

**Széchenyi István Egyetem**  
**Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskola**



**Tóth Tamás**

**A zöld erőművek területi elhelyezkedését befolyásoló  
telepítési tényezők, különös tekintettel a működési  
támogatásokra**

A doktori (PhD) értekezés tézisei

**Témavezető: Dr. Lados Mihály DS.C**

**Győr, 2019**

## Tartalom

1. Bevezetés, a disszertáció tudományos kérdései és hipotézisei.....	2
1.1. A disszertáció célja és rövid áttekintése.....	2
1.2. A disszertáció felépítése.....	4
1.3. A kutatás hipotézisei, kutatási kérdései.....	5
1.4. A kutatás módszertana.....	6
2. Összegzés.....	8
2.1. Hipotézis 1-2.....	8
2.2. Hipotézis-3.....	9
2.3. Hipotézis-4.....	10
2.4. Hipotézis-5.....	11
2.5. Hipotézis-6.....	11
2.6. További kutatások lehetséges jövőbeni irányai.....	14
3. A szerzőnek a kutatáshoz kapcsolódó eddig megjelent publikációi.....	15
Irodalomjegyzék.....	18

# 1. Bevezetés, a disszertáció tudományos kérdései és hipotézisei

## 1.1. A disszertáció célja és rövid áttekintése

Az Európai Unióban, de szerte a világban is egyre jobban felértékelődik a megújuló áramtermelés, nemcsak a környezetvédelmi megfontolások, hanem egyéb gazdasági-társadalmi hasznok miatt is. A zöldáram termelés az Európai Unió villamosenergiafelhasználásának már több mint 30%-át adja és a klímavállalások miatt ez a jövőben tovább fog emelkedni. A zöld erőművek nagyarányú megjelenése egy-egy tagállam energiamixében azonban kihívások elé állítja a villamosenergia-rendszer szereplőit. Ezek közül a legfontosabbak a megújuló energia alapú áramtermelés okozta hálózati szűk keresztmetszetekkel, a villamosenergia-rendszer egyensúlyának fenntartásával (kiegyenlítő energia szükséglet, feszültség szabályozás, keresletoldali válaszingérek, harmonikus torzítás) végső soron az ellátásbiztonsággal összefüggésben jelentkeznek. Országokon átívelő problémát jelent a hurokáramlás, illetve a megújulóakra nyújtott támogatások finanszírozhatóságának kérdésköre (Tomasics; Mulder (2017)).

E problémák kutatása mentén kezdődött annak vizsgálata, hogy az egyes támogatási rendszerek a zöld erőművi kapacitások milyen földrajzi eloszlását eredményezik (Hitaj et al. (2014); Schmidt et al. (2013)). E megközelítés abból indul ki, hogy a villamosenergia-rendszerben jelentkező kihívásokat (pl. hálózati szűk keresztmetszetek, egyensúlytalanságok) az egyes zöld erőművi technológiák rendkívül egyenetlen területi eloszlása okozza. Mivel a megújuló technológiák jó része máig csak támogatás mellett tud megvalósulni, ebből kifolyólag a támogatási rendszerek (a működési támogatások) képesek befolyásolni a zöld erőművek területi elhelyezkedését. A működési támogatás formája (pl. KÁT vagy prémium), illetve annak kialakítása (pl. hálózati szűk keresztmetszetek beárazása) döntő hatással van arra, hogy a megújuló erőművek centralizáltan (a természeti erőforrásokhoz közel), avagy decentralizáltan (a kereslethez igazodva) épülnek ki.

Bár hazánkban a zöld áram részaránya (7,5% 2017-ben) egyelőre messze nem tekinthető magasnak, az elkövetkező években jelentős naperőmű kapacitás (2000 MW) fog rendszerbe állni. A naperőmű boom kapcsán a szakmai közgondolkodás folyamatosan napirenden tartja a megújuló hálózatsatlakozásának, kiegyenlítésének és támogatási költségének kérdéseit. Ennek okán választottam témának a zöld erőművek telepítési tényezőinek vizsgálatát, azon belül fókuszálva a működési támogatások szerepére. Feltételeztem, hogy Magyarország esetében is bizonyítható a zöldáram működési támogatások megújuló erőművek területi elhelyezkedésére gyakorolt hatása. Mivel hazánk elkötelezett a megújuló áramtermelés

részarányának növelése mellett, ezért a vizsgálat eredményei véleményem szerint jól hasznosíthatóak a támogatási rendszerek továbbgondolása során.

A zölderőmű technológiák műszakilag rendkívül különbözőek, mely telepítésüket is erősen befolyásolja. A megújuló technológiák bár sokat fejlődtek, nagy részük egyelőre drágább, mint a fosszilis technológiák, működtetésük piaci alapon nem versenyképes (Infrapont (2010), ECOFYS (2017), IRENA (2018)). Ezt a helyzetet hivatottak megváltoztatni a zöldáram támogatások, melyeket elsősorban a környezetvédelmi megfontolások (a fosszilis alapú energiatermelés okozta negatív externáliák) hívtak életre. Feladatuk kompenzálni a megújuló technológiák versenyhátrányát a fosszilis áramtermeléssel szemben. A támogatás hatására egyre több zölderőmű létesült, a megújuló áramtermelés egyre nagyobb részarányát adta a felhasználásnak. A zöldáram-termelés hatással van a villamosenergia-rendszer működésére, szereplőire - természetesen az interakció kétirányú, tekintve, hogy a zölderőmű is a rendszer része. Mivel hálózatos iparágról beszélünk, a rendszerbe táplálás lokációja meghatározó a hatások szempontjából. Az erőművi telephelyválasztás, így a befektetői és szabályozói oldalról egyaránt felértékelődik.

Az erőművek térszerkezete folyamatosan változik, ezért az erőművi telephelyválasztás és annak vizsgálata térben és időben korlátozott. Tekinthető egy röntgenfelvételnél, mely egy adott állapotot rögzít. A jelenleg is zajló energiaátmenet jelentősen átrendezi az áramszektort. Az ellátás módja átalakul, a centralizált felől most inkább decentralizált irányba haladunk. A jövő még bizonytalan, de a trendek alapján a megújuló energiatermelésben a lokáció szerepe felértékelődik. A jövő erőművi telephelyeinek kiválasztása sokkal összetettebb döntési folyamat lesz a telepítési tényezők komplexitása miatt (pl. szektorösszekapcsolás, smart technológiák, fogyasztási görbék vizsgálata stb.) (Varró 2019).

A mai, már működő zölderőművek telepítési tényezőit számba vevő szakirodalom főként a technológiai sajátosságokból eredő aspektusokat vizsgálja, a kutatások többsége nem veszi figyelembe a regionális támogatási különbségeket, illetve a rendelkezésre álló támogatások telepítési döntésre gyakorolt hatását (Liu et al. (2017); Al Garni et al. (2017)). A zöldáram támogatások területi vetületeit kutató szakirodalom pedig szinte kizárólag a támogatások szerepére koncentrálnak. Úgy gondolom azonban, hogy e két szempontrendszer jól kiegészíti egymást, azokat komplex módon szükséges vizsgálni.

A telephelyválasztás empirikus vizsgálata kérdőíves felmérésen alapszik, amelyben a 2018 márciusában már működő hazai zölderőművek vettek részt. Az eredmények alapján technológiánként feltérképezhetővé vált a hazai megújuló erőművek telepítési szempontrendszere. A felmérés a nap- és szélenergia-rendszerekre vonatkozóan visszaigazolta a

feltételezést, miszerint a működési támogatás, és nem a technológiai sajátosságokból fakadó természeti és lokációs tényezők a legfontosabbak a telepítési döntés meghozatala során. Mindemellett az is megállapítható volt, hogy a KÁT támogatás befolyásolta a telephelyválasztási szempontokat, torzítva az optimális telephely-struktúrát. Az általam vizsgált nemzetközi tanulmányok (pl. Schmidt et al. (2013); Pechan (2017); Obermüller (2017)) is arra a következtetésre jutottak, hogy a prémium jellegű támogatás, ahol a piaci árak hatnak a termelő telepítési döntésére, illetve ezen belül az ún. csomóponti vagy zónás árazás (szűk hálózati keresztmetszetek visszatükröződnek a piaci árban) a villamosenergia-rendszer szempontjából optimálisabb telephely struktúrát eredményeznek.

A kutatás jövőbeli irányai tekintetében érdemes kiemelni az új hazai áramtámogatás a METÁR rendszer területi hatásainak lehetséges vizsgálatát, mely a KÁT rendszertől eltérően egy prémium típusú támogatás. Ennek eredményei alapján a két támogatási rendszer összehasonlítható lenne, ami további hasznos információkkal szolgálna a szabályozás számára. Hosszabb távon, a hazai zölderőművi portfólió alakulása fényében célszerű megvizsgálni (modellezni) egy lokációspecifikus támogatási rendszer hazai bevezetését.

## **1.2. A disszertáció felépítése**

Az értekezés első része vázolja fel a téma elméleti háttérét. Az elméleti összefoglaló első része az ún. problémafelvetés. Célja, hogy megismertesse a megújuló erőművek és zöldáram támogatási rendszerek főbb jellemzőit, szerepüket, egymással való kapcsolatukat. Itt kerül bemutatásra a zöldáram termelés villamosenergia-rendszerre gyakorolt hatása, amely kiindulópontként szolgált dolgozatom megírásához.

A következő fejezetben a zölderőművek területi vetületeit vizsgáló szakirodalom kerül prezentálásra. Ennek célja tágabb kontextusban bemutatni a villamos energia rendszer, benne a megújuló erőművek térszerkezetének változását az energiaföldrajz segítségével. A villamosiparban zajló „energiaátmenet” az erőművi lokációválasztásra is erőteljes hatást gyakorol. Ezt követi a már működő erőművek telephelyválasztási döntéseit vizsgáló gyakorlatorientált szemléletű szakirodalmának bemutatása megújuló technológiáinként.

A következő elméleti fejezetben a zöldáram működési támogatások területi vetületeivel foglalkozom, rávilágítva a figyelmet arra, hogy a támogatások, olyan telepítési tényezők, melyek érdemben képesek befolyásolni a zöld erőművek térszerkezetét.

A következő nagy részben az empirikus kutatásomat és annak eredményeit ismertetem. Először a kérdőív módszertana kerül bemutatásra. Ezt követi a kérdőív eredményeinek részletes közlése, amelynek keretében a zöld erőművek telepítési tényezőit veszem sorra

megújuló technológiáinként, külön vizsgálva a támogatások szerepét. A kérdőív statisztikai eszközökkel történő elemzése révén megismerjük a legfontosabb hazai zöldelőművi telepítési tényezőket, valamint választ kapunk arra, hogy a működési támogatások befolyásolhatják-e a zöldelőmű területi elhelyezkedését.

A disszertáció végül a kutatás jövőbeni irányait ismerteti, egyrészt a KÁT és a hazai új zöldáram támogatási rendszer (METÁR) területi vetületeinek összehasonlításában rejlő lehetőségeket, másrészt egy lokációspecifikus támogatási rendszer hazai alkalmazhatóságának modellezését.

### 1.3. A kutatás hipotézisei, kutatási kérdései

Doktori értekezésem fő témája a zöld erőművek beruházási döntéseinek, ún. telepítési tényezőinek vizsgálata. Milyen szempontokat részesítenek előnyben a megújuló erőművek hazánkban a telephely választásakor? Megújuló technológia, erőműméret, energetikai tapasztalat, illetve a cégméret alapján van-e különbség a cégek telephelyválasztási szempontrendszerében?

A telepítési tényezők közül részletesen foglalkozom a zöldáram működési támogatásokkal. Megújuló technológiáinként veszem számba a támogatások telephelyi döntésben betöltött szerepét, hatását a lokációválasztás szempontrendszerére. Mekkora szerepe van a működési támogatásoknak a hazai megújuló erőművek telepítése során? A működési támogatások mennyiben befolyásolják a telephelyválasztás szempontrendszerét, a telepítési tényezők fontossági sorrendjét, ezen keresztül pedig magát a telephelyválasztást? A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás optimális telephelyválasztást eredményezett-e hazánkban?

A fenti kutatási kérdésekhez az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

Kutatási kérdés	Hipotézis
1. Milyen szempontokat részesítenek előnyben a megújuló erőművek a telephely megválasztásakor?	H1. A hazai megújuló beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás a legfontosabb telepítési tényező.
	H2. A természeti, valamint a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a hazai megújuló erőművek telepítési döntésében.
2. Megújuló technológia, erőműméret, energetikai tapasztalat, illetve a cégméret alapján van-e különbség a cégek telephelyválasztási szempontrendszerében?	H3. Megújuló technológia és energetikai tapasztalat alapján a cégek telephelyválasztási szempontjai eltérőek
3. Mekkora szerepe van a működési támogatásoknak a megújuló erőművek	H4. Támogatás nélkül nem valósultak volna meg megújuló beruházások Magyarországon, a telepítési

telepítésében?	tényezők közül elsődleges szempont volt a kötelező átvételi rendszer által biztosított ár és folyamatos áramátvétel.
4. A működési támogatások mennyiben befolyásolják a telephelyválasztás szempontrendszerét, a telepítési tényezők fontossági sorrendjét, ezen keresztül pedig magát a telephelyválasztást?	H5. A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás megléte befolyásolta a megújuló erőművek telephelyválasztási tényezőinek sorrendjét Magyarországon. Kötelező átvételi támogatás nélkül változna a telepítési tényezők sorrendje, a befektetők más szempontokat tartanának fontosabbnak.
5. A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás optimális telephelyválasztást eredményezett-e hazánkban?	H6. A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás torzította a befektetők optimális telephelyválasztását hazánkban.

#### 1.4. A kutatás módszertana

A disszertáció elméleti megalapozásának fő módszere a forráskutatás és irodalomelemzés. Ennek keretében először áttekintettem a regionális mikroökonómia telephelyelméleteit és lokációválasztással foglalkozó főbb hazai szakirodalmát. Szintén foglalkozik a telepítési tényezőkkel és az erőművi térszerkezettel az energiaföldrajz, mint tudományág. A forráskutatás következő iránya az erőművek, zölderőművek téma szerint releváns gyakorlatorientált szakirodalmának feldolgozása volt. Ennek feldolgozása során vált számomra nyilvánvalóvá, hogy a támogatás, mint telepítési tényező mennyire elnagyoltan, vagy egyáltalán nem jelenik meg a vizsgálatokban. Ezért újabb forráskutatást végeztem a megújuló támogatások és területi hatások témakörében. A kutatás sikeres volt, hiszen sikerült fellelnem elsősorban német nyelvterületen a témával foglalkozó kutatókat és megismernem eredményeiket. A fenti szakirodalmakat felhasználva állítottam össze az empirikus vizsgálatomban használt kérdőívet, valamint ez segített megfogalmazni és később értékelni hipotéziseimet.

Az empirikus kutatás módszere a kérdőív. A kérdőív felépítése, szerkezete alapvetően az attitűd mérésére vonatkozó kutatási módszertant követ, az egyes szempontok skálaszerű operacionalizálásával, mennyiségi adatra csak korlátozottan kérdezett rá (pl. a foglalkoztatottak létszáma és a beépített villamos teljesítmény). Az első részben a szervezetre vonatkozó általános információkat kellett megadni (a beazonosíthatóság érdekében szervezeti, telephelyi információk megadása) – szabad szöveges beviteli mezőkben. A kérdőív további részében a szakirodalom és saját tapasztalat alapján meghatározott, a kérdőív tesztelése során ellenőrzött szempontlista változóinak fontosságát lehetett számszerűen értékelni, a későbbi számítógépes adatfeldolgozás támogatása érdekében kódolt módon.

Az egyes telepítési tényezők fontosságát 0-tól 5-ig terjedő Likert skálán kellett értékelni a megkérdezetteknek, ahol a „0” érték a figyelembe nem vett, az „1” a legkevésbé fontos, az 5-ös érték a nagyon fontos telepítési tényezőt jelölte. A telepítéskor figyelembe vett egyéb, egyénileg felmerült telepítési tényező megadására is lehetőséget volt szabad szöveges adatmezőben, az esetlegesen figyelembe nem vett szempontok megjeleníthetősége érdekében.

A kérdések a telepítési tényezők abszolút sorrendjének a megállapítását célozták. Néhány eldöntendő kérdés is előfordult: jellemzően a csoportosító változókra vonatkozó kérdések voltak ilyen típusúak pl. konzern-e, tapasztalattal rendelkezik-e? Néhány kérdés esetén a többszörös válaszlehetőség is megengedett volt (pl. a megkérdezett milyen támogatási formában részesült). A relatív sorrendhez kapcsolódó kérdések esetében az öt legfontosabb telepítési tényezőt kiválasztását és ezeknek a fontossági sorrendbe történő rendezését kértem.

A kérdőíves felmérést 2018 márciusában folytattam le az akkor működő összes hazai zöldterület megkeresésével. Az adatok feldolgozása, elemzése során az alábbi statisztikai módszereket alkalmaztam:

- A beérkezett válaszok reprezentativitását lineáris korrelációs vizsgálattal végeztem el (determinációs együttható meghatározása két eloszlás összehasonlítására).
- A telepítési tényezők klaszterezése során az SPSS beépített, ide vonatkozó funkcióját vettem igénybe.
- A kérdésekre adott válaszok kiértékelését alapvetően Excel, R és SPSS statisztikai programok használatával végeztem el – támaszkodva a beépített statisztikai funkciókra (gyakoriság, átlag és várható érték kiszámítása). Két válaszadó csoport által adott értékelések közti különbség szignifikáns voltának az eldöntésére a Mann-Whitney próbát alkalmaztam, mivel a vizsgálandó értékek nem normális eloszlásúak voltak. Azokban az esetekben, ahol az előfordulási gyakoriság is hangsúlyos volt, továbbá ha a normalitás és a szórás egyezőség nem teljesültek, a Z-próba vizsgálatot alkalmaztam.



## 2. Összegzés

Hipotéziseimet a nemzetközi szakirodalom tapasztalatai, iparági adatok, saját számítások, illetve a kérdőíves kutatásom eredményeit felhasználva értékeltem. A hipotéziseket öt kutatási kérdés mellé rendeltem, a hipotézisek ezekre kívánnak reflektálni.

### 2.1. Hipotézis 1-2.

**Az 1. kutatási kérdésemhez két hipotézis is kapcsolódott, melyek az alábbiak:**

Kutatási kérdés	Hipotézis
Milyen szempontokat részesítenek előnyben a megújuló erőművek a telephely megválasztásakor?	H1. A hazai megújuló beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.
	H2. A természeti, valamint a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a hazai megújuló erőművek telepítési döntésében.

Az első két hipotézist a 2018 márciusában lefolytatott kutatásom eredményei alapján értékeltem, az egyes megújuló technológiákra külön-külön megvizsgálva a hipotézisek alátámaszthatóságát. Az alábbi táblázat röviden szemlélteti a különböző zöldáram-termelési technológiák tekintetében az első két hipotézis elemzésének eredményeit:

Megújuló technológia	H1. A hazai megújuló beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.	H2. A természeti, valamint a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a hazai megújuló erőművek telepítési döntésében.
Biomassza	Zöldmezős biomassza erőművek esetén elfogadható a teljes hipotézis, barnamezős erőművekre a támogatásokra nem fogadható el. <b>A biomassza erőművek átlagában elvetendő a H1 hipotézis:</b> az elérhető biomassza energiaforrások fontosabbak, mint a támogatások vagy a hálózati csatlakozás.	<b>Részben elfogadtam a H2 hipotézist,</b> mivel a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a telepítési döntésben.
Biogáz	<b>Elvettem a H1 hipotézist,</b> mivel sem a termelési tényezők abszolút, sem relatív sorrendje nem igazolta azt. (Gazdaságossági, illetve természeti tényezők voltak a legfontosabbak.)	<b>Részben elfogadtam a H2 hipotézist,</b> mivel a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a telepítési döntésben.

Megújuló technológia	H1. A hazai megújuló beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.	H2. A természeti, valamint a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a hazai megújuló erőművek telepítési döntésében.
Naperőművek	<b>Elfogadtam a H1 hipotézist</b> , mivel mind az abszolút, mind a relatív sorrendben első helyen állt a termelt villamos energia értékesíthetősége/ára, illetve a hálózati csatlakozás.	<b>A H2 hipotézist elvettem</b> , mivel a kérdőív eredményei alapján sem a természeti tényezők, sem a környezeti, társadalmi tényezők tekintetében nem jelenthető ki egyértelműen, hogy a telepítési döntésben nincs szerepük.
Szélerőművek	<b>A H1 hipotézist elfogadtam</b> , mivel a termelési tényezők abszolút sorrendje visszaigazolta a támogatások fontosságát, a relatív sorrend pedig a hálózati csatlakozás jelentőségét.	<b>Részben elfogadtam a H2 hipotézist</b> , mivel a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a telepítési döntésben.
Vízlerőművek	<b>Részben fogadtam el a H1 hipotézist</b> , mivel az csak a hálózati csatlakozást tekintve igazolódott be.	<b>A H2 hipotézist elvettem</b> , mivel a kérdőív eredményei alapján a természeti, illetve a környezeti, társadalmi tényezőknek nagy jelentőségük volt a beruházási döntés során.

**A H1 hipotézist részben elfogadtam (ld. nap-és szélerőművek), részben viszont elvettem (ld. biomassza, biogáz és vízlerőművek). A H2 hipotézist szintén részben fogadtam el (ld. biomassza, biogáz és szélerőművek), a naperőművekre és vízlerőművekre vonatkozóan viszont teljes egészében elvettem.**

## 2.2. Hipotézis-3.

Kutatási kérdés	Hipotézis
Megújuló technológia, erőműméret, energetikai tapasztalat, illetve a cégméret alapján van-e különbség a cégek telephelyválasztási szempontrendszerében?	H3. Megújuló technológia és energetikai tapasztalat alapján a cégek telephelyválasztási szempontjai eltérőek

A H3 hipotézist a megújuló technológiák tekintetében vizsgálat nélkül elfogadtam, hiszen a H1 és H2 hipotézis elemzésekor már beigazolódott, hogy az egyes technológiák telephelyválasztási szempontjai között jelentősek a különbségek. Önmagában az a tény, hogy a cég konzern része-e vagy sem, illetve a cég mérete (foglalkoztatottak száma alapján) szignifikánsan nem befolyásolta a telepítési tényezők sorrendjét. Az energetikai tapasztalat megléte, mint befolyásoló tényező az összes megújuló technológia átlagában, illetve a nap-és vízlerőművek esetén volt mondható jelentősnek. Az erőmű mérete (0,5 MW kapacitás alatt, illetve felett) csak a vízlerőművek esetében volt szignifikáns, a telepítési tényezők rangsorát

befolyásoló csoportosító változó. Ennek alapján a **H3 hipotézist teljes egészében elfogadtam.**

### 2.3. Hipotézis-4

Kutatási kérdés	Hipotézis
Mekkora szerepe van a működési támogatásoknak a megújuló erőművek telepítésében?	H4. Támogatás nélkül nem valósultak volna meg megújuló beruházások Magyarországon, a telepítési tényezők közül elsődleges szempont volt a kötelező átvételi rendszer által biztosított ár és folyamatos áramátvétel.

A H4 hipotézis elemzésékor először megvizsgáltam, hogy az egyes megújuló technológiák esetében hogyan alakult az ún. LCOE mutató (Levelised Cost of Electricity) a kötelező átvételi átlagárak, valamint az erőművi kapacitások alakulásához képest, nap-és szélenergiaerőművekre vonatkozóan. Az adatok azt mutatták, hogy mindkét vizsgált technológia esetében kötelező átvételi támogatás nélkül az utóbbi évek kapacitásnövekménye minden bizonnyal nem valósult volna meg.

A kutatási eredményeimet áttekintve elmondható, hogy a működési támogatást (azaz a kötelező átvételi támogatást) a válaszadó megújuló erőművek az összes pénzügyi támogatás tekintetében a legfontosabbnak értékelték. A nap-és szélenergiaerőművek esetében pedig egyértelműen a kötelező átvételi rendszerhez kapcsolható termelési tényező, a termelt villamos energia értékesíthetősége és ára volt a legmeghatározóbb.

Az általam vizsgált nemzetközi szakirodalom is alátámasztotta a H4 hipotézist (ld. Polzin et al. (2015), Hitaj et al. (2014)). A pénzügyi ösztönzők közül ugyanis a kötelező átvétel bírt a legnagyobb hatással az időjárásfüggő megújuló kapacitások (nap-, illetve szélenergiaerőművek) kiépülésére.

A fentiek alapján a **H4 hipotézist csak részben, egyes megújuló technológiákra (nap-és szélenergiaerőművek) vonatkozóan fogadtam el**, a többi technológia esetében nem jelenthető ki egyértelműen, hogy egyáltalán nem valósultak volna meg beruházások kötelező átvételi támogatás nélkül.

## 2.4. Hipotézis-5

Kutatási kérdés	Hipotézis
A működési támogatások mennyiben befolyásolják a telephelyválasztás szempontrendszerét, a telepítési tényezők fontossági sorrendjét, ezen keresztül pedig magát a telephelyválasztást?	H5. A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás megléte befolyásolta a megújuló erőművek telephelyválasztási tényezőinek sorrendjét Magyarországon. Kötelező átvételi támogatás nélkül változna a telepítési tényezők sorrendje, a befektetők más szempontokat tartanának fontosabbnak.

A pénzügyi támogatások hiányának hatásait vizsgáltam a kutatásban arra vonatkozóan, hogy ez az egyes megújuló technológiák esetében hogyan változtatja meg az első öt legfontosabb telepítési tényező relatív sorrendjét. Mivel a pénzügyi támogatások közül a működési támogatások bizonyultak a legfontosabbnak, a kutatás eredményeit csak ez utóbbira vetítettem ki.

A kutatás eredményei alapján elmondható, hogy pénzügyi támogatások nélkül a vállalkozók a bevételek maximalizálására (ld. villany/hő minél magasabb áron történő értékesítése, környezeti tényezők jobb kihasználása), valamint a veszteségek minimalizálására (ld. minél közelebbi hálózati csatlakozási pont, olcsó földterület, stb.) törekednének. Emiatt változik a telepítési tényezők fontosságának sorrendje.

A fenti állítás egybecseng a modern telephely-elméletek, illetve a vizsgált nemzetközi szakirodalom következtetéseivel is (ld. Schmidt et al. (2013); Pechan (2017); Obermüller (2017); Hiroux és Saguan (2010)). Mindegyik szerző végső soron azt mondja ki, hogy a működési támogatás és annak fajtája (kötelező átvétel vagy prémium) hatással van a megújuló beruházók telepítési döntésére.

A **H5 hipotézist elfogadtam**, mivel a kutatási eredményeim, illetve a vonatkozó nemzetközi szakirodalom is teljes mértékben alátámasztották azt.

## 2.5. Hipotézis-6

Kutatási kérdés	Hipotézis
A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás optimális telephelyválasztás eredményezett-e hazánkban?	H6. A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás torzította a befektetők optimális telephelyválasztását hazánkban.

A vonatkozó, általam vizsgált nemzetközi szakirodalom (Pechan (2017); Obermüller (2017); illetve Hiroux és Saguan (2010)) eredményei alapján kijelenthető, hogy a villamosenergia-rendszer szempontjából a kötelező átvételi rendszer szuboptimális

eredményre vezet, mivel a termelők (értsd: szélerőművek) nincsenek kitéve a piaci árjelzéseknek. Ha a szélerőművek érzékelik a piaci jelzéseket (pl. másnapi és napon belüli villamosenergia-kereskedés lehetővé tétele, csomóponti árazás vagy zónás árazású csatlakozási költségek révén), akkor a villamosenergia-rendszer szempontjából optimális telephelyekre fognak települni.

A kérdőíves felmérés eredményei alapján kijelenthető, hogy valójában nem - a már működő erőművek gyakorlatorientált szemléletű szakirodalma által is említett - lokációs tényezők voltak elsődlegesek a beruházói döntés meghozatala során, hanem a kötelező átvételi támogatás. Tehát torzult az eredeti, optimálisnak tekinthető befektetői döntés.

A kérdőív adatait felhasználó Dr. Lados Mihállyal közös korreláció vizsgálatunk eredménye azt mutatta, hogy az általunk vizsgált indikátorok (a villamosenergia-elosztóhálózat nyomvonalhossza, művelés alól kivett terület, egy főre jutó GDP) egyike sem szolgál igazán magyarázó erővel arra vonatkozóan, hogy hol települnek megújuló alapú villamosenergia-termelő kapacitások Magyarországon. A kötelező átvételi támogatás mértéke tehát olyan magas, hogy elenyészőnek bizonyulnak mellette az egyéb tényezők jövedelmezőségre vonatkozó vélt vagy valós hatásai.

A vizsgált nemzetközi szakirodalmak, a kérdőíves felmérés, illetve az elvégzett korrelációelemzés alapján **a H6 hipotézist tehát elfogadtam.**

Hipotézis	Hipotézis értékelése
H1. A hazai megújuló beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.	Részben elfogadva
H2. A természeti, valamint a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a hazai megújuló erőművek telepítési döntésében.	Részben elfogadva
H3. Megújuló technológia és energetikai tapasztalat alapján a cégek telephelyválasztási szempontjai eltérőek	Elfogadva
H4. Támogatás nélkül nem valósultak volna meg megújuló beruházások Magyarországon, a telepítési tényezők közül elsődleges szempont volt a kötelező átvételi rendszer által biztosított ár és folyamatos áramátvétel.	Részben elfogadva
H5. A kötelező átvételi rendszer mint működési támogatás megléte befolyásolta a megújuló erőművek telephelyválasztási tényezőinek sorrendjét Magyarországon. Kötelező átvételi támogatás nélkül változna a telepítési tényezők sorrendje, a befektetők más szempontokat tartanának fontosabbnak.	Elfogadva
H6. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás torzította a befektetők optimális telephelyválasztását hazánkban.	Elfogadva

A hipotézisek kiértékelésének eredményeként az alábbi téziseket fogalmaztam meg:

<b>Hipotézis</b>	<b>Tézis</b>
H1. A hazai megújuló beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.	T1. A hazai nap-és szélenergia beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.
H2. A természeti, valamint a környezeti és társadalmi tényezőknek nincs érdemi jelentőségük a hazai megújuló erőművek telepítési döntésében.	T2. Hazánkban a természeti tényezőknek csak a naperőművi beruházások esetében nincs érdemi jelentőségük, a környezeti és társadalmi tényezők esetében azonban a vízerőművek kivételével mindegyik megújuló technológiára vonatkozóan elmondható, hogy általában nem játszanak fontos szerepet a telepítési döntés során.
H3. Megújuló technológia és energetikai tapasztalat alapján a cégek telephelyválasztási szempontjai eltérőek.	T3. A telephelyválasztási szempontok fontossága tekintetében eltérés mutatkozik a megújuló technológia, illetve a már energetikai tapasztalattal rendelkező cégek között.
H4. Támogatás nélkül nem valósultak volna meg megújuló beruházások Magyarországon, a telepítési tényezők közül elsődleges szempont volt a kötelező átvételi rendszer által biztosított ár és folyamatos áramátvétel.	T4. Támogatás nélkül nem valósultak volna meg nap-, illetve szélenergia beruházások Magyarországon, a telepítési tényezők közül elsődleges szempont volt e két megújuló technológia tekintetében a kötelező átvételi rendszer által biztosított ár és folyamatos áramátvétel.
H5. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás meglete befolyásolta a megújuló erőművek telephelyválasztási tényezőinek sorrendjét Magyarországon. Kötelező átvételi támogatás nélkül változna a telepítési tényezők sorrendje, a befektetők más szempontokat tartanának fontosabbnak.	T5. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás meglete befolyásolta a megújuló erőművek telephelyválasztási tényezőinek sorrendjét Magyarországon. Kötelező átvételi támogatás nélkül változna a telepítési tényezők sorrendje, a befektetők más szempontokat tartanának fontosabbnak.
H6. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás torzította a befektetők optimális telephelyválasztását hazánkban.	T6. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás torzította a befektetők optimális telephelyválasztását hazánkban.

A hipotézisekkel szembeállítva a dolgozat eredményei nyomán a következő téziseket fogalmaztam meg:

- T1. A hazai nap-és szélenergia beruházások esetében a támogatások és a hálózatra való csatlakozás volt a legfontosabb telepítési tényező.
- T2. Hazánkban a természeti tényezőknek csak a naperőművi beruházások esetében nincs érdemi jelentőségük, a környezeti és társadalmi tényezők esetében azonban a vízerőművek kivételével mindegyik megújuló technológiára vonatkozóan elmondható, hogy általában nem játszanak fontos szerepet a telepítési döntés során.

- T3. A telephelyválasztási szempontok fontossága tekintetében eltérés mutatkozik a megújuló technológia, illetve a már energetikai tapasztalattal rendelkező cégek között.
- T4. Támogatás nélkül nem valósultak volna meg nap-, illetve szélenergia beruházások Magyarországon, a telepítési tényezők közül elsődleges szempont volt e két megújuló technológia tekintetében a kötelező átvételi rendszer által biztosított ár és folyamatos áramátvétel.
- T5. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás megléte befolyásolta a megújuló erőművek telephelyválasztási tényezőinek sorrendjét Magyarországon. Kötelező átvételi támogatás nélkül változna a telepítési tényezők sorrendje, a befektetők más szempontokat tartanának fontosabbnak.
- T6. A kötelező átvételi rendszer, mint működési támogatás torzította a befektetők optimális telephelyválasztását hazánkban.

## **2.6. További kutatások lehetséges jövőbeni irányai**

Kutatásomat a későbbiekben két irányban szeretném folytatni:

Megismételném a kérdőíves felmérést a hazai zöldenergia erőművekre. 2019-ben már 1143 darab naperőmű volt rendszerben (2018 márciusában még csak 151 darab). A KÁT-ot felváltotta a METÁR rendszer, mely a korábbtól eltérően egy prémium típusú támogatás. Az új METÁR rendszerben támogatást nyert erőművek is nagyszámban üzembe állnak. A felmérés megismétlése révén pontosabb információkat remélek a telephelyválasztás szempontrendszeréről tekintetében, másrésztől összehasonlítható lenne a KÁT és a METÁR rendszer területi hatása.

A másik irányt, a zöldenergia erőművi portfólió alakulásának fényében a lokációspecifikus támogatások hazai bevezethetőségének vizsgálata jelentené.

### 3. A szerzőnek a kutatáshoz kapcsolódó eddig megjelent publikációi

- 1) Tóth, Tamás – Kulin, Ferenc (2019): A megújuló energia részarányának modellezése 2020-as kitekintéssel. *Közgazdasági Szemle* 66:10, 1073-1092., 20 p.
- 2) Tóth, Tamás (2014): A közel nulla energiaigényű épületek követelményei – elméleti és gyakorlati elemzés, javaslatok hazánk számára. In: Kalmár, Ferenc (szerk.) *Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával*. Budapest, Magyarország, Akadémiai Kiadó, 269-297. 29 p.
- 3) Barts Gábor – Somossy Éva – Tóth Tamás (2012): Közös megújuló támogatási rendszer regionális lehetőségei. Előadás: *III. Duna-térségi Kohézió Nemzetközi Tudományos Konferencia*, Dunaújváros, 2012. 09. 5-6., Megjelenés: Magyarország
- 4) Barts – Somossy Éva – Tóth Tamás (2012): Nemzeti vs. közös megújuló támogatási rendszerek a visegrádi országokban. In: Nyugat-magyarországi, Egyetem Közgazdaságtudományi Kar (szerk.) *A gazdasági fejlődés fő hajtóerői: munkahelyteremtés, hatékonyság, innováció: programfüzet és előadáskivonatok: nemzetközi tudományos konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából*, Sopron, 2012. november 12. = Driving forces of the economic development: job creation, efficiency, innovation: program booklet and abstracts: international scientific conference on the occasion of Hungarian Science Festival, Sopron, 12th November 2012. Sopron, Magyarország: Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar, p. 11
- 5) Somossy, Éva – Tóth, Tamás (2011): Feed-in tariff vs. green certificate system for biomass in Hungary 2523-2531., 9 p. In: Anon (szerk.): *19th EU Biomass Conference & Exhibition*  
Berlin, Németország
- 6) Somossy, Éva – Tóth, Tamás (2011): Megújuló hőenergia szabályozás az Európai Unióban  
Előadás: *VI. Klímaváltozás - Energiatudatosság - Energiahatékonyság Nemzetközi Konferencia*, Győr, 2011. 04. 6-7., Megjelenés: Magyarország
- 7) Tóth, Péter – Milasin, Árpád – Tóth, Tamás (2011): A Pannonhalmi Főapátság energia ellátásának korszerűsítése biomassza fűtőmű létesítésével. In: Szabó, Valéria – Fazekas, István (szerk.) *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: II. Környezet és*



- Energia Konferencia. Debrecen, Magyarország: MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság 347-352., 6.
- 8) Tóth, Tamás (2011): Magyarország energiabiztonsága, az energiaellátás sebezhetősége a globális energiaválság évszázadában pp. 187-214., 28 p. In: Tamás, Pál; Bulla, Miklós (szerk.) *Sebezhetőség és adaptáció: a reziliencia esélyei [Vulnerability and adaptation: about social resilience]* Budapest, Magyarország: MTA Szociológiai Kutatóintézet (SZKI), p. 439
  - 9) Tóth, Péter – Tóth, Tamás (2010): Az Európai Unió és Magyarország energiastratégiája, új energetikai indikátorok pp. 70-79. In: Nagy, Géza; Pestiné, Rácz Éva Veronika; Torma, András (szerk.): X. Környezettudományi Tanácskozás: *Regionális fejlesztések fenntarthatósági vizsgálata*, Győr, Magyarország
  - 10) Tóth, Péter – Kaderják, Péter – Tóth, Tamás (2010): Renewable Energy Use and Regulation in Hungary pp. 1-29., 29 p. In: Dörte, Fouquet; Christopher, Jones (szerk.) *EU Energy Law: Renewable Energy in the Member States of the European Union - Chapter 12. Hungary* Leuven, Belgium: Claeys and Casteels Publishing
  - 11) Tóth, Tamás (2010): A megújuló energiaforrásból termelt villamos energia ösztönzési rendszere pp. 97-117., 21 p. In: Fazekas, Orsolya (szerk.) *A magyar villamosenergia-szektor működése és szabályozása*. Budapest, Magyarország: Complex Kiadó, p. 497
  - 12) Tóth, Tamás – Tóth, Péter (2009): A megújuló energiák szabályozásának aktuális kérdései  
In: Orosz, Zoltán; Szabó, Valéria; Fazekas, István (szerk.): *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: Környezet és Energia Konferencia*. Debrecen, Magyarország: MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság, pp. 223-227., 5 p.
  - 13) Tóth, Tamás (2009): A biomassza bázisú villamosenergia-termelés aktuális helyzete és kilátásai, avagy elegendő-e a jelenlegi kötelező átvételi ár a 2020-as célkitűzések teljesítésére? In: Orosz, Zoltán; Szabó, Valéria; Fazekas, István (szerk.) *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: Környezet és Energia Konferencia*, Debrecen, Magyarország: MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság, pp. 89-93., 5 p.
  - 14) Tóth, Tamás – Grabner, Péter (2008): Experiences in Co-firing of Biomass, Options of restructuring the Regime of Subsidies in Hungary pp. 2688-2693., 6 p. In: *ETA-Florence, Renewable Energies (szerk.) 16th European Biomass Conference & Exhibition* Florence, Olaszország: ETA-Florence Renewable Energies

- 15) Tóth, Tamás (2008): Módosuló kötelező átvétel. *Hulladéksors*: Szakmai Folyóirat 9:3 pp. 16-19., 4 p.
- 16) Tóth, Tamás (2007): A megújuló bázisú villamosenergia-termelés támogatási eszközeinek hatásossága és bemutatása néhány európai példán keresztül: Az alternatív energiaforrások hasznosításának gazdasági kérdései. In: Andrassy, A (szerk.): Az alternatív energia források hasznosításának gazdasági kérdései: Nemzetközi tudományos konferencia. Sopron, Magyarország: Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar
- 17) Tóth, Tamás – Grabner, Péter (2007): Állami támogatások és a megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia átvétele: Az Alternatív energiaforrások hasznosításának gazdasági kérdései. In: Andrassy, A (szerk.): *Az alternatív energia források hasznosításának gazdasági kérdései: Nemzetközi tudományos konferencia*. Sopron, Magyarország: Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar.
- 18) Tóth, Tamás – Grabner, Péter (2006): Discrepancies in the hungarian RES support mechanism. Előadás: ENERDAY 1st Workshop on Energy Economics and Technology: Vertical (Dis-)Integration, contracts, Regulation and Investments in Liberalized Energy Markets, Drezda, Németország, 2006. 04. 21., Megjelenés: Németország
- 19) Tóth, Tamás (2006): Megújuló energiaforrásból származó villamos energia támogatási rendszere Lengyelországban, Csehországban, Szlovákiában, Magyarországon. In: Rechnitzer, J (szerk.) *Átalakulási folyamatok Közép-Európában*. Győr, Magyarország: Széchenyi István Egyetem Jog- és Gazdaságtudományi Kar, Multidiszciplináris Társadalomtudományi Doktori Iskola, 5 p.
- 20) Tóth, Tamás (2006): A megújuló energiaforrásból származó villamos energia piaci részesedésének növelésére irányuló támogatások Közép-Kelet Európában. *Műszaki Információ Energiaellátás Energiatakarékosság Világszerte*. 2006:2 pp. 34-44. , 11 p.

## Irodalomjegyzék

1. Al Garni, H. Z. et al. (2017): Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Applied Energy*, Volume 206, 1225-1240.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191731437X>
2. ECOFYS (2017): Mapping the cost of capital for wind and solar energy in South Eastern European Member States, Ecofys 2016 by order of the European Climate Foundation  
<https://www.ecofys.com/files/files/ecofys-eclareon-2016-wacc-wind-pv-south-east-europe.pdf>
3. Hiroux, C., Saguan, M. (2010): Large-scale wind power in European electricity markets: Time for revisiting support schemes and market designs? *Energy Policy*, Volume 38, issue 7, 3135-3145
4. Hitaj, C. et al (2014): The impact of a feed-in tariff on wind power development in Germany. ZEW Discussion Papers 14-035, Leibniz
5. IRENA (2018): Renewable Power Generation Costs in 2017, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
6. Liu, J. et al. (2017): Site selection of photovoltaic power plants in a value chain based on grey cumulative prospect theory for sustainability: A case study in Northwest China. *Journal of Cleaner Production*, Volume 148, 386-397  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617302160>
7. Mulder, M. (2017): Energy transition and the electricity market. Centre for Energy Economics Research
8. Obermüller, F. (2017): Build Wind Capacities at Windy Locations? Assessment of System Optimal Wind Locations. EWI Working Papers 2017-9, Energiewirtschaftliches Institut an der Universitaet zu Koeln (EWI)
9. Pechan, A. (2017): Where do all the windmills go? Influence of the institutional setting on the spatial distribution of renewable energy installation. *Energy Economics*. Volume 67., 75-86
10. Schmidt, J., et al (2013): Where the wind blows: Assessing the effect of fixed and premium based feed-in tariffs on the spatial diversification of wind turbines. *Energy Economics*. 40., 269-276
11. Tomasics Sára (2015): A megújuló alapú villamosenergia-termelés piaci hatásai.  
<https://www.mvmpartner.hu/hu-HU/Szolgalatasok/Villamos-Energia/Erdekessegek/Amegujuloalapu villamosenergia-termelespiacihatasai>

12. Varró László (2019): Drámaian terjednek az elektromos autók, de az olajnak nincs vége egyik napról a másikra. Portfolio, Budapest

<https://www.portfolio.hu/uzlet/20191022/dramaian-terjednek-az-elektromos-autok-de-az-olajnak-nincs-vege-egyik-naprol-a-masikra-404675>

**Széchenyi István University**  
**Doctoral School of Regional and Economic Sciences**



**Tamás Tóth**

**Installation factors affecting the location of green  
power plants, with special regard to operating aids**

Draft Thesis

**Supervisor: Dr. Lados Mihály DS.C**

Győr, 2019

# 1. Introduction, the scientific questions and hypotheses of the dissertation

## 1.1. The objective and short overview of the dissertation

Renewable electricity generation is becoming more and more appreciated both in the European Union and the whole world, and not only because of environmental considerations, but with regard to other socio-economic benefits as well. Green power generation has a share of more than 30% in the electricity consumption of the European Union, and this ratio will continue increasing in the future because of climate commitments. However, the parties to the electricity system have to face certain challenges due to the considerable share of green power plants from the energy mix of the individual Member States. The most important challenges arise in connection with structural congestion caused by renewable power generation, the maintenance of the balance within the electricity system (need for balancing energy, voltage regulation, response measures on the demand side, harmonic distortion) and, in the end, the security of supply. The issues of loop flow or the financing of the subsidies of renewables constitute cross-border problems (Tomasics; Mulder (2017)).

It was along the research into these problems that the examination started as to how the individual subsidy systems affect the geographical distribution of green power plant capacities (Hitaj et al. (2014); Schmidt et al. (2013)). This approach is based on the supposition that the challenges arising in the electricity system (e.g. structural congestion, imbalances) are caused by the extremely uneven spatial distribution of the various green power plant technologies. As many of the renewable technologies may only be realized with subsidy by this day, the subsidy systems (operating aids) are capable of influencing the geographical location of green power plants. The type of the operating aid (e.g. KÁT or premium) and the way it is shaped (e.g. pricing of structural congestion) has a determining impact on whether renewable power plants are constructed in a centralized (close to natural resources) or decentralized manner (adapted to the demand).

Although the proportion of green power is far from high in Hungary for the time being (7.5% in 2017), a substantial solar power capacity (2000 MW) will be commissioned in the next few years. As a result of the boom of solar power plants, questions concerning the system connection, balancing and the cost of subsidizing of renewables are held continuously on the agenda at professional forums. That's why I chose the factors of installation of green power plants as the subject of my examination, with a focus on the role of operating aids. I

supposed that the impact of the subsidizing of green power with operating aids on the geographical location of renewable power plants can be verified in Hungary as well. As our country is committed to increasing the ratio of renewable power generation, I believe that my findings might be made a good use of in the course of the further consideration of the subsidy systems.

There are huge technical differences between green power plant technologies, which heavily influence their installation as well. Although renewable technologies have improved a lot, the majority of them remains more expensive than fossil technologies, which means that their operation is not competitive on a market basis (Infrapont (2010), ECOFYS (2017), IRENA (2018)). This situation is meant to be changed by green power subsidies, primarily arising from environmental protection considerations (the negative externalities brought about by fossil-based power generation). They are intended to compensate for the competitive disadvantage of renewable technologies against fossil power generation. As a result of the subsidy, a growing number of green power plants have been established and the share of renewable power generation in electricity consumption has been growing considerably. Green power generation has an impact on the operation of and the parties to the electricity system, but this is of course a bidirectional interaction, with the green power plant being also part of the system. As we are talking about an industry operating as a system, the location of the point of feed-in is essential in terms of the effects, therefore the selection of the site for the power plant becomes more significant for investors and regulators alike.

Due to the continuous changing of the spatial structure of power plants, the selection of the site for the power plant and its examination are limited in space and time. It should be regarded as an X-ray picture recording the conditions at a point of time. Energy transition, which is under way even at this very moment, is rearranging the electricity sector to a considerable extent. The method of supply is changing, and there is a shift from a centralized approach to a decentralized approach. The future is yet uncertain, but in light of the trends, we can presume an increasing appreciation of location in renewable energy generation. The selection of the locations for power plants will be a much more complex decision-making process in the future because of the complexity of the factors of installation (e.g. connection of sectors, smart technologies, examination of consumption curves, etc.) (Varró 2019).

The studies considering the factors of installation of already existing and operating green power plants tend to examine the aspects arising from technological features and the majority of the researches fail to take into regard the regional differences in subsidies or the impact of the subsidies available on decisions concerning installation (Liu et al. (2017); Al Garni et al.

(2017)). The works investigating the territorial aspects of green electricity subsidies, on the other hand, focus almost exclusively on the impacts of the subsidies. I believe, however, that these two sets of criteria complement each other very well and should be examined in a complex manner.

The empirical examination of the selection of the site is based on a survey conducted in March 2018 with the involvement of the existing Hungarian power plants. The findings made it possible for me to map the criteria system of employment of renewable power plants in Hungary by technologies. The survey confirmed the presumption in respect of the solar and wind power plants in that it is the operating aid rather than the natural and locational factors arising from technological features which play the most important role in making the decision on installation. I could also establish that the KÁT support influenced the criteria of selection of the site and thus distorted the optimal structure of site. The international studies I reviewed (pl. Schmidt et al. (2013), Pechan (2017), Obermüller (2017)) also concluded that premium types subsidies, where market prices affect the installation decision of the generator and, more specifically, the so-called nodal or zone pricing (structural congestions reflected in the market price) give rise to a site structure which is more optimal for the electricity system.

As for the future directions of research, I should highlight a possible examination of the spatial impacts of the new Hungarian electricity subsidy, the METÁR system, which, unlike the KÁT system, is a premium type support. The findings of such an examination could serve as a basis for the comparison of the two support systems, which would provide additional useful information for regulators. In the longer run, it could be worth examining (modelling) the introduction of a location specific support system in Hungary in light of the changes to the green power plant portfolio.

## **1.2. The structure of the dissertation**

The first part of the dissertation outlines the theoretical background of the topic. This theoretical summary starts with the introduction of the problem, which describes the key characteristics of renewable power plants and green power subsidy systems, their roles and the relationship between them. This is where the impact of green power generation on the electricity system, used as a starting point for my thesis, is presented.

The next chapter contains the presentation of literature examining the territorial aspects of green power plants. It is intended to outline changes to the spatial structure of the electricity system, including renewable power plants, with the help of energy geography. The “energy transition” in the electricity industry heavily influences the selection of the locations of power



plants as well. This is followed by the presentation of the practice-oriented literature examining the decisions on site selection for existing power plants.

The next theoretical chapter deals with the territorial aspects of operating aids available for green power and highlights that the subsidies constitute factors of installation capable of influencing the spatial structure of green power plants considerably.

The next major part of my dissertation contains the introduction of my empirical research and its findings. It starts with the presentation of the methodology of the questionnaire, which is followed by the detailed demonstration of the findings of the survey, where I go through the installation factors of green power plants one by one for each renewable technology, with special regard to the role of the subsidies. The analysis of the questionnaire with statistical methods provides us information on the key factors of installation of green power plants in Hungary, as well as an answer to the question whether or not operating aids may influence the location of green power plants.

Finally, the dissertation outlines the possible future directions of research, namely the potentials inherent in the comparison of the special aspects of KÁT and METÁR, which is the new green power support system in Hungary, on the one hand and the modelling of the applicability of a location specific support system in Hungary on the other hand.

### **1.3. The hypotheses and questions of the study**

The central topic of my doctoral dissertation is the examination of the investment decisions, i.e. the so-called installation factors related to green power plants. What aspects are given priority by renewable power plants in Hungary when they select their sites? Are there any differences in the criteria applied by the companies for the selection of their sites based on renewable technologies, plant size, experience in energetics or company size?

From the various installation factors, I will examine the operating aids granted for green power generation in more detail. I will consider the role played by subsidies in the decisions on, and their impact on the criteria applied for, site selection for each renewable technology one by one. What role do operating aids play in the installation of renewable power plants in Hungary? To what extent do operating aids influence the criteria of site selection, the order of importance of installation factors and, as a result of this, site selection itself? Has the mandatory take-over system (KÁT) provided as an operating aid resulted in optimal site selection in Hungary?

I formulated the following hypotheses for these questions of research:

<b>Research question</b>	<b>Hypothesis</b>
6. What aspects are given priority by renewable power plants in Hungary when they select their sites?	H1: Subsidies and system connection are the most important installation factors affecting renewable investments in Hungary.
	H2: Natural, environmental or social factors do not substantially influence the decisions on the installation of renewable power plants in Hungary.
7. Are there any differences in the criteria applied by the companies for the selection of their sites based on renewable technologies, plant size, experience in energetics or company size?	H3: Companies apply different site selection criteria depending on the renewable technology and the experience in energetics.
8. What role do operating aids play in the installation of renewable power plants in Hungary?	H4: Renewable investments would not have been realized in Hungary without subsidies. As for the installation criteria, the price and the continuous take-over of electricity were given priority.
9. To what extent do operating aids influence the criteria of site selection, the order of importance of installation factors and, as a result of this, site selection itself?	H5: The order of the site selection criteria for renewable power plants was influenced in Hungary by the existence of the mandatory takeover system, functioning as an operating aid. Without the mandatory take-over in place, the order of importance of the installation factors would change and investors would find other aspects more important.
10. Has the mandatory takeover system (KÁT) functioning as an operating aid resulted in optimal site selection in Hungary?	H6: The mandatory takeover system functioning as an operating aid distorted optimal site selection by the investors in Hungary.

#### **1.4. The methodology applied**

The key methods I used to lay the theoretical foundations for my dissertation were sourcing and literature analysis. As part of this, I started with the review of the site theories in regional microeconomics and the major works prepared in Hungary on location selection. Energy geography as a discipline also deals with installation factors and the spatial structure of power plants. The next direction of my sourcing was the processing of the relevant practice-oriented literature on power plants and green power plants. It was at this point that I realized that subsidy as an installation factor is covered by the studies in broad terms only, if at all. For this reason I went on to search for sources on the subject of the subsidizing of renewables and the spatial impacts. My efforts were successful, as I managed to find researchers dealing with the topic in German language mainly and I could learn about their

findings. I used this literature to compile the questionnaire I used in my empirical examination, as well as to formulate and later evaluate my hypotheses.

The methodology of the empirical research was the questionnaire. The structure of the questionnaire basically follows a methodology intended to measure the attitude, by operationalizing the individual aspects like on a scale and queries quantitative data in limited cases only (e.g. the number of the employees or the volume of installed electric capacity). In the first part of the questionnaire, interviewees were asked to provide general information (on the organisation and the site for identification purposes) in text fields they could fill in. After that, they could evaluate in numerical terms and, to support the subsequent data processing by computer, in an encoded manner the importance of the variables in the list of criteria I had compiled based on the literature and my own experience and reviewed in the test period.

They were asked to evaluate the importance of the individual installation factors on a Likert scale from 0-tól to 5-ig, where „0” meant that the factor in question was not taken into regard, „1” meant that it was the least important and „5” meant that it was very important.

Interviewees could also specify in a text field any other installation they individually took into regard at the time of installation, so that any aspects left out of consideration could be displayed.

The questions were aimed at determining the absolute order of the installation factors. There were also some yes-no questions, typically about the grouping variables, such as: do you belong to a consolidated group of companies? Do you have any experience? Multiple choice could also be selected for some questions (e.g. what type of support did you receive). As for the questions concerning the relative order, I asked the interviewees to select the five most important installation factors and number them according to priority.

I conducted the survey in March, 2018 by contacting all green power plants operating in Hungary at the time. I applied the following statistical methods to process and analyse the data:

- I checked the representativity of the answers received with a linear correlation test (definition of the coefficient of determination to compare two distributions).
- I used the relevant integrated function of SPSS to cluster the installation factors.
- The answers given to the questions were evaluated with the statistical programs Excel, R and SPSS basically, in reliance on their integrated statistical functions (calculation of the frequency, average and expected value). I applied the Mann-Whitney test to determine whether the difference between the evaluations by the two groups interviewed was significant, as the distribution of the values subject to the examination

was not normal. In the cases where the frequency of occurrence was also high and normality and distribution were not identical, I applied the Z test.

## 2. Summary

I analysed my hypotheses based on the experience contained in international literature, the figures of the industry and the findings of my own survey. I assigned the hypotheses to five research questions which they are meant to reflect on.

### 2.1. Hypotheses 1 and 2

**Two hypotheses were related to my first research questions, which were as follows:**

<b>Research question</b>	<b>Hypothesis</b>
What aspects are given priority by renewable power plants in Hungary when they select their sites?	H1: Subsidies and system connection are the most important installation factors affecting renewable investments in Hungary.
	H2: Natural, environmental or social factors do not substantially influence the decisions on the installation of renewable power plants in Hungary.

I evaluated these two hypotheses in light of the findings of my survey conducted in March, 2018, and examined if they can be substantiated for each renewable technology separately. The chart below shortly illustrates the findings of the analyses of the first two hypotheses in respect of the various green power generation technologies:

<b>Renewable technology</b>	<b>H1: Subsidies and system connection are the most important installation factors affecting renewable investments in Hungary.</b>	<b>H2: Natural, environmental or social factors do not substantially influence the decisions on the installation of renewable power plants in Hungary.</b>
Biomass	The hypothesis can be adopted as a whole in the case of green field biomass power plants, however, for brown field power plants, the subsidies part. <b>Hypothesis H1 is to be rejected for biomass power plants on the average:</b> the available biomass resources are more important than subsidies or system connection.	<b>I adopted hypothesis H2 in part,</b> as environmental and social factors do not substantially influence decisions on installation.
Biogas	<b>I rejected hypothesis H1,</b> because it was verified by neither the absolute, nor the relative order of priority of the factors of production. (The factors of economy and nature were most important.)	<b>I adopted hypothesis H2 in part,</b> as environmental and social factors do not substantially influence decisions on installation.

<b>Renewable technology</b>	<b>H1: Subsidies and system connection are the most important installation factors affecting renewable investments in Hungary.</b>	<b>H2: Natural, environmental or social factors do not substantially influence the decisions on the installation of renewable power plants in Hungary.</b>
Solar power plants	<b>I adopted hypothesis H1</b> , because the marketability/price of the electricity generated and system connection ranked first both in the absolute and the relative order of priority.	<b>I rejected hypothesis H2</b> , because it could be clearly established based on the findings of the survey neither in respect of the natural factors, nor in respect of the environmental or the social factors that they did not play any role in the decisions on installation.
Wind power plants	<b>I adopted hypothesis H1</b> , because the absolute order of the factors of production confirmed the importance of the subsidies, and their relative order confirmed the significance of system connection.	<b>I adopted hypothesis H2 in part</b> , as environmental and social factors do not substantially influence decisions on installation.
Hydro power plants	<b>I adopted hypothesis H1 in part</b> , because it was confirmed in respect of the system connection only.	<b>I rejected hypothesis H2</b> , because the findings of the questionnaire revealed that the natural and the social and environmental factors influenced the investment decision significantly.

**I adopted hypothesis H1 in part (solar and wind power plants), but at the same time also rejected it in part (biomass, biogas and hydro power plants). I also adopted hypothesis H2 in part (biomass, biogas and wind power plants), but rejected the same completely regarding solar power plants and hydro power plants.**

## 2.2. Hypothesis 3

<b>Research question</b>	<b>Hypothesis</b>
Are there any differences in the criteria applied by the companies for the selection of their sites based on renewable technologies, plant size, experience in energetics or company size?	H3: Companies apply different site selection criteria depending on the renewable technology and their experience in energetics.

I adopted hypothesis H3 without examination in respect of the renewable technologies, as it was verified already with the analysis of hypotheses H1 and H2 that there are significant differences between the site selection criteria relevant to the individual technologies. The fact whether or not the company is the member of a consolidated group of companies or the size of the company (based on the number of employees) does in itself not affect the order of the installation factors significantly. Experience in energetics as an influencing factor could be regarded as significant on the average of all renewable technologies and in the case of the solar and hydro power plants. The size of the power plant (below or under a capacity of 0.5

MW) proved to be a significant grouping variable affecting the order of installation factors only in the case of hydro power plants. Accordingly, **I adopted hypothesis H3 completely.**

### 2.3. Hypothesis 4

Research question	Hypothesis
What role do operating aids play in the installation of renewable power plants in Hungary?	H4: Renewable investments would not have been realized in Hungary without subsidies. As for the installation criteria, the price and the continuous take-over of electricity were given priority.

I started the analysis of hypothesis H4 with the examination of the so-called LCOE (Levelised Cost of Electricity) indicator in the case of the individual renewable technologies compared to the mandatory takeover prices and power plant capacities regarding solar and wind power plants. The figures relevant to both of the technologies subject to the examination revealed that the capacity increase of the recent years would most probably not have been realized without mandatory takeover.

It can be established based on a review of my research findings that the renewable power plants interviewed regarded the operating aid (i.e. the mandatory takeover) to be the most important from all financial supports. And as for solar and wind power plants, the factor of production related to the mandatory takeover system, the marketability and price of the electricity generated was definitely the most decisive factor.

Hypothesis H4 was also substantiated by the international literature examined (see also Polzin et al. (2015), Hitaj et al. (2014)), as mandatory takeover was found to have the strongest impact on the installation of weather-dependant renewable capacities (solar and wind power plants) from all financial incentives.

In light of the foregoing, **I adopted hypothesis H4 in part only, namely for certain renewable technologies (solar and wind power plants)**, whereas in the case of the remaining technologies, we cannot say for sure that they would not have been realized at all without the mandatory takeover system.

### 2.4. Hypothesis 5

Research question	Hypothesis
To what extent do operating aids influence the criteria of site selection, the order of importance of installation factors and, as a result of this, site selection itself?	H5: The order of the site selection criteria for renewable power plants was influenced in Hungary by the existence of the mandatory takeover system, functioning as an operating aid. Without the mandatory take-over in place, the order of importance of the installation factors would

	change and investors would find other aspects more important.
--	---

I examined the impacts of the lack of financial subsidies as to the manner it would modify the relative order of the first five most important installation factors in the case of the individual renewable technologies. As the operating aids proved to be the most important from all financial subsidies, I projected the findings of my study on operating aids only.

The findings of my study revealed that, without the subsidies in place, businesses would strive at maximizing their revenues (the sale of electricity/heat at the highest possible price, better utilization of environmental factors) and minimizing their losses (the closest possible system connection point, cheap land, etc.), therefore the order of installation factors changes.

This statement is in harmony with the modern site theories, as well as the conclusions of the international literature examined (Schmidt et al. (2013), Pechan (2017), Obermüller (2017), Hiroux és Saguan (2010)). All of the authors establish in the end that the operating aid and its type (mandatory takeover or premium) has an impact on the installation decisions of renewable investors.

**I adopted hypothesis H5**, because it was completely confirmed by the findings of my research, as well as the relevant international literature.

## 2.5. Hypothesis 6

Research question	Hypothesis
Has the mandatory take-over system (KÁT) provided as an operating aid resulted in optimal site selection in Hungary?	H6: The mandatory take-over system functioning as an operating aid distorted optimal site selection by the investors in Hungary.

It can be established based on the findings in the international literature examined (Pechan (2017), Obermüller (2017), and Hiroux and Saguan (2010)) that the mandatory takeover system leads the electricity system to a suboptimal result as the generators (i.e. wind power plants) are not exposed to the price signals of the market. If the wind power plants take note of market signals (e.g. through the possibility of day ahead and intraday sale of electricity, nodal pricing or connection costs subject to zone pricing), they will be installed at sites which are optimal for the electricity system.

It can be stated based on the findings of the questionnaire survey that actually, it was not the location factors, also mentioned in the practice-oriented literature of existing power plants, which primarily influenced investors in making their decision, but the subsidy provided in the



form of mandatory takeover. This means that the investors' original and optimal decision was distorted.

The correlation analysis I conducted jointly with Dr. CSc Lados Mihály, who used the data in the questionnaire, revealed that none of the indicators we examined (the length of the electricity distribution line, the land taken out of cultivation, the per capita GDP) provides sufficient explanation for the selection of the sites for the installation of renewable electricity generation capacities in Hungary. The rate of support provided in the form of the mandatory takeover is so high that the actual or presumed effects of any other factors on profitability prove to be negligible compared to it.

Accordingly, **I adopted hypothesis H6** based on the international literature examined, the questionnaire survey conducted and the correlation analysis prepared.

<b>Hypothesis</b>	<b>Evaluation of the hypothesis</b>
H1: Subsidies and system connection are the most important installation factors affecting renewable investments in Hungary.	Adopted in part
H2: Natural, environmental or social factors do not substantially influence the decisions on the installation of renewable power plants in Hungary.	Adopted in part
H3: Companies apply different site selection criteria depending on the renewable technology and the experience in energetics	Adopted
H4: Renewable investments would not have been realized in Hungary without subsidies. As for the installation criteria, the price and the continuous take-over of electricity were given priority.	Adopted in part
H5: The order of the site selection criteria for renewable power plants was influenced in Hungary by the existence of the mandatory take-over system, functioning as an operating aid. Without the mandatory take-over in place, the order of importance of the installation factors would change and investors would find other aspects more important.	Adopted
H6: The mandatory take-over system functioning as an operating aid distorted optimal site selection by the investors in Hungary.	Adopted

I formulated the following theses based on the evaluation of the hypotheses:

<b>Hypothesis</b>	<b>Thesis</b>
H1: Subsidies and system connection are the most important installation factors affecting renewable investments in Hungary.	T1: Subsidies and system connection were the most important installation factors in the case of the solar and wind power investments in Hungary.
H2: Natural, environmental or social factors do not substantially influence the decisions on the installation of renewable power plants in Hungary.	T2: In Hungary, natural factors can be said to have no substantial influence in the case of solar power plant investments only, whereas environmental or social factors tend to play no important role when the

	decisions on renewable power plant installations are made in the case of all renewable technologies but for hydro power plants.
H3: Companies apply different site selection criteria depending on the renewable technology and the experience in energetics.	T3: The importance accorded by the individual companies to the various site selection criteria is different depending on the renewable technology and the experience of the company in energetics.
H4: Renewable investments would not have been realized in Hungary without subsidies. As for the installation criteria, the price and the continuous takeover of electricity were given priority.	T4: Solar or wind power plant investments would not have been realized in Hungary without subsidies. The installation criteria of the price guaranteed by the mandatory takeover system and the continuous takeover of electricity were given priority in the case of these two renewable technologies.
H5: The order of the site selection criteria for renewable power plants was influenced in Hungary by the existence of the mandatory takeover system, functioning as an operating aid. Without the mandatory takeover in place, the order of importance of the installation factors would change and investors would find other aspects more important.	T5: The order of the site selection criteria for renewable power plants was influenced in Hungary by the existence of the mandatory takeover system, functioning as an operating aid. Without the mandatory takeover in place, the order of importance of the installation factors would change and investors would find other aspects more important.
H6: The mandatory takeover system functioning as an operating aid distorted optimal site selection by the investors in Hungary.	T6: The mandatory takeover system functioning as an operating aid distorted optimal site selection by the investors in Hungary.

In light of the findings I arrived at in my dissertation, I formulated the following theses in response to the individual hypotheses:

- T1: Subsidies and system connection were the most important installation factors in the case of the solar and wind power investments in Hungary.
- T2: In Hungary, natural factors can be said to have no substantial influence in the case of solar power plant investments only, whereas environmental or social factors tend to play no important role when the decisions on renewable power plant installations are made in the case of all renewable technologies but for hydro power plants.
- T3: The importance accorded by the individual companies to the various site selection criteria is different depending on the renewable technology and the experience of the company in energetics.
- T4: Solar or wind power plant investments would not have been realized in Hungary without subsidies. The installation criteria of the price guaranteed by the mandatory

takeover system and the continuous takeover of electricity were given priority in the case of these two renewable technologies.

- T5: The order of the site selection criteria for renewable power plants was influenced in Hungary by the existence of the mandatory takeover system, functioning as an operating aid. Without the mandatory takeover in place, the order of importance of the installation factors would change and investors would find other aspects more important.
- T6: The mandatory takeover system functioning as an operating aid distorted optimal site selection by the investors in Hungary.

## **2.6. The potential future directions of research**

I wish to continue my research in two directions in the future:

I would like to conduct the questionnaire survey repeatedly with the green power plants in Hungary. In 2019, there were already 1143 solar power plants in the system (compared to only 151 in March, 2018). KÁT has been replaced by the METÁR system, which, unlike its predecessor, is a premium-type support. A substantial number of power plants subsidized in the new METÁR system have also been commissioned. On the one hand, the repeated survey would provide me with more precise data on the criteria of site selection and, on the other hand, the territorial impact of the KÁT and the METÁR system could be compared.

The other potential direction of research could be the examination of the possibility of the introduction of location specific supports in Hungary in light of the changes to the green power plant portfolio.

### 3. Previous publications of the author on the subject of the research

- 21) Tóth, Tamás – Kulin, Ferenc (2019): A megújuló energia részarányának modellezése 2020-as kitekintéssel. *Közgazdasági Szemle* 66:10, 1073-1092. , 20 p.
- 22) Tóth, Tamás (2014): A közel nulla energiaigényű épületek követelményei – elméleti és gyakorlati elemzés, javaslatok hazánk számára. In: Kalmár, Ferenc (szerk.) *Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával*. Budapest, Magyarország, Akadémiai Kiadó, 269-297. 29 p.
- 23) Barts Gábor – Somossy Éva – Tóth Tamás (2012): Közös megújuló támogatási rendszer regionális lehetőségei. Előadás: *III. Duna-térségi Kohézió Nemzetközi Tudományos Konferencia*, Dunaújváros, 2012. 09. 5-6., Megjelenés: Magyarország
- 24) Barts – Somossy Éva – Tóth Tamás (2012): Nemzeti vs. közös megújuló támogatási rendszerek a visegrádi országokban. In: Nyugat-magyarországi, Egyetem Közgazdaságtudományi Kar (szerk.) *A gazdasági fejlődés fő hajtóerői: munkahelyteremtés, hatékonyság, innováció: programfüzet és előadáskivonatok: nemzetközi tudományos konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából, Sopron...*, 2012. november 12. = Driving forces of the economic development: job creation, efficiency, innovation: program booklet and abstracts: international scientific conference on the occasion of Hungarian Science Festival, Sopron, 12th November 2012. Sopron, Magyarország: Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar, p. 11
- 25) Somossy, Éva – Tóth, Tamás (2011): Feed-in tariff vs. green certificate system for biomass in Hungary 2523-2531. , 9 p. In: Anon (szerk.): *19th EU Biomass Conference & Exhibition*  
Berlin, Németország
- 26) Somossy, Éva – Tóth, Tamás (2011): Megújuló hőenergia szabályozás az Európai Unióban  
Előadás: *VI. Klímaváltozás - Energiatudatosság - Energiahatékonyság Nemzetközi Konferencia*, Győr, 2011. 04. 6-7., Megjelenés: Magyarország
- 27) Tóth, Péter – Milasin, Árpád – Tóth, Tamás (2011): A Pannonhalmi Főapátság energia ellátásának korszerűsítése biomassza fűtőmű létesítésével. In: Szabó, Valéria – Fazekas, István (szerk.) *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás* : II. Környezet és

- Energia Konferencia. Debrecen, Magyarország : MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság 347-352., 6.
- 28) Tóth, Tamás (2011): Magyarország energiabiztonsága, az energiaellátás sebezhetősége a globális energiaválság évszázadában pp. 187-214. , 28 p. In: Tamás, Pál; Bulla, Miklós (szerk.) *Sebezhetőség és adaptáció: a reziliencia esélyei [Vulnerability and adaptation : about social resilience]* Budapest, Magyarország : MTA Szociológiai Kutatóintézet (SZKI), p. 439
- 29) Tóth, Péter – Tóth, Tamás (2010): Az Európai Unió és Magyarország energiastratégiája, új energetikai indikátorok pp. 70-79. In: Nagy, Géza; Pestiné, Rácz Éva Veronika; Torma, András (szerk.): X. Környezettudományi Tanácskozás: *Regionális fejlesztések fenntarthatósági vizsgálata*, Győr, Magyarország
- 30) Tóth, Péter – Kaderják, Péter – Tóth, Tamás (2010): Renewable Energy Use and Regulation in Hungary pp. 1-29. , 29 p. In: Dörte, Fouquet; Christopher, Jones (szerk.) *EU Energy Law: Renewable Energy in the Member States of the European Union - Chapter 12. Hungary* Leuven, Belgium: Claeys and Casteels Publishing
- 31) Tóth, Tamás (2010): A megújuló energiaforrásból termelt villamos energia ösztönzési rendszere pp. 97-117., 21 p. In: Fazekas, Orsolya (szerk.) *A magyar villamosenergia-szektor működése és szabályozása*. Budapest, Magyarország: Complex Kiadó, p. 497
- 32) Tóth, Tamás – Tóth, Péter (2009): A megújuló energiák szabályozásának aktuális kérdései  
In: Orosz, Zoltán; Szabó, Valéria; Fazekas, István (szerk.): *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: Környezet és Energia Konferencia*. Debrecen, Magyarország : MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság, pp. 223-227. , 5 p.
- 33) Tóth, Tamás (2009): A biomassza bázisú villamosenergia-termelés aktuális helyzete és kilátásai, avagy elegendő-e a jelenlegi kötelező átvételi ár a 2020-as célkitűzések teljesítésére? In: Orosz, Zoltán; Szabó, Valéria; Fazekas, István (szerk.) *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: Környezet és Energia Konferencia*, Debrecen, Magyarország: MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság, pp. 89-93., 5 p.
- 34) Tóth, Tamás – Grabner, Péter (2008): Experiences in Co-firing of Biomass, Options of restructuring the Regime of Subsidies in Hungary pp. 2688-2693. , 6 p. In: ETA-Florence, Renewable Energies (szerk.) *16th European Biomass Conference & Exhibition* Florence, Olaszország : ETA-Florence Renewable Energies

- 35) Tóth, Tamás (2008): Módosuló kötelező átvétel. *Hulladéksors*: Szakmai Folyóirat 9:3 pp. 16-19. , 4 p.
- 36) Tóth, Tamás (2007): A megújuló bázisú villamosenergia-termelés támogatási eszközeinek hatásossága és bemutatása néhány európai példán keresztül: Az alternatív energiaforrások hasznosításának gazdasági kérdései. In: Andrassy, A (szerk.): Az alternatív energia források hasznosításának gazdasági kérdései: Nemzetközi tudományos konferencia. Sopron, Magyarország : Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar
- 37) Tóth, Tamás – Grabner, Péter (2007): Állami támogatások és a megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia átvétele: Az Alternatív energiaforrások hasznosításának gazdasági kérdései. In: Andrassy, A (szerk.): *Az alternatív energia források hasznosításának gazdasági kérdései: Nemzetközi tudományos konferencia*. Sopron, Magyarország : Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar.
- 38) Tóth, Tamás – Grabner, Péter (2006): Discrepancies in the hungarian RES support mechanism. Előadás: ENERDAY 1st Workshop on Energy Economics and Technology: Vertical (Dis-)Integration, contracts, Regulation and Investments in Liberalized Energy Markets, Drezda, Németország, 2006. 04. 21., Megjelenés: Németország
- 39) Tóth, Tamás (2006): Megújuló energiaforrásból származó villamos energia támogatási rendszere Lengyelországban, Csehországban, Szlovákiában, Magyarországon. In: Rechnitzer, J (szerk.) *Átalakulási folyamatok Közép-Európában*. Győr, Magyarország: Széchenyi István Egyetem Jog- és Gazdaságtudományi Kar, Multidiszciplináris Társadalomtudományi Doktori Iskola, 5 p.
- 40) Tóth, Tamás (2006): A megújuló energiaforrásból származó villamos energia piaci részesedésének növelésére irányuló támogatások Közép-Kelet Európában. *Műszaki Információ Energiaellátás Energiatakarékosság Világszerte*. 2006:2 pp. 34-44. , 11 p.

## Bibliography

13. Al Garni, H. Z. et al. (2017): Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Applied Energy*, Volume 206, 1225-1240.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191731437X>
14. ECOFYS (2017): Mapping the cost of capital for wind and solar energy in South Eastern European Member States, Ecofys 2016 by order of the European Climate Foundation  
<https://www.ecofys.com/files/files/ecofys-eclareon-2016-wacc-wind-pv-south-east-europe.pdf>
15. Hiroux, C., Saguan, M. (2010): Large-scale wind power in European electricity markets: Time for revisiting support schemes and market designs? *Energy Policy*, Volume 38, issue 7, 3135-3145
16. Hitaj, C. et al (2014): The impact of a feed-in tariff on wind power development in Germany. ZEW Discussion Papers 14-035, Leibniz
17. IRENA (2018): Renewable Power Generation Costs in 2017, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
18. Liu, J. et al. (2017): Site selection of photovoltaic power plants in a value chain based on grey cumulative prospect theory for sustainability: A case study in Northwest China. *Journal of Cleaner Production*, Volume 148, 386-397  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617302160>
19. Mulder, M. (2017): Energy transition and the electricity market. Centre for Energy Economics Research
20. Obermüller, F. (2017): Build Wind Capacities at Windy Locations? Assessment of System Optimal Wind Locations. EWI Working Papers 2017-9, Energiewirtschaftliches Institut an der Universitaet zu Koeln (EWI)
21. Pechan, A. (2017): Where do all the windmills go? Influence of the institutional setting on the spatial distribution of renewable energy installation. *Energy Economics*. Volume 67., 75-86
22. Schmidt, J., et al (2013): Where the wind blows: Assessing the effect of fixed and premium based feed-in tariffs on the spatial diversification of wind turbines. *Energy Economics*. 40., 269-276
23. Tomasics Sára (2015): A megújuló alapú villamosenergia-termelés piaci hatásai  
<https://www.mvmpartner.hu/hu-HU/Szolgalatasok/Villamos-Energia/Erdekessegek/Amegujuloalapuvillamosenergia-termelespiacihatasai>

24. Varró László (2019): Drámaian terjednek az elektromos autók, de az olajnak nincs vége egyik napról a másikra. Portfolio, Budapest

<https://www.portfolio.hu/uzlet/20191022/dramaian-terjednek-az-elektromos-autok-de-az-olajnak-nincs-vege-egyik-naprol-a-masikra-404675>