

MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK LAKOSSÁGI CÉLÚ ALKALMAZÁSÁT TÁMOGATÓ OKOS TÉRKÉP FEJLESZTÉSÉHEZ TESZTHELYSZÍNEK KIVÁLASZTÁSA

SELECTION OF TEST LOCATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF A SMART MAP SUPPORTING THE RESIDENTIAL USE OF RENEWABLE ENERGIES

Boros Anita^{1,2}, Müller Anetta Éva¹, Szántó Edina Anna¹, Rohács József¹, Rohács Dániel¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Körforgásos Gazdaságelemző Központ

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet

Kulcsszavak:

megújuló energiaforrások, tesztelési helyszín kiválasztás, földrajzi adottság, társadalmi szempontok

Keywords:

renewable energy sources, test site selection, geographical features, social aspects

Összefoglalás

Az Európai Unióban a végső energiafelhasználás 26%-áért a lakossági szektor felelős. A környezetvédelmi, klímaváltozási problémák megoldására elfogadott stratégiai cél, a klímasemlegesség elérése, valamint az utóbbi évek krízisei miatt felgyorsult a lakossági befektetés a megújuló energiák alkalmazásába. Ezt a folyamatot támogató a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Körforgásos Gazdaság Elemző Központja elindított egy ún. multidiszciplináris okos térkép fejlesztést, amely a lokálisan hasznosítható megújuló energiaforrások lehetőségeit, az optimális energiatermelési mix kiválasztását mutatja be a lakóházak, épületek helyszíne alapján. A cikk célja a térkép fejlesztéséhez szükséges tesztelési helyszínek kiválasztásának a bemutatása, kiemelve a földrajzi, meteorológiai, gazdasági és szociális sajátosságokat szociális sajátosságait. Az alkalmazott többkritériumos rendszer alapján a tesztelési helyszínek, és feladatok kiválasztása egy összetett feladat. A vizsgálatokat öt fejezet foglalja össze. Az első a projekt elindításával és kidolgozásával kapcsolatos bevezető gondolatokat ismerteti. A második a magyar lakossági energiafelhasználással foglalkozik a nemzetközi adatok tükrében. A harmadik az okos térkép fejlesztés elveit bemutatva határozza meg a tesztelési helyszínekkel szembeni kritériumokat. A negyedik elemzi és bemutatja a helyszínek kiválasztásának az elveit és lehetőségeit. Az ötödik rész összefoglalja a helyszínek kiválasztás folyamatát, ismerteti az alkalmazott elemzések módszertanát és ismerteti a helyszínek kiválasztásának eredményeit. Az ismertetett eljárás irányt mutathat más nemzetközi projekteknél az említett tényezők vizsgálatához.

Abstract

In the European Union, the households use 26% of the energy. Due to the strategic goal of achieving climate neutrality and the crises of recent years, investment in the use of renewable energies has accelerated. In order to support this process, the Circular Economy Analysis Center of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE) started the development of a so-called multidisciplinary smart map, which shows the possibilities of renewable energy sources that can be used locally, and the selection of the optimal energy production mix based on the location of residential buildings. The purpose of this article is to

present the selection of test sites necessary for the development of the map, highlighting their geographical, meteorological, economic, and social characteristics. Based on the applied multi-criteria system, the selection of testing locations and tasks is a complex activity. The investigations are summarized in five chapters. The first one describes the introductory thoughts related to the initiation and development of the project. The second deals with Hungarian residential energy consumption in the light of international data. The third presents the principles of smart map development and defines the criteria for testing locations. And the fourth one analyzes and presents the principles and possibilities of selecting locations. The fifth part summarizes the location selection process, describes the methodology of the applied analyzes and describes the results of the location selection. The described procedure can guide the examination of these factors in other international projects.

1. Bevezetés

A technológia, a gazdaság, a társadalmi elvárások fejlődése, az egyre emelkedő népesség gyorsan növeli az energiafelhasználást, amely a környezetterhelés és klímaváltozás problémáihoz vezet. A gazdaság és a társadalom képviselői és vezetői új ambíciózus stratégiai célokat dolgoztak ki: a klímasemlegesség elérését 2050-re [14, 61].

A globális energiafelhasználás jelentős hányadát, 22–28 % -át a lakosság használja fel [29, 30]. Az intézmények, a gazdaság épületeinek a működtetési további jelentős energiákat igényelnek. Összességében csak ezek a területek a teljes globális energiafelhasználás 35–40 %-át igénylik.

Nem véletlen, hogy egyre nagyobb figyelmet kapnak azok a kutatások, fejlesztések vagy innovatív megoldások, melyek a megújuló energiaforrások különböző földrajzi adottságú helyeken történő költséghatékony használatára irányulnak, melyek az utóbbi évtizedben vettek lendületet [6, 52, 60, 64, 65]. A megújuló energiaforrások, mint például a napenergia, a szélenergia és a geotermikus energia, fontos szerepet játszanak az energiaellátás biztonságának és fenntarthatóságának biztosításában. Ezeknek az energiaforrásoknak a különböző fókuszú kutatása és felhasználása az utóbbi évtizedekben vett dinamikus lendületet, mivel az energiabiztonságon túl jelentősen csökkentik a környezetszennyezést és a klímaváltozáshoz hozzájáruló szén-dioxid kibocsátást is [3]. Az Energy Outlook (2023) [13] elemzése szerint 2023-ban az energetikai trendek között jeleníti meg, hogy várhatóan az energia-felhasználás növekedési üteme lassulni fog, a fosszilis energiahordozók árai további növekvő tendenciát fognak mutatni, valamint a megújuló energiafelhasználás 11%-os növekedése prognosztizálható, amely az Ázsiai kontinensen lesz a legnagyobb. A globális gazdaság lassulásával és az energiaárak magas szinten tartásával a teljes energia-felhasználás az EIU (Economist Intelligence Unit) ipari szolgáltatása által lefedett 69 ország energiafelhasználása mindössze 1,3%-kal emelkedik 2023-ban, amely érték 2022-ben 0,9% volt. Ez lesz a második olyan év, amikor az energia fogyasztás lassú növekedést produkál [13].

A gazdasági teljesítmény mérsékelt növekedése növekvő energiaigényt eredményez a világon. A megújuló energiaforrások felhasználása és kiaknázása az energiaéhség kezelésében egyre nagyobb szerepet játszik. Így nagyon sok országban megjelentek azok a szakirodalmak, melyek a helyi sajátosságok és adottságok függvényében vizsgálják a felhasználhatóság költség-hatékony módjait [5, 6, 8, 23, 24, 27, 34, 42, 48, 49, 52].

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) felismerte a gazdaság és a társadalom azon igényét, hogy tanácsadással programokkal segítse az energiafelhasználás megújítását és az új technológiák megoldások alkalmazását. A MATE Körforgásos Gazdaság Elemző Központja elindított több zöld projektet is, amelyekben az egyik a megújuló, fenntartható, alternatív energiaforrások használatával, az optimális energia termelési mix kialakításával foglalkozik. Ez a projekt a multidiszciplináris okos térkép fejlesztése, mely a lokálisan hasznosítható megújuló energiaforrások lehetőségeit, az optimális energia termelési mix kiválasztását mutatja meg a lakóházak, épületek helyszíne alapján.

A cikk célja a térkép fejlesztéséhez szükséges tesztelési helyszínek kiválasztásának a bemutatása, kiemelve a földrajzi, meteorológiai, gazdasági, szociális sajátosságait. Kutatási hipotézisünk, hogy nagy műszaki, gazdasági, szociológiai, ökológiai rendszerek támogatására,

menedzselésére kidolgozott eljárások teszteléséhez, széleskörű vizsgálatok alapján meghatározott kritériumok alkalmazásával, megoldható a reprezentatív rendszerelemek kiválasztása, esetünkben az okos térkép fejlesztés teszteléséhez a teszthelyszínek.

Az alkalmazott többkritériumos rendszer alapján a tesztelési helyszínek, és feladatok kiválasztása egy összetett feladat. A vizsgálatunkat öt fejezet foglalja össze:

- a projekt elindításával és kidolgozásával kapcsolatos bevezető,
- a magyar lakossági energiafelhasználást elemző,
- az okos térkép fejlesztés elveit bemutató, a tesztelési helyszínekkel szembeni kritériumokkal,
- a helyszínek kiválasztásának az elveivel és lehetőségeivel foglalkozó és
- a helyszínek kiválasztás folyamatát, ismerteti az alkalmazott elemzések módszertanával és a helyszínek kiválasztásának eredményeivel foglalkozó fejezet.

A teljes cikk egy sajátos magyar fejlesztéssel és a magyar tesztelési helyszínek kiválasztásával foglalkozik, az alkalmazott elvek, módszertan más földrajzi, gazdasági és társadalmi körülmények közt is jól alkalmazható. A teszthelyszínek kiválasztásán túlmenően a sajátos következtetésekre is lehetőség nyílt, ideértve a gazdasági és a társadalmi elvárások, valamint a társadalom képviselői által meghatározott preferenciák és technológiai lehetőségek közötti különbségek értékelését.

2. Az energiafogyasztás sajátosságai

A megújuló energiaforrások felhasználásának bővítése a környezetvédelem, a klímaváltozás elleni harcnak is egyik kiváló eszköze lehet. Az Európai Unió már 2008-ban, az EU 2020-as éghajlatváltozási és energiaügyi csomagjában megfogalmazott három fő célkitűzést:

1. az Unióban csökkenteni kell az 1990-es szinthez képest mintegy 20%-kal az üvegházhatású gázok kibocsátását,
2. az Unióban növelni kell a megújuló energiaforrásból származó energia arányát 20-ra az összes végső energiafogyasztás tekintetében,
3. el kell érni a 20%-os energiahatékonyság-javítást az EU-n belül.

A „20-20-20” célok az éghajlatváltozás elleni küzdelemre, az energiabiztonság fokozására és a versenyképesség erősítésére irányultak [2, 14, 17, 53]. A vállalatok közül az üvegházhatású gázok csökkentését és a megújuló energiaforrások részarányával kapcsolatos első két vállalást és célkitűzést a covid okozta korlátozó intézkedéseknek köszönhetően sikerült teljesíteni, így a COVID torzította ezt az eredményt. Ugyanakkor a 3. vállalást, az energiahatékonyság javítását nem sikerült elérni.

Az EU további klímacéljai között szerepel 2050-ig az a vízió, hogy az Unió klímasemleges gazdasággá váljon. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése a klímavédelem szempontjából azért nagyon fontos, ne emelkedjen tovább a Föld átlaghőmérséklete [17]. Számos kutatás igazolja, hogy a környezet az egészségünket determinálja [20]. Több kutatás a légszennyezettség magas értéke és a légúti megbetegedések közötti szignifikáns kapcsolatot erősíti meg [36, 37, 58]. Igen magas értéket mutatnak a légúti megbetegedések mortalitási, morbiditási adatai Magyarországon, de az OECD országokban is a 3. helyen állnak ezek a megbetegedések a kardiovaszkuláris és a daganatos megbetegedések után.

2.1. Irodalmi áttekintés

A megújuló energiák ismeretével, elfogadásával kapcsolatban több tanulmány született a különböző országokban, régiókban. A tanulmányok azt bizonyítják, hogy a gazdasági (alacsony energiaszámlák, észlelt előnyök, pénzügyi ösztönzők, pályázatok), környezetvédelmi (üvegházhatású gázok csökkentése, klímacélok elérése) és társadalmi szempontok (társadalmi szerepvállalás, döntéshozókba vetett hit, a megújuló energiákról való információk) együttesen hatnak a lakosság megújuló energiaforrások használatának hajlandóságára és a megújuló technológia iránti elfogadására [11, 25, 47, 54, 63, 66].

Magyarországon is megjelentek azok a kutatások, melyek a megújuló energiaforrások különböző területeken történő felhasználására fókuszáltak, mint a turizmus [35, 40, 50],

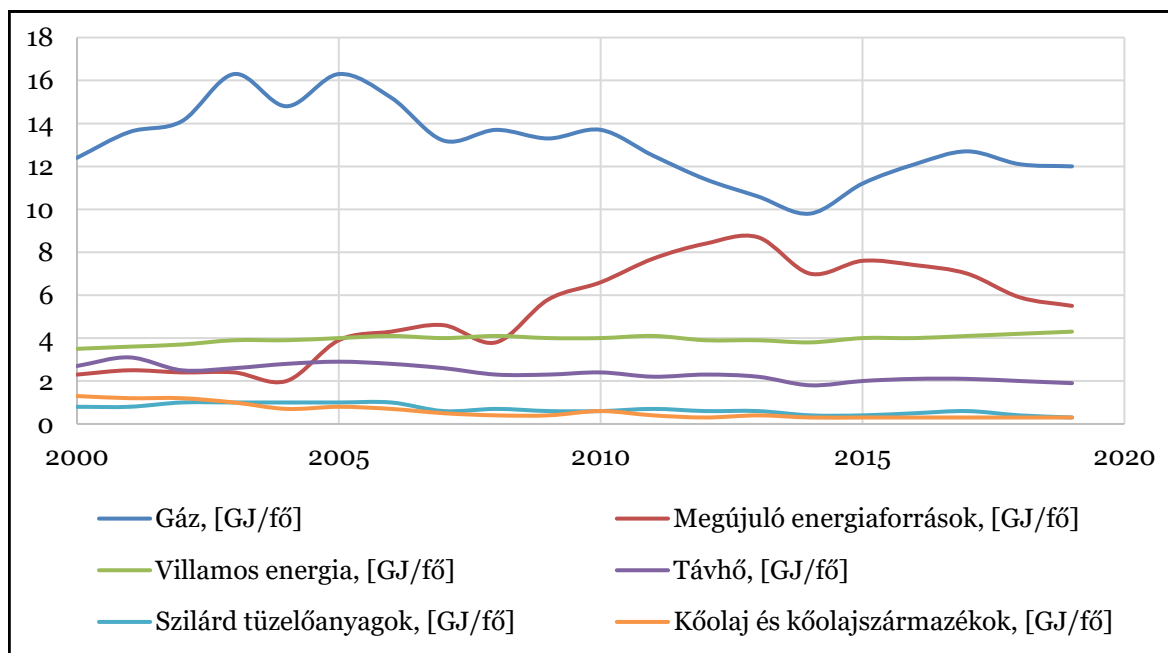
agrárgazdaság [15, 22, 33, 38, 46, 59], építőipar [16, 57], közlekedés [1]. Az energiafüggőség csökkentéséhez, a klímacélok eléréséhez nem csak az iparnak, mezőgazdaságnak vagy a szolgáltató szektornak kell hozzájárulni, de a háztartásoknak is, hogy ezeket a kitűzött célokat sikeresen tudjuk teljesíteni.

Fontos cél a megújuló energiával Magyarország energia-függőségének csökkentése, melynek értéke 2019-ben 70% volt, 12 százalékponttal meghaladta az uniós átlagot [30]. A háztartásokban a magyar lakossági fogyasztók körében történő megújuló energiaforrások felhasználásával foglalkozó kutatások is megjelentek [39, 54, 55]. A háztartások kiadásainak legnagyobb részét azok az energiakiadások jelentik, amelyek a lakásfenntartáshoz kapcsolódnak. Az energiafogyasztás csökkentése nem csak az ipar vagy szolgáltatási szektorban fontos, hanem a háztartások esetében is, tekintve, hogy a klímaváltozás elleni küzdelem fontos része az energiagazdálkodás. Ezt többek között úgy lehet elérni, ha a háztartások javítják a fűtés és a hűtés energiahatékonyágát, valamint tudatos fogyasztásra törekednek.

A lakosság megújuló energiára való átállását segítheti a tájékoztatás, az információ, ezért növelni kell az éghajlatváltozással kapcsolatban álló lakossági tájékozottságot, de a kibocsátás-csökkentés megvalósításával és az alkalmazkodási lehetőségekre vonatkozó információk átadásával is el kell látni a lakosságot. A lakossági és közösségi energiafogyasztás csökkentésének egyik eszköze lehet a lakóházak hatékonyabb hőszigetelése, takarékosabb háztartási gépek használata, valamint a fogyasztói minták megváltoztatása a zöldebb termékek és szolgáltatások preferenciája irányában. A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia szerint az energetikai támogatások felülvizsgálatával, illetve az energiahordozók adótartalmának és azok fenntarthatósági teljesítményének figyelembevételével [41] elérhető az energiafogyasztás csökkentése.

2.2. Adatok a magyar háztartások energiafogyasztásáról

A lakossági szektor energiafelhasználásának egyik markáns részét a gáz (49%) teszi ki, ezután következik a megújuló energiaforrások (23%) alkalmazása, majd a villamos energia (18%). Kisebbséget használnak fel a magyar háztartások a távhőből (8%), a kőolaj és kőolajszármazékok, valamint a szilárd tüzelőanyagokból (egyenként 1%), melyeknek a felhasználását és az abban bekövetkezett változásokat az 1. ábra szemlélteti [29, 30].



1. ábra Az egy lakosra jutó háztartási energiafogyasztás energiaforrások szerint (1 GJ = 277,778 kWh)
 Forrás: Saját szerkesztés [29, 30] KSH 2021 alapján

A magyar háztartások gázfogyasztása 2010 óta ugyan csökken, de arányaiban még mindig relatív többségét adja az energiafelhasználásnak, részesedése csökkent 2008 és 2013 évek között, majd ismételt növekvő tendenciát mutat. Az egy főre jutó megújuló energiaforrások fogyasztása 2000-től 2,3 GJ-ról 5,5 GJ-ra emelkedett, igaz, hogy részesedésük csökkenő tendenciát mutat 2014-től.

A villamos energia és távhő lakossági célú felhasználásának mennyisége és ezek részesedése minimális ingadozást mutatnak 2000 óta. A szilárd (fosszilis) tüzelőanyagok és a kőolaj és kőolajszármazékok szerepe elhanyagolhatóvá vált a háztartási célú felhasználásban [29, 30].

Amennyiben hazánk lakossági energiafelhasználását az Unió többi országához vagy annak átlagához viszonyítjuk, úgy elmondhatjuk, hogy 2000-ben az egy főre jutó lakossági energiafogyasztás Magyarországon 8,2%-kal alacsonyabb volt az uniós átlaghoz képest, így hazánk az alul fogyasztó országok közé tartozott. 2009 óta azonban a hazai érték valamennyi évben felülmúlta az EU28 átlagát. A magyarországi egy főre jutó 24,3 GJ energiafogyasztás 5,1%-kal haladta meg az Uniós átlagot (23,2 GJ/fő) 2019-ben. Az egy főre jutó lakossági energiafelhasználás értéke Finnországban, Ausztriában és Dániában a legmagasabb értéket érte el, ugyanakkor Máltán, Portugáliában és Bulgáriában a legalacsonyabb volt.

3. Az okos térkép fejlesztés tesztelési igénye

Az okos térkép egy részletesebben kidolgozott, épületek teljes energiamedzselésére szolgáló zöld ház energia szint kalkulátornak nevezett eljárás megvalósításához szükséges. Ennek lényege, hogy GPS koordinátákkal, vagy helyrajzi számmal azonosított helyszínen, azaz lokálisan elérhető megújuló/fenntartható energiaforrások és alternatív energia felhasználásával optimálisan kialakított energiatermelési mixre alapozottan az energiafogyasztását befolyásoló összes tényező, műszaki megoldás (úgy mint energiatermelés, energiatarolás, energia-visszanyerés, energia felhasználást csökkentő) lehetőségét figyelembe véve menedzselik az egyedi ház, házak kisebb csoportjának az energiafelhasználását.

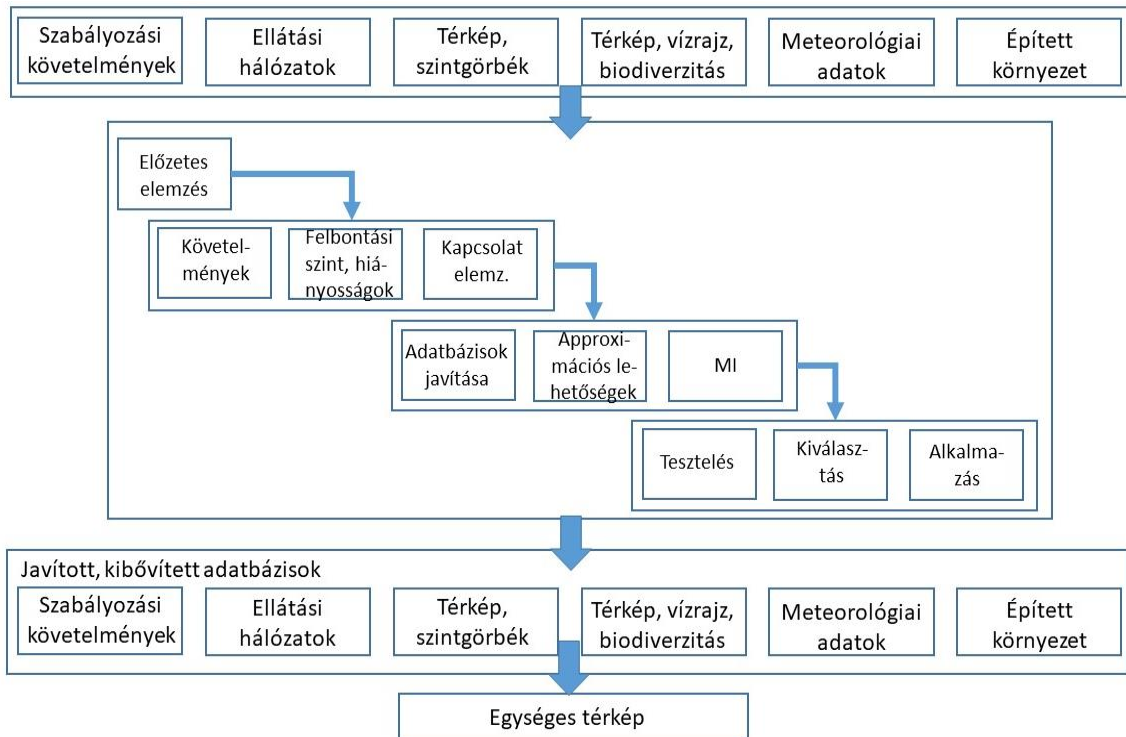
Az okos térkép lényegében egy GIS (Geographical Information System) rendszer, mely megadja a lokálisan elérhető megújuló/fenntartható energiaforrásokat, azok optimális alkalmazását helykoordinátákkal (GPS) meghatározott helyszínen.

A fentiek alapján jelen kutatás – fejlesztés célja:

- Olyan okos, multidiszciplináris, interaktív digitális térkép létrehozása, mely
 - néhány adat megadása után meghatározza az adott épület (lakóhely) és az ott lakók energiaigényét;
 - az adott épület környezetében elérhető megújuló /fenntartható energiaforrásokat;
 - tájékoztatást ad arról, hogy az egyes megújuló / fenntartható energiaforrások alkalmazásával milyen külső forrásból vásárolt energia csökkenés, illetve energia költségcsökkenés érhető el;
 - továbbá javaslatokat ad olyan épület-felújítási eljárásokra, mellyel csökkenthető az energiaigény;
 - meghatározza a megújuló / fenntartható energiaforrások és a hálózatokból nyerhető energiafelhasználás optimális energia mixét;
 - behatárolja a szükséges műszaki megoldások tartalmát, specifikációját.

A meghatározott komplex célokat az okos térkép hierarchikusan épülve weblapon hozzáférhető szolgáltatásként éri el, kezdve az ingyenes megoldástól, a tanácsadáson át az energetikai rendszer teljes koncepcionális kialakításáig.

A digitális térkép egyfelől egy több réteget (háromdimenziós magyarországi alaptérképet, rajta a növényzetet, a nap-, a szél és a vízi energia alkalmazásához szükséges adattérképeket, valamint az építési követelményeket tartalmazó réteget), másfelől a térkép alkalmazását segítő weblapos alkalmazáson megjelenítő és az energia mix összeállítását optimalizáló szoftvereket tartalmaz. A térkép fejlesztési koncepciója a 2. ábrán bemutatott víz-esés elvet követi.



2. ábra Az adatforrások, a megújuló energiaforrásokra jellemző egységes digitális okos térkép fejlesztésének folyamata a vizesés elvet alkalmazva
 Forrás: saját szerkesztés

A készülő térkép teszteléséhez reprezentáns tesztelési helyszíneket kell választani. A követelményeket a következő táblázatba foglalt kritériumok alapján lehet meghatározni. A kritériumok három fő csoportba sorolhatók:

- helyszín és a helyszínhez kapcsolódó meteorológiai adatok;
- gazdasági, társadalmi adottságok;
- adott létező, vagy tervezett épület energetikai sajátosságait befolyásoló adatok.

További követelmények: minimálisan 6 – 10 kritérium-osztálynak (1. táblázat) megfelelő helyszín kiválasztását kell megoldani. (összeségében 62 kritérium osztály van és elvárható, hogy a kiválasztott helyszínek valamilyen formában minden kritérium-osztályt legalább egyszer tartalmazzanak.)

Olyan helyszínekre is szükség van, ahol a tulajdonosok hajlandók beszámolni a korábbi energiafelhasználásukról és költségeikről. A meghatározott komplex célok elérését az okos térkép hierarchikusan épülve éri el, kezdve az ingyenes megoldástól a tanácsadáson át az energetikai rendszer teljes koncepcionális kialakításáig. A térkép web-lap alapon és digitálisan már elérhető. A térkép „okos”, mivel az elérhető adatforrásokat a felhasználási célra mesterséges intelligencia témakörébe tartozó megoldásokkal adaptálja, pontosítja, növelve az elérhető felbontást, továbbá a felújítási javaslatokat mesterséges intelligencia alkalmazásával készíti elő. A térkép multidiszciplináris, mivel a műszaki, gazdasági és menedzsment elveket integráltan alkalmazza. Az interaktivitást úgy éri el, hogy a szolgáltatást igénybe vevők kérdésekre adott válaszokkal határozzák meg a szükséges bemeneti adatok körét. A térkép tényleges megoldásaihoz egy sor háttérinformációt alkalmaz, melyek alapján a modellek segítenek meghatározni az energiaigényt és az energiafogyasztást, annak költségeit. Az okos térkép csak egy kiinduló információt biztosít az optimálisabb energiaforrás mix alkalmazásához. A valóságban az energetikai rendszert ki kell alakítani még egy aktív energiamenedzsment rendszerrel. A rendszer aktív, mivel a tényleges fogyasztási igények, a valós energiafelhasználás alapján, azok mérésén alapuló aktív beavatkozások sorával biztosítja az optimális, azaz minimális költséggel járó energiafelhasználást. Ez utóbbi rendszer nem része a jelenlegi projektnek, az okos térkép fejlesztésének.

1. táblázat A tesztelési helyszínek kiválasztásához meghatározott kritériumok

A tesztelési helyszínek kiválasztásához meghatározott kritériumok							
Sorsz	Kritérium	Dimenzió	Csoport és határok				
			1.	2.	3.	4.	5.
1.	Tengerszint feletti magasság	m	0-90	90-120	120-200	200-400	400<
2.	Éves napsütéses órák száma	óra	2150 alatt	2150 - 2350	2350 felett		
3.	Nyári átlaghőmérséklet	°C	12 alatt	12 - 18	18 felett		
4.	Átlagos szélereősség	m/s	2,5 alatt	2,5 – 3,5	3,5 felett		
5.	Vízi energia lokális elérhetősége (200 m-en belül az adott helytől)	m ³ /óra	nincs	3 alatt	3 felett		
6.	Geotermikus energia jellemzése (földi hőáram sűrűsége)	mW/m ²	65 alatt	65 - 95	95 felett		
7.	Lokális klíma		síkvidéki	hegyvidéki	napos dombos	vízfelület hatása	mediterrán hatás
8.	Gazdasági övezet (2015 évi adat)	GDP/fő - MHUF	2.4 alatt	2.4 – 3	3 felett	Budapest	
9.	Lakosság népszámszáma – települési jellege	ezer fő	Falu 1 alatt	Község 1 – 5	Kisváros 5 – 20	Középváros 20 -100	Nagyváros 100 felett
10.	Regionális felosztás		7 tervezési, statisztikai régió + 2 turisztikai régió				
11.	Családiház típusa (energetikai szempontból)		nincs	régi (rossz energia)	régi	jó állapotú	közel zéró emisszió
12.	Többlakásos ház típusa (energetikai szempontból)		nincs	régi (rossz energia)	régi	jó állapotú	közel zéró emisszió
13.	Lakók száma	fő	1	2	2 + 1-2	5 - 8	8 felett
14.	Energiaszolgáltatás elérhetősége		nincs	megoldható (villany, víz)	villany víz	villany, víz, gáz	városi jellegű, teljes
15.	Megújuló energiaforrások alkalmazása		nincs	egyféle (pl. szél)	kétfajta	optimált	aktív, okos
16.	Lokális hatóság energia stratégiája		nincs	van	részletes		

Forrás: saját szerkesztés

4. A helyszínek kiválasztás kritériumainak értelmezése, forrása

4.1. Földrajzi, meteorológiai jellemzők

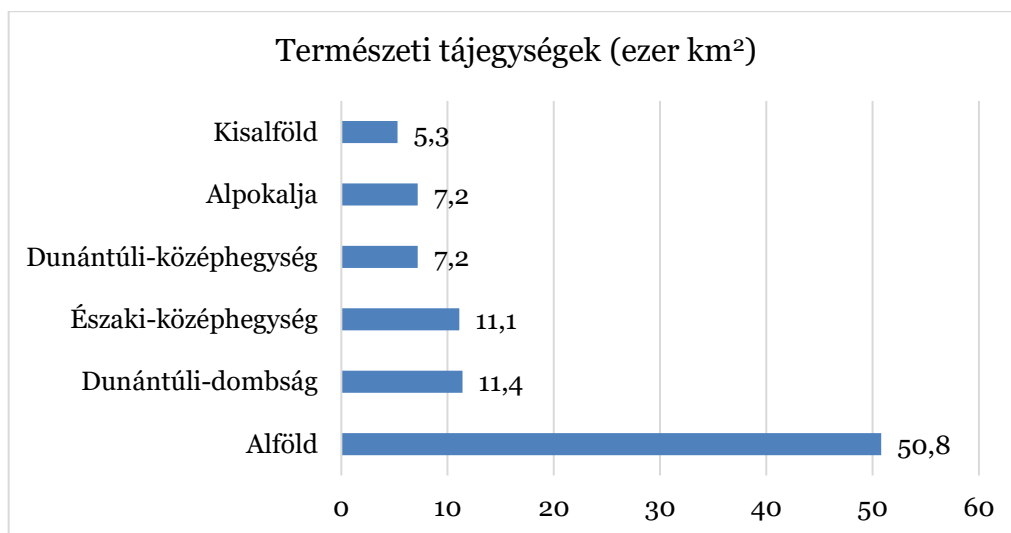
Az okos térkép fejlesztői széles körben elemezték azokat a nemzetközi és hazai adatforrásokat, digitális térképeket, információs rendszereket, melyek szükségesek a lokálisan elérhető megújuló energiaforrások behatárolására. Különös figyelmet kellett fordítani az adathalmazok hiányosságaira és a felbontási szintjükre. Jelenleg a térkép Magyarországra készül, teszteléséhez magyar helyszíneket kellett kiválasztani. A helyszínek kiválasztást a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai, a térképészeti információk, az elérhető

meteorológiai adatok, a gazdasági, szociális elemzők és a tudományos fejlesztések során létrejött adatforrások felhasználásával lehetett megoldani. A helyszínek kiválasztás módszertani aspektusait röviden az alábbiak szerint lehet megadni.

4.1.1. Tengerszint feletti magasság

A tengerszint feletti magasság (tszfm) a helyszínválasztás egyik fontos szempontja. A domborzat meghatározza a hőmérsékleti értékeket, hiszen függőleges övezetesség alakul ki, mivel 100 méterenként átlagosan 0,5 fokkal csökken az évi középhőmérséklet értéke. Magyarország alföldi jellegű domborzati viszonyai uralkodnak az ország nagy részén. A 0-200 m tengerszint feletti magasságú területeket nevezzük alföldeknek. Hazánk jellegzetessége, hogy a legalacsonyabb pontja Gyálaréten (Szegedhez tartozó terület) található, 75,8 m-es tengerszint feletti magasságon fekszik. A 0-200 m tszfm közötti területek aránya dominál Magyarországon, hiszen országunk területének 84%-a található ezen a magasságon. Az ország területének 14%-a 200 – 400 m tszfm-en fekszik és 400 m tszfm-en már csak a 2%-a található. Mivel a domborzati besorolásban a 200 – 500 m között fekvő terület a dombsági besorolás, így ezt vettük figyelembe. Tekintettel arra, hogy e fölötti területek aránya hazánkban igen csekély, különösen igaz ez a lakott települések és az ott lakó népesség számára, így az 500 m feletti területekről már nem választottunk helyszínt.

Az alföld jellegű domborzati viszonyok síkvidéket jelentenek. Magyarország területe 93.036 km². A Nagyalföld a legnagyobb nagytájunk, melynek területe 50.800 km², a Kisalföld területe 5300 km², amely azt jelenti, hogy országunk területének 59,9%-a (55800 km²) alföldi terület. Ezen kívül a Dunántúli dombság nagytájunk rendelkezik dombsági besorolással, a középhegységek csoportjába tartozik az Alpokalja, a Dunántúli-középhegység, és az Északi-középhegység, mint nagytájak (3. ábra).



3. ábra Hazánk nagytájainak területi arányai
Forrás: [28] alapján saját szerkesztés

Az éghajlati besorolásoknál alföldi-dombsági, hegyvidéki és tóparti klímát is nevesíteni szoktak. Megemlíthető azonban, hogy egyes helyeken speciális mikroklimatikus viszonyok is megjelenhetnek, melyek pl. nagytavaink vagy a délkeleti részen a mediterrán jelleg befolyásol.

4.1.2. Napsugárzás, éves napsütéses órák száma

Különösen a napenergia hasznosítása szempontjából érdekes értékek a globális sugárzás és az éves átlagos napsugárzási órák száma. Az éghajlatot és általában a megújuló energiák elérhetőségét alapvetően határozza meg a Földet érő napsugárzás. Globális sugárzásnak nevezik közvetlen a Naptól jövő és az égbolt minden részéről szórt sugárzások összegét. Magyarországon a legtöbb sugárzást az Alföldre, a Tiszántúl középső részére, a Körös-vidékre és déli országunk területén a Tisza vonala mentén tapasztalhatjuk, 5000 – 5200 MJ/m²

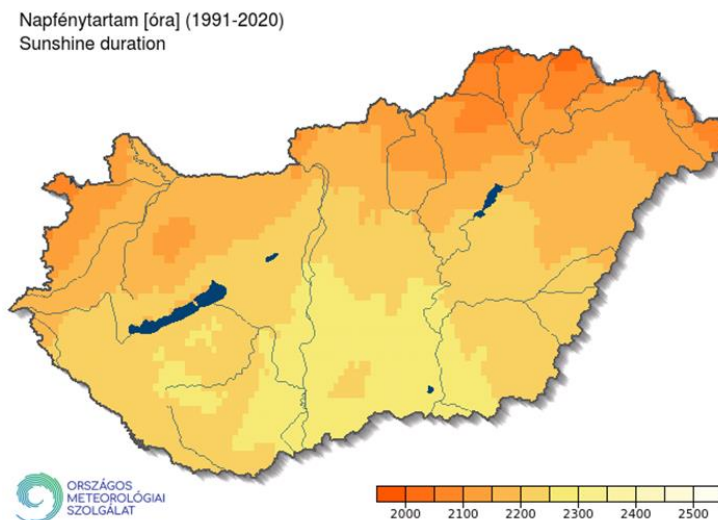
értékkel. Hazánk jelentős részén a sugárzás meghaladja a 4600 MJ/m² értéket, és csak a hegyvidékek egyes részeit éri kevesebb, mint 4600 MJ/m² értékű globális sugárzás.

Energetikai szempontból kiemelten fontos a napsütötte órák száma is. A 4. ábra szerint Magyarországon a napsütéses órák számának megoszlása viszonylag szűk határok közt változik. Az ország túlnyomó részén az éves napsugárzás 2.100 – 2.450 óra közötti érték figyelhető meg az éves napsugárzás értékeit tekintve.

Ezek a hazai adatok, a globális sugárzás nagysága és a napsütéses órák száma kiemelik a napenergia-hasznosítás általános fontosságát és lehetőségeit a magyar lakossági, mikro energetikai rendszerekben.

4.1.3. Átlaghőmérséklet (nyári)

A külső környezeti hőmérséklet télen a fűtési és nyáron a hűtési energiaigényeket alapvetően befolyásolja. A magyar éghajlat kontinentális, ezért a tél hideg, a nyár meleg és a két évszak között nagy a hőingadozás mértéke. A nyári átlagos hőmérsékletet a június, július és augusztusi átlaghőmérsékletek értékéből tudjuk kiszámítani. A téli hőmérsékletet a domborzati viszonyok eléggé meghatározzák, ezért a kiválasztási kritériumok számának a csökkentése érdekében a teszthelyszínek kiválasztásánál a nyári átlaghőmérsékletet és külön a domborzati viszonyokat vettük számításba (4. ábra).



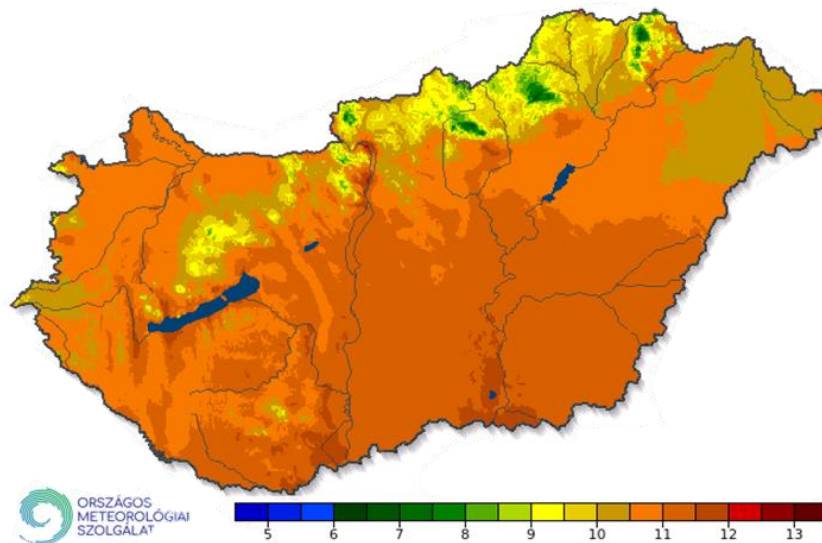
4. ábra Az átlagos, éves napfénytartam (óra)
Forrás: [44].

A telepítési szempontok közül az egyik legfontosabb szempont az éghajlat, melyet leginkább az Egyenlítőtől való távolság határoz meg, de az óceántól való távolság vagy a domborzat, mint módosító tényezők is megjelenik. Magyarország kontinentális éghajlattal rendelkezik, melynek jellemzője a nyári és téli évszakok közötti nagy hőingás, hiszen az óceán mérséklő hatása már kevésbé érezhető. Azonban az országunk nyugati és keleti fele között különbség van, mivel keletre haladva a kontinentalitás mértéke nagyobb, azaz a tél és nyár közti különbség a hőmérsékleti adatokban kifejezettebb. Hazánk pozitív hőmérsékleti anomáliát élvez, azaz melegebb középhőmérsékleti értékekkel rendelkezik, mint amit a szélességi körhöz viszonyított fekvése alapján várnánk, mert a Kárpátok láncolata véd az északról jövő hideg levegővel szemben, ugyanakkor a dél felőli nyitott helyzet beengedi a melegebb levegőt. Az ország területének déli részén (Szeged-Pécs) a mediterrán hatások is érvényesülnek, 2-3 héttel hamarabb kezdődik a tavasz és 2-3 héttel tovább tart az őszi meleg, és a napsütéses órák számának éves mennyisége is a Dél-Alföldön a legmagasabb. Ezért is fontos a napsugárzás területi eloszlásának a felvétele, valamint a domborzati viszonyok felvétele a kritériumok közé.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat összesített eredményei szerint Magyarországon az átlaghőmérséklet az elmúlt harminc évben 7 – 12 °C közt alakult, eléggé nagy területeken közel

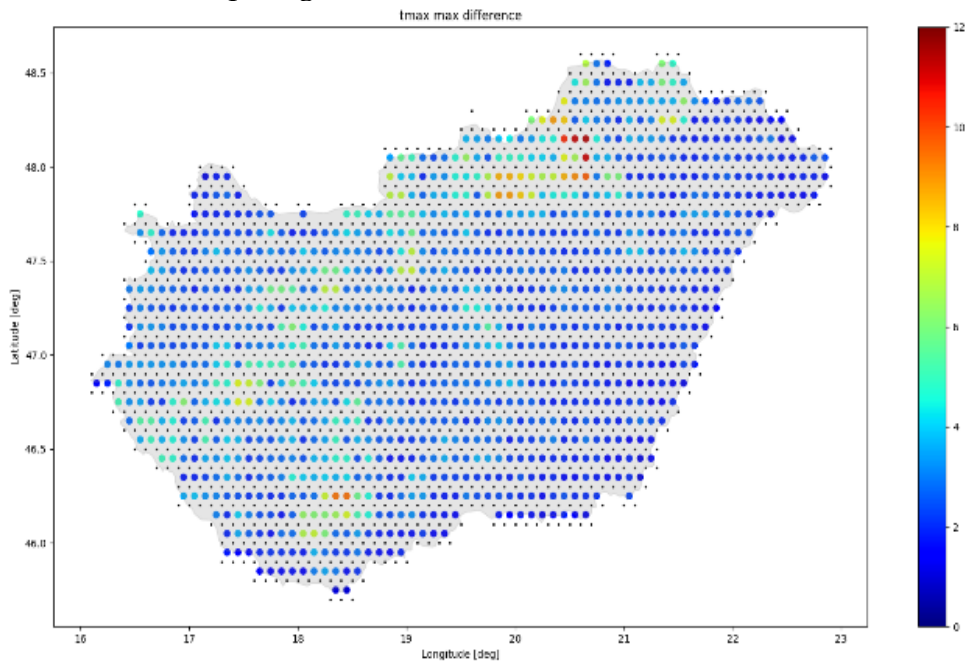
azonos értékekkel (különösen így van ez a síkvidékeken) (5 ábra). Az elérhető adatok alkalmasak a nyári időszakra, vagy akár adott napokra mért hőmérsékleteloszlás tanulmányozására is.

Átlagos évi középhőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$] (1991-2020)



5. ábra Éves átlaghőmérséklet alakulása Magyarországon ($^{\circ}\text{C}$)
 Forrás: [43].

A 6. ábra szerint az ország területén a hőmérséklet változása viszonylag kismértékű, akár nagyobb összefüggő területeken is. A 10 – 10 km –es felbontásban az egyes négyzetek közötti hőmérséklet-különbség csak a hegyvidéki tájakon haladja meg a 8, 10 fokot. Jelentős területeken alig van néhány fok eltérés 10 – 30 km-es távon. Ez a sajátosság lehetővé teszi, hogy a meteorológiai szolgálatok által biztosított, és igen kisszámú tényleges mérésre épülő adatsorok alapján megfelelő eljárásokat alkalmazva lényegesen növelni lehessen a térképek, az adathalmazok felbontási képességét.



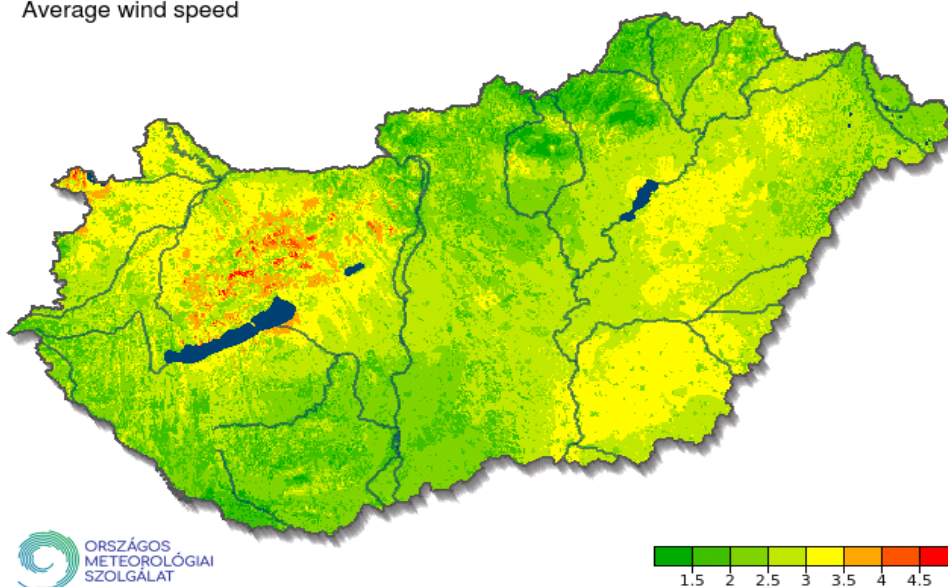
6. ábra A hőmérsékleteloszlás „stabilitása”
 Forrás: saját szerkesztés

4.1.4. Átlagos szél erősség

A szél a Föld felszínével párhuzamosan áramló levegő mozgása. A szél az eltérő nyomásviszonyok miatt alakul ki, melyet okozhat pl. a víz és a földfelszín eltérő mértékű felmelegedése is. Ez utóbbi lokális hatásokat fejt ki. A szél erősség jelentősen változik a földfelszíntől eltávolodva. A napenergia téli korlátozottsága miatt, feltehető, hogy a háztartások energiaellátását télen leginkább a szélenergia (az azokra alapozott elektromos fűtés) tudja kiszolgálni. Műszaki szempontból akkor érdemes a szélenergiára alapozni, ha a szélturbinák meghajtásához szükséges minimális szél erősség legalább napi 3 órás időtartamban megfigyelhető, és a nagysága eléri, meghaladja a 3 m/s sebességet.

Ismeretesen télen, pontosabban az év első öt hónapjában éri el az országos, átlagos, havi szél erősség a legnagyobb szintjét, ami márciusban éri el a 3,5 m/s-értéket (7. ábra). További sajátosság, hogy országos átlagban évente 131 szeles, 10 m/s-ot meghaladó széllesekkel kísért nap fordul elő, és ezek közül 33 nap az úgynevezett viharos nap, amikor a széllesek az 15 m/s feletti értéket is eléri. Másik érdekesség, hogy Magyarországon az átlagos szél a nyári hónapokban is csak kis mértékben marad el a 3 m/s értéktől, tehát nincs téli dominancia a szélenergia használhatóságában (7. ábra).

Átlagos szélesség [m/s] (2001-2020)
Average wind speed



7. ábra Átlagos szélesség alakulása (m/s)

Forrás: [45].

A lokálisan elérhető szélenergia hasznosítását kis sebességű, alacsony zajszintű szélgenerátorok alkalmazásával lehet gazdaságosan megoldani, illetve itt és a geotermikus energia hasznosításakor fontos lehet a kooperatív, több tucat háztartás számára közös szél erőmű létesítése nagyobb méretben.

4.1.5. Vízi energia lokális elérhetősége

A vízenergia felhasználásának lehetőségei igen széles spektrumúak, a tengervíz hullámzásának erejétől, az ár-ápany jelenségig felhasználható. Magyarországon a folyóvizek adta energiatermelés lehetőségeit tudjuk kiaknázni és elemezni. A folyók vízhozama és szakaszjellege határozza meg az energiatermelési képességet. A bővizű és nagy esésű folyók a legalkalmasabbak erre a célra. Hazánkban a folyók vízhozamát az éghajlatunk határozza meg, illetve mivel a folyóink 96%-a külföldről ered, így a vízgyűjtő terület éghajlata is befolyásolja. Magyarország folyói alsó és középszakasz jellegűek dominánsan, csak néhány helyen felsőszakasz jellegűek (Pl. Duna visegrádi szakaszán, Mátra, Bükk egyes folyói). A Duna és a

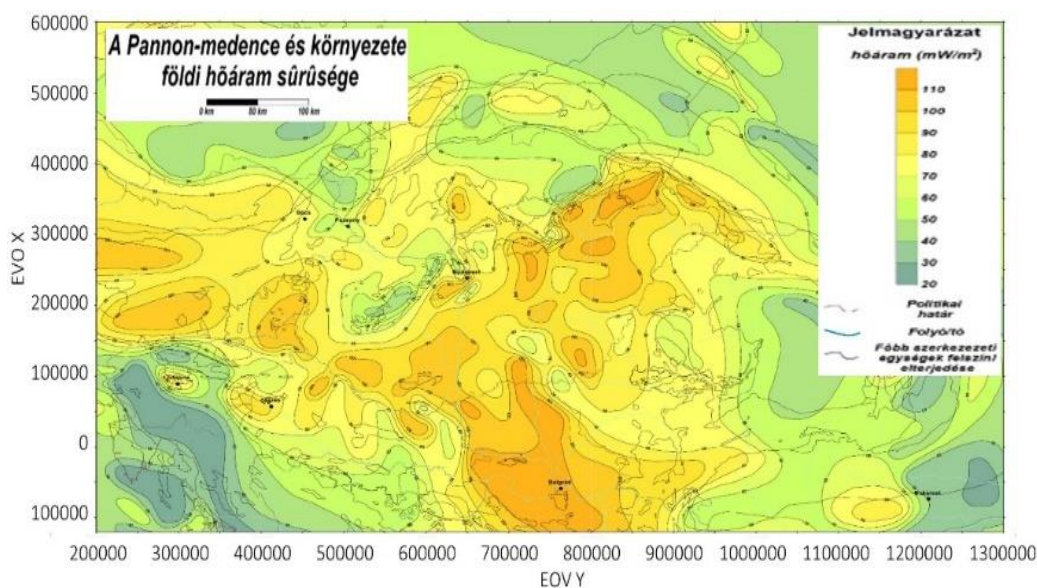
Tisza áradását a környező hegyekben, vízgyűjtő területen történő hóolvadás és tavaszi csapadék okozza. Nyáron és őszi elején alacsony vízzinttel és vízhozammal találkozunk, majd őszi végén egy másodlagos vízszintemelkedés jellemzi. Hazánk fő folyói a Duna és a Tisza, amelyeket vízenergia termelésre is használnak. A Duna az országunk területén alsó, közép és felső szakaszjellegű. Ahol szigeteket rak (pl. Csepel sziget, Mohácsi sziget, vagy a Kisalföldön a Csallóköz) ott alsó szakasz jellegű, amelyre az jellemző, hogy alacsony a munkavégző képessége, a középszakasz jellegű részein már magasabb az energiatermelési képessége, azonban a felső szakaszjellegű folyószakaszoknak a legnagyobb ez a képessége, pl. a Duna visegrádi (Bős-Nagymaros) szakaszán. A Tisza folyó a szabályozását követően középszakasz jellegűvé vált egész hazánk területén. A háztartások számára azonban nem ezek a folyók lesznek felhasználhatóak, hanem a kisebb mellékfolyók, vagy patakok, melyek esetenként áthaladnak a telkeken (Pl. Felsőtárkány). Mivel hazánk alföldi jellegű, így ezek a lehetőségek a hegységek, domboságok területén lesznek a jelentősebbek, ugyanis ott nagyobb lesz a patakok esése és vízhozama is, mivel a domboságok, hegységek több csapadékban részesülnek.

A lakossági vízi energia felhasználására elég sok technológiát dolgoztak már ki. Ezek egy része házilag is kivitelezhető és elég 1 – 3 m-es szintkülönbséget biztosítani. Léteznek olyan kis vízturbinák, melyeket az átfolyó víz működtet. Mindezek ellenére ezek a megoldások korlátozottan állnak rendelkezésre. Egy lakóház esetében akkor lehet ilyen megoldásokkal foglalkozni, ha a patak, melynek jelentősebb vízhozama van és átfolyik a telken, vagy a telekhatárokhoz közel, pár száz méterre van. Ugyanakkor a vízenergia felhasználása kisebb települések esetében már új lehetőségeket nyithat, mivel ez lehet a legköltséghatékonyabb megoldás. Igaz ehhez jogszabályi változtatásra is szükség van.

4.1.6. Geotermikus energia jellemzése (földi hőáram sűrűsége)

A geotermikus gradiens a föld hőmérsékletének növekedési üteme, ahogy haladunk a Föld középpontja felé, úgy növekszik a hőmérséklet. A geotermikus gradiens átlagértéke 100 m-ként 3 fok, vagy 33m-ként 1fok. Magyarországon a geotermikus gradiens érték az átlagérték másfélszerese, azonban vannak olyan területek, pl. a Dél-Alföld, ahol az átlagérték 5-6 szorosát is eléri. Energetikai szempontból azok a területek a meghatározóak, ahol ez az érték magas.

Belátható, Magyarország kedvező helyzetben van a geotermikus energiák terén (8. ábra). Lehetőség van nagyobb területek, akár városrészek fűtésére, energiaellátására is alkalmas erőművek létesítésére. Ugyanakkor a mikro energia rendszerekben, kisebb házak energiaellátásában csak a hőszivattyúkkal lehet számolni, amit a megtérülés számítása esetében részben a költségekkel, részben a hőforrások alkalmazási korlátozásaival kell kalkulálni.



8. ábra A Pannon-medence hőáram térképére
Forrás: [21].

4.1.7. Lokális klíma (síkvidéki, hegyvidéki, napos domboldal, vízfelület hatása, mediterrán hatás)

Az éghajlati övezetességen túlmutatóan a helyi viszonyoknak megfelelően speciális, azaz mikroklimatikus viszonyok alakulhatnak ki. A Síkvidéki területekre hazánkban jellemző a kontinentális éghajlat, meleg nyár, hideg tél, kevés csapadék. A síkvidéki területeken magas a napsütéses órák száma, a legtöbb a Dél-Alföld területén.

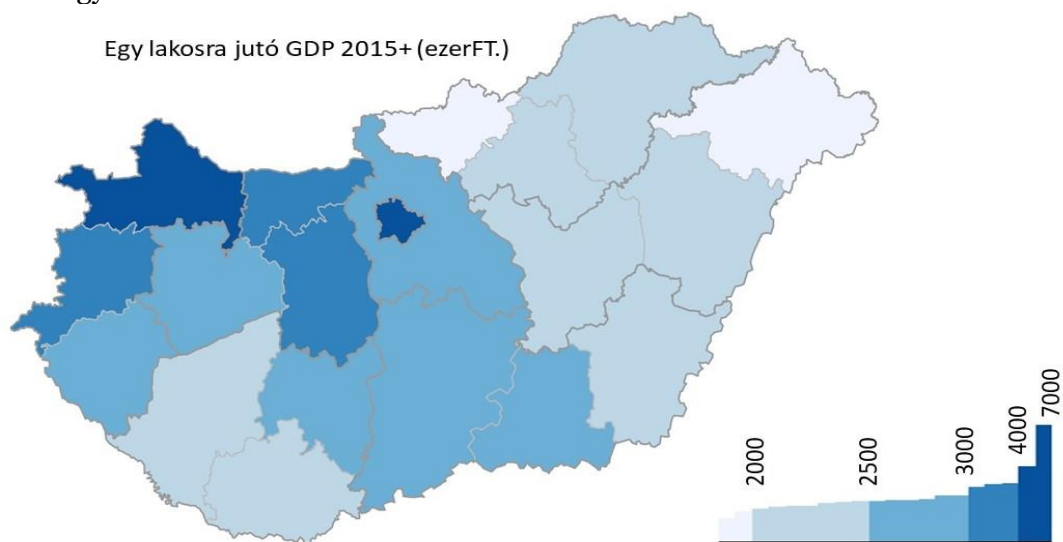
A hegyvidéki klímára jellemző, hogy függőleges övezetesség jellemzi, azaz a magasság befolyásolja a hőmérsékletet, így ennek éghajlat-módosító szerepe érvényesül. 100 m-ként 0,5 fokkal csökken az átlagos évi középhőmérséklet, több a csapadék és a szél is gyakoribb és nagyobb valószínűséggel fúj. Magyarországon a középhegységek (500-1500m) találhatóak meg, a magashegységek hazánkban nem találhatóak.

Napos domboldallal is találkozhatunk az általunk megalkotott éghajlati kategóriákban (1. táblázat. 7. kategória), mely elsősorban a déli lejtőkre jellemző. Az északi félgömbön ugyanis a déli kitétségű lejtők szöge és a napsugarak beesési szöge összeadódik, az északi lejtőn kivonódik, ami az északi lejtők hűvösebb, a déli lejtők melegebb klímáját eredményezi.

A vízfelület hatása a klímára több szempontból is érvényesül. A víz és a szárazföld eltérő módon melegszik fel, ezért a nyomáskülönbségből kifolyólag szelet eredményez, így a szél gyakorisága és ereje ezeken a területeken (folyópart, tópart) fekvő települések esetében dominánsan jelentkezhet. Másrészt a vízpartok esetében a víz albedója, azaz sugárzást visszaverő képessége (70-80%) magas, ami a földfelszín közeli levegő hőmérsékletét emelve kedvezőbb, melegebb klímát alakíthat ki. Fontos szempont lehet a már említett mediterrán hatás egyes területeken, mint pl. a déli országrészen.

4.2. Gazdasági, társadalmi /szociológiai indikátorok

A gazdaság hatásait vizsgálva a kutatások szerint a lakosság „átállását” a zöld energiára és annak elfogadását befolyásolja az anyagi helyzet, a jövedelem. Talán a legátfogóbb gazdasági indikátor a GDP. A GDP adatok megyékre és régiókra lebontva elérhetőek (9. ábra), azonban igen nagy különbségek lehetnek a megyeszékhely és a kisebb falvak, települések között, melyeket figyelembe kell venni a modellben.



9. ábra Egy lakosra jutó bruttó hazai termék megyei felosztása

Forrás: [31].

Lakosság népességszáma, valamint a települési jelleg meghatározása „A települések kategorizálása meghatározott ismertetőjegyek alapján kerülnek besorolásra, amelyekből jelen kutatásban az első, a „típus” szerinti kategorizálás lett figyelembe véve az alábbi csoportosítás alapján [26]:

- „**típusa** (tanya, telep, falu, város, nagyváros, világváros stb.)
- **mérete** (területe, lélekszáma)

- település szerkezete (alaprajzi, funkcionális stb.)
- lakosság összetétele (agrár, ipari, terciér, vegyes stb.)
- kora (alapítása(-i), korszaka(i), története)
- szerepköre(i) (regionális, gazdasági, ellátási, politikai, kulturális stb.)
- fekvése (helyi és helyzeti energiák)
- jellege, típusa (közigazgatási és településföldrajzi szempontok szerint eltérő)
- alaprajza, területrészei (kül- és belterülete stb.)
- látképe”

Gyakran használt megközelítés a népességszám alapján történő településjelleg meghatározása, amelyben nemzetenként eltérés mutatkozik. Hazánkban a népességszám alapján az alábbi hierarchia alakult ki [26]:

- Világváros – 1 millió fő felett
- Nagyváros – 100 ezer fő felett
- Középváros – 20-100 ezer fő között
- Kisváros – 5-20 ezer fő között
- Község – 1.000-5.000 ezer fő között
- Kisfalu – 500-999 fő között
- Aprófalu – 500 fő alatt

Az itt felsorolt települések további ismertetőjegyeit figyelembe véve és a kritériumrendszer alapján lett kiválasztva első körben több, mint ötven helyszín.

Magyarországon elsősorban adminisztratív jellegű felosztással határozzák meg a gazdasági régiókat, de ezek együtt a megyékkel (10. ábra) egyfajta gazdasági – szociális – kulturális környezetet is meghatároznak. Ezért a helyszínek kiválasztás során törekedtünk arra, hogy minden régió képviseltetve legyen.



10. ábra Hazánk régióinak és megyéinek megjelenítése

Forrás: [56]

4.3. Épületek és energiafelhasználás jellemzése

Az **épületek jellemzése – energetikai szempontból** – az energetikai besorolások az adott ingatlan vagy az adott épület becsült, előzetesen kalkulált várható energiaigényét mutatják. Minél "zöldebb", minél magasabb a besorolás osztályzata, a komfortos üzemeltetéshez annál kevesebb energiát szükséges felhasználni. A besorolást energetikai tanúsítvány igazolhatja, amely a becsült energiafelhasználást szakértő által mérve az épület anyaga, állapota, szigetelése és gépészeti felszereltsége alapján határozza meg.

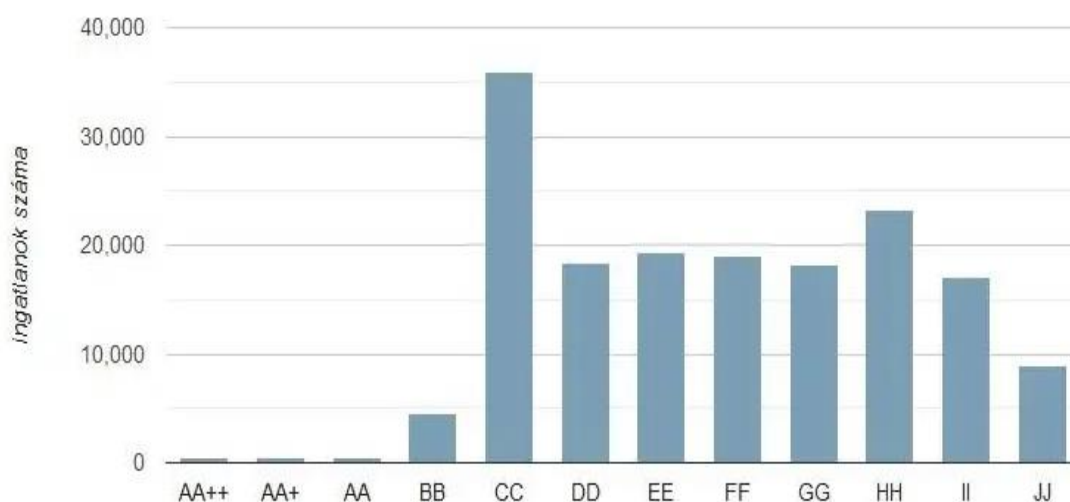
Magyarországon 2012. január 1-től kötelező az energetikai tanúsítás az új építésű ingatlanokra, valamint az értékesítésre kerülő ingatlanokra, továbbá a bérbe adott épületekre is (11. ábra).



11. ábra Épületek energetikai besorolása – minősítési osztályok
Forrás: [67]

Magyarországon az energetikai besorolások 2015-ig 10 kategóriában kerültek osztályozásra „A+” – „I” között, amely bővülése, szigorúbb besorolása 2016. január 01-től van érvényben. Az új rendszer dupla betűs besorolású, amely lehetőséget biztosít a régi és új rendszerű besorolások megkülönböztetésére. [57]

Magyarországi viszonylatban az új, szigorúbb osztályozási skálán jónak számít a CC, DD, EE kategóriájú besorolás, tekintve, hogy a régi építésű ingatlanok döntő része az EE-től akár jóval alacsonyabb besorolási kategóriába tartozik (12. ábra).



12. ábra Magyarország ingatlanjainak energetikai besorolása (2019) [57]

2022. júliustól az új épület használatbavételi engedélyéhez az épületeknek kötelezően teljesíteniük kell a BB közel nulla energiaigényű épületek energetikai követelményeit. A megfelelést az ingatlanra készült energetikai tanúsítványban elért legalább BB minősítés igazolja.

A **többlakásos épületek** energiaköltségének jelentős hányadát teszi ki a fűtés, ezért annak hatékonyságának növelésével, illetve a hőveszteség csökkentésével lehet megtakarítani a legtöbb energiát. A ma használatos hőszigetelési vastagságok (5-8 cm) nem elégítik ki a minimális követelményeket. Az energiahatékony, fenntartható ház homlokzati hőszigetelése 12-15 cm. Az 1900-as évek táján többnyire 55 cm vastagságúak voltak a homlokzati falak, ezzel szemben a tűzfalak csak 40 cm körüli vastagságúak.

Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározási szempontrendszerre hivatalosan nem tér ki az **ingatlanban lakók létszámára**, esetleg a felhasználást és a fűtést befolyásoló korosztályi megkülönböztetésre, eltérésekre. Esetleges létszámra utaló mutató lehet a hasznos alapterület, az épületelemek, épületechnikai rendszerek, határoló szerkezet, illetve a lakáscélú/nem lakáscélú épület jellege, azaz pl. rendszeres otthoni munkát folytatnak a lakók, illetve a nem lakáscélú helyszínen a könnyű, vagy nehéz munkát végeznek.

Az **energiaszolgáltatás elérhetősége** tekintetében „Az Európai Unió minden lakosát megilleti a jog, hogy otthona csatlakoztatva legyen a helyi villamosenergia-hálózathoz, és így villamos energiához jusson. Ugyanez nem vonatkozik a gázellátásra és a vízellátásra.” [14].

Az energiafelhasználást jelentősen befolyásolja az ingatlanon használt szolgáltatások fajtája – víz, gáz, villany – és mértéke. (Pl. csak fűtő kút van, melyet be lehet kapcsolni a víz – levegő hőszivattyú rendszerbe.)

Az energiahordozók azon csoportját nevezzük megújuló energiaforrásnak, amelyek képesek megújulni emberi időléptékben. A **megújuló energiaforrások felhasználása** lehet direkt, illetve indirekt. A direkt felhasználásúaknak nevezik többek között a vizek, valamint az atmoszféra felmelegítése, a növények termesztése, valamint a légtömegek mozgása.

A bioenergia, a szélerő és a vízenergia felhasználása a napenergia indirekt felhasználása [26]:

- „Napenergia: napelem, hőtermelés, kémiai energiává alakítás
- Bioenergia: fa, növényi olaj, biodízel, bioetanol, biogáz, BTL (Biomass to Liquid) gázolaj-hajtóanyagok
- Vízenergia: víz felduzzasztás – helyzeti energia, folyóvíz – mozgási energia, hullámzás, áramlatok a tengerben, a víz hőenergiája
- Szélerő: szélenergia, szélmalom, vitorlás hajó”

A lokális hatóság energia stratégiája, a települési klímastratégia segíti a szemléletváltást, valamint az éghajlatváltozás megfékezését. Ezen dokumentumoknak hosszú távon összhangban kell állniuk a település más fejlesztési dokumentumaival.

„A XXI. század legjelentősebb stratégiai kihívásai az egészséges élelmiszer, a tiszta ivóvíz és a fenntartható energiaellátás biztosítása. Az energetikában az elkövetkező időszak a struktúra- és paradigmaváltás korszaka lesz mind a keresleti, mind a kínálati oldalon. Az emberiség még napjainkban is az olcsó és végtelen mennyiségben rendelkezésre álló energiahordozók tévhitében él, azonban az eddigi fogyasztási szokások nem lesznek a jövőben fenntarthatók. A saját jövőnk és a következő nemzedékek szükségleteinek biztosítására, valamint az élhető környezet megőrzéséhez halaszthatatlan a mielőbbi szemléletváltás az energetika terén is.” [41].

5. Adatok a tesztelési helyszínek kiválasztásához

A tesztelési helyszínek kiválasztása három lépésben, három részfeladat megoldásával valósítható meg: (i) A kritériumok alapján a hazai viszonyok elemzése, (ii) több lépésben először 50, majd 18 helyszín kiválasztása (iii) a szükséges tesztelési helyszínek kiválasztása a szűkített listán szereplő helyszínekre meghatározott kritériumok, és minél több kritériumnak való megfelelés alapján.

Több kutatás fókuszál a megújuló energiák földrajzi aspektusaira, annak determináló tényezőire [4, 9, 10, 12, 19, 32, 62] így ezeket a kutatási eredményeket mi is felhasználtuk a helyszín kiválasztás szempontrendszerének meghatározásához.

A projekt modellezésének helyszínválasztási szempontjai között voltak egyrészt azok a szempontok, amelyek hazánk természetföldrajzi és közigazgatási aspektusait vették

figyelembe, ezek között szerepeltek többek között a domborzati viszonyok, a hőmérsékleti adatok, a regionalitás és az eltérő településtípusok érvényesítése.

5.1. A teszthelyszínek kiválasztása

Az előzetesen behatárolt 18 helyszín adatait a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat A kiválasztott települések általános jellemzői

No.	Település neve	Fekvése (TSZFM) (m)	Vár-megye	Nagytáj	Régió	Tele-pülés jog-állása	Terület (km ²)	Népes-ség (fő)	Népsű-rűség (fő/km ²)
1.	Budapest	105				főváros	525,14	1.706.851	3250,25
2.	Balassa-gyarmat	380	Nógrád	Északi-középh.	Észak-Mo.	város	23,33	14.262	654,95
3.	Balaton-füred	104	Veszprém	Dunántúli dombság	Közép-Mo.	város	46,45	12.966	281,64
4.	Békéscsaba	89	Békés	Alföld	Dél-Alföld	megyei jogú v.	193,93	58.002	310,04
5.	Biatorbágy	280-300	Pest	Dunántúli -középh.	Közép-Mo.	város	44,12	14.749	310
6.	Bonyhád	123	Tolna	Dunántúli dombság	Dél-Dunántúl	város	72,14	12.431	184,67
7.	Érd	130	Pest	Dunántúli -középh.	Közép-Mo.	megyei jogú v.	63,31	70.063	1096
8.	Gyula	88	Békés	Alföld	Dél-Alföld	város	255,8	28.602	118,52
9.	Hódmező-vásárhely	80-85	Csongrád-Csanád	Alföld	Dél-Alföld	város	487,98	42.691	90,99
10.	Kisvárd	106	Szabolcs-Szatmár-Bereg	Alföld	Észak-Alföld	város	35,9	15.432	459,3
11.	Nagykovácsi	342	Pest	Dunántúli -középh.	Közép-Mo.	nagy-község	27,67	8.536	269,93
12.	Nyíregyháza	116	Szabolcs-Szatmár-Bereg	Alföld	Észak-Alföld	megyei jogú v.	274,54	116.554	430,02
13.	Paks	90-120	Tolna	Alföld	Dél-Dunántúl	város	154,08	18.224	124,07
14.	Salgótarján	220-500	Nógrád	Észak-Mo-i-Középh.	Észak-Mo.	város	97,97	32.304	359,17
15.	Szabolcs-Veresmart	140	Szabolcs-Szatmár-Bereg	Alföld	Észak-Alföld	község	22,95	1.544	72,64
16.	Szeged	75	Csongrád-Csanád	Alföld	Dél-Alföld	megyei jogú v.	281	159.074	578,72
17.	Tamási	380	Tolna	Dunántúli dombság	Dél-Dunántúl	város	111,95	7.804	72,07
18.	Zalaegerszeg	166	Zala	Zalai dombv.	Nyugat-Dunántúl	megyei jogú v.	102,41	55.470	574,45

Forrás: saját szerkesztés

A 3. táblázatból pedig kiolvasható az 1. táblázatban („A tesztelési helyszínek kiválasztásához meghatározott kritériumok”) adott kritériumoknak az értékei a 18 helyszínrre.

3. táblázat A szűkített listán szereplő helyszínek értékelése az 1. táblázat első 10 kritériumára meghatározott osztályba-sorolások száma szerint

Sorsz.	Helyszín	Helyszínekiválasztási kritériumok									
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	Budapest	2	2	3	1	3	3	4	4	5	Budapest
2.	Balassagyarmat	4	1	1	1	3	2	2	1	3	Észak-Mo.
3.	Balatonfüred	2	2	2	3	2	1	4	2	3	Közép-Mo.
4.	Békéscsaba	1	3	3	2	1	2	5	1	4	Dél-Alföld
5.	Biatorbágy	4	2	1	1	2	1	3	1	3	Közép-Mo.
6.	Bonyhád	3	3	2	2	1	3	5	2	3	Dél-Dunántúl
7.	Érd	3	2	3	1	1	2	1	3	4	Közép-Mo.
8.	Gyula	1	3	3	2	3	2	5	2	4	Dél-Alföld
9.	Hódmezővásárhely	1	3	3	2	1	3	5	2	4	Dél-Alföld
10.	Kisvárd	2	1	1	1	1	2	1	1	3	Észak-Alföld
11.	Nagykovácsi	4	1	3	1	2	2	3	2	3	Közép-Mo.
12.	Nyíregyháza	2	1	1	2	1	3	1	3	5	Észak-Alföld
13.	Paks	2	1	2	1	3	3	4	3	3	Dél-Dunántúl
14.	Salgótarján	4	1	1	2	2	3	3	3	4	Észak-Mo.
15.	Szabolcsveresmart	2	1	2	2	3	2	4	1	2	Észak-Alföld
16.	Szeged	1	3	3	2	3	3	5	3	5	Dél-Alföld
17.	Tamási	4	3	2	2	2	3	3	1	3	Dél-Dunántúl
18.	Zalaegerszeg	3	1	2	2	2	2	1	3	4	Nyugat-Dunántúl

Forrás: saját szerkesztés

A feladat lényegében egy reprezentatív mintavétel olyan sokaságból, mely egyedeit különböző kritériumok alapján lehet vizsgálni. A mintavételezés során feltételezik (jobb esetben megvalósítják) a sokaság teljes körű megfigyelését. Esetünkben a feltétel elvileg teljesül, mivel az ország bármelyik pontját, helyszínét vizsgáljuk az elemzéshez szükséges adatok lényegében azonos minőségben elérhető.

A mintavételezés is többféle lehet:

- i. részleges – mely során a sokaság egy részét (pl. csak a falusi környezetet) és annak néhány egyedét vizsgálják,
- ii. monográfia – a sokaság néhány kiemelt elemét tanulmányozzák, ami természetesen nem általánosítható a sokaságra – ez a részleges mintavételezés egy fajtájának is tekinthető,
- iii. nem véletlen mintavételi technikák – mely szubjektivitást is tartalmazhat és szintén nem tekinthető reprezentatívnak, valamint
- iv. a véletlen mintavétel, mely során a sokaság bármely egyede valamilyen valószínűséggel, eséllyel bekerülhet a mintába.

Valójában az utolsó, alapvetően statisztikai módszerekkel operáló eljárás adja a legjobb mintavételt. Ugyanakkor az okos térkép fejlesztése során a tesztelés célja nem annyira az, hogy minél jobban megfeleljen a magyar lokális energiaforrások kijelzésére, hanem a lehető legtöbb lehetséges szituációban alkalmazható legyen. Ilyen esetekben az úgynevezett rétegzett mintavétel lehet a megoldás, mely során a teljes sokaságot valamely szempontok szerint részekre, rétegekre, alcsoportokra osztják. A cél, hogy minden rétegből, csoportból legyen minta, a kiválasztott csoportban. Az okos térkép fejlesztői a rétegzett mintavételt alkalmazták.

Az 1. (A tesztelési helyszínek kiválasztásához meghatározott kritériumok) és a 3. (A szűkített listán szereplő helyszínek értékelése a kritériumok osztályai szerint) táblázat kritériumai három csoportot képviselnek: (i) hely, meteorológia (1. – 7. kritériumok), (ii) gazdasági, társadalmi /szociológiai indikátorok (8. – 10. kritériumok) és (iii) épület jellemzői (11. – 16. kritériumok). A mintavételezés ennek ellenére nem olyan egyszerű folyamat, mivel pl. az első csoportba tartozó kritériumok alapján összesen 24 alcsoport létezik. A feladat tehát

5 - 8 helyszín kiválasztása úgy, hogy összességében mind a 24 alcsoport képviseltetve legyen. A feladat megoldás három megfontolás – vizsgálat alapján valósult meg.

Az első észrevétel, hogy Budapest több tulajdonság szerint –mint a népesség, a Duna jelenléte, a kiemelkedően magas GDP/fő – eltér a többi előzetesen kiválasztott helyszíntől. Ezért Budapest lett az egyik helyszín.

A következő lépésben A 3. (A szűkített listán szereplő helyszínek értékelése a kritériumok osztályai szerint) táblázatra (Budapestet kihagyva) alkalmaztuk a pattern classification eljárást. A vizsgálatokat kiegészítettük egy un korrelációs clusteringgel is, mely során egy olyan modell alakult ki, mely megmutatja, hogy az egyes helyszínek milyen statisztikus kapcsolatban vannak (13. ábra).

Az eredményeket a 4. táblázat foglalja magában. Itt a teszt helyszínek már a vizsgálat eredményeinek függvényében új sorrendben jelennek meg. Minden azonos színű csoportból elég egy helyszínt kiválasztani. A kiválasztott helyszíneket „ok” bejegyzés adja meg.

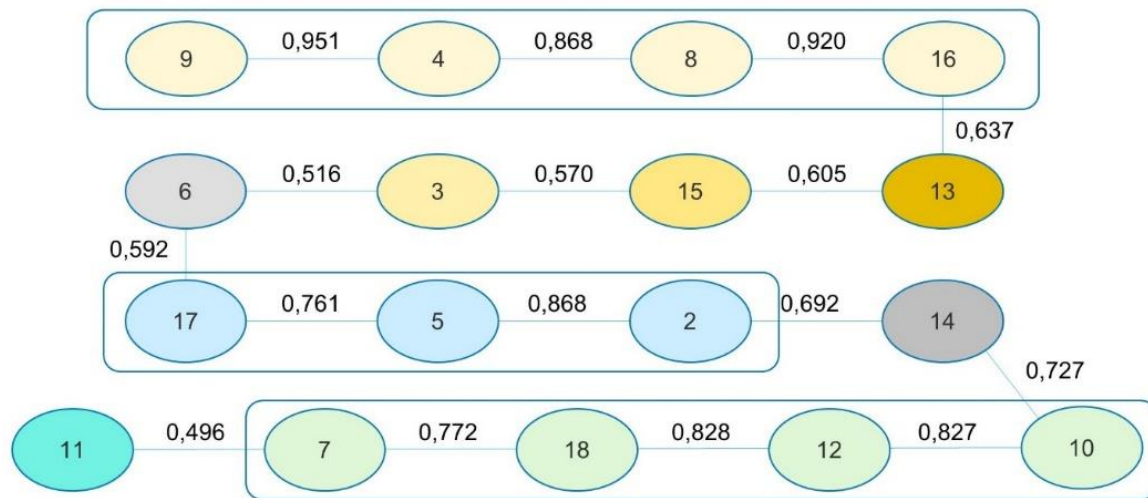
Végül a táblázatból úgy határoztuk meg az egyes helyszíneken lévő, vagy építeni tervezett épületet, hogy a multikritérium közül (1. táblázat) minden osztály képviselve legyenek.

Megjegyzés: A korrelációs család vizsgálat módszerét alkalmazva elvileg még az önálló, egyelemes családot alkotó Paksot is ki kellett volna választani, de tekintettel arra, hogy akkor egy régióból két helyszín is szerepelt volna, végül Bonyhádra esett a választás pl. azért is mivel az 5. kritérium első osztályába tartozó értékkel csak ez a választható elem szerepelt.

4. táblázat A pattern classification eljárás alkalmazásának eredménye (a különböző színek a teszt helyszínek statisztikai kapcsolatát, a korrelációs mátrix értékeit adják meg)

Helyszínek	Korrelációs szint színekód												Választott helyszínek	
Budapest														ok
Hódmezővásárhely	1,00													
Békéscsaba	≥ 0,95													
Gyula	≥ 0,90													
Szeged	≥ 0,85													ok
Paks	≥ 0,80													
Szabolcsveresmart	≥ 0,75													ok
Balatonfüred														ok
Bonyhád														ok
Tamási														
Biatorbágy														
Balassagyarmat														ok
Salgótarján														ok
Kisvárda														
Nyíregyháza														
Zalaegerszeg														ok
Érd														
Nagykovács														

Az okos térkép fejlesztői olyan helyszíneket is kiválasztottak, melyek lakóival felvették a kapcsolatot, hogy a tényleges energiafelhasználás (számlák szerinti) értékeit is megismerjék és felhasználják a további fejlesztések, értékelések során.



13. ábra A korrelációs családvizsgálat eredménye (az egyes helyszínek 2. táblázat szerinti sorszama a jelölő ellipszisekben, két helyszín kritériumai közötti korrelációs tényező értéke az adott helyszíneket, ellipsziseket összekötő szakaszok felett / mellett, míg az egyes csoportokat a korrelációs értékek 0,75 feletti abszolút értéke alapján lettek meghatározva, a beazonosított csoportok tagjai azonos színnel jelölve)

Forrás: saját szerkesztés

Kutatási hipotézisünk beigazolódott, mivel bizonyítottuk, hogy a lokálisan elérhető és a lakossági megújuló energiaforrások támogatására fejlesztett multidiszciplináris okos térkép tesztelésére a helyszínek reprezentatív csoportját sikeresen meg lehetett határozni a mikroenergetikai rendszerek energiahasználatát befolyásoló aspektusok elemzésével kiválasztott multikritérium rendszer alkalmazásával.

6. Összefoglalás

Ez a cikk egy innovatív és hatékonyan alkalmazható fejlesztés olyan, digitális multidiszciplináris, okos térkép fejlesztéséhez csatlakozik, mely adott helyszínre és az épületekre vonatkozó adatok alapján javaslatot ad a lokálisan elérhető megújuló energiák alkalmazására, az optimális energia termelési mix kialakítására. A program fejlesztése során szükségessé vált olyan teszthelyszínek kiválasztása, melyek egyrészt reprezentálják a magyar sajátosságokat, minden kritériumnak, elvárásnak valamely formában megfelelnek (lásd 3. és 4. táblázat) és biztosíthatják az okos térkép verifikációs és validációs tesztelését.

A cikk ismerteti azokat a körülményeket, melyek befolyásolják a lakossági energiafelhasználást, mellyel kapcsolatban más hazai cikkek is születtek [7,18]. Javaslatot tett egy többkritériumos rendszer alkalmazására, mely a meghatározott kritériumok segítségével értékeli a helyszínek geográfiai, meteorológiai, gazdasági, szociális sajátosságait. Előzetes és széles körű vizsgálatok alapján a projektet kidolgozó munkacsoport résztvevői elkészítettek egy 50 helyszínt tartalmazó listát. Ezt a munkacsoport megvitatta és 18-ra szűkítette. Végül a 18 helyszínre alkalmazta a javasolt többkritériumos rendszert. A hasonló jellemzőkkel rendelkező helyszíneket úgynevezett korrelációs családvizsgálat alapján csoportosította. A csoportok alapján végül 8 helyszínt határoztak meg rétegzett mintavétellel. Elsőként, Budapestet, mint a többiektől eléggé eltérő jellemzőkkel bíró helyszínt kiemelték. A további helyszínek mind a hét hazai régiót képviselik.

A kiválasztás az elvárásoknak megfelelő eredményre vezetett, mivel a többkritériumos rendszer minden kritérium csoportjára jellemző érték megjelenik valamely kiválasztott helyszínen. A bemutatott módszer alkalmas hasonló jellegű tesztelési helyszínek, feladatok kiválasztására más kulturális, szociális, gazdasági viszonyok közt is.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a MATE Körforgásos Gazdaság Elemző Központ ÉZFF/212/2022-TIM azonosítószámú „Energiahatékonysági zöld Projekt” keretében „A Zöldinnovációs és Energiahatékonysági Expo”, „Zöld fesztivál / Zöld Egyetemi Napok” projektekhez csatlakozva megvalósuló „Energiahasznosítási Okos Térkép” alprojekt keretében készült.

Irodalomjegyzék

1. Árpád, I., Kiss, J. T., Bellér, G., & Kocsis, D. (2021). Sustainability Investigation of Vehicles' CO₂ Emission in Hungary. *Sustainability*, 13(15), 8237.
2. Balogh, J. M. (2020). Európai Unió klímacélok teljesítése – hogy tartunk most? [European Union climate targets - where are we now?]. Budapest: Klímapolitikai Intézet. Retrieved from <https://klimapolitikaiintezet.hu/kutatas/europai-unios-klimacelok-hogy-tartunk-most>
3. Bart, L., Csernus, D., & Sáfaián, F. (2018). Analysis of climate-energy policies & implementation in Hungary. National Society of Conservationists—Friends of the Earth Hungary: Budapest, Hungary.
4. Boldizsár, T. (1975). Research and development of geothermal energy production in Hungary. *Geothermics*, 4(1-4), 44-56.
5. Boubaker, S., Goodell, J. W., Pandey, D. K., & Kumari, V. (2022). Heterogeneous impacts of wars on global equity markets: Evidence from the invasion of Ukraine. *Finance Research Letters*, 48, 102934. <https://doi.org/10.1016/j.flr.2022.102934>
6. Brodny, J., & Tutak, M. (2020). Analyzing similarities between the European Union countries in terms of the structure and volume of energy production from renewable energy sources. *Energies*, 13(4), 913.
7. Bujdosó, Z., Patkós, C., Kovács, T., Radics, Z., & Dávid, L. (2013). The Importance and Public Acceptance of Biomass and “Green Energy”—the Example of an Underdeveloped Hungarian Region. *Journal of Central European Green Innovation*, 1(1063-2016-86159), 13-25.
8. Cowell, R., Ellis, G., Sherry-Brennan, F., Strachan, P. A., & Toke, D. (2017). Rescaling the governance of renewable energy: lessons from the UK devolution experience. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 19(5), 480-502.
9. Crotogino, F., Schneider, G. S., & Evans, D. J. (2018). Renewable energy storage in geological formations. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 232(1), 100-114.
10. Demetrescu, C., Wilhelm, H., Ene, M., Andreescu, M., Polonic, G., Baumann, C., ... & Șerban, D. Z. (2005). On the geothermal regime of the foreland of the Eastern Carpathians bend. *Journal of Geodynamics*, 39(1), 29-59.
11. Devine-Wright, P. (2005). Beyond NIMBYism: towards an integrated framework for understanding public perceptions of wind energy. *Wind Energy*, 8(2), 125-139. DOI: 10.1002/we.124
12. Dobos, E. (2020). Albedo. In *Atmosphere and Climate* (pp. 25-28). CRC Press.
13. Energy Outlook (2023): Surviving the Energy Crisis. The Economist Intelligence Unit Limited 2022. 8.p.
14. European Parliament. (2021). Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119>
15. Fogarassy, C. (2001). Rationalisation of production structure of arable land energycrops in Hungary. *Bodenkultur-Wien and Munchen*, 52(3), 225-232.
16. Fogarassy, C., & Horvath, B. (2015). Low-carbon building innovation trends and policy perspectives in Hungary between 2020 and 2030. *YBL Journal of Built Environment*, 3(2), 17-23.
17. Gabnai Z. (2021). Az Európai Unió környezetpolitikája, klímavédelmi célú intézkedései – múlt, jelen, jövő [The European Union's environmental policy, climate protection measures - past, present, future]. Dolgozat, Corvinus Egyetem.
18. Gyarmati, R; Baros, Z; Tóth, T (2010): A megújuló energiaforrások elfogadottságának vizsgálata két Hernád-völgyi településen. In: Magda, Sándor; Dinya, Iászló (szerk.) XII. Nemzetközi Tudományos Napok [12-th International Scientific Days] [XII. Internationale Wissenschaftliche Tagung] : Fenntartható versenyképesség válság idején [Sustainable competitiveness in crisis] [Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit während der Krise] : A Tudományos Napok előadásai és poszterei. Gyöngyös, Magyarország : Károly Róbert Főiskola (KRF) (2010) 1 218 p. pp. 263-270. ,p.
19. Henderson-Sellers, A., & Wilson, M. F. (1983). Surface albedo data for climatic modeling. *Reviews of Geophysics*, 21(8), 1743-1778.
20. Hidvégi P, Kopkáné-Plachy J, Müller A (2015). Az egészséges életmód [Healthy lifestyle]. Eszterházy Károly Főiskola, Sporttudományi Intézet, Eger. 81.p. ISBN 978-615-5297-32-8.
21. Horváth, F., Bada, G., Windhoffer, G., Csontos, L., Dombrádi, E., Dövényi, P., ... & Tóth, T. (2006). A Pannon-medence jelenkori geodinamikájának atlasza: Euro-konform térkép-sorozat és magyarázó [Atlas of the contemporary geodynamics of the Pannonian Basin: Euro-conform map series and explanation]. *Magyar Geofizika*, 47(4), 133-137.
22. Hoyk, E., Szalai, Á., Palkovics, A., & Farkas, J. Z. (2022). Policy gaps related to sustainability in Hungarian agribusiness development. *Agronomy*, 12(9), 2084.

23. Jafari, M., Bompard, E., Delmastro, C., Botterud, A., & Grosso, D. (2022). Electrify Italy: The role of renewable energy. *Gas*, 2030, 2050.
24. Csimázné, J. T. J., Poór, J., & Hollósy, Z. (2018). Magyarország és a környező Európai Unió tagországok megújuló energiafelhasználása [Renewable energy use in Hungary and neighboring European Union member states]. *Economica*, 9(1), 23-29.
25. Kim, H. J., Kim, J. H., & Yoo, S. H. (2019). Social acceptance of offshore wind energy development in South Korea: Results from a choice experiment survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109253. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109253.
26. Kovács Z. (2002). Népeség- és településföldrajz [Population and settlement geography]. Egyetemi jegyzet [University notes]. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
27. Krug, M., Di Nucci, M. R., Caldera, M., & De Luca, E. (2022). Mainstreaming Community Energy: Is the Renewable Energy Directive a Driver for Renewable Energy Communities in Germany and Italy? *Sustainability*, 14(12), 7181.
28. KSH. (2021). Földrajzi adatok, Statadat táblák. Retrieved from https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_foloo1.html (letöltve: 2023. 03.16.)
29. KSH. (2021). Fenntartható fejlődés indikátorai, Statadat táblák. Retrieved from <https://www.ksh.hu/ffi/3-38.html> (letöltve: 2023. 03.16.)
30. KSH. (2021). Fenntartható fejlődés indikátorai, Statadat táblák. Retrieved from <https://www.ksh.hu/ffi/3-35.html> (letöltve: 2023. 03.16.)
31. KSH. (2015). Interaktív térképek. Egy lakosra jutó GDP. Retrieved from <https://www.ksh.hu/interaktiv/terkepek/mo/gdp.html?mapid=OPT001> (letöltve: 2023. 03.16.)
32. Liang, S., Strahler, A. H., & Walthall, C. (1999). Retrieval of land surface albedo from satellite observations: A simulation study. *Journal of Applied Meteorology*, 38(6), 712-725.
33. Magda, R. (2011). A megújuló energiaforrások szerepe és hatásai a hazai agrárgazdaságban. *Gazdálkodás: Scientific Journal on Agricultural Economics*, 55(80-2016-905), 575-588.
34. McGlade, C., Pye, S., Ekins, P., Bradshaw, M., & Watson, J. (2018). The future role of natural gas in the UK: a bridge to nowhere? *Energy Policy*, 113, 454-465.
35. Michalkó, G., Lontai-Szilágyi, Z., Kiss, K., & Martonné Erdős, K. (2017). A megújuló energia szerepe a falusi turizmus és a magyarországi falvak modernizációjában. *Turizmus Bulletin*, 17(1-2), 35-44.
36. Müller, A., Balatoni, I., Csernoch, L., Bács, Z., Bíró, M., Bendíková, E., ... & Bácsné Bába, É. (2018). Asztmás betegek életminőségének változása komplex rehabilitációs kezelés után. *Orvosi Hetilap*, 159(27), 1103-1112.
37. Müller, A., Ráthonyi, G., Bíró, M., Ráthonyi-Ódor, K., Bács, Z., Ács, P., ... & Bábá, É. B. (2018b). The effect of complex climate therapy on rehabilitation results of elderly asthmatic and chronic obstructive airways disease (COPD) patients. *European Journal Of Integrative Medicine*, 20, 106-114.
38. Nagy, T.O. (2015). Az Észak-Alföldi régió hátrányos gazdasági helyzetének főbb okai, megújuló energiaforrások hasznosítása, mint lehetséges kitérés pont. *Köztes Európa: Társadalomtudományi Folyóirat: A VIKÉK Közleményei* 7, 26-39. <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/vikekke/article/view/12689/12545>
39. Németh, K., Birkner, Z., Katona, A., Göllény-Kovács, N., Bai, A., Balogh, P., ... & Péter, E. (2020). Can Energy Be a “Local Product” Again? Hungarian Case Study. *Sustainability*, 12(3), 1118.
40. Németh, K., Péter, E., & Pintér, G. (2018). Megújuló energiaforrások szerepe és jelentősége a hazai turisztikai szektorban – az energia, mint „helyi termék”. *Turizmus bulletin*, 18(1), 37-44.
41. Nemzeti Energiastratégia 2030. (n.d.). <https://2010-2014.kormany.hu/download/4/f8/70000/Nemzeti%20Energiastrat%C3%A0gia%202030%20teljes%20v%C3%A1ltozat.pdf>
42. Olivier, D., & Del Lo, G. (2022). Renewable energy drivers in France: a spatial econometric perspective. *Regional Studies*, 56(10), 1633-1654.
43. OMSZ. (2023a). Magyarország hőmérsékleti viszonyai. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/homerseklet/ (letöltve: 2023. 03.16.)
44. OMSZ. (2023b). Magyarország napsugárzás, napfénytartam és felhőzet viszonyai. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/ (letöltve: 2023. 03.16.)
45. OMSZ. (2023c). Magyarország szél viszonyai. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/ (letöltve: 2023. 03.16.)
46. Pálné Schreiner, J. (2012). Utilization of geothermal energy in Hungary with Bóly in the focus. *Pollack Periodica*, 7(1), 107-112.
47. Park, E., & Ohm, J. Y. (2014). Factors influencing the public intention to use renewable energy technologies in South Korea: Effects of the Fukushima nuclear accident. *Energy Policy*, 65, 198-211. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.10.037
48. Perrin, J. A., & Bouisset, C. (2022). Emerging local public action in renewable energy production. Discussion of the territorial dimension of the energy transition based on the cases of four intermunicipal cooperation entities in France. *Energy Policy*, 168, 113143.
49. Qiu, L., He, L., Lu, H., & Liang, D. (2022). Systematic potential analysis on renewable energy centralized co-development at high altitude: A case study in Qinghai-Tibet plateau. *Energy Conversion and Management*, 267, 115879.

50. Radics, Z., Kulcsár, B., & Kozma, G. (2011). Communication between Settlements in the Center Part of Hungarian-Romanian Border-Tourism and Renewable Energy. *EuroTimes*, 12, 121-129.
51. Rohács, J., & Simon, I. (1989). *Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve*. [Airplane and helicopter operation pocketbook]. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
52. Shrimali, G., Trivedi, S., Srinivasan, S., Goel, S., & Nelson, D. (2016). Cost-effective policies for reaching India's 2022 renewable targets. *Renewable Energy*, 93, 255-268.
53. Širá, E., Kotulič, R., Kravčáková Vozárová, I., & Daňová, M. (2021). Sustainable Development in EU Countries in the Framework of the Europe 2020 Strategy. *Processes*, 9(3), 443.
54. Szakály, Z., Balogh, P., Kontor, E., Gabnai, Z., & Bai, A. (2020). Attitude toward and Awareness of Renewable Energy Sources: Hungarian Experience and Special Features. *Energies*, 14(1), 22.
55. Szép, T. S. (2017). The effects of utility cost reduction on residential energy consumption in Hungary – a decomposition analysis. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 13, 61-78.
56. SZVMSZK (2023): Magyarország régiói. <https://szakmaikamara.hu/magyarorszag-regioi/> (letöltve: 2023. 03.16.)
57. Talamon, A., Papp, R. V., Vokony, I., & Hartmann, B. (2019). Global solar energy trends and potential of building sector in Hungary. *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS*, 17(1-A), 51-57.
58. Tiotiu, A. I., Novakova, P., Nedeva, D., Chong-Neto, H. J., Novakova, S., Steiropoulos, P., & Kowal, K. (2020). Impact of air pollution on asthma outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6212. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176212>
59. Törőcsik, V., & Egri, Z. (2012). The Role of Green Economics in Sustainability. *International Journal of Sustainable Economies Management (IJSEM)*, 1(2), 43-50.
60. Tutak, M., & Brodny, J. (2022). Renewable energy consumption in economic sectors in the EU-27. The impact on economics, environment and conventional energy sources. A 20-year perspective. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131076. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.131076>
61. UN. (2015). Paris Agreements, p. 27., https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
62. Wendisch, M., Pilewskie, P., Jäkel, E., Schmidt, S., Pommier, J., Howard, S., ... & Mayer, B. (2004). Airborne measurements of areal spectral surface albedo over different sea and land surfaces. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109(D8). <https://doi.org/10.1029/2003JD004392>
63. Wüstenhagen, R., Wolsink, M., & Bürer, M. J. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, 35(5), 2683-2691. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.001>
64. Zhang, W., Maleki, A., & Nazari, M. A. (2022). Optimal operation of a hydrogen station using multisource renewable energy (solar/wind) by a new approach. *Journal of Energy Storage*, 53, 104983. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.101083>
65. Zhao, J., Patwary, A. K., Qayyum, A., Alharthi, M., Bashir, F., Mohsin, M., ... & Abbas, Q. (2022). The determinants of renewable energy sources for the fueling of green and sustainable economy. *Energy*, 238, 122029.
66. Zoellner, J., Schweizer-Ries, P., & Wemheuer, C. (2008). Public acceptance of renewable energies: Results from case studies in Germany. *Energy Policy*, 36, 4136-4141.
67. Energetikai tanúsítás (2023). Energetikai tanúsítás https://www.e-tanustitas.eu/?gclid=CjwKCAjwp6CkBhBEiwAlQVyxXXzQnwcESNYugv7AIUz71N3ikI-BFl3FREEfxho_ecKxwPs24l3RoCCQcQAvD_BwE (letöltve: 2023. 03.16.)