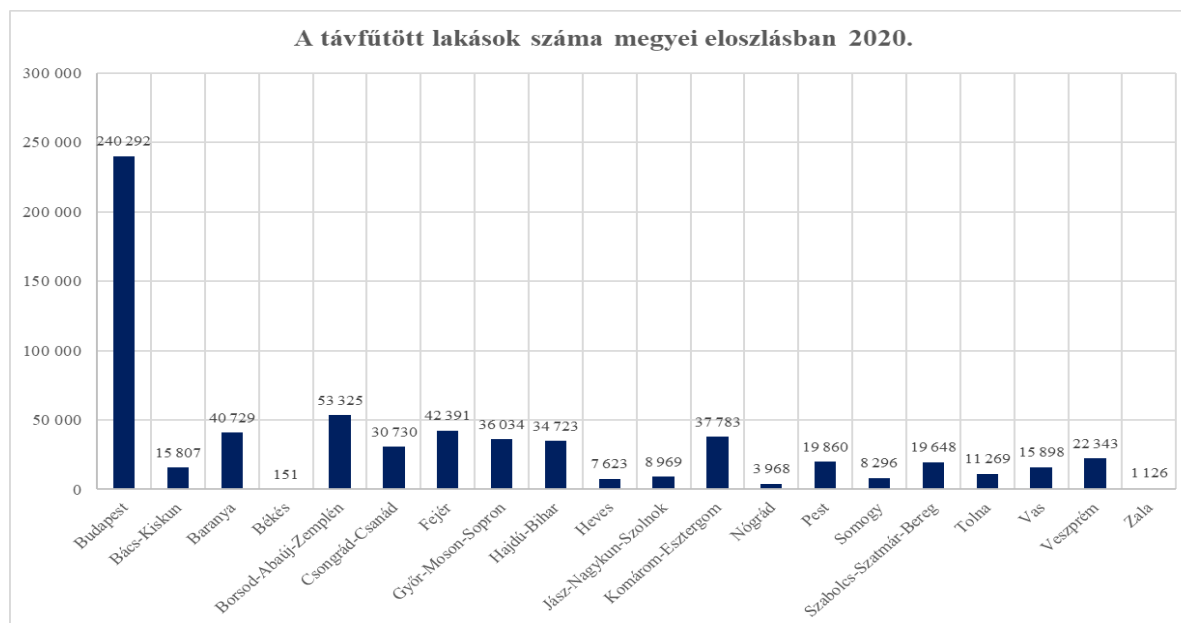
rendszerelemként kell azonosítani azt a rendszeremet, amely kijelölt létfontosságú rendszerem üzemfolytonos működését biztosítja, vagy kiesése legalább 20.000 felhasználó vagy díjfizető fűtési és melegvíz-célú felhasználását egyaránt érinti. [298, 8. §.]

A hazai távfűtött lakások számának alakulását az alábbi ábra szemlélteti:



29. ábra: A távfűtött lakások száma Magyarországon 2007 – 2020. között. Készítette a szerző.
Forrás [300]

A 2020. évben távfűtött lakások számát megyei bontásban az alábbi ábra szemlélteti:



30. ábra: A távfűtött lakások száma megyei bontásban 2020-ban. Készítette a szerző. Forrás [300]

Amennyiben összevetjük az ágazati kritériumokat a megyei bontásban lévő távhővel fűtött lakások számával megállapítható, hogy a távhőszolgáltató számos megyében megyei szinten nem éri el az ágazati kritériumot.

A 374/2020. (VII. 30.) Korm. rendeletben foglaltak szerint rendkívüli eseménynek minősül a távhő alágazatba tartozó kijelölt létfontosságú rendszerelem esetében az olyan mértékű távhő ellátási zavar, amely legalább 10.000 felhasználói vagy díjfizetői helyet érintő, előre láthatóan legalább 8 órát meghaladó kimaradást eredményez. [298, 18. § (4).] Ez azt jelenti, hogy az ágazati kritérium minimumának – 20.000 felhasználó – 50%-os kiesése minősül rendkívüli eseménynek. Amennyiben összevetjük a kritériumot a megyei bontásban 2020. évben a távfűtött lakások számát tartalmazó ábrával megállapítható, hogy számos megyében „minősített” távhő ellátási zavar nem alakulhat ki. Amennyiben azonban a hideg tél folyamán például hetekre kiesne akár egy 1.000 fő részére ellátást biztosító távhőszolgáltató, megítélésem szerint a közvetlen kárelhárítás, valamint a társadalmi hatás komoly kihívások elé állítaná az illetékes önkormányzatot és az egyéb érintett közigazgatási és rendvédelmi szerveket.

Összességében úgy vélem, hogy a távhőszolgáltatás vonatkozásában az ágazati kritériumrendszer tudományos módszertanon alapuló szisztematikus felülvizsgálata szükséges. Az ágazati kritérium meghatározásának alapjául továbbra is a távfűtött lakások számát tartom az egyik vizsgálandó paraméternek, ugyanakkor a 20.000 felhasználó vagy díjfizető értéket rendkívül magasnak tartom. Ezért országos szinten a távhőszolgáltató – távfűtött lakások száma diagram(ok) elemzését javaslom az átfogó kép kialakítása érdekében. Az ágazati kritériumok között a távfűtött lakások száma mellett a távhőszolgáltató műszaki biztonsági színvonalát is indokoltnak tartom figyelembe venni: a távhőszolgáltatás kiesése a redundáns biztonsági kialakítások – több kazán, több alternatív tüzelőanyag, rövid átállás – miatt valószínűsíthető-e vagy sem. Az ágazati kritériumrendszer felülvizsgálatához a következő lépéseket javaslom:

1. Az ágazat országos működésének feltérképezése.
2. Célok definiálása: társadalmilag és az állam működése szempontjából tolerálható ágazati szintek megfogalmazása.
3. Redundancia, helyettesíthetőség vizsgálata.
4. Az ágazati kritériumrendszer meghatározása
5. A kritériumrendszer összevetése az ágazat országos működésével.

6. Amennyiben indokolt a célok, a társadalmilag és az állam működése szempontjából tolerálható ágazati szintek újradefiniálása.

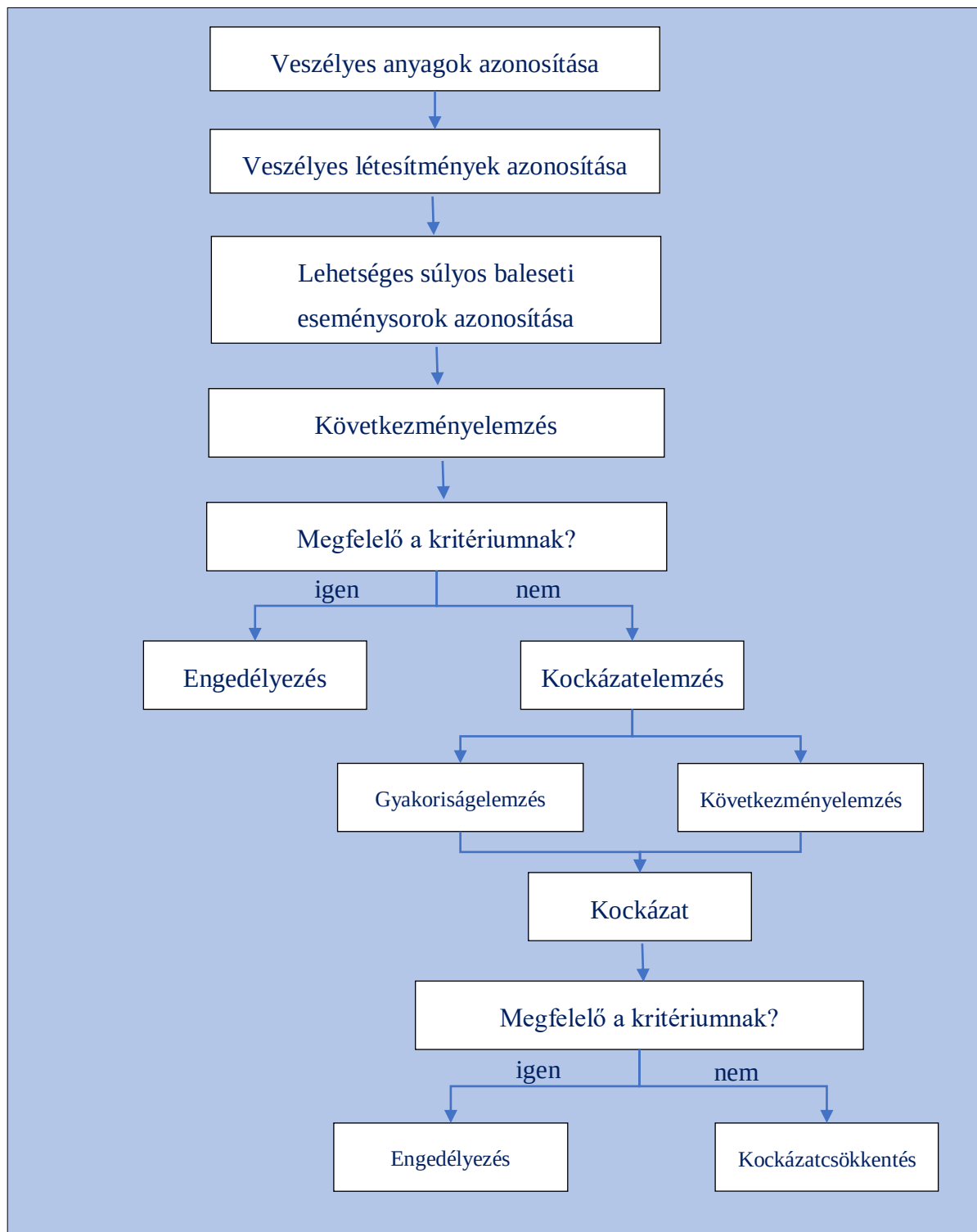
3.3.2.2 Hatósági döntési folyamat

A veszélyes üzemek felügyelet szakterületi feladat vonatkozásában a hatóság az ún. veszélyes tevékenység végzésére ad engedélyt. A veszélyes tevékenységet, mint fogalmat a Kat. az alábbiak szerint definiálja: *„veszélyes anyagok jelenlétében végzett tevékenység, amely ellenőrizhetetlenné válása esetén tömeges méretekben veszélyeztetheti, illetve károsíthatja az emberi egészséget, a környezetet, az élet- és vagyonbiztonságot.”* [30, 3. § 31.]

A hatóság az engedélyezés során a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendeletben [294, 7. melléklet] szereplő feltételrendszert vizsgálja. Az üzemeltetőnek státusztól függően különböző, bár nagyon hasonló tartalmú biztonsági dokumentációt kell készítenie – biztonsági jelentés, biztonsági elemzés, súlyos káreseményelhárítási terv – amelyben a lehetséges legsúlyosabb események következmény- és / vagy kockázatelemzése alapján kell igazolnia, hogy tevékenységével a környezetet, lakott területet a tolerálható szintnél nem veszélyeztetni jobban. [297, 31. o.]

A küszöbérték alatti üzem tevékenysége akkor engedélyezhető amennyiben a lakóterületen, közösségi és tömegtartózkodási létesítményeknél a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következtében halálos hatás (tűzhatás, mérgezési hatás, túlnyomás) nem várható. A halálos hatás egzakt, számítható műszaki paraméterekhez kötött. Amennyiben az üzemeltető nem tudja igazolni következményelemzéssel, hogy halálos hatás nem alakul ki a lakóterületen, közösségi és tömegtartózkodási létesítményeknél akkor kockázatelemzés elvégzése szükséges. A kockázatelemzés során a halálozás egyéni kockázatot és a társadalmi kockázatot kell meghatározni és összevetni a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendeletben szereplő kritériumokkal. Halálozás egyéni kockázat *„(e)lfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent, ha a lakóterület olyan övezetben fekszik, ahol veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következtében történő halálozás egyéni kockázata nem éri el a 10^{-6} esemény/év értéket.”* Az üzem környezetében ténylegesen tartózkodókat figyelembe vevő *„társadalmi kockázat feltétel nélkül elfogadható, ha $F < (10^{-5} \times N^{-2})$ 1/év, ahol $N \geq 1$.”* [294, 7. melléklet]

A folyamatot az alábbi ábrával foglalom össze:



31. ábra: A műszaki elemzés folyamata. Készítette a szerző.

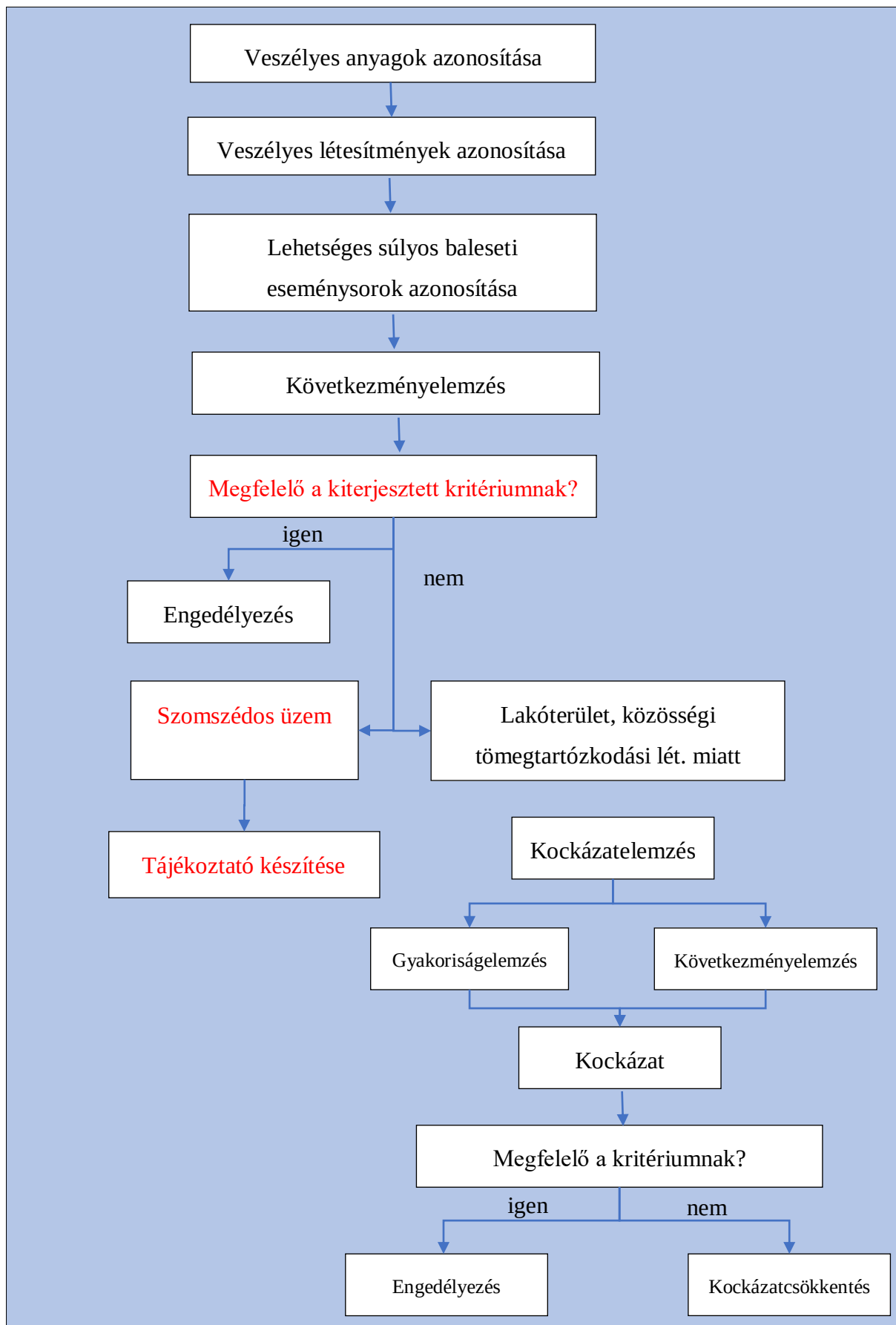
Az alsó és felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek vonatkozásában a jogszabályi kötelezettség alapján szigorúbb, mennyiségi kockázatelemzés elkészítése szükséges, amely komplex és ezáltal költségesebb eljárás, mint a küszöbérték

alatti üzemek vonatkozásában. (A mennyiségi kockázatelemzés lépéseit is tartalmazza a fenti ábra.)

Környezetterhelés szempontjából a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet az alábbi szempontrendszer igazolását írja elő:

- *„a technológia műszaki kialakítása garantálja a környezetre veszélyes anyagok környezetbe jutó mennyiségének korlátozását, és az erre vonatkozó technológiai szabályzók rendelkezésre állnak,*
- *a kikerült környezetre veszélyes anyag összegyűjtését, mentesítését vagy más módon történő ártalmatlanítását tartalmazó technológiai szabályzók rendelkezésre állnak,*
- *a környezeti kárelhárítási eljárások anyagi-technikai és személyi feltétele biztosított, és*
- *az üzem kárelhárító szervezete felkészült a környezeti kárelhárítási feladatok végzésére, és e feladatokat terv szerint rendszeresen gyakorolja.” [294, 7. melléklet]*

A biztonsági dokumentációban szereplő veszélyelemzés metodikája – következményelemzés és mennyiségi kockázatelemzés – megfelel a nemzetközi jogszabályi kötelezettségeknek, az engedélyezési kritériumok könnyen értelmezhetők és a konkrét műszaki feltételek, ezáltal az engedélyezési folyamat objektív alapokon nyugszik. A küszöbérték alatti üzemek vonatkozásában az engedélyezési folyamatot megalapozó eljárásrendet azonban módosítani javaslom. A küszöbérték alatti üzem következményelemzéssel igazolhatja, hogy a lakóterületen, közösségi és tömegtartózkodási létesítményeknél a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következtében halálos hatás (tűzhatás, mérgezési hatás, túlnyomás) nem várható. A kritériumok között azonban nem szerepel a környezetben üzemelő más üzemeltető. Ezért előállhat olyan anomália, hogy a következményelemzés feltételrendszerének ugyan megfelel a küszöbérték alatti üzem, azonban, ha a komplex kockázatelemzéssel történne a vizsgálat, akkor a társadalmi kockázat a nem elfogadható tartományban lenne. Erre tekintettel a következményelemzés során a vizsgálati eljárásrendet szükségesnek tartom kiterjeszteni a környezetben lévő egyéb üzemekre is. Az engedélyezési feltételre vonatkozó javaslatomat a következőképpen fogalmazom meg: amennyiben a halálos hatást okozó övezeten belül egyéb üzem található, akkor az üzemeltetőnek tájékoztató anyagot kell készítenie, amely tartalmazza a legsúlyosabb veszélyhelyzetek rövid bemutatását, a riasztás módját, valamint a javasolt védelmi intézkedéseket.



32. ábra: A kiegészített műszaki elemzés folyamata. Készítette a szerző.

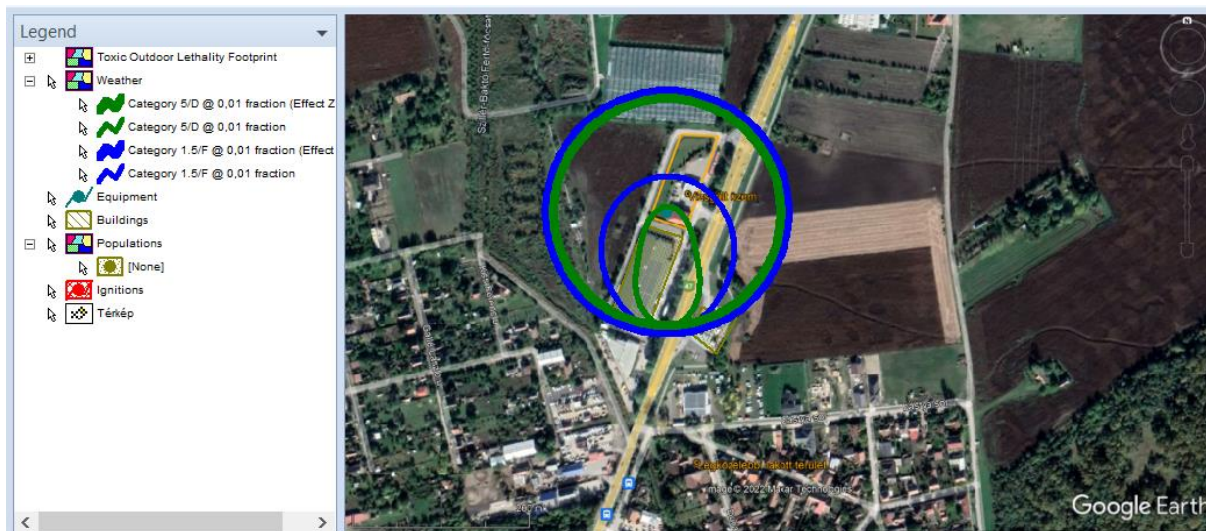
A fenti anomáliát és az annak kezelését célzó megoldási javaslatot az alábbi egyszerűsített fiktív példával szemléltetem.

A fiktív vizsgált üzem elhelyezkedését az alábbi térkép mutatja be:



1. kép: A fiktív vizsgált üzem elhelyezkedése. Forrás: Google Earth

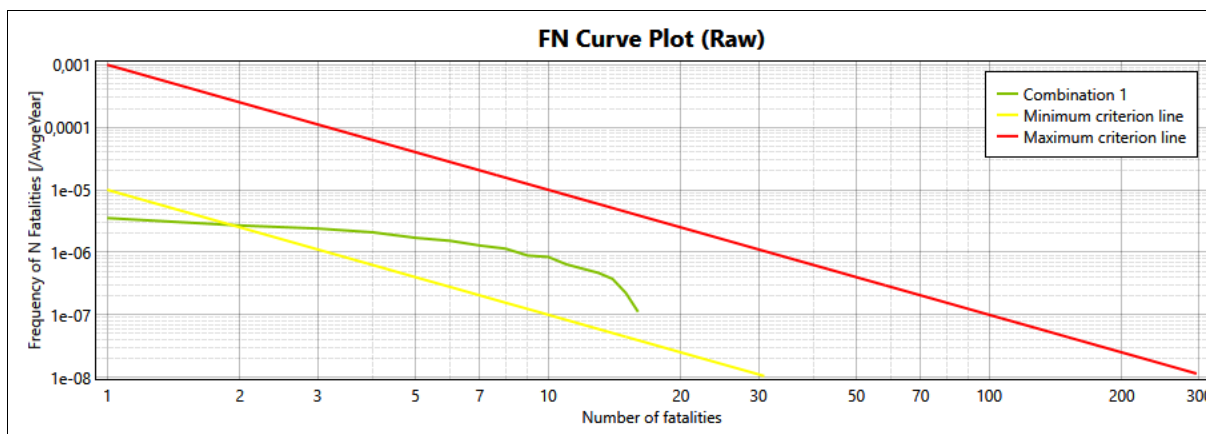
A feltételezések szerint a fiktív vizsgált üzem a vízi környezetre veszélyes anyagok mennyisége miatt – 30 tonna E1 osztályban sorolt veszélyes anyag – küszöbérték alatti üzem, ugyanakkor 50 kg klór is lehet az üzemben. A klórral kapcsolatos eseménysor – katasztrofális törés – esetében a hatástérületeket az alábbi térkép mutatja:



2. kép: Klór szabadba kerülés esetén az 1 %-os elhalálozást okozó hatástérület.
Forrás: Google Earth.

Az ábra alapján látható, hogy jelenleg az üzem az engedélyezési kritériumnak megfelel, lakóterületen, közösségi és tömegtartózkodási létesítményeknél a veszélyes anyagokkal

kapcsolatos súlyos baleset következtében halálos hatás (tűzhatás, mérgezési hatás, túlnyomás) nem várható, további teendő nincs. Mindazonáltal mennyiségi kockázatelemzés készítése esetén a szomszédos üzemekben tartózkodó mintegy 200 főből álló fiktív csoportjának figyelembevétele mellett a társadalmi kockázat már nem az elfogadható tartományban lesz, amelynek tényét az alábbi ábra megfelelően szemlélteti.



33. ábra: A társadalmi kockázat szintje egy szomszédos üzemben lévő 200 fős csoport figyelembevételével készített mennyiségi kockázatelemzés esetén. Készítette a szerző a DNV Safeti szoftveres modellezésével.

Következésképpen a fenti esetben indokolt az érintett gazdálkodó szervezet részére tájékoztató anyag készítése a veszélyekről, a riasztás módjáról, valamint a javasolt védelmi intézkedésekről.

A kijelölt nemzeti létfontosságú rendszerelem üzemeltetőinek – hasonlóan a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet hatálya alá tartozó üzemekhez – engedélyezési dokumentációt, ún. üzemeltetői biztonsági tervet (a továbbiakban: ÜBT) kell készíteni. Az ÜBT tartalmi elemei a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet hatálya alá tartozó üzemek biztonsági dokumentációjához hasonló felépítésű, azonban számos olyan elem jelenik meg benne, amely elengedhetetlen a folytonos működőképesség vizsgálata szempontjából. Ilyen terület például az informatikai biztonság vagy a humán erőforrás kérdésköre. Az ÜBT-ben az érintett üzemeltetőknek hasonlóan a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet hatálya alá tartozó üzemekhez a folyamatos működés vizsgálatára kockázatelemzést kell készíteniük.

A kritikus infrastruktúra üzemeltetői részére a kockázatelemzés elvégzéséhez számos módszertan kidolgozására került már sor. A teljesség igénye nélkül az alábbiakban ismertetek néhány metodikát.

- Sandia Nemzeti Laboratórium (angolul: Sandia National Laboratories) fejlesztette ki a következő hét különálló lépésből álló módszertanát: jellemezze a létesítményt, azonosítsa a nem kívánt eseményeket és a kritikus eszközöket, határozza meg a nem kívánt események következményeit, határozza meg a létesítményt fenyegető veszélyeket, elemezze a védelmi rendszer hatékonyságát, becsülje fel a kockázatokat, javasoljon hirdetésértékelési frissítéseket a rendszerhez—. Az eljárás alapja a hibafaelemzés, amely a sebezhetőség azonosítására alkalmas.
- A Dán Vészhelyzet-kezelési Ügynökséghez (angolul: Danish Emergency Management Agency, rövidítve: DEMA) kapcsolódik a kockázat és sérülékenység elemzés (angolul: Risk and Vulnerability Analysis, rövidítve: RVA) módszertan. A minden ágazatra alkalmazható módszertan célja a fenyegetések és sebezhetőségek, azaz a kockázatok felmérése. A szemi-kvalitatív jellegű módszer a következő lépésekből áll: az elemzés lehatárolása, célok megfogalmazása, eseménysorok kidolgozása, a sebezhetőségek és a kockázatok felmérése, kockázati és sebezhetőségi profil grafikus ábrázolása.
- A RAMCAP-Plus módszertant az American Society of Mechanical Engineers fejlesztette ki a teljes körű kockázatértékelési módszertant. Az eljárás alaplépései: A létesítmény jellemzése, a fenyegetés jellemzése, következményelemzés, sebezhetőség elemzése, veszélyértékelés, kockázat és rugalmasság felmérése, kockázat- és rugalmasságkezelés. [301, 30-33. o.]

Hazánkban szemi-kvalitatív jellegű kockázatelemzési metodika került kifejlesztésre, amely lényegesen egyszerűbb, mint a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet hatálya alá tartozó üzemek esetében elvégzendő kockázatelemzés. A BM OKF honlapján segédletet tett közzé, amely az adaptálhatóságot, elkészítést nagy mértékben megkönnyíti. A közzétett kockázatelemzési segédlet azonban csak iránymutatást nyújt, adaptálni kell minden egyes üzemeltetőnek. Megítélésem szerint az adaptálás egyik legfontosabb kritériuma, hogy az elemzés teljes körű legyen, azaz minden egyes olyan „eseménysort” azonosítani kell, amely a vizsgált rendszerelem működésében zavart idézhet elő.

A kritikus infrastruktúra védelemmel kapcsolatos szabályozásokban – eltérően a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet hatálya alá tartozó üzemek szabályozási rendszerétől – nem jelenik az elfogadhatósági kritérium(ok), valamint a nem-elfogadhatóság esetén szükséges intézkedések. A BM OKF honlapján közzétett kockázatelemzési segédlet az alábbiak szerint kitér a

kockázatok értékelésére, [302] valamint a kockázatsökkentő intézkedések számbavételére, ugyanakkor a nem-megfelelőségek kezelésére vonatkozó elfogadhatósági eljárásrend hiányzik.

30. táblázat: Kockázati értékek besorolása. Forrás [302]

20-25	azonnali beavatkozást, megelőző védelmi intézkedést igénylő kockázat
15-19	megelőző védelmi intézkedést igénylő kockázat
10-14	intézkedést igénylő kockázat
5-9	tervezett, későbbi intézkedést igénylő kockázat
1-4	elhanyagolható kockázat

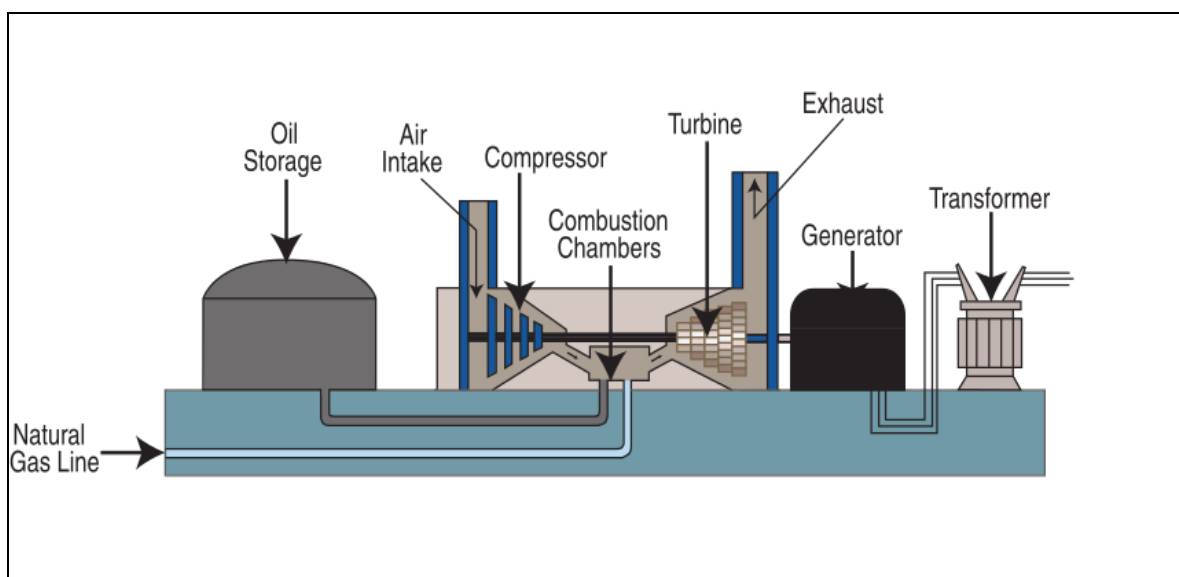
Megítélésem szerint az ÜBT-vel szemben legfontosabb kritérium, így az elfogadhatóság alapeleme a teljes körű elemzés megléte. Az ÜBT-ben az üzemeltetőknek igazolniuk kell, hogy az üzemmenet folytonosságot akadályozó tényezőket – sebezhetőség – teljes körűen azonosították, a fenyegetések megelőzésére megtették a szükséges intézkedéseket, valamint az esetlegesen bekövetkező események kezelésére, az üzemmenet mielőbbi folytatására rendelkeznek intézkedési sorokkal. Az elfogadhatósági kritériumokat a fenti gondolatmenetből vezetem le:

Az ÜBT akkor elfogadható, amennyiben az üzemeltető

- a BM OKF által közzétett kockázatelemzési táblázatot adaptálta és a teljes működési spektrumát bevonta az elemzésbe: a technológiai folyamatokon túl a kiszolgáló működési folyamatokat is, például beszerzés, humánerőforrás gazdálkodás, gazdasági folyamatok (pénzügy) stb.
- a kockázatelemzésben alkalmazott gyakoriság, veszélyeztető hatás és kitettség értékek reálisak, megfelelnek az ágazatra jellemző környezeti körülményeknek,
- a nem elfogadható kockázatokra az üzemeltető kidolgozott intézkedési sorokat, az intézkedési sorok végrehajtásához rendelkezik a megfelelő humánerőforrás, szaktechnikai feltételrendszerrel.

Az intézkedési sorokban szerepelhet olyan előírás, amely az üzemeltetőn túlmutat, az állam – közigazgatási / rendvédelmi szerv – beavatkozását, szerepvállalását igényli. Ebben az esetben az ÜBT engedélyezésekor az érintett állami szereplővel egyeztetés lefolytatása szükséges.

Az elfogadhatósági kritérium alkalmazását az alábbi egyszerűsített példán keresztül szemléltetem. A vizsgált kritikus infrastruktúra egy black start indítású gázturbinás erőmű, amelynek technológiáját az alábbi folyamatábra mutatja:



34. ábra: Gázturbinás erőmű folyamata. Forrás [303]

A folyamatok teljes körű elemzése, kiszolgáló működési folyamatok:

- Humánerőforrás – fel kell mérni:
 - A technológiai üzemeltetéshez szükséges minimum létszámot, meg kell vizsgálni, hogy minden körülmény között kiadható-e.
 - Az időszakos karbantartáshoz szükséges humánerőforrást. Az erőművek speciális berendezéseinek karbantartásához jellemzően külföldi szakspecifikus (többnyire gyártói) humán erőforrásra van igény. Intézkedési sort kell kidolgozni arra vonatkozóan, hogy a külföldi szakember hogyan, milyen feltételekkel utaztatható be az országba akár speciális körülmények között. Az intézkedési sor végrehajtásában vélelmezhetően állami szerv bevonása is indokolt, amelyet egyeztetni kell az ágazati hatóságnak. (Végrehajtható-e vagy sem.)
- Beszállítás – fel kell mérni:
 - Az alapanyagok – tüzelőolaj és földgáz – beszállításának lehetőségeit. Meg kell vizsgálni az esetleges alternatív beszállítási útvonalakat. Például egy normál körülmények között földgázzal üzemelő gázturbinás erőmű (ld. ábra) alternatív tüzelőanyaga a tüzelőolaj. Rendszerint a tüzelőolaj beszállítás egyutas – közút vagy vasút – ugyanakkor fel kell mérni annak lehetőségét, hogy van-e más alternatíva a beszállításra, például egy vasúti lefejtő, szükség esetén átalakítható-e

közüti lefejtővé. (Természetesen az átalakítás normál esetben engedélyköteles, az ágazati hatóság feladata lehet a folyamat felgyorsításának a kérdése.)

Az alapanyag beszállítás akadályoztatva lehet diverzáns külső hatások miatt. Ennél az eseménysornál az intézkedési sorokban szerepeltetni kell, hogy saját biztonsági szervezet támogatásával, vagy rendvédelmi szervek segítségnyújtását igényelve biztosítható a beszállítás.

- Pénzügy – fel kell mérni többek között:
 - Van devizának való kitétség, az alapműködéshez szükséges finanszírozás, előfinanszírozás minden körülmények között biztosítható-e. Amennyiben szükséges intézkedési sort kell kidolgozni, melyben ugyancsak szerepeltetni kell az esetleges külső segítségnyújtó állami szervet.

Az elemzett eseménysorok – kockázatelemzési mátrix – adataiból, valamint a kockázatcsökkentési intézkedésekből, az ágazati hatóságnak javasolt integrált adatbázist létrehozni. Az adatbázis biztosíthatja egyrészt az objektív döntéshozatalt – kockázati értékek besorolása – másrészt a teljes körű elemzés megalapozását, harmadrészt pedig feltérképezheti az állami szerepvállalás feladatait.

3.4 Részkövetkeztetések – 3. fejezet

1. A disszertáció e fejezetében a stratégiaalkotást gyakorlati szempontból közelítettem meg. Az bevezetőt követő 2. alfejezetben az 1. fejezetben azonosított és a 2. fejezetben vizsgált specifikus stratégiai célterületek megvalósításával összefüggésben a tanulmányozott szakirodalom alapján a következő ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, valamint egyéb műszaki biztonsági kihívásokat azonosítottam:

- megújuló energiatermelés ellátásbiztonsági kérdései
- szén-dioxid elnyelő technológiák műszaki biztonsági kihívásai
- P2G-vel és a kék hidrogénnel kapcsolatos biztonsági megfontolások
- kármentesítés zöldítése
- extrém hőséggel és az erdőtüzekkel szembeni védekezési lehetőségek
- hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védekezési lehetőségek
- széljárás és a hideg időjárás okozta negatív hatások kiküszöbölésének lehetőségei
- ageinggel összefüggő főbb problémák azonosítása és azok kezelési lehetőségei
- kiberbiztonsággal összefüggő főbb problémák azonosítása és azok kezelési lehetőségei

- Egyes kiemelt, veszélyes hulladékok kezelése és lehetőségei

2. A fenti kihívások kezelési lehetőségeinek azonosítását és összegzését követően arra a következtetésre jutottam, hogy a kihívások többsége az aktuális műszaki-technológiai fejlettségi szint mellett kezelhető. Kivételek ez alól a szén-dioxid elnyelő technológiák, a P2G technológiával, a hidrogén széleskörű energetikai célú felhasználásával, valamint bizonyos kiberbiztonsággal, MI alkalmazásával összefüggő kérdések kapcsán merülnek fel. Jelentős technológiai fejlesztést igényel továbbá egyes, a jövőben várhatóan egyre nagyobb mennyiségben termelődő veszélyes hulladékok – például az elem- és akkumulátorhulladékok – kezelése.

3. A harmadik alfejezetben a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés és a kritikus infrastruktúra védelem szakterületek azonosítási eljárási folyamatait és az engedélyezés kritériumrendszerét kutattam és hasonlítottam össze az energiaágazat esetében.

4. Az üzemazonosítási eljárásra irányuló elemzőmunkám során arra a következtetésre jutottam, hogy a veszélyes anyagok listájának a bővítése az új környezeti kihívások – többek között a lítium akkumulátor gyártás – miatt indokolt lehet. Mindazonáltal a témakör kutatására korábban már sor került, és a hatálynak az akkumulátorokra történő esetleges kiterjesztése a metodikában jelentős változást nem eredményezne.

5. A kijelölési eljárás vonatkozásában a szakirodalom áttanulmányozását követően következtetéseként levonható, hogy nem létezik egységes szempontrendszer sem az ágazati sem pedig a horizontális kritériumok egzakt műszaki meghatározására. Például a távhő kapcsán elmondható, hogy az ágazati kritériumoknak a megyei bontásban lévő távhővel fűtött lakások számával való összevetése esetén a távhőszolgáltató számos megyében megyei szinten nem éri el az ágazati kritériumot. Erre tekintettel a távhőszolgáltatás vonatkozásában az ágazati kritériumrendszer tudományos módszertanon alapuló szisztematikus felülvizsgálata szükséges. Országos szinten a távhőszolgáltató – távfűtött lakások száma diagram(ok) elemzését javaslom az átfogó kép kialakítása érdekében. Az ágazati kritériumok között a távfűtött lakások száma mellett a távhőszolgáltató műszaki biztonsági színvonalát is indokoltnak tartom figyelembe venni, a távhőszolgáltatás kiesését meggátoló redundáns biztonsági kialakításokat, mint például több kazán, több alternatív tüzelőanyag, rövid átállás biztosítása.

6. Az engedélyezési folyamatot megalapozó eljárásrendet a küszöbérték alatti üzemek vonatkozásában módosítani javaslom. Ezen üzemek engedélyezési feltételrendszerében a kritériumok között nem szerepel a környezetben üzemelő más üzemeltető. Ezért előállhat olyan anomália, hogy a következményelemzés feltételrendszerének ugyan megfelel a küszöbérték alatti üzem, de ha a komplex kockázatelemzéssel történne a vizsgálat, akkor a társadalmi kockázat a nem elfogadható tartományban lenne. Emiatt a következményelemzés során a vizsgálati eljárásrendet szükségesnek tartom kiterjeszteni a környezetben lévő egyéb üzemekre is. Az engedélyezési feltételre vonatkozó javaslatomat a következőképpen fogalmazom meg: amennyiben a halálos hatást okozó övezeten belül egyéb üzem található, akkor az üzemeltetőnek tájékoztató anyagot kell készítenie, amely tartalmazza a legsúlyosabb veszélyhelyzetek rövid bemutatását, a riasztás módját, valamint a javasolt védelmi intézkedéseket.

7. A kritikus infrastruktúra védelemmel kapcsolatos szabályozásokban nem jelenik az elfogadhatósági kritérium(ok), valamint a nem-elfogadhatóság esetén szükséges intézkedések. Megítélésem szerint az ÜBT akkor elfogadható, amennyiben az üzemeltető

- a BM OKF által közzétett kockázatelemzési táblázatot adaptálta és a teljes működési spektrumát bevonta az elemzésbe: a technológiai folyamatokon túl a kiszolgáló működési folyamatokat is, például beszerzés, humánerőforrás gazdálkodás, gazdasági folyamatok (pénzügy) stb.
- a kockázatelemzésben alkalmazott gyakoriság, veszélyeztető hatás és kitettség értékek reálisak, megfelelnek az ágazatra jellemző környezeti körülményeknek,
- a nem elfogadható kockázatokra az üzemeltető kidolgozott intézkedési sorokat, az intézkedési sorok végrehajtásához rendelkezik a megfelelő humánerőforrás, szaktechnikai feltételrendszerrel.

Az elemzett eseménysorok adataiból, valamint a kockázatcsökkentési intézkedésekből, az ágazati hatóságnak javasolt integrált adatbázist létrehozni, amely biztosíthatja egyrészt az objektív döntéshozatalt másrészt a teljes körű elemzés megalapozását, harmadrészt pedig feltérképezheti az állami szerepvállalás feladatait.

BEFEJEZÉS

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

I. A környezeti fenntarthatóság globális stratégiai jövőképének iparbiztonsági szempontú vizsgálata, különös tekintettel az energiaágazat biztonságára területén

1. A stratégiaalkotás általános céljának, a helyes stratégiaalkotás során figyelembe veendő szempontoknak, a fenntartható fejlődés fogalmának, valamint az energiaágazatnak a környezeti fenntarthatósághoz vezető folyamatban betöltött alapvető szerepének bemutatását követően bizonyítottam az iparbiztonság fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét.

2. A fenntartható fejlődés tárgyában készült nemzetközi, európai uniós és – az azoknak való megfelelést szolgáló – nemzeti szintű stratégiai dokumentumok sokasága hitelt érdemlően támasztja alá azt a feltételezést, hogy a fenntarthatóság megvalósítása önmagában egy széleskörű stratégiai tervezést igénylő jövőkép. Véleményem szerint ennek oka arra vezethető vissza, hogy a fenntarthatatlanság átfogó problémájának leküzdésében és a fenntarthatóság szűkebb, környezeti dimenziójának a megvalósításában is számos ágazat, tudományág és szakterület egyszerre játszik szerepet. Úgy vélem, hogy minden olyan ágazat, alágazat, szakterület, amelynek elhanyagolása megghiúsítja vagy jelentősen megnehezíti a jövőkép megvalósítását, stratégiai jelentőségűnek tekintendő.

3. Az energiaágazat és a környezeti fenntarthatóság közötti összefüggés ismertetésekor már meglévő tudományos értékű munkákra, megállapításokra hagyatkoztam, amelyek rámutattak az energiaágazatnak a más ágazatok funkcionálásában, és az ipari-gazdasági fejlődésben betöltött alapvető szerepére, a környezetre gyakorolt intenzív hatására, így az ökológiai lábnyom alakulásában betöltött kiemelt jelentőségére, valamint az hazai energiastratégiai célok és a fenntarthatóság környezeti dimenziója közötti szoros kapcsolatra.

4. Az iparbiztonsági szakterületnek a környezeti fenntarthatóságban képviselt szerepe vizsgálatának szükségességét a CRED azon elemzésére alapoztam, amely rámutat arra, hogy a természeti katasztrófákhoz viszonyítva a technológiai eredetű katasztrófákra mérsékeltebb figyelem hárul a tudományos közösség részéről, annak ellenére, hogy az utóbbiak teszik ki az 1900. óta bejelentett valamennyi katasztrófa hozzávetőleg egyharmadát.

5. Az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóság megvalósításában betöltött nélkülözhetetlen jellegének, azaz stratégiai jelentőségének a bizonyítása érdekében összesen

hat elméleti érvet határoztam meg. A szakterületnek a fenntarthatósági stratégiai tervezésben való alkalmazhatóságát alátámasztó érvekkel az NBS-ben meglévő iparbiztonsági stratégiaalkotási alapok meglétére, az iparbiztonság ökológiai válságkezelési szerepére, valamint az iparbiztonsági szakterület multidiszciplináris – tehát a stratégiai tervezéshez kézenfekvő – jellegére mutattam rá. A környezeti fenntarthatóságban betöltött kiemelt szerepre rámutató érvek pedig – a megelőzés, védekezés, helyreállítás hármas katasztrófavédelmi feladatrendszerének az analógiájára – az iparbiztonságnak az ipari létesítmények veszélyhelyzeti működésére visszavezethető környezeti problémák kialakulásának megelőzésére, az ipari létesítményeknek a megváltozott környezeti feltételekkel szembeni védelmére, valamint a környezeti egyensúly helyreállításában betöltött rendeltetésére hívják fel a figyelmet.

6. A fenntartható fejlődést szolgáló szupranacionális stratégiaalkotás és a szupranacionális iparbiztonsági jogi előírások közötti összefüggések áttanulmányozását követően megvizsgáltam a környezeti fenntarthatóság témakörét érintő hazai stratégiai dokumentumokat, aszerint, hogy azok az iparbiztonsági szakterület szempontjából mennyiben járulnak hozzá az energetikai rendszerek és rendszerelemek biztonságosabb működéséhez. A vizsgálati szempontok egyszerűsítése érdekében megalkottam az energiaipari-biztonság fogalmát, amelyet a kutatás során zsinórmértékként használtam. A vizsgálat eredményeként a dokumentumokban összesen 14 olyan stratégiai célterületet azonosítottam, amelyek közvetlenül vagy közvetve hozzájárulnak az energiaipari-biztonsághoz. Ezek közül két stratégiai célterület általános jelleggel 12 specifikus stratégiai célterület pedig egy-egy meghatározott módon járul hozzá a környezeti fenntarthatósághoz.

Az előzőekben leírtak alapján igazoltnak látom az 1. hipotézisemben foglaltak teljesülését, valamint megalapoztam az 1. számú tudományos eredményt.

II. Az energiaágazat fenntartható működését célzó elméleti iparbiztonsági stratégiai megfontolások területén

1. Az energiaágazatnak a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulását szolgáló stratégiai célterületek iparbiztonsági szempontból releváns elemzéséhez szükséges módszertan kidolgozását követően, stratégiai fejlesztési célterületenként azonosítottam az ágazat fenntartható fejlesztését megalapozó és egyben az energiaipari-biztonságot garantáló stratégiaalkotási és műszaki szempontrendszert.

2. A módszertan megalkotását arra a feltételezésre alapoztam, amely szerint a stratégiaalkotás során az egyik leglényegesebb szempont, hogy a stratégiai célterületek, célkitűzések a stratégia által elérni kívánt stratégiai jövőképhez igazodjanak, annak elérését szolgálják. Ezt szem előtt tartva alkottam meg a módszertant, amely stratégiaalkotási és műszaki szempontok alapján elsősorban azt hivatott vizsgálni az 1. fejezetben azonosított specifikus stratégiai célterületek részét képezhetnék-e egy környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégiának. Ezáltal a módszertan a releváns stratégiai tervezések során segítségként szolgálhat a jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatósághoz való igazodáshoz, a jövőkép megvalósítása tekintetében lényeges szempontoknak a kevésbé fajsúlyos szempontoktól való elhatárolásához, valamint annak eldöntéséhez, hogy mely kategóriában lehet indokolt további célokat meghatározni a jövőkép megvalósítása érdekében. A módszertan mind a fenntartható fejlődéssel (környezeti fenntarthatósággal) mind a katasztrófavédelemmel (iparbiztonsággal) kapcsolatos jövőbeli stratégiai tervezések során – akár újabb vizsgálati feltételekkel bővítve – felhasználható.

3. A specifikus stratégiai célterületeknek – azok módszertan szerinti elemzését megelőzően – három nagy kategóriáját állapítottam meg, aszerint, hogy melyik milyen módon szolgálja a fenntartható fejlődés környezeti dimenzióját. Az első kategóriába a környezeti egyensúly helyreállítását szolgáló stratégiai célterületek tartoznak, a másodikba azok, amelyek az energiaágazatnak az újonnan jelentkező környezeti problémákhoz való alkalmazkodását, azaz a szélsőséges környezeti viszonyoktól való védelmét szolgálják, a harmadikba pedig azok a stratégiai célterületek kerültek, amelyek az energiaágazatban újszerűnek mondható katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó esetleges környezetszennyezések megelőzését szolgálják. A három kategória párhuzamba állítható a katasztrófavédelemnek a katasztrófák megelőzését, az azok elleni védekezést és a bekövetkezett katasztrófák utáni helyreállítást szolgáló feladatrendszerével, és egyben az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóságban betöltött kiemelt szerepét megalapozó érvekkel is.

4. A stratégiai célterületek kategóriákba soroltan történő ismertetését követően elvégzett módszertan szerinti elemzés alapján arra a következtetésre jutottam, hogy valamennyi azonosított stratégiai célterülettel összefüggésben energiaipari-biztonsággal kapcsolatos stratégiai célok határozhatók meg, így azok egy környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégia részét képezhetik.

Az előzőekben leírtak alapján igazoltnak látom az 2. hipotézisemben foglaltak teljesülését, valamint megalapoztam az 2. számú tudományos eredményt.

III. Az energiaágazat fenntartható működését célzó gyakorlati iparbiztonsági stratégiai megfontolások területén

1. A stratégiaalkotást gyakorlati oldalról megközelítő 3. fejezetben a specifikus stratégiai célterületek megvalósításával összefüggésben – az tanulmányozott szakirodalom alapján – azonosított legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, valamint egyéb műszaki biztonsági kihívások többsége megítélésem szerint az aktuális műszaki-technológiai fejlettségi szint mellett kezelhető. Kivételek ez alól a szén-dioxid elnyelő technológiák, a P2G technológiával, a hidrogén széleskörű energetikai célú felhasználásával, valamint bizonyos kiberbiztonsággal, MI alkalmazásával összefüggő kérdések kapcsán merülnek fel. Jelentős technológiai fejlesztést igényel továbbá egyes, a jövőben várhatóan egyre nagyobb mennyiségben termelődő veszélyes hulladékok – például az elem- és akkumulátorhulladékok – kezelése.

2. A stratégiai jövőképként meghatározott környezeti fenntarthatóság megvalósításának iparbiztonsági gyakorlati oldalról a legáltalánosabb szolgálata érdekében olyan tudományos alapokon nyugvó feltételeket határoztam meg, amelyek alapján a veszélyes üzemek azonosítása és üzemelésük engedélyezése egzakt biztosítható.

3. Az üzemazonosítási eljárásra irányuló elemzőmunkám során arra a következtetésre jutottam, hogy a veszélyes anyagok listájának a bővítése az új környezeti kihívások – többek között a lítium akkumulátor gyártás – miatt indokolt lehet.

4. A kijelölési eljárással összefüggésben megállapítottam, hogy nem létezik egységes szempontrendszer sem az ágazati sem pedig a horizontális kritériumok egzakt műszaki meghatározására. A távhő kapcsán elmondható, hogy a távhőszolgáltató számos megyében megyei szinten nem éri el az ágazati kritériumot. Erre tekintettel a távhőszolgáltatás vonatkozásában az ágazati kritériumrendszer tudományos módszertanon alapuló szisztematikus felülvizsgálata szükséges. Országos szinten a távhőszolgáltató – távfűtött lakások száma diagram(ok) elemzését javaslom az átfogó kép kialakítása érdekében. Az ágazati kritériumok között a távhőszolgáltató műszaki biztonsági színvonalát is indokoltnak tartom figyelembe venni.

5. Az engedélyezési folyamatot megalapozó eljárásrendet a küszöbérték alatti üzemek vonatkozásában módosítani javaslom. A következményelemzés során a vizsgálati

eljárásrendet szükségesnek tartom kiterjeszteni a környezetben lévő egyéb üzemekre is. Ennek értelmében amennyiben a halálos hatást okozó övezeten belül egyéb üzem található, akkor az üzemeltetőnek tájékoztató anyagot célszerű készítenie, amely tartalmazza a legsúlyosabb veszélyhelyzetek rövid bemutatását, a riasztás módját, valamint a javasolt védelmi intézkedéseket.

6. A kritikus infrastruktúra védelemmel kapcsolatos szabályozásokban nem jelenik az elfogadhatósági kritérium(ok), valamint a nem-elfogadhatóság esetén szükséges intézkedések. Erre tekintette megítélésem szerint az ÜBT akkor elfogadható, amennyiben az üzemeltető a BM OKF által közzétett kockázatelemzési táblázatot adaptálta és a teljes működési spektrumát bevonta az elemzésbe, a kockázatelemzésben alkalmazott gyakoriság, veszélyeztető hatás és kitettség értékek reálisak, megfelelnek az ágazatra jellemző környezeti körülményeknek. Emellett pedig a nem elfogadható kockázatokra az üzemeltető kidolgozott intézkedési sorokat, az intézkedési sorok végrehajtásához rendelkezik a megfelelő humánerőforrás, szaktechnikai feltételrendszerrel.

7. Az elemzett eseménysorok adataiból, valamint a kockázatcsökkentési intézkedésekből, az ágazati hatóságnak javasolt integrált adatbázist létrehozni, amely biztosíthatja egyrészt az objektív döntéshozatalt másrészt a teljes körű elemzés megalapozását, harmadrészt pedig feltérképezheti az állami szerepvállalás feladatait.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az értekezés hipotézisei és célkitűzései alapján **az alábbi új tudományos eredményeket javaslom elfogadásra:**

1. Az energia ágazat biztonságos üzemeltetési célkitűzéseinek érvényesülése érdekében, a nemzetközi, az európai uniós és a hazai környezeti fenntarthatósági stratégiaalkotás, valamint az iparbiztonság szakterületi sajátosságainak összevető elemzését követően **megállapítottam** a hazai energiaágazat fejlesztéséhez kapcsolódó stratégiai célterületeket és az energiaipari-biztonság fogalmi elemeit; továbbá **bizonyítottam** az iparbiztonság fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét.
2. Az energiaágazatnak a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulását – a környezeti egyensúly helyreállításában, az újonnan jelentkező környezeti problémákhoz való alkalmazkodásában és az újszerű katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó esetleges környezetszennyezések megelőzésében betöltött szerepével – szolgáló stratégiai

célterületek iparbiztonsági szempontból releváns elemzéséhez szükséges módszertan **kidolgozását** követően, stratégiai fejlesztési célterületenként **azonosítottam** az ágazat fenntartható fejlesztését megalapozó és egyben az energiaipari-biztonságot garantáló stratégiaalkotási és műszaki szempontrendszer.

3. **Azonosítottam** az aktuális stratégiákban, és/vagy más releváns, tudományos igényű forrásban jelzett, a stratégiai célterületek megvalósítása kapcsán jelentkező legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívásokat, majd **összegeztem** és **elemeztem** azok kezelési lehetőségeit.
4. Az újonnan jelentkező biztonsági kihívások üzemeltetői szintű kezelési lehetőségeinek vizsgálatára alapozva, **műszaki javaslatot tettem** az iparbiztonság veszélyes üzem azonosítás és azonosítási vizsgálat, valamint az elfogadhatósági kritériumok fejlesztésére.

Az értekezés kutatási célkitűzéseinek, hipotéziseinek és tudományos eredményeinek összefüggéseit a 7. mellékletben lévő táblázat szemlélteti.

AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI

A dolgozat következtetéseinek és tudományos eredményeinek felhasználására az alábbi ajánlásokat teszem:

1. Az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött – a dolgozatban elméleti érvekkel bizonyított – stratégiai jelentősége a stratégiai tervezések során iránymutatásként és hivatkozási alapként szolgálhat a veszélyhelyzeti szennyezőanyag-kibocsátások visszaszorításának a fenntartható fejlődés folyamatában betöltött nélkülözhetetlen jellegére.
2. A dolgozatban azonosított iparbiztonsági szempontból releváns stratégiai célterületeknek a katasztrófavédelem hármas (megelőzés, védekezés, helyreállítás) feladatrendszerének analógiájára megalkotott rendszere módszertani alapként szolgálhat a fenntartható fejlődés témakörének iparbiztonsági szempontú elemzéséhez.
3. A környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégia módszertana mind a fenntartható fejlődéssel (környezeti fenntarthatósággal) mind a katasztrófavédelemmel (iparbiztonsággal) kapcsolatos jövőbeli stratégiai tervezések során akár a dolgozatban meghatározott formájában, akár újabb vizsgálati feltételekkel bővítve felhasználható.

4. A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívások és azok kezelését, megoldását célzó lehetőségeknek, javaslatoknak a dolgozatban meghatározott rendszere hozzájárulhat a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos stratégiai monitoring feladatok hatékony ellátáshoz.
5. A dolgozat 3.3. alfejezetében foglalt javaslatok segítségével szolgálhatnak az üzemeltetők számára az üzemmenet folytonosság biztosításához.

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

Az értekezésben felvázolt következtetések, megállapítások, javaslatok, valamint tudományos eredmények az alább felsorolt feladatok ellátásához használható fel.

1. A dolgozat segítségként szolgálhat a fenntartható fejlődés (különösen a környezeti fenntarthatóság), az éghajlatváltozás, a környezetvédelem, az energetika, valamint a katasztrófavédelem témáját érintő jövőbeli kormányzati stratégiai tervezéshez, ilyen témájú stratégiák kidolgozásához.
2. Az azonosított stratégiai célterületek kapcsán a dolgozatban szereplő főbb iparbiztonsági, ellátásbiztonsági és egyéb műszaki biztonsági kihívások és azok kezelésére vonatkozó javaslatok összegzése további – a környezeti fenntarthatóságot célirányosan szolgáló – műszaki kutatási-fejlesztési munka kiindulópontjaként szolgálhat.
3. A dolgozat tudományos és módszertani alapként érvényesülhet egy országos szintű fenntartható fejlődéssel (környezeti fenntarthatósággal) kapcsolatos és/vagy katasztrófavédelmi (iparbiztonsági) stratégia kidolgozása során.
4. A dolgozat 3.3. alfejezetében foglalt javaslatok segítségével szolgálhatnak az üzemmenet folytonosság biztosításához.

Budapest, 2022. augusztus 15.

dr. Sibalin Iván

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] 18/2013. (III. 28.) OGY határozat a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiáról. Melléklet a 18/2013. (III. 28.) OGY határozathoz. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács. 2013. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2013-18-30-41> (letöltés: 2022.06.11.)
- [2] 23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról. Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM). 2018. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2018-23-30-41> (letöltés: 2022.06.13.)
- [3] Lawrence Freedman: A stratégia története. Antall József Tudásközpont. Budapest. 2020.
- [4] Szakál Béla, Cimer Zsolt, Kátai-Urbán Lajos, Sárosi György, Vass Gyula: Módszertani kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel foglalkozó gyakorló szakemberek részére. (szerk.: Cimer Zsolt). Budapest, Magyarország: Hungária Veszélyes áru Mérnöki Iroda. 2020.
- [5] Európai Bizottság – JRC. Online: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/statistics/statistics> (letöltés: 2022.01.21.)
- [6] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED): Technological disasters. 2020. szeptember. Online: CRED Crunch 60 - Technological Disasters. Online: <https://www.emdat.be/publications> (letöltés: 2022.06.21.)
- [7] Baranyai Gábor, Besenyei Mónika, Csernus Dóra Ildikó, Fülöp Bence, Fülöp Sándor Hetesi Zsolt, Kovács Lajos, Németh Zsolt, Teknős László: A fenntartható fejlődés és az állam feladatai. (szerk.: Baranyai Gábor, Csernus Dóra Ildikó). Dialog Campus Kiadó. Budapest. 2018. Online: webXS_PDF_ATMA_Fenntarthato_fejlodes.pdf (uni-nke.hu) (letöltés: 2022.07.12.)
- [8] 1307/2011. (IX. 6.) Korm. határozat a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégiáról. Melléklet az 1307/2011. (IX. 6.) Korm. határozathoz. Vidékfejlesztési Minisztérium. 2011. Online: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=140750.204955 (letöltés: 2022.07.21.)
- [9] Kádár Krisztián: A közigazgatás stratégiai tervezésének és fejlesztésének módszertana. Nemzeti Közzolgálati Egyetem. ÁROP – 1.1.21-2012-2012-0001. Online:

- https://korruptciomegelozes.kormany.hu/download/2/ce/b0000/K%C3%A1d%C3%A1r%20Kriszti%C3%A1n_A%20k%C3%B6zigazgat%C3%A1s%20strat%C3%A9giai%20tervez%C3%A9s%C3%A9nek%20%C3%A9s%20fejleszt%C3%A9s%C3%A9nek%20m%C3%B3dszertana_tananyag.pdf (letöltés: 2022.07.15.)
- [10] Resperger István, Túri Viktória, Turi Laura Tamara: Stratégiaalkotás, stratégiai módszerek (tréning háttéranyag), ÁROP-2.2.13-2012-2012-0001 Közigazgatási Vezetői Akadémia (2013). Online: <https://nkerepo.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/100175/438.pdf;jsessionid=FFCAA2CDFD8C550F05B95DCEFBEE19C6?sequence=2> (letöltés: 2022.07.16.)
- [11] Roger Scruton: Zöld filozófia – Hogyan gondolkozzunk felelősen a bolygónkról. Akadémiai Kiadó, Budapest 2018.
- [12] Charles Eisenstein: Klíma – Átfogó megoldások egy élhető jövőért. Édesvíz Kiadó, Budapest. 2018.
- [13] Innovációs és Technológiai Minisztérium, Agrárminisztérium, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztály, Országos Meteorológiai Szolgálat: Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről. 2020. január. Online: <https://zoldbusz.hu/files/jelentes.pdf> (letöltés: 2022.06.30.)
- [14] Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékeléséről szóló jelentése – 2020. Online: <https://katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-12/73162.pdf> (letöltés: 2022.06.24.)
- [15] FICÉP Építőipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.: A magyarországi villamosenergia-ellátás éghajlati szempontú értékelése. NATÉR. Budapest, 2019.05.31. Online: https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/FICEP_NATeR_villamosenergia_serulekenyseg_tanulmany.pdf (letöltés: 2022.06.08.)
- [16] Geolgold Kárpátia Kft., Fe-Bio Felső-Bácskai Bioenergetikai Kft.: A távhőellátás éghajlati szempontú értékelése. 2019.05.31. Online: https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/NATeR_Tavhoellatas_tanulmany.pdf (letöltés: 2022.06.12.)
- [17] Világunk átalakítása: Fenntartható fejlődési keretrendszer 2030. Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ). 2015. Online:

- <https://enz.kormany.hu/download/7/06/22000/Vil%C3%A1gunk%20%C3%A1talak%C3%ADt%C3%A1sa%20Fenntarthat%C3%B3%20Fejl%C5%91d%C3%A9si%20Keretrendszer%202030.pdf> (letöltés: 2022.08.08.)
- [18] Párizsi Megállapodás. EUR-Lex. Online: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:22016A1019(01)) (letöltés: 2022.02.17.)
- [19] A 2019–2024-es időszakra szóló új stratégiai menetrend. Európai Tanács. Online: <https://www.consilium.europa.eu/media/39917/a-new-strategic-agenda-2019-2024-hu.pdf> (letöltés: 2022.07.19.)
- [20] Az európai zöld megállapodás. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN> (letöltés: 2022.07.10.)
- [21] Commission Staff Working Document Delivering on the UN's Sustainable Development Goals – A comprehensive approach. European Commission. Brussels, 18.11.2020 SWD(2020) 400 final. Online: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/delivering_on_uns_sustainable_development_goals_staff_working_document_en.pdf (letöltés: 2022.06.20.)
- [22] 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról. 1. melléklet az 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozathoz. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2020-1163-30-22.2> (letöltés: 2022.06.17.)
- [23] Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) Online: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/5/54/54e/54e01bf45e08607b21906196f75d836de9d6cc47.pdf> (letöltés: 2022.07.23.)
- [24] Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) 2020. Online: <https://banyasz.hu/images/klimapolitika/Nemzeti%20Energiastrat%C3%A9gia%202030.pdf> (letöltés: 2022.06.02.)
- [25] Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) Online: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_final_necp_main_hu.pdf (letöltés: 2022.06.28.)

- [26] Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) 2020. Online: https://2015-2019.kormany.hu/download/9/d4/c1000/ITM_Klima_es_Termeszvetvedelmi_Akcioterv.pdf (letöltés: 2022.06.21.)
- [27] 128/2001. (VII. 13.) Korm. rendelet az Egyesült Nemzetek Szervezetének Európai Gazdasági Bizottsága keretében létrejött, az Ipari Balesetek Országhatáron Túli Hatásairól szóló, Helsinkiben, 1992. március 17-én kelt Egyezmény kihirdetéséről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2001-128-20-22> (letöltés: 2022.06.28.)
- [28] Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU irányelve (2012. július 4.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről (Seveso III.) Online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2012.197.01.0001.01.HUN&toc=OJ%3AL%3A2012%3A197%3AFULL (letöltés: 2022.08.08.)
- [29] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2021/1119 rendelete (2021. június 30.) a klímasemlegesség elérését célzó keret létrehozásáról és a 401/2009/EK rendelet, valamint az (EU) 2018/1999 rendelet módosításáról (európai klímarendelet) Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R1119&from=EN> (letöltés: 2022.07.18.)
- [30] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-128-00-00> (letöltés: 2022.06.01.)
- [31] 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2012-166-00-00> (letöltés: 2022.06.22.)
- [32] 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/1995-53-00-00> (letöltés: 2022.06.28.)
- [33] 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/1996-53-00-00> (letöltés: 2022.06.01.)
- [34] 2020. évi XLIV. törvény a klímavédelemről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2020-44-00-00> (letöltés: 2022.06.30.)

- [35] Kátai-Urbán Lajos: Súlyos ipari balesetek megelőzését és a felkészülést célzó jogintézmények egységes rendszerbe foglalása. Hadmérnök. 9. évfolyam (2014) 4. szám. Online: http://www.hadmernok.hu/144_10_katai_urbanl_1.pdf (letöltés: 2022.07.13.)
- [36] Ambiciózusabb Unió – Programom Európa számára. Politikai iránymutatás a hivatalba lépő következő Európai Bizottság számára (2019-2024). Előterjeszti: Ursula von der Leyen. Online: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/political-guidelines-next-commission_hu.pdf (letöltés: 2022.07.09.)
- [37] Barakonyi Károly: Stratégiai tervezés: Stratégiaalkotás I. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó Zrt. (volt Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt.), Budapest 1999. Online: <https://docplayer.hu/3059466-Strategiai-tervezes-strategiaalkotas-i-barakonyi-karoly.html> (letöltés: 2022.06.30.)
- [38] Matus János: A katonai gondolkodás új irányzatai. Hadtudomány. 2008/1. Online: http://mhtt.eu/hadtudomany/2008/1_2/083-095.pdf (letöltés: 2022.06.15.)
- [39] Orbán Balázs: A magyar stratégiai gondolkodás egyszeregye. MCC Alapítvány. Budapest, 2020.
- [40] Rich Horwath: The Origin of Strategy. Strategic Thinking Institute. 2006. Online: https://www.strategyskills.com/Articles/Documents/origin_strategy.pdf (letöltés: 2022.06.19.)
- [41] Tálás Péter: A nemzeti katonai stratégia és a magyar stratégiai kultúra. Hadtudomány. 2013/3–4. Online: https://www.mhtt.eu/hadtudomany/2013/3_4/Hadtudomany_2013_3-4_3.pdf (letöltés: 2022.06.18.)
- [42] Hamar Anna, Miskó Krisztina: Klímaváltozás és mezőgazdasági termelés. In: Király Gábor (szerk.): Éghajlatváltozási alkalmazkodás-kutatás a hazai mezőgazdaságban. Készítette az Agrárgazdasági Kutató Intézet a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat megbízásából a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítójú „NATÉR továbbfejlesztése” projekt keretében. 2018. április. Online: https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/Mezogazdasag_NateR2.pdf (letöltés: 2022.07.01.)

- [43] 1012/2008. (III. 4.) Korm. határozat Magyarország külkapcsolati stratégiájáról. Melléklet az 1012/2008. (III. 4.) Korm. határozathoz. Külügyminisztérium. 2008. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2008-1012-30-22> (letöltés: 2022.07.03.)
- [44] Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács: Útmutató a fenntartható jövőhöz – Hogyan járulhat hozzá Magyarország a fenntarthatósági célok megvalósításához? 2020. Online: <https://www.nfft.hu/documents/1238941/0/%C3%9ATMUTAT%C3%93+A+FENNTA+RTHAT%C3%93+J%C3%96V%C5%90H%C3%96Z.pdf/29272c15-7131-0833-586e-aba53ac6a705?t=1614162639083> (letöltés: 2022.07.01.)
- [45] EUR-Lex: Glosszárium az összefoglalókhoz – Fenntartható fejlődés. Online: https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/sustainable_development.html?locale=hu (letöltés: 2022.07.12.)
- [46] Burjánné Botos Barbara: A fenntartható fejlődés nyomában. Földrajzi Értesítő. 51. évfolyam (2002) 3–4. szám. Online: http://www.mtafk.hu/konyvtar/kiadv/FE2002/FE20023-4_287-300.pdf (letöltés: 2022.06.30.)
- [47] 16/2015. (VI. 5.) AB határozat, az Országgyűlés 2015. április 28-ai ülésnapján elfogadott, de még ki nem hirdetett, az állami földvagyon kezelésével összefüggő egyes törvények módosításáról szóló törvény egyes rendelkezései alaptörvény-ellenességének megállapításáról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2015-16-30-75> (letöltés: 2022.06.23.)
- [48] Magyarország Alaptörvénye. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-4301-02-00> (letöltés: 2022.06.11.)
- [49] Bodnár Zsolt: Idén először kizárólag környezeti kockázatok szerepelnek a Világgazdasági Fórum globális fenyegetettségi toplistájában. Qubit. 2020.01.15. Online: <https://qubit.hu/2020/01/15/iden-eloszor-kizarolag-kornyezeti-kockazatok-szerepelnek-a-vilaggazdasagi-forum-globalis-fenyegetettsegi-toplistajaban> (letöltés: 2022.06.09.)
- [50] ClimeNews – Hírportál: Globális Kockázatok jelentés 2021. Online: <https://climenews.com/globalis-kockazatok-jelentes-2021> (letöltés: 2022.06.15.)
- [51] World Economic Forum (WEF): Global Risk Report 2010. Online: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2010.pdf (letöltés: 2022.06.16.)

- [52] World Economic Forum (WEF): Global Risk Report 2020. Online: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [53] World Economic Forum (WEF): Global Risk Report 2021. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [54] Michael Kelly előadása: Energia-utópiák és a mérnöki realitás Elhangzott: Kelly, Michael: Energy Utopias and Engineering Reality. The Global Warming Policy Foundation. 2019 GWPF Annual Lecture. London, 11. November 2019 <https://www.thegwpf.org/prof-michael-kelly-energy-policy-needs-herds-of-unicorns/>
Eredeti (angol) pdf: <https://www.thegwpf.org/content/uploads/2019/11/KellyWeb.pdf>
Fordította: Szarka László Csaba, Bársony István. Megjelenik a GWPF jóváhagyásával.
In. Szarka László Csaba: Klímapolitikai előadások Londonból, magyarul. 2021. Online: <https://www.enpol2000.hu/dokumentumok/eladas/article/Dokument%C3%A1ci%C3%B3k/Dokumentumok/13-El%C5%91ad%C3%A1s/851-klimapolitikai-eloadasok-londonbol-magyarul> (letöltés: 2022.06.04.)
- [55] Megyeri Mirtill: Nem versengeni kell a mesterséges intelligenciával, hanem felkészülni az együttműködésre. MVAE HR-Szimpózium – 2019.06.05. Magyar Acél. 3. évfolyam (2019) 3. szám. Online: <http://www.mvae.hu/kiadvanyok/mvae-2019-osz-web.pdf> (letöltés: 2022.08.14.)
- [56] Thorfinn Stainforth, Bartosz Brzezinski: More than half of all CO2 emissions since 1751 emitted in the last 30 years. Institute for European Environmental Policy. 2020.04.29. Online: <https://ieep.eu/news/climate-change-and-energy/more-than-half-of-all-co2-emissions-since-1751-emitted-in-the-last-30-years> (letöltés: 2022.07.05.)
- [57] Oláh Judit, Popp József, Erdei Edina: Az Ipar 5.0 megjelenése: ember és robot együttműködése. Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok. 5. évfolyam (2019) 1. szám. Online: <http://logisztikaitrendek.hu/wp-content/uploads/2019/08/2-Ol%C3%A1h-Popp-Erdi-1.pdf> (letöltés: 2022.06.26.)
- [58] Laurie Wright: Job automation could help us fight climate change – but only if we do it right. Quartz. 2019.10.08. Online: <https://qz.com/1717759/what-will-job-automation-mean-for-climate-change/> (letöltés: 2022.06.27.)

- [59] Want Not, Waste Not. – Interjú Vaclav Smillel. Az interjút készítette: Nathan Gardels (Noema Magazine). 2021.02.25. Online: <https://www.noemamag.com/want-not-waste-not/> (letöltés: 2022.07.02.)
- [60] Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv). 2017. Online: <https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/997966DE-9F6F-4624-91C5-3336153778D9/Nemzeti-Vizstrategia.pdf> (letöltés: 2022.07.09.)
- [61] ÖKO Zrt.: Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program 2014-2020 – Stratégiai környezeti vizsgálat. Budapest, 2014. augusztus. Online: https://www.palyazat.gov.hu/2014_2020_skv_partnersege (letöltés: 2022.06.29.)
- [62] Energia- és Klímatudatossági Szemléletformálási Cselekvési Terv. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM). 2015. Online: <https://2010-2014.kormany.hu/download/0/0c/41000/Energia-%20%C3%A9s%20Kl%C3%ADmatudatoss%C3%A1gi%20Szeml%C3%A9letform%C3%A1l%C3%A1si%20Csekv%C3%A9si%20Terv.pdf> (letöltés: 2022.06.30.)
- [63] Bányai Orsolya: Az energiafelhasználás csökkentésére és a megújuló energiaforrásokra irányuló szabályozás az ökológiai fenntarthatóság nézőpontjából. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem. 2012. Online: https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/167981/BanyaiOrsolya-ertekezes_titkosított.pdf?sequence=1&isAllowed=y (letöltés: 2022.07.10.)
- [64] Magyar Nemzeti Bank (MNB): Ökolábnyom-kalkulátor. Online: <https://okokalk.mnb.hu/> (letöltés: 2022.06.24.)
- [65] Magyar Nemzeti Bank (MNB): Versenyképességi jelentés. 2021. Online: <https://www.mnb.hu/letoltes/versenyke-pesse-gi-jelente-s-hun-2021-1018.pdf> (letöltés: 2022.07.16.)
- [66] 2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2015-57-00-00> (letöltés: 2022.06.12.)
- [67] Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv. Nemzeti Fejlesztési minisztérium (NFM). 2017. november. Online: https://2015-2019.kormany.hu/download/6/b4/81000/%C3%81CsT_2018.pdf (letöltés: 2022.06.23.)

- [68] MTI: A kormány energia-veszélyhelyzetet hirdetett. Magyarország Kormánya. 2022.07.13. Online: <https://kormany.hu/hirek/a-kormany-energia-veszelyhelyzetet-hirdetett> (letöltés: 2022.07.30.)
- [69] Halász László, Földi László: Környezetbiztonság. NKE HHK. Budapest. 2014. Online: <https://opac.uni-nke.hu/webview?infile=&sobj=9279&source=webvd&cgimime=application%2Fpdf%0D%0A> (letöltés: 2022.07.12.)
- [70] Jiemian Yang: Major Power Relations in a Post-Pandemic World Order. China Quarterly of International Strategic Studies. 6. évfolyam (2020) 1. szám. Online: <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S2377740020500074> (letöltés: 2022.06.24.)
- [71] Jobbágy Szabolcs: Hazai és EU energiabiztonság és a megújuló energiaforrások. Hadmérnök. 5. évfolyam (2010) 3. szám. Online: http://hadmernok.hu/2010_3_jobbagy.pdf (letöltés: 2022.07.16.)
- [72] Német Alexandra, Kátai Urbán Lajos, Vass Gyula: Veszélyes tevékenységek biztonsága a fenntarthatóság jegyében. Védelem Tudomány. 5. évfolyam (2020) 1. szám. Online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/V/1/2020-05-01-01-nemet-katai-vass.pdf> (letöltés: 2022.08.09.)
- [73] Sibalin Iván: Magyarország energiapolitikai érdekeinek környezet- és iparbiztonsági szempontú stratégiai elemzése 1. rész. Hadmérnök. 15. évfolyam (2020) 4. szám. Online: http://real.mtak.hu/124729/1/08_Sibalin_107-118_HM2020_4.pdf (letöltés: 2022.07.12.)
- [74] Bognár György: Multi- és interdiszciplináris tehetséggondozás a felsőoktatásban, műszaki, természettudományos és informatika területen (STEM). Opus et Educatio. 2. évfolyam (2015) 4. szám. Online: https://epa.oszk.hu/02700/02724/00005/pdf/EPA02724_opus_et_educatio_2015_04_17_8-191.pdf (letöltés: 2022.07.18.)
- [75] Magyarország kutatási, fejlesztési és innovációs stratégiája – 2021-2032. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM), Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH). Online: <https://nkfi.gov.hu/hivatalrol/strategia-alkotas/kutatasi-fejlesztési-innovacios-strategia> (letöltés: 2022.07.09.)

- [76] Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF): Lakosságfelkészítés. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/62/lakossagfelkeszites> (letöltés: 2022.07.12.)
- [77] Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF): Környezetvédelem és kéményseprés. Online: <https://kemenysepres.katasztrofavedelem.hu/tajekoztatok/kornyved> (letöltés: 2022.07.14.)
- [78] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH), Magyar Villamosenergia-ipari Rendszerirányító ZRt. (MAVIR): A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2020. évi adatai 10. fejezet. (Az excel dokumentum szerzője: Berki Tamás Péter). Online: <http://www.mekh.hu/a-magyar-villamosenergia-rendszer-2020-evi-adatai> (letöltés: 2022.07.09.)
- [79] Teknős László, Kóródi Gyula: A vízzel kapcsolatos veszélyeztetettség éghajlatváltozással kapcsolatos aspektusainak katasztrófavédelmi szempontú elemzése és kiértékelése II. Hadmérnök. 11. Évfolyam (2016) 3. szám. Online: http://hadmernok.hu/163_07_teknos.pdf (letöltés: 2022.06.22.)
- [80] Nikolaus Froitzheim, Jaroslaw Majka, Dmitry Zastrozhnov: Methane release from carbonate rock formations in the Siberian permafrost area during and after the 2020 heat wave. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS). 2021.08.02. Online: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2107632118> (letöltés: 2022.07.12.)
- [81] Svetlana Skarbo: State of emergency in Norilsk after 20,000 tons of diesel leaks into Arctic river system. The Siberian Times. 2020.06.02. Online: <https://siberiantimes.com/other/others/news/state-of-emergency-in-norilsk-after-20000-tons-of-diesel-leaks-into-arctic-river-system/> (letöltés: 2022.07.30.)
- [82] Jan Hjort, Olli Karjalainen, Juha Aalto, Sebastian Westermann, Vladimir E. Romanovsky, Frederick E. Nelson, Bernd Etzelmüller, Miska Luoto: Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century. Nature Communications. 2018.12.11. Online: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07557-4> (letöltés: 2022.07.30.)
- [83] Virginia R. Burkett et al.: Point of Departure. In: Christopher B. Field et al. (szerk.): Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability – Part A: Global and

- Sectoral Aspects. Cambridge: Cambridge University Press. Online: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf (letöltés: 2022.07.23.)
- [84] Hoffmann Imre, Lévai Zoltán, Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Iparbiztonság Magyarországon. Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár 22: 1 Paper. 2015. Online: <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/549-dr-hoffmann-imre-dr-levai-zoltan-dr-katai-urban-lajos-dr-vass-gyula.pdf> (letöltés: 2022.06.24.)
- [85] Faragó Tibor: A fenntartható fejlődéssel foglalkozó nemzetközi együttműködés négy évtizede. Külügyi Szemle. 2012/3. Online: http://real.mtak.hu/62578/1/ENSZ_ff_4_evtized_KulSzemle_u.pdf (letöltés: 2022.08.02.)
- [86] Gyulai Iván: Fenntartható fejlődés és fenntartható növekedés. Statisztikai Szemle, 91. évfolyam (2013) 8-9. szám. Online: https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2013/2013_08-09/2013_08-09_797.pdf (letöltés: 2022.07.08.)
- [87] 1995. évi LXXXII. törvény az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény kihirdetéséről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/1995-82-00-00> (letöltés: 2022.07.17.)
- [88] Ambrusné Tóth Éva: A fenntartható fejlődésre vonatkozó szabályozási keretek az egyes nemzeti jogrendszerekben (2. melléklet). In.: Baranyai Gábor (készítette): Jelentés a fenntartható fejlődés általános jogi szabályozását megalapozó kutatásról (szakmai beszámoló). NKE VTK – Víz- és Környezetpolitikai Tanszék. 2020. január. Online: <https://vtk.uni-nke.hu/document/vtk-uni-nke-hu/Jelent%C3%A9s%20a%20fenntarthat%C3%B3%20fejl%C5%91d%C3%A9s%20jogi%20szab%C3%A1lyoz%C3%A1s%C3%A1t%20megalapoz%C3%B3%20kutat%C3%A1sr%C3%B3l.pdf> (letöltés: 2022.07.08.)
- [89] Riói Nyilatkozat a Környezetről és a Fejlődésről. Online: <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/Fenntarthato%20fejlodes/A%20Rioi%20Nyilatkozat.htm> (letöltés: 2022.07.08.)
- [90] Nagy Sándor Gyula: A környezethez való jog és a Kiotói Jegyzőkönyv. Acta Humana, 17 (1). 2006.01.31. Online: <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/710/> (letöltés: 2022.06.27.)

- [91] Balás Gábor, Koltai Luca, Varró András, Szabó Tamás: A fenntartható fejlődés és az államháztartás kölcsönhatásai, a levegőminőség példáján. HÉTFA Kutatóintézet. Budapest. 2020.09.15. Online: https://www.parlament.hu/documents/126660/5181504/levegominoseg_tanulmany_HE_TFA_0915.pdf/0b33a0b7-1c29-729f-0b46-77c723eb55db?t=1602761187903 (letöltés: 2022.07.10.)
- [92] EUR-Lex: Az EU jogszabályainak összefoglalása: Kiotói Jegyzőkönyv az éghajlatváltozásról. utolsó frissítés: 2011.04.04. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128060> (letöltés: 2022.07.17.)
- [93] Európai Bizottság: Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai. Az uniós mezőgazdaság és a fenntartható fejlődési célok. Online: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/international-cooperation/international-organisations/un-sustainable-development-goals_hu (letöltés: 2022.07.08.)
- [94] Valkó Gábor: A fenntartható mezőgazdaság indikátorrendszerének kialakítása az Európai Unió tagországaira vonatkozóan. Központi Statisztikai Hivatal. Műhelytanulmányok 10. Budapest. 2017. Online: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/muhelytanulmanyok10.pdf> (letöltés: 2022.07.08.)
- [95] UNFCCC: The Paris Agreement. Online: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (letöltés: 2022.07.17.)
- [96] HUPCC: Párizsi Megállapodás. Online: <https://hupcc.hu/tudastar/parizsi-eghajlatvedelmi-megallapodas/> (letöltés: 2022.07.17.)
- [97] MTI: Glasgow-i klímacsúcs – elfogadták az új klímaegyezményt. Mandiner. 2021.11.13. Online: https://mandiner.hu/cikk/20211113_glasgow_i_klimacsucs_elfogadtak_az_uj_klimaegy_ezmenyt (letöltés: 2022.07.17.)
- [98] Lehoczky Annamária: Életben maradt a 1,5 °C reménye, de a világ nem töri össze magát, hogy megmentse a beteget – COP26 helyszíni értékelő. Másfélók. 2021.11.15. Online: <https://masfelfok.hu/2021/11/15/cop26-glasgow-1-5-fok-klimavaltozas-ertekelo-elemzes-ensz-klimacsacsucs/> (letöltés: 2022.07.17.)

- [99] Az EU Tanácsának és az Európai Tanácsnak a hivatalos honlapja: Az ENSZ éghajlatváltozási konferenciája (COP26) – a világ vezetőinek csúcstalálkozója (Glasgow, Egyesült Királyság), 2021.11.01. Online: <https://www.consilium.europa.eu/hu/meetings/international-summit/2021/11/01/> (letöltés: 2022.07.17.)
- [100] Magyarország szerepvállalása az Egyesült Nemzetek Szervezetében – Magas Szintű Politikai Fórum. Online: <https://ensz.kormany.hu/magas-szintu-politikai-forum> (letöltés: 2022.07.08.)
- [101] Európai Bizottság: A 2030-ig tartó időszakra vonatkozó fenntartható fejlesztési menetrend. Online: https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future_hu (letöltés: 2022.07.09.)
- [102] Az Európai Unióról szóló szerződés és az Európai Unió működéséről szóló szerződés egységes szerkezetbe foglalt változata – EUSZ. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A12016ME%2FTXT> (letöltés: 2022.07.09.)
- [103] Az Európai Unióról szóló szerződés és az Európai Unió működéséről szóló szerződés egységes szerkezetbe foglalt változata – EUMSZ. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A12016ME%2FTXT> (letöltés: 2022.07.09.)
- [104] Gáthy Andrea: A nemzeti fenntartható fejlődési stratégiák elemzése, különös tekintettel az agrárgazdasági és vidékfejlesztési vonatkozásokra. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem. 2007. Online: https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/2856/Gathy_A_Ertekezes.pdf?sequence=5&isAllowed=y (letöltés: 2022.07.19.)
- [105] Brussels European Council 20 and 21 March 2003 Presidency Conclusions. Online: <https://www.consilium.europa.eu/media/20858/75136.pdf> (letöltés: 2022.06.26.)
- [106] European Technology Platform on Industrial Safety (ETPIS) honlap. Online: <http://www.industrialsafety-tp.org/home.aspx?lan=230&tab=148&itm=148&pag=2> (letöltés: 2022.06.26.)
- [107] A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak, a Régiók Bizottságának és az Európai

- Beruházási Banknak Tiszta bolygót mindenkinek Európai hosszú távú stratégiai jövőkép egy virágzó, modern, versenyképes és klímasemleges gazdaságról COM/2018/773 final. 2018.11.28. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52018DC0773> (letöltés: 2022.07.10.)
- [108] Elekházy Nóra: Az európai zöld megállapodás. Országgyűlés Hivatala – Közgyűjteményi és Közművelődési Igazgatóság – Képviselői Információs Szolgálat. 2020.06.08. Online: https://www.parlament.hu/documents/10181/4464848/Infojegyzet_2020_52_Europai_Zold_Megallapodas.pdf/b8ac0727-6099-7847-8b8f-e7288a692136?t=1591606810955 (letöltés: 2022.07.09.)
- [109] Az EU Tanácsának és az Európai Tanácsnak a hivatalos honlapja: A Tanács elfogadta az európai klímarendeleetet. 2021.06.28. Online: <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2021/06/28/council-adopts-european-climate-law/> (letöltés: 2022.07.18.)
- [110] Az EU Tanácsának és az Európai Tanácsnak a hivatalos honlapja: Irány az 55%! Online: <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/> (letöltés: 2022.07.11.)
- [111] A Bizottság Közleménye – Új európai iparstratégia. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52020DC0102> (letöltés: 2022.07.18.)
- [112] Európai Bizottság honlapja: Európai iparstratégia. Online: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_hu (letöltés: 2022.07.18.)
- [113] A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Európa digitális jövőjének megtervezése. Brüsszel, 2020.02.19. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0067&from=EN> (letöltés: 2022.07.18.)
- [114] A klímasemleges gazdaság létrehozása: A Bizottság nyilvánosságra hozta a jövő energiarendszerére és a tiszta hidrogénre vonatkozó terveit. Európai Bizottság – Sajtóközlemény. Online:

- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/ip_20_1259 (letöltés: 2022.07.18.)
- [115] A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának a tisztább és versenyképesebb Európát szolgáló, körforgásos gazdaságra vonatkozó új cselekvési terv. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098&from=EN> (letöltés: 2022.07.18.)
- [116] A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának a 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitási stratégia – Hozzuk vissza a természetet az életünkbe! Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380> (letöltés: 2022.07.18.)
- [117] Európai Bizottság honlapja: Az EU biodiverzitási stratégiája 2030-ig. Online: https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_hu (letöltés: 2022.07.18.)
- [118] Az EU Tanácsának és az Európai Tanácsnak a hivatalos honlapja: A Nyolcadik környezetvédelmi cselekvési program: indulhatnak a tárgyalások a tagállamok és a Parlament között. 2021.03.17. Online: <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2021/03/17/8th-environment-action-programme-member-states-ready-to-start-negotiations-with-parliament/> (letöltés: 2022.07.19.)
- [119] Council Directive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the major-accident hazards of certain industrial activities (Seveso I.) Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31982L0501> (letöltés: 2022.08.09.)
- [120] A Tanács 96/82/EK irányelve (1996. december 9.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzéséről (Seveso II.) Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX%3A31996L0082> (letöltés: 2022.08.09.)
- [121] Európai Parlament: Jelentés a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló európai parlamenti és tanácsi irányelvre irányuló javaslatról (COM(2010)0781 – C7-0011/2011 – 2010/0377(COD)) Online:

- https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0339_HU.html (letöltés: 2022.06.25.)
- [122] UNECE: Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents and Sustainable Development Goals. Online: https://unece.org/DAM/env/documents/2018/TEIA/reduced_size_Portrait-Post-card-Industrial_Accidents-SDG-eng.pdf (letöltés: 2022.07.20.)
- [123] Long-term strategy for the Convention until 2030. Online: https://unece.org/DAM/env/documents/2019/TEIA/LTS_ENG.pdf (letöltés: 2022.07.28.)
- [124] ensz.kormany.hu: Magyarország 65 éve az ENSZ-ben. Online: <https://ensz.kormany.hu/magyarorszag-65-eve-az-ensz-ben> (letöltés: 2022.07.21.)
- [125] Jackovics Péter, Herbák Dóra: A katasztrófavédelmi művelet-elemzés, mint a lakosságvédelem eszköze. Hadmérnök. 13. évfolyam (2018) 1. szám. Online: http://www.hadmernok.hu/181_15_jackovics.pdf (letöltés: 2022.08.05.)
- [126] Bognár Balázs, Kátai-Urbán Lajos, Kossa György, Kozma Sándor, Szakál Béla, Vass Gyula: Iparbiztonságtan I. (szerk.: Kátai-Urbán Lajos) Nemzeti Közsolgálati és Tankönyv Kiadó Zrt. 2013.
- [127] Luxné Prehoda Anna Beáta: Társadalmi traumafeldolgozás – A magyarországi vörösiszap-katasztrófaemlékezete alapján. Doktori (PhD) értekezés. ELTE. Budapest. 2016. Online: https://edit.elte.hu/xmlui/static/pdfs/web/viewer.html?file=https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/37908/Luxn%c3%a9_Prehoda_Anna_DISSZERT%c3%81CI%c3%93.pdf?sequence=1&isAllowed=y (letöltés: 2022.07.21.)
- [128] Ambrusz József, Muhoray Árpád: A vörösiszap-katasztrófa következményeinek felszámolása, a keletkezett károk helyreállítása. Bolyai Szemle. 2015/4. Online: <https://nkerepo.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14488/A%20v%C3%B6r%C3%B6siszap-katasztr%C3%B3fa%20k%C3%B6vetkezm%C3%A9nyeinek%20felsz%C3%A1mol%C3%A1sa,%20a%20keletkezett%20k%C3%A1rok%20helyre%C3%A1ll%C3%ADt%C3%A1sa.pdf?sequence=1> (letöltés: 2022.08.05.)

- [129] Bézi László, Vágó Péter: A környezetvédelmi érdekérvényesítés gyakorlatának néhány aspektusa hazánkban és az Indonéz Köztársaságban Jogelméleti Szemle. 2003/4. szám. Online: <http://jesz.ajk.elte.hu/bezi16.html> (letöltés: 2022.07.21.)
- [130] 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-219-20-22> (letöltés: 2022.07.12.)
- [131] Hornyacsek Júlia: A lakosság katasztrófavédelmi felkészítésének elméleti és gyakorlati kérdései. Doktori (PhD) értekezés. I. Kötet. Budapest. 2005. Online: http://www.drhornyacsek.hu/sajat%20publikaciok/doktori%20ertekezes%20veresne_hornyacsek_julia.pdf (letöltés: 2022.07.23.)
- [132] Bleszity János, Földi László, Haig Zsolt, Nemeslaki András, Restás Ágoston: Műszaki kutatások és hatékony kormányzás. Hadmérnök. 11. évfolyam (2016) 3. szám. Online: http://hadmernok.hu/163_18_bleszity.pdf (letöltés: 2022.07.26.)
- [133] Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) 2021-2027. Budapest, 2021. július. Online: <https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/strategia-alkotas/nemzeti-intelligens> (letöltés: 2022.07.27.)
- [134] Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája – 2020-2030. Digitális Jólét Nonprofit Kft. 2020. május. Online: <https://ai-hungary.com/api/v1/companies/15/files/137203/view> (letöltés: 2022.06.02.)
- [135] Energiatudományi Kutatóközpont: Kihívások a nukleáris energetika, az energiabiztonság, a környezetvédelem és az anyagtudományok területén K+F+I Stratégia 2020-2025. 2020. január. Online: https://www.ek-cer.hu/wp-content/uploads/EK_KutStrat2020_V04.pdf (letöltés: 2022.07.12.)
- [136] MTI, NVTNM Kommunikáció: Megalakult az Energetikai Innovációs Tanács. Magyarország Kormánya. 2018.10.03. Online: <https://2015-2019.kormany.hu/hu/tarcanelkuli-miniszter-3/hirek/megalakult-az-energetikai-innovacios-tanacs> (letöltés: 2022.07.07.)
- [137] Energetikai Iparfejlesztési és KFI Cselekvési Terv. (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium) 2018. február. Online: <https://2015-2019.kormany.hu/download/c/8d/61000/EKFICsT.pdf#!DocumentBrowse> (letöltés: 2022.07.17.)

- [138] 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2007-86-00-00.102> (letöltés: 2022.06.01.)
- [139] Carbon Tracker: The Sky's the Limit: Solar and wind energy potential is 100 times as much as global energy demand 2021.04.23. Online: <https://carbontracker.org/reports/the-skys-the-limit-solar-wind/> (letöltés: 2022.06.21.)
- [140] the Energy Factbook: Energy's deathprint. Online: <https://khuurer.wordpress.com/energys-deathprint/> (letöltés: 2022.07.09.)
- [141] James Conca: The 'Deathprint' Of Energy Grapples With The Powers Of Regulation. Forbes. 2016.09.30. Online: <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2016/09/30/the-deathprint-of-energy-grapples-with-the-powers-of-regulation/?sh=2b581ea62c6b> (letöltés: 2022.07.09.)
- [142] James Conca: How Deadly Is Your Kilowatt? We Rank The Killer Energy Sources? Forbes. 2012.06.10. Online: <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2012/06/10/energys-deathprint-a-price-always-paid/?sh=744ef986709b> (letöltés: 2022.07.10.)
- [143] Madhumitha Jaganmohan: Mortality rate worldwide in 2012, by energy source (in deaths per thousand terawatt hour). Statista. 2021.01.29. Online: <https://www.statista.com/statistics/494425/death-rate-worldwide-by-energy-source/> (letöltés: 2022.07.10.)
- [144] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) Statisztikai Főosztály, Statisztikai Osztály: Energiastatisztika 2020. éves riport. Online: http://www.mekh.hu/download/1/fa/01000/Energiastatisztika_2020.pdf (letöltés: 2022.07.09.)
- [145] Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32009L0028> (letöltés: 2022.07.09.)
- [146] Huszti Virág: A geotermikus energia hasznosítási lehetőségei Magyarországon és Izlandon. KKI-elemzések – A Külügyi és Külgazdasági Intézet időszaki kiadványa.

2018. Online: https://kki.hu/assets/upload/27_KKI-elemzes_HU_ISL_Huszt_i_20180815.pdf (letöltés: 2022.06.30.)
- [147] Paul Hawken et. al.: Visszafordítható – 100 hatékony megoldás a klímakatasztrófa megállításához. (szerk.: Paul Hawken) HVG Könyvek. Budapest, 2019.
- [148] MANNVIT: Hőszivattyús rendszerek. Online: <https://www.mannvit.hu/tevekenysegi-kor/hoszivattyus-rendszerek/> (letöltés: 2022.06.29.) Ld. még: https://www.daikin.hu/hu_hu/knowledge-center/heat-pump-technology.html
- [149] Központi Statisztikai Hivatal (KSH) – Stadat: 6.1.1.10. Elsődleges megújuló energiaforrások termelése és felhasználása energiaforrások szerint. Online: https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0010.html (letöltés: 2022.07.24.) Eredeti forrás: MEKH.
- [150] International Renewable Energy Agency (IRENA): Renewable Energy Insights by IRENA Data Centre: Installed Capacity Trends. 2017.10.08. Frissítve 2022.07.21. Online: <https://public.tableau.com/app/profile/irena.resource/viz/IRENARenewableEnergyInsights/Trends> (letöltés: 2022.07.30.)
- [151] World Population Review: Iceland Population 2022 (Live). Online: <https://worldpopulationreview.com/countries/iceland-population> (letöltés: 2022.08.10.)
- [152] MVM Paksi Atomerőmű: Megújuló és atomerőmű – közösen a fenntarthatóbb jövőért. Online: <https://atomeromu.mvm.hu/hu-HU/FooldalEgyeb/Kozosen> (letöltés: 2022.06.22.)
- [153] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): Statisztikai Tükör – Karbonlábnyom Magyarországon. 2018.05.29. Online: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/karbonlabnyom.pdf> (letöltés: 2022.06.24.)
- [154] Tóth I. János: Klímaváltozás, karbonlábnyom, migráció – Jövőidő. Barankovics Alapítvány. 2019.01.09. Online: <https://barankovics.hu/klimavaltozas-karbonlabnyom-migracio/> (letöltés: 2022.06.24.)
- [155] Schöberl Miklós: Fatermékek szénlábnyoma és a klímavédelem. FATÁJ-online szaklap. 2013.03.01. Online: https://fataj.hu/archiv/2013/03/016/201303016_FatermekekSzenlabnyoma.php (letöltés: 2022.07.26.)

- [156] Earth Overshoot Day: Energy. Online: <https://www.overshootday.org/solutions/energy/> (letöltés: 2022.08.10.)
- [157] Barcza Zoltán et al.: Klímaváltozás. (szerk.: Bartholy Judit, Pongrácz Rita) Eötvös Loránd Tudományegyetem. 2013. Online: <https://dtk.tankonyvtar.hu/handle/123456789/11976> (letöltés: 2022.05.30.)
- [158] Steven Schultz: Controlling methane is a fast and critical way to slow global warming, say Princeton experts. Princeton University News. 2019.09.19. Online: <https://www.princeton.edu/news/2019/09/19/controlling-methane-fast-and-critical-way-slow-global-warming-say-princeton-experts> (letöltés: 2022.06.27.)
- [159] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): Fenntartható fejlődési célok (SDG) – Megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférés biztosítása mindenki számára. 2021.11.26. Online: <https://www.ksh.hu/sdg/3-2-sdg-7.html> (letöltés: 2022.06.15.)
- [160] Information Unit for Conventions – United Nations Environment Programme: Climate Change Information Sheet 22. How human activities produce greenhouse gases. 2000.07.17. Online: <https://unfccc.int/cop3/fccc/climate/fact22.htm> (letöltés: 2022.08.02.)
- [161] Joby Warrick: California gas leak was the worst man-made greenhouse-gas disaster in U.S. history, study says. The Washington Post. 2016.02.25. Online: <https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2016/02/25/california-gas-leak-was-the-worst-man-made-greenhouse-gas-disaster-in-u-s-history-study-says/> (letöltés: 2022.08.02.)
- [162] Drew Michanowicz: Op-Ed: The Aliso Canyon gas leak was a disaster. There are 10,000 more storage wells out there just like it. Los Angeles Times. 2018.05.14. Online: <https://www.latimes.com/opinion/op-ed/la-oe-michanowicz-aliso-canyon-gas-leak-20180514-story.html> (letöltés: 2022.08.02.)
- [163] Tóth András, Siposné Kecskeméthy Klára, Endrődi István: A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 1. rész. Hadmérnök. 15. évfolyam (2020) 4. szám. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/3943/4340> (letöltés: 2022.06.29.)

- [164] Tóth András, Siposné Kecskeméthy Klára, Endrődi István: A magyar szénhidrogéniparban előfordult katasztrófák, azok tanulságai és a megelőzés módozatai 2. rész. Hadmérnök. 16. évfolyam (2021) 1. szám. Online: [http://real.mtak.hu/125704/1/08 Toht-Siposne-Endrodi_129-143_HM2021_1.pdf](http://real.mtak.hu/125704/1/08_Toht-Siposne-Endrodi_129-143_HM2021_1.pdf) (letöltés: 2022.06.29.)
- [165] Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Veszélyes üzemek, tevékenységek és technológia az iparban – Kézikönyv. (szerk.: Kátai-Urbán Lajos) NKE – Katasztrófavédelmi Intézet. Budapest 2014. Online: http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/8473/kezikonyv_vesz_tech.pdf?sequence=1 (letöltés: 2022.06.28.)
- [166] Serfőző Kálmán: Olajipari létesítményekben bekövetkezett káresemények elemzése – nemzetközi kitekintés. Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap. Konferenciakiadvány. 2020. 02. 24. Online: <https://tolna.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-04/70644.pdf> (letöltés: 2022.06.28.)
- [167] ITM Kommunikáció / NVTNM Kommunikáció: Megkezdődik a Mátrai Erőmű zöld jövőképeinek kialakítása. Magyarország Kormánya. 2020.12.07. Online: <https://kormany.hu/hirek/megkezdodik-a-matrai-eromu-zold-jovokepenek-kialakitasa> (letöltés: 2022.07.12.)
- [168] Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti és Vadgazdálkodási Főosztály: Nemzeti Erdőstratégia 2016-2030. Budapest, 2016. szeptember. Online: http://erdo-mezo.hu/wp-content/uploads/2016/10/nemzeti_erdostrategia_2016.pdf (letöltés: 2022.08.07.)
- [169] Besenyei Mónika: Fenntarthatóság. In. Kaiser Tamás (szerk.): Jó Állam Jelentés 2019. Első változat. NKE KTI - Kutatásmódszertani és Mérésügyi Iroda. Online: https://joallamjelentes.uni-nke.hu/2019_pages_PDF/Jo_Allam_Jelentes_2019_Elso_Valtozat.pdf (letöltés: 2022.06.30.) grafikonok készítője: Petényi Sára. Eredeti forrás: UNFCCC.
- [170] Tibor Schaffhauser: Elon Musk pénzdíja és a klímaváltozás mesterséges megfékezése. Green Policy Center. 2021.01.29. Online: <https://www.greenpolicycenter.com/index.php/2021/01/29/elon-musk-penzdija-es-a-klimavaltozas-megfekezese/> (letöltés: 2022.07.11.)

- [171] Alexander Richter: World's largest direct air capture and CO₂ storage plant on in Iceland. Think Geoenergy. 2021. 09. 13. Online: <https://www.thinkgeoenergy.com/worlds-largest-direct-air-capture-and-co2-storage-plant-on-in-iceland/> (letöltés: 2022.07.31.)
- [172] Ameya Paleja: The UK's largest carbon capture plant is now operational. Interesting Engineering. 2022.06.27. Online: <https://interestingengineering.com/uk-largest-carbon-capture-plant-operational> (letöltés: 2022.07.24.)
- [173] Központi Statisztikai Hivatal (KSH) – Stadat: 15.1.1.7. Erdőtelepítés, fásítás, erdőfelújítás. Online: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0007.html (letöltés: 2022.08.10.)
- [174] Európai Bizottság: A természet szerepe az éghajlatváltozásban. 2009. augusztus. Online: https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_HU.pdf (letöltés: 2022.07.13.)
- [175] Sulyok József, Ilonczai Zoltán: Lápok – Nemzeti Ökológiai Hálózat 3. Környezetvédelmi Minisztérium Természetvédelmi Hivatal. (szerk.: Érdiné Szekeres Rozália) 2002. Online: http://www.termeszetvedelem.hu/_user/downloads/nok/L%E1pok.pdf (letöltés: 2022.08.02.)
- [176] Ádám Szilvia et al.: Segédanyag a lápok védelméhez. Természetmegőrzési Főosztály. Budapest, 2012. július. Módosítva: 2015. Online: http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Ex%20lege/l%C3%A1p/Seg%C3%A9danyag%20a%20l%C3%A1pok%20v%C3%A9delm%C3%A9hez.pdf (letöltés: 2022.07.13.)
- [177] Agrárminisztérium – Természetvédelemért Felelős Helyettes Államtitkárság: Természetvédelmi adatok 2020. december 31-i állapot szerint. Budapest 2021. Online: http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Tenyek&Adatok/Termeszetvedelmi_adatok-20201231.pdf (letöltés: 2022.07.13.) Megjegyzés: az egyedi jogszabállyal védett területeken kívül elhelyezkedő, törzskönyvezett területek.
- [178] Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület: A Nemzeti Hidrogéntechológiai Platform bemutatása és aktuális EU-s fejlemények. 2020.08.24. Online:

- <https://www.hfc-hungary.org/hidrogentechnologiai-platform-bemutatasa-es-europai-unios-fejlemenyek/> (letöltés: 2022.07.16.)
- [179] MTI: A hidrogénnek jelentős szerepe lesz a dekarbonizációban. Magyarország Kormánya. 2021.06.07. Online: <https://kormany.hu/hirek/a-hidrogennek-jelentos-szerepe-lesz-a-dekarbonizacioban> (letöltés: 2022.06.16.)
- [180] Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület: A hidrogénről – A hidrogén, mint „rég-új ismerős”. s.d. Online: https://www.hfc-hungary.org/hidrogenrol/#_ftn1 (letöltés: 2022.06.16.)
- [181] Szabó John: A hidrogén (fel)hajtás, avagy mennyire zöld ez az energia, és mit kezd vele Európa? Másfél fok. 2020.07.23. Online: <https://masfelfok.hu/2020/07/23/hidrogen-zold-energia-europai-unio-klimavaltozas/> (letöltés: 2022.06.17.)
- [182] Európai Parlament – Hírek: Tiszta hidrogén: milyen előnyei lehetnek az EU-ban? 2021.05.17. Online: <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20210512STO04004/tiszta-hidrogen-milyen-elonyei-lehetnek-az-eu-ban> (letöltés: 2022.06.18.)
- [183] László Judit: Iparági hírek heti összefoglalója. Alternatív energia. MVM Hírlevél. 10. évfolyam. 2021.05.31. Online: <https://mvm.hu/hu-HU/Media/MediaTartalmak/-/media/CDEA0ED1676D48F9BB489F2310F2D7C3.ashx> (letöltés: 2022.06.24.)
- [184] Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája. 2021. május. Online: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/6/61/61a/61aa5f835ccf3e726fb5795f766f3768f7f829c1.pdf> (letöltés: 2022.06.18.)
- [185] Fehér Annamária, Mérő Tamás: E-misszió: A hidrogén szerepe a földgáz infrastruktúrában. Energiaforrás (Az MVM Csoport szakmai lapja). 56. évfolyam. (2020) 2. szám. Online: https://mvm.hu/-/media/MVMHu/Documents/Media/Mediatartalmak/Energiaforras/MVM-Energiaforras_2020_2_web.pdf (letöltés: 2022.06.17.)
- [186] Pataky István: Halványuló fekete-tengeri gázprojekt. Magyar Nemzet. 2021.05.13. Online: <https://magyarnemzet.hu/gazdasag/2021/05/halvanyulo-fekete-tengeri-gazprojekt> (letöltés: 2022.06.17.)
- [187] Dannert Éva: Terra incognita – Barnamezők és kezelésük Európában, valamint Magyarországon. Doktori (Phd) értekezés. Pécsi Tudományegyetem. 2016. Online:

http://old.foldrajz.ttk.pte.hu/phd/phdkoord/nv/disszert/Disszertacio_Dannert.pdf

(letöltés: 2022.06.06.)

- [188] Doró Viktória: Barnamezős területek kármentesítése és hasznosítása. Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége (KSzGySz) – sajtóanyag. 2019.03.13. Online:

<https://kszgysz.hu/sajtoanyag/barnamezos-teruletek-karmentesitese-es-hasznositasa>

(letöltés: 2022.07.07.)

- [189] Dave Jones et al.: Europe's Dark Cloud – How Coal-burning Countries are Making Their Neighbours Sick. WWF European Policy Office, Sandbag, CAN Europe, HEAL. Brussels, 2016. Online: https://env-health.org/IMG/pdf/dark_cloud-full_report_final.pdf

(letöltés: 2022.07.07.)

- [190] Hesz József: Az iparibaleset-elhárítás eljárás- és eszközrendszerének kutatása és fejlesztése, különös tekintettel a kőolaj-finomítókra. Doktori (PhD) Értekezés. ZMNE. 2005. Online:

<https://tudasportal.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/12020/Teljes%20sz%c3%b6veg%21?sequence=1&isAllowed=y> (letöltés: 2022.08.05.)

- [191] Hoffmann Imre, Kátai-Urbán Lajos, Lévai Zoltán, Vass Gyula: Iparbiztonsági kockázatok Magyarországon. Védelem Online: Tűz- és katasztrófavédelmi szakkönyvtár. 2015 Online:

<http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/546-iparbiztonsagi-kockazatok-magyarorszagon.pdf> (letöltés: 2022.08.06.)

- [192] 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2005-314-20-22> (letöltés: 2022.08.08.)

- [193] Herman Ottó Intézet: 20 éves az Országos Környezeti Kármentesítési Program. Online: <http://www.hermanottointezet.hu/node/800205> (letöltés: 2022.08.08.)

- [194] 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2004-219-20-22> (letöltés: 2022.08.07.)

- [195] Nemzeti Fejlesztés 2030 – Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió. 2013. In. Magyar Közlöny 2014. 1. szám. Online: <https://regionalispolitika.kormany.hu/download/a/c9/e0000/MK14001.pdf> (letöltés: 2022.07.19.)

- [196] Will Nichols, Rory Clisby: 40% of oil and gas reserves threatened by climate change. Verisk Maplecroft. 2021.12.16. Online: <https://www.maplecroft.com/insights/analysis/40-of-oil-and-gas-reserves-threatened-by-climate-change/> (letöltés: 2022.07.11.)
- [197] Alice Hill: The Trouble With Climate Adaptation. Noema Magazine. 2021.08.10. Online: <https://www.noemamag.com/the-trouble-with-climate-adaptation/> (letöltés: 2022.07.13.)
- [198] Lakatos Mónika, Szabó Péter, Zsebeházi Gabriella: Hőhullámok: ami ma szélsőséges, az a jövőben valószínűleg átlagos lesz. 2017.08.11. Online: https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1969&hir=Hohullamok:ami_ma_szelsos_eges_az_a_jovoben_valoszinuleg_atlagos_lesz (letöltés: 2022.08.01.)
- [199] Bonnyai Tünde: Létfontosságú rendszerek és rendszerelemek katasztrófa-érzékenysége. Műszaki Katonai Közlöny. 23. évfolyam (2013) 1. szám. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2013_1_14%20Katasztrofaerzekenyseg.pdf (letöltés: 2022.06.23.)
- [200] Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF): Rekord alacsony vízállás a Dunán- 71 éves rekord dőlt meg Budapestenél – Sajtóközlemény. Tartalomfelelős: Siklós Gabriella, Utolsó módosítás: Brávác Tamás. 2018.10.16. Online: <http://www.ovf.hu/hu/korabbi-hirek-2/sajtokozlemenye-181016> (letöltés: 2022.07.09.)
- [201] Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF): Újra nagyon alacsony a Duna vízállása, el kell indítani a szivattyús vízpótlást a Ráckevei-(Soroksári-) Duna-ágon – Sajtóközlemény. Tartalomfelelős: Siklós Gabriella, Utolsó módosítás: Regdánzki Tamara. 2021.09.27. Online: <http://www.ovf.hu/hu/korabbi-esemenyek/ujra-nagyon-alacsony-a-duna-vizallasa> (letöltés: 2022.07.09.)
- [202] Aszódi Attila: A nyári hőhullám hatása a villamosenergia-termelésre. Láncreakció – Aszódi Attila információs blogja. 2018.08.22. Online: https://aszodiattila.blog.hu/2018/08/22/a_nyari_hohullam_hatasa_a_villamosenergia-termelesre (letöltés: 2022.08.02.)
- [203] Balla István et al.: Energianövények, biomassza termelés és felhasználás. 6. tananyag. (szerk.: Gyuricza Csaba) Gödöllő. 2014. Online:

- http://nti.mkk.szie.hu/download/Biomassza%20alapanyagok%20termel%C3%A9se/Biomassza_k%C3%B6nyv.pdf (letöltés: 2022.07.22.)
- [204] Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF): Erdők tűzvédelme. s.d. Online: <https://katasztrofavedelem.hu/56/erdok-tuzvedelme> (letöltés: 2022.06.28.)
- [205] Bodnár László: Az erdőtüzek oltásának hatékonyságát növelő módszerek kutatása és fejlesztése. Doktori (PhD) Értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem. 2021. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16454/bodnar_laszlo_doktori_ertekezes.pdf (letöltés: 2022.07.28.)
- [206] Országos Atomenergia Hivatal (OAH): Magyarországon nem emelkedett a háttérsugárzás a Csernobil melletti erdőtűz miatt. 2020.04.06. Online: <http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?OpenAgent&article=news&uid=32A2D6D8A302266FC125854200476102> (letöltés: 2022.06.27.)
- [207] Országos Atomenergia Hivatal (OAH): Reagálás a közösségi médiában megjelenő álhírekre, félrevezető, aggodalmat keltő információkra. 2020.04.09. Online: <http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?OpenAgent&article=news&uid=96A32D026F10AAB0C1258545006A6FA0> (letöltés: 2022.06.27.)
- [208] Országos Atomenergia Hivatal (OAH): Elhúzódnak az oltási munkálatok Csernobilban. 2020.04.30. Online: <http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?OpenAgent&article=news&uid=98932EF9014FF799C125855A003DF601> (letöltés: 2022.06.27.)
- [209] Országos Atomenergia Hivatal (OAH): Felszámolták az összes erdőtüzet a csernobili zónában. 2020.05.15. Online: <https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/web?OpenAgent&article=news&uid=F7B83A7BF2D4A901C1258569003EE91D> (letöltés: 2022.06.27.)
- [210] Magyar Napelem Napkollektor Szövetség: A kaliforniai erdőtüzek lehúzták a napelemek múlt havi termelését. (fordító: Varga Ildikó) 2020.10.01. Online: <https://www.mnnsz.hu/a-kaliforniai-erdotuzek-lehuztak-a-napelemek-mult-havi-termeleset/> (letöltés: 2022.06.28.)

- [211] euronews, AP: Sikerült megfékezni a széntüzelésű hőerőmű felé terjedő erdőtűzet Törökországban. Euronews. 2021.08.05. Online: <https://hu.euronews.com/2021/08/05/sikerult-megfekezni-a-szentuzelesu-hoeromu-fele-terjedo-erdotuzet-torokorszagban> (letöltés: 2022.07.08.)
- [212] Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) honlapja. Online: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_ev_ek_idojarasa/main.php?ful=csapadek (letöltés: 2022.06.23.)
- [213] Kis Anna: Mik azok a villámárvizek és hogyan kapcsolódnak a klímaváltozáshoz? Mi várható Magyarországon? Másfél fok. 2019.07.13. Online: <https://masfelfok.hu/2019/07/13/villamarviz-magyarorszag-klimavaltozas/> (letöltés: 2022.06.24.)
- [214] Hoffmann Imre, Szlávik Lajos, Cimer Zsolt: Árvíz által okozott katasztrófák iparbiztonsági vetületei. Védelem Tudomány. 4. évfolyam (2019) Iparbiztonság különszám. Online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/06-hoffmann-cimer-szlavik.pdf> (letöltés: 2022.07.14.)
- [215] Schweickhardt Gotthilf: Katasztrófavédelmi igazgatás. Dialóg Campus Kiadó, 2017. Online: https://nkerepo.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12665/web_PDF_EKM_Katasztrofavedelmi_igazgatas.pdf;jsessionid=0C598110EB4126FD32A13E4680D4B194?sequence=1 (letöltés: 2022.06.24.)
- [216] Napelem Rendszer Tiroli Service Kft.: Féltsük az időjárástól a napelemeket? S. d. Online: <https://napelemrendszer.info/feltsuk-az-idojarastol-a-napelemeket.html> (letöltés: 2022.07.18.)
- [217] Nagy Zsuzsanna, Bárdóczyné Székely Emőke, Lendér Henrik: Kézikönyv települések számára a települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezéséhez. DHI Hungary Kft. 2018. Online: https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/Belteruleti_vizrendezes_NATeR2.pdf (letöltés: 2022.08.11.)
- [218] Papp Antal: Katasztrófavédelem és a meteorológia kapcsolata, rendkívüli időjárási események kezelésének katasztrófavédelmi feladatai. Katasztrófavédelmi Oktatási Központ. Online: https://www.met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2013/16_Papp.pdf (letöltés: 2022.06.25.)

- [219] Tóth Ferenc: A jeges árvizek elleni védekezés évszázada I. Védelem Tudomány. 5. évfolyam (2020) 2. szám. Online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/10-tothf.pdf> (letöltés: 2022.07.22.)
- [220] Péliné Németh Csilla: Extrém szélsőséges viharokat hoz a klímaváltozás Magyarországon. Másfélfok. 2021.05.07. Online: <https://masfelfok.hu/2021/05/07/extrem-szelesbessegu-viharokat-hoz-a-klimavaltozas-magyarorszagon/> (letöltés: 2022.06.30.)
- [221] Horváth Ákos, Simon André: Az áramszolgáltatást veszélyeztető szélsőséges időjárási helyzetek – viharciklonok. Védelem Tudomány. 5. évfolyam (2020) 1. szám. Online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/08-horvath-simon.pdf> (letöltés: 2022.07.15.)
- [222] Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ): Magyarország szél viszonyai. s. d. Online: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/ (letöltés: 2022.06.30.)
- [223] Gööz Lajos, Kovács Tamás: Vízenergia. Online: <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Vizenergia.html> (letöltés: 2022.07.16.)
- [224] NRGreport: Leállították az áramtermelést a tiszalöki vízerőműben. 2017.02.09. Online: <https://nrgreport.com/cikk/2017/02/09/leallitottak-az-aramtermelést-a-tiszaloki-vizeromuben/> (letöltés: 2022.07.16.)
- [225] Horváth Ákos, Simon André: Az áramszolgáltatást veszélyeztető szélsőséges téli időjárási helyzetek. Védelem Tudomány. 4. évfolyam (2019) 4. szám. Online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/06-horvath-simon.pdf> (letöltés: 2022.07.15.)
- [226] Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ): Éghajlatváltozás – Hatások, alkalmazkodás. s. d. Online: <https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/hatasok-alkalmazkodas/> (letöltés: 2022.06.30.)
- [227] Bíróné Ősz Julianna et al.: Módszertani segédlet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elleni védekezés területi és helyi feladatainak ellátásához. (szerk.: Kátai-Urbán Lajos) BM OKF – 2005. Online: <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/608-modszertani-segedlet-a-veszelyes-anyagokkal-kapcsolatos-sulyos-ipari-balesetek-elleni-vedekezes-teruleti-es-helyi-feladatainak-ellatasahoz.pdf> (letöltés: 2022.06.21.)

- [228] Almási Csaba et al.: Módszertani útmutató a veszélyes üzemek idővel történő fokozatos romlásából fakadó kockázatok értékeléséhez. BM OKF Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség, Veszélyes Üzemek Főosztály. 2021. január. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2021-02/73544.pdf> (letöltés: 2022.06.09.)
- [229] Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig – Melléklet. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM). 2020. január. Online: <https://zoldbusz.hu/files/NE2030m.pdf> (letöltés: 2022.06.26.)
- [230] Aszódi Attila: Az öregedő európai erőműparkról. Láncreakció – Aszódi Attila információs blogja. 2016.12.09. Online: https://aszodiattila.blog.hu/2016/12/09/az_oregedo_europai_eromuparkrol (letöltés: 2022.06.26.)
- [231] Mesics Zoltán, Laczkó Levente, Domján Iván: Útmutató a műszaki állapot nyomon követéssel és a karbantartással kapcsolatos biztonsági irányítási rendszerelemek hatékony kialakításához és működtetéséhez. BM OKF. Budapest. 2020. január. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-01/68231.PDF> (letöltés: 2022.06.25.)
- [232] Berek Lajos, Hódosi Viktória: Veszélyes objektumok biztonsági rendszereinek ellenőrzése. Hadmérnök. 14. évfolyam (2019) 3. szám. Online: http://www.hadmernok.hu/193_01_berek.pdf (letöltés: 2022.07.22.)
- [233] Padányi József: Az éghajlatváltozás hatásai, mint a katonai erő előtt álló biztonsági kihívások. Hadtudomány. 2021/1. Online: http://real.mtak.hu/127638/1/031-043_Padanyi-Jozsef_2021-1.pdf (letöltés: 2022.08.04.)
- [234] 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégiájáról. 1. melléklet az 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozathoz. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2013-1139-30-22> (letöltés: 2022.06.10.)
- [235] Görgey Péter, Krasznay Csaba: A SeConSys együttműködés. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)

- [236] Körmendi Krisztina, Földi László, Solymosi József: A kritikus infrastruktúrák érintettsége és a katasztrófavédelem feladatai egy esetleges villamosenergia krízis helyzet esetén a 2003. évi „nagy észak-amerikai áramszünet” tapasztalatai alapján. Hadmérnök. 5. évfolyam (2010) 4. szám. Online: http://www.hadmernok.hu/2010_4_kormendi_foldi_solymosi.pdf (letöltés: 2022.08.07.)
- [237] Görgey Péter: A 2020. május 1-jei elnöki rendelet és annak háttere. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [238] Herbert Saurugg: Europe on the road to a major disaster. atw – International Journal for Nuclear Power. 66. évfolyam (2021) 3. szám. Online: <https://www.saurugg.net/2021/blog/vernetzung-und-komplexitaet/europe-on-the-road-to-a-major-disaster> (letöltés: 2022.07.14.)
- [239] Görgey Péter: 5 éve történt: kibertámadás az ukrán villamosenergia-rendszer ellen. 2020.12.14. ludovika.hu. Az NKE tudományos platformja. Online: <https://www.ludovika.hu/blogok/cyberblog/2020/12/14/5-eve-tortent-kibertamadas-az-ukran-villamosenergia-rendszer-ellen/> (letöltés: 2022.07.15.)
- [240] BBC News: Ukraine power cut 'was cyber-attack'. 2017.01.11. Online: <https://www.bbc.com/news/technology-38573074> (letöltés: 2022.07.15.)
- [241] Charlie Osborne: Energy company EDP confirms cyberattack, Ragnar Locker ransomware blamed. ZDNet. 2020.07.07. Online: <https://www.zdnet.com/article/edp-energy-confirms-cyberattack-ragnar-locker-ransomware-blamed/> (letöltés: 2022.07.16.)
- [242] Hlács Ferenc: A Nukleáris Biztonsági Ügynökséget is érintheti az USA elleni hackertámadás. HWSW Informatikai Hírmagazin. 2020.12.18. Online: <https://www.hwsz.hu/hirek/62701/egyesult-allamok-solarwinds-orion-biztonsag-hacker-tamadas-krizis.html> (letöltés: 2022.07.21.)
- [243] Nemzeti Kibervédelmi Intézet: A Solarwinds incidens – Kiberbiztonsági elemzés. 2021. szeptember. Online: <https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2021/09/NBSZ-NKI-Kiberbiztons%C3%A1gi-elemz%C3%A9s-a-SolarWinds-incidensr%C5%91l.pdf> (letöltés: 2022.07.21.)

- [244] Görgey Péter: Villamosenergetikai szempontból is releváns kiberfenyegetések ill. - támadások az USA-ban. In. Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve 2021. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2022. január. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2022/03/SeConSys_online_kezikonyv_2022_FINAL_22-03-03.pdf (letöltés: 2022.06.21.)
- [245] A hálózati és információs rendszerek biztonságára vonatkozó Stratégia. Magyarország hálózati és információs rendszerek biztonságára vonatkozó Stratégiájáról szóló 1838/2018. (XII. 28.) Korm. határozat alapján. Online: <https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2020/11/Strat%C3%A9gia-a-h%C3%A1l%C3%B3zati-%C3%A9s-inform%C3%A1ci%C3%B3s-rendszerek-biztons%C3%A1g%C3%A1ra.pdf> (letöltés: 2022.07.31.)
- [246] Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF): Iparbiztonsági ügyek. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/79/iparbiztonsgigyek> (letöltés: 2022.08.10.)
- [247] Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027. Elfogadva a 1704/2021. (X. 6.) Korm. határozattal. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM). Online: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/9/92/921/921c2f798773d4336ee3f45884a662d3018bb3d7.pdf> (letöltés: 2022.07.28.)
- [248] 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2012-185-00-00> (letöltés: 2022.06.10.)
- [249] Nagy Sándor, Hornyacsek Júlia: Környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései. Bolyai Szemle. 2014/1. Online: http://real.mtak.hu/19662/1/Nagy_S_Hornyacsek_J%20A%20k%C3%B6rnyezetv%C3%A9delmi%20kock%C3%A1zatok%20%C3%A9s%20a%20lakoss%C3%A1gv%C3%A9delem%20%C3%B6sszef%C3%BCgg%C3%A9sei.pdf (letöltés: 2022.08.07.)
- [250] Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer – Egységes Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer (OKIR EHIR): Összesített hulladékgazdálkodási adatok. Keletkezett hulladék adatok (2004-2020). 2020.01.24. Online: http://web.okir.hu/hu/cikk/548/Osszesített_hulladekgazdalkodasi_adatok (letöltés: 2022.06.01.)

- [251] Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer – Egységes Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer (OKIR EHIR): Online: <http://web.okir.hu/sse/?group=EHIR> (letöltés: 2022.06.01.)
- [252] MTI: Új alapokra helyezték a meteorológiai tevékenységet. Magyarország Kormánya. 2021.09.27. Online: <https://kormany.hu/hirek/uj-alapokra-helyeztek-a-meteorologiai-tevekenyseget> (letöltés: 2022.08.12.)
- [253] Muhoray Árpád: A veszélyhelyzetek kihirdetését igénylő helyzetek és azok korszerű megoldása a gyakorlatban. In.: Hornyacsek Júlia (szerk.): A védelmi igazgatás működésének gyakorlati tapasztalatai napjaink kihívásainak tükrében. Dialóg Campus Kiadó, 2019. Online: https://nkerepo.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13038/Web_PDF_vedelmi_igazgatas_muko_desenek_tapasztalatai.pdf?sequence=1#page=62 (letöltés: 2022.08.07.)
- [254] Hábermayer Tamás, Túriné Barta Ágnes, Muhoray Árpád: Katasztrófavédelmi önkéntesek közösségi média használata. Hadmérnök. 14. évfolyam (2019) 1. szám. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/117/3241> (letöltés: 2022.08.05.)
- [255] Tamás Berek, László Földi, József Padányi: The Structure and Main Elements of Disaster Management System of the Hungarian Defence Forces, with Special Regard to the Development of International Cooperation. AARMS. 19. évfolyam (2020) 1. szám. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/aarms/article/view/1110/3902> (letöltés: 2022.08.07.)
- [256] MTI: A napenergia térnyerésével csökkent Magyarország energiafüggősége. 2020.04.29. Magyarország Kormánya. Online: <https://2015-2019.kormany.hu/hu/innovacios-es-technologiai-miniszterium/energiaugyekert-es-klimapolitikaert-felelos-allamtitkar/hirek/a-napenergia-ternyeresevel-csokkent-magyarorszag-energiafuggosege> (letöltés: 2022.06.22.)
- [257] James Temple: Half of the world's emissions cuts will require tech that isn't commercially available. MIT Technology Review. 2021.05.18. Online: <https://www.technologyreview.com/2021/05/18/1025027/half-of-emissions-cuts-require-tech-innovation-climate-change-net-zero/> (letöltés: 2022.07.12.)
- [258] Joseph Dutton, Johanna Lehne, Chris Littlecott: European CCS: Learning from Failure or Failing to Learn? E3G. 2020. május. Online: <https://9tj4025ol53byww26jdkao0x->

- wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/04_06_20_CCS_learning_from_failure.pdf (letöltés: 2022.07.17.)
- [259] Karbonsemleges gazdaság hidrogéntechológiák felhasználásával. 2021.07.07. In: László Judit: Iparági hírek heti összefoglalója. A hazai energiaszektor hírei. MVM Hírlevél. 10. évfolyam. 2021.07.12. Online: <https://www.mvm.hu/HU/Media/MediaTartalmak/-/media/67A12E2B93C7429596D0A7E23D9636D6.ashx> (letöltés: 2022.07.16.)
- [260] Szunyog István, Galyas Anna Bella: A földgáz hidrogénnel történő helyettesítésének potenciálja Magyarországon. Műszaki Földtudományi Közlemények, 89. kötet (2020) 1. szám. Online: https://matarka.hu/koz/ISSN_2063-5508/89k_1fsz_2020/ISSN_2063-5508_89k_1sz_2020_227-233.pdf (letöltés: 2022.06.23.)
- [261] Somogyi Orsolya: A kék hidrogénnél még a szén is jobb választás lehet Magyar Nemzet. 2021.08.27. Online: <https://magyarnemzet.hu/gazdasag/2021/08/kek-hidrogennel-meg-a-szen-is-jobb-valasztas-lehet> (letöltés: 2022.03.29.) Eredeti forrás: Robert W. Howarth, Mark Z. Jacobson: How green is blue hydrogen? Energy, Science & Engineering. 2021.08.12. Online: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ese3.956> (letöltés: 2022.06.29.)
- [262] Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer – Levegőtisztaság-védelmi Információs Rendszermodul (OKIR LAIR). Online: <http://web.okir.hu/sse/?group=LAIR> (letöltés: 2022.06.01.)
- [263] TEÁOR számok. A gazdasági tevékenységek egységes ágazati osztályozási rendszere. Online: <https://www.teaorszamok.hu/3900/> (letöltés: 2022.06.01.)
- [264] Perei Katalin, Pernyeszi Tímea, Lakatos Gyula: Bioremediáció. Szegedi Tudományegyetem. 2012. Online: <http://eta.bibl.u-szeged.hu/1296/1/bioremediacio.pdf> (letöltés: 2022.06.01.)
- [265] VIZITERV Environ Kft.: Az aszálykockázat kezelése és a klímaalkalmazkodási képesség javítására irányuló intézkedések meghatározása. A Víz Keretirányelv előírásai szerinti állapotértékelések, elemzések, vizsgálatok, valamint a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek második felülvizsgálata és korszerűsítése. 2019. december. Online: https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/04/Aszaly_VGT3_2021.pdf (letöltés: 2022.07.24.)

- [266] Kirovne Rác R. Magdolna, Márton Attila: A hidrológiai eredetű szélsőségekkel összefüggő katasztrófavédelmi feladatok értékelése. Hadmérnök. 15. évfolyam (2020) 4. szám. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/4103/4338> (letöltés: 2022.08.06.)
- [267] Varga Ferenc: Az önkéntes tűzoltóságok beavatkozó műszaki eszközrendszere fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata. Műszaki Katonai Közlöny. 28. évfolyam (2018) 4. szám. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1520/837> (letöltés: 2022.08.06.)
- [268] Laczi Zoltán: Mobil app villámárvizek kezelésére. Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság. 2019.06.07. Online: http://www.kotivizig.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=1821:mobil-app-villamarvizek-kezelesere&catid=77:futo-nemzetkoezi-projektek-interreg&Itemid=159 (letöltés: 2022.06.24.)
- [269] RAINMAN Interreg Central Europe. <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/RAINMAN.html> (letöltés: 2022.08.07.)
- [270] Fáy Árpád: A vízenergia hasznosításának nemzetközi helyzete, EU-s tervek. Magyar Tudomány. 175. évfolyam (2014) 7. szám. Online: <http://www.matud.iif.hu/2014-07.pdf> (letöltés: 2022.08.05.)
- [271] Kis Anna: Egyre inkább el fogják mosni az országot a villámárvizek, ha nem alkalmazkodunk. Másfél fok. 2020.06.29. Online: <https://masfelfok.hu/2020/06/29/egyre-inkabb-el-fogjak-mosni-az-orszagot-a-villamarvizek-ha-nem-alkalmazkodunk/> (letöltés: 2022.07.21.)
- [272] Magyar Nemzeti Bank (MNB): Versenyképességi program 330 pontban. 2019. Online: <https://www.mnb.hu/letoltes/versenykepességi-program.pdf> (letöltés: 2022.07.16.)
- [273] Magyar Nemzeti Bank (MNB): Versenyképességi tükrök. 2020. Online: <https://www.mnb.hu/letoltes/versenykepességi-tukor-2020-honlapra-v2.pdf> (letöltés: 2022.07.16.)
- [274] Lingvay József, Szatmári Ilona, Lingvay Mónika, Tudosie Liana: Az erősáramú kábelek öregedése. Esettanulmány – 5 éves megfigyelések eredményei. Korróziós Figyelő. 2013. december. Online:

- https://www.researchgate.net/publication/263851390_Az_erosaramu_kabelek_oregedese_Esettanulmany_-_5_eves_megfigyelesek_eredmenyei_-_Underground_power_cables_ageing_Case_study_-_results_of_5_year_monitoring_full_text_in_Hungarian (letöltés: 2022.08.12.)
- [275] Niall Ferguson: Végzet – A katasztrófa politikája. Scholar Kiadó, 2021.
- [276] IoT Zóna: Mesterséges intelligencia és gépi tanulás az energetikában. 2018.08.16.
Online: <https://iotzona.hu/energia/mesterseges-intelligencia-es-gepi-tanulas-az-energetikaban> (letöltés: 2022.08.02.)
- [277] Kis Endre: A karbantartás digitalizációs lépései. GyártásTrend. 2018. júniusi lapszám.
Online: http://gyartastrend.hu/muveltmernok/cikk/a_karbantartas_digitalizacios_lepesei (letöltés: 2022.08.02.)
- [278] Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM): Mesterséges intelligencia a kiegyensúlyozott energiafelhasználásban. Jövő Gyára. 2020.10.06. Online: <http://www.techstorym2m.hu/mesterseges-intelligencia-a-kiegyensulyozott-energiafelhasznalasban.html> (letöltés: 2022.08.07.)
- [279] Görgey Péter, Krasznay Csaba: Bevezető. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [280] Angyal István et al.: A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kibervédelmének szabályozása. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [281] Görgey Péter: A villamosenergia-rendszer kiberbiztonsága és az OSINT. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf

- [content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf](#) (letöltés: 2022.06.16.)
- [282] Buttyán Levente et al.: A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i gyakorlati kibervédelme. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [283] Csatár János et al.: Rendszertechnika. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [284] Baranya Zsolt: Az Európai Unió tagállamainak nemzeti kiberbiztonsági stratégiái vizsgálatának és a magyar kiberbiztonsági stratégia elemzésének összefoglaló jelentése. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. Online: https://seconsys.eu/wp-content/uploads/2021/05/20201208_SeConSys_kezikonyv_final_ONLINE.pdf (letöltés: 2022.06.16.)
- [285] Sibalin Iván, Vass Gyula: Az ENISA által meghatározott aktuális technológiai kihívások kezelése a katasztrófavédelem szemszögéből. Védelem Tudomány. 3. évfolyam (2018) 2. szám. Online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/07-sibalin-vass.pdf> (letöltés: 2022.08.12.)
- [286] Sibalin Iván: Magyarország energiapolitikai érdekeinek környezet- és iparbiztonsági szempontú stratégiai elemzése 2. rész. Hadmérnök. 16. évfolyam (2021) 2. szám. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/5138/4564> (letöltés: 2022.08.13.)

- [287] Európai Vegyi anyag-ügynökség (ECHA): A POP-k megismerése. Online: <https://echa.europa.eu/hu/understanding-pops> (letöltés: 2022.08.11.)
- [288] A Tanács 96/59/EK irányelve (1996. szeptember 16.) a poliklórozott bifenilek és a poliklórozott terfenilek (PCB/PCT) ártalmatlanításáról. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX%3A31996L0059> (letöltés: 2022.08.10.)
- [289] A Bizottság (EU) 2019/1004 végrehajtási határozata (2019. június 7.) a hulladékokkal kapcsolatos adatoknak a 2008/98/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek megfelelően való kiszámítására, ellenőrzésére és jelentésére vonatkozó szabályok megállapításáról és a C(2012) 2384 bizottsági végrehajtási határozat hatályon kívül helyezéséről. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX:32019D1004> (letöltés: 2022.08.10.)
- [290] 445/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet az elem- és akkumulátorhulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2012-445-20-22> (letöltés: 2022.06.29.)
- [291] 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet a hulladékjegyzékről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2013-72-20-2Y> (letöltés: 2022.05.21.)
- [292] 374/2012. (XII. 18.) Korm. rendelet egyes veszélyes anyagok elektromos és elektronikus berendezésekben való alkalmazásának korlátozásáról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2012-374-20-22> (letöltés: 2022.06.22.)
- [293] A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32008L0114> (letöltés: 2022.08.13.)
- [294] 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-219-20-22> (letöltés: 2022.08.13.)
- [295] Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF): Kritikus infrastruktúrák védelmével összefüggő hatósági feladatok, jogszabályok. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/109/kritikus-infrastrukturak-vedelmevel-osszefuggo-hatosagi-feladatok-jogszabalyok> (letöltés: 2022.08.13.)

- [296] 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2013-65-20-22> (letöltés: 2022.08.13.)
- [297] Cimer Zsolt: A veszélyes anyagokat gyártó, felhasználó, tároló küszöbérték alatti üzemek tevékenységéből származó veszélyeztetettség meghatározásának metodikája, a kockázatsökkentő intézkedések számszerűsítése. Doktori (PhD) értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem. 2014. <https://nkerepo.unike.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12322/ertekezes.pdf;jsessionid=78D0674044FF13C504D8120CF659B436?sequence=1> (letöltés: 2022.08.13.)
- [298] 374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet az energetikai létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2020-374-20-22> (letöltés: 2022.08.14.)
- [299] Sara Bouchon et. al.: Non-Binding Guidelines For application of the Council Directive on the identification and designation of European Critical Infrastructure and the assessment of the need to improve their protection. European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen. Scientific and Technical Reports. 2008. Online: <https://core.ac.uk/download/pdf/38619898.pdf> (letöltés: 2022.08.14.)
- [300] Központi Statisztikai Hivatal (KSH) – Stadat: 15.1.2.26. Távfűtés- és melegvízszolgáltatás megye és régió szerint. Online: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0069.html (letöltés: 2022.08.14.)
- [301] Georgios Giannopoulos, Roberto Filippini, Muriel Schimmer: Risk assessment methodologies for Critical Infrastructure Protection. Part I: A state of the art. European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen. 2012. Online: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/25670> (letöltés: 2022.08.14.)
- [302] Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF): Kockázatelemzés KIV. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2021-07/75797.xlsx> (letöltés: 2022.08.14.)

- [303] Edvard Csanyi: Generating Electricity with Combustion Turbines. EEP – Electrical Engineering Portal. 2014.05.28. Online: <https://electrical-engineering-portal.com/generating-electricity-with-combustion-turbines> (letöltés: 2022.08.13.)
Illustration credit: tva.com. (A kép az USA-beli Tennessee Valley Authority alkalmazottjának alkotása.)

MELLÉKLETEK

1. A kutatási témához kapcsolódó jogszabályok és belső szabályozó eszközök jegyzéke
2. Alkalmazott rövidítések jegyzéke
3. Ábrák, táblázatok és képek jegyzéke
4. Fogalomjegyzék
5. A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívások, aggályok és azok kezelési lehetőségei
6. Kohéziós táblázat – az értekezés kutatási célkitűzéseinek, hipotéziseinek és tudományos eredményeinek egymásra épülése

1. A kutatási témához kapcsolódó jogszabályok és belső szabályozó eszközök jegyzéke

I. Nemzetközi és EU jogszabályok:

1. Párizsi Megállapodás (Párizsi éghajlatvédelmi egyezmény)
2. A nagy távolságra jutó, országhatárokon áttérjedő levegőszennyezésről szóló egyezmény (LRTAP) – 1979
3. Az országhatárokon áttérjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló egyezmény (espoói egyezmény) – 1991
4. A határokat átlépő vízfolyások és nemzetközi tavak védelméről és használatáról szóló egyezmény – 1992
5. Ipari balesetek országhatáron túli hatásairól szóló helsinki egyezmény – 1992
6. A környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban való részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló egyezmény (aarhusi egyezmény) – 1998
7. Az Európai Unióról szóló szerződés
8. Az Európai Unió működéséről szóló szerződés
9. Európai Parlament és a Tanács (EU) 2021/1119 rendelete (2021. június 30.) a klímasemlegesség elérését célzó keret létrehozásáról és a 401/2009/EK rendelet, valamint az (EU) 2018/1999 rendelet módosításáról (európai klímarendelet)
10. A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről
11. Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről
12. Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU irányelve (2012. július 4.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről (Seveso III.)
13. A Tanács 96/59/EK irányelve (1996. szeptember 16.) a poliklórozott bifenilek és a poliklórozott terfenilek (PCB/PCT) ártalmatlanításáról
14. Az Európai Parlament és a Tanács 2004/35/EK irányelve (2004. április 21.) a környezeti károk megelőzése és felszámolása tekintetében a környezeti felelősségről
15. A Bizottság (EU) 2019/1004 végrehajtási határozata (2019. június 7.) a hulladékokkal kapcsolatos adatoknak a 2008/98/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek megfelelően való kiszámítására, ellenőrzésére és jelentésére vonatkozó szabályok megállapításáról és a C(2012) 2384 bizottsági végrehajtási határozat hatályon kívül helyezéséről

II. Hazai jogszabályok:

1. 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes

törvények módosításáról

2. 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
3. 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
4. 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
5. 2020. évi XLIV. törvény a klímavédelemről
6. 2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról
7. 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról
8. 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
9. 1995. évi LXXXII. törvény az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény kihirdetéséről
10. 2001. évi LXXXI. törvény a környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban történő részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló, Aarhusban, 1998. június 25-én elfogadott Egyezmény kihirdetéséről
11. 128/2001. (VII. 13.) Korm. rendelet az Egyesült Nemzetek Szervezetének Európai Gazdasági Bizottsága keretében létrejött, az Ipari Balesetek Országhatáron Túli Hatásairól szóló, Helsinkiben, 1992. március 17-én kelt Egyezmény kihirdetéséről
12. 148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet az országhatáron áttérjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló, Espooban (Finnország), 1991. február 26. napján aláírt egyezmény kihirdetéséről
13. 130/2000. (VII. 11.) Korm. rendelet a határokat átlépő vízfolyások és nemzetközi tavak védelmére és használatára vonatkozó, Helsinkiben, 1992. március 17-én aláírt Egyezmény kihirdetéséről
14. 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről
15. 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról
16. 374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet az energetikai létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
17. 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról
18. 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről
19. 445/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet az elem- és akkumulátorhulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről
20. 374/2012. (XII. 18.) Korm. rendelet egyes veszélyes anyagok elektromos és elektronikus berendezésekben való alkalmazásának korlátozásáról
21. 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet a hulladékjegyzékről

2. Alkalmazott rövidítések jegyzéke

AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome = Szerzett immunhiányos tünetegyüttes
BECCS	Bio Energy with Carbon Capture and Storage = Bioenergiához kapcsolt szén-dioxid-leválasztás és -tárolás
BM	Belügyminisztérium
BM OKF	Belügyminisztérium – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
CAISO	California Independent System Operator = Kaliforniai Független Rendszerirányító
CCS	Carbon Capture and Storage = Szén-dioxid-leválasztás-tárolás
CCSU	Carbon Capture, Storage and Utilization = Szén-dioxid-leválasztás-tárolás-hasznosítás
CCU	Carbon Capture and Utilization = Szén-dioxid-leválasztás-hasznosítás
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters = Katasztrófák Epidemiológiai Kutatóközpontja
DACCS	Direct Air Capture and Carbon Storage = Közvetlenül a levegőből történő szén-dioxid-leválasztás majd -tárolás
DEMA	Danish Emergency Management Agency = Dán Vészhelyzet-kezelési Ügynökség
ECI Irányelv	A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről
ECOSOC	Economic and Social Council = Gazdasági és Szociális Tanács
EDP	Energias de Portugal
EHIR	Egységes Hulladékgazdálkodási Információs Rendszermodul
ENSZ	Egyesült Nemzetek Szervezete
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity = Európai Villamosenergia Átviteli Hálózat
ETPIS	European Technology Platform on Industrial Safety
EU	Európai Unió
EUMSZ	Európai Unió működéséről szóló szerződés
EUSZ	Európai Unióról szóló szerződés
EU NIS	Directive (EU) 2016/1148 of the European Parliament and of the Council of 6 July 2016 concerning measures for a high common level of security of network and information systems across the Union = Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/1148 irányelve (2016. július 6.) a hálózati és információs rendszerek biztonságának az egész Unióban egységesen magas szintjét biztosító intézkedésekről
FM	Földművelésügyi miniszter
HDI	Hungarian Drought Index = Hazai aszályindex
HIV	Human Immunodeficiency Virus = Humán immundeficiencia-vírus
HLPF	High-Level Political Forum = Magas Szintű Politikai Fórum
Ht.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
IB	Iparbiztonság
Ibtv.	2013. évi L. törvény az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról

ICS/SCADA	Industrial control systems / Supervisory Control and Data Acquisition = Villamosenergia-rendszer ipari felügyeleti rendszerei
IEA	International Energy Agency = Nemzetközi Energiaügynökség
IoT	Internet of Things = Dolgok Internete
Ipar 4.0	Negyedik ipari forradalom
Ipar 5.0	Ötödik ipari forradalom
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change = Éghajlatváltozási Kormányközi Testület
IRENA	International Renewable Energy Agency = Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség
IT	Information Technology = Információs technológia
ITM	Innovációs és Technológiai Minisztérium
Kat.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
Keretstratégia	Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégia
Kézikönyv	Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve
KFI	Kutatás, fejlesztés, innováció
KSH	Központi Statisztikai Hivatal
Kvt.	1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
K+F	Kutatás-fejlesztés
LRTAP	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution = A nagy távolságra jutó, országhatárokon áterjedő levegőszennyezésről szóló egyezmény
Lrtv.	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
Lrtv. Vhr.	65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról
MBFSZ	Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat
MDG	Millennium Development Goals = Millenniumi Fejlesztési Célok
MEKH	Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
MI	Mesterséges intelligencia
MNB	Magyar Nemzeti Bank
MTA	Magyar Tudományos Akadémia
NATÉR	Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer
NATO	North Atlantic Treaty Organisation = Észak-atlanti Szerződés Szervezete
NBS	Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája
OAH	Országos Atomenergia Hivatal
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development = Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet
OHT	Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027
OKIR	Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer

OMSZ	Országos Meteorológiai Szolgálat
OSINT	Open Source Intelligence = Nyílt forrású információszerzés
OT	Operational Technology = Operatív/üzemeltetési technológia
PCB	Poliklórozott bifenil
PCT	Poliklórozott terfenilek
PM	Particulate Matter = Szálló por
POP	Persistent Organic Polluters = Környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagok
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register = Szennyezőanyag-kibocsátási és -szállítási nyilvántartás
P2G	Power-to-Gas
RDF	Refuse Derived Fuel = Hulladékból nyert fűtőanyag
RVA	Risk and Vulnerability Analysis = Kockázat és sérülékenység elemzés
SDG	Sustainable Development Goals = Fenntartható Fejlesztési Célok
SeConSys	Security for Control Systems
Seveso I	Council Directive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the major-accident hazards of certain industrial activities
Seveso II	A Tanács 96/82/EK irányelve (1996. december 9.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzéséről
Seveso III	Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU irányelve (2012. július 4.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről
SKV	Stratégiai környezeti vizsgálat
SMR	Steam Methane Reforming = Gőzreformálás
SOAR	Security Orchestration Automation and Response
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats = Erősségek, Gyengeségek, Lehetőségek, Veszélyek
TEÁOR	Tevékenységek Egységes Ágazati Osztályozási Rendszere
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe = Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottsága
USA	United States of America = Amerikai Egyesült Államok
ÜBT	Üzemeltetői biztonsági terv
ÜHG	Üvegházhatású gáz
VM	Vidékfejlesztési miniszter
WEF	World Economic Forum = Világgazdasági Fórum
WHO	World Health Organization = Egészségügyi Világszervezet

3. Ábrák, táblázatok és képek jegyzéke

Ábrák jegyzéke:

1. ábra: A disszertáció három kutatási pillérének közös metszéspontja
2. ábra: Az energiaágazat biztonságának a környezeti fenntarthatóságban elfoglalt helye
3. ábra: (1) az egyes technológiai katasztrófatípusok előfordulása és (2) az emberek érintettsége e katasztrófatípusok által 2000 és 2019 között, %-ban kifejezve
4. ábra: Az iparbiztonságnak a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét megalapozó érvek
5. ábra: A fenntartható fejlődés jelen kutatás szempontjából releváns alkotóelemei hierarchikus bontásban
6. ábra: 40 év becsült globális halálozási aránya (haláleset / milliárd Kwh) energiaforrások szerinti bontásban
7. ábra: Villamosenergia-termelésre felhasznált telepített megújuló energia kapacitás Magyarországon (2015-2020)
8. ábra: Az energiafogyasztás ÜHG-intenzitása 2000 és 2018 között (%)
9. ábra: Az összes földhasználat és az erdők szén-dioxid megkötése
10. ábra: Hazai erdőtűzesetek száma 2013 és 2019 között
11. ábra: A 2020. évi csapadékösszeg (homogenizált, interpolált adatok alapján)
12. ábra: Magyarország településeinek villámárvízi kockázati besorolása
13. ábra: Magyarország településeinek árvízi és belvízi kockázati besorolása
14. ábra: Évi átlagos szélességek és uralkodó szélirányok Magyarországon (2000-2009)
15. ábra: Súlyos ipari balesetek elsődleges okai (%)
16. ábra: Magyarországon 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes hulladék ezer t-ban meghatározott mennyisége az energiaágazat-specifikus és egyéb gazdasági ágazatok szerinti bontásban
17. ábra: Magyarországon keletkezett veszélyes hulladékok ezer t-ban meghatározott mennyisége az energetikával szorosabb kapcsolatban álló gazdasági ágazatokban 2010, 2015 és 2020 évben
18. ábra: A P2G technológia és a kék hidrogén alkalmazásával kapcsolatban felmerült aggályok
19. ábra: A szennyvezécsmentesítés, egyéb hulladékkezelés (TEÁOR – 3900) tevékenység során kibocsátott légszennyező anyagok kg-ban mért mennyisége 2015 és 2020 között országos szinten
20. ábra: A szennyvezécsmentesítés, egyéb hulladékkezelés (TEÁOR – 3900) tevékenység során kibocsátott főbb légszennyező anyagok kg-ban mért mennyisége 2020-ban országos szinten

21. ábra: Az energiaágazat extrém hőségnek való kitettségét csökkentő módszerek
22. ábra: Az energiaágazat hidrológiai eseményekkel szembeni kitettségét csökkentő módszerek
23. ábra: Az energiaágazat széljárással szembeni kitettségét csökkentő módszerek
24. ábra: Az energiaágazat extrém hideg időjárással szembeni kitettségét csökkentő módszerek
25. ábra: Energetikai rendszerek öregedésének kezelését célzó módszerek
26. ábra: A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kiberbiztonságának pillérei
27. ábra: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés, valamint a kritikus infrastruktúra védelem eljárásának folyamatábrája
28. ábra: Veszélyes üzemek és kötelezettségük
29. ábra: A távfűtött lakások száma Magyarországon 2007 – 2020. között
30. ábra: A távfűtött lakások száma megyei bontásban 2020-ban
31. ábra: A műszaki elemzés folyamata
32. ábra: A kiegészített műszaki elemzés folyamata
33. ábra: A társadalmi kockázat szintje egy szomszédos üzemben lévő 200 fős csoport figyelembevételével készített mennyiségi kockázatelemzés esetén
34. ábra: Gázturbinás erőmű folyamatábra

Táblázatok jegyzéke:

1. táblázat: A WEF 2010-es 2020-as és 2021-es jelentése által meghatározott öt legnagyobb globális kockázat
2. táblázat: A belső és külső védelem elhatárolása a kibocsátástípusok alapján
3. táblázat: Villamosenergia-iparban Magyarországon előforduló üzemzavarok és a kiesett villamos energia (2010-2020)
4. táblázat: A disszertáció kutatási célját tekintve releváns Riói alapelvek kivonata
5. táblázat: Az UNECE által létrehozott nemzetközi környezetjogi szabályrendszert alkotó egyezmények, jegyzőkönyvek és hazai kihirdetésük
6. táblázat: Az Agenda 2030-as célok, az Európai Bizottság prioritásai és a helsinki egyezmény egybevetése
7. táblázat: A súlyos ipari balesetek lakosságra gyakorolt négy lehetséges alapvető hatása
8. táblázat: Példák a környezettudatosság a biztonságtudatosság és a lakókörnyezet iránti felelősség lakossági és üzemeltetői megnyilvánulásaira, valamint stratégiai szintű megjelenéseire

9. táblázat: Elsődleges megújuló energiaforrások termelése 2011 és 2020 között. (PJ)
10. táblázat: Megújuló energiatermelés növelése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
11. táblázat: Hazai villamosenergia-termelés az energiaforrások tulajdonsága és típusa szerint
12. táblázat: Erdőtelepítés, fásítás, erdőfelújítás 2015-2021 (hektár)
13. táblázat: Az üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése – dekarbonizáció stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
14. táblázat: A hidrogén energetikai célú hasznosítása stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
15. táblázat: A kármentesítés stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
16. táblázat: Extrém magas hőmérsékleti indikátorok országos átlagos éves száma [nap] a 2021–2050 és 2071–2100 periódusban az Országos Meteorológiai Szolgálatban alkalmazott klímamodellek alapján
17. táblázat: A környezeti problémákhoz való alkalmazkodást szolgáló stratégiai célterületek stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
18. táblázat: Az ageing kezelése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
19. táblázat: A kiberbiztonság erősítése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
20. táblázat: Magyarországon keletkezett veszélyes hulladékok ezer t-ban meghatározott mennyisége
21. táblázat: 1 millió kg-ot meghaladó mennyiségben keletkezett veszélyes hulladéktípusok az energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban 2020-ban
22. táblázat: A 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes hulladékok tonnában meghatározott mennyisége kezelési mód szerinti bontásban
23. táblázat: A veszélyes hulladékok képződésének megelőzése, valamint azok kezelése stratégiai célterület stratégiaalkotási és műszaki szempontú elemzése
24. táblázat: Magyarországon keletkezett PCB-tartalmú hulladékok kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020)
25. táblázat: A hazai energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok típusai
26. táblázat: A hazai energiaágazat-specifikus gazdasági ágazatokban 2010 és 2020 között keletkezett veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok típusai
27. táblázat: Magyarországon keletkezett veszélyes elem- és akkumulátorhulladékok kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020)

- 28. táblázat: Magyarországon keletkezett azbeszthulladék kg-ban meghatározott értéke (2010 – 2020)
- 29. táblázat: Kritikus infrastruktúra védelem ágazati kormányrendeletei
- 30. táblázat: Kockázati értékek besorolása

Képek jegyzéke

- 1. kép: A fiktív vizsgált üzem elhelyezkedése
- 2. kép: Klór szabadba kerülés esetén az 1 %-os elhalálozást okozó hatásterület

4. Fogalomjegyzék

Ssz.	Fogalom	Forrás
1.	Ageing: A veszélyes üzemek idővel történő fokozatos állapotromlása, öregedése.	Almási Csaba et al.: Módszertani útmutató a veszélyes üzemek idővel történő fokozatos romlásából fakadó kockázatok értékeléséhez. BM OKF Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség, Veszélyes Üzemek Főosztály. 2021. január. p. 4. Online: https://www.katasztrofavedelem.hu (letöltés: 2022.06.09.)
2.	Anaerob: Oxigénhiányos	
3.	Anyagában történő hasznosítás: Bármilyen hulladékhasznosítási művelet, így különösen az újrahasználatra való előkészítés, az újrafeldolgozás és a feltöltés, ide nem értve az energetikai hasznosítást, valamint a tüzelőanyagként vagy más módon energia előállítására felhasználandó anyagokká történő átalakítást.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 1. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
4.	Aszály: Az a természeti esemény, amelynek során a kockázatviselés helyén az adott növény vegetációs időszakában harminc egymást követő napon belül, a lehullott csapadék összes mennyisége a 10 mm-t nem éri el, vagy a lehullott csapadék összes mennyisége a 25 mm-t nem éri el és a napi maximum hőmérséklet legalább tizenöt napon meghaladja a 31 °C-ot.	2011. évi CLXVIII. törvény a mezőgazdasági termelést érintő időjárás és más természeti kockázatok kezeléséről 2. § 1. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.02.)
5.	Ágazati kritérium: Azok a szempontok, az azokhoz tartozó küszöbértékek, műszaki vagy funkcionális tulajdonságok, amelyek egy eszköz, létesítmény rendszerelemének megzavarása vagy megsemmisítése (a továbbiakban együtt: kiesés) által kiváltott hatásra vonatkoznak, és amelyek teljesülése esetén az eszköz, létesítmény, rendszer vagy azok része létfontosságú rendszerelemmé jelölhető ki azzal szoros összefüggésben, hogy mely ágazatba tartozik.	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. § a) Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.12.)
6.	Ártalmatlanítás: Minden olyan hulladékkezelési művelet, amely nem hasznosítás. A művelet abban az esetben is ártalmatlanítás, ha az	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 2. Online: https://njt.hu

Ssz.	Fogalom	Forrás
	másodlagos jelleggel anyag- vagy energiakinyerést eredményez.	(letöltés: 2022.06.10.)
7.	Árvíz: A folyó vízmennyiségének oly mérvű fölszaporodása, hogy az a rendes mederben többé helyet nem találva, abból kilép.	Arcanum Adatbázis Kft. Online: https://www.arcanum.com (letöltés: 2022.06.03.)
8.	Barnamezős terület (rozsdaoövet): Használton kívül került, vagy alulhasznosított, általában leromlott fizikai állapotban lévő, és környezetszennyezéssel terhelt egykori iparterületeket, gazdasági területeket, illetve felhagyott, használton kívüli laktanyaterületek. (VÁTI Kht.) Kisebbségi hatékonysággal hasznosított (alulhasznosított), esetenként kiürült, volt iparterületek, valamint a rosszul hasznosított vagy elhagyott vasúti, és a már kiürült katonai területek. (MTA RKK BO)	Dannert Éva: Terra incognita – Barnamezők és kezelésük Európában, valamint Magyarországon. Doktori (PhD) értekezés. Pécsi Tudományegyetem. 2016. p. 64. Online: http://old.foldrajz.ttk.pte.hu (letöltés: 2022.06.06.)
9.	Belső védelmi terv: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kialakulásának megelőzését, a balesetek elhárítását, következményeinek mérséklését szolgáló intézkedések megtételét, az értesítési, riasztási, felkészítési feladatok veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemen, veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményen belüli végrehajtásának rendjét, feltételeit szabályozó üzemeltetői okmány.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 1. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
10.	Belvíz: A medrükben maradt folyók, patakok, valamint a felszíni vizek elvezetésére szolgáló mesterséges, nyílt csatornák magas vízállásából eredő átszivárgások, buzgárok, talajvízszint-emelkedés, valamint a lefolyástalan vagy nem kellően kiépített vízelvezető művekkel rendelkező területek csapadékvizeiből származó felszíni vízborítás.	2011. évi CLXVIII. törvény a mezőgazdasági termelést érintő időjárás és más természeti kockázatok kezeléséről 2. § 3. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.02.)
11.	Biológiai sokféleség (biodiverzitás): Az élővilág változatossága, amely magában foglalja az élő szervezetek genetikai (fajon belüli), valamint a fajok és életközösségeik közötti sokféleséget és maguknak a természeti rendszereknek a sokféleségét.	1996. évi LIII. törvény a természet védelméről 4. § j) Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
12.	Bioremediáció: Technológiai eljárás, mely biológiai rendszereket alkalmaz a környezeti kockázat redukálását végző technológiában: a szennyezőanyagok koncentrációjának és/vagy káros hatásának elfogadható szintre csökkentése céljából.	Perei Katalin, Pernyeszi Tímea, Lakatos Gyula: Bioremediáció. Szegedi Tudományegyetem. 2012. p. 4. Online: http://eta.bibl.u-szeged.hu (letöltés: 2022.06.01.)
13.	Biotechnológia: Bármely olyan technológiai alkalmazást jelent, amely biológiai rendszereket, élő szervezeteket vagy ezek származékait használja fel meghatározott felhasználású termékek vagy folyamatok létrehozására vagy módosítására.	1995. évi LXXXI. törvény a Biológiai Sokféleség Egyezmény kihirdetéséről 2. cikkely. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.03.)
14.	Biztonsági elemzés: Az üzemeltető által készített dokumentum, amely tartalmazza a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem üzemeltetőjének a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó általános célkitűzéseit, továbbá annak az irányítási, vezetési és műszaki eszközrendszernek a bemutatását, amely biztosítja mind az ember, mind a környezet magas szintű védelmét, valamint annak bizonyítását, hogy az üzemeltető a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyeket azonosította, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte. A dokumentumnak elegendő információt kell szolgáltatnia a hatósági döntés kialakításához. A biztonsági elemzésben rögzített feladatoknak és intézkedéseknek arányosnak kell lenniük a biztonsági elemzésben leírt veszélyeztetéssel.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 2. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
15.	Biztonsági jelentés: Az üzemeltető által készített dokumentum, amely annak bizonyítására szolgál, hogy rendelkezik a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseteket megelőző politikával és az annak végrehajtását szolgáló biztonsági irányítási rendszerrel, működőképes belső védelmi tervvel, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyeket azonosította, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte, a megelőzésükre a szükséges intézkedéseket megtette, kellő mértékű a létesítményeinek biztonsága, megbízhatósága. A jelentésnek elegendő információt kell szolgáltatnia a	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 3. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	külső védelmi tervek elkészítéséhez és a hatósági döntés kialakításához.	
16.	Dekarbonizáció: Kezdetben az alacsony, később pedig a zero üvegházgáz-kibocsátású gazdaságra való áttérés.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfelfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)
17.	Dekolonizáció: A gyarmati rendszer megszűnésének folyamata.	
18.	Dereguláció: Jogi túlszabályozottság csökkentése.	
19.	Dolgok internete – Internet of Things (IoT): Egyrészt azt írja le, hogy a számítógép, a személyi számítógép („PC”) adott alkalmazási területeken egyre inkább „eltűnik” és szerepét „intelligens tárgyak, dolgok” veszik át. Másrészt fizikai megvalósítás során a „dolgok internete” az egyedileg azonosítható fizikai objektumok, eszközök összekapcsolását is jelöli egy internethez hasonló struktúrában.	Seacon Europe: Fogalomtár. Online: http://industry4.hu (letöltés: 2022.06.19.)
20.	Elektromos és elektronikus berendezés: Olyan berendezés, amelynek legalább egy szándékolt funkciója ellátásának megfelelő működése elektromos áram vagy elektromágneses mezőtől függ, valamint az elektromos áram vagy elektromágneses mező generálására, átalakítására és mérésére szolgáló olyan berendezés, amely váltóáram mellett legfeljebb 1000 volt, egyenáram mellett legfeljebb 1500 volt feszültségre terveztek.	374/2012. (XII. 18.) Korm. rendelet egyes veszélyes anyagok elektromos és elektronikus berendezésekben való alkalmazásának korlátozásáról 2. § 4. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.22.)
21.	Elem, akkumulátor: Elektromos áramforrás, amely kémiai energiát közvetlenül elektromos energiává alakít át, és egy vagy több elsődleges (nem újratölthető), illetve másodlagos (újratölthető) részegységből (cellából) áll.	445/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet az elem- és akkumulátorhulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről 2. § (1) 2. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.29.)
22.	Elérhető legjobb technika: A korszerű technikai színvonalnak, és a fenntartható fejlődésnek megfelelő módszer, üzemeltetési eljárás, berendezés, amelyet a kibocsátások, környezetterhelések megelőzése és – amennyiben az nem valósítható meg – csökkentése, valamint a környezet egészére gyakorolt hatás mérséklése érdekében alkalmaznak, és amely a	1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. 4. § 28. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.28.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	kibocsátások határértékének, illetőleg mértékének megállapítása alapjául szolgál.	
23.	Eloxálás: Alumínium tárgyaknak vékony oxidréteggel való bevonása elektrokémiai úton korrózió ellen.	Kislexikon. Szerkesztette: Lapoda Multimédia. Online: http://www.kislexikon.hu (letöltés: 2022.06.23.)
24.	Elővigyázatosság elve: A kockázati társadalom és a környezet védelme között összhangot kell teremteni. Ha valamely gazdaságfejlesztési terv, új tevékenység, technológia vagy termék esetében nem zárható ki teljes bizonyossággal, hogy az az egészséges környezetet és a jövő nemzedékek érdekeit súlyosan sérti vagy veszélyeztetni majd, akkor el kell vetni. Ha ilyen bizonytalanság egy már folyamatban lévő tevékenység esetében áll fenn, a tevékenységet meg kell szüntetni. Az elővigyázatosság elve megköveteli a környezeti kockázatokkal járó tevékenységek figyelemmel kísérését (monitoring komplex környezeti információs rendszerek segítségével) és a várható hatások folyamatos tisztázását.	Baranyai Gábor, Besenyei Mónika, Csernus Dóra Ildikó, Fülöp Bence, Fülöp Sándor Hetesi Zsolt, Kovács Lajos, Németh Zsolt, Teknős László: A fenntartható fejlődés és az állam feladatai. (szerk.: Baranyai Gábor, Csernus Dóra Ildikó). Dialog Campus Kiadó. Budapest. 2018. p. 195. Online: webXS PDF ATMA Fenntarthato fejlodes.pdf (uni-nke.hu) (letöltés: 2022.07.12.)
25.	Energetikai hasznosítás: Hasznosítási művelet, amelynek során a hulladék energiatartalmát kinyerik, ideértve a biológiailag lebomló hulladékból történő energia-előállítás, valamint az olyan anyaggá történő feldolgozást, amelyet üzemanyagként, illetve tüzelőanyagként használnak fel.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 8. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
26.	Energiafogyasztás üvegházhatásúgáz-intenzitása: Az energiafelhasználással kapcsolatos üvegházhatásúgáz-kibocsátás és a bruttó belföldi energiafelhasználás hányadosa.	Központi Statisztikai Hivatal (KSH): Fenntartható fejlődési célok (SDG) – Megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférés biztosítása mindenki számára. 2022.01.26. Online: https://www.ksh.hu/sdg/3-2-sdg-7.html (letöltés: 2022.06.15.)
27.	Energiahatékonyság: A teljesítményben, a szolgáltatásban, a termékben vagy az energiában kifejezett eredmény és a befektetett energia hányadosa.	2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról 1. § 6. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.12.)
28.	Energiaintenzitás: A bruttó belföldi energiafogyasztás és a bruttó hazai termék hányadosa, ami képet ad egy nemzetgazdaság energiahatékonyságáról: minél alacsonyabb az értéke, annál kevesebb	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	energia felhasználásával lehetséges egységnyi GDP előállítás.	
29.	Európai létfontosságú rendszerelem: Az Lrtv. alapján nemzeti létfontosságú rendszerelemmé kijelölt olyan létfontosságú rendszerelem, amelynek kiesése jelentős hatással lenne – az ágazatokon átnyúló kölcsönös függőségből következő hatásokat is ideértve – legalább két EGT-államra.	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. § f) Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.12.)
30.	Fagyos nap: A napi minimumhőmérséklet $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, vagyis a nap során előfordul fagy.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)
31.	Felhőszakadás: Azon időjárási jelenség, amelynek során a kockázatviselés helyén lehullott csapadék 20 perc alatt mért átlagos intenzitása elérte vagy meghaladta a 0,75 mm/perc értéket, vagy a lehullott csapadék mennyisége 24 óra alatt elérte vagy meghaladta a 45 mm-t.	2011. évi CLXVIII. törvény a mezőgazdasági termelést érintő időjárási és más természeti kockázatok kezeléséről 2. § 9. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.02.)
32.	Feltöltés: Olyan hulladékhasznosítási művelet, amely során - a célokra alkalmas nem veszélyes hulladékot használnak, - talajkiemeléssel érintett területek helyreállítására, vagy mérnöki tájrendezési célokra, - a feltöltéshez használt hulladékkal hulladéknak nem minősülő anyagot helyettesítve, valamint - szigorúan a célok eléréséhez szükséges mennyiségben.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 12. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
33.	Fenntartható fejlődés: Olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.	EUR-Lex: Glosszárium az összefoglalókhoz – Fenntartható fejlődés. Online: https://eur-lex.europa.eu (letöltés: 2022.07.12.)
34.	Forró nap: Az adott napon a maximális hőmérséklet meghaladja a 35 °C-ot.	Koponyeg.hu: A hőmérsékletről. Online: https://koponyeg.hu (letöltés: 2022.06.18.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
35.	Fosszilis energiahordozók: Növényi és állati maradványokból keletkező, levegőtől elzárt bomlás során létrejött energiahordozók a fosszilis (megkövült) energiahordozók, amik évmilliók alatt alakultak ki. Szilárd, folyékony vagy gáznemű halmazállapotúak, nagy az energiasűrűségük, főként szén és hidrogént tartalmazó vegyületek.	Energiapedia: Fosszilis energiahordozók. Online: http://energiapedia.hu (letöltés: 2022.06.08.)
36.	Fotonika: A fénnel – a fény előállításával, kimutatásával és kezelésével – foglalkozó multidiszciplináris szakterület.	EUR-lex: Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye – A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Felkészülés a jövőre – Közös stratégia kidolgozása a kulcsfontosságú alaptechnológiákkal kapcsolatban. Előadó: Peter Morgan. 2010.09.15. Online: https://eur-lex.europa.eu (letöltés: 2022.06.07.)
37.	Földcsuszamlás: A természetes egyensúlyát veszített lejtő vagy csúszólap mentén mozgó földtömeg.	9/2011. (II. 15.) Korm. rendelet a vis maior támogatás felhasználásának részletes szabályairól. 2. § 5. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.19.)
38.	Geotermikus gradiens: A földkéregben a hőmérséklet változását jellemző adat: az egységnyi mélységnövekedésre eső hőmérsékletnövekedés.	Kislexikon. Online: http://www.kislexikon.hu (letöltés: 2022.06.18.)
39.	Holisztikus: Teljességre, egészre törekvő.	Idegen szavak gyűjteménye. Online: https://idegen-szavak.hu (letöltés: 2022.06.18.)
40.	Homeosztázis: Az élő szervezetek alkalmazkodó képessége a változó környezethez.	Idegen szavak gyűjteménye. Hivatkozásban szereplő forrás: Tótfalusi István: Idegenszó-tár. Online: https://idegen-szavak.hu (letöltés: 2022.07.30.)
41.	Horizontális kritérium: Azok a szempontok, az azokhoz tartozó küszöbértékek, műszaki vagy funkcionális tulajdonságok, amelyek egy eszköz, létesítmény rendszerelemének kiesése által kiváltott hatásra vonatkoznak, és amelyek teljesülése esetén - figyelemmel a bekövetkező emberiélet-veszteségekre, az egészségre gyakorolt hatásra, a gazdasági és társadalmi hatásokra, a természetre és az épített környezetre gyakorolt	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. § h) Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.12.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	hatásra - az eszköz, létesítmény, rendszer vagy azok része létfontosságú rendszerelemmé jelölhető ki attól függetlenül, hogy mely ágazatba tartozik.	
42.	Hőhullám: Hosszú ideig tartó, a megszokottnál jóval magasabb napi átlag-hőmérsékletű időszak.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)
43.	Hőhullámos nap: Az éghajlati vizsgálatok során hőségnapról beszélünk, ha a hőmérséklet átlaga 25 °C felett alakul.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)
44.	Hulladékolaj: Bármely ásványi vagy szintetikus kenőolaj vagy ipari olaj, amely az eredeti rendeltetési célra tovább nem használható, így különösen a használt motorolaj és sebességváltó-olaj, kenőolaj, turbinaolaj és hidraulikaolaj.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 30. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
45.	Industrial control systems / Supervisory Control and Data Acquisition (ICS/SCADA): Villamosenergia-rendszer ipari felügyeleti rendszerei.	Görgey Péter, Krasznay Csaba: Bevezető. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. p. 12. Online: https://seconsys.eu (letöltés: 2022.06.16.)
46.	Infokommunikációs válsághelyzet: Olyan állapot, amely során a létfontosságú rendszerek és létesítmények elektronikus információs létesítményei, eszközei vagy szolgáltatásai, a közigazgatás elektronikus információs rendszerei, az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők rendszerei, valamint az ezekben tárolt, feldolgozott vagy továbbított adatok bizalmassága, sértetlensége és rendelkezésre állása olyan szinten sérülnek – különösen egy rövid időszakban vagy területen –, hogy az közvetlenül vagy közvetetten fenyegeti az állam alapvető működését, illetve súlyosan veszélyezteti az élet- és vagyonbiztonságot.	Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékeléséről szóló jelentése – 2020. p. 107. Online: https://katasztrofavedelem.hu (letöltés: 2022.06.24.)
47.	Information Technology (IT): Adat vagy információ tárolása, keresése, átvitele és feldolgozása.	Görgey Péter: IT-OT konvergencia. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve 2021. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti

Ssz.	Fogalom	Forrás
		Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2022. január. p. 249. Online: https://seconsys.eu (letöltés: 2022.06.21.)
48.	Iparbiztonság: Mindazon veszélyes tevékenység (veszélyes üzem) specifikus jog- intézmény és feladatrendszer, eljárás és eszközrendszer, illetve módszertan, amely a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel, a veszélyes áru szállítással, a nukleáris balesetek elhárításával, valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények biztonságával kapcsolatos üzemeltetői, hatósági és önkormányzati feladatok teljesítése útján a lakosság életének, és egészségének, a környezetnek és a létfenntartáshoz szükséges anyagi javaknak és szolgáltatásoknak a magas szintű védelmét szolgálja.	Kátai-Urbán Lajos: Súlyos ipari balesetek megelőzését és a felkészülést célzó jogintézmények egységes rendszerbe foglalása. Hadmérnök. 9. évfolyam (2014) 4. szám. Online: http://www.hadmernok.hu (letöltés: 2022.07.13.)
49.	Jégzajlás: Úszó jégtablák jelenléte a folyóvíz felszínén.	Idegen Szavak Szótára. Online: https://idegen-szavak-szotara.hu (letöltés: 2022.06.19.)
50.	Karbonlábnyom: ld.: Szénlábnyom	
51.	Karbonsemlegesség: ld.: Klímasemlegesség	
52.	Katasztrófavédelmi lakosságfelkészítés: Egyrészt olyan tevékenységi rendszer, amely révén a lakosság felkészítése történik a veszélyhelyzetekre, az abban követendő cselekvési és magatartásszabályokra, az ön- és mások, valamint az anyagi javak mentésére, és az ennek megfelelő célirányos gyakorlás útján az ezirányú ismereteik készségi szintű fejlesztése. Másrészt annak tudatosítása, hogy önmaguk is előidézhetnek veszélyhelyzeteket. Magába foglalja a polgári védelmi, tűzvédelmi, katasztrófavédelmi ismereteket, valamint a katasztrófaküszöböt el nem érő veszélyhelyzeti ismereteket egyaránt.	Hornycsek Júlia: A lakosság katasztrófavédelmi felkészítésének elméleti és gyakorlati kérdései. Doktori (PhD) értekezés. I. Kötet. Budapest. 2005. p. 27. Online: http://www.drhornycsek.hu (letöltés: 2022.07.23.)
53.	Katódvédelem: Fémköpenyes kábelek, fém csővezetékek aktív védelmi rendszere elektrolitikus korrózió ellen. Lényege a talajban olyan feszültségviszonyok létrehozása, hogy a védett vezeték felületén	Kislexikon. Szerkesztette: Lapoda Multimédia. Online: http://www.kislexikon.hu (letöltés: 2022.06.23.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	áramkilépési hely, és ezzel elektrolitikus korrózió ne jöjjön létre.	
54.	Kármentesítés: Olyan helyreállítási intézkedés, amely a felszín alatti víz és földtani közeg károsodásának enyhítésére, az eredeti állapot vagy ahhoz közeli állapot helyreállítására, valamint a felszín alatti víz által nyújtott szolgáltatás helyreállítására vagy azzal egyenértékű szolgáltatás biztosítására irányul, így különösen az a műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység, amely a veszélyeztetett, szennyezett, károsodott felszín alatti víz, illetőleg földtani közeg megismerése, illetőleg a szennyezettség, károsodás és a kockázat mértékének csökkentése, megszüntetése, továbbá monitorozása érdekében szükséges.	219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről. 3. § 18. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.08.07.)
55.	Kiberbiztonság: A kibertérben létező kockázatok kezelésére alkalmazható politikai, jogi, gazdasági, oktatási és tudatosságnövelő, valamint technikai eszközök folyamatos és tervszerű alkalmazása, amelyek a kibertérben létező kockázatok elfogadható szintjét biztosítva a kibertérrel megbízható környezetté alakítják a társadalmi és gazdasági folyamatok zavartalan működéséhez és működtetéséhez.	1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégiájáról. 1. melléklet az 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozathoz. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
56.	Kibertér: Globálisan összekapcsolt, decentralizált, egyre növekvő elektronikus információs rendszerek, valamint ezen rendszereken keresztül adatok és információk formájában megjelenő társadalmi és gazdasági folyamatok együttese.	1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégiájáról. 1. melléklet az 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozathoz. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
57.	Klímasemlegesség: Az az állapot, amikor az ÜHG-k kibocsátása és azok elnyelése egyensúlyban van, a teljes szénlábnyom pedig gyakorlatilag nulla.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)
58.	Kritikus infrastruktúra: ld.: Létfontosságú rendszerelem	
59.	Kockázat: Egy adott területen adott időtartamon belül vagy meghatározott körülmények között jelentkező egészség-, illetve környezetkárosító hatás valószínűsége.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 11. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
60.	Korszerű anyagok kifejlesztése: A korszerű anyagok technológiáinak köszönhetően létező anyagokat lehet alacsonyabb költségekkel helyettesíteni, és új, nagyobb hozzáadott értéket képviselő termékek és szolgáltatások jöhetnek létre. Ezekkel a technológiákkal egyúttal az erőforrásfüggés, a környezeti kockázatok és a hulladék mennyisége is csökkenthető.	EUR-lex: Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye – A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Felkészülés a jövőre – Közös stratégia kidolgozása a kulcsfontosságú alaptechnológiákkal kapcsolatban. Előadó: Peter Morgan. 2010.09.15. Online: https://eur-lex.europa.eu (letöltés: 2022.06.07.)
61.	Környezetbiztonság: A környezeti elemek védettségi állapotának mértékét fejezi ki az emberi tevékenységek, az ember által működtetett műszaki, technológiai folyamatokkal, rendszerekkel szemben, ugyanakkor azt az állapotot jelképezi, amikor a természet, a környezet sem közvetlenül, sem pedig az emberi tevékenységeken keresztül nem veszélyeztetni sem az embert, sem pedig annak természetes és mesterséges környezetét.	Halász László, Földi László: Környezetbiztonság. NKE HHK. Budapest. 2014. p. 16. Online: https://opac.uni-nke.hu (letöltés: 2022.07.12.)
62.	Környezeti elem: A föld, a levegő, a víz, az élővilág, valamint az ember által létrehozott épített (mesterséges) környezet, továbbá ezek összetevői.	1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. 4. § 1. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.28.)
63.	Környezeti fenntarthatóság: A fenntartható fejlődés egyik eleme, amely a környezet eltartó- és tűrőképességének meghaladása nélküli fejlődést jelenti.	Gyulai Iván: Fenntartható fejlődés és fenntartható növekedés. Statisztikai Szemle, 91. évfolyam (2013) 8-9. szám. p. 801. Online: https://www.ksh.hu (letöltés: 2022.07.08.)
64.	Környezettechnológia: Lefed minden olyan terméket, folyamatot, eljárást, módszert, aminek alkalmazásával fokozható az anyag- és energiahatékonyság, illetve megelőzhető és/vagy csökkenthető a szennyezés, illetve a környezetkárosítás.	1307/2011. (IX. 6.) Korm. határozat a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégiáról. Melléklet az 1307/2011. (IX. 6.) Korm. határozathoz. Vidékfejlesztési Minisztérium. 2011. Online: http://njt.hu (letöltés: 2022.07.21.)
65.	Környezetterhelés: Valamely anyag vagy energia közvetlen vagy közvetett kibocsátása a környezetbe.	1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. 4. § 6. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.28.)
66.	Közösségi részvétel elve: A környezettel kapcsolatos kérdéseket legjobban az állampolgárok részvételével lehet megoldani. Lehetővé kell tenni a környezeti információkhoz való hozzáférést, a döntéshozatali	Baranyai Gábor, Besenyei Mónika, Csernus Dóra Ildikó, Fülöp Bence, Fülöp Sándor Hetesi Zsolt, Kovács Lajos, Németh Zsolt, Teknős László: A fenntartható fejlődés és az állam feladatai. (szerk.: Baranyai Gábor, Csernus

Ssz.	Fogalom	Forrás
	folyamatokban való állampolgári részvételt, valamint biztosítani kell a jogorvoslathoz való jogot.	Dóra Ildikó). Dialog Campus Kiadó. Budapest. 2018. p. 121. Online: webXS PDF ATMA Fenntartható fejlődés.pdf (uni-nke.hu) (letöltés: 2022.07.12.)
67.	Külső védelmi terv: A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem környezetében élő lakosság mentése, az anyagi javakban, a környezetben bekövetkező károk enyhítése érdekében a végrehajtandó rendszabályok bevezetésére, a végrehajtó szervezetre, a vezetésre, az adatszolgáltatásra vonatkozó terv, amely a települési veszélyelhárítási terv része.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 13. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
68.	Küszöbérték alatti üzem: Egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület, ahol e törvény végrehajtására kiadott jogszabály szerinti alsó küszöbérték negyedét elérő vagy meghaladó, de az alsó küszöbértéket el nem érő mennyiségben veszélyes anyag van jelen, valamint a külön jogszabályban meghatározott, kiemelten kezelendő létesítmények.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 14. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
69.	Létfontosságú rendszerelem: Az Lrtv 1. mellékletében meghatározott ágazatok valamelyikébe tartozó szolgáltatás, eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszereleme, továbbá azok által nyújtott szolgáltatások, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához – így különösen az egészségügyhöz, a lakosság személy- és vagyonbiztonságához, a gazdasági és szociális közszolgáltatások biztosításához, az ország honvédelméhez, – és amelynek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna.	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. § j) Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.12.)
70.	Megújuló energiaforrás: Nem fosszilis és nem nukleáris energiaforrás, amelyből nap-, szél-, légtermikus, geotermikus, hidrotermikus energia, vízenergia, biomasszából nyert energia – beleértve a biogázból (hulladéklerakóból, illetve szennyvízkezelő létesítményből származó, valamint az egyéb szerves anyagokból előállított éghető gázból) nyert energiát – állítható elő.	2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról 3. § 45. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
71.	Mesterséges intelligencia: Az emberi intelligencia valamely részének leképezésére alkalmas szoftver, amely képes támogatni vagy autonóm módon ellátni észlelési, értelmezési, döntési vagy cselekvési folyamatokat. Egy technológia, amely speciális képességekkel rendelkezik, mégis kiemelt figyelem kíséri mind gazdasági, mind társadalmi szinten.	Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája – 2020-2030. Digitális Jólét Nonprofit Kft. 2020. május. p. 9. Online: https://ai-hungary.com (letöltés: 2022.06.02.)
72.	Mineralizáció: Ásványosodás	Idegen szavak gyűjteménye. Online: https://idegen-szavak.hu (letöltés: 2022.06.22.)
73.	Multilaterális: Többoldalú	
74.	Nanotechnológia: Olyan gyűjtőfogalom, amely anyagstruktúrák, eszközök és rendszerek nanométeres nagyságrendű alaki és méretbeli szabályozás mellett történő tervezését, kialakítását, gyártását és alkalmazását foglalja magában.	EUR-lex: Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye – A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Felkészülés a jövőre – Közös stratégia kidolgozása a kulcsfontosságú alaptechnológiákkal kapcsolatban. Előadó: Peter Morgan. 2010.09.15. Online: https://eur-lex.europa.eu (letöltés: 2022.06.07.)
75.	Negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0): Olyan jelenség, amely technológiai eszközök, tevékenységek összessége révén, a digitalizáció adta lehetőségek kiaknázásával magas szintre emeli a folyamatok átláthatóságát és integrálja a vállalati értékláncot és az ellátási hálózatot, új szintre emelve a vevői értékteremtést.	Nagy Judit: Az ipar 4.0 fogalma, összetevői és hatása az értékláncra. Műhelytanulmány. Budapesti Corvinus Egyetem – Vállalatgazdaságtan Intézet. 2017. november. p. 11. Online: http://unipub.lib.uni-corvinus.hu (letöltés: 2022.07.01.)
76.	Nemzeti létfontosságú rendszerelem: Az Lrtv. alapján kijelölt létfontosságú rendszerelem, amelynek kiesése a létfontosságú társadalmi feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt elsősorban Magyarországon lenne jelentős hatással.	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. § k) Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.12.)
77.	Normálüzemi kibocsátás: Hosszú lefolyású, környezeti igénybevétellel, környezetterheléssel és szennyezéssel járó veszélyes tevékenységek.	Kátai-Urbán Lajos: Az ipari balesetek országhatáron túli hatásai elleni védekezés alkalmazási feltételeinek értékelése és fejlesztése. Doktori (PhD) értekezés. ZMNE. Budapest, 2006. p. 12. Online: https://tudasportal.uni-

Ssz.	Fogalom	Forrás
		nke.hu (letöltés: 2022.06.02.)
78.	Oikofília: Görög eredetű szó, jelentése az otthon szeretete.	
79.	Okos hálózat (smart grid): Az intelligens elektromos hálózat olyan elosztórendszer, amelynek az átlagosnál több számítógép és szenzor is részét képezi. Így folyamatosan nyomon követhető a feszültségváltozás és árammennyiség, ami sokkal hatékonyabb vezérlést és szabályozást tesz lehetővé.	Lechner Tudásközpont: Smart grid (okos hálózat). Online: http://okosvaros.lechnerkozpont.hu (letöltés: 2022.06.20.)
80.	Okos mérő: olyan távlelérhető fogyasztásmérő, amely képes a távoli utasításokat fogadni tájékoztatás, vezérlés, figyelemmel kísérés és ellenőrzés céljából.	2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról 3. § 48a. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
81.	Open Source Intelligence (OSINT): Nyílt forrású információszerzés, a bárki számára hozzáférhető, nyilvános és legális eszközökkel megszerezhető információk, amelyeknek forrásai az elektronikus média, az írott sajtó, az internetes oldalak, az ingyenes és kereskedelmi adatbázisok lehetnek.	Információs Hivatal. Online: http://www.mkih.hu (letöltés: 2022.06.24.)
82.	Operational Technology (OT): Olyan hardver, szoftver, hálózati eszközök/rendszerek, amelyek az ipari berendezések, eszközök, folyamatok és események közvetlen megfigyelése és/vagy felügyelete révén változást észlelnek vagy okoznak azokban.	Görgey Péter: IT-OT konvergencia. In. Bonnyai Tünde, Görgey Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve 2021. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2022. január. p. 249. Online: https://seconsys.eu (letöltés: 2022.06.21.)
83.	Ökológiai egyenleg: Azt mutatja, hogy egy ország területén rendelkezésre álló természeti erőforrásokból (biokapacitás) mennyit veszünk igénybe (ökológiai lábnyom).	Magyar Nemzeti Bank (MNB): Versenyképességi jelentés. 2021. p. 122. Online: https://www.mnb.hu (letöltés: 2022.07.16.)
84.	Ökológiai lábnyom: Azt méri, hogy életvitelünknek mennyi környezeti erőforrásra van szüksége, mekkora a területigénye szárazföldről és a tengerfelületekből önmagunk fenntartásához és a megtermelt hulladék	Magyar Nemzeti Bank (MNB): Ökolábnyom-kalkulátor. Online: https://okokalk.mnb.hu (letöltés: 2022.06.24.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	elnyeléséhez, és hogy ezek által mekkora a természeti környezetre gyakorolt hatása. Értéke kiszámítható egyes emberekre, csoportokra, régiókra, országokra vagy vállalkozásokra egyaránt.	
85.	Ökoszisztéma: (Ökológiai rendszer): jelenti a növény-, állat- és mikroorganizmus-közösségek, valamint ezek élettelen környezetének dinamikus együttesét – egy funkcionális egységben.	1995. évi LXXXI. törvény a Biológiai Sokféleség Egyezmény kihirdetéséről 2. cikkely. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.03.)
86.	Power-to-Gas technológia (P2G): Villamosenergia-tárolási technológia, amelyben villamos energiával hidrogént, vagy egy további lépésben metánt állítanak elő, ami szükség esetén visszaalakítható villamos energiává.	Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM). p. 15. Online: https://ec.europa.eu (letöltés: 2022.06.28.)
87.	Permafroszt: Jelentése állandó fagy vagy örök fagy. Ez a kifejezés olyan talajra vonatkozik, amelynek hőmérséklete legalább két egymást követő évben 0 °C-on vagy ez alatt marad. Általában a sarkvidékek környékén fordul elő, leginkább az északi régiókban, a szibériai tajgán, illetve a magas hegységekben.	Greendex – Enciklopédia. Online: https://greendex.hu (letöltés: 2022.06.25.)
88.	Refuse Derived Fuel (RDF): Másodlagos tüzelőanyag, amit a kevert települési hulladék, illetve a szelektív hulladékgyűjtés maradék hulladékának kiválogatása után nyernek. Erőművekben vagy cementgyárakban hasznosítják.	hasznositsd.hu. Online: http://hasznositsd.hu (letöltés: 2022.06.28.)
89.	Security Orchestration Automation and Response (SOAR): Olyan szoftvermegoldások halmaza, amely együttesen képes megvalósítani a fenyegetések és sebezhetőségek kezelését, az incidensmenedzsmentet és a biztonsági műveletek automatizálását.	Buttyán Levente et al.: A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i gyakorlati kibervédelme. In. Bonnyai Tünde, Görgy Péter, Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve. Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet. Budapest. 2020. október. pp. 73-74. Online: https://seconsys.eu (letöltés: 2022.06.16.)
90.	Stratégia: Egy bizonyos célállapot elérése érdekében végzendő cselekvések hosszabb távú terve, amely a végrehajtáshoz szükséges erőforrások	Kádár Krisztián: A közigazgatás stratégiai tervezésének és fejlesztésének módszertana. Nemzeti Közszerológiai Egyetem. ÁROP – 1.1.21-2012-2012-0001. p. 4. Online: https://korruptciomegelozes.kormany.hu (letöltés: 2022.06.16.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	biztosítását időben kiterjedten gondolkodva teremti meg.	2022.07.15.)
91.	Stratégiai jövőkép (vízió): A távolabbi jövőben, rövidebb távú stratégiák megvalósítása révén elérendő állapotokat tűzi ki.	Resperger István, Túri Viktória, Turi Laura Tamara: Stratégiaalkotás, stratégiai módszerek (tréning háttéranyag), ÁROP-2.2.13-2012-2012-0001 Közigazgatási Vezetői Akadémia (2013). p. 11. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu (letöltés: 2022.07.16.)
92.	Súlyos baleset: (Veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset): olyan mértékű veszélyes anyag kibocsátásával, tűzzel vagy robbanással járó, veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar, amely a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem működése során befolyásolhatatlan folyamatként megy végbe, és amely az üzemben belül vagy azon kívül közvetlenül vagy lassan hatóan súlyosan veszélyezteti, vagy károsítja az emberi egészséget, illetve a környezetet.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 29. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
93.	Súlyos káresemény elhárítási terv: Küszöbérték alatti üzem üzemeltetői okmánya, amely tartalmazza az üzem veszélyeztető hatásainak elemzését, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzését, elhárítását és hatásainak csökkentését szolgáló intézkedések végrehajtásának rendjét, feltételeit.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 22. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
94.	Szennyvíziszap: A települési szennyvíz tisztítása során keletkező és az ehhez hasonló összetételű szennyvizet kezelő egyéb szennyvíztisztító művekből, szennyvízkezelő berendezésekből származó iszap vagy települési folyékony hulladék.	Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027. Elfogadva a 1704/2021. (X. 6.) Korm. határozattal. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM). p. 103. Online: https://cdn.kormany.hu (letöltés: 2022.07.28.)
95.	Szénlábnyom: Valamely termék vagy szolgáltatás teljes életútja során keletkező CO ₂ és egyéb ÜHG-k, CO ₂ egyenértékben kifejezett, együttes mennyisége (kgCO ₂ eq).	Schöberl Miklós: Fatermékek szénlábnyoma és a klímavédelem. FATÁJ-online szaklap. 2013.03.01. Online: https://fataj.hu (letöltés: 2022.07.26.)
96.	Szén-dioxid-megkötés és -tárolás – Carbon Capture and Storage (CCS): A nagyméretű források (gyárak és erőművek) által kibocsátott szén-dioxidnak még a levegőbe kerülés előtt, a kibocsátáskor történő elnyelése,	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
	szállítása és tárolása.	
97.	Szubszidiaritás elve: A döntéseket a polgárokhoz lehető legközelebb kell meghozni. Egy adott kérdésben csak akkor lehet EU szinten dönteni, ha az hatékonyabb a nemzeti, regionális vagy helyi szintű döntéshozatalnál.	Európai Bizottság honlapja: Fogalomtár. Online: https://ec.europa.eu (letöltés: 2022.06.07.)
98.	Szupranacionális: Nemzetek feletti	
99.	Talajerózió: A talaj felső részének rombolódása víz és szél által.	Idegen Szavak Szótára. Online: https://idegen-szavak-szotara.hu (letöltés: 2022.06.18.)
100.	Tartós hőhullámos nap: Legalább három napig a középhőmérsékletet ≥ 27 °C.	Lakatos Mónika, Szabó Péter, Zsebeházi Gabriella: Hőhullámok: ami ma szélsőséges, az a jövőben valószínűleg átlagos lesz. 2017.08.11. Online: https://www.met.hu (letöltés: 2022.08.01.)
101.	Természeti erőforrás: A – mesterséges környezet kivételével – társadalmi szükségletek kielégítésére felhasználható környezeti elemek vagy azok egyes összetevői.	1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. 4. § 3. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.28.)
102.	Think tank: Politikai tanácsadó szervezet, ami társadalomtudományi elemzéseket készít és stratégiai tanácsokat ad a politikusok számára. Magyar nyelvű megfelelőjeként még az agytröszt kifejezés használatos.	Lexiq. Publikálva: 2022.01.15. Online: https://lexiq.hu (letöltés: 2022.06.02.)
103.	Trópusi éjszaka: Éghajlati vizsgálatok során alkalmazott index. Olyan napot jelöl, amikor a hőmérséklet egyáltalán nem (még éjjel sem) csökken 20 °C alá.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfélfok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)
104.	Tűzidőjárási index: Az egyes területek tűzveszélyének meghatározása az éghajlati elemekből számított jelzőszámok indexként.	Bodnár László: Az erdőtüzek oltásának hatékonyságát növelő módszerek kutatása és fejlesztése. Doktori (PhD) Értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem. 2021. p. 25. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu (letöltés: 2022.07.28.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
105.	Tűzihorganyzás: Fémolvadékban történő bevonás technikája, amely során a bevonandó acél-, vagy vastermékek felületén többfázisú, termodiffúziós horganyréteg alakul ki, mely metallurgiai kapcsolattal kötődik az alapfémhez.	Magyar Tűzihorganyzók Szövetsége: Tűzihorganyzás. 2018. p. 3. Online: http://www.hhga.hu (letöltés: 2022.06.23.)
106.	Újrafeldolgozás: Olyan hasznosítási művelet, amelynek során a hulladékot terméké vagy anyaggá alakítják annak eredeti használati céljára, akár más célokra. Ez magában foglalja a szerves anyagok feldolgozását, de nem tartalmazza az energetikai hasznosítást és az olyan anyaggá történő feldolgozást, amelyet feltöltési műveletek során használnak fel.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 44. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
107.	Újrahasználatra való előkészítés: Tisztítással, javítással, valamint ellenőrzéssel végzett hasznosítási művelet, amelynek során a hulladékká vált terméket vagy alkatrészét előkészítik arra, hogy bármilyen egyéb előkezelés nélkül újrahasználható legyen.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 46. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
108.	Üvegházhatású gáz: A szén-dioxid (CO ₂), a metán (CH ₄), a dinitrogén-oxid (N ₂ O), a fluorozott szénhidrogének (HFC-k), a perfluorkarbonok (PFC-k), a kén-hexafluorid (SF ₆) és a nitrogén-trifluorid (NF ₃), valamint a légkör azon természetes és emberi tevékenységből származó gáznemű alkotóelemei, amelyek elnyelik, majd újra kibocsátják az infravörös sugárzást.	2012. évi CCXVII. törvény az üvegházhatású gázok közösségi kereskedelmi rendszerében és az erőfeszítés-megosztási határozat végrehajtásában történő részvételről 2. § 30. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
109.	Üzemeltető: Bármely természetes vagy jogi személy, vagy jogi személyiséggel nem rendelkező szervezet, aki vagy amely veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemet, létesítményt vagy küszöbérték alatti üzemet működtet, irányít, vagy alapszabály, alapító okirat, illetve szerződés alapján meghatározó gazdasági vagy döntéshozatali befolyással rendelkezik a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, létesítmény, küszöbérték alatti üzem műszaki üzemeltetése felett.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 23. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
110.	Üzemzavar: (Veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar): veszélyes	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó

Ssz.	Fogalom	Forrás
	anyagokkal foglalkozó üzemben, küszöbérték alatti üzemben a rendeltetésszerű működés során vagy a technológiai folyamatokban bekövetkező olyan nem várt esemény, amely azonnali beavatkozást igényel és az alábbi következmények egyikével jár: - veszélyes anyaggal kapcsolatos tűz, - veszélyes anyaggal kapcsolatos robbanás, - mérgező, rákkeltő tulajdonságú veszélyes anyag kibocsátása, - oxidáló, tűz- vagy környezetre veszélyes tulajdonságú folyadék halmazállapotú veszélyes anyag kikerülése legalább 1000 kg mennyiségben, - egyéb veszélyes anyag kikerülése legalább a felső küszöbérték 0,1%-át elérő mennyiségben.	egyes törvények módosításáról. 3. § 30. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
111.	Veszélyes anyag: A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtását szolgáló kormányrendeletben meghatározott ismérveknek megfelelő anyag, keverék vagy készítmény, akár nyersanyag, termék, melléktermék, maradék, köztes termék, vagy hulladék formájában.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 26. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.01.)
112.	Veszélyes hulladék: A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény. 1. mellékletben meghatározott veszélyességi jellemzők legalább egyikével rendelkező hulladék.	2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról. 2. § (1) 48. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.10.)
113.	Veszélyes üzem: (Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem): egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület egésze, ahol egy vagy több veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményben - ideértve a közös vagy kapcsolódó infrastruktúrát is - veszélyes anyagok vannak jelen a törvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott küszöbértéket elérő mennyiségben, és ennek alapján alsó vagy felső küszöbértékűnek minősül.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 28. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022. 06.01.)

Ssz.	Fogalom	Forrás
114.	Veszélyes tevékenység: Olyan, veszélyes anyagok jelenlétében végzett tevékenység, amely ellenőrizhetetlenné válása esetén tömeges méretekben veszélyeztetheti, illetve károsíthatja az emberi egészséget, a környezetet, az élet- és vagyonbiztonságot.	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 3. § 31. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022. 06.01.)
115.	Veszélyhelyzeti kibocsátás: A jelentős mértékű veszélyes anyag kibocsátásával, tűzzel vagy robbanással járó olyan rendkívüli esemény általi veszélyeztetés, amely a létesítményen belül, vagy azon kívül közvetlenül vagy lassan hatóan súlyosan veszélyezteti, vagy károsítja az emberi életet, egészséget, illetve környezetet.	Kátai-Urbán Lajos: Az ipari balesetek országhatáron túli hatásai elleni védekezés alkalmazási feltételeinek értékelése és fejlesztése. Doktori (PhD) értekezés. ZMNE. Budapest, 2006. p. 12. Online: https://tudasportal.unike.hu (letöltés: 2022.06.02.)
116.	Végső hőnyelő: A környezetben lévő közeg (hőtartály), amelybe az energiatermelési folyamatban (a termodinamika II. főtétele miatti) felesleges hő elvezetődik. Ez tipikusan az erőmű telephelye melletti folyó, tenger vagy óceán vize, vagy ahol ilyen víz nagy mennyiségben nem áll rendelkezésre, maga az atmoszféra levegője.	Aszódi Attila: A nyári hőhullám hatása a villamosenergia-termelésre. Láncreakció – Aszódi Attila információs blogja. 2018.08.22. Online: https://aszodiattila.blog.hu (letöltés: 2022.08.02.)
117.	Vihar: A legalább 20 m/sec. szélsébség, ideértve a szántóföldi növény állományában mechanikai sérülést okozó, a legalább 20 m/sec sebességű szél által szállított szemcse vagy részecske miatti homokverést is.	2011. évi CLXVIII. törvény a mezőgazdasági termelést érintő időjárási és más természeti kockázatok kezeléséről 2. § 34. Online: https://njt.hu (letöltés: 2022.06.02.)
118.	Villámárvíz: A nagy mennyiségű, intenzív esőzések miatt akár 10–20 perc alatt lezajló, hirtelen vízszintemelkedés.	Kovács Attila: Klímaszótár. Másfél fok. Online: https://masfelfok.hu (letöltés: 2022.06.02.)

5. A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok és azok kezelési lehetőségei

1. Megújuló energiatermelés növelése

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
A nap- és szélenergia napszak- évszak- és időjárásfüggősége.	Energiatárolás technológiájának fejlesztése. MI, digitális és okos eszközök e célból történő alkalmazása. Termelői kapacitások, tartalék erőművek megőrzése és fejlesztése. Független aggregátorok létrehozása (helyi energiaközösségek). Elosztott energiatermelés, a teherelosztási, teher-újraelosztási és tehercsökkentési mechanizmusok. Gáz- és a villamosenergia-piacok működésének összehangolása (sector coupling) Határkereszteső kapacitások bővítése, regionális piaci integráció, piacok összekapcsolása (market coupling). További rugalmassági megoldások kutatása, fejlesztése.
Decentralizált termelési struktúrából eredő kihívások.	A villamosenergia-hálózat felkészítése a decentralizált kapacitások költséghatékony befogadására.
Az ország geotermikus potenciáljának mindössze 10-15%-a hasznosul.	Földtani kutatások folytatása.
Mezőgazdasági alapú energiahordozók időjárásfüggősége.	Negatív környezeti hatásoknak és betegségeknek ellenállóbb fajok, fajták termesztése.

2. ÜHG-kibocsátás csökkentése – Dekarbonizáció

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
A mesterséges szén-dioxid elnyelő technológiák (CCS, BECCS, DACCS, CCU) kezdetlegessége, kockázatai.	- A hazai intézményrendszer tudására alapuló K+F fenntartása és a fejlesztéseket hasznosító ipari háttér kialakítása és megerősítése. - Geológiai kutatások folytatása, különös figyelemmel a hosszú távú környezeti, természeti és humán egészségügyi hatások megértésére. - A kockázatok minimálisra csökkentése érdekében e hatásokat vissza kell csatolni a technológia fejlesztésébe. - Vizsgálni kell a szén-dioxid ipari nyersanyagként való hasznosíthatóságát, valamint a karbon-negatív – azaz a légkör bio- és hidroszférájában lévő nem fosszilis eredetű szén-dioxid kivonását és megkötését lehetővé tevő – technológiák hazai alkalmazását.
A CCS technológia csak a legszigorúbb környezeti, biztonsági és fenntarthatósági feltételek teljesülése esetén alkalmazható.	

3. A hidrogén energetikai célú hasznosítása

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
• A jelenlegi földgáz-infrastruktúra egyelőre csupán a földgáz bizonyos mértékű hidrogénnel történő keverését teszi lehetővé.	• A földgázhálózatot és földgáztárolókat alkalmassá kell tenni hidrogén és egyéb „földgáz minőségű” gázok rendszerbe juttatására. • A kibocsátáscsökkentést célzó eljárásokat és rendszereket teljes egészében szükséges vizsgálni. • Az új hidrogéntekológiák kifejlesztését megalapozó tudományos, technológiai és horizontális kompetenciák együttes kiépítése. • A hidrogéngazdaság kialakítása hosszú távon is kiszámítható, reális és holisztikus európai és nemzeti szabályozási kereteket és nemzetközi együttműködést igényel.
• 2015–2019 között az éves hazai felhasznált földgázmennyiségek energiatartalmának teljes egészében hidrogénnel való kiváltása 27,1–30,3 milliárd köbméter hidrogén előállításával lett volna megvalósítható. A jelenlegi földgázrendszerünk azonban éves szinten kb. 14–16 milliárd köbméter földgáz szállítására alkalmas, ami az elméletileg szállítandó hidrogén mennyiségének legfeljebb csupán a fele.	
• A földalatti gáztároló kapacitás jelenleg 6,3 milliárd köbméter, amelynek teljes egészében hidrogénnel való feltöltésével a bennük jelenleg tárolt energiamennyiségnek mindössze 30%-a lenne hasznosítható.	
• Tekintettel kell lenni a hidrogén molekula méretéből adódó szivárgási kockázatra – ugyanis a földgázszállító rendszert nem hidrogénre méretezték –, illetve a földgázhoz képest kiszélesedő gyulladási koncentrációtartományra.	
• Nem tisztázott még, hogy a hidrogénnek milyen egyéb hatása lehet a rendszer anyagaira, a tároló szerkezetére, a felszíni technológiákra.	
• A kék hidrogén karbonlábnyoma a földgáz vagy szén alapú fűtésnél több mint 20%-kal, a dízelolaj égetésénél pedig hozzávetőleg 60%-kal lehet nagyobb. Ennek oka az előállítás energiaigényében keresendő, amely rendszerint fosszilis forrásokból származik, de ide sorolhatók a CCS technológiával kapcsolatos komplikációk is. Szintén hátrány, hogy a földgázt (metánt) tároló és továbbító rendszerekből a gáznak átlagosan 3,5%-a szivárog ki.	

4. Kármentesítés

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
• Tekintettel kell lenni a kármentesítési folyamattal járó energiafelhasználás, valamint a szennyezőanyag-kibocsátás és -felhasználás mértékére.	• A hatékony és fenntartható kármentesítések megvalósításához az érintett szakmai és társadalmi szereplők hosszú távú, közös gondolkodása szükséges. • Beavatkozások kutatása, fejlesztése: innovatív technológiák, in-situ beavatkozások. • „Zöld” kármentesítések előtérbe helyezése. • A kármentesítésnek egyik kézenfekvő megoldása a természetes folyamatokon alapuló bioremediáció.

5. Hőhullámokkal szembeni védelem

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
• A fokozott energiafelhasználás ellátási problémákhoz vezethet. • A forráságot kísérő gyengébb légmozgás miatt a szélenergia-termelés csökken. • Napenergia panelek túlmelegedése miatti energiatermelés csökkenés.	• A nap- és szélenergia napszak- évszak- és időjárásfüggőségének mérséklését célzó, az adott kihívás kezelése kapcsán releváns rugalmassági megoldások alkalmazása, kutatása-fejlesztése.
• Talajszárazság miatti oszlopkidőlések kockázata nő.	• Rendszeres statikai vizsgálat folytatása.
• Végző hőnyelő melegedése miatti hatásfok-csökkenés.	• Erőmű által termelt energia fokozatos csökkentése, erőmű ideiglenes leállítása. • Vízhasználat átmeneti korlátozása. • Ideiglenes vízpótlás.
• Víz tározókban tárolt vízkészlet apadása.	• Ellátást befolyásoló felszíni vizek várható lefolyásváltozásának vizsgálata. • Innovatív víztakarékos technológiák, hűtési módok fejlesztése, elterjesztése. • Vízhiány/aszálystratégiai tervezés.
• Energiaültetvények kiszáradása.	• Szárazságtűrő, hőségnek, betegségeknek (és általánosságban az egyéb negatív környezeti hatásoknak) ellenállóbb fajok, fajták termesztése. • Megfelelő vízgazdálkodás, öntözés, tápanyagellátás, növényvédelem. • Vízhiány/aszálystratégiai tervezés.

6. Erdő- és vegetációtüzekkel szembeni védelem

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
Az energetikai rendszerek és rendszerelemek, és megújuló energiatermelő létesítmények fizikai sérülésének, megsemmisülésének kockázata nő.	- Erdőtűzvédelmi tervek készítése. - Magatartási szabályok betartása. - Tűzgyújtási tilalom rendszer, és a kockázatértékelés működtetése, fejlesztése. - Tűzpászta rendszer karbantartása. - Technikai eszközök újítása, fejlesztése. - Tűzoltósági oltókapacitás fenntartása. - A leggyúlékonyabb faállománytípusok visszaszorítása a legtűzveszélyesebb területekről - Általánosságban olyan erdőgazdálkodási technológiák elterjesztése, amelyek erősítik az erdők ellenállóképességét az éghajlatváltozás hatásaival – köztük az erdőtüzekkel – szemben.
- Az éghajlatváltozás által előidézett erdőkárok miatt a szükségessé váló kitermelés átmenetileg jelentősen növelheti a fa biomassza mennyiségét, amelyet azonban csökkenés követhet. - Energiaültetvényekre kiterjedő erdő- vagy vegetációtüzek kockázata nő.	
A füst miatt megnövekedett PM2,5 koncentráció csökkenti a napelem paneleket érő napsugárzás mennyiségét és ezzel az energiatermelés mértékét is.	- Termelési kapacitások fejlesztése. - Energiatárolás technológiájának fejlesztése. - Háztartások számára szolár eszközök és tartalék akkumulátorok telepítése.

7. Hidrológiai eredetű veszélyekkel szembeni védelem

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
Hagyományos és megújuló energetikai rendszerek, veszélyes anyagtárolók, hulladékkezelő, veszélyeshulladék-lerakó létesítmények, bányászati meddőhányók, ipari zagy- és iszaptározók fizikai sérülésének kockázata nő.	- Vízvisszatartás, valamint a kockázat megelőző vízkárelhárítás jövőképét szolgáló stratégiai célok megvalósítása. - Hagyományos árvízvédekezési módszerek és eljárások eszközeinek és feltételeinek a javítása. - Az üzemeltetők és a katasztrófavédelemi szervezet közötti szoros együttműködés kialakítása. - Az adott településen bekövetkezett csapadék okozta káresemények rögzítése. - Kitettség és érzékenységi elemzések készítése. - Árkok és műtárgyak összehangoltsága, a belterületi vízelvezető árkok és befogadók karbantartása. - Vízerőművek szerepe az árvízzel szembeni védekezésben. - Vízgyűjtő és elvezető rendszer szükség szerinti átalakítása. - Vízzáró rétegek (például betonfelületek) csökkentése, ehelyett vízáteresztő burkolatokat nagyobb arányú alkalmazása. - Természetes vízmegtartó felületeket telepítése. - Városi fás területek védelme, zöldfalak, zöldhomlokzatok és zöldtetők elterjesztése. - Csatornarendszerhez kapcsolt kisebb tavak létesítése. - Gyepes beszivárogtató teknők, szikkasztók, esővízgyűjtő tartályok, ciszternák alkalmazása. - Hullámsáncok, gyepes vízelvezető árkok, mezővédő erdő vagy cserjesávok, laza telepítésű fák vagy cserjék, illetve ipari faültetvények létesítése. - Vízmosásfenék megkötése. - Csapadékmérő állomás telepítése és üzemeltetése ott, ahol már történt

	jelentős belterületi elöntési káresemény. • Települési vízkárelhárítási tervek, prevenciós és havária cselekvési tervek kidolgozása. • Tételes, több évszakra vonatkozó fenntartási utasítás elkészíttetése, amennyiben a kárhelyreállítás legalább egy alkalommal megtörtént. • Mérő- és megfigyelő rendszer kialakítása a földtani veszélyforrások nyomon követésére.
• Földcsuszamlás, vagy a talajtakaró elhordása miatti oszlopkidőlések, vezetékszakadások, kábeltörések. • Belvíz miatti oszlopkidőlések.	• Rendszeres statikai vizsgálat folytatása.
• A nem megfelelően szigetelt belső földkábelek belvíz miatti károsodása.	• A szigetelés megfelelőségének rendszeres vizsgálata.
• Villámcsapások által előidézett tartálytüzek, tartályrobbanások, szigeteletlen szabadvezetékekben, tartóoszlopokban, szélérőművekben vagy fotovoltikus panelekben okozott károk.	• Villámhárító és túlfeszültség-védelmi termékek alkalmazása.
• Energianövények elpusztulása tartós ár- vagy belvíz esetén.	• Megfelelő vízgazdálkodás, ár- és belvívvédelem.

8. Szélviharok és gyengülő átlagos szélesebbesség problémájának kezelése

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
Energetikai rendszerelemek – jellemzően áramátalakító berendezések, kémények, telekommunikációs antennák, tartóoszlopok, vezetékek, nem szakszerűen rögzített napelem rendszerek – rongálódhatnak, sérülhetnek.	- Rendszeres statikai vizsgálatok lefolytatása. - Az érintett rendszerelemek szükség szerinti megerősítése, cseréje - Vezetékek föld alá helyezése a szélviharok által erősebben érintett régiókban.
Az átlagos szélesebbesség gyengülése miatt egy kiterjedt légszennyezéssel járó ipari balesetet következtében a környezetbe került gázhalmazállapotú szennyező anyagok hosszabb ideig képesek kifejteni környezet- és egészségkárosító hatásukat.	- Kisebb környezetterheléssel járó, kevésbé veszélyes anyagok használata. - Megújuló energiaforrások minél elterjedtebb alkalmazása.

9. Havazással, hóiharokkal szembeni védelem

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	• Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
• A hóesés akadályozhatja vagy ellehetetlenítheti egyes fűtőművek üzemeléséhez szükséges szilárd tüzelőanyagok (biomassza, hulladék) kitermelését és/vagy beszállítását.	• Tartalék tüzelőanyagok helyi tárolása.
• Vízfagyás, jégzajlás kárt okozhat a vízerőművekben, valamint akadályozhatja a működésüket. • Alacsony hőmérséklet esetén a folyók nem kapnak elég vizet, ami korlátozza a vízerőművel energiatermelését.	• Áramtermelés ideiglenes leállítása. • Jégtörők alkalmazása. • Vízerőmű gépházának fagymentesítése.
• Földalatti vezetékfagyások következhetnek be. • Az elektromos vezetékrendszer sérülésének a kockázata nő rátapadó vagy ráfagyó csapadék és szél együttállása esetén.	• Rendszeres statikai vizsgálat folytatása.
• Hóval túlterhelt, letörő ágak által előidézett vezetékszakadások.	• A vezetékek körüli fáktól mentes terület bővítése.
• Egy napon belüli fagyás-olvadás sorozatok a betonoszlopok, valamint a nem tökéletesen szigetelt napelem panelek épségét veszélyeztetheti.	• Rendszeres statikai vizsgálat folytatása. • Napelemek esetében a szigetelés megfelelőségének a vizsgálata.

10. Ageing kezelése

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
• A veszélyes üzemek idővel történő fokozatos állapotromlása, öregedése hazai, európai és globális szinten egyaránt létező probléma. • A 40-50 éve üzemelő, élettartamuk végéhez közeledő veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, amelyek nem megfelelő állapot-megőrzési stratégia szerint működnek, fokozott súlyos baleseti kockázatot hordoznak magukban.	• A biztonság szempontjából kritikus berendezések közül a tartályok, csővezetékek, aktív technológiai berendezések elsődleges fizikai védelmének biztosítása. • Kémiaiilag stabil anyagok (pl. saválló acél, üvegszál) alkalmazása szerkezeti anyagként. • Tűzihorganyzás, eloxálás; belső fémötvözet réteg, belső üvegszál bevonat; tűzálló bevonatok, katódvédelem, külső bevonat (festés). • Célszerű szigorúbb követelményeket (pl. rövidebb megelőző karbantartási ciklusidőket) meghatározni azon berendezésekre, amelyek folyamatos üzemmenetben működnek, valamint amelyek a szélsőséges időjárási viszonyoknak, a savas vagy páradús környezetnek vagy a külső mechanikai igénybevételeknek jobban ki vannak téve. • A fizikai öregedéssel kapcsolatos információk az üzemeltető rendelkezésére álljanak (pl. műszaki állapot nyomon követési terv). • Vezetői tudatosság megléte (pl. máshonnan származó jó gyakorlatok figyelembevétele), és modernizálás. • A berendezések életútja során megváltozó állapot nyomon követése. • A karbantartásért felelős személyek szakértelme (pl. döntéshozatali pozícióba technológiát alaposan ismerő és értő mérnök, szakirányú szakmai tapasztalat megléte, rotációs munkaszervezés). • Egyértelmű kommunikációs útvonalak alkalmazása a karbantartásban és a műszaki állapot nyomon követésben érintett felek között (pl. elektronikus műszaknapló). • A veszélyes objektumok biztonsági rendszereinek ellenőrzése, amelynek ellátásában a létesítmények mellett a felügyeleti szervek is részt vesznek. (Kiemelendő a nem bejelentett ellenőrzés meglepetésszerűségének pozitív hozadéka) • A csővezetékek, tartályok jelöléseinek, feliratozásának a megléte, tartalmuk ismertsége. • MI alkalmazása a karbantartásban.

• Több iparágban (pl. kőolajiparban) nem kerül sor a gyártáskor vagy üzembe helyezéskor megállapított maximális élettartam fogalmának széleskörű alkalmazására. Az üzemeltetők ilyen esetekben legtöbbször szakmai irányelvek alapján számítják ki a fennmaradó élettartamot.	• A tervezett élettartam meghatározásakor szükséges figyelembe venni a várható elhasználódást gyorsító terheléseket is, mint például a berendezés töltetének korróziós hatását, vagy a berendezést terhelő vibrációt. • Csővezetékeknél a fennmaradó élettartam a korrózió sebessége alapján állapítható meg. • A figyelembe vehető tervezett élettartam legfelsőbb értékét 50 évben javasolt meghatározni.
• Az üzemi veszélyes anyag vezetékek, segédenergia vezetékek üzemeltetéséért felelős szervezeti egység hiányában kontrollálatlanul degradálódhatnak.	• Üzemeltetésért felelős szervezeti egység meghatározása. (Karbantartás előírása hatósági döntéssel).
• Kontrollálatlan öregedés fokozott kockázatát hordozzák magukban a nehezen hozzáférhető vagy sajátos technológiai körülmények között üzemeltetett berendezések.	• Javasolt már a kialakítás során hozzáférési pontokat biztosítani a későbbi műszaki diagnosztikai vizsgálatok, karbantartások könnyebb megvalósítása céljából.
• Magyarországon az EU-csatlakozás előtt létesült üzemek, berendezések az újonnan létesültekhez viszonyítva gyakran eltérő műszaki színvonalat képviselnek. Ez a nyomástartó berendezések, villamos és műszerautomatikai berendezések és építmények esetén jelent(het) elsősorban biztonsági kockázatot, ha azok nem az EU követelményrendszere szerint létesültek.	• A berendezések, üzemegységek létesítési idejét jellemző építési, létesítési, üzembe helyezési előírások változásai a globális műszaki, biztonsági előírásrendszer fejlődésének megfelelően valósuljanak meg.
• A hazai veszélyes üzemek üzemzavarainak okai között a fizikai öregedés leggyakrabban előforduló megjelenési formái – a korrózió, erózió, a fáradásos törés, valamint a tömítések lyukadásai és szakadásai – rendre megjelennek. • A csővezetékek meghibásodásai szintén az üzemzavarokat kiváltó olyan műszaki okok közé sorolhatók, amelyek szoros összefüggésben állnak az ageinggel.	• A hibák mielőbbi kijavítása a rendeltetésszerű működés helyreállításának elengedhetetlen feltétele.
• A hazai hatósági ellenőrzések során több esetben mutatkozott bizonytalanság egyes üzemegységek, technológiák alapvető műszaki paramétereinek ismeretében.	• Alapvető, hogy a fizikai létesítmények, technológiai rendszerek műszaki jellemzőit tartalmazó dokumentumok a tervezéskori és az aktuális állapotról is elérhetők legyenek. • Fontos az informatikai rendszerek eljárásainak, szoftvereinek, megvalósulásának naprakészen tartása.

11. Kiberbiztonság erősítése

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
Az Ipar 4.0 térhódítása, az IT megoldások és a digitalizáció terjedése, az MI térnyerése következtében a kibertámadások, valamint az információs rendszerek kölcsönös függőségéből eredő kockázati tényezők mértéke várhatóan a gazdaság valamennyi szegmensében növekedni fog.	- A magyar villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kiberbiztonságának öt pilléren kell alapulnia: (1) kiberbiztonsági kutatás-fejlesztés, (2) kiberbiztonsági oktatás, képzés, (3) kibertámadást megelőző képesség fejlesztése, (4) kibertámadást észlelő képesség fejlesztése (helyzetismeret, naplógyűjtés, kezelés és elemzés, rosszindulatú kódok ellenőrzése, kiszűrése) (5) kibertámadásra történő reagáló képesség fejlesztése. - Külön kiemelendő: Az IT és OT oldali nézetek, gyakorlatok közelítése, szakmai együttműködések ösztönzése. A villamosenergetikai és a kiberbiztonsági szakértők szoros együttműködése, a támadással érintett rendszereknek a sértetlen rendszerektől való elszigetelhetősége. - A kiberbiztonsági szempontokat is magukban foglaló kockázatelemzések és értékelések kötelezővé tétele a belső szabályozásban. - A cégek alkossanak belső szabályokat a baseline-ok kialakítására is.
Globális szintű tendencia, hogy a kibertérben végzett, ártó szándékú tevékenységek egyre gyakrabban fordulnak elő, egyre kifinomultabbak és egyre nagyobb – akár fizikai veszteséggel járó – kárt vagy infokommunikációs válsághelyzetet eredményeznek.	- A villamosenergia-rendszer ICS/SCADA-i kiberbiztonságának a feltétele ICS/SCADA-rendszerek és komponensek kiberbiztonsági szempontoknak is megfelelő felépítése, rendszertechnikája, többszintű védelmi rendszere és illesztése az IT rendszerekhez. - Az energiaszektorban érintett jelentősebb szervezetek közötti információmegosztás hatékonyabbá tétele. (Nemzeti Energiastratégia intézkedési javaslat) - Kiberbiztonsági incidensek esetén helyszíni segítséget nyújtó gyorsreagálású egység felállítása. (Nemzeti Energiastratégia intézkedési javaslat) - A jogszabályban előírt minimális biztonsági követelményeknek megfelelő beállítások alkalmazása. (Nemzeti Energiastratégia intézkedési javaslat) - Az idegen eredetű hozzáférések megelőzése és megakadályozása érdekében

• A támadók tevékenységei egyre jobban érintik az energia ágazatot, azon belül pedig a „legkritikusabb kritikus infrastruktúrának” minősülő villamosenergia-rendszereket.	szükségessé válhat a szabályozási, beszerzési, tervezési, gyártási, létesítési, üzembehelyezési, üzemeltetési keretek célirányos átalakítása. • A (köz)beszerzések szabályozásában és gyakorlatában az eddigi árközpontúságnak ki kell egészülnie biztonság központúsággal is. A kompromittált berendezések, hardver és szoftver elemek, chip-ek kiszűrésére indokolt lehet egy – K+F tevékenység támogatásával megvalósuló – átfogó rendszer kiépítése. • A jogszabályi környezetet úgy kell átalakítani, hogy a küszöbértékek lehetővé tegyék azok létfontosságú rendszerelemmé történő kijelölését.
• A magyar villamosenergia-rendszerben érintett jelentősebb szervezetek létfontosságú rendszerelemmé jelölése egyelőre nem történt meg, azaz nem tartoznak az Lrtv. hatálya alá.	

12. Veszélyes hulladékok kezelése

A stratégiai célterületek megvalósításával összefüggő legtipikusabb, aktuális ipar- és/vagy ellátásbiztonsági, egyéb műszaki biztonsági kihívások, aggályok	Kezelési lehetőségek és megoldási javaslatok
Az energetikával szorosabb kapcsolatot mutató gazdasági ágazatokban is keletkező, veszélyes hulladékok körébe tartozó kiemelt hulladékáramok termelődése, kezelése.	- PCB-tartalmú berendezések kivezetése 2025-re történő, PCB-tartalmuk ártalmatlanítása 2028-ra. - PCB-k és POP anyagok kapcsán a lakosság és a foglalkozásukból fakadóan expozíciónak kitett munkavállalók folyamatos szemléletformálása, környezeti és egészségügyi tájékoztatása. - Hulladékot gyűjtött mennyiségének a növelése, valamint annak vizsgálata, hogy a meglévő kezelői kapacitások az előreláthatólag növekvő gyűjtött mennyiségek kezeléséhez elegendőek-e. Jelentős iparfejlesztési cél a hasznosítás is. - Elem- és akkumulátorhulladékok gyűjtési és hasznosítási arányának növelése. - Veszélyes anyagoknak az elemekben és akkumulátorokban történő felhasználásának mérséklése. - Elektromos és elektronikus berendezésekből származó hulladékok esetében: gyűjtési és hasznosítási arány növelése, a termékek veszélyes anyag tartalmának korlátozása, esetenként tiltása, valamint a környezetbarát tervezésre való ösztönzése. - Azbeszthulladékok esetében jelenleg csaknem az egyetlen kezelési mód a „Lerakás műszaki védelemmel (elhelyezés fedett, szigetelt, a környezettől és egymástól is elkülönített cellákban)”. Célszerű minél előbb nagy mennyiségben az azbeszt eltávolítása és a keletkező hulladék hulladéklerakóban való ártalmatlanítása. Az OHT a jövőre nézve a kezelés mennyiségének és a mentesítés intenzitásának a fokozását látja szükségesnek.

6. Kohéziós táblázat - az értekezés hipotéziseinek, célkitűzéseinek, és tudományos eredményeinek egymásra épülése

Sz.	Tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási célkitűzés	Javasolt kutatási eredmény
1.	A környezeti fenntarthatóság globális stratégiai jövőképének iparbiztonsági szempontú vizsgálata, különös tekintettel az energiaágazat biztonságára.	1. Feltételezésem szerint a környezeti fenntarthatóság globális stratégiai jövőképének a megvalósításához elengedhetetlen a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, köztük az energetikai létesítmények, valamint általánosságban – a fenntartható fejlődésben egyedi szerepet betöltő – energiaágazat biztonságos működésének a szavatolása. Ebből fakadóan időszerűvé vált azon szempontok meghatározása, amelyek az iparbiztonsági szakterületnek a fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét bizonyítják, valamint azon aktuális stratégiai célterületek azonosítása, amelyek hozzájárulnak az energiaágazat biztonságához és ezáltal a környezeti fenntarthatóság megvalósításához is.	a) Elemzem a stratégiaalkotás általános céljait, valamint a fenntarthatóság, az energetika és az iparbiztonság összefüggéseit, majd az iparbiztonság egyes szakterületi sajátosságaira tekintettel értékelést végzek az iparbiztonságnak a környezeti fenntarthatóság megvalósulásában betöltött jelentőségére vonatkozóan. b) Megvizsgálom a szupranacionális fenntarthatósági stratégiaalkotás és az iparbiztonság között meglévő kapcsolódásokat, majd azonosítom a kutatás szempontjából releváns hazai stratégiai dokumentumokban meghatározott, az energiaágazat biztonságos működéséhez hozzájáruló stratégiai célterületeket.	1. Az energia ágazat biztonságos üzemeltetési célkitűzéseinek érvényesülése érdekében, a nemzetközi, az európai uniós és a hazai környezeti fenntarthatósági stratégiaalkotás, valamint az iparbiztonság szakterületi sajátosságainak összevető elemzését követően <u>megállapítottam</u> a hazai energiaágazat fejlesztéséhez kapcsolódó stratégiai célterületeket és az energiaipari-biztonság fogalmi elemeit; továbbá <u>bizonyítottam</u> az iparbiztonság fenntartható fejlődés környezeti dimenziójában betöltött stratégiai jelentőségét.

Sz.	Tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási célkitűzés	Javasolt kutatási eredmény
2.	Az energiaágazat fenntartható működését célzó elméleti iparbiztonsági stratégiai megfontolások.	2. Feltételezésem alapján a környezeti fenntarthatóság jövőképehez vezető folyamat energetikai és iparbiztonsági szempontú elemzése részeként célszerű az azonosított – tehát az energetikai létesítmények és általában az energiaágazat biztonságos működését célzó, iparbiztonsági szempontból releváns – stratégiai célterületek kategorizálása aszerint, hogy azok miként, milyen módon járulnak hozzá a jövőkép megvalósulásához. Ezen túl javasolt továbbá egy olyan stratégiai feltételrendszer kialakítása, amely módszertani segítségként felhasználható a jövőképet szolgáló energiaipari-biztonsági stratégiai tervezés során.	a) Az azonosított stratégiai célterületek tartalmának bemutatása, kifejtése keretében azokat kategóriákba foglalom aszerint, hogy miként, milyen módon járulnak hozzá a környezeti fenntarthatósághoz. b) Kidolgozom a környezeti fenntarthatóságot szolgáló energiaipari-biztonsági stratégia módszertanát, majd annak felhasználásával elemzem az azonosított stratégiai célterületeket.	2. Az energiaágazatnak a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulását – a környezeti egyensúly helyreállításában, az újonnan jelentkező környezeti problémákhoz való alkalmazkodásában és az újszerű katasztrófavédelmi kockázatokból fakadó esetleges környezetszennyezések megelőzésében betöltött szerepével – szolgáló stratégiai célterületek iparbiztonsági szempontból releváns elemzéséhez szükséges módszertan <u>kidolgozását</u> követően, stratégiai fejlesztési célterületenként <u>azonosítottam</u> az ágazat fenntartható fejlesztését megalapozó és egyben az energiaipari-biztonságot garantáló stratégiaalkotási és műszaki szempontrendszer.

Sz.	Tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási célkitűzés	Javasolt kutatási eredmény
3.	Az energiaágazat fenntartható működését célzó gyakorlati iparbiztonsági stratégiai megfontolások.	3. Feltételezésem szerint a stratégiai jövőkép realizálásának szükségszerű feltétele a stratégiai célterületek, illetve azok kapcsán meghatározott célkitűzések gyakorlatban való átültethetősége és érvényesíthetősége. Erre tekintettel egyrészt a stratégiai célterületek megvalósítása kapcsán jelentkező legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági és egyéb műszaki biztonsági jellegű kihívásokat szükséges azonosítani, majd azok kezelését célzó lehetőségeket összegezni és elemezni. A környezeti fenntarthatóság megvalósításának az egyik legalapvetőbb gyakorlati szempontjaként indokolt fejleszteni az energia ágazat üzemi létesítményei védelmi tervezési eszközrendszerét is, és ennek keretében olyan tudományos alapokon nyugvó feltételeket meghatározni, amelyek alapján a veszélyes üzemek és a kritikus infrastruktúra elemek azonosítása és üzemelésük engedélyezése – valamint üzemmenet folytonosságuk – egzakt módon biztosítható, tekintettel arra, hogy az azokban bekövetkezett balesetek és üzemzavarok képesek a legsúlyosabb veszélyhelyzeti környezetterhelést előidézni.	a) Azonosítom és elemzem az aktuális stratégiákban, és/vagy más releváns, tudományos igényű forrásban jelzett, a stratégiai célterületek megvalósítása kapcsán jelentkező legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívásokat, majd összegezem és elemzem azok kezelési lehetőségeit.	3. <u>Azonosítottam</u> az aktuális stratégiákban, és/vagy más releváns, tudományos igényű forrásban jelzett, a stratégiai célterületek megvalósítása kapcsán jelentkező legtipikusabb ipar- és/vagy ellátásbiztonsági (egyéb műszaki biztonsági) kihívásokat, majd <u>összegeztem</u> és <u>elemeztem</u> azok kezelési lehetőségeit.
			b) Műszaki javaslatot teszek az energetikai rendszerek vonatkozásában a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés és a kritikus infrastruktúra védelem azonosítási eljárásainak és engedélyezés kritériumrendszerének, valamint az újonnan jelentkező biztonsági kihívások üzemeltetői szintű kezelési lehetőségeinek vizsgálatára alapozva.	4. Az újonnan jelentkező biztonsági kihívások üzemeltetői szintű kezelési lehetőségeinek vizsgálatára alapozva, <u>műszaki javaslatot tettem</u> az iparbiztonság veszélyes üzem azonosítás és azonosítási vizsgálat, valamint az elfogadhatósági kritériumok fejlesztésére.