36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2023. április 18-20.
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Rendészettudományi Kar

Létfontosságú rendszerek hálózatalapú vizsgálata

Jelige: *BGDC07*

Pályamunka lezárásának időpontja: 2022. június

2023.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS **3**

1. JOGSZABÁLYI ÁTTEKINTÉS **7**

1.1. JOGSZABÁLYI ÁTTEKINTÉS 7

1.1.1. Nemzetközi jogszabályi környezet *8*

1.1.2. Hazai jogszabályi környezet *11*

KÖVETKEZTETÉSEK 13

2. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK BEMUTATÁSA **14**

2.1. LÉTFONTOSSÁGÚ SZEKTOROK KÖRNYEZETI BEMUTATÁSA 16

2.2. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK SÉRÜLÉKENYSÉGE 18

2.2.1. Környezeti eredetű veszélyek *19*

2.2.2. Humán tényezőkből adódó veszélyek *21*

2.2.3. Szolgáltatás kimaradásából adódó veszélyek *21*

2.2.4. Politikai eseményekből adódó veszélyek *22*

KÖVETKEZTETÉSEK 23

3. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK HÁLÓZATOSSÁGA **24**

3.1. HÁLÓZATOSSÁG ÉS ÖSSZETEVŐI 26

3.2. LÉTFONTOSSÁGÚ SZEKTOROK HÁLÓZATOSSÁGA 27

3.2.1. A vizsgált rendszerelemek bemutatása *29*

3.2.2. Hálózatosság *30*

KÖVETKEZTETÉSEK 36

4. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK KOCKÁZATELEMZÉSE **37**

4.1. KOCKÁZATELEMZÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ ÁLTALÁNOS TÉNYEZŐK 37

4.2. KOCKÁZATELEMZÉS 40

4.2.1. Kockázatelemzéshez használt értékelési rendszer *40*

4.2.2. Kockázatelemzés eredményei *43*

4.3. HAZAI KRITIKUSSÁGI HŐTÉRKÉP 48

KÖVETKEZTETÉSEK 50

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK **51**

EREDMÉNYEK 51

FELHASZNÁLT IRODALOM **53**

MELLÉKLETEK **58**

BEVEZETÉS[1]

A létfontosságú rendszerelemek, az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kaptak a kutatások során, a szakpolitikai és politikai viták során miután, a rendszerelemek támadásoknak való kitettsége, a katasztrófák okozta zavarok vagy akár az infrastrukturális eszközök tulajdonjogának és felelősségének a változása aggodalomra adott okot.[2] Magyarországon vagy a világ bármely más részén, a létfontosságú rendszerelemek kiemelt szerepet töltenek be az emberek életében. Ezek azok, amelyek nap, mint nap kiszolgálják a létszükségleteinket és hozzájárulnak a gazdasági működőképesség, illetve a közbiztonság fenntartásához is. Ilyen rendszerelem többek között az ívóvízhálózat, a villamosenergia-rendszer és a közúthálózat is. A hazai jogszabályi környezet a létfontosságú rendszerelemet a következőképpen definiálja: *„…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”.*[3]

A világnak, már a kezdetektől szüksége volt infrastruktúrákra, és ahogyan az ember és az őt körbevevő környezet is folyamatosan változott, megjelentek a hálózatos infrastruktúra rendszerek, mint például az ókorban is használatos vízvezetékrendszer vagy Kína úthálózata. Az idő előrehaladtával pedig ezeknek az infrastruktúráknak a védelme már nem opcionális, hanem szükségszerű. Ami még említésre méltó az infrastruktúrák tekintetében az az, hogy az egyik, milyen hatással van a másikra. A téma aktualitása abban keresendő, hogy az emberek életében nap, mint nap jelen lévő alapvető szolgáltatásokat, az infrastruktúrák és azok komplex rendszerei biztosítják és látják el, ezért vizsgálatuk, feladatuk fontosságából fakadóan is elengedhetetlen.

A létfontosságú rendszerelemek és védelmüknek a tekintetében nem csak az egyes kockázati tényezőket, jogszabályokat humánerőforrást és egyéb módon felmerülő szempontokat lehet figyelembe venni, de annak a vizsgálata sem elhanyagolható, hogy az adott létfontosságú rendszerelemek működése, annak kiesése vagy megszűnése milyen hatással van más

[1]Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-2-I-NKE-60 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.
[2] Wendy Steele, Karen Hussey, és Stephen Dovers, „What's Critical about Critical Infrastructure?”, *Urban Policy and Research* 35 (2017. február): 1–13, https://doi.org/10.1080/08111146.2017.1282857.
[3]„2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről” (é. n.), https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200166.tv.

rendszerelemekre és azoknak a működésére. A dolgozat középpontjában a hazai létfontosságú rendszerelemek fenyegetési tényezői, kockázatai, a kölcsönös függőségük és Magyarország területi egységeinek a kritikussági vizsgálata áll. A nemzetközi jogszabályi környezet kritikus infrastruktúraként, 2012 óta a hazai jogszabályi rendszer létfontosságú rendszerelemekként hivatkozik ezekre az alapvető szolgáltatást nyújtó szervezetekre. A két megnevezés szinonimája egymásnak, így a dolgozat során mindkettő alkalmazható.

A tudományos probléma megfogalmazása

Hazánkban a lakosság szempontjából elvárt alapvető létszükségletek fenntartásához szükséges folyamatos ellátást, a létfontosságú rendszerelemek biztosítják a számunkra. A jogszabályi, szabványi kerete bár adott ezen létesítmények működésére és kockázatmenedzsmentjére vonatkozóan, azonban mégis előfordulnak olyan tényezők, amelyek által a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői, munkavállalói és kockázatelemzői is elbizonytalanodhatnak. Ilyen tényező például az, hogy bár vannak ajánlások, szabványok és kialakult szokásjog arra vonatkozóan, hogy a kockázatelemzés egy szervezet, létesítmény szempontjából hogyan valósuljon meg, nem áll rendelkezésre egy olyan, mindenre kiterjedő kockázatelemzési útmutató, amellyel egységesíteni lehetne a hazai kockázatelemzési eljárásokat. Ez feltételezhetően abból ered, hogy az egységes álláspont kialakítása helyett, több helyről érkező és többféle módszert alkalmazó útmutató, szabvány lett publikálva az évek során. Ebből következik az is, hogy a létfontosságú rendszerelemek kölcsönös függőségére vonatkozóan nem létezik jelenleg egy olyan kockázatelemzési módszertan, amely ezeket teljeskörűen számszerűsíteni és értékelni tudná.

Mind a „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” „(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”, továbbiakban: NIS-D)[4], mind a „2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről” (továbbiakban: Lrtv.)[5] deklarálja az alapvető szolgáltatásokat nyújtó

[4]„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”, elérés 2022. április 18., https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L1148&from=HU.

[5]2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.

szervezeteket; igaz, más-más módon.[6]. Ezen jogszabályok által megfogalmazott létfontosságú szektorokról bár nyíltan tudjuk, hogy elengedhetetlenek egy ország normális működése szempontjából, mégsem ismerjük ahhoz eléggé őket, hogy tudjuk: az egyik működésének változása milyen módon befolyásolja a másikét. Ezzel együtt a hazai viszonylatokat vizsgálva adott szektorok működési rendellenessége másképpen hat a különböző természeti adottságokkal rendelkező területi egységekre is. A vizsgált kritikus infrastruktúrák feltérképezése során meg kell állapítani, hogy melyek kritikusabb működésűek és melyek kevésbé. A létfontosságú szektorok kiesésének hatásaira pedig jobban fel tudunk készülni, ha ismerjük az interdependens, vagyis kölcsönös függőségükből adódó, működésükből eredő kritikusságot és a hazánkban lezajlódó ehhez kapcsolódó következményeket.

Kutatási célkitűzések

A vizsgálat során, a következő kutatási célkitűzések nyújtották a haladási irányvonalat:

1. Célom bemutatni, a hazai létfontosságú rendszerelemekre vonatkozó interdependenciát.
2. A kutatás során célom a hazai kritikus infrastruktúrák hálózatosságának a vizsgálata.
3. Célkitűzéseim között szerepel, egy általános kockázatelemzés elvégzése, a vizsgálat tárgyává választott létfontosságú rendszerelemekre vonatkozóan, majd az ebből következő eredményből a kutatás szempontjából releváns megállapítások megtétele.
4. A dolgozatban célom egy olyan hőtérképet megalkotni, amely átlátható és egyszerű módon mutatja be, a hazai területi egységek – létfontosságú rendszerelemek kockázati mértékéből eredő – veszélyeztetettségét, kritikusságát.

Kutatási hipotézisek

A kutatási célkitűzések elérése céljából, az alábbi hipotéziseket állapítottam meg:

H1: A kutatás során vizsgált létfontosságú szektorok közötti interdependencia nem egyenlő mértékű.

H2: Magyarországon, a vizsgált rendszerelemekre vonatkozó legnagyobb mértékű kockázati átlagértéket, az árvizek teszik ki.

H3: Hazánkban a kiválasztott Lrtv. szerinti létfontosságú rendszerek veszélyeztetettsége pontosan hármas szinten vagy az alatt van.

[6]Nem minden létfontosságú rendszer alapvető szolgáltatást nyújtó szereplő is, de a vizsgálat szempontjából kiválasztott infrastruktúrák mind létfontosságúak, mind pedig alapvető szolgáltatást nyújtóak is.

H4: A villamosenergia-termelő egységek minősülnek a legkritikusabb kritikus infrastruktúrának, a kockázatelemzés eredményeképpen látható kockázati átlagértékek nagyságának szempontjából.

Kutatási módszerek

A kutatás módszertani részét három külön egységre lehet bontani. Első körben a vizsgált létfontosságú rendszerelemek interdependenciáját és hálózatosságát vizsgáltam – és egy nyílt forráskódú hálózatelemző és -ábrázoló szoftvert alkalmaztam - így a vizsgálat során a matematikai elemzéseket mellőzve, a hálózatok összefüggései jelentik a fókuszpontot.
Ezután kockázatelemzést végeztem el a vizsgálat céljából kiválasztott létfontosságú rendszerelemekre vonatkozóan. A kockázatelemzés eredményeinek ismertetését, az elemzésből kinyerhető számadatok alapján tettem meg.
A vizsgálatokból kinyert információk alapján egy virtuális, kritikussági hőtérképet készítettem, amely a hazai területi egységek kritikusságát mutatja be, a Magyarországon található infrastruktúrák kockázati átlagértékei alapján.

1. JOGSZABÁLYI ÁTTEKINTÉS

Körülbelül a 2008-as évtől kezdődően értékelődött fel a kritikus infrastruktúra védelem Európában, így az a célkitűzés is, hogy egy megfelelő szabályozási környezet alakuljon ki a létfontosságú rendszerek és létesítmények tekintetében. Amikor ezekről beszélünk, akkor látnunk kell, hogy bár már régóta az életünk részét képzik, nem volt mindig egy tiszta keretek közé foglalt működési környezet. Amikor hazai viszonylatról beszélünk akkor – mint az egyik első lépést – az úgynevezett hazai Zöld Könyv[7]-et érdemes megemlíteni, amely egy olyan nemzeti programról szól, ami a kritikus infrastruktúra védelmet célozza meg.[8] Magyarországnak a biztonsági környezete összefüggésben van a globális környezetének biztonsági kihívásaival is, így például a környező és távoli országok kihívásokra adott reakciója is képes hazánkat befolyásolni. Ilyenek azok a múltban történő események, amelyek más-más országokban történtek, mégis hatással voltak valamilyen formában Magyarország hozzáállására is a létfontosságú rendszereket illetően, illetve a szabályozása és vizsgálata tekintetében is.

1.1. Jogszabályi áttekintés

A kritikus infrastruktúra védelem kapcsán az országok fokozatosan alkották meg a nemzeti jogi kereteiket, ugyanígy az európai szintű ajánlások és jogszabályok is fokozatosan jelentek meg az évek során, ezek pedig jelentős hatással voltak a tagállami jogszabályalkotásra is.[9] Tekintettel arra, hogy elsősorban Magyarország létfontosságú rendszerelemekre vonatkozó kereteit vizsgálom, így a nemzetközi környezetet csak említésképpen terjesztem ki az USA-ra, bővebben pedig az Európai Uniós szabályozás kerül kifejtésre, ugyanis az Európai Uniós irányelveket hazánknak is követnie kell.

Azért célszerű a kritikus infrastruktúrák tekintetében jogszabályi környezetről beszélni, mert ezen létesítmények, rendszerek tekintetében hiába van egy technikai, fizikai védelem kialakítva, az, hogy egyáltalán mikor válik egy rendszerelem létfontosságúvá, mi alapján jelöljük ki, mik a követelmények rá nézve ha már kijelölésre került vagy az, hogy hogyan mérjük fel a kockázatait, hogyan jelentsünk be egy incidenst az mind-mind az adott irányelvekben, jogszabályokban, szabványokban van leírva. A létfontosságú rendszerelemek tekintetében kiemelten fontos a feladatok elhatárolása, azoknak az ellátása kapcsán pedig a

[7]A kritikus infrastruktúra védelem nemzeti programjáról szóló 2080/2008. (VI. 30.) sz. kormányhatározat és annak az 1. számú melléklete az úgynevezett Zöld Könyv.

[8]Attila Horváth és Péter Bányász, szerk., *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből* (Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 2013). 3-4. oldal

[9]Maria Luskova és Zdenek Dvorak, „Applying Risk Management Process in Critical Infrastructure Protection”, *Interdisciplinary Description of Complex Systems* 17 (2019. január): 7–12, https://doi.org/10.7906/indecs.17.1.2. 8. oldal

sikeresség egyik ismérve a szerepkörök megfelelő rendű elhatárolása, nemzetközi, országos, lokális nézőpontból is vizsgálva. A feladatok elhatárolását is tartalmazó jogszabályok megalkotásánál adott a kérdéskör, hogy hogyan lehet egy hatékony, egységes szabályozást szabni a tagállamok részére a kritikus infrastruktúrákkal kapcsolatban. Általánosságban megállapítható, hogy a sok nemzeti sajátosságból fakadóan, akár társadalmi, akár gazdasági és legfőképp infrastrukturális szempontokat figyelembe véve, az egységes szabályozás létrehozása nagy kihívást jelent, viszont az elmúlt években kialakították azt a jogszabályi megoldást (például: NIS-D), amely egy nagyobb keretet nyújt a kritikus infrastruktúra védelemre, ezen belül pedig minden tagállam szabadon mozoghat.

1.1.1. Nemzetközi jogszabályi környezet

A kritikus infrastruktúrák védelmének fontosságára először az Amerikai Egyesült Államokban (továbbiakban: USA) hívták fel a figyelmet 1997-ben, 1998-ban pedig már irányelv formájában jelen volt a kritikus infrastruktúra védelem. Az USA elnöke által felkért tudományos testület fogalmazta meg ekkor ajánlásait, miszerint az egyes biztonsági intézkedések meghozatalakor, figyelembe szükséges venni a kritikus infrastruktúrák sebezhetőségeit is. A 2001. szeptember 11-én történt terrortámadás mindenkire nagy hatással volt. Ez az esemény megerősítette, hogy újra szükséges gondolni a biztonság értelmezését, a prioritásait, a nemzetközi együttműködések létét és formáját is.

Az Európai Unióban, a kritikus infrastruktúra védelem kérdéskörével a 2000-es évek elején kezdtek foglalkozni, első körben például az Európai Bizottság által 2004-ben kiadott közleménye alapján. A közlemény – amely egyben egy javaslat is – arról szólt, hogy milyen módon lehetne javítani európai viszonylatban a kritikus infrastruktúrák felkészültségét, például a terrortámadásokkal szemben. Az Európai Bizottság 2005-ben kiadta az úgynevezett Zöld Könyvet, amely a kritikus infrastruktúrák védelmére vonatkozó európai programról szól és amely a később megszülető jogszabály alapjának tekinthető. A 2008-as év pedig hatalmas előrelépést jelentett, ugyanis kiadták, „az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről”[10] című irányelvet, illetve emellett még egy iránymutatás is készült, hogy segítse a tagállami feladatok akkori megvalósítását. Az irányelv arról is rendelkezett, hogy a kihirdetésétől számított két éven belül az egyes tagállamoknak meg kell valósítaniuk az abban megnevezett intézkedéseket, továbbá évente jelentést kell készíteni a kijelölt európai kritikus infrastruktúrák mennyiségéről és a

[10] „A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről” (é. n.), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114&from=EN.

védelem érdekében tett intézkedésekről. Amiről még érdemes említést tenni, hogy a szóban forgó irányelv alapján az ágazati és horizontális kritériumokat is ki kell dolgozni, ezek alapján lehet megvizsgálni a potenciális kritikus infrastruktúrákat. Az adott infrastruktúra által nyújtott szolgáltatás jellegétől függően pedig meghatározhatják az országok a gazdasági társadalmi hatások és veszteségek küszöbértékeit. Szintén az államok határozhatják meg, hogy melyek azok a potenciális jelöltek, aki európai szintű kritikus infrastruktúrák lehetnek, de a kijelölés abban az esetben valósulhat meg, ha az érintett tagállamok megállapodást kötnek. Erre azért van szükség, mert az irányelv alapján európai kritikus infrastruktúra csak az lehet, amely több tagállamra is hatással van mind a szolgáltatásnyújtás, mind pedig a működés és kiesés hatása alapján.[11] A kijelölés folyamatára és részleteire a dolgozatomban nem fogok kitérni, a dolgozat témájára és a terjedelmi korlátokra való tekintettel.

Az egyik napjainkban is alkalmazott legmeghatározóbb jogszabály a 2016-ban kiadott (2018-től kötelezően alkalmazandó) NIS-D, amely egy átfogó, közösségi szintű szabályozás. Az irányelv, mint uniós jogi norma az összes tagállamot kötelezi a végrehajtásra, de úgy, hogy nemzeti szinten az országok maguk dönthetik el, hogy milyen módszerekkel, eszközökkel fogják megvalósítani és a nemzeti jog részévé implementálni. Az irányelv alapján a hálózati és információs rendszere, illetve szolgáltatások megbízhatósága kiemelt jelentőségű mind a gazdaság, mind a társadalom működése szempontjából. Az e rendszereket érintő működési zavarok képesek az egész Unióra hatással lenni. Az irányelv a dolgozat témáját adó létfontosságú rendszereket alapvető szolgáltatásokat nyújtó szereplőként írja le.[12]

A dolgozat szempontjából szükséges megemlíteni az egyes szabványokat hiszen más-más módon, de kapcsolódnak a létfontosságú rendszerelemek biztonságához. Először is megemlítendő az ISO/IEC 27001:2013[13] szabvány, amellyel egy olyan követelményegységet kívántak megfogalmazni, amely alkalmazható attól függetlenül, hogy mekkora a szervezet, elsősorban az információbiztonsági irányítási rendszer[14] kialakítása céljából, de azért is, hogy az általános információbiztonsági tevékenységet fejlesszék. Az ISO/IEC 27002:2013[15] szabvány egyfajta segítséget kínál a szervezeteknek abban, hogy milyen intézkedéseket

[11]Gyula Vass, Lajos Kátai-Urbán, és Balázs Bognár, „A létfontosságú rendszerek és létesítmények védelméről szóló szabályozás végrehajtása Magyarországon”, *Bolyai Szemle*, sz. 2014/2. (é. n.), elérés 2022. február 8. 105-106. oldal

[12]Attila Pál Bodó és Balázs Bognár, *Kritikus információs infrastruktúrák védelme - Éves továbbképzés az elektronikus információs rendszerek védelméért felelős vezető számára 2019* (Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem - Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 2019).

[13]Informatika – Biztonságtechnika – Az információbiztonság irányítási rendszerei – Követelmények.

[14]Az információbiztonsági irányítási rendszer az irányítási struktúrának és a szervezeti folyamatoknak a része.

[15]Informatika – Biztonságtechnika – Gyakorlati útmutató az információbiztonsági intézkedésekhez.

válasszanak ki a kockázatelemzés során feltárt kockázatok kezelésére.[16] (Megemlítendő, hogy 2022 februárjában megjelent az újabb változata, vagyis az ISO/IEC 27002:2022,[17] amely az általános információbiztonsági ellenőrzések referenciakészletét tartalmazza.) Az ISO/IEC 27003:2017[18] gyakorlati útmutatást kínál az információbiztonsági irányítási rendszer bevezetéséhez. A szabvány iránymutatást ad a szervezeti információbiztonsági kontrollokhoz és ahhoz, hogy hogyan lehet sikeresen teljesíteni a tanúsítvány meglétéhez szükséges követelményeket.[19] A 27000-es szabványcsalád még két említésre méltó eleme, az ISO 27004:2016[20] és ISO 27005:2018.[21] Az ISO 27004 szabvány a szervezetek részére készült azzal a céllal, hogy segítséget nyújtson a szervezetek információbiztonság-irányítási rendszerük és annak a hatékonyságának az értékelésében.[22] Az ISO 27005 szabvány ismertet egy ajánlott keretrendszert a kockázatmenedzsmenttel kapcsolatban.[23] A másik, a kutatás szempontjából mindenképpen említést érdemlő szabvány az ISO/IEC 31000:2018[24]. Mint alapszabvány, az ISO 31000 elmagyarázza a kockázatkezelés alapvető fogalmait, elveit, leír egy keretrendszert és felvázolja a kockázatok azonosításának és kezelésének folyamatait. Az ISO 31000 szabványt kiegészíti az ISO/IEC 31010:2019[25] és az ISO 31073[26] is, tehát ez a két kiegészítő szabvány útmutatást és információkat tartalmaz a kockázatkezelési technikákról, valamint a fogalmakról és meghatározásokról. Az ISO 31000 a kockázatot a bizonytalanságnak a célkitűzésekre gyakorolt hatásaként fogalmazza meg és közös megközelítést biztosít nemzetközi értelemben is, bármely kockázat kezelésére.

A NIS-D konkrét célja az volt, hogy a tagállamok körében egységes, magas szintű kiberbiztonságot érjen el. Oly módon sikeresnek bizonyult, hogy növelte a tagállamok kiberbiztonsági képességeit, viszont a végrehajtás során olyan nehézségek merültek fel, mint például, hogy a belső piac különböző szintjein széttagoltságot eredményezett. A digitalizációval és a kibertámadások számának növekedésével járó fenyegetésekre adott válaszként a Bizottság javaslatot nyújtott be a hálózat- és információbiztonságról szóló irányelv

[16]István Ködmön, *Hétpecsétes történetek II. - Információbiztonság az ISO 27000 szabványcsalád tükrében* (Budapest: Hétpecsét Információbiztonsági Egyesület, 2014).,
[17]Információbiztonság, kiberbiztonság és adatvédelem – Információbiztonsági ellenőrzések
[18]Informatika - Biztonságtechnika - Az információbiztonság irányítási rendszerei - Útmutató
[19]Mohammed Bintahin, „What is ISO 27003 Standard?”, 2021, https://cyber-today.com/what-is-iso-27003-standard/.
[20]Informatika – Biztonságtechnika - Információbiztonság-irányítás - Megfigyelés, mérés, elemzés és értékelés.
[21]Informatika - Biztonsági technikák – Információbiztonsági kockázatkezelés.
[22]„Magyar Szabványügyi Testület”, elérés 2022. április 18., http://www.mszt.hu/web/guest/az-informaciobiztonsag-hatekonysaganak-merese1.
[23]Tamás Szádeczky, *Információbiztonsági szabványok,* 2014. 24. oldal
[24]Kockázatkezelés – Útmutató
[25]Kockázatkezelés - Kockázatértékelési technikák
[26]Kockázatkezelés - Szótár

felváltására, ezáltal a biztonsági követelmények megerősítésére, az ellátási láncok biztonságának kezelésére, a jelentéstételi kötelezettségek egyszerűsítésére, valamint szigorúbb felügyeleti intézkedések és szigorúbb végrehajtási követelmények bevezetésére (beleértve az EU-ban harmonizált szankciókat is). Ezért is hívták életre a NIS 2 Irányelvet, amelynek alkalmazási körét kiterjesztik azáltal, hogy több szervezetet és ágazatot kötelez az intézkedések meghozatalára. Az irányelv végleges változata még nem készült el, azonban a kutatás jövőbeni irányát tekintve érdemes volt megemlíteni, hiszen amint hatályba lép a direktíva az alapvető szolgáltatások köre várhatóan ki fog bővülni.[27]

1.1.2. Hazai jogszabályi környezet

Magyarországon kicsit később történt meg a kritikus infrastruktúra védelem felé történő nyitás, mint például az USA-ban. A kezdő lépés megtételét ahhoz lehet kötni, hogy 2008-ban kiadták a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról szóló kormányhatározatot. Ezt követően 2012-ben egy máig hatályban lévő jogszabály jött létre, az Lrtv. A törvény meghatározza az alapvető fogalmakat, a kijelöléshez tartozó eljárás folyamatát és a közös szabályokat a nemzeti és európai kritikus infrastruktúrákhoz tartozóan. A szabályozás célja a kritikus infrastruktúrák azonosítása, kijelölése és az üzemfolytonos működés fenntartása a teljeskörű védelem kialakítása által. Az Lrtv. az értelmező rendelkezéseken kívül – amelyekben többek között az alapvető fogalmakat tisztázza – keretbe helyezi az európai kritikus infrastruktúrák kijelölésének rendjét, illetve rendelkezik a nyilvántartás és ellenőrzés szabályairól, de a szankcionálási lehetőségekről is. Az Lrtv. -t kiegészítve 2013-ban lépett hatályba a jogalkalmazást segítő „a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról rendelkező” 65/2013. (III. 8.) kormányrendelet (továbbiakban: végrehajtási rendelet). A végrehajtási rendelet szabályozza az Lrtv. által nem szabályozott területeket[28] és segíti a törvény gyakorlati megvalósítását. A létfontosságú rendszerek azonosítását tovább segítve 2014-ben megjelentek további ágazati szabályok kormányrendeletek formájában.[29]

A létfontosságú rendszerelemekre kiterjednek adott információbiztonsági követelmények is egyrészt, az „Az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló

[27] Mar Negreiro, „The NIS2 Directive - A high common level of cybersecurity in the EU” (European Parliament - Members’ Research Service, 2021), 2.
[28] Például: kockázatelemzés fogalma; azonosítás.
[29] Vass, Kátai-Urbán, és Bognár, „A létfontosságú rendszerek és létesítmények védelméről szóló szabályozás végrehajtása Magyarországon”.

2013. évi L. törvény (Ibtv.)”[30] Az Ibtv. célja, hogy az állami és önkormányzati szervek, továbbá a nemzeti elektronikus adatvagyon és az ezt kezelő elektronikus információs rendszerek, illetve a létfontosságú rendszerelemek elektronikus információs rendszereinek egy megfelelő szintű védelmet biztosítson. Az Ibtv. alapján fontos a kockázatarányos védelem kialakítása és az elektronikus információs rendszereket biztonsági osztályba, magát a szervezetet pedig biztonsági szintbe kell sorolni a védelmi felkészültség alapján. Az Ibtv. egyebek mellett rendelkezik a közvetlenül vagy esetleg a közvetetten hatálya alá tartozó szervezetek feladatairól, a kötelezettségeikről, magáról az elektronikus információs rendszerek megfelelő osztályba sorolásáról és az előbb említett szervezeti szintbe sorolásról is. Ezeken felül megemlítendő, hogy az Ibtv. rendelkezik az informatikai biztonsági incidensek bejelentésének menetéről is.[31]

Olyan jogszabályok is tartalmaznak információbiztonsági követelményeket, mint például: „Az elektronikus információs rendszerek biztonsági felügyeletét ellátó hatóságok, valamint az információbiztonsági felügyelő feladat- és hatásköréről, továbbá a zárt célú elektronikus információs rendszerek meghatározásáról szóló 187/2015. (VII. 13.) Korm. rendelet”, „az eseménykezelő központok feladat- és hatásköréről, valamint a biztonsági események kezelésének és műszaki vizsgálatának, továbbá a sérülékenységvizsgálat lefolytatásának szabályairól szóló 271/2018. (XII. 20.) Korm. rendelet”[32], illetve „ az Ibtv.-ben meghatározott technológiai biztonsági, valamint a biztonságos információs eszközökre, termékekre, továbbá a biztonsági osztályba és biztonsági szintbe sorolásra vonatkozó követelményekről szóló 41/2015. (VII. 15.) BM rendelet”[33] alapján. A dolgozat tekintetében, a terjedelmi korlátok okán e jogszabályok részleteit nem fejtem ki.

Ahogy a fentiekben említettem, hazai viszonylatban ágazati jogszabályok is jelentek meg kormányrendeleti formában, amelyek az Lrtv. és a végrehajtási rendelet egyfajta szakmai kiegészítését jelentik. Az Lrtv. mellékleteiben felsorolt ágazatok, alágazatok viszonylatában vagy eltérő vagy kiegészítő rendelkezéseket tartalmaznak, illetve egyéb követelményeket is

[30]„2013. évi L. törvény az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról” (é. n.), https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300050.tv.

[31]Balázs Bognár, Tünde Bonnyai, és Zoltán Vámosi, *Kritikus infrastruktúrák védelme I.*, 2019. kiad. (Budapest: Dialóg Campus), elérés 2022. február 8., http://hdl.handle.net/20.500.12944/12450., 70. oldal

[32]„187/2015. (VII. 13.) Korm. rendelet az elektronikus információs rendszerek biztonsági felügyeletét ellátó hatóságok, valamint az információbiztonsági felügyelő feladat- és hatásköréről, továbbá a zárt célú elektronikus információs rendszerek meghatározásáról” (é. n.), https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500187.kor.

[33]„41/2015. (VII. 15.) BM rendelet az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvényben meghatározott technológiai biztonsági, valamint a biztonságos információs eszközökre, termékekre, továbbá a biztonsági osztályba és biztonsági szintbe sorolásra vonatkozó követelményekről” (é. n.), https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500041.bm.

meghatározhatnak a létfontosságú rendszerelemeknél dolgozó kiemelt személyek[34] tekintetében.

Az előző alfejezetben említett szabványok hazánkra is érvényesek, hiszen a Magyar Szabványügyi Testület kiemelt feladata, hogy a magyar szabványokat kidolgozzák és közzétegyék. Ez a kidolgozás vonatkozik arra is, amikor egy nemzetközi szabványt, mint forrásszabványt magyar nyelvű változattá kell alakítani. Tehát a korábban már említett szabványok (például: ISO 31000) ugyanúgy érvényes hazai viszonylatban is.

Következtetések

Megállapítható, hogy a világban fokozatosan alakult ki a kritikus infrastruktúra védelem gyakorlata és jogszabályi környezete. Az országok sajátosságaiból eredően megállapítható, hogy nehéz egy egységes keretrendszert kialakítani, amelyet minden állam implementálni tud. Részben az egységesítés célzatával jött létre a NIS-D, amely az Európai Unió tagállamai számára egy nagyobb keretrendszert nyújt, amelyen belül a jogszabályok megalkotásánál szabadabban lehet mozogni. Az is konstatálható, hogy csak Magyarországon belül maradva is több jogszabály vonatkozik a létfontosságú rendszerelemekre. Ebből feltételezhetjük, hogy annyi aspektusból lehet szabályozni az infrastruktúrák működését, továbbá olyan sokféle sajátossággal rendelkeznek, hogy lehetetlennek bizonyulna pusztán egyetlen nagy jogszabályt megalkotni, amely minden egyes létesítményre vonatkozóan ugyanolyan eredményeket lenne képes produkálni.

[34]Például: Biztonsági összekötő személy (BÖSZ).

2. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK BEMUTATÁSA

Az elmúlt években a létfontosságú rendszerelemek egyre nagyobb figyelemre tettek szert a kutatások, vizsgálatok során, az egyes politikai vitákban, az infrastruktúrák kölcsönös függősége okán vagy éppen a terrortámadásoknak való nagy kitettsége miatt. Mivel a környezet, a gazdaság és a politika folyamatosan változik, új fenyegetések jelennek meg nap, mint nap és a technológia is dinamikusan fejlődik, szükségessé vált, hogy minél hatékonyabb módszereket keressenek az emberek a védelem folyamatos biztosítására. Újra átvéve a fogalmat: a létfontosságú rendszerelem a nemzeti infrastruktúra része, azaz olyan kiválasztott rendszerek, szolgáltatások, szervezetek, azok objektumai és létesítményei, amelyeknek a megsemmisülése vagy kimaradása esetén, zavar keletkezik a társadalmi működésben és veszélyezteti az emberek életét[35], vagyonát vagy környezetét. Akkor tekinthető valamely rendszer létfontosságúnak, amennyiben az jelentősen képes befolyásolni a biztonság létét.[36] Míg korábban a létfontosságú infrastruktúrákat egy stabil, konkrét, fizikai vagy információs, illetve kommunikációs technológiai rendszerként definiálták, jelenleg úgy tűnik, hogy egy tágabb, holisztikus értelmezés érvényesül, ahol a számunkra létfontosságú társadalmi funkciók egészének hálózatait, rendszereit és az ezeket a funkciókat kielégítő infrastruktúrákat értjük.[37] Azon alapvető tulajdonságok az 1. ábrán láthatóak, amelyek a fogalmi meghatározásból már levezethetőek és a szolgáltatás típusától függetlenül már utalnak arra, hogy mely infrastruktúrát nevezhetjük kritikusnak. Meghatározhatunk öt alapvető tényezőt, ezeken belül pedig három-három jellegzetességet, amelyek alapjaiban határozzák meg az infrastruktúrák tulajdonságait és működésüket.[38]

[35]Például: egészségét vagy biztonságát.
[36]Luskova és Dvorak, „Applying Risk Management Process in Critical Infrastructure Protection".
[37]Pursiainen Christer, „The Challenges for European Critical Infrastructure Protection", *European Integration*, 2009.
[38]Tünde Bonnyai, „A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében", 2014. 14-15. oldal

1. ábra: Az infrastruktúrák legfőbb tulajdonságai (saját szerkesztés, Forrás: Bonnyai[39])

Az 1. ábrán olvasható az infrastruktúráknak a hálózat jellegű kialakítása vagy éppen a horizontális és vertikális felépítése. Ezen felül jellemző a nagy-nagy kiterjedés, amelyet figyelembe véve, feltételezhetjük az interdependencia fennállását az egyes infrastruktúrák között. Ezekhez a tulajdonságokhoz kapcsolódnak a képességek, amelyek alapértelmezetten egy-egy szolgáltatás biztosítására képesek és átfedéseket viszonylag ritkán vagy egyáltalán nem látunk, vagyis, hogy egy infrastruktúra többféle szolgáltatást látna el. Ezeken felül meghatározó még a kapacitási képesség, vagyis, hogy egy időegység alatt milyen mennyiségű szolgáltatási teljesítményt képes produkálni egy adott infrastruktúra.[40]

Az 1. táblázat rámutat arra, hogy a kutatás vizsgálati tárgyát adó létfontosságú rendszerelmeket mely tényező alapján választottam ki.

[39]Bonnyai. 14.-15. oldal
[40]uo.

1. táblázat: A NIS Irányelv és a hazai jogszabályi környezetben megjelent Lrtv. által kijelölt alapvető szolgáltatást nyújtó szektorok és létfontosságú rendszerelemek (saját szerkesztés, Forrás: Lrtv.[41] és NIS-D[42])

NIS Irányelv	*Lrtv.*
Energia	*Energia*
Közlekedés	Agrárgazdaság
Egészségügy	*Egészségügy*
Digitális infrastruktúra	Pénzügy
Banki szolgáltatások	Infokommunikációs technológiák
Ivóvíz-ellátás és -elosztás	*Víz*
Pénzügyi piaci infrastruktúrák	Közbiztonság-védelem
	Honvédelem
	Közlekedés
	Társadalombiztosítás

Az 1. táblázatban is látjuk, vannak hasonlóságok és eltérések is a két feltüntetett jogszabály között. A terjedelmi korlátokat figyelembe véve jelen kutatás fókuszában azon három szektor került, amelyek a szolgáltatás nyújtás és ellátás szempontjából a két jogszabályban megegyeznek. Másrészről az egyezést mutató szektorok között szűkítésre került sor, mert több létfontosságú szektor vizsgálata már átlépte volna a dolgozat terjedelmére vonatkozó keretet. A szektorok kiválasztása a kutatási célkitűzés, a felállított hipotézisek és az egyéni preferencia alapján kerültek kiválasztásra. A vizsgálat tárgyává választott szektorok a következők: energia, egészségügy és víz.

2.1. Létfontosságú szektorok környezeti bemutatása

Napjaink modern társadalmai erős függésben állnak az elektromos és közlekedési rendszerektől, a banki, távközlési, postai és számos egyéb szolgáltatástól, amelyek lehetővé teszik számunkra az emberiség virágzását. Az egyes infrastruktúrák működésképtelenné válása, illetve elpusztulása nem csak az emberek lét- és vagyonbiztonságának veszélyeztetésében jelentkezhet. Képes megszüntetni a nemzetek képességét arra, hogy megvédjék magukat a

[41]2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.
[42]„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".

belföldi, külföldi fenyegetésektől, továbbá jelentős gazdasági, környezeti károkat eredményezhet, emberi életeket követelhet és tüntetéseket, lázadásokat szíthat.[43]

A dolgozat részét képezi a létfontosságú rendszerek interdependenciájának vizsgálata. Az interdependencia, vagyis kölcsönös függőség értelmezésekor beszélhetünk a kritikus infrastruktúrák egymásra való utaltságáról, összekapcsolódásukról, tehát egyfajta hálózatosságról. Az egyes infrastruktúrák egymásra való utaltsága már annak a lehetőségét rejti, hogy mindkét rendszerelemet kritikusnak ítéljünk meg.[44] Napjaink modern társadalma pedig hozzájárul ahhoz, hogy egyre több ilyen interdependencia alakuljon ki. A kialakult interdependenciának köszönhetőnek egy rendszer sérülése, kompromittálódása, kiesése esetén dominóhatás alakulhat ki a függésben lévő rendszerelemeknél, így befolyásolva hálózatszerűen a többi infrastruktúra működését. A függőséget és az ebből eredő kockázatokat még jobban súlyosbíthatja egyrészt az adott infrastruktúra sajátos működése, másrészt a földrajzi elhelyezkedése és kiterjedése.[45] Ezen tényezők is képesek befolyásolni az adott infrastruktúra kritikusságát, így a későbbiekben ezek is alapul lesznek véve az elvégzendő kockázatelemzéshez.[46]

A kutatás szempontjából az alapvető szolgáltatásokat nyújtó létfontosságú rendszerelemek és az ezek működésével kapcsolatos események társadalomra gyakorolt hatása a vizsgálandó, hiszen a mindennapi élet állandó és normális működését az alapvető szolgáltatásokat nyújtó létfontosságú rendszerelemeket érintő, katasztrófa jellegű események befolyásolhatják. Mivel Magyarországon a környezeti, társadalmi, politikai és általános szolgáltatást érintő körülmények adják a kritikus infrastruktúrák veszélyeztető tényezőit, így a sérülékenységet vizsgáló alfejezetnél a nemzeti katasztrófaveszélyeztetettséget és egyéb veszélyeztető tényezői érintettséget fogom vizsgálni.[47] Célszerűnek tartom, hogy röviden felvázoljam a város – vidék ellentétet, egy létfontosságú rendszerelem tekintetében. Egyes esetekben nehéz elválasztani a nemzeti érdeket a helyi érdektől, ugyanis más egy lakatlanabb vidéken található, kisebb területeket ellátó infrastruktúra sérülése, mint egy nagyobb város lakosainak ellátásnak a veszélyeztetettsége. Természetesen egy ország vezetésének szempontjából fontos, hogy minél hamarabb visszaálljon a szolgáltatás, helyezkedjen el az bárhol az állam területén, mégis

[43]Bognár, Bonnyai, és Vámosi, Kritikus infrastruktúrák védelme I. 37. oldal
[44]Sim Soon és mtsai., „Modelling critical infrastructure network interdependencies and failure", *International Journal of Critical Infrastructures* 15 (2019. január): 1, https://doi.org/10.1504/IJCIS.2019.10016804. 2-3. oldal
[45] Például: ár- és belvíz veszélyeztetettség.
[46]Attila Pál Bodó és Balázs Bognár, *Kritikus információs infrastruktúrák védelme - Éves továbbképzés az elektronikus információs rendszerek védelméért felelős vezető számára 2019* (Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem - Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 2019).
[47]Tünde Bonnyai, „A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében", 2014. 65 -66. oldal

megvannak a prioritások, hogy mely infrastruktúrák a fontosabbak és melyek kevésbé. Az sem mindegy például, hogy az adott terület[48] mely alapvető szolgáltatásra van jobban rászorulva.[49]

2.2. Létfontosságú rendszerelemek sérülékenysége

A sérülékenynek tekinthető infrastruktúrák már régóta léteznek és ily módon nem tekintendő a kritikus infrastruktúra és annak védelme új innovációnak, viszont az infrastruktúrák iránti növekvő igény szemlélteti a modern társadalmak folyamatosan változó körülményeit, a technológiai fejlődést és az ezekkel párhuzamos fenyegetettség-felfogást.[50] A létfontosságú rendszerek védelme különösen fontos, így annak a tisztázása is, hogy mi ellen kell ezeket megvédeni. A fenyegetettségi kép folyamatosan változik az idő előrehaladtával és az függ az adott országtól, annak a tapasztalataitól, a gazdasági fejlettségtől, a földrajzi elhelyezkedéstől, az ellátásbiztonság szintjétől és egyéb tényezőktől. Vitaalapot nyújthat például az is, hogy a kiberfenyegetésekre vagy a fizikai fenyegetésekre kell-e inkább összpontosítani. A gyakorlatban nehéz megtalálni az egyensúlyt mivel a kérdéseinkre a választ nagyrészt a történelmi múlt eseményeiben keressük. Amennyiben történik egy katasztrófa, az emberekben egy új tanulási folyamat zajlik le és ezek tükröződnek a katasztrófa után, a kritikus infrastruktúrák vizsgálataiban és a védelmükre hozott stratégiákban.[51]

Általánosságban számtalan veszély fenyegetheti a létfontosságú rendszerelemeket és amennyiben szeretnénk ezeket csoportosítani, akkor a következő veszélytípusokat tudjuk egymástól elhatárolni:

- környezeti eredetű veszélyek:
    - földrengés,
    - talajsüllyedés,
    - vihar,
    - árvíz,
    - földcsuszamlás,
    - vulkánkitörés,
    - tűzvész,
    - extrém magas/alacsony hőmérséklet;
- humán tényezőből adódó veszélyek:

[48]Például: a szárazabb területeket figyelembe véve, egyértelműen a víz rendkívül fontos.
[49]Steele, Hussey, és Dovers, „What's Critical about Critical Infrastructure?" 85. oldal
[50]Christer, „The Challenges for European Critical Infrastructure Protection". 5. oldal
[51]Christer. 15-17. oldal

    - robbantás,
    - illetéktelen hozzáférés,
    - felhasználói hiba,
    - üzemeltetői hiba,
    - szándékos károkozás,
    - kártékony kód,
    - környezetszennyezés (mérgezés);
- szolgáltatás kimaradásból adódó veszélyek:
    - kommunikációs csatornák sérülése,
    - áramkimaradás,
    - csőtörés (víz, gáz),
    - közlekedési balesetek (közúti, vasúti jármű, repülőgép véletlen vagy szándékos becsapódása);
- politikai eseményekből adódó veszélyek:
    - sztrájkok,
    - zavargások,
    - kémkedés,
    - háború,
    - terrorcselekmények.

Természetesen a fenyegetettségek felsorolását, nem lehet teljesen kimeríteni, ugyanis az idő előrehaladtával előfordul, hogy egy-két fenyegetettség elhalványul, helyette pedig újabbak jelennek meg.[52]

Összességében egy létfontosságú rendszerelem elleni támadás fajtája elég széles skálán mozogni.

2.2.1. Környezeti eredetű veszélyek

A környezeti eredetű veszélyek egy jellemzője, hogy egy-egy katasztrófa bekövetkezése kis mértékben vagy egyáltalán nem befolyásolható, illetve a lefolyása is kiszámíthatatlan, ha pedig az okozott károkra gondolunk – a kiterjedés nagyságának függvényében – akár egy erős romboló hatással is számolnunk kell. Azt is érdemes megemlíteni, hogy a környezeti eredetű veszélyek, természeti katasztrófák nagyrészét csak a bekövetkezés előtt közvetlenül, esetleg nem sokkal korábban lehet csak felismerni, észrevenni, így nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű idő a felkészülésre és védekezésre. A 93 030 km^2 területű Magyarország a Kárpát-

[52]Zsolt Haig, „Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák”, 2012.

medence mélyebb területein helyezkedik el, ezáltal egy kedvezőtlenebb fekvésű térségnek számít vízrajzi szempontból. Határon túlról három különböző oldalról érkeznek hazánkba folyóvizek és – lefolyástalan területek hiányában – egy irányba távoznak. Van négy olyan kisebb folyónk,[53] amelyeknek a vízgyűjtő területe Magyarországon helyezkedik el. Az előbb említett komponensek erősen befolyásolják hazánk belvízvédelmi feladatait, hatással vannak például a lakosság anyagi javainak biztonságára és a kritikus infrastruktúrák működésére is. Az ország fekvésének és domborzati adottságainak köszönhetően többféle éghajlat uralkodik nálunk. Jellemző hazánkban az óceáni,[54] a kontinentális[55] és a mediterrán[56] éghajlat is. Ezek alapján Magyarország időjárási viszonyaiban jelentős különbségek mutatkozhatnak meg és az egész ország területén számolni kell az extrém időjárási elemek előfordulási valószínűségével.[57]

Egy példát kiragadva, hazánkban az árvízvédelemnek különösen nagy fontossága van, ugyanis az időjárási események halmozódása könnyen vezethet természeti katasztrófákhoz. A csapadéktöbblet képes ismétlődő árvizeket, helyi elöntéseket vagy belvizeket, egyéb katasztrófákat okozni. A vízkezelést és magát a vízellátást számunkra biztosító infrastruktúrák ki vannak téve az éghajlatváltozás miatti áradások hatásainak, így kiszolgáltatott helyzetben vannak. Az áradások károkat okozhatnak a víziközmű infrastruktúra eszközökben és szolgáltatáskieséssel (például: ivóvízellátás akadozásával) társulhatnak. Ezen kívül más infrastruktúrákra is hatással lehet az, hogyha a vízbázisainkat nem megfelelő mértékben biztosítjuk és védjük. Az árvíz hatással van a lakosságra mind egyéni, mind közösségi szinten, kihat a társadalomra, a gazdaságra és akár súlyos környezeti következményekkel is járhat. Olyan közvetlen következményei vannak az árvíznek, mint az anyagi károk, egészségiállapot romlás, az infrastruktúrák megsérülése vagy akár az emberi veszteség is. Olyan kritikus infrastruktúrák vagy kritikus szolgáltatások sérülhetnek meg vagy kerülhetnek veszélybe többek között, mint például az utak, vasúti hálózatok, sérülhet a tiszta vízellátás, a szennyvízkezelés, a kommunikáció, de akár az egészségügyi ellátás is. Ezért fontos a lehető legjobban védeni a létfontosságú rendszerelemeinket és felkészülni a környezeti eredetű veszélyek bekövetkezésére is.

[53] A következőkről van szó: Zala, Sió, Tarna, Zagyva.
[54] Óceáni éghajlat: csapadékosabb időjárás, kiegyenlítettebb hőmérsékleti értékek.
[55] Kontinentális éghajlat: kevés csapadék, szélsőséges hőmérséklet.
[56] Mediterrán éghajlat: csapadékos téli, száraz nyári időjárás.
[57] Bonnyai, „A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében”. 67. oldal

2.2.2. Humán tényezőkből adódó veszélyek

Amikor a humán eredetű veszélyekről van szó, akkor szó eshet mind a kiber, mind pedig a fizikai térről. Azért lehet fontos, hogy például odafigyeljünk egy munkahelyen az alkalmazottak jólétére, viselkedésére, tudatosságára, mert többfajta fenyegetettség is eredhet az odafigyelés hiányából. A dolgozatban felsorolt humán tényezőből adódó veszélyek egy része is a szándékosságon alapul. Ezzel együtt is a szándékosságtól eltekintve az ember kritikus tényező tud lenni egy-egy támadás végrehajtása, elkerülése, illetve kivédése kapcsán. A humán tényező azért egy egyedi megfogalmazás, mert a legtöbb feltüntetett kockázati tényezőhöz valamilyen formában köze van, mégis elválasztottam például a szándékos károkozást magától a politikai eseményhez kötött terrorcselekményektől, függetlenül attól, hogy mindkét veszélytényező emberfüggő. Egy átgondolt, alapos és megfelelő helyeken elindított támadás, amely egy kritikus infrastruktúra ellen irányul, képes akár az egész ország vagy országhatáron átívelő nagyobb térség rendszereinek a kompromittálására, így pedig az emberek mindennapi ellátásának, vagyonunknak és akár az életüknek a veszélyeztetésére. A humán tényezőkből eredő fenyegetettségeket belső és külső veszélytípusokra is szétbonthatjuk. Belső veszélyekhez tartoznak a saját alkalmazottak, munkatársak, akik az oktatás esetleg biztonságtudatosság hiányából fakadóan akarat nélkül, hanyagságból vagy pedig sérelmeik megtorlásaképpen, bosszúvágy okán veszélyeztetik az adott létesítményt. Ez még azért különösen fontos, mert a belsős munkatársak azok, akik az átlagnál jobban ismerik az infrastruktúrát, tehát tisztában lehetnek annak a sérülékenységeivel és gyenge pontjaival. A külső veszélyekhez tartoznak azok a fenyegetések, amelyek külső forrásból származnak és potenciálisan a támadás célja valamilyen gazdasági, politikai, anyagi vagy egyéb előnyszerzés.[58]

2.2.3. Szolgáltatás kimaradásából adódó veszélyek

A szolgáltatás kimaradásból adódó veszélyek csoportja azért minősülhet egyedinek, mert részben az emberi mivoltunkból adódó fenyegetettségek és azon tényezők keresztmetszete, amelyekre nincs teljes mértékben hatásunk. Ezen kívül ezen veszélyek bekövetkezésének elkerülésére hiába próbálnak az üzemeltetők előzetesen felkészülni, olyan tényezők, amelyek bekövetkezése az idő előrehaladtával és az eszközök amortizációjával együtt növekszik. A szolgáltatás kimaradásból adódó veszélyek jellemzően nem pusztán az adott szolgáltatást nyújtó infrastruktúrát befolyásolják, de hatással vannak más-más létfontosságú rendszerelemekre is. A bizalmasság, sértetlenség és rendelkezésre állás triád gyakran elhangzik akkor, amikor az információbiztonságról beszélünk. Egy szolgáltatás - például az energiaellátás

[58] Haig, „Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák”. 101. oldal

– esetében fontos a rendelkezésre állás biztosítása, amelynek léte befolyásolhatja egy vagy több létfontosságú rendszer működését. A 4. számú hipotézisem a szolgáltatáshoz is kapcsolódik. Amennyiben nincs áramellátás, úgy többek között az informatikai rendszerek, amelyek szintén szükségesek az infrastruktúrák működéséhez, sem működnek. Ezen felül több másik létfontosságú szektor is megbénulhat. A létfontosságú rendszerelemek szükséges rendelkezésre állásának megvannak a maga feltételei, úgy, mint például a helyreállítási idő gyorsasága, a tartalékrendszerek léte vagy akár maga a kiesés elleni védelem is. Többek között ezek biztosítják, hogy egy szolgáltatás az incidens bekövetkezése esetén is fenntartható legyen egy bizonyos ideig, egy adott mértékben vagy azt, hogy kiesése esetén minél hamarabb visszaállhasson. [59] Ettől függetlenül a szolgáltatásokból eredő veszélyek a mindennapjainkban fennállnak, ezért kell nem csak a saját működésünket erősítenünk, de a mások működési hibáira is felkészülnünk.

2.2.4. Politikai eseményekből adódó veszélyek

A politikai eseményekből adódó veszélyekről nem egyszerű beszélni, hiszen ezen belül, az emberek életére súlyos hatással lévő támadási formák és fenyegetettségek szerepelnek. Példaként hozható fel a 2021. február 5-én egy támadó rendkívül magas szintre emelte a nátrium-hidroxid szintjét egy floridai víziközműben. Miután átvette az irányítást a víziközműben található és a támadás szempontjából megfelelő jogosultságokkal rendelkező számítógépen, néhány másodpercen belül megpróbálta megváltoztatni a vízellátás nátrium-hidroxid szintjét, amely egy maró hatású vegyszer és súlyosan képes károsítani az emberi szövetet. Amennyiben sikerrel hajtja végre, az automatizált tesztelési biztosítékok akkor is riasztást generálnak és felfogják a szennyezett vizet, mielőtt bárki kárt szenved. Ettől függetlenül, ha ez észrevétlenül megtörténik rengeteg ember sérülhet meg súlyosan.[60]

A 2022-es évben nem csak a csatatéren figyelhető meg olyan támadás, amely veszélyeztet emberi életeket és biztonságot. Az amerikai energiainfrastruktúrát például már az ukrán invázió előtt is érték kibertámadásokkal kapcsolatos fenyegetések, de most, hogy Ukrajnát támogatja az USA, így ennek a megtorlását várják az szakértők. Az amerikai kormány a magánszektort figyelmeztette, hogy olyan hírszerzési információk állnak a birtokukban, amelyek szerint Oroszország kibertámadásokat fontolgat az Egyesült Államok ellen. 2022. március végén az USA vádiratot adott ki, amelyben az amerikai igazságügyi minisztérium szerint orosz

[59] „Magas szintű rendelkezésre állás bemutatása - IBM”, 2021, https://www.ibm.com/docs/hu/i/7.3?topic=availability-high-overview.
[60] „A Hacker Tried to Poison a Florida City’s Water Supply, Officials Say | WIRED”, elérés 2022. április 18., https://www.wired.com/story/oldsmar-florida-water-utility-hack/.

ügynökök 2014 és 2017 között kitartóan több, mint 3300, az energiaiparban dolgozó embert vettek célba. A célpontok között többek között volt az amerikai nukleáris szabályozó bizottság is. Toby Rice, az amerikai földgáztermelő EQT vezérigazgatója azt nyilatkozta, hogy a cégét célzó kibertámadások száma jelentősen megnövekedett az ukrajnai invázió óta és a szakértők attól tartanak, hogy Oroszország hamarosan támadást kísérelhet meg az amerikai energiaszektor ellen, mivel egyre frusztráltabb a katonai patthelyzet és a szigorodó szankciók miatt. Alig néhány héttel Oroszország ukrajnai inváziója előtt, egy amerikai székhelyű biztonsági cég azonosított, egy hackerek által elkövetett behatolási kísérletet több jelentős földgázszállító- és exportőr ellen. Szerencsére a kísérleteket időben felfedezték, így komoly működési problémákat nem tudott okozni, ez is rámutat a megfelelő rendszerfelügyelet fontosságára. Ez a példa is azt mutatja, hogy a politikai eseményekből adódó veszélyeket sem kell lekicsinyelni.[61]

Következtetések

Megállapítható, hogy tekintve a társadalom függőségét a kritikus infrastruktúrák által nyújtott szolgáltatásellátásaihoz még szükségesebbé teszi azok normális működésének a fenntartását. Ami még kritikusabbá teszi a kritikus infrastruktúrákat, az a kölcsönös függőség. Az interdependens létfontosságú rendszerelemek sérülése vagy megsemmisülése dominóhatást eredményezhet a többi infrastruktúra körében is. A létfontosságú rendszerelemeket sok-sok fenyegetés, kockázati tényező veszi körbe és ezen fenyegetések bekövetkezése esetén jelentős gazdasági károk keletkezhetnek, illetve veszélybe kerülhetnek az emberek élet- és vagyonbiztonsága is. Az infrastruktúrát fenyegetések az idő előrehaladtával folyamatosan változnak és ezek meghatározása során az sem mindegy, hogy az adott infrastruktúra melyik országban, milyen területi egységen helyezkedik el és hogy milyenek az aktuális jogi, politikai, gazdasági és egyéb viszonyok.

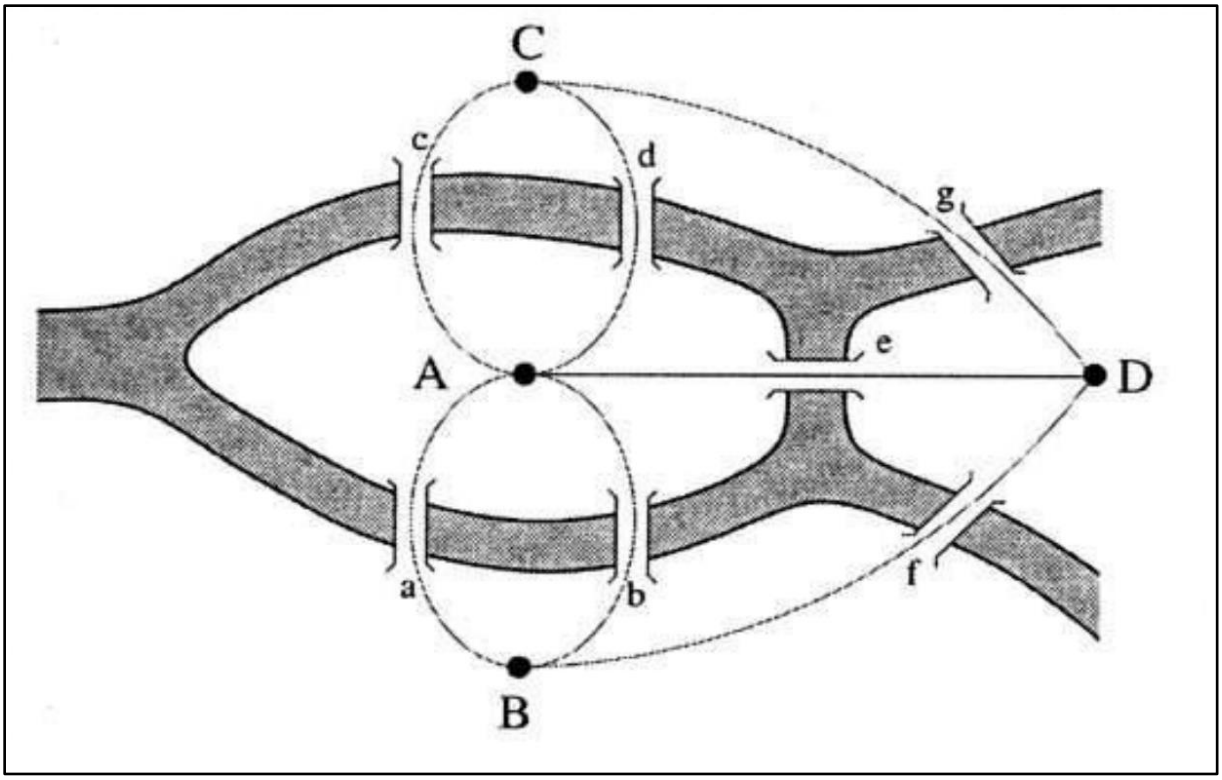
[61] „The Risk of Russian Cyberattacks on US Energy Infrastructure”, 2022, https://news.climate.columbia.edu/2022/04/01/the-risk-of-russian-cyberattacks-on-us-energy-infrastructure/.

3. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK HÁLÓZATOSSÁGA

A hálózatok mindenütt jelen vannak. Gyakori példává vált a mindenhol jelen lévő hálózatokra vonatkozóan az internet, az infrastrukturális hálózatok, a társadalmi, politikai és gazdasági hálózatok, a tudománymetriai hálózatok, de akár említhetnénk a táplálékhálózatot is. [62] Ezek mellett számos más, jobban vagy kevésbé említett hálózat létezik több kutatási területen is. A hálózattudomány fejlődése több tényezőre vezethető vissza, mint például a dinamikus és sokrétű hálózatokhoz elengedhetetlen, fejlettebb matematikai képességek, a nagy mennyiségű humán adathoz történő hozzáférés, a nagy számítási kapacitással rendelkező számítógépes technológia, amely nagy adatrendszerek rögzítésére és kezelésére képes, valamint az egyetemek, kormányzatok vagy az ipar részéről történő hálózati gondolkodás elfogadása.[63]

A hálózatelemzés alapjait Leonhard Euler fektette le még 1736-ban, amikor a königsbergi hidak esetét egy új matematikai módszerekkel oldott meg. A kérdés az volt, hogy a négy szárazföldet összekötő hét hídon végig lehet-e úgy sétálni a, hogy minden szárazföldet érintve a hidakon egyiken se menjünk át egynél többször.[64] Euler elemezve a városnak a 2. számú ábrán látható, akkori infrastrukturális adottságait egy konkrét matematikai bizonyítást adott arra, hogy nem létezik olyan útvonal, amelyen minden szárazföldet érintve minden hídon csak egyszer tudunk átmenni. Euler bizonyítása úttörőnek tekinthető módszertanát tekintve annak ellenére vagy talán pont emiatt is, hogy magyarázata még a matematikában kevésbé jártasak számára is testközelbe hozza a probléma megoldását.[65]

[62]Albert-László Barabási, *Behálózva - A hálózatok új tudománya*, 2013. kiad. (Helikon kiadó Kft. é. n.). 13-15. oldal
[63]Ádám Auer és Tamás Joó, *Hálózatok a Közszolgálatban* (Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 2019). 9. oldal
[64]Leonard Euler, *Solutio Problematis ad Geometriam situs pertinentis*, 1736. kiad., é. n., http://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=euler-works. 128- 140. oldal
[65]Barabási, *Behálózva - A hálózatok új tudománya*. 13-15. oldal



2. ábra: Königsberg elrendezése 1875 előtt, Kneiphof-sziget (A) és Pregel folyó két ága közötti D terület látható az ábrán. (Forrás: Barabási[66])

Így nem is maga a megoldás került végül a történelemkönyvekbe, hanem a módszer ahogy a bizonyítás készült, ugyanis Euler a hidakat – a jelen kor szemszögéből nézve - gráfoknak tekintette, vagyis olyan éleknek, amelyek valamilyen fajta pontokat kapcsolnak össze. A folyóval elválasztott területeket betűkkel jelölte, az élek a hidak voltak. Egy olyan ábrázolásmódot vezetett be, ahol a pontok és élek rendszerét átlátható módon, a szükséges információkat közvetítve lehet illusztrálni. Euler matematikai módszerekkel bizonyította be, hogy a felvetődött kérdésnek nincs lehetséges megoldása.

Mivel a hálózattudomány kialakulásának alapjairól van szó, így fontos tisztázni, hogy szükséges-e a gráfnak és a hálózatnak az elhatárolása. A hálózatok matematikai terminológia szerint gráfok, így azok szinonimaként használhatóak. A gráfokban lévő pontok és kapcsolatok mennyiségének drasztikus növekedésével egy új terület kezdett kibontakozni, a hálózatelemzés, amelynek fókuszában a nagy méretű gráfok és azokban lévő összefüggések vizsgálata áll.[67] Mind a gráfelmélet, mind pedig a hálózatelemzés függetleníti magát a vizsgálat tárgyától és a pontok és élek kapcsolatrendszerére, struktúrájára vonatkozóan von le következtetéseket, mutat rá összefüggésekre. Ezen eredmények pedig adoptálhatóak a vizsgálat tárgyára. Összefoglalva

[66]Barabási. 13-15. oldal
[67]uo.

a fontos tudnivalókat, a gráfok, hálózatok tulajdonságai magukban a felépítésükben, vagyis a pontok és az élek kapcsolatrendszerében rejlenek. Egy él hozzáadása úgy meg tudja változtatni a gráf felépítését, hogy az egyes feltételek akár meg is szűnhetnek, míg mások akár életre is kelhetnek.[68] A hálózattudomány, arra is alkalmas, hogy megmutassa: a Földön egymástól csak hatlépésnyi távolságban vagyunk egymástól. A hatlépésnyi távolság röviden azt jelenti, hogy a Földön létező összes ember közül átlagosan öt más egyénen keresztül – mely közül az egyik személyes ismerős – kapcsolatot lehet létesíteni egy, a világban bárhol lakó, véletlenszerűen vagy meghatározott módon kiválasztott személlyel. Az elmélet alapján a világ társadalmi kapcsolatrendszerének (vagyis hálózatának) van egy olyan sajátossága, miszerint az egymástól való távolságunk együttesen, átlagosan hat.[69]

A hálózati szemlélet hozzásegít minket ahhoz, hogy mélyreható kérdésekkel foglalkozzunk az emberi, biológiai, gazdasági és egyéb, egymástól függő szervezettséget mutató rendszerekkel kapcsolatban.

3.1. Hálózatosság és összetevői

A hálózattudományt fel tudjuk használni arra, hogy elemezzünk, tervezzünk, és összetett társadalmi, technikai rendszereket irányítsunk. Alkalmas többféle tartomány együttes modellezésére és irányítani tudjuk, az előbb említett társadalmi, technikai rendszerek közösségi viselkedésre gyakorolt hatását, a hálózati struktúrán keresztül.[70] A hálózatelemzés pedig arra a feltételezésre épül, hogy egy ok, egy effekt vagy egy szempontok közötti kapcsolat magában foglal valamit, ami hálózatként fogalmazható meg. Az oka annak, hogy egyre gyakrabban fordul elő egy absztrakt vagy konkrét rendszerről történő hálózatos gondolkodás az, hogy egyre több összetett, nagyszámú és egymással kölcsönhatásban lévő egységet magában foglaló, komplex rendszert vagyunk képesek áttekinteni, legfőképp az információtechnológia hatalmas, robbanásszerű fejlődésének következtében.

A kutatás tárgyát szem előtt tartva a vizsgálat során a részletes matematikai elemzések helyett a hálózatok összefüggései kerültek a fókuszba. A hálózatosság mutatja meg, hogy mely rendszerek milyen összeköttetésben állnak egymással. Az ábrázoláshoz csomópontokra és élekre, kapcsolatokra van szükség, így lehet érzékeltetni a rendszerelemek hálózatát.[71] A kutatás részeként ezért információt kellett gyűjtenem magyarországi viszonylatban az

[68]Barabási, *Behálózva - A hálózatok új tudománya*. 13-15. oldal
[69]Barabási. 25-36. oldal
[70]Tamás Vicsek, „Hálózatok" Magyar tudomány, sz. 2006/11. (é. n.): 1296-1297. oldal
[71]Edward L. Platt, „Network Science with Python and NetworkX Quick Start Guide : Explore and Visualize Network Data Effectively." (Birmingham: Packt Publishing, Limited, 2019), /z-wcorg/, https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5762394. 12. oldal

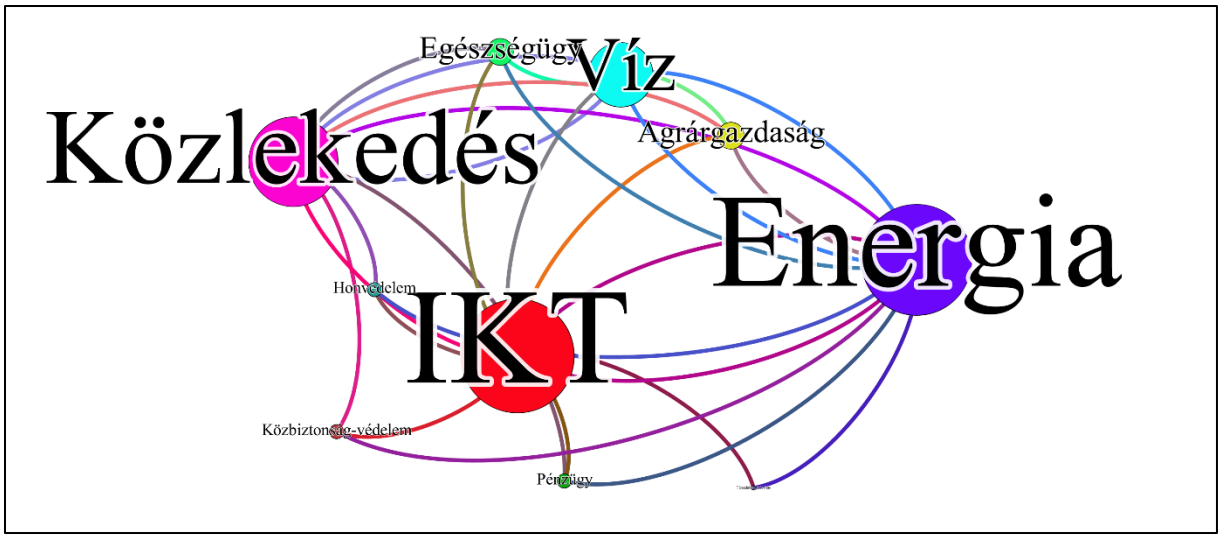
országban található – és a jelen kutatás szempontjából is releváns – kritikus infrastruktúrák hollétéről.

3.2. Létfontosságú szektorok hálózatossága

Egy adott hálózatot egy nagy rendszerként lehet leírni, amely adott számú részből, részegységből áll. Ezek a részegységek össze vannak kötve és így teszik lehetővé a kommunikációt egymás között, egymás mentén vagy az egységek és a központ között. A dolgozatban tárgyalt hálózatok kapcsán a részletes matematikai ismérvek bemutatása nem szükséges, az összefüggések feltárása a kutatás folyamán anélkül is kivitelezhetőek és levezethetőek.

Két aspektusból közelíthető meg a létfontosságú rendszerelemek vizsgálata, egyrészről a NIS-D alapján, másrészről pedig az Lrtv. alapján. Mivel az interdependenciák bemutatását célozza meg részben a dolgozat, ebben a NIS-D általi alapvető szolgáltatást nyújtó szektorok vizsgálata akadályokba ütközött. A jelenleg hatályos NIS-D nem ad lehetőséget arra, hogy az általa kijelölt alapvető szolgáltatást nyújtó szektorok körében kölcsönös függőséget lehessen vizsgálni, ugyanis ezen szektorok kijelölésének listája szűkebb, mint az Lrtv-ben megnevezettek.

A 3. ábrán szemléltetem a vizsgált létfontosságú szektorokra vonatkozó kölcsönös függőséget. Az energia szektor függésben áll a víz szektortól, példának okáért, az utóbbinak az Lrtv. alapján van vízbázisok védelme alszektora, ami összeköthető azzal, hogy vannak energiát termelő, megújuló energiaforrások. A NIS-D alapján ezen szektoron belül csak ivóvíz-ellátás és –elosztásról beszélhetünk, amely esetében az interdependencia vizsgálat nem reális eredményeket hozna, hiszen ezen terület sok más alszektora kiesne a vizsgálat tárgya alól, amelyek viszont szoros függőségben állnak más szektorokkal. Azonban nem csak ez az egyetlen olyan eset, amikor az interdependencia nem jelenik meg megfelelőképpen a vizsgálat során, így az Lrtv., mint hazai jogszabály alkalmasabb a szektorok, infrastruktúrák vizsgálatára.



3. ábra: Az Lrtv. alapján létfontosságúnak azonosított ágazatok és ezáltal a kiválasztott szektorok interdependenciája[72] (saját szerkesztés)

Az energia szektor létesítményei egy részéhez elengedhetetlen a víz, mint létfontosságú szektor, alszektorának, a vízbázisok védelmének a megléte. Általánosságban beszélhetünk az energia szektor közlekedéstől való függéséről is, ugyanis egyes energiát termelő aggregátorok nem működnek üzemanyag nélkül, amely pedig a logisztika, mint olyan nélkül nem tudna Magyarországra és Magyarországon belül mozogni. Itt kerül előtérbe a 4. számú hipotézisem miszerint a villamosenergia szektor kiemelt szerepet játszik a kritikus infrastruktúrák között. Ez a megközelítés pedig feltételezhető olyan szempontból, hogy áram nélkül nem működik más infrastruktúra, de mivel maga az energia léte is kötött más-más szektorokhoz, így a kritikusságot vissza is tudnánk vezetni azon tényezők meglétéhez, amelyek elengedhetetlenek az energiatermeléséhez. Emellett az infokommunikációs technológiák (továbbiakban: IKT-technológiák) azok, amelyeket kiemelhetünk az infrastruktúrák közül kritikusság szempontjából. Ennek megalapozása az, hogy az összes többi szektor függ tőle, ugyanúgy, mint az energiától. Ezen gondolatmenet mentén, mivel az IKT-technológiák működéséhez energia kell ez is visszavezethető több szektoron át. Viszont, ha számszerűsítjük, akkor vélelmezhetően az IKT-technológiák szektora a legkritikusabb, mivel az energián kívül egyik másik szektortól sem függ, nem úgy, mint az energia szektor. Az egészségügy, mint szektor más módon lehet legkritikusabb kritikus infrastruktúra, ugyanis, ha a szektorok függőségét vizsgálom, megállapítható, hogy egyik sem függ tőle. Amennyiben a kritikusságot úgy mérném, hogy ettől

[72]S.M. Rinaldi, James Peerenboom, és T.K. Kelly, „Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies”, *Control Systems, IEEE* 21 (2002. január): 11–25, https://doi.org/10.1109/37.969131.

a szektortól emberi életek függenek, ilyen szempontból feltételezhetően ez lehetne a legkritikusabb kritikus infrastruktúra.

A víz szektortól nem csak az egészségügyi szektor, de akár a közlekedés, agrárgazdaság, ráadásul az energia szektor egy része is függ tőle. Ivóvíz nélkül sem lennének képesek az emberek hosszú ideig élni, ilyen megközelítésből következtethetünk arra, hogy az ivóvízellátás, mint rendszerelem, a legkritikusabb kritikus infrastruktúra.

A hálózatos szemlélettel végig gondolt interdependenciákkal azt kívántam kifejezni, hogy egyrészt egyik-másik szektor függésben áll egymástól, így még jobban oda kell figyelnünk a védelmükre, hiszen sérülésük, működésük hatással van egymásra. A másik, amit szemléltetni kívántam az az, hogy a villamos-energia rendszerek összessége vagy konkrétan az energia szektor adott szempontok alapján lehet a legkritikusabb kritikus infrastruktúra, de ez akár túl általánosnak is minősülhet, így meg kell először határozni, hogy mely tekintetben minősül annak, ugyanis más-más módon, de valamennyi létfontosságú rendszerelemet feltételezhetően nevezhetnénk a legkritikusabb kritikus infrastruktúrának.

3.2.1. A vizsgált rendszerelemek bemutatása

Hazánkban az MVM Csoport törekszik arra, hogy kihasználja a villamos energia piacok nyújtotta lehetőségeket és a villamosenergiához kötődő kereskedelmi, ellátási-elosztási tevékenységen kívül aktív szereplő a villamosenergia-termelésben is.[73] A hazai energiapiacon kívül az MVM Csoport a nemzetközi piacon is jelen van, de a dolgozat szempontjából nem releváns az MVM nemzetközi részvételének a bemutatása. Az MVM célja többek között a megfizethető, tiszta energia biztosítása a lakosság részére fenntartható és ügyfélelvárásokhoz méltó módon. Az MVM Csoport tagjai Magyarország-szerte üzemeltetnek áramtermelő egységeket, amelyek között van atomerőmű,[74] vannak hagyományos erőművek és megújuló energiaforrások is. Az MVM infrastruktúrái által a magyar villamosenergia egyetemes szolgáltatók kulcsfontosságú ellátója.[75] Az MVM Csoport termelőegységei 2020-ban az országos nettó erőművi termelés több, mint 60%-át adták, a megújuló alapon megtermelt villamos energia pedig az összes előállított mennyiség 3,5%-a.[76]

Az ivóvíz az egyik, hanem a legszigorúbban ellenőrzött élelmiszer. Az ivóvízszolgáltatás egy nagy felelősséggel járó közszolgálat, a csapvizet rendszeresen kell ellenőrizni és minden

[73] „MVM Energetika Zrt. - Termelés”, elérés 2022. április 14., https://mvm.hu/hu-HU/Tevekenysegunk/Termeles.
[74] Az Lrtv. alapján az atomerőművek nem minősülnek kritikus infrastruktúrának, csak a működésük kritikus.
[75] „MVM Csoport - Energiát adunk”, é. n., https://mvm.hu/-/media/MVMHu/Documents/Tevekenysegunk/MVMCegbemutato/MVM-corporate-profile_20211119_MAGYAR.pdf?la=hu-HU.
[76] „MVM Energetika Zrt. - Termelés”.

szolgáltatónak törvényben van előírva ez a kötelezettsége, hogy mintákat vegyenek és ellenőrizzék azokat.[77] Hazánkban a víziközmű ellátás, szolgáltatás aktuális, illetve jövőbeni kérdésköreivel az elmúlt években fokozottan foglalkoztak. Ilyen kérdéskör a vízbázisok biztonságának fenntartása, az ivóvízellátás vízminőségi problémáinak megoldása vagy akár a szabályozásoknak megfelelő víziközmű struktúra fenntartása.[78] Magyarországon minden település rendelkezik közüzemi vízművel és a településeken belül teljesen kiépített a vízellátó hálózat. A víziközmű egy közcélú vízilétesítmény, amely többek között a települések ivóvízellátását, az ivóvíztermelést, így az ehhez kapcsolódó ivóvízbázis-védelmet, az ivóvízkezelés, -tárolást, -elosztást, -szállítást, illetve a felhasználási helyekre történő eljuttatást biztosítja.[79] Összesen 41 víziközmű társaság rendelkezik engedéllyel, hogy hazánkban szolgáltatást nyújtson.[80]

Magyarországon az egészségbiztosítás által, adott jogosultságok alapján a magyar állampolgárok természetbeni ellátás keretében nyújtott egészségügyi és pénzben nyújtott pénzbeli ellátásokat vehetnek igénybe. Minden betegnek joga van ahhoz, hogy az egészségügyi állapotához viszonyítottan, indokoltan, megfelelő és állandó jelleggel hozzáférhető módon, az egyenlő bánásmód követelményéhez hűen egészségügyi ellátást kaphasson, a jogszabályi keretek között.[81] Hazánkban az alapellátáson kívül – amelyet a beteg lakóhelyén vagy legalábbis annak közelében biztosítani kell – elérhető a járóbeteg-szakellátás és a fekvőbeteg-szakellátás. Utóbbi kettőt gyógyintézeti, egészségügyi intézményi keretek között lehet igénybe venni, így ezen intézmények védelme kulcsfontossággal bír.[82]

3.2.2. Hálózatosság

Hazai viszonylatban az energia, egészségügy és víz szektorhoz tartozó létfontosságú rendszerelemeket szemléltetem. A szemléltetés tárgya, hogy Magyarországon, adott földrajzi koordináták alapján pontosan hol helyezkednek el a vizsgált szektorokhoz tartozó infrastruktúrák, mint a villamosenergia termelő egységek és alállomások; a víziközművek és egészségügyi ellátó intézmények.

---

[77]„Magyarország kiváló minőségű ivóvizei | MaVíz - Magyar Víziközmű Szövetség”, elérés 2022. április 14., https://www.maviz.org/fogyasztoi_informaciok/magyarorszag_kivalo_minosegu_ivovizei.

[78]„A víziközmű szakterület - Országos Vízügyi Főigazgatóság”, elérés 2022. április 14., https://www.ovf.hu/hu/ovf-vizikozmu.

[79]„2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról - Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye”, elérés 2022. április 14., https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100209.tv.

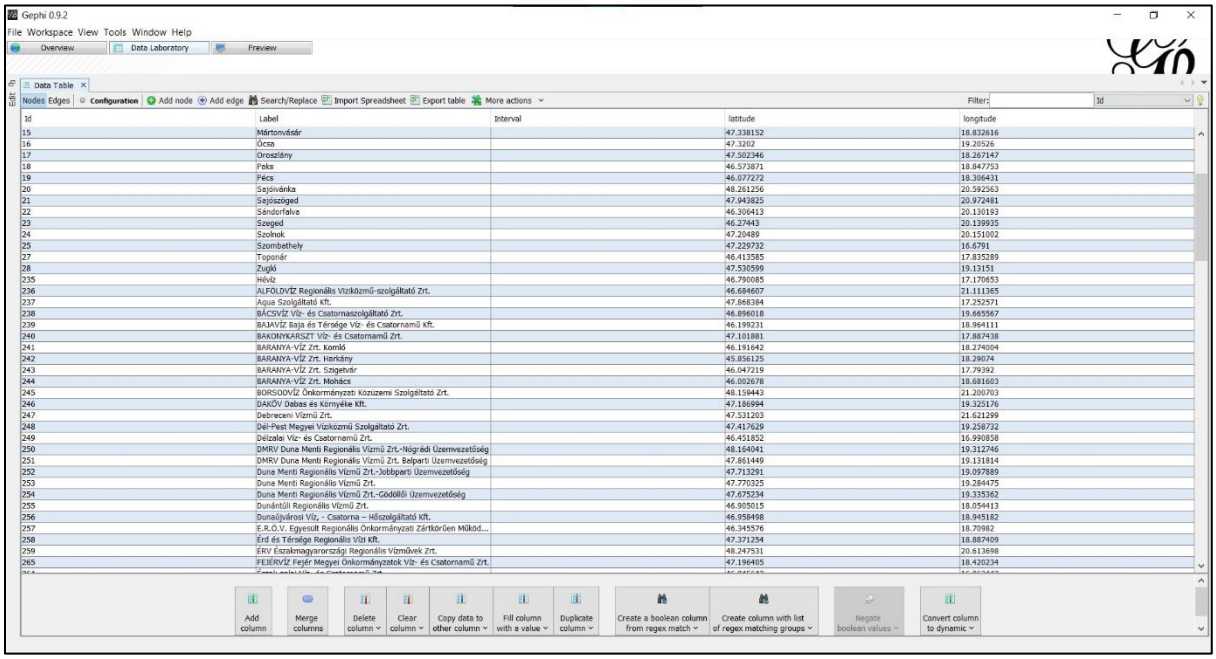
[80] „41 víziközmű társaság szolgáltathat az országban (2014-ben) | MaVíz - Magyar Víziközmű Szövetség”, elérés 2022. április 14., http://www.maviz.org/46_vizikozmu_tarsasag_szolgaltathat_az_orszagban.

[81]„Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő - Egészségügyi ellátások”, elérés 2022. április 14., http://www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/ellatas_magyarorszagon/egeszsegugyi_ellatasok.

[82]„Az ellátórendszer felépítése”, elérés 2022. április 14., https://www.eubetegjog.hu/az-ellatorendszer-felepitese.html.

Ezek az ország szempontjából kritikus infrastruktúráknak tekintendők és a cél az, hogy hazai viszonylatban látni lehessen, hogy hol és milyen formában (például: szétszórtan; több fajta infrastruktúra egy területen) helyezkednek el, továbbá, cél az infrastruktúrák hálózatosságának a szemléltetése.

A hálózatosság vizsgálatát a Gephi[83] elnevezésű szoftverrel végeztem. A Gephi-hez tartozik egy GeoLayout elnevezésű kiegészítés, amelynek segítségével az egyes pontokat földrajzi elhelyezkedésük alapján lehet ábrázolni, ehhez pedig a pontoknak a hosszúsági és szélességi fokára van szükség. Ahhoz pedig, hogy vizsgálni tudjam hazai viszonyok között a létfontosságú rendszerelemeket, először is meg kellett határozni a pontos elhelyezkedésüket. A meghatározáshoz segítségemre voltak különböző, hiteles forrásból származó aktuális kiadványok és listák. amelyeket az üzemeltető vagy az adott területen elismert intézmény publikált. Azon kritikus infrastruktúráknak, amelyeknek csak az elnevezése volt meg, azoknál segítségemre volt a Google Maps,[84] ahonnan az infrastruktúrákhoz tartozó koordinátákat kinyerhettem. A létesítmények helyének Gephi-be történő felvétele manuális úton történt a név és a földrajzi koordináta adatainak megadásával, amelyet 4. ábrán lehet látni.



4. ábra: Illusztráció a Gephi programról – a kritikus infrastruktúrák földrajzi koordináták alapján történő felvitele (saját szerkesztés)[85]

[83] A Gephi egy nyílt forráskódú hálózatelemző- és ábrázoló szoftvercsomag.
[84] „Google Térkép”, elérés 2022. április 15., https://www.google.com/maps
[85] „Gephi - The Open Graph Viz Platform”, elérés 2022. április 19., https://gephi.org/.

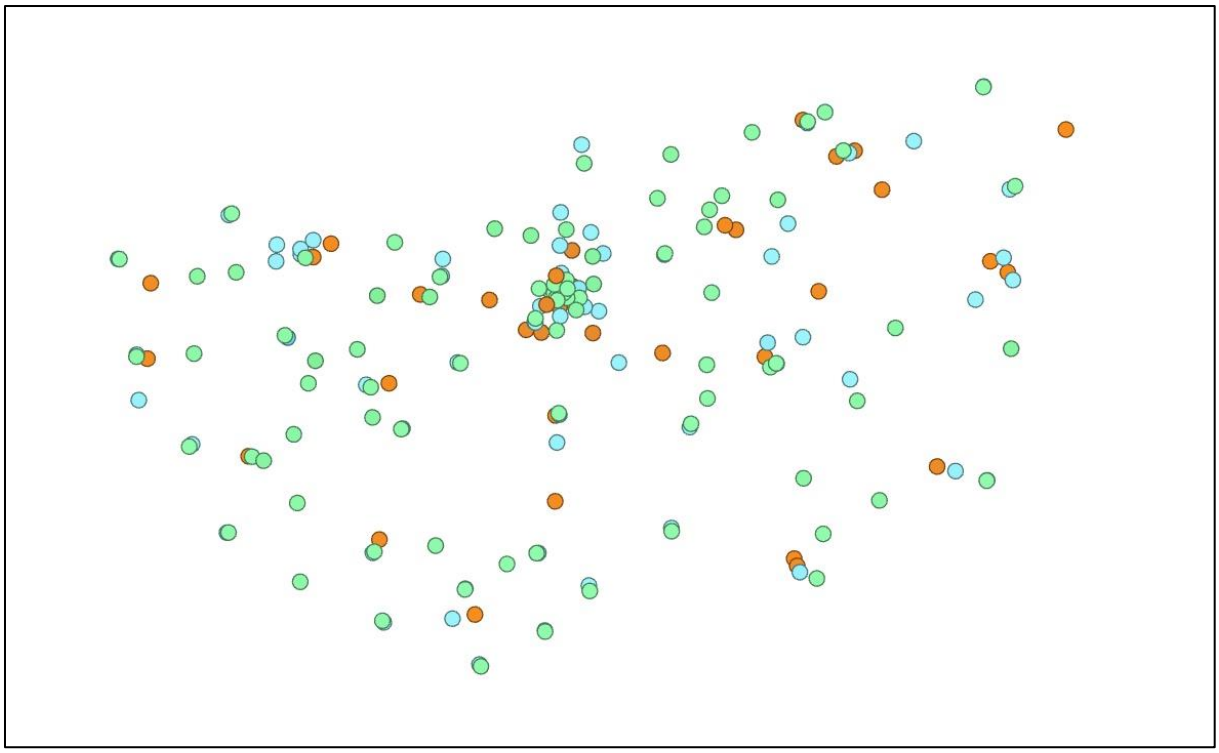
Miután a rendelkezésemre álló adatokat felvittem a Gephi-be, azután a következő lépés a pontok közötti kapcsolatok megállapítása.

Kapcsolatok nélkül ezen pontok földrajzi elhelyezkedéséből mindössze azt tudhatjuk meg, hogy egy adott létfontosságú rendszerelem hol helyezkedik el az országban, mely területen van nagyobb számú, több fajtájú és melyik területen van kisebb számú, kevesebb fajtájú infrastruktúra, így elengedhetetlen feltérképezni a feltárható összefüggéseket, kapcsolatokat a pontok között.

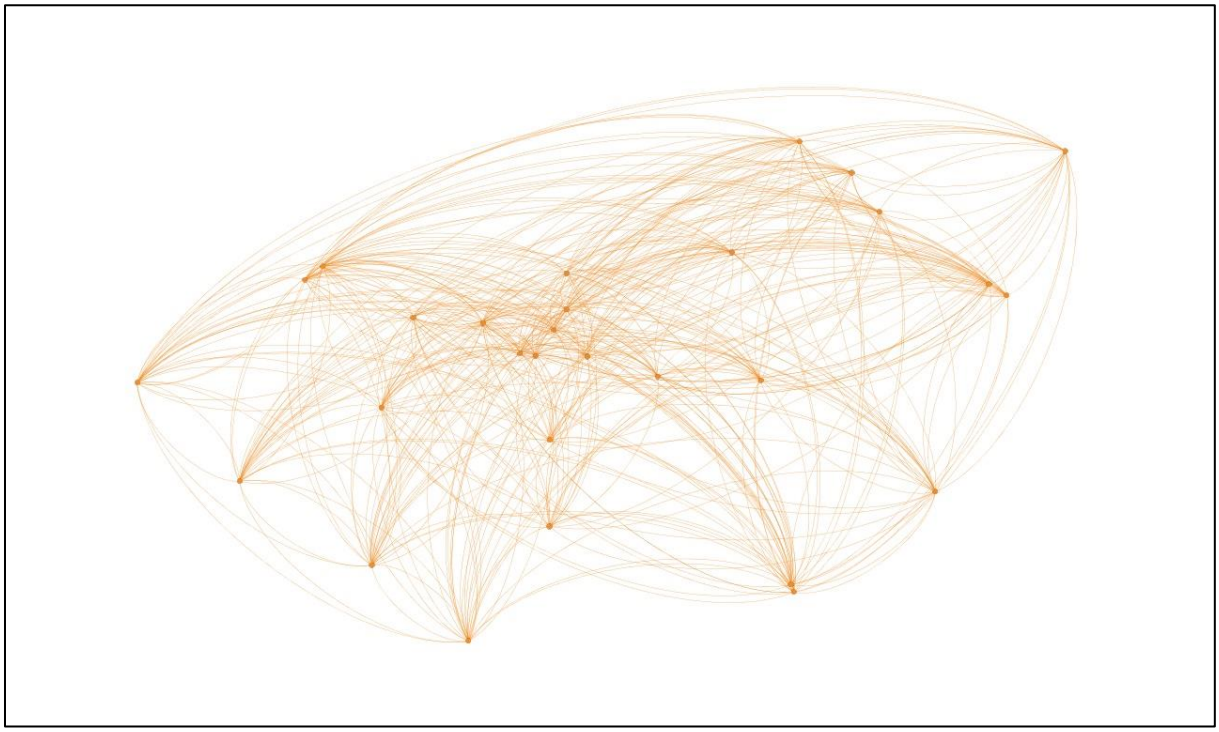
Az alaphelyzet látszódik az 5. számú ábrán, ahol már a koordináták alapján kinyerjük a létesítmények elhelyezkedését. Az ábrából jól látszódik, hogy a GeoLayout segítségével milyen módon rajzolódik ki a Magyarország tekintetében vizsgált kritikus infrastruktúráinak földrajzi eloszlása. A földrajzi elhelyezkedést figyelembe véve vannak olyan területek, ahol több fajta és nagyobb számú vizsgált infrastruktúra helyezkedik el, illetve olyan területek is, ahol elszórtan találhatóak meg ezek.

Le kell szögezni, hogy összességében ennél több létfontosságú szektor is van, illetve egy adott infrastruktúra sem pusztán egy létesítményből áll, hanem például vezetékekből és egyéb elemekből, rendszerekből is. A dolgozat terjedelmi korlátait, illetve a rendelkezésre álló adatokat figyelembe véve a dolgozat, a három kiválasztott és vizsgált szektor bázislétesítményeire fog koncentrálódni.

Az ábrázolások során három darab színt alkalmazok, az energia szektorhoz kapcsolódó narancssárga, a víz szektorhoz tartozó kék és az egészségügyhöz kapcsolható zöld színjelzéseket. Az infrastruktúrák ellátáshoz kapcsolódó pontjait, az alapján kötöm össze, hogy mekkora a fizikai távolság egy-egy pont között. Például egy villamosenergia-termeléshez kapcsolódó alállomás a legközelebb található pontot fogja ellátni árammal, ugyanígy a víziközmű szolgáltató is a hozzá közel fekvő létesítményeket látja el ivóvízzel.



5. ábra: A kritikus infrastruktúrák földrajzi koordináták felvitele utáni állapot (saját szerkesztés)



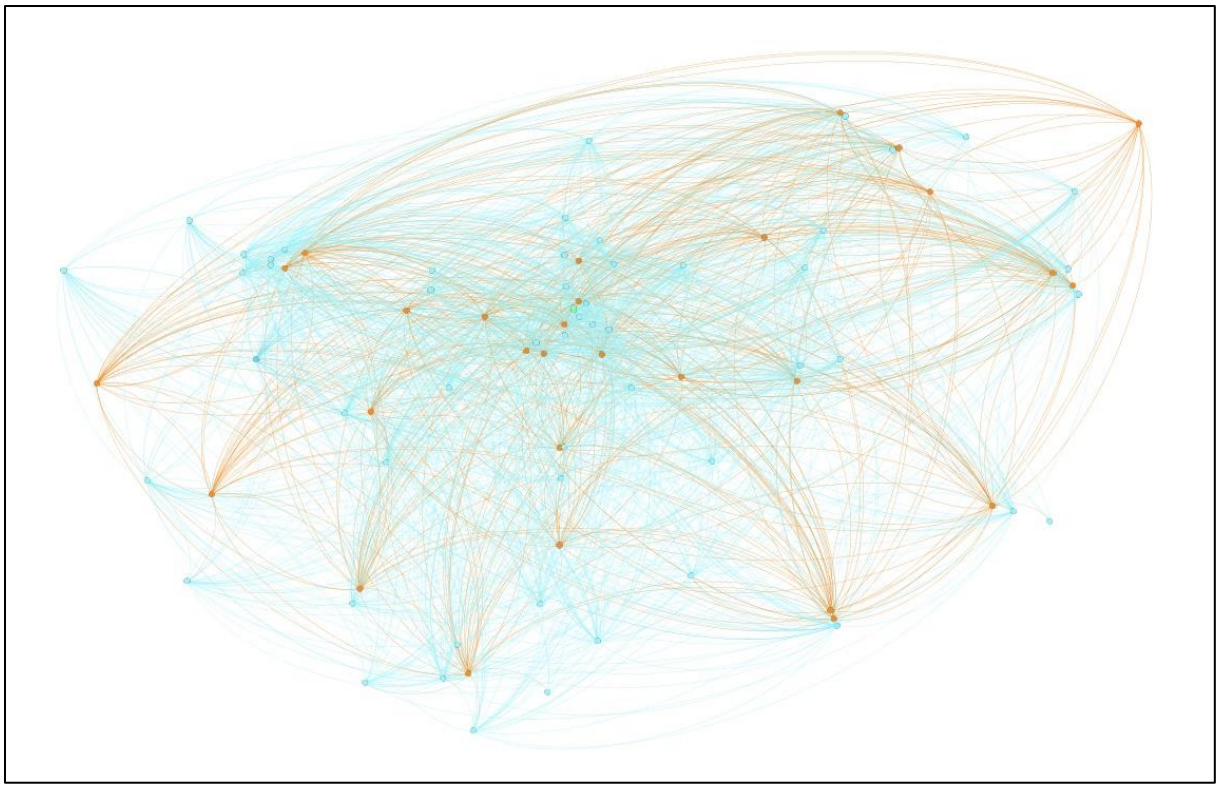
6. ábra: A villamosenergia termelő egységek és alállomások logikai kapcsolatai (saját szerkesztés)

A vizsgált kritikus infrastruktúrákat bár valós adatok, koordináták alapján ábrázolom, azonban a közöttük lévő kapcsolatok nem fizikai, hanem logikai kapcsolatként vannak feltüntetve, mivel

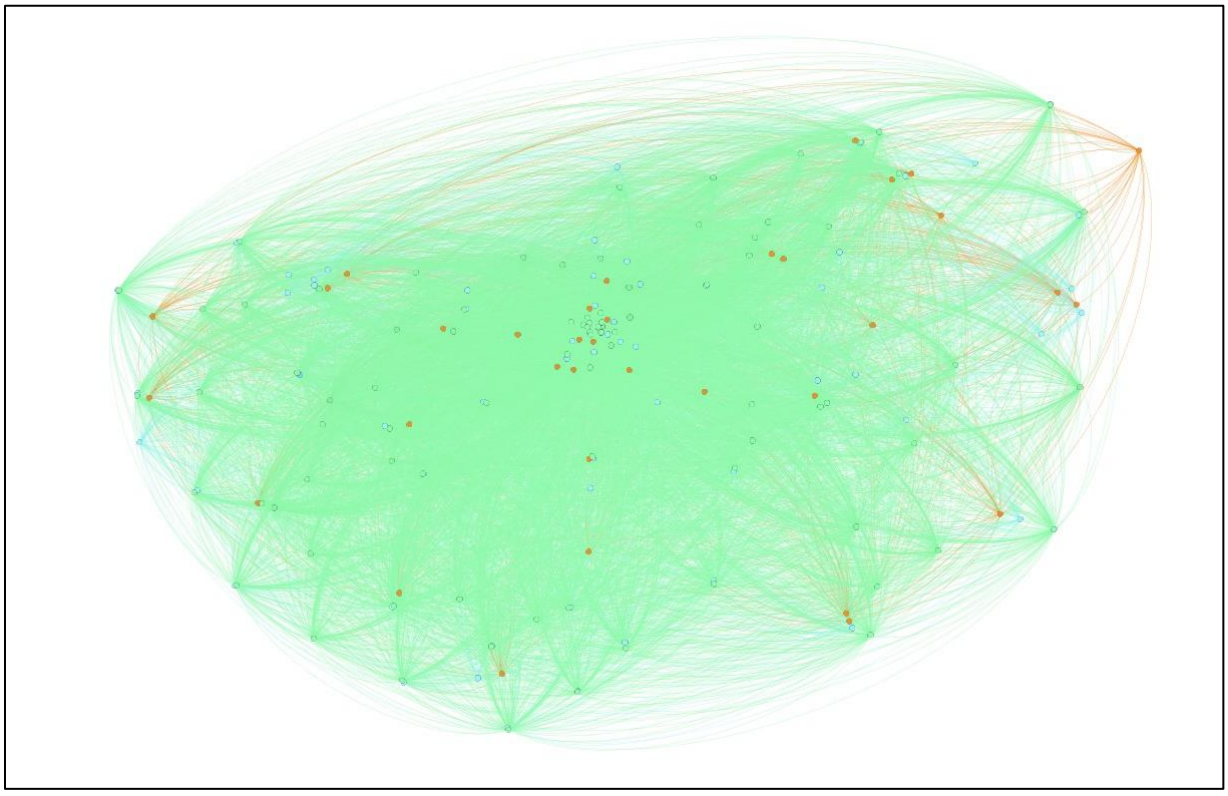
nem ismerjük a villamosenergia, az ivóvíz és az ellátásban részt vevő infrastruktúrák pontos rendszerét. A 6. ábrán a földrajzi koordináták alapján látható Magyarországon a villamosenergia-termelő egységek és alállomások pontos helye. A villamosenergia-termelő egységek egyrészt kapcsolatban állnak a víziközművekkel és az egészségügyi létesítményekkel is. Mivel a pontos útvonalat nem ismerjük, így csak feltételezhetően – a felvázolt termelőegységek és alállomások okán - az egyes rendszerelemek áramot kell, hogy szállítsanak a közelben található többi infrastruktúrának.

Ezen kívül a villamosenergia-termelő egységek és alállomások között is vélelmezhetően logikai kapcsolat áll fenn. Ez a logikai kapcsolat kimerülhet egy virtuális központi nyilvántartásban is, de akár a kibertérben összekapcsolt információs hálózatban is. Így, tehát a villamosenergia-termelő egységek és alállomások egyenként nemcsak a közelben lévő más típusú infrastruktúrákkal, de egymással is összeköttetésben vannak.

A 7. ábrán szemléltetett víz szektorba tartozó víziközmű szolgáltatók szempontjából is hasonló a helyzet a korábbiakhoz, vagyis, hogy az ivóvízellátás és a szennyvízelvezetés pontos útvonalát pontosan nem ismerjük, de a szolgáltatók üzemi telephelyeit igen. Feltételezhetően a víz szektoron belüli logikai kapcsolat is érzékelhető, illetve a szektoron átívelő kapcsolat is, ugyanis a szolgáltatók biztosítják az ívóvíz ellátást mind az egészségügyiellátó intézményekbe, mind pedig a villamosenergia-termelő egységekbe is. Végezetül pedig az egészségügyi intézmények hálózatosságát bizonyítandó, hogy az ivóvíz- és az áramellátás szintén biztosított ezeknél, továbbá az intézmények közötti logikai kapcsolat is hasonló módon vélelmezhetően fennáll, így például megemlíthetjük logikai kapcsolatként itt is, a virtuális központi nyilvántartást. A 8. számú ábra alapján jól látható, hogy mivel számszerűen az egészségügyi intézmények száma volt a legmagasabb, így szinte teljesen elfedi a többi ábrázolt létfontosságú rendszerelemet és azok kapcsolatait.



7. ábra: A villamosenergia termelő egységek és alállomások, illetve a víziközmű létesítmények logikai kapcsolatai (saját szerkesztés)



8. ábra: A villamosenergia termelő egységek és illetve a víziközmű létesítmények és egészségügyi létesítmények logikai kapcsolatai (saját szerkesztés)

Következtetések

Magyarország tekintetében a hálózatosságot alapul véve megállapítható, hogy az infrastruktúrákból eredő hálózatok körbevesznek bennünket. Továbbá fontos, hogy a jogszabály által meghatározott tíz darab létfontosságú szektorból, már három szektor vizsgálata is interdependenciát feltételez, így a jelen fejezet alapján logikai - de további vizsgálatokat igénylően, feltételezhetően az infrastruktúrák hálózata okán fizikai - kölcsönös függés is fennáll. A kritikus infrastruktúrák földrajzi értelemben is, illetve virtuális értelemben is hatással vannak egymásra, befolyásolják egymás működését. Továbbá megállapítható az is, hogy a vizsgált kritikus infrastruktúrák körében a kölcsönös függőség mértéke nem egyenlő, a különböző létfontosságú szektorokhoz tartozó infrastruktúrák más-más hatással vannak egymásra.

4. LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK KOCKÁZATELEMZÉSE

A kockázatelemzés egy alapvető lépése a kockázatok kezelésének és csökkentésének. A kockázatelemzésben különböző területeknek a más-más veszélyei jelennek meg[86] és egy kockázatelemzés során a kockázatgazda – aki feltárja, részletezi a kockázatokat, felméri a kockázatok listáját – annyi kockázatot fog összeírni, összeszedni, prezentálni amennyit az ő tapasztalata, tudása, tájékozottsága és gondolkodásmódja szerint felkíván.[87] A kockázatelemzésnek számos előnye van, többek között:

- csökkenti egy vállalkozás, létesítmény hosszú távú költségeit,
- javítja a jövőbeli működést és segíti a szervezetet a stratégiai célok elérésében;
- lebontja a szervezeti akadályokat;
- fontos önelemzést nyújt;
- a belső és külső kommunikációt is megkönnyíti;
- segít a vállalkozásnak, intézménynek elkerülni a súlyos baleseteket és eseményeket, incidenseket.[88]

Az, hogy egy létesítmény szempontjából sikeres lesz-e a megelőzés vagy a beavatkozás, az csakis azon múlik, hogy az érintett szervezetek, intézmények, infrastruktúrák tisztában legyenek a térségben, a településeken megtalálható veszélyekkel. [89] Jelen fejezet célja, hogy számba vegye a kockázatelemzés tényezőit, majd a létfontosságú rendszerelemek szektorait figyelembe véve számba vegye a kockázatokat, végül pedig az, hogy a kockázatelemzés elvégzése után egy virtuális hőtérkép kerüljön felvázolásra.

4.1. Kockázatelemzéshez kapcsolódó általános tényezők

Először is célszerű tisztázni azt, hogy tulajdonképpen mi is pontosan az a kockázat. A kockázat röviden a bekövetkezési valószínűségnek és a hatás mértékének a szorzata.[90] Ezen belül pedig a kockázatnak és annak a kiszámításának több komponense is van, ilyen a sebezhetőség, a fenyegetés és a hatás. A bekövetkezési valószínűség a fenyegetésből és a sebezhetőségből következik. A kockázatelemzéshez tartozik a fenyegetések listája, amelyet a kockázatgazda

[86]Például: környezeti veszélyek, kibertéri fenyegetések stb.
[87]Rüdiger Wolf, El Hachemi Bouali, és Thomas Oommen, „Risk Assesment", 2018. augusztus, https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9_239. 1. oldal
[88]Ernie Hayden, *Critical Infrastructure Risk Assessment - The Definitive threat identification and threat reduction handbook* (Rothstein Publishing, 2020). 6. oldal
[89]Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, „Kockázatok azonosítása", é. n., https://www.katasztrofavedelem.hu/26421/kockazatok-azonositasa.
[90]Hayden, *Critical Infrastructure Risk Assessment - The Definitive threat identification and threat reduction handbook*. 66. oldal

részben objektív, részben szubjektív módon állít össze. A fenyegetések listájában gyakorta vannak felsorolva humán tényezők (például: zsarolás), környezeti tényezők (például: áradás) és egyéb tényezők, a listát pedig mindig lehet bővíteni újabbnál, újabb fenyegetésekkel.[91] A kockázatelemzés során fontos felmérni, hogy milyen hatással van az adott kockázat bekövetkezése a szervezetre, létesítményre például:

2. táblázat: Kárhatás tábla – példa
(saját szerkesztés, Forrás: SeCube[92])

Kár nagysága	Közvetlen és közvetett anyagi károk	Társadalmi-politikai és jogsértésből adódó hatások	Működési / ügyviteli hatás	Személyi sérülés
1	jelentéktelen közvetlen és közvetett anyagi kár	hátrányos következményekkel nem jár	elhanyagolható hatás a belső működés szempontjából	kizárt a személyi sérülés
2	csekély anyagi kár a költségvetéshez képest, de eléri a szervezet költségvetésének 1%-át	csekély bizalomvesztés, minimális jogi következmény	üzletmenet szempontjából csekély mértékű hatás	nem valószínű személyi sérülés
3	az anyagi kár eléri a szervezet költségvetésének 5%-át	lehetséges bizalomvesztés szervezeten belül, felelősségvonásra, jogi következményekre lehet számítani	üzletmenet, érzékeny adatot kezelő információs rendszer és jogszabállyal védett adatok sérülnek	8 napon belül gyógyuló sérülést szenvedhet néhány személy
4	az anyagi kár eléri a szervezet költségvetésének 10%-át	bizalomvesztés szervezeten belül, felelősségvonásra, súlyos jogi következményekre lehet számítani	nagy értékű, üzleti titkot vagy érzékeny adatot kezelő információs rendszer és jogszabállyal védett adatok tömegesen sérülnek	a személyi sérülések esélye jelentősen nő
5	nagymértékű anyagi kár, amely eléri a szervezet költségvetésének 15%-át	súlyos bizalomvesztés, kiemelt jogok sérülnek, súlyos következményekre kell számítani	nagy értékű, üzleti titkot vagy érzékeny adatot kezelő információs rendszer és jogszabállyal védett adatok tömegesen és jelentősen sérülnek	emberi életek közvetlen veszélybe kerülhetnek, személyi sérülések nagyszámmal következhetnek be

[91]Hayden. 65-76. oldal
[92] „Risk - Secube”, elérés 2022. április 19., https://secube.hu/secube_functions/risk-erm/.

A 2. táblázat alapján látható, hogy egy hatást különböző szempontok alapján lehet megvizsgálni. A kárhatás táblázathoz a kockázatgazda új oszlopokat, több sort, új elemeket, tényezőket is hozzá tud adni, ugyanígy el is vehet ezekből. A táblában az egyes számú kárhatás nagysággal rendelkező sor, elhanyagolható kárnak minősül, a kettes számú kárhatás pedig alacsony szintű kárnak minősül. Azon fenyegetéseket, amelyek hasonló csekély hatással bírnak a szervezetre, létesítményre, a kockázatkezelés alkalmával az utolsó körben kerülnek előtérbe. A hármas kárnagyságú hatás közepes mértékű következményeket soroltat fel, az ezzel a hatással bíró fenyegetésekkel már foglalkozni kell. A négyes számú kárnagyság, magas hatással, az ötös pedig katasztrofális, kritikus hatással bír a szervezetre. Ezen két kategóriával és a hasonló nagyságú hatást kifejtő fenyegetéseket már akkor is kezelni kell, ha a bekövetkezési valószínűség okán a végső kockázati arány alacsony szinten marad.

Gyakoriság skála	Skála kezdő érték	Skála tartomány
8.	0 nap	0 nap - 3 nap
7.	3 nap	3 nap - 1 hét
6.	1 hét	1 hét - 1 hónap
5.	1 hónap	1 hónap - 3 hónap
4.	3 hónap	3 hónap - 1 év
3.	1 év	1 év - 3 év
2.	3 év	3 év - 10 év
1.	10 év	10 év +

9. ábra: Bekövetkezési valószínűség értékeléséhez használt gyakoriság skála (Forrás: SeCube[93])

[93] „Risk - Secube”.

A 9. számú ábrán látható gyakoriság skála azt mutatja meg, hogy egy fenyegetés a szervezetre, infrastruktúrára milyen időközönként, milyen gyakran következik be. Ezek a gyakorisági értékek gyakran eltérnek a fenyegetés típusától, az aktuális politikai, gazdasági helyzettől, a létesítmény környezeti, geopolitikai helyzetétől és egyéb tényezőktől függően. Ahogyan a kárhatás táblát is, a gyakoriság skálát is szervezettől és kockázatgazdától függően szabadon lehet alakítani, lehetnek a tartományok kisebbek és nagyobbak, illetve a kezdő érték is megváltoztatható. Általánosságban a kockázatot[94] a hatás és a bekövetkezési valószínűség szorzata adja meg, de előfordulhatnak esetek, amikor egy plusz tényezőt is figyelembe vesznek a kockázatelemzés során. Ilyen tényező például a kitettség, amelyet többféle módon is értelmezni lehet. Az egyik értelmezés szempontjából a kitettség az infrastruktúra másoktól való függőségét mutatja ki, más fajta használat és megközelítés módján pedig azt mutatja meg, hogy más infrastruktúra milyen mértékben függ a kockázatelemzés tárgyát adó létesítménytől, így pedig annak a kockázata nőni fog. Mivel az adott infrastruktúra működésétől más létesítmények is függenek, így az előbbinek a működése kritikusabb lesz. A röviden bemutatott tényezőkből (hatás, bekövetkezési valószínűség és kitettség) kapjuk meg a kockázati értéket, amelyekre különböző intézkedéseket lehet hozni, fel lehet vállalni vagy éppen figyelmen kívül lehet őket hagyni. Ezen kívül a kockázatokat lehet csökkenteni vagy kiszervezni azokat. Az, hogy a kutatás során feltárt kockázatokra milyen védelmi intézkedéseket lehet alkalmazni, az nem képezi a dolgozat részét.

4.2. Kockázatelemzés

4.2.1. Kockázatelemzéshez használt értékelési rendszer

A vizsgált kritikus infrastruktúrák kockázatelemzése során az Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (továbbiakban: OKF)[95] által publikált kockázatelemzési táblát alkalmazom, a kutatás szempontjából egy releváns és szükséges módosítással. A kockázatok értékét a kutatás során a 3. táblában látható képlet adta.

3. táblázat: A kockázat számításának képlete (saját szerkesztés)[96]

gyakoriság + kitettség X bekövetkezési valószínűség = kockázat

[94]Példának okáért a SeCube elnevezésű biztonságirányítási, kockázat, compliance, audit és üzletmenet-folytonosság menedzsment szoftver nyolc típusú képlettel képes kiszámolni a kockázatot.
[95]Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, „Kockázatok azonosítása”.
[96]Hayden, *Critical Infrastructure Risk Assessment - The Definitive threat identification and threat reduction handbook*. 66.oldal

Az OKF által kiadott kockázatszámítási képlettől egyetlen esetben alkalmazok eltérést, a kitettség, mint tényezővel kapcsolatban. Az eredeti számítási képletben a kitettség mértéke arra vonatkozik, hogy egy infrastruktúra milyen mértékben függ más létfontosságú rendszerelemektől. A számítás során a fordítottját alkalmazom, vagyis, hogy az alapján kap értéket a kitettség mértéke, hogy az infrastruktúrától milyen mértékben függ más létesítmény. Ez egyrészről azért került így alkalmazásra, mert a kutatás során az a kérdés is központi szerepet tölt be, hogy az egyik rendszerelem milyen hatással van a másikra. Másrészt az infrastruktúrát érő kockázatokat úgy kívántam bemutatni, hogy látható legyen az, hogy a vizsgált létesítmény kritikusabbá válik attól, hogy a működésének megzavarása negatív hatással van a többi létesítményre is. A kitettségnek az ellenkező módszerű használata nem lett volna erre alkalmas. Végül pedig azért is alkalmaztam ezt a módosítást, mert a hálózatosság kimutatása során már rendelkezésemre álltak azok a tényezők és mutatók, amelyekkel egyszerűbben meg lehetett adni a kitettség mértékét.

A kockázat számítása során a kitettség mértékének értékelése, egy háromfokozatú skálán történt, ahol a 0 is értéknek minősül. Ezáltal a háromfokozatú skála a 0; 1; és 2-es számegységből állt. A legkisebb érték azzal egyenlő, hogy nincs hatással a vizsgált infrastruktúra más létesítményekre, a középső érték által egy infrastruktúrára hat, a legnagyobb érték pedig annak minősül, hogy a vizsgált rendszerelem működése több infrastruktúra működésének az egyik feltétele.

4. táblázat: A kockázatelemzés során használt bekövetkezési valószínűség értékeléséhez alkalmazott gyakoriság skála (saját szerkesztés)[97]

Gyakoriság skála	Skála kezdőérték	Skála tartomány
1	nagyon ritka	10 éven belül legalább egyszer bekövetkezik
2	ritka	5 éven belül legalább egyszer bekövetkezik
3	alkalmankénti	5 éven belül többször bekövetkezik
4	gyakori	1 éven belül legalább egyszer bekövetkezik
5	nagyon gyakori	1 éven belül többször bekövetkezik

A kockázatelemzéshez 4. táblázat értékrendszerét használtam, amelyekkel az egyes fenyegetések bekövetkezési valószínűségre, gyakoriságra vonatkozó értékelését valósítottam

[97] „Risk - Secube”.

meg. A kárhatás pedig a 10. számú ábrán látható elemekből épül fel, ahol a bekövetkezési valószínűséghez hasonlóan szintén egy ötös fokozatú skálán lehetett értékelni az egyes fenyegetettségek hatását.

Hatás skála	Hatás mértéke	Bekövetkezés hatása
1	elhanyagolható	- csekély negatív hatása van a rendszerelem belső folyamataira (1 napon belül megoldható) - a szervezet belső és külső megítélését nem érinti - nincs érzékelhető informatikai kiesés - fokozott üzemszintű meghibásodás a kritikus erőforrásokban - személyi állományában bekövetkezett változás - vagyoni kár nem mérhető
2	alacsony	- alacsony negatív hatás van a rendszerelem belső folyamataira (1 napon túl de 5 napot el nem érően megoldható) - kizárólag a szervezet belső megítélését érinti - csekély mértékű informatikai kiesést okoz - okozott üzemszintű meghibásodás a kritikus erőforrások állományában és folyamataiban - a vagyoni kár az üzemeltető éves költségvetésének 1%-át el nem érő összeg
3	közepes	- negatív hatás a rendszerelem belső folyamataira (5 napon túl megoldható) - a szervezet belső és külső megítélését egyaránt érinti - informatikai rendszer(ek) kevesebb, mint 30 perc kiesése - üzletfolytonosság részleges vagy teljes időbeli leállása a kritikus erőforrások állományában és folyamataiban - a vagyoni kár az üzemeltető éves költségvetésének 1%-át meghaladó, de 5%-át elnem érő összeg
4	magas	- a rendszerelem csökkentett mértékben képes alapfeladatainak megfelelni - a szervezet belső és külső megítélését jelentősen érinti (részleges bizalomvesztés) - a redszerelem tekintetében kritikus informatikai rendszer kiesése 30 perc – 4 óra időtartam között - kritikus erőforrások részleges vagy teljes (30 percnél több, de 4 óránál kevesebb) leállása - a vagyoni kár az üzemeltető éves költségvetésének 5%-át meghaladó, de 25%-át el nem érő összeg
5	katasztrofális / kritikus	- a rendszerelem nem képes alapfeladatainak megfelelni - a szervezet belső és külső megítélését igen jelentősen érinti (teljes bizalomvesztés) - a redszerelem tekintetében kritikus informatikai rendszer kiesése 4 óra időtartamot meghaladóan - a kritikus erőforrások 4 órát meghaladó leállása - a vagyoni kár az üzemeltető éves költségvetésének 25%-át meghaladó összeg

10. ábra: A kockázatelemzés során használt kárhatás tábla (saját szerkesztés)[98]

A kockázatelemzés elvégzéséhez kapcsolódó egy újabb tényezője a 11. ábra által ábrázolt kockázati mátrix, amelyben értékelni lehet a kockázatok kritikusságának mértékét.

[98] „Risk - Secube”.

bekövetkezési valószínűség / hatás	elhanyagolható	alacsony	közepes	magas	katasztrofális / kritikus
nagyon ritka	1	2	3	4	5
ritka	2	4	6	8	10
alkalmankénti	3	6	9	12	15
gyakori	4	8	12	16	20
nagyon gyakori	5	10	15	20	25

11. ábra: A kockázatelemzéshez használt kockázati mátrix (Forrás: OKF)[99]

A kockázati mátrixhoz tartozik egy, az 12. ábrán látható értékelési rendszer is, amely segítségével el lehet dönteni, hogy egy adott kockázat mely kockázati kategóriába sorolható be.

Kockázati értékek besorolása	
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

12. ábra: A kockázatelemzés során használt kockázati értékelési rendszer (Forrás: OKF)[100]

Az elemzéshez szükséges végső elem a fenyegetéseket tartalmazó lista vagy a szinonimájaként használatos kockázatregiszter. A dolgozat 1. melléklete által tartalmazott kockázatok listájának felvétele a végrehajtási rendelet 2. mellékletének felhasználásával történt, amelyet szintén az OKF által kiadott kockázatelemzési tábla tartalmaz.

4.2.2. Kockázatelemzés eredményei

A kockázatelemzést a vizsgált kritikus infrastruktúrák és a rendelkezésemre álló kockázatelemzési mátrix felépítésének függvényében 189-szer kellett volna elvégeznem. Mivel 189 darab kockázatelemzési eredmény összehasonlítása és bemutatása akadályokba ütközött volna, így csoportosítottam a hazai létfontosságú rendszerelemeket elhelyezkedésük, tehát területi egységek alapján. A területi egységek elhatárolása nem véletlenszerűen történt, hanem a Magyarországra vonatkozó éghajlati, geológiai és egyéb viszonyok tekintetében. Hazánkra jellemző, hogy nemcsak többfajta éghajlati, geológiai, környezeti tényező van jelen, de ezek

[99] Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, „Kockázatok azonosítása”.
[100] uo.

segítségével nagyjából el is lehet határolni a magyarországi területi egységeket. Ezek alapján a következő 10 darab területi egységeket különítettem el egymástól, ezek a következőek:

1. Közép- és Kelet-Magyarország
2. Budapest és környéke
3. Délnyugat-Magyarország
4. Északnyugat-Magyarország
5. Délkelet-Magyarország
6. Észak- Magyarország
7. Balaton és környéke
8. Tisza mentén fekvő létesítmények
9. Nyugat- Magyarország
10. Északkelet-Magyarország

Nem pusztán területi egységek alapján különítettem el a kritikus infrastruktúrákat, hanem az adott területen megtalálható létesítményeket létfontosságú szektoraik alapján is. Ez alapján a 10 darab elkülönült területen megtalálható létesítményekhez hozzátartozik még az, hogy a létfontosságú szektorok szerinti hovatartozásuk alapján is szétválasztottam őket. Mivel három darab szektorba tartozó létfontosságú rendszerelemet vizsgálok, így összesen harminc darab kockázatelemzést végeztem el. A kockázatelemzést és a fenyegetések értékelését általánosságban befolyásolta az, hogy Magyarország mely részén találhatóak meg, így a területekre vonatkozóan a kockázatelemzés során figyelembe vettem[101] az éghajlati,[102] geológiai és egyéb[103] sajátosságok[104] is. Ezeket[105] a sajátosságokat[106] a 3. számú melléklet tartalmazza. Terjedelmi korlátok okán mind a harminc darab kockázatelemzés eredménye nem kerül kifejtésre, azonban a kutatás szempontjából releváns eredmények összességében bemutatásra kerülnek.

[101] „Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése - Országos 1 ‰-es valószínűségű potenciális elöntési térkép”, é. n., https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/B91A47EC-E3B8-4D58-A15F-3E522958BEE8/Orszagos_elontes_1e_web.pdf.

[102] „Csapadék - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”, elérés 2022. április 19., https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/.

[103] „Általános leírás - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”, elérés 2022. április 19., https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/altalanos_leiras/.

[104] „Szél - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”, elérés 2022. április 19., https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/.

[105] „Hőmérséklet - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”, elérés 2022. április 19., https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/homerseklet/.

[106] „Sugárzás - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”, elérés 2022. április 19., https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/.

Az első következtetés, amelyet meg lehet a kockázatelemzésből állapítani, az az, hogy összességében melyik fenyegetési tényező volt átlagban a legkritikusabb. Ebből az derül ki, hogy az összes fenyegetés közül melyek voltak azok, amelyek a legtöbb esetben a kockázati mátrix alapján kritikus, vagyis átlagosan 5-ös értéket kaptak. Ez a legkritikusabb fenyegetési tényező volt a külső támadás, a villamosenergia-szolgáltatás kiesése, a szerver meghibásodása, a használt szoftver meghibásodása, a munkaállomások meghibásodása és a kibertámadás/kibertérből érkező támadás. Feltételezhető, hogy az infrastruktúrák informatikához kötött függése ilyen és hasonló végeredményhez vezet, mint az, hogy a legkritikusabb fenyegetési tényezők legtöbbje valamilyen elektronikus eszközhöz kötött. Ennek a fordítottját vizsgálva azt is meg lehet állapítani, hogy mely fenyegetési tényező volt a legkevésbé kritikus, tehát, hogy átlagban melyikük bír a legkisebb kockázati értékkel. Ez a tényező jelen kockázatelemzés során az Egységes Digitális Rádiótávközlő rendszer (továbbiakban: EDR) meghibásodása volt, amely átlagosan 1,66-os kockázati értékkel jelent meg.

A második következtetés szintén a fenyegetési tényezőkre vonatkozik, azonban más szemszögből vizsgálva. A kockázatelemzésből megállapítható, hogy mely fenyegetési típusnak volt a legnagyobb és legkisebb a szórása.[107] Ez alapján arra következtehetünk, hogy az adott fenyegetési tényezőnek átlagban milyen eltérései voltak a kockázatelemzések során. Ezek az elemek, az egyik elemzés során az átlagos szinttől eggyel magasabb, másik elemzés során eggyel kisebb kockázati kategóriába lettek besorolva. A legnagyobb szórással rendelkező fenyegetések közé tartozik, az árvíz, amely átlagban 1,07 és a rendkívüli csapadék, amely átlagban 0,99 mértékkel mozdult el egyik-másik irányba. A legkisebb kategóriába tartozó szórással több fenyegetési tényező is rendelkezik, úgy, mint például azok a fenyegetések is többek között, amelyek átlagosan ugyanabba a kockázati kategóriába lettek besorolva (például: a külső támadás, a villamosenergia-szolgáltatás kiesése, a szerver meghibásodása, a használt szoftver meghibásodása, a munkaállomások meghibásodása és a kibertámadás/kibertérből érkező támadás).

A kockázatelemzés során a módusz[108] is megállapítható, amely alapján azt láthatjuk meg, hogy melyik kockázati érték jelenik meg a legtöbbször az egyes fenyegetések elemzése során. A módusz több fenyegetési tényező esetén ugyanaz, így csak egy-kettő kerül említésre. A legnagyobb kockázati érték, a legtöbbször a külső támadás, a villamosenergia-szolgáltatás kiesése vagy a kibertámadás/kibertérből érkező támadás esetén jelent meg. A dolgozat elején

[107] Szórás: A szórás megmutatja, hogy a mennyiségi értékek átlagosan mennyivel térnek el az átlagtól.
[108] Például: A módusz az adatsor leggyakoribb értékét mutatja meg.

felvázolt 2. számú hipotézisemet ezen eredmények alapján meg kell, hogy cáfoljam, ugyanis nem az árvizek jelentik a legnagyobb kockázatot a létfontosságú rendszerelemekre tekintettel. A legkisebb kockázati érték többek között a legtöbb alkalommal, a rendkívüli csapaték, a kritikus létszámhiány vagy az EDR meghibásodása, mint fenyegetés esetén jelent meg.
Nem csak az egyes fenyegetésekre vonatkozóan lehet megállapításokat tenni, hanem a területi egységek kockázatelemzési értékeire is, amelyeknek az átlag kockázati értékeik az 5. számú táblában láthatóak.

5. táblázat: A kockázatelemzés során kapott kockázati átlagértékek, területi egységekre lebontva (saját szerkesztés)

Területi egység	Kockázati átlagérték (1-5 skála)
Budapest és környéke	3,418439716
Északkelet-Magyarország	3,411347518
Nyugat- Magyarország	3,439716312
Északnyugat-Magyarország	3,496453901
Tisza mentén fekvő létesítmények	3,425531915
Balaton és környéke	3,418439716
Délnyugat-Magyarország	3,319148936
Észak- Magyarország	3,340425532
Délkelet-Magyarország	3,411347518
Közép- és Kelet-Magyarország	3,326241135

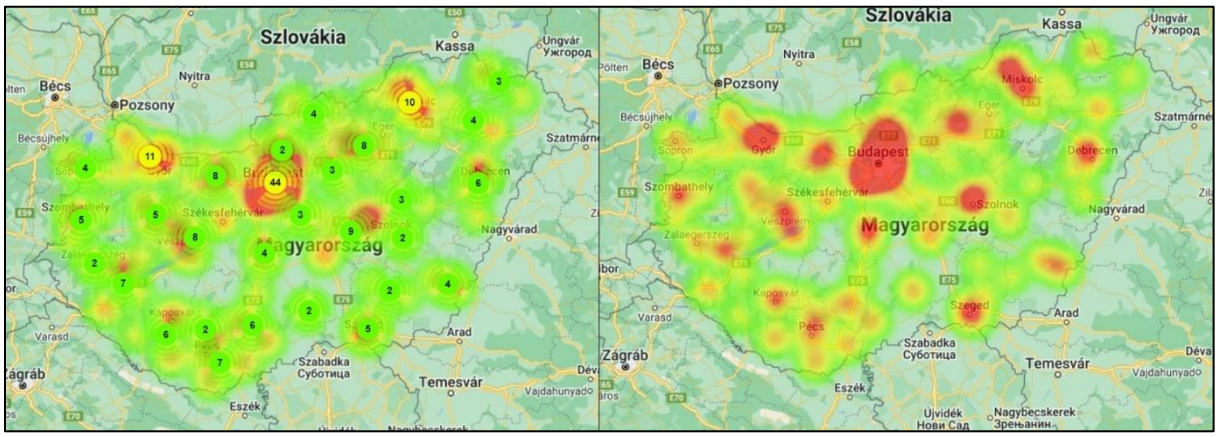
Az értékek úgy kerültek kiszámításra, hogy a harminc darab kockázatelemzésből, az azonos területi egységek szempontjából, először átlagot számítottam az egy területen elhelyezkedő, három különböző létfontosságú szektorba tartozó rendszerelemekre vonatkozóan. Ezután a harminc darab kockázati átlagértékből is átlagot számoltam, tehát az azonos területen lévő infrastruktúrákra vonatkozóan is kaptam egy kockázati átlagértéket. Ezek az értékek kerültek feltüntetésre az 5. táblázatban. Ezáltal kimutatható, hogy hazánkban mely területi egysége kritikusabb a másiknál, a vizsgálat alá tartozó létfontosságú rendszerelem alapján. A kockázatelemzés függvényében megállapítható, hogy a legkisebb kockázattal rendelkező területi egység 3,31-es kockázati átlagértékkel Délnyugat-Magyarország. Ezzel ellenkezőleg a legkritikusabb terület 3,49-es kockázati átlagértékkel Északnyugat-Magyarország lett. Valószínűsíthetően, az oka annak, hogy Északnyugat-Magyarország kritikusabb területnek minősül, mint például a főváros vagy a Tisza mentén fekvő létesítmények az lehet, hogy az egyes éghajlati, környezeti sajátosságok – ha csak kis mértékben is – de olyan hatással vannak a kockázati értékekre, hogy befolyásolják a vizsgált fenyegetések súlyosságából eredő, legkritikusabbnak minősülő területet is.

A 4. számú hipotézisem vizsgálataként megállapítható, hogy a villamosenergia-termelő egységek minősülnek a legkritikusabb kritikus infrastruktúrának. Az 5. számú mellékletben látható területi egységekre és infrastruktúra típuskora lebontott kockázatelemzés alapján

minden esetben a villamosenergia-termelő egységek és alállomásokra vonatkozóan jelentek meg a legnagyobb kockázati átlagértékek, így ez a hipotézisem beigazolódott.
Végül pedig előtérbe kerül a 3. számú hipotézisem, amely által a harminc darab, három szektort és 189 darab kritikus infrastruktúra vizsgálatát tartalmazó kockázatelemzés alapján, Magyarországon a kutatás során vizsgált létfontosságú rendszerelemek összes kockázati értékének az átlaga 3,4. Ez alapján megállapítható, hogy a 3. számú hipotézis megdőlt, hiszen a veszélyezettségi szint a hármas szint fölött van.

4.3. Hazai kritikussági hőtérkép

A dolgozat egyik célkitűzése, hogy hazai viszonylatban ábrázolja a kritikus infrastruktúrákat és azoknak az adott területre gyakorolt hatását. A virtuális hőtérkép által megmutatható, hogy egy Magyarországon vizsgált területi egységen található létfontosságú rendszerelemek, milyen hatással vannak az adott területre.[109] A Maply[110] elnevezésű weboldal segítségével ábrázolom a hazai létfontosságú rendszerelemek kritikusságát, úgy, hogy földrajzi koordináták alapján feltöltésre került a 189 darab létfontosságú infrastruktúra Ez a hazai, kritikussági, virtuális hőtérkép elkészítése több szempont alapján is megvalósulhat. Az egyik vizsgálati szempont alapján a kritikus infrastruktúrák számosságát vehetjük figyelembe, amely alapján a 13. ábrán látható hőtérképeket kaphatjuk meg.

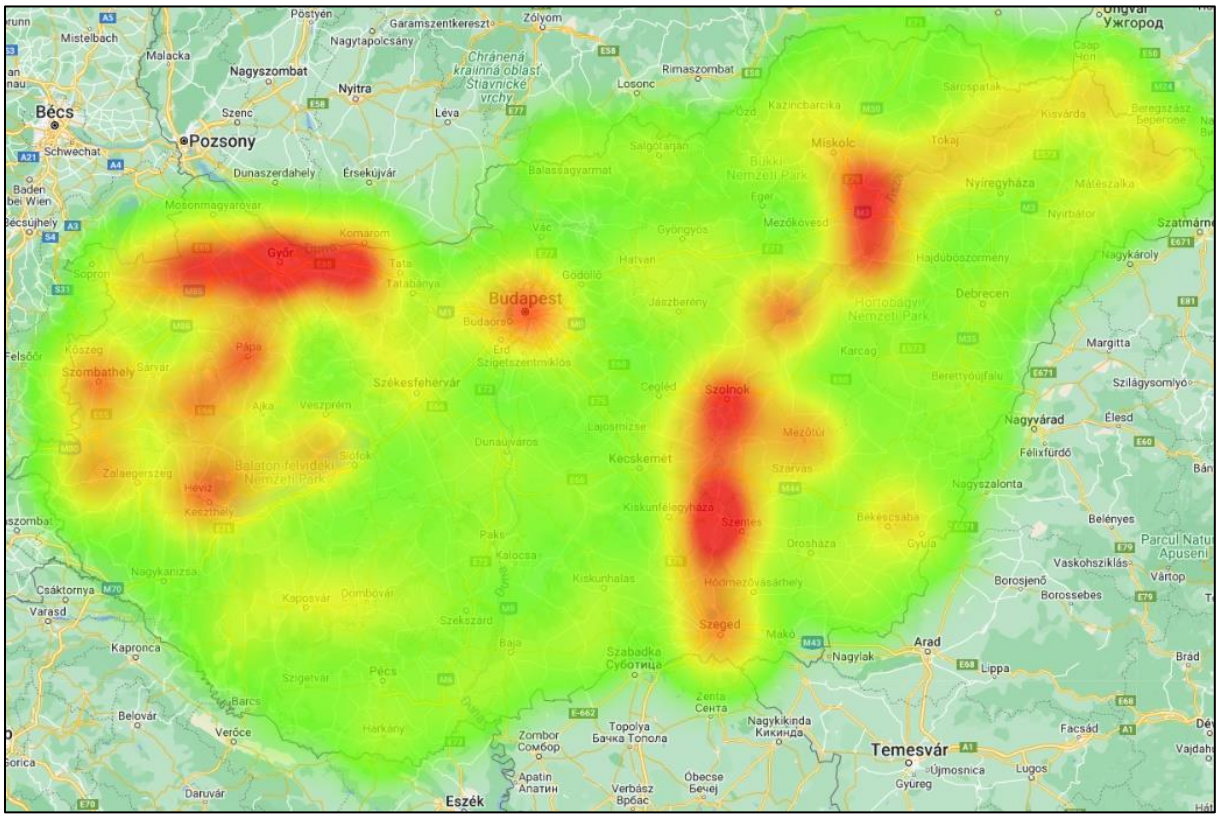


***13*. ábra: Magyarország virtuális, kritikussági hőtérképe a létfontosságú rendszerelemek számossága alapján (saját szerkesztés)[111]**

A számosságból eredően azt láthatjuk az 13. ábrán, hogy egy terület mennyire minősül kritikusnak az ott található létfontosságú rendszerelemek számának függvényében. Ez az ábra

[109] Andy Kirk, *Data Visualisation a Handbook for Data Driven Design* (Los Angeles, Calif: Sage, 2019). 180. oldal
[110] „Magyarország - hőtérkép | Maply - see your data on the map", elérés 2022. április 18., https://maply.com/maps/magyarorszag-hoterkep.
[111] „Magyarország - hőtérkép | Maply - see your data on the map".

önmagában nem feltétlenül reprezentatív, azonban szükséges volt a bemutatása, mert jó viszonyítási alapot képez a hőtérkép, egy másik szempont alapján történő ismertetésének.



14. ábra: Magyarország virtuális, kritikussági hőtérképe a létfontosságú rendszerelemek kockázatelemzésének elvégzése után (saját szerkesztés)[112]

Ezen szempont alapján az 14. ábra azt mutatja meg, hogy az elvégzett kockázatelemzés során, az 5. táblázatban is jól látható, területi egységekre vonatkozó kockázati átlagértékek alapján Magyarországon mely terület minősül kritikusabbnak és melyik kevésbé. Az ábrán a kockázati mátrixhoz hasonlóan a piros színnel jelzett egységek a kritikusabb, míg a sárga színen keresztül a zöldig haladva a legkevésbé kritikus területeket láthatjuk. Az ábrán megjelenő kritikussággal pedig azt figyelhetjük meg, hogy a kockázatelemzés során megkapott kockázati átlagértékek alapján az egyik terület feltételezhetően veszélyeztetettebb a másiknál. Látható, hogy a kockázatelemzés elvégzése során kapott értékek jelennek meg a hőtérképen. Az átlagostól eltérő éghajlati, környezeti körülmények okán a legnagyobb mértékben az észak-nyugati régió, de a Tisza mentén és a Nyugat-Magyarország területi egysége is kritikusabb a többi területhez képest. A legkevésbé kritikusnak vagy veszélyeztettnek tekinthető terület a dél-magyarországi térség. Végül a hőtérkép alapján megállapítható, hogy az elvégzett kockázatelemzés Magyarország területi széttagoltságát erősíti a vizsgált rendszerelemek körében. Ahhoz, hogy

[112] „Magyarország - hőtérkép | Maply - see your data on the map”.

a jövőben még teljesebb képet kaphassunk Magyarország területi egységeinek veszélyeztetettségéről, nem csak a vizsgált rendszerelemek számát szükséges kibővíteni, de a fenyegetési tényezők listáját is.

Következtetések

A kockázatelemzés eredményei alapján megállapítható, hogy Magyarország mely területi egysége minősül a létfontosságú szektorok kritikussága alapján a legveszélyeztetettebb területnek és melyik kevésbé. A legveszélyeztetettebb területnek Északnyugat-Magyarország, a legkevésbé kritikusnak Délnyugat-Magyarország minősült. Továbbá, az elemzés és annak értékelése során a fenyegetési listát alapul véve az is megállapítható, hogy mely fenyegetettségek jelentenek nagyobb kockázatot a létfontosságú rendszerelemekre tekintettel és melyek azok, amelyek kevésbé minősülnek kritikus kockázatnak. A dolgozat elején felállított hipotézisekből az elemzés eredménye a 2. és 3. számú hipotézist megcáfolta, ami azt jelenti, hogy a legnagyobb kockázatot nem az árvizek jelentik az infrastruktúrákat nézve, illetve, hogy a vizsgált létfontosságú rendszerelemek kockázati átlagértéke 3-as szint alatt van. A kockázatelemzés során végül az-az állítás beigazolódott, hogy a kutatás során vizsgált létfontosságú rendszerelemek közül, a villamosenergia-termelő egységek bizonyultak a legkritikusabb kritikus infrastruktúrának.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A bevezetésben meghatározott kutatási célkitűzések és hipotézisek mentén, a kutatás megvalósításának eredményeképpen az alábbi következtetéseket vonom le.

A kutatási célkitűzésem első két pontja egyszerre került vizsgálat alá, így a létfontosságú rendszerelemekre jellemző kölcsönös függőséget, végül a kritikus infrastruktúrákat érintő hálózatosság vizsgálata során, annak szemléltetésével ismertettem. Feltételezhetően a létfontosságú rendszerelemek ellátását illetően, területileg az egymáshoz közel lévő infrastruktúrák fizikai, az egymástól nagy távolságra találhatóak pedig logikai kapcsolatban állnak egymással és így hatnak egymás működésére. Az is megállapítható, hogy ezek a függőségek nem minden esetben állnak fent, hiszen nem minden rendszerelem nyújt olyan szolgáltatást, amely egy másik működéséhez elengedhetetlen.

A kutatás során célom volt egy általános kockázatelemzés elvégzése, a vizsgálat tárgyat képező létfontosságú rendszerelemekre vonatkozóan. A kockázatelemzés elvégzése harminc darab gyakorlati megvalósítást igényelt, így az elemzés elvégzése után az eredmények számszerűségéből adódó következtetéseket vontam le. Ilyen megállapítás volt például a kritikus infrastruktúrákat érintő fenyegetések és azok kockázati átlagértékeinek az elemzése, hogy például mely fenyegetés jelentette a legnagyobb veszélyt az létfontosságú rendszerelemekre tekintettel. Megállapítható, hogy a hazai kritikus infrastruktúra állomány – természetükből fakadóan - elszórtan helyezkedik el az országban, Magyarország természeti, terület sajátosságaiból adódóan pedig, ezen rendszerelemek sérülése különféle befolyással van az adott területi egységekre.

A kutatási célkitűzésem során meghatározott virtuális hőtérkép elkészítése a különféle területi, természeti sajátosságokból adódóan és az infrastruktúrák eltérő szolgáltatásából adódóan megvalósíthatóvá vált. Egyrészről az infrastruktúrák számosságából adódó hőtérkép került elkészítésre, ahol a létesítmények földrajzi koordinátájuk alapján lettek vizsgálva. Másrészről a kockázatelemzés eredményét is prezentáló kritikussági hőtérkép is elkészítésre került, ahol látni lehet, hogy hazánkban mely terület minősül veszélyeztetettebbnek az ott elhelyezkedő létfontosságú rendszerelemek sérülése, kiesése esetén.

Eredmények

Kutatásom eredményeképpen az alábbi téziseket fogalmaztam meg:

T1: A dolgozat elején felállított 1. számú hipotézist, a megállapításaim alapján helytállónak tekinthetjük, ugyanis a kutatás során vizsgált létfontosságú szektorok közötti interdependencia nem egyenlő mértékű. A villamosenergia-termelő egységek és alállomások, illetve az

ívóvízellátás több infrastruktúra működéséhez is szükséges, míg az egészségügyi létesítmények – az infrastruktúrák működése szempontjából – nincsenek a többi rendszerelemre hatással.

T2: A felállított hipotézisek 2. pontját a megállapításaim cáfolják. Egyrészről a kockázatelemzés alapján nem az árvizek jelentik a legnagyobb kockázatot a kritikus infrastruktúrákra vonatkozóan.

T3: A 3. számú hipotézisem szintén megdőlt, ugyanis a kockázatelemzés során megállapítható, hogy a vizsgált létfontosságú rendszerelmek veszélyeztetettségének átlagszintje a 3-as szint fölött van.

T4: A kutatás elején determinált hipotézisek 4. számú pontja beigazolódott, tehát villamosenergia-termelő egységek minősülnek a legkritikusabb kritikus infrastruktúráknak a dolgozatban vizsgált rendszerelemek közül.

FELHASZNÁLT IRODALOM

„41 víziközmű társaság szolgáltathat az országban (2014-ben) | MaVíz - Magyar Víziközmű Szövetség”. Elérés 2022. április 14. http://www.maviz.org/46_vizikozmu_tarsasag_szolgaltathat_az_orszagban.

41/2015. (VII. 15.) BM rendelet az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvényben meghatározott technológiai biztonsági, valamint a biztonságos információs eszközökre, termékekre, továbbá a biztonsági osztályba és biztonsági szintbe sorolásra vonatkozó követelményekről (é. n.). https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500041.bm.

187/2015. (VII. 13.) Korm. rendelet az elektronikus információs rendszerek biztonsági felügyeletét ellátó hatóságok, valamint az információbiztonsági felügyelő feladat- és hatásköréről, továbbá a zárt célú elektronikus információs rendszerek meghatározásáról (é. n.). https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500187.kor.

„2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról - Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye”. Elérés 2022. április 14. https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100209.tv.

2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről (é. n.). https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200166.tv.

2013. évi L. törvény az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról (é. n.). https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300050.tv.

„A Hacker Tried to Poison a Florida City’s Water Supply, Officials Say | WIRED”. Elérés 2022. április 18. https://www.wired.com/story/oldsmar-florida-water-utility-hack/.

A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről (é. n.). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114&from=EN.

„A víziközmű szakterület - Országos Vízügyi Főigazgatóság”. Elérés 2022. április 14. https://www.ovf.hu/hu/ovf-vizikozmu.

„Általános leírás - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”. Elérés 2022. április 19. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/altalanos_leiras/.

„Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése - Országos 1 ‰-es valószínűségű potenciális elöntési térkép”, é. n. https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/B91A47EC-E3B8-4D58-A15F-3E522958BEE8/Orszagos_elontes_1e_web.pdf.

Auer, Ádám, és Tamás Joó. *Hálózatok a Közszolgálatban*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 2019.

„Az ellátórendszer felépítése”. Elérés 2022. április 14. https://www.eubetegjog.hu/az-ellatorendszer-felepitese.html.

Barabási, Albert-László. *Behálózva - A hálózatok új tudománya*. 2013. kiad. HELIKON KIADÓ KFT., é. n.

Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. „Kockázatok azonosítása”, é. n. https://www.katasztrofavedelem.hu/26421/kockazatok-azonositasa.

Bintahin, Mohammed. „What is ISO 27003 Standard?”, 2021. https://cyber-today.com/what-is-iso-27003-standard/.

Bodó, Attila Pál, és Balázs Bognár. *Kritikus információs infrastruktúrák védelme - Éves továbbképzés az elektronikus információs rendszerek védelméért felelős vezető számára 2019*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem - Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 2019.

Bognár, Balázs, Tünde Bonnyai, és Zoltán Vámosi. *Kritikus infrastruktúrák védelme I.* 2019. kiad. Budapest: Dialóg Campus. Elérés 2022. február 8. http://hdl.handle.net/20.500.12944/12450.

Bonnyai, Tünde. „A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében", 2014.

Christer, Pursiainen. „The Challenges for European Critical Infrastructure Protection". *European Integration,* 2009.

„Csapadék - Általános éghajlati jellemzés - met.hu". Elérés 2022. április 19. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/.

„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". Elérés 2022. április 18. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L1148&from=HU.

Euler, Leonard. *Solutio Problematis ad Geometriam situs pertinentis*. 1736. kiad., é. n. https://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=euler-works.

„Gephi - The Open Graph Viz Platform". Elérés 2022. április 19. https://gephi.org/.

„Google Térkép". Elérés 2022. április 15. https://www.google.com/maps/@47.9165853,22.0459434,14z.

Haig, Zsolt. „Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák", 2012.

Hayden, Ernie. *Critical Infrastructure Risk Assessment - The Definitive threat identification and threat reduction handbook*. Rothstein Publishing, 2020.

Horváth, Attila, és Péter Bányász, szerk. *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 2013.

„Hőmérséklet - Általános éghajlati jellemzés - met.hu". Elérés 2022. április 19. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/homerseklet/.

Kirk, Andy. *Data Visualisation a Handbook for Data Driven Design*. Los Angeles, Calif: Sage, 2019.

Ködmön, István. *Hétpecsétes történetek II. - Információbiztonság az ISO 27000 szabványcsalád tükrében*. Budapest: Hétpecsét Információbiztonsági Egyesület, 2014.

Luskova, Maria, és Zdenek Dvorak. „Applying Risk Management Process in Critical Infrastructure Protection". *Interdisciplinary Description of Complex Systems* 17 (2019. január): 7–12. https://doi.org/10.7906/indecs.17.1.2.

„Magas szintű rendelkezésre állás bemutatása - IBM", 2021. https://www.ibm.com/docs/hu/i/7.3?topic=availability-high-overview.

„Magyar Szabványügyi Testület". Elérés 2022. április 18. http://www.mszt.hu/web/guest/az-informaciobiztonsag-hatekonysaganak-merese1.

„Magyarország - hőtérkép | Maply - see your data on the map". Elérés 2022. április 18. https://maply.com/maps/magyarorszag-hoterkep.

„Magyarország kiváló minőségű ivóvizei | MaVíz - Magyar Víziközmű Szövetség". Elérés 2022. április 14. https://www.maviz.org/fogyasztoi_informaciok/magyarorszag_kivalo_minosegu_ivovizei.

„MVM Csoport - Energiát adunk", é. n. https://mvm.hu/-/media/MVMHu/Documents/Tevekenysegunk/MVMCegbemutato/MVM-corporate-profile_20211119_MAGYAR.pdf?la=hu-HU.

„MVM Energetika Zrt. - Termelés". Elérés 2022. április 14. https://mvm.hu/hu-HU/Tevekenysegunk/Termeles.

Negreiro, Mar. „The NIS2 Directive - A high common level of cybersecurity in the EU”. European Parliament - Members’ Research Service, 2021.

„Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő - Egészségügyi ellátások”. Elérés 2022. április 14. http://www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/ellatas_magyarorszagon/egeszsegugyi_ellatasok.

Platt, Edward L. „Network Science with Python and NetworkX Quick Start Guide : Explore and Visualize Network Data Effectively.” Birmingham: Packt Publishing, Limited, 2019. /z-wcorg/. https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5762394.

Rinaldi, S.M., James Peerenboom, és T.K. Kelly. „Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies”. *Control Systems, IEEE* 21 (2002. január): 11–25. https://doi.org/10.1109/37.969131.

„Risk - Secube”. Elérés 2022. április 19. https://secube.hu/secube_functions/risk-erm/.

Soon, Sim, Robert Tiong, Jiwei Lin, és K. Tai. „Modelling critical infrastructure network interdependencies and failure”. *International Journal of Critical Infrastructures* 15 (2019. január): 1. https://doi.org/10.1504/IJCIS.2019.10016804.

Steele, Wendy, Karen Hussey, és Stephen Dovers. „What’s Critical about Critical Infrastructure?” *Urban Policy and Research* 35 (2017. február): 1–13. https://doi.org/10.1080/08111146.2017.1282857.

„Sugárzás - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”. Elérés 2022. április 19. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/.

Szádeczky, Tamás. *Információbiztonsági szabványok,* 2014.

„Szél - Általános éghajlati jellemzés - met.hu”. Elérés 2022. április 19. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/.

„The Risk of Russian Cyberattacks on US Energy Infrastructure”, 2022. https://news.climate.columbia.edu/2022/04/01/the-risk-of-russian-cyberattacks-on-us-energy-infrastructure/.

Vass, Gyula, Lajos Kátai-Urbán, és Balázs Bognár. „A létfontosságú rendszerek és létesítmények védelméről szóló szabályozás végrehajtása Magyarországon”. *Bolyai Szemle*, sz. 2014/2. (é. n.). Elérés 2022. február 8.

Vicsek, Tamás. „Hálózatok” Magyar tudomány, sz. 2006/11. (é. n.): 1296-1297.

Wolf, Rüdiger, El Hachemi Bouali, és Thomas Oommen. „Risk Assesment”, 2018. augusztus. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9_239.

Ábrajegyzék:

1. ábra: Az infrastruktúrák legfőbb tulajdonságai (saját szerkesztés, Forrás: Bonnyai) 15

2. ábra: Königsberg elrendezése 1875 előtt, Kneiphof-sziget (A) és Pregel folyó két ága közötti D terület látható az ábrán. (Forrás: Barabási) 25

3. ábra: Az Lrtv. alapján létfontosságúnak azonosított ágazatok és ezáltal a kiválasztott szektorok interdependenciája (saját szerkesztés) 28

4. ábra: Illusztráció a Gephi programról – a kritikus infrastruktúrák földrajzi koordináták alapján történő felvitele (saját szerkesztés) 31

5. ábra: A kritikus infrastruktúrák földrajzi koordináták felvitele utáni állapot (saját szerkesztés) 33

6. ábra: A villamosenergia termelő egységek és alállomások logikai kapcsolatai (saját szerkesztés) 33

7. ábra: A villamosenergia termelő egységek és alállomások, illetve a víziközmű létesítmények logikai kapcsolatai (saját szerkesztés) 35

8. ábra: A villamosenergia termelő egységek és illetve a víziközmű létesítmények és egészségügyi létesítmények logikai kapcsolatai (saját szerkesztés) 35

9. ábra: Bekövetkezési valószínűség értékeléséhez használt gyakoriság skála (Forrás: SeCube) 39

10. ábra: A kockázatelemzés során használt kárhatás tábla (saját szerkesztés) 42

11. ábra: A kockázatelemzéshez használt kockázati mátrix (Forrás: OKF) 43

12. ábra: A kockázatelemzés során használt kockázati értékelési rendszer (Forrás: OKF) 43

13. ábra: Magyarország virtuális, kritikussági hőtérképe a létfontosságú rendszerelemek számossága alapján (saját szerkesztés) 48

14. ábra: Magyarország virtuális, kritikussági hőtérképe a létfontosságú rendszerelemek kockázatelemzésének elvégzése után (saját szerkesztés) 49

Táblázatok jegyzéke:

1. táblázat: A NIS Irányelv és a hazai jogszabályi környezetben megjelent Lrtv. által kijelölt alapvető szolgáltatást nyújtó szektorok és létfontosságú rendszerelemek (saját szerkesztés, Forrás: Lrtv. és NIS-D) 16

2. táblázat: Kárhatás tábla – példa 38

3. táblázat: A kockázat számításának képlete (saját szerkesztés) 40

4. táblázat: A kockázatelemzés során használt bekövetkezési valószínűség értékeléséhez alkalmazott gyakoriság skála (saját szerkesztés) 41

5. táblázat: A kockázatelemzés során kapott kockázati átlagértékek, területi egységekre lebontva (saját szerkesztés) 47

Mellékletek jegyzéke:

1. sz. melléklet: Kockázatregiszter
2. sz. melléklet: a kockázatelemzés eredményei kockázatokra vonatkozóan
3. sz. melléklet: a vizsgált kritikus infrastruktúrák területének földrajzi adottságai
4. sz. melléklet: a vizsgált kritikus infrastruktúrák listája és földrajzi koordinátája
5. sz. melléklet: A vizsgált kritikus infrastruktúrák kockázati átlagértéke

Rövidítések jegyzéke:

Rövidítés	Magyar nyelvű kifejezés	Idegen nyelvű kifejezés
NIS-D	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	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
Lrtv.	2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről	
USA	Amerikai Egyesült Államok	
Ibtv.	2013. évi L. törvény az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról	
MVM	MVM Energetika Zártkörűen Működő Részvénytársaság	
OKF	Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság	
EDR	Egységes Digitális Rádiótávközlő rendszer	

MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet: Kockázatregiszter

SORSZÁM	MEGNEVEZÉS	SORSZÁM	MEGNEVEZÉS
4.2.1.	meteorológia kockázatok		Kockázat megnevezése
4.2.1.1.	viharos szél	4.2.6.	tűzeset
4.2.1.2.	villámcsapás	4.2.6.1.	létesítményben tűz
4.2.1.3.	rendkívüli hőmérsékleti körülmények (extrém magas/alacsony)	4.2.6.2.	technológiai térben tűz
4.2.1.4.	rendkívüli csapadék	4.2.6.3.	szerverhelyiségben tűz
	Kockázat megnevezése		Kockázat megnevezése
4.2.2.	geológiai kockázatok	4.2.7.	informatikai kockázatok
4.2.2.1.	földrengés	4.2.7.1.	szerver meghibásodása
4.2.2.2.	árvíz	4.2.7.2.	használt szoftver meghibásodása
4.2.2.3.	belvíz	4.2.7.3.	adatkapcsolat meghibásodása
	Kockázat megnevezése	4.2.7.4.	munkaállomások meghibásodása
4.2.3.	humán kockázatok	4.2.7.5.	szünetmentes tápegység meghibásodása
4.2.3.1.	külső támadás	4.2.7.6.	hálózati meghibásodás
4.2.3.2.	belső munkavállaló által elkövetett szándékos károkozás	4.2.7.7.	használt informatikai rendszer, alkalmazás meghibásodása (rendszerenként)
4.2.3.3.	belső munkavállaló által elkövetett gondatlan károkozás	4.2.7.8.	kibertámadás/ kibertérből érkező támadás
4.2.3.4.	szakképzettség hiánya		Kockázat megnevezése
4.2.3.5.	kritikus létszámhiány	4.2.8.	veszélyes anyagokkal és technológiákkal kapcsolatos kockázatok
4.2.3.6.	külső munkavállaló által elkövetett szándékos károkozás	4.2.8.1.	radiológiai veszély
4.2.3.7.	külső munkavállaló által elkövetett gondatlan károkozás	4.2.8.2.	veszélyes anyagokkal kapcsolatos veszély (tűz, túlnyomás, mérgezés)
4.2.3.8.	humán eredetű járványhelyzet	4.2.8.3.	biológiai veszély
4.2.3.9.	állati eredetű járványhelyzet		Kockázat megnevezése
	Kockázat megnevezése		Kockázat megnevezése
4.2.4.	technikai kockázatok	4.2.9.	egyéb, az adott ágazat szempontjából specifikus kockázatok
4.2.4.1.	villamosenergia-szolgáltatás kiesése		Kockázat megnevezése
4.2.4.2.	épületgépészeti meghibásodás	4.2.5.	kommunikációs kockázatok
4.2.4.3.	diszpécserközpont meghibásodása	4.2.5.1.	híradó technika meghibásodása
4.2.4.4.	vízszolgáltatás kiesése	4.2.5.2.	redundanciát nyújtó technika meghibásodása
4.2.4.5.	távhőszolgáltatás kiesése	4.2.5.3.	kommunikációs csatornák meghibásodása
4.2.4.6.	gázszolgáltatás kiesése	4.2.5.4.	EDR meghibásodása
4.2.4.7.	csőtörés létesítményen, épületen belül	4.2.5.5.	IP telefon meghibásodása
4.2.4.8.	csőtörés technológiai téren belül	4.2.5.6.	analóg telefon meghibásodása
4.2.4.9.	redundáns áramellátás kiesése	4.2.5.7.	internet-szolgáltatás kiesése
4.2.4.10.	klimatizálás kiesése		

2. sz. melléklet: A kockázatelemzés eredményei kockázatokra vonatkozóan

Kockázati alkategória	Átlag	Szórás	Módusz
4.2.1.1. viharos szél	1,866667	0,681445	2
4.2.1.2. villámcsapás	2,7	0,466092	3
4.2.1.3. rendkívüli hőmérsékleti körülmények (extrém magas/alacsony)	3,033333	0,927857	3
4.2.1.4. rendkívüli csapadék	3,2	0,996546	2
4.2.2.1. földrengés	3	0	3
4.2.2.2. árvíz	3,766667	1,072648	3
4.2.2.3. belvíz	3,933333	0,868345	3
4.2.3.1. külső támadás	5	0	5
4.2.3.2. belső munkavállaló által elkövetett szándékos károkozás	4,333333	0,479463	4
4.2.3.3. belső munkavállaló által elkövetett gondatlan károkozás	4,333333	0,479463	4
4.2.3.4. szakképzettség hiánya	2,333333	0,479463	2
4.2.3.5. kritikus létszámhiány	2,333333	0,479463	2
4.2.3.6. külső munkavállaló által elkövetett szándékos károkozás	4,333333	0,479463	4
4.2.3.7. külső munkavállaló által elkövetett gondatlan károkozás	4,333333	0,479463	4
4.2.3.8. humán eredetű járványhelyzet	3	0	3
4.2.3.9. állati eredetű járványhelyzet	2	0	2
4.2.4.1. villamosenergia-szolgáltatás kiesése	5	0	5
4.2.4.2. épületgépészeti meghibásodás	3,666667	0,479463	4
4.2.4.3. diszpécserközpont meghibásodása	2,333333	0,479463	2
4.2.4.4. vízszolgáltatás kiesése	3,666667	0,479463	4
4.2.4.5. távhőszolgáltatás kiesése	2,666667	0,479463	3
4.2.4.6. gázszolgáltatás kiesése	2,666667	0,479463	3
4.2.4.7. csőtörés létesítményen, épületen belül	3	0	3
4.2.4.8. csőtörés technológiai téren belül	4,333333	0,479463	4
4.2.4.9. redundáns áramellátás kiesése	4,333333	0,479463	4
4.2.4.10. klimatizálás kiesése	3	0,830455	2
4.2.5.1. híradó technika meghibásodása	2,333333	0,479463	2
4.2.5.2. redundanciát nyújtó technika meghibásodása	3,666667	0,479463	4
4.2.5.3. kommunikációs csatornák meghibásodása	2,333333	0,479463	2
4.2.5.4. EDR meghibásodása	1,666667	0,479463	2
4.2.5.5. IP telefon meghibásodása	2,333333	0,479463	2
4.2.5.6. analóg telefon meghibásodása	2,333333	0,479463	2
4.2.5.7. internet-szolgáltatás kiesése	4,666667	0,479463	5
4.2.6.1. létesítményben tűz	3	0	3
4.2.6.2. technológiai térben tűz	3	0	3
4.2.6.3. szerverhelyiségben tűz	3	0	3
4.2.7.1. szerver meghibásodása	5	0	5
4.2.7.2. használt szoftver meghibásodása	5	0	5
4.2.7.3. adatkapcsolat meghibásodása	4,333333	0,479463	4
4.2.7.4. munkaállomások meghibásodása	5	0	5
4.2.7.5. szünetmentes tápegység meghibásodása	4,333333	0,479463	4
4.2.7.6. hálózati meghibásodás	4,333333	0,479463	4
4.2.7.7. használt informatikai rendszer, alkalmazás meghibásodása (rendszerenként)	4,333333	0,479463	4
4.2.7.8. kibertámadás/ kibertérből érkező támadás	5	0	5
4.2.8.1. radiológiai veszély	2	0	2
4.2.8.2. veszélyes anyagokkal kapcsolatos veszély (tűz, túlnyomás, mérgezés)	2	0	2
4.2.8.3. biológiai veszély	2	0	2

3. sz. melléklet: A vizsgált kritikus infrastruktúrák területének földrajzi adottságai

Területi egység	Területre jellemző éghajlati, környezeti, geológiai tényezők
Közép- és Kelet-Magyarország	mérsékelten meleg - száraz időjárás Kb. 4650-4800 MJ/m 2 a globálsugárzás 2.5 - 3 m/s szélsebesség 500-550 mm átlagos éves csapadékösszeg 8-10 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztettség mentes terület
Budapest és környéke	mérsékelten hűvös - száraz Kb. 4350-4450 MJ/m 2 a globálsugárzás 1.5 - 3 m/s szélsebesség 500-750 mm átlagos éves csapadékösszeg 7-10 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztettség mentes terület
Délnyugat-Magyarország	mérsékelten meleg, mérsékelten száraz Kb. 4650-4750 MJ/m 2 a globálsugárzás 1.5 - 2.5 m/s szélsebesség 650-750 mm átlagos éves csapadékösszeg 10-11 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztettség mentes terület
Északnyugat-Magyarország	mérsékelten meleg - száraz időjárás Kb. 4550-4650 MJ/m 2 a globálsugárzás 3 - 4 m/s szélsebesség 550-750 mm átlagos éves csapadékösszeg 10-11 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztetett terület
Délkelet-Magyarország	meleg - száraz Kb. 4850-4900 MJ/m 2 a globálsugárzás 2.5 - 3 m/s szélsebesség 500-650 mm átlagos éves csapadékösszeg 9-11 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztetett terület
Észak- Magyarország	hűvös - mérsékelten száraz Kb. 4350-4450 MJ/m 2 a globálsugárzás 1.5 - 2 m/s szélsebesség 600-750 mm átlagos éves csapadékösszeg 5-7 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztettség mentes terület
Balaton és környéke	mérsékelten meleg, mérsékelten száraz Kb. 4500-4600 MJ/m 2 a globálsugárzás 3 - 5 m/s szélsebesség 700 -800 mm átlagos éves csapadékösszeg 8 -11 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztettség mentes terület
Tisza mentén fekvő létesítmények	mérsékelten meleg - száraz időjárás Kb. 4500-4650 MJ/m 2 a globálsugárzás 2 - 3.5 m/s szélsebesség 500-550 mm átlagos éves csapadékösszeg 9-11 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztetett terület
Nyugat- Magyarország	mérsékelten hűvös, mérsékelten nedves Kb. 4600-4650 MJ/m 2 a globálsugárzás 2 - 3 m/s szélsebesség 650-800 mm átlagos éves csapadékösszeg 8-9 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztettség mentes terület
Északkelet-Magyarország	mérsékelten meleg - száraz időjárás Kb. 4550-4650 MJ/m 2 a globálsugárzás 2.5 - 3 m/s szélsebesség 550-650 mm átlagos éves csapadékösszeg 8-9 átlagos középhőmérséklet egy évben Árvízveszélyeztetett terület

4. sz. melléklet: A vizsgált kritikus infrastruktúrák listája és földrajzi koordinátája

Label	latitude	longitude	Label	latitude	longitude	Label	latitude	longitude	Label	latitude	longitude
Albertfalva alállomás	47,4399	19,041661	VASIVÍZ Vas Megyei Víz- és Csatornamű Zrt.	47,045327	16,598437	Fővánosi Vízművek Zrt Káposztásmegyeri Főtelep	47,589477	19,080332	Nagyatádi Kórház Dél-Dunántúl	46,230669	17,360799
Albertirsa alállomás	47,22738	19,579396	VASIVÍZ ZRt.	47,248006	16,621783	Fővánosi Vízművek Rákosszentmihályi telep	47,52081	19,1656	Nagykőrösi Rehabilitációs Szakkórház és Rendelőintézet Közép-Magyarország III.	47,022359	19,79024
Békéscsaba alállomás	46,70617	21,012737	Víz- és Csatornaművek Koncessziós Zrt. Szolnok	47,173829	20,21167	Fővánosi Vízművek Gilice Téri Telepe	47,438006	19,18272	Országos Korányi Pulmonológiai Intézet (OKPI) Közép-Magyarország I.	47,521718	18,941461
Bicske-dél alállomás	47,4739	18,65265	Zempléni Vízmű Kft.	48,400053	21,653929	Fővánosi Vízművek - Csepeli telep	47,397362	19,036299	Országos Mentális, Ideggyógyászati és Idegsebészeti Intézet (OMIII) Közép-Magyarország II.	47,518459	19,098188
Debrecen alállomás	47,56568	21,600443	Érd és Térsége Csatorna-szolgáltató Kft.	47,371128	18,891047	Gyulai Köztisztasági Kft.	46,641812	21,279578	Országos Mozgásszervi Intézet (OMINT) Közép-Magyarország I.	47,517721	19,036611
Debrecen-Józsa alállomás	47,61654	21,513419	Hajdúkerületi és Bihari Vízközmű Szolgáltató Zrt.	47,44614	21,390685	Heves Megyei Vízmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság	47,797725	20,407406	Országos Mozgásszervi Intézet (OMINT) Közép-Magyarország I.	47,517721	19,036611
Detk alállomás	47,77313	20,107255	TÖRSVÍZ Csatornamű Üzemeltető és Szolgáltató Kft.	47,443058	18,933005	Heves Megyei Vízmű Zrt. - Hevesi üzemegység	47,651765	20,28381	Országos Onkológiai Intézet (OOI) Közép-Magyarország I.	47,500123	19,021832
Dunamenti alállomás	47,32563	18,916537	Albert Schweitzer Kórház-Rendelőintézet Észak-Magyarország	47,671444	19,683704	Heves Megyei Vízmű Zrt., Hatvani Üzemegység	47,666564	19,679562	Országos Vérellátó Szolgálat Közép-Magyarország	47,479788	19,030901
Dunaújváros alállomás	46,95524	18,923845	Állami Szívkórház Balatonfüred Közép-Dunántúl	46,956454	17,895851	KAVÍZ Kaposvári Víz- és Csatornamű Kft.	46,355404	17,787824	Parád fürdői Állami Kórház Észak-Magyarország	47,92663	20,059721
Felsőzsolca PV erőmű	48,11983	20,855451	Almási Balogh Pál Kórház, Ózd Észak-Magyarország	48,209001	20,291603	Kiskunsági Vízközmű-Szolgáltató Kft.	46,449019	19,472663	Pest Megyei Flór Ferenc Kórház Közép-Magyarország II.	47,539156	19,253453
Gönd alállomás	47,69067	19,161814	Bács-Kiskun Megyei Kórház a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Oktató Kórháza Dél-Alföld	46,910455	19,675161	Mezőföldvíz Regionális Vízközmű Kft.	46,834676	18,907877	Péterfy Kórház-Rendelőintézet Közép-Magyarország III.	47,501792	19,078566
Gönyű alállomás	47,7341	17,806101	Bajai Szent Rókus Kórház Dél-Alföld	46,175202	18,964184	MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.	48,110039	20,821887	Petz Aladár Megyei Oktató Kórház, Győr Nyugat-Dunántúl	47,672143	17,649797
Győr alállomás	47,67518	17,694102	Bajcsy-Zsilinszky Kórház és Rendelőintézet Közép-Magyarország III.	47,478205	19,161425	Nyírségvíz Zrt.	47,937075	21,696231	Sátoraljaújhelyi Erzsébet Kórház Észak-Magyarország	48,397907	21,65208
Kisvárda alállomás	48,20145	22,076638	Batthyány Kázmér Szakkórház Közép-Dunántúl	47,499193	18,02359	"PANNON-VÍZ" Víz- Csatornamű és Fürdő Zrt.	47,688051	17,626544	Selye János Kórház Nyugat-Közép-Magyarország	47,736418	18,16754
Litér alállomás	47,10739	18,015936	Békés Megyei Központi Kórház Dél-Alföld	46,640084	21,276962	Győr-Révfalui vízmű	47,711912	17,629432	Siklósi Kórház Humán-Egészségügyi Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft Dél-Dunántúl	45,848038	18,297158
Mártonvásár alállomás	47,33815	18,832616	Bonyhádi Kórház és Rendelőintézet Dél-Dunántú	46,298858	18,526229	Siógye vízmű	47,750884	17,700363	Siófoki Kórház-Rendelőintézet Dél-Dunántúl	46,902827	18,047445
Ócsa alállomás	47,3202	19,20526	Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktató Kórház Észak-Magyarország	48,121575	20,791691	Öttevényi vízmű	47,73247	17,498946	Somogy Megyei Kaposi Mór Oktató Kórház Dél-	46,360513	17,797604
Oroszlány alállomás	47,50235	18,267147	Bugát Pál Kórház, Gyöngyös Észak-Magyarország	47,78836	19,930815	Rábapatonai vízmű	47,65803	17,481089	Soproni Erzsébet Oktató Kórház és Rehabilitációs Intézet Nyugat-Dunántúl	47,676207	16,598346
Paks alállomás	46,57387	18,847753	Csolnoky Ferenc Kórház Közép-Dunántúl	47,090908	17,910802	Pápai Víz- és Csatornamű Zrt.	47,31664	17,483917	Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Kórházunk és Egyetemi Oktatókórház Észak-Alföld	47,950635	21,729445
Pécs PV erőmű	46,07727	18,306431	Csongrád - Csanád Megyei Egészségügyi Ellátó Központ Hódmezővásárhely-Makó Dél-Alföld	46,414288	20,314091	Soproni Vízmű Zrt.	47,677229	16,591028	Szakirvosi Rendelőintézet Szigetszentmiklós Közép-Magyarország III.	47,333578	19,004438
Sajóivánka alállomás	48,26126	20,592563	Csongrád - Csanád Megyei Mellkasi Betegségek Szakkórháza Dél-Alföld	46,217624	20,238059	Szegedi Vízmű Zrt.	46,246321	20,149514	Saxplonczay Manó Marcali Kórház Dél-Dunántúl	46,579994	17,406244
Sajószöged alállomás	47,94383	20,972481	Csongrád - Csanád Megyei Dr. Bugyi István Kórház Dél-Alföld	46,661843	20,25544	ÉDV Zrt. - Tatabánya-Tata Vízmű Üzem	47,659623	18,424535	Szent Borbála Kórház Nyugat-Közép-Magyarország	47,57929	18,393008
Sándorfalva alállomás	46,30641	20,130193	Csomai Margit Kórház Nyugat-Dunántúl	47,610898	17,246992	TETTYE FORRÁSHÁZ Zrt.	46,06012	18,1784	Dél-budai Centrumkórház-Szent Imre Egyetemi Oktatókórház Közép-Magyarország I.	47,468702	19,034092
Szeged alállomás	46,27443	20,139935	Deák Jenő Kórház Közép-Dunántúl	46,885259	17,441003	Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. - 1	47,267178	20,179775	Szent Kozma és Damján Rehabilitációs Szakkórház és Gyógyfürdő Közép-Magyarország II.	47,759668	18,942827
Szolnok alállomás	47,20489	20,151002	Dél-pesti Centrumkórház - Országos Hematológiai és Infektológiai Intézet Közép-Magyarország III.	47,478132	19,089751	Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. - 2	47,631218	21,591518	Szent László Kórház Nyugat-Dunántúl	47,249909	16,944677
Szombathely alállomás	47,22973	16,6791	Dombóvári Szent Lukács Kórház Dél-Dunántúl	46,383838	18,143747	Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. - 3	47,289538	20,383022	Szent Lázár Megyei Kórház Észak-Közép-Magyarország	48,114967	19,809684
Toponár alállomás	46,41359	17,835289	Dr. Kenessey Albert Kórház-Rendelőintézet Észak-Magyarország	48,079988	19,309539	Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. Mezőtúri Telephely	47,099172	20,608242	Szent Margit Kórház Közép-Magyarország II.	47,53944	19,031142
Zuglói alállomás	47,5306	19,13151	Dr. László Elek Kórház és Rendelőintézet; Orosháza Dél-Alföld	46,55941	20,658669	Veszprém Megyei Tüdőgyógyintézet Farkasgyepű Nyugat-Dunántúl	47,211698	17,621752	Szent Pantaleon Kórház Rendelőintézet Dunaújváros Nyugat-Közép-Magyarország	46,964853	18,942877
Hévíz alállomás	46,79009	17,170653	Dr. Manninger Jenő Baleseti Központ Közép-Magyarország III.	47,496716	19,081754	Zala Megyei Szent Rafael Kórház Nyugat-Dunántúl	46,836197	16,845845	Szigetvári Kórház Dél-Dunántúl	46,054282	17,78716
ALFÖLDVÍZ Regionális Vízközmű-szolgáltató Zrt.	46,68461	21,111365	Észak-Közép-budai Centrum, Új Szent János Kórház és Szakrendelő Közép-Magyarország I.	47,510901	19,003532	Zárci Erzsébet Kórház-Rendelőintézet Nyugat-Dunántúl	47,260556	17,866321	Toldy Ferenc Kórház és Rendelőintézet Közép-Magyarország III.	47,172137	19,817007
Aqua Szolgáltató Kft.	47,86838	17,252571	Fejér Megyei Szent György Egyetemi Oktató Kórház Nyugat-Közép-Magyarország	47,192798	18,434134	Sopronkövesd-Nagykőrös szélerőműpark	47,566768	16,756199	Tolna Megyei Balassa János Kórház Dél-Dunántúl	46,345318	18,700871
BÁCSVÍZ Víz- és Csatornaszolgáltató Zrt.	46,89602	19,665567	Gottsegen György Országos Kardiovaszkuláris Intézet Közép-Magyarország III.	47,478185	19,087124	Kiskőre - Vízerőmű	47,493142	20,515612	Tüdőgyógyintézet Törökbálint Közép-Magyarország I.	47,388809	18,895086
BAJA VÍZ Baja és Térsége Víz- és Csatornamű Kft.	46,19923	18,964111	Gróf Esterházy Kórház és Rendelőintézeti Szakrendelő Nyugat-Dunántúl	47,326998	17,47075	MVM Mátra Energia Zrt.	47,79392	20,049287	Uzsoki utcai Kórház Közép-Magyarország II.	47,520023	19,102003
BAKONYKARSZT Víz- és Csatornamű Zrt.	47,10188	17,887438	Gróf Tisza István Kórház Észak-Alföld	47,225181	21,542751	MVM Balance Zrt.	47,44994	18,970458	Vaszary Kolos Kórház, Esztergom Nyugat-Közép-Magyarország	47,792341	18,74422
BARANYA-VÍZ Zrt. Komló	46,19164	18,274004	Heim Pál Országos Gyermekgyógyászati Intézet Közép-Magyarország III.	47,478586	19,091827	MVM Zöld Generáció Kft.	47,578071	19,049846	MVM MIFŰ Kft.	48,09564	20,747036
BARANYA-VÍZ Zrt. Harkány	45,85613	18,29074	Hévízgyógyfürdő és Szent András Reumakórház Nyugat-Dunántúl	46,787966	17,189542	É.R.Ö.V. Egyesült Regionális Önkormányzati Zártkörűen Működő Részvénytársaság	46,345576	18,70982	Magyar Imre Kórház Nyugat-Dunántúl	47,111706	17,563813
BARANYA-VÍZ Zrt. Szigetvár	46,04722	17,79392	Juhn Ferenc Dél-Pesti Kórház és Rendelőintézet Közép-Magyarország III.	47,424038	19,131828	Érd és Térsége Regionális Vízi Kft.	47,371254	18,887409	Margit Kórház Pásztó Észak-Közép-Magyarország	47,91892	19,692447
BARANYA-VÍZ Zrt. Mohács	46,00268	18,681603	Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Hetényi Géza Kórház-Rendelőintézet Dél-Közép-Magyarország	47,157666	20,172146	ÉRV Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt.	48,247531	20,613698	Markhot Ferenc Oktatókórház és Rendelőintézet Észak-Magyarország	47,904676	20,372643
BORSODVÍZ Önkormányzati Közfeladatot Ellátó Szolgáltató Zrt.	48,15944	21,200703	Jászberényi Szent Erzsébet Kórház Észak-Alföld	47,493677	19,911306	FEJÉRVÍZ Fejér Megyei Önkormányzatok Víz- és Csatornamű Zrt.	47,196405	18,420234	Markusovszky Egyetemi Oktatókórház Nyugat-Dunántúl	47,239388	16,619038
DAKÖV Dabas és Környéke Kft.	47,18699	19,325176	Jávorszky Városi Ödön Kórház Közép-Magyarország II.	47,78397	19,148014	Észak-zalai Víz- és Csatornamű Zrt.	46,845642	16,863442	Mátrai Gyógyintézet Észak-Közép-Magyarország	47,86426	19,976866
Debreceni Vízmű Zrt.	47,5312	21,621299	Kanizsai Dorottya Kórház Nyugat-Dunántúl	46,452436	16,999196	Északdunántúli Vízmű Zrt.	47,58343	18,403851	MÁV Kórház és Rendelőintézet, Szolnok Észak-Alföld	47,174423	20,208286
Dél-Pest Megyei Vízközmű Szolgáltató Zrt.	47,41763	19,258732	Karolina Kórház - Rendelőintézet Nyugat-Dunántúl	47,873999	17,269577	Fővánosi Csatornázási Művek Zrt.	47,497344	19,100083	Mezőtúri Kórház és Rendelőintézet Dél-Közép-Magyarország	47,002886	20,628277
Délzalai Víz- és Csatornamű Zrt.	46,45185	16,990858	Károlyi Sándor Kórház Közép-Magyarország II.	47,558544	19,10365	Fővánosi Vízművek Zrt.	47,50481	19,099682	Misszió Egészségügyi Központ Közép-Magyarország II.	47,662704	19,273432
DMRV Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.- Nógrádi Üzemvezetőség	48,16404	19,312746	Kátai Gábor Kórház Észak-Alföld	47,324679	20,912131	Fővánosi Vízművek telephely	47,469545	19,121655	Mohácsi Kórház Dél-Dunántúl	45,998199	18,681806
DMRV Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. Balparti Üzemvezetőség	47,86145	19,131814	Kazincbarcikai Kórház Észak-Magyarország	48,253933	20,618123	Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.-Gödöllői Üzemvezetőség	47,675234	19,335362	Koch Róbert Kórház és Rendelőintézet Észak-Magyarország	48,295373	20,725794
Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.-Jobbparti Üzemvezetőség	47,71329	19,097889	Keszthelyi Kórház Nyugat-Dunántúl	46,769703	17,251232	Dunaújvárosi Regionális Vízmű Zrt. - 2	46,905015	18,054413	Komlói Egészségcentrum, Bányászati Utókezelő és Éjjeli Szanatórium Egészségügyi Központ Dél-Dunántúl	46,180437	18,271478
Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. - 1	47,77033	19,284475	Kiskunhalasi Semmelweis Kórháza a Szegedi Tudományegyetem Oktató Kórháza Dél-Alföld	46,434822	19,471488	Dunaújvárosi Víz, - Csatorna – Hőszolgáltató Kft.	46,958498	18,945182	Lumniczer Sándor Kórház-Rendelőintézet Nyugat-Dunántúl	47,595253	17,024277
Tiszalök vízerőmű	48,02538	21,30773									

5. sz. melléklet: A vizsgált kritikus infrastruktúrák kockázati átlagértéke

Területi egység és létfontosságú rendszerelem	Kockázati átlagérték
Budapest és környéke - Egészségügyi létesítmények	3,106382979
Budapest és környéke - Ivóvízellátás	3,340425532
Budapest és környéke - Villamosenergia-termelés	3,808510638
Északkelet-Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,127659574
Északkelet-Magyarország - Ivóvízellátás	3,319148936
Északkelet-Magyarország - Villamosenergia-termelés	3,787234043
Nyugat- Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,170212766
Nyugat- Magyarország - Ivóvízellátás	3,340425532
Nyugat- Magyarország - Villamosenergia-termelés	3,808510638
Északnyugat-Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,191489362
Északnyugat-Magyarország - Ivóvízellátás	3,425531915
Északnyugat-Magyarország - Villamosenergia-termelés	3,872340426
Tisza mentén fekvő létesítmények - Egészségügyi létesítmények	3,127659574
Tisza mentén fekvő létesítmények - Ivóvízellátás	3,361702128
Tisza mentén fekvő létesítmények - Villamosenergia-termelés	3,787234043
Balaton és környéke - Egészségügyi létesítmények	3,106382979
Balaton és környéke - Ivóvízellátás	3,340425532
Balaton és környéke - Villamosenergia-termelés	3,808510638
Délnyugat-Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,021276596
Délnyugat-Magyarország - Ivóvízellátás	3,255319149
Délnyugat-Magyarország - Villamosenergia-termelés	3,680851064
Észak- Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,042553191
Észak- Magyarország - Ivóvízellátás	3,276595745
Észak- Magyarország - Villamosenergia- termelés	3,70212766
Délkelet-Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,085106383
Délkelet-Magyarország - Ivóvízellátás	3,340425532
Délkelet-Magyarország - Villamosenergia-termelés	3,808510638
Közép- és Kelet-Magyarország - Egészségügyi létesítmények	3,042553191
Közép- és Kelet-Magyarország - Ivóvízellátás	3,255319149
Közép- és Kelet-Magyarország - Villamosenergia-termelés	3,680851064