



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS  
TÉZISFÜZETE

---

MOLNÁR FERENC

# A hazai villamosenergia- ellátás biztonsága a fenntarthatóság tükrében, a karbonmentes források térnyerésének kérdései

Témavezető: Prof. Dr. Rajnai Zoltán

## **Tartalomjegyzék**

1	Summary .....	3
2	A kutatás előzményei .....	4
3	Célkitűzések .....	5
4	Vizsgálati módszerek .....	6
5	Új tudományos eredmények.....	8
6	Az eredmények hasznosítási lehetősége .....	12
7	Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék .....	13
8	Publikációk .....	17
8.1	A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények .....	17
8.2	További tudományos közlemények (opcionális) .....	18

# 1 Summary

The history of humankind is marked by the presence of energy, by its continuous diversification, its expanding fields of use and the ever-increasing demand for it [1 p.8]. The use of energy is a dominant characteristic of every aspect of the civilised life. There is no exaggeration in stating that in the absence energy, the living conditions of urbanised populations would disappear. Without electricity, almost all aspects of modern life would stop including the major features as the computerised control systems and the main and auxiliary equipments of the basic utility systems. One of the main negative effects of the current rate of energy use is the over exploitation of the earth's natural resources and the acceleration of the global warming. The survival of the human society is at stake when working out action plans and measures for preserving our planet [3 p.5] and changing the current direction of the “development” of our civilisation.

For the sustainable development, the expansion of the use of carbon-free resources is essential. Carbon-free resources are considered the renewable- and nuclear energy sources. The security of supply must be maintained as our energy use is revolutionised. Many new challenges have to be solved in order to ensure the continuity and security of energy supply.

In the first chapter of my thesis, I present the international and national situation, the new trends and the emerging vision for the future through an analysis of the usage and the structure of the electricity production.

In the second chapter, I examine and evaluate the planning methodology used for the development of the national transmission network. Based on this study and taking into account the revolutionary changes in the electricity system I make suggestions for improving and enhancing the planning process.

In the third chapter, I present a completely new method for determining the reliability of the transmission between two arbitrarily chosen points in a multi-loop transmission network. The novelty of the procedure relies in the modelling of the network by a complex graph and the calculation for determining the reliability indices using the graph cuts method.

Finally, in the fourth chapter, I have carried out an analysis of the regulatory reserve requirements of the national transmission network in terms of system security and sustainability.

## 2 A kutatás előzményei

Az emberiség történelmét végig kíséri az energia jelenléte, folyamatosan bővülő felhasználási területei és formái valamint az egyre növekvő energiaigény [1 p.8]. Az energia kifejezést életünk szinte minden területén használjuk, az energia megszámlálhatatlan formájában szolgálja a mindennapjainkat. Az energiát a tudomány különféle ágazatai is másképpen írják le a saját szempontrendszerük szerint, mindegyikben jelen van, és mindben másként nyilvánul meg.

A jelenkor civilizált embere számára az energia olyan számos megjelenési és felhasználási formában van jelen, hogy felsorolni is csak a teljesség igénye nélkül lehetne. A civilizált ember életének minden szegmensében meghatározó az energia használata. Túlzás nélkül ki lehet jelteni, hogy a ma élő urbanizált ember életfeltételei szűnnének meg az energia hiányában. Villamos energia nélkül nem működne semmi, így a számítástechnikai eszközökkel megvalósított irányító rendszerek, sem az alapellátó rendszerek fő és segédberendezései. Könnyű belátni, hogy villamos energia hiányában leállna a víz-, gázellátás. Nem működnének a szellőző rendszerek. Leállna a közlekedés és éjszaka minden sötétbe borulna. Nem lenne a lakásoknak fűtési és hűtési lehetősége. Leállna az ipari és mezőgazdasági termelés. Sem ivóvíz, sem élelem nem lenne. Nem működnének a kommunikációs és biztonsági rendszerek. Az ország-, és rendvédelem sem tudná ellátni a feladatát. Az energia hiánya gazdasági és társadalmi katasztrófához vezetne [1 p.8].

A jelenlegi csaknem 8 milliárdnyi globális populáció a fenntartható fejlődéshez maximalizált energiaszükséglet többszörösét emészti fel minden pillanatban. A rohamosan gyarapodó létszámú emberiség kíméletlen mértékű energiafelhasználás árán rendkívül önző és pazarló módon meríti ki a föld energiakészletét és rombolja le a természeti környezetét [1 p.8].

A jelenkori energiafelhasználás mértékének egyik negatív hatása a Föld készleteinek mérhetetlen kizsákmányolása és a globális felmelegedés felgyorsulása. A globális felmelegedés ciklusai végig kísérik a Földtörténetet. Az ipari forradalom óta az emberi tevékenység hatására folyamatosan emelkedő mértékben egyre nagyobb mennyiségű a légtérbe juttatott üvegházhatású gáz. Ennek következtében egyre vastagabb a felhalmozódott üvegházhatású gázréteg, tehát folyamatosan erősödik az üvegházhatás, amelynek eredménye, hogy csökken a légtérből kijutó hőmennyiség. A legnagyobb veszteségi hőmennyiség és egyben üvegházhatású gáz kibocsátó szektorok az energia előállítás, a közlekedés-szállítás, az ipar és az épületek. A szektorok egyre emelkedő energia felhasználása, és az egyes ember növekvő fogyasztása, a

mára csaknem 8 milliárdnyi populáció folyamatos gyarapodása valamint az elavult technológiák alkalmazása okozza. A tét nem kisebb, mint az emberiség túlélése, amely csak az élhető bolygónk megőrzésével lehetséges [3 p.5].

Amennyiben a civilizáció jelenlegi „fejlődési” irányán nem sikerül változtatni, akkor az egész emberiség életfeltételei kerülnek veszélybe, mégpedig belátható közelségben. Az én személyes motivációm a klímavédelem kapcsán, hogy egy élhető világot adjunk tovább az utókor számára. [1 p.8]. A témához való személyes kötődésem másik aspektusa, hogy villamosmérnökként közel 35 éve foglalkozom erőmű beruházások irányításával. Ez idő alatt a munkám során szinte minden villamos energia ipari technológiával közvetlen kapcsolatba kerültem. Rendszer szinten komplex szempontok alapján elemezve illetve értékelve látom a jelenlegi globális energetikai folyamatok kitűzött irányait, azok gazdasági-, társadalmi kockázatait és a lehetséges megoldási alternatívákat is. Kiemelten fontos számomra, hogy minél hatékonyabban, környezetkímélő és fenntartható módon elégeíthessük ki az emberiség folyamatosan növekvő energiaigényét [1 p.9].

A kormányzati, az ipari-kereskedelmi és a végfelhasználó stakeholderok energia-, és környezettudatos magatartása nélkülözhetetlen, az energia hatékonyság, a fenntarthatóság valamint a tiszta energia felhasználás felé vezető úton, ezért kiemelten fontos feladatnak tartom ennek támogatását. [1 p.9].

### **3 Célkitűzések**

Kutatómunkám célja egy olyan hazai villamosenergia-termelő szerkezet kialakítása, amely hosszú távon az Európai Unió klímavédelmi és ellátásbiztonsági szabályozásához harmonizált hazai energiasztratégia figyelembe vételével, megbízhatóan és biztonságosan kielégíti a hazai felhasználói igényeket. Ehhez tanulmányoztam a korábbi tudományos eredményeket, a hazai és nemzetközi szakirodalmat, és terjedelmes személyesen beszerzett adatot dolgoztam fel. Az ellátásbiztonság ebben az esetben a villamos energia rendelkezésre állását jelenti az ipari és lakossági fogyasztók csatlakozási pontjain, minden időpillanatban a megfelelő minőségi paraméterek teljesülése mellett. Az ellátásbiztonságot a rendszerbiztonság vagy rendszermegfelelőség aspektusából vizsgálom.

1. Célként fogalmaztam meg annak vizsgálatát, hogy a hazai villamos átviteli hálózat hogyan felel meg hosszú távon az időjárásfüggő megújuló energia alapú villamosenergia-termelés térnyerésének következtében jelentkező kihívásoknak.

- műszaki terhelhetőség, paraméterek,
- szabályozhatóság,

- decentralizált elhelyezkedés hatása (termelés – fotovoltaiikus erőművek, fogyasztás – elektrifikáció)

2. Célul tűztem magam elé annak vizsgálatát, hogy hogyan vizsgálható a villamosenergia-átvitel megbízhatósága hazai 400 kV-os átviteli hálózaton. A 400 kV-os átviteli hálózat rendszerelemeit magába foglaló új modell megalkotása matematikai (gráfelméleti) és villamosmérnöki tudományok komplex alkalmazásával.

3. Célként fogalmaztam meg, a hosszú távú fogyasztási és termelési jelleg-változás vizsgálatát és jellegsávok meghatározását. A fenntarthatósági és ellátásbiztonsági célok teljesülése érdekében, az időjárásfüggő megújuló kapacitások - szélsőséges viselkedésének figyelembe vételével - rendszerbe illeszthetőségüket biztosító jellegsávokat állítok elő a szabályozási igény meghatározására. A szabályozási igénytől függően megvizsgálom egy nagyteljesítményű szivattyús-energiatároló, mint rugalmas kapacitás villamos hálózatba illesztését.

## **4 Vizsgálati módszerek**

A kutatási terület választását determinálta, hogy 35 éve a villamos energia iparág vezető cég-csoportjában az MVM Csoportban nagyerőművi beruházások irányításával foglalkozom. Az eddigi tanulmányaim során szerzett ismeretek a villamosenergia-ipar fejlődését szolgálják.

A téma választását indokolta az energetika széles palettájából a jövőnkét alapvetően meghatározó egyes legégetőbb kérdések lehetséges válaszainak alátámasztása, tudományos módszertan vizsgálati által nyert eredmények felhasználásával.

A kutatás komplex szemléletmódot igényelt, több tudományterület eredményeire támaszkodott, és mind elméleti mind gyakorlati aspektusú

A rendkívül széles és összetett szakmai terület tudományos előzményeinek vizsgálata, elemzése, rendszerbe illesztése széles körű hazai és nemzetközi szakirodalom feldolgozásával valósulhatott meg. A tudományos felületeken elérhető szakmai publikációkon túlmenően a témában meghatározó tanulmányok, kiadványok, könyvek és tudományos konferencia előadások feldolgozása segítette a munkámat. A kutatás elvégzéséhez saját korábbi munkáim is jelentős támpontot nyújtottak.

1. Loadflow vizsgálatok, becsült termelési és fogyasztási modell alkotása az átviteli hálózat teljesítőképességének vizsgálatára. A meglévő fejlesztési eszköztár vizsgálata, alkalmasságának megítélése a műszaki megfelelés szempontjából. Az értekezés készítése

során végzett villamos hálózat vizsgálatok a Siemens PTI cég PSS/E szoftverének v35-ös verziójával készültek. A számítógépes modellező rendszer technikai és tervező szakértői támogatását a MAVIR biztosította számomra. Ez egyben azt is lehetővé tette, hogy a Hálózatfejlesztési Terv céljára készült modelleket közvetlenül fel tudjam használni, formátumkonverzió vagy hangolás szükségszerűsége nélkül.

2. A meglévő gráfelméleti és villamosmérnöki ismeretek birtokában új módszer kidolgozása, egyszerűsített - 400 kV-os átviteli hálózat - hurkolt hálózati gráf megalkotására. Új módszer és kritérium kidolgozása a minimális üzemképtelenségi vágatok meghatározása. (Dr. Pálfi Judit sejtés alapján ellenőrzött vágatmátrix szám.) Az átviteli üzembizonytalanság, megbízhatóság meghatározása.

3. A matematikai statisztikai módszerekkel a feldolgozott, prognosztizált és képzett adatokkal jellemző értékek meghatározása a fogyasztói és terhelési új jellegsáv-modellek megalkotása. Relativizált értékek létrehozásán keresztül a megújuló relatív termelési és terhelési modell összevetése annak megállapítására, hogy mekkora és milyen jellegű tároló-szabályozó kapacitást rendszerbe illesztése szükséges az időjárásfüggő termelők további integrálásához.

## 5 Új tudományos eredmények

### Tézisek

#### ÚJSZERŰ FELHŐSÖDÉSI VIZSGÁLAT. A 2030-RA PROGNOSTIZÁLT HAZAI FOTOVOLTAIKUS ERŐMŰVI TELJESÍTMÉNYVÁLTOZÁS HATÁSA AZ ÁTVITELI HÁLÓZAT ÜZEMÉRE

##### Az 1. tézis megfogalmazása

A hálózatfejlesztés tervezési folyamat kiinduló adatai egy éven belül is jelentős mértékben megváltozhatnak. A MAVIR 10 évre kitekintő prognózisa 2020-ban 7835 MW fotovoltaiikus teljesítőképességet tartalmazott 2030. évre.[94 p.28] A 2022-ben elérhető MAVIR előrejelzés 2031-re már 11600 MW napelemes kapacitást vetít előre. [68 p.48] Ez azt jelenti, hogy egy év alatt a 2020-ban kiadott hivatalos prognózishoz képest közel 50% - al nőtt a 10 éves kitekintés végére szintén a MAVIR által kiadott napelemes kapacitás bővülési trend.

Az MEKH elvárása, hogy a mindenképpen szükségesnek ítélt hálózati fejlesztések megvalósításához a műszakilag egyenértékű alternatívák közül a legkisebb költséggel járó műszaki megoldást kell választani. Az összehasonlítás az alternatívák CAPEX és OPEX költségeinek figyelembevételével kell, hogy történjen. A legkisebb költségre törekvés elve nem írja felül a kötelezően alkalmazandó tervezési kritériumokat, hanem a hálózatfejlesztés tervezési folyamat kritérium rendszerén belül értelmezhető. A vizsgált fotovoltaiikus erőmű technológia penetráció kiszámíthatatlanságának kezelésére a hálózatfejlesztési tervezés folyamatában kétféle módszert látok. Az egyik módszer a jelenleginél pontosabb modelleket, jóval több üzemállapokra kiterjedő szimulációkat, jóval pontosabb és hosszabb távú időjárási valamint termelési előrejelzést tartalmazhatna. Az elvégzett felhősödési vizsgálat igazolta, hogy az általam elvégzettnél jóval részletesebb, komplexebb, bonyolultabb kritériumokra és feltételezhetően nagyságrendekkel nagyobb számítási volumenre lenne szükség.

Az időjárásfüggő villamosenergia-termelés földrajzilag elosztottan jelentkezik. A rendszerbe integrált, várhatóan egyre nagyobb összkapacitású szabályozási tartalékok elosztott és koncentrált elhelyezkedésben lesznek jelen a hálózati topológiában. Azt biztosan ki lehet jelenteni, hogy szabályozási tartalékok jelentős részének csatlakozási pontja nem fog egybe esni az időjárásfüggő termelők hálózati csatlakozási pontjaival, tehát folyamatosan és fokozatosan erősödni fog a hálózat kitétsége a véletlenszerű rendszerszintű hatásoknak.



Az előzőekben elemzett problémák kezelésére a hálózatfejlesztési tervezés folyamatába az összes eddigi kritérium megtartása mellett egy új kritérium bevezetését javaslom, amely a célzottan bevezetett tartalék képzést jelenti. Az eddigiekhez képest ez egy teljesen új módszertani megközelítés lenne. Az előre nem tervezhető hektikusan előforduló hálózati üzemállapotok megoldására ez a tartalék fog mozgásteret biztosítani a hálózati engedélyesek számára, amely a rendszerbiztonságot és ezen keresztül az ellátásbiztonságot fogja szolgálni. A jelenleg még fejlesztés alatt álló, teljesítményelektronikai megoldásokkal megvalósítható mesterséges inercia működéséhez szintén hálózati kapacitástartalék képzésre van szükség. A tartalék képzést a hálózatfejlesztési kritériumok közé emelve lehetőséget ad a hálózat tervezőnek arra, hogy a legkisebb költség elvének betartása ne befolyásolhassa a tartalék műszaki megvalósíthatóságának tervezhetőségét. A legkisebb költség elve ebben az esetben is csak a műszaki alternatívák közötti választásban játszhat szerepet.

A célzott tartalékok hiánya esetén az időjárásfüggő fotovoltaiikus beépített kapacitások rövid idő alatt bekövetkező esetleges drasztikus növekedése azzal a kockázattal jár, hogy az előre nem jelezhető, dinamikus kialakuló hálózati állapotok üzembiztonsági problémáit nem minden esetben lehet majd operatív beavatkozásokkal megoldani. Illetve az operatív beavatkozásokkal való megoldhatóság (PV visszatérhelés szükségessége) egyre nagyobb mértékben a rendszerszintű szabályozási tartalékok növelését fogja igényelni, azok hiányában ellehetetlenül.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei azt igazolták vissza, hogy a hazai 400 kV-os többszörösen hurkolt átviteli hálózat a vártnál jobb eredményt produkált a rendszer megbízhatóság szempontjából.

Másik fontos aspektus, hogy a jelen statikus vizsgálati módszer csak a villamos hálózati elemek rendszerszintű, állandósult állapotú teherbíró képességét vizsgálja, de nem terjed ki a villamos energia rendszer dinamikus vizsgálatára, amely a szabályozási feladat ellátásához szükséges rugalmas kapacitások rendszerszintű viselkedését hivatott modellezni.

**A vizsgálataim a várakozásaimat nem igazolták, tehát negatív eredménnyel zárultak. A jelenlegi hálózatfejlesztési eszköztár nem alkalmas a fotovoltaiikus erőművek villamos hálózatra gyakorolt szélsőséges hatásainak vizsgálatára. Nem alkalmas műszaki hiányosságok feltárására. Műszaki-gazdasági-politikai feltételek folyamatos korrekciójával a vizsgálat mindig megfelelő eredményt szolgáltat.**

**Új hálózatfejlesztési módszertant kell kidolgozni, amely kiterjed a részleges felhősödés vizsgálatokra és a hálózati kapacitás tartalékképzésre. A tartalékképzés a nagy rendszerzavartatások és az időjárás-havária elviselési képességek javítását is szolgálja.**  
[MF1] [MF3] [MF4] [MF5] [MF6] [MF7] [MF8] [MF9] [MF10] [MF11] [MF12] [MF13]  
[MF14] [MF15] [MF16] [MF17] [MF18] [MF19] [MF20]

## **ÁTVITELI HÁLÓZAT ÜZEMBIZTONSÁGI VIZSGÁLATA**

### **A 2. tézis megfogalmazása**

Kidolgoztam egy új eljárást, amelynek célja egy többszörösen hurkolt hálózat két végpontja között az átviteli megbízhatósági mutató előállítását. Az eljárás újszerűsége a hálózat leképezése egy összetett gráffá majd ennek egyszerűsítése és a megbízhatósági mutatók kiszámításának módja. Valójában üzembizonytalanságot számítok, de megbízhatóságot vizsgálom. Az eddigi gyakorlatban vagy a matematika tudomány oldalról vagy villamosmérnöki tudományos oldalról vizsgálták a gráfot illetve használták fel a gráfelméletet. Együtt a két tudományág illetve szakterület eddig még nem kezelte ilyen komplex módon. Az új eljárásrend matematikai és villamosmérnöki komplex gondolkodás eredményeként született, amelynek célja egy sajátos gráf modell felépítése, amely további speciális gráfműveletekkel alakítható számítási céljainknak megfelelő állapotokra.

A hurkolt hálózat két pontja közötti átvitel megbízhatóságának számítására olyan új módszert dolgoztam ki, amely alkalmas arra, hogy 3 fázisú hurkolt hálózat 1 fázisú helyettesítő kapcsolásán alapuló gráfot minimális csomópontú gráffá egyszerűsítse. Újdonság a gráf egyszerűsítési eljárása. Ez az egyszerűsítés teszi lehetővé egy hurkolt hálózat megbízhatóság számítását újszerű módon. A gráfot olyan módon egyszerűsíttem, hogy az összevonások megbízhatósági mutatóit ki tudjam számolni. Az új módszer megmutatja, hogy bonyolult hálózat két pontja között hogyan értelmezhető az üzembiztonság, illetve a gráf sérülései milyen hatással vannak a villamosenergia-átvitelre.

A gráf felépítése során fontos, a villamoságtanból ismert alapelv, amely szerint a teljes szimmetria miatt az ön és kölcsönös impedancia helyett fázis impedanciát használhatok. A háromfázisú rendszer egyfázisú helyettesítő kapcsolásának referencia pontját elhagyva, csak az átviteli ágakat használom fel a modell alkotáshoz.

A villamosságtani és gráfelméleti megfontolásból, a csomópontok és ágak összevonásával keletkező, egyszerűsített — minimális számú csomópontot és ágot tartalmazó — gráf alkalmas arra is, hogy meghatározzam, mely ágak kiesésekor szűnik meg a villamosenergia-átvitel.

Az egyszerűsített, összevont csomópontokra és ágakra újszerűen meghatározott üzembizonytalansági mutatókat állítottam össze, segítségével meghatároztam az átvitel megbízhatóságát.

**Villamos és matematikai megfontolások alapján új módszert dolgoztam ki a hazai 400 kV-os nagyfeszültségű hurkolt hálózat gráfjának egyszerűsítésére, amelyen véges számú üzembizonytalansági vágatokkal meg lehet határozni az átvitel üzembizonytalanságát, megbízhatóságát. [MF1] [MF3] [MF5] [MF8] [MF9] [MF10] [MF11] [MF12] [MF15] [MF16]**

## **A HAZAI ÁTVITELI HÁLÓZAT SZABÁLYOZÁSI TARTALÉKIGÉNYÉNEK VIZSGÁLATA A RENDSZERBIZTONSÁG FENNTARTHATÓSÁG SZEMPONTJÁBÓL**

### **A 3. tézis megfogalmazása**

Megalkottam egy tipikus fogyasztói és tipikus karbonmentes termelői sávot, amelyek a döntéshozók munkáját segíthetik az ellátásbiztonság megőrzésében. A tipikus karbonmentes termelői sávot a hazai szél és fotovoltaikus erőművek termelési görbéinek felhasználásával vettem fel, amelyeket a tavaszi időszak jellemző vasárnapjai közül választottam. A választásom azért esett 2021.04.11-re, mert a fotovoltaikus termelők hazai elterjedtsége számosságban, földrajzi elhelyezkedésben és beépített összes teljesítőképességben már kellően reprezentatív alapnak tekinthető prognózisok készítéséhez. A 2021. 04. 11-i valós szél és fotovoltaikus termelési negyedórás adatokból a 2031. évi előre jelzett beépített teljesítőképesség adatok viszonylatában kapott arányok szorzataival képeztem egy konzervatív és egy ambiciózus termelési adatsort 2031-re. Aránypárként a 2021. évi tény és a 2031-re a MAVIR által prognosztizált beépített kapacitásokat vettem alapul [94].

Az elemzés elsődleges célja a még figyelembe vehető valószínűséggel rendelkező, de extrém szélső állapot vizsgálata. Például egy esetleges válság hatása vagy erőteljes energiahatékonyság növekedés okozhat ilyen jelenséget. Ebben az esetben az első összevetésben azt néztem meg, hogy a 2021. évi felhasználással közel azonos mértékű felhasználói igény esetén 2031. évben a

tipikus fogyasztó és tipikus termelő sáv egy grafikonban együtt ábrázolva, hogyan helyezkedik el egymáshoz képest. A nukleáris, a szél és a napelemes erőművek relatív értékeinek kiszámításához a tipikus fogyasztóhoz tartozó 2019.04.14. és 2020.04.05. termelési adatsorok közül mindegyikhez kiválasztottam az adatsorokhoz tartozó legnagyobb negyedórás értékeket, amely 5411 MW-ra és 5053 MW-ra adódott. A nukleáris, a szél és a naperőművek összetartozó negyedórás adatait kumulálva hoztam létre a konzervatív és ambiciózus szumma termelői adatsorokat. A relatív termelői adatsorok kiszámításához a magasabban futó görbe referencia értéknek az 5411 MW, míg az alacsonyabban futó görbe esetén az 5053 MW terhelési csúcsteljesítmény értékeket vettem alapul.

**Statisztikai és villamosmérnöki módszerek komplex alkalmazásával megalkottam egy új fogyasztási- és termelési jellegsáv modellt, amely alkalmas a jövőbeli szabályozási igények nagyságának és időbeliségének meghatározására. [MF1] [MF2] [MF3] [MF4] [MF5] [MF6] [MF7] [MF8] [MF9] [MF10] [MF11] [MF12] [MF13] [MF14] [MF15] [MF16] [MF17] [MF18] [MF19] [MF20]**

## **6 Az eredmények hasznosítási lehetősége**

Az 1. tézis a MAVIR és az MEKH hálózatfejlesztés tervezési módszertanának jobbító hatású módosítását és ezzel együtt az ellátásbiztonság fenntartását segíti elő. A jelenlegi MAVIR hálózatfejlesztés tervezési módszertan átalakításának hatásos szempontrendszerre lehet az általam kidolgozott fejezet és a megfogalmazott tézis.

A 2. tézis kapcsán a hurkolt hálózat két pontja közötti átvitel megbízhatóságának számítására olyan új módszert dolgoztam ki, amely alkalmas arra, hogy 3 fázisú hurkolt hálózat 1 fázisú helyettesítő kapcsolásán alapuló gráfot minimális csomópontú gráffá egyszerűsítse. Újdonság a gráf egyszerűsítési eljárása. Ez az egyszerűsítés teszi lehetővé egy hurkolt hálózat megbízhatóság számítását újszerű módon. A gráfot olyan módon egyszerűsíttem, hogy az összevonások megbízhatósági mutatóit ki tudjam számolni. Az új módszer megmutatja, hogy bonyolult hálózat két pontja között hogyan értelmezhető az üzembiztonság, illetve a gráf sérülései milyen hatással vannak a villamosenergia-átvitelre. A módszer a döntéshozók munkáját segítheti az ellátásbiztonság megőrzésében.

A 3. tézishez kapcsolódóan megalkottam egy tipikus fogyasztói és tipikus karbonmentes termelői sávot, amely módszer a döntéshozók munkáját segítheti az ellátásbiztonság megőrzésében.

## 7 Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék

- [1] Molnár F. (2020.): A karbonmentes energiák térnyerése hazai és globális szinten, Diplomamunka 2019 p. 8; p. 9.
- [2] Molnár F. (2020.): Protection of Critical Infrastructures for Energy Supply, Belügyi Szemle Vol 68. 2020/Special Issue 1., ISSN 2062-9494 (Printed), ISSN 2677-1632 (Online) pp. 63-64.
- [3] Molnár F. (2020.) Az új Nemzeti Energiastratégia vizsgálata a nukleáris energiatermelés szempontjából, Szakdolgozat p. 5-21.
- [4] Bognár B. – Bonnyai T.(2019.): Kritikus infrastruktúrák védelme I. Dialóg Campus Kiadó Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, ISBN 978-615-5920-36-3 (nyomtatott), ISBN 978-615-5945-28-1 (PDF), ISBN978-615-5945-29-8 (EPUB) pp.15-16.
- [5] Bukovics, I., Csonka, E. (2013): Minőség, fenntarthatóság, biztonság. MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY (ONLINE) 23:(1), ISSN 2063-4986 (online) p. 303.
- [6] Számadó R. (2018.): Önkormányzatok kiberbiztonságának és online képességének vizsgálata, figyelemmel az emberi tényező fejlesztésének kérdéseire, Doktori értekezés, p. 11.
- [7] Muha L., (2007.): A Magyar Köztársaság Kritikus Információs Infrastruktúráinak védelme, Doktori értekezés, p. 12.
- [8] Munk, S., (2008.): Információbiztonság vs. informatikai biztonság, HADMÉRNÖK különszám , ISSN 1788-1929, pp. 2-3.
- [9] Saáry R., (2021.): A vállalati Biztonság a stakeholder elmélet tükrében, Doktori értekezés, p. 14.
- [10] Bognár B. – Bonnyai (2019.): Kritikus infrastruktúrák védelme I. Dialóg Campus Kiadó Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, ISBN 978-615-5920-36-3 (nyomtatott), ISBN 978-615-5945-28-1 (PDF), ISBN978-615-5945-29-8 (EPUB) p. 26.
- [11] Molnár F. (2020.): Protection of Critical Infrastructures for Energy Supply, Belügyi Szemle Vol 68. 2020/Special Issue 1., ISSN 2062-9494 (Printed), ISSN 2677-1632 (Online) pp. 67-68.
- [12] Bonnyai T., (2014.): A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében, Doktori értekezés, Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem p. 13.
- [13] Green Paper on an European programme for critical infrastructure protection – COM (2005) 576 final.
- [14] 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) kormányrendelet 1. § 25.
- [15] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (2022.)  
<https://www.katasztrofavedelem.hu/109/kritikus-infrastrukturak-vedelmevel-osszefuggo-hatosagi-feladatok-jogszabalyok>, Letöltés ideje 04.24. 20:51.
- [16] Sibalín, I., (2017.): Energy Significant Systems and Regulation Relating to the Protection of Facilities Presentation. National Energy and Climate Plan of Hungary, pp.15-25.
- [17] Molnár, F., (2020.): Jövők energiája., Biztonságtudományi Szemle, 2. szám 4. ISSN 2676-9042, 106.
- [18] International Energy Agency, World Energy Outlook, (2018), ISSN: 2072-5302; ISBN: 978-92-64-30677-6; OECD/IEA 2018.p.23.
- [19] Hejazi R. (2017.): International Journal of Sustainable Built Environment, Nuclear Energy: Sense or nonsense for environmental challenges. Scince Direct 2017. július 08. p.694.
- [20] EPA United States Environmental Protection Agency (2020.):<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>. Letöltés: 2022.04.24. 22:06.
- [21] Európai Bizottság (2018): A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, az Európai Gazdasági Szociális Bizottságnak, a Régiók Bizottságának, az Európai Beruházási Banknak, Tiszta bolygót mindenkinek, Európa hosszútávú stratégiai jövőkép egy virágzó, modern, versenyképes és klímasemleges gazdaságról, Brüsszel, 11.28. (COM 2018) 773 Final Center For Climate And Energy Solutions <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>.
- [22] British Petrol Energy Outlok, 2020, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energyeconomics/energy-outlook.html>.

- [23] Molnár, F., (2020.): A nap és szélenergia integrálása a Villamos Energia Rendszerbe., Energiagazdálkodás, 61. évfolyam. 5-6 szám. ISSN 0021-0757, pp. 8-15.
- [24] International Energy Agency, World Energy Outlook 2019, ISBN 978-92-64-97300-8; ISSN 2072-5302; 2020.p.38-91.
- [25] Molnár, F., (2020.): Ellátásbiztonság a biztonságért, Biztonságtudományi Szemle, 2. szám 3. ISSN 2676-9042, pp. 91-95.
- [26] Csiszárík-Kocsir, Á. (2016a): A nemzetközi és az európai projektfinanszírozási piac átalakulása a válság hatására, Hitelintézeti Szemle, 15. évf. 1. szám, 2016. március, pp. 51–69.
- [27] Csiszárík-Kocsir, Á. (2016b): A megújuló energiaforrások projektfinanszírozása a 2005 és 2015 között végrehajtott tranzakciók alapján, Journal of Central European Green Innovation 4. évf. 3. szám, pp. 127.-141.
- [28] Csiszárík-Kocsir, Á. – Molnár, F. (2019): Energiaigény és projektfinanszírozás – prioritások a múltban és most, Hazai és külföldi modellek a projektoktatásban: Nemzetközi Tudományos Konferencia tanulmánykötete (szerk.: Dr. habil. Koltai László), Budapest, Magyarország, Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvüipari és Környezetmérnöki Kar, pp. 415-422. A folyamatosan növekvő.
- [29] Molnár, F., (2020.): Erőművi kapacitás pótlás az ellátásbiztonság és a gazdasági növekedés érdekében, In: Csiszárík-Kocsir, Agnes; Garai-Fodor, Mónika (szerk.) Vállalkozásfejlesztés a XXI. században X./2. : A környezeti változások és az új kihívások hatásai a szervezetek működésére, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, ISBN 978-963-449-212-2, 354 p., pp. 150-157.
- [30] MAVIR (2020.), A Magyar Villamosenergia- rendszer közép - és hosszútávú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2019.; MAVIR-RTO-DOK-0020-00-2019-10-07; p. 10.
- [31] Európai Bizottság (2018.): A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, az Európai Gazdasági Szociális Bizottságnak, a Régiók Bizottságának, az Európai Beruházási Banknak, Tiszta bolygót mindenkinek, Európa hosszútávú stratégiai jövőkép egy virágzó, modern, versenyképes és klímasemleges gazdaságról, Brüsszel, 11.28. (COM 2018) 773 Final Center For Climate And Energy Solutions <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>.
- [32] Rajnai Z., Fregan B. (2016); Kritikus infrastruktúras védelme (jogi szabályozás), Műszaki tudományos közlemények, URI: <http://hdl.handle.net/10598/29102>, XXI. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, pp. 349–352; p. 350; DOI: 10.33895/mtk-2016.05. 78.
- [33] A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZER ADATAI 2019. p. 26. MAVIR (2020.).
- [34] Elemző percek évkönyv (2020.), Paks II. Zrt. ISSN 2786-1961; pp.122-123.
- [35] Paul Dvorak (2017.); An owner’s guide to wind turbine lifetime extensions; Windpower Engineering & Development; An owner’s guide to wind turbine lifetime extensions ([windpowerengineering.com](http://windpowerengineering.com)).
- [37] MAVIR (2022) A magyar villamosenergia rendszer adatai 2021, pp. 12-36.
- [38] Brundtland Commission of the United Nations, (1987.).
- [39] Csiszárík-Kocsir Á. (2016a): A nemzetközi és az európai projektfinanszírozási piac átalakulása a válság hatására, Hitelintézeti Szemle, 15. évf. 1. szám, 2016. március, pp. 51–69.
- [40] Csiszárík-Kocsir Á. (2016b): A megújuló energiaforrások projektfinanszírozása a 2005 és 2015 között végrehajtott tranzakciók alapján, Journal of Central European Green Innovation 4. évf. 3. szám, 127.-141.
- [41] Szigeti C. at. all. (2013): An Analysis of the Time – and Location Related Aspects of the Ecological Footprint Index, International Journal of Business and Management Studies, Volume 02, Number 02, ,pp. 111-118.
- [42] Fazekas A. I. (2005.); Villamosenergia-termelési technológiák jellemzői, Magyar Atomfórum Egyesület ISBN 963 218 8004; p.32.
- [43] Molnár F. (2018.): Az MVM Zrt. szerepvállalása a napenergia hasznosításban - A Felsőzsolcai 20MW-os naperőmű-létesítés tapasztalatai, Energiaforrás, Az MVM Csoport szakmai lapja LIV. évfolyam, 1-2. szám, ISSN1216-4992; HU ISSN 1786-674X(online); p.6.
- [44] Molnár F. (2019.): Túlélésünk záloga a klímavédelem, Az MVM Zrt. szerepvállalása alapvető a Magyar Energiastatégia megvalósításában, Energiaforrás, Az MVM Csoport szakmai lapja LV. évfolyam, 1. szám, ISSN1216-4992, HU ISSN 1786-674X(online); p.17.

- [45] MVM Balance Zrt. Erőmű Távfelügyeleti Rendszer (ETR), (2022.), adatszolgáltatás
- [46] Akkumulátoros Energiatároló Rendszerek Alkalmazása a Mikrogrid Rendszerekben, Védelem Irányítástechnikai Fórum (2020.) november, Infoware zrt. előadás 1.2 dia
- [47] Nemzeti Energiastratégia 2030 dokumentum (2011.).
- [48] Nemzeti Energiastratégia 2030 dokumentum (2020.).
- [49] Aszódi, A.; Boros I., (2015.): Fizikai Szemle 2015 / 11 szám.
- [50] Aszódi A., (2017.): Láncreakció; [https://aszodiattila.blog.hu/2017/09/25/miert\\_a\\_vver-1200\\_techologia\\_valasztotta\\_magyarorszag\\_a\\_paks\\_ii\\_projekt\\_megvalositasakor](https://aszodiattila.blog.hu/2017/09/25/miert_a_vver-1200_techologia_valasztotta_magyarorszag_a_paks_ii_projekt_megvalositasakor).
- [51] Molnár, F. (2021.), Energy security in the context of sustainability at global and domestic level In: IEEE, , (szerk.) 2021 IEEE 25th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES) New York (NY), Amerikai Egyesült Államok : IEEE (2021) pp. 000103-000108. , 6 p. p. 000105.
- [52] A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZER ADATAI (2018.) pp. 22-25. MAVIR 2019.
- [53] Molnár F. (2020.): Security of Energy Supply with Knowledge of Expected Production and Consumption Trends BELÜGYI SZEMLE: A BELÜGYMINISZTERIUM SZAKMAI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA , ISSN 2062-9494 (Nyomtatott) ISSN 2677-1632 (Online) DOI: 10.38146/BSZ.SPEC.2020.3.5 68 : 3 SPECIAL ISSUE p. 73.
- [54] International Energy Agency, World Energy Outlook 2020, (2021.), pp.108-199.
- [55] Molnár F. (2022.): A hazai vízenergia hasznosítás legnagyobb blokkjai, Energiaforrás, Az MVM Csoport szakmai lapja LVIII. évfolyam, 2022. 2. szám, ISSN1216-4992; HU ISSN 1786-674X(online); p.6.
- [56] The world's most used renewable power sources. Power Technology (2020.), <https://www.power-technology.com/features/featurethe-worlds-most-used-renewable-power-sources-4160168/>, Letöltés időpontja: 11.17.
- [57] Fáy Árpád (2014.): A vízenergia hasznosításának nemzetközi helyzete, Magyar tudomány - 175. évf. 7. sz. (július)
- [58] 190/(2011.) (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről, p.61.
- [59] British Petrol Statistical Review of World Energy (2021.) 70th edition pp.56-65.
- [60] Gilles at. all. (2017.): Operation of a photovoltaic-wind plant with a hydro pumping-storage for electricity peak-shaving in an island context, Solar Energy 0038-092X ISSN; Volume 157; november 15. p. 21.
- [61] International Energy Agency (2021.), World Energy Outlook 2021,; OECD/IEA p.126.
- [62] Molnár F. (2020.): A hatékonyság növelése a jövő energiaellátásában, Energiaforrás, Az MVM Csoport szakmai lapja LVI. évfolyam, 2. szám, ISSN1216-4992, HU ISSN 1786-674X(online); pp.88-95.
- [63] Guideline for Transmission System Operation (2013 ), (GL TSO). (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017R1485>)tartalmazza. Korábban a Network Code on Load Frequency Control and Reserves (NC LFC&R) [64] ((Network Code on Load Frequency Control and Reserves (NC LFC&R) [https://documents.acer.europa.eu/Official\\_documents/Acts\\_of\\_the\\_Agency/Annexes/The%20Network%20Code%20on%20Load-Frequency%20Control%20and%20Reserves%20submitted%20on%2028%20June%20.pdf](https://documents.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Annexes/The%20Network%20Code%20on%20Load-Frequency%20Control%20and%20Reserves%20submitted%20on%2028%20June%20.pdf)).
- [64] Röben F. (2018.): Comparison of European power balancing markets – Barriers to integration, IEEE Xplore: 24 September 2018.; Electronic ISBN:978-1-5386-1488-4; Print on Demand(PoD) ISBN:978-1-5386-1489-1; Electronic ISSN: DOI: 2165-4093; 10.1109/EEM.2018.8469897;pp.3-4; <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8469897>.
- [65] Kádár P. (2019.): Role of the battery storage in the operation of the power system; International IEEE Conference and Workshop: Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE); ISBN Information: Electronic ISBN:978-1-7281-4358-3; USB ISBN:978-1-7281-4357-6; Print on Demand(PoD) ISBN:978-1-7281-4359-0; <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9110951> Letöltés ideje 05.22.
- [66] KSH [https://www.ksh.hu/docs/hun/xtabla/infrastruk/tablti10\\_03a.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xtabla/infrastruk/tablti10_03a.html); letöltés 2022.05.28.

- [67] MAVIR (2022): Energia MIX - Erőművi termelés primer források szerinti megoszlása és az import-export szaldó - Bruttó üzemirányítási mérések alapján; <https://www.mavir.hu/web/mavir/energia-mix-eromuvi-termeles-primer-forrasok-szerinti-megoszlasa-es-az-import-export-szaldo-brutto-uzemiranyitasi-meresek-alapjan>.
- [68] MAVIR (2021.) A magyar VER természetviselkedései, pp 48 - 50; [https://www.mavir.hu/documents/10258/239341965/HFT2021\\_A+magyar+VER+term%C3%A9szetviselked%C3%A9sei.pdf](https://www.mavir.hu/documents/10258/239341965/HFT2021_A+magyar+VER+term%C3%A9szetviselked%C3%A9sei.pdf)
- [69] Egado, I. at. all. (2015): Energy storage systems for frequency stability enhancement in small-isolated power systems, International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'15) La Coruña (Spain), 25th to 27th March, ISSN 2172-038 X, No.13; p.822.
- [70] Zsiborács H. (2019.): Intermittent Renewable Energy Sources: The Role of Energy Storage in the European Power System of 2040; Electronics 2019,8,729; doi:10.3390/electronics8070729; p.6; <https://www.mdpi.com/2079-9292/8/7/729/html> letöltés ideje: 05.28.
- [71] MAVIR (2022.) A magyar villamosenergia-rendszer Kereskedelmi Szabályzata, [https://www.mavir.hu/documents/10258/240616343/KSZ\\_t%C3%B6rzsasz%C3%B6veg\\_0407t%C5%911.pdf/37495476-d755-b182-f649-b4a06486b84d?t=1652873681527](https://www.mavir.hu/documents/10258/240616343/KSZ_t%C3%B6rzsasz%C3%B6veg_0407t%C5%911.pdf/37495476-d755-b182-f649-b4a06486b84d?t=1652873681527) letöltés ideje: 05.28.
- [72] Szeredi I. (2007.) Szivattyús energiatároló (SZET) létesítésének kérdései, RENEXPO 04.20. előadás, 34. dia) [http://www.sze.hu/~tothp/Renexpo\\_eloadasok/Szeredi\\_Istvan.pdf](http://www.sze.hu/~tothp/Renexpo_eloadasok/Szeredi_Istvan.pdf)
- [73] Szeredi I. (2009.) Szivattyús energiatárolók helyzete Magyarországon, BME Energetikai Szakkollégium 09.10.; pp.57-84.  
[https://www.eszk.org/attachments/172/ea/SZET\\_helyzete\\_Magyarorszagon\\_2009\\_szeptember\\_10\\_MIN.pdf](https://www.eszk.org/attachments/172/ea/SZET_helyzete_Magyarorszagon_2009_szeptember_10_MIN.pdf).
- [74] MVM DÉMÁSZ adatszolgáltatás (2022).
- [75] MVM ÉMÁSZ adatszolgáltatás (2022).
- [76] EASE, (2020.) European Association for Storage of Energy, <https://ease-storage.eu/energy-storage/technologies/>.
- [77] Bloomberg, NEO (2017.) Bloomberg New Energy Finance, New Energy Outlook.
- [78] World Energy Council, (2018) World Energy Council, (2019.) World Energy Issues Monitor, Global and Regional Perspectives
- [79] Az energetikai létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról (2013), kijelöléséről és védelméről szóló 360/. (X. 11.) Kormányrendelet).
- [80] Európai Tanács szakpolitikák (2022), Az európai zöld megállapodás, <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/>; Letöltés ideje: 05.01.
- [81] Hajnal A., Hamburger P.: Halmazelmélet (1989), Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, ISBN 9631823105.
- [82] Vágó I. és Hollós E.: A gráfelmélet alkalmazása villamos hálózatok számítására (1971), Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, pp.16-19.
- [83] Obádovics J. Gy.: Valószínűségszámítás és matematikai statisztika, Scolar Kiadó, ISBN 9639534005
- [84] Kolcun, M. at. all.: Mathematical Analysis of electrical Networks, Praha (2004), ISBN 80 7300 098 9
- [85] Vágó I: Villamos hálózatok számítása a gráfelmélet alkalmazásával (2014), Akadémia Kiadó, Budapest, , ISBN 978 963 05 9541 4
- [86] Geszti P.O. at. all.(1974.): Villamos Hálózatok I., Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki kar, pp.33-34.
- [87] Benkó I. at. all.(1974.): Villamos Hálózatok II., Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki kar, pp.41-77.
- [88] (2007.) évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700086.tv> letöltés ideje: 05.28.



- [89] MAVIR (2022.) Üzemi Szabályzat, MEKH H 1140/2022, M27. kiadás:02.23. pp. 236. [https://www.mavir.hu/documents/10258/240509015/USz\\_M27.+kiad%C3%A1s\\_20220430\\_clean.pdf/cac22029-218e-dc3e-80e6-7fd8a255f3e9?t=1648651047100](https://www.mavir.hu/documents/10258/240509015/USz_M27.+kiad%C3%A1s_20220430_clean.pdf/cac22029-218e-dc3e-80e6-7fd8a255f3e9?t=1648651047100) Letöltés ideje: 05.28.
- [90] 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról, <https://njt.hu/jogszabaly/>, letöltés ideje: 2022.05.28.
- [91] MAVIR (2021.) Üzemi szabályzat Üzemi szabályzat Irányelvek, Irányelv a 132 kV-os és nagyobb feszültségű hálózatok fejlesztésének tervezésére, Minimális Műszaki Követelmények 5. Változat pp.22) (a MEKH H 2382/2021 sz. határozata szerint); [https://www.mavir.hu/documents/10258/239956514/H%C3%A11%C3%B3zatfejleszt%C3%A9si\\_Irelv\\_+09.02\\_clean.pdf](https://www.mavir.hu/documents/10258/239956514/H%C3%A11%C3%B3zatfejleszt%C3%A9si_Irelv_+09.02_clean.pdf).
- [92] MAVIR (2022.) Üzemi Szabályzat MELLÉKLETEK MEKH H 1140/2022; M27. kiadás / 2022.02.23., [https://www.mavir.hu/documents/10258/240509015/USz\\_M27.+kiad%C3%A1s\\_Mell%C3%A9kletek\\_20220401\\_clean.pdf/d3df8c58-a1fe-ca5c-fdd4-0f6ce44d9d90?t=1645778672398](https://www.mavir.hu/documents/10258/240509015/USz_M27.+kiad%C3%A1s_Mell%C3%A9kletek_20220401_clean.pdf/d3df8c58-a1fe-ca5c-fdd4-0f6ce44d9d90?t=1645778672398).
- [93] Nemzeti Energia- és Klímaterv, Innovációs és Technológiai Minisztérium, [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu\\_final\\_necp\\_main\\_hu.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_final_necp_main_hu.pdf)
- [94] MAVIR (2021.): A magyar VER természetviselkedései 2020., MAVIR-RTO-TRV-0043-00-14, p.36.
- [95] MAVIR (2022.): Közlemény A 2022. május 2-i szabad kapacitások publikálásához kapcsolódóan, <https://www.mavir.hu/web/mavir/-/a-2022.-m%C3%A1jus-2-i-szabad-kapacit%C3%A1sok-publik%C3%A1s%C3%A1hoz-kapcsol%C3%B3d%C3%B3an?returnPlid=237657540>.
- [96] MAVIR (2022.): Naptermelés becslés és tény adatok - MAVIR - Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt.; <https://www.mavir.hu/web/mavir/naptermeles-becsles-es-teny-adatok>.

## 8 Publikációk

### 8.1 A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

- [MF1] Molnár F. (2022): Smart solutions for securing the power supply of smart cities, INTERDISCIPLINARY DESCRIPTION OF COMPLEX SYSTEMS
- [MF2] Molnár F. (2022): A hazai vízenergia-hasznosítás legnagyobb blokkjai, MAGYAR VILLAMOS MŰVEK RT KÖZLEMÉNYEI 58 : 1 pp. 4-18. , 15 p. (2022)
- [MF3] Molnár F. (2021):Energy security in the context of sustainability at global and domestic level, In: IEEE, (szerk.) 2021 IEEE 25th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES); New York, Amerikai Egyesült Államok : IEEE (2021) pp. 000103-000108. , 6 p.; DOI Scopus
- [MF4] Molnár F. (2021):A szemléletformálás jegyében solar parabolákat adományozott az MVM Zrt., MAGYAR VILLAMOS MŰVEK RT KÖZLEMÉNYEI 57 : 1 pp. 46-51. , 6 p. (2021)
- [MF5] Molnár F. (2020):Replenishment of power plant capacity for security of supply and economic growth, MACROTHEME REVIEW: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF GLOBAL MACRO TRENDS 9 : 1 pp. 85-108. , 24 p.
- [MF6] Molnár F. (2020):Jövőnk energiája, BIZTONSÁGTUDOMÁNYI SZEMLE 2 : 4 pp. 105-121. , 17 p.
- [MF7] Molnár F. (2022):A hatékonyság növelése a jövő energiaellátásában, MAGYAR VILLAMOS MŰVEK RT KÖZLEMÉNYEI 56 : 2 pp. 88-96. , 9 p.
- [MF8] Molnár F. (2020):A nap és szélenergia integrálása a Villamos Energia Rendszerbe, ENERGIAGAZDÁLKODÁS 61 : 5-6 pp. 8-15. , 8 p.
- [MF9] Molnár F. (2020):Erőművi kapacitás pótlás az ellátásbiztonság és a gazdasági növekedés érdekében  
In: Csiszárík-Kocsir, Ágnes; Garai-Fodor, Mónika (szerk.) Vállalkozásfejlesztés a XXI. században X./2. : A környezeti változások és az új kihívások hatásai a szervezetek működésére, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar (2020) 354 p. pp. 148-173. , 26 p.
- [MF10] Molnár F. (2020):Security of Energy Supply with Knowledge of Expected Production and Consumption Trends, BELÜGYI SZEMLE: A BELÜGYMINISZTERIUM SZAKMAI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA (2010-) 68 : 3 SPECIAL ISSUE pp. 67-76. , 10 p., DOI REAL

- [MF11] Molnár F. (2020):Ellátásbiztonság a biztonságért, BIZTONSÁGTUDOMÁNYI SZEMLE 2 : 3 pp. 89-106. , 18 p.
- [MF12] Molnár F. (2020):Protection of Critical Infrastructures for Energy Supply, BELÜGYI SZEMLE: A BELÜGYMINISZTERIUM SZAKMAI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA (2010-) 68 : 1 SPECIAL ISSUE pp. 63-78. , 16 p., DOI REAL
- [MF13] Molnár F. (2019):Reasons for carbon-free resources and viewing conventional energy supply on the results of a research, In: Fehér-Polgár, Pál; Garai-Fodor, Mónika (szerk.) FIKUSZ 2018 - Symposium for Young Researchers Proceedings, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar (2019) 514 p. pp. 289-298. , 10 p.
- [MF14] Molnár F. (2019):The Role of Electricity in Sustainable Energy Supply, POLGÁRI SZEMLE: GAZDASÁGI ÉS TÁRSADALMI FOLYÓIRAT 15 : Special Issue pp. 363-384. , 22 p.,DOI REAL
- [MF15] Molnár F. (2019):Túlélésünk záloga a klímavédelem, az MVM Zrt. Szerepvállalása alapvető a magyar energiastratégia megvalósításában, MAGYAR VILLAMOS MŰVEK RT KÖZLEMÉNYEI 55 : 1 pp. 9-18. , 10 p.
- [MF16] Molnár F. (2019):Tiszta energia a klímaváltozás mérséklésére, In: Csiszárík-Kocsir, Ágnes; Varga, János (szerk.) Vállalkozásfejlesztés a XXI. században – IX/1. tanulmánykötet, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar (2019) 259 p. pp. 102-128. , 27 p.
- [MF17] Molnár F. (2019):A hagyományos energia ellátás megítélése egy kutatás eredménye alapján, In: Gubánová, Monika (szerk.) Legal, Economic, Managerial and Environmental Aspects of Performance Competencies by Local Authorities : 6 th international scientific correspondence conference, Nyitra, Szlovákia : Slovak University of Agriculture in Nitra (2019) 286 p. pp. 170-178. , 9 p.
- [MF18] Molnár F. (2018):Carbon free electricity, In: Fehér-Polgár, Pál; Garai-Fodor, Mónika (szerk.) FIKUSZ 2018 - Symposium for Young Researchers. Abstract Booklet, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar (2018) 72 p. p. 49 , 1 p.
- [MF19] Molnár F. (2018):Az MVM Zrt. Szerepvállalása a napenergia hasznosításában: A felsőszolcái 20 mw-os naperőmű-létesítés tapasztala, MAGYAR VILLAMOS MŰVEK RT KÖZLEMÉNYEI 54 : 1-2 pp. 6-19. , 14 p.
- [MF20] Molnár F. (2018):Magyarország biztonságos villamos energia ellátása a hagyományos és a megújuló erőforrásokkal, In: Csiszárík-Kocsir, Ágnes; Garai-Fodor, Mónika (szerk.) Vállalkozásfejlesztés a XXI. században VIII./2. : Makro- és mikro környezeti trendek és kihívások a vállalkozásfejlesztésben, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar (2018) 349 p. pp. 172-186. , 15 p.

## 8.2 További tudományos közlemények (opcionális)

- [MF21] Csiszárík-Kocsir Á; Molnár F. (2020):Energy Acquisition and Project Finance - Priorities in the Past and Nowadays, SYMPOSIA MELITENSIA 16 : 1 pp. 185-194. , 10 p.
- [MF22] Csiszárík-Kocsir Á; Molnár F. (2019): Energiaigény és projektfinanszírozás -prioritások a múltban és most, In: Koltai, László (szerk.) Hazai és külföldi modellek a projektoktatásban, Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar (2019) pp. 415-422. , 8 p.
- [MF23] Csiszárík-Kocsir Á; Molnár F. (2019):Renewable sources and the greenhouse effect – opinions and situation report based on the results of a research, MACROTHEME REVIEW: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF GLOBAL MACRO TRENDS 8 : 1 pp. 43-48. , 6 p.
- [MF24] Csiszárík-Kocsir Á; Molnár F. (2019):Klímapolitika, üvegházhatás, tudatosság és az egyéni értékelés primer adatok tükrében, LÉPÉSEK: A FENNTARTHATÓSÁG FELÉ 24 : 2 pp. 4-6. , 3 p.