

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építészmérnöki Szak

Historizáló városszövet szolár potenciálja Budapesten
Solar Potential of the Historical Urban Fabric of Budapest

Kelemen Norbert Marcell
Tudományos Diákköri Konferencia Dolgozat

Tartalomjegyzék:

Absztrakt	3
I. Bevezetés	4
II. Budapest belvárosa és épületei.....	5
II.1. Budapest rövid története	5
II.2. Budapesti bérházak megjelenése	6
II.3. Budapest lakásállományának változása	8
II.4. Az építkezések finanszírozása	9
II.5. A város fejlődését befolyásoló szabályzatok	9
III. A megújuló energia fontossága	10
III.1. Mi is a globális felmelegedés és fenntarthatóság?	10
III.2. A fenntarthatóságot célzó intézkedések.....	11
III.3. Fenntarthatósági fejlődés az Európai Unióban	12
III.4. Az épített környeztünk hatásai a klímaváltozás kapcsán	13
IV. A napelemes rendszerek ismertetése	17
IV.1. A napenergia története	18
IV.2. Napelemes technológia bemutatása	18
IV.3. Napelemes rendszerek ismertetése.....	18
IV.4. Napelemek típusai.....	20
IV.5. Napelemes cserepek.....	23
V. Napelemek Magyarországon	25
IV.1. Éves Nullszaldó	26
IV.2. Havi Nullszaldó	26
IV.3. Bruttó elszámolás	27
IV.4. Betáplálási stop.....	27
IV.5. Jelenlegi állapot	28
VI. Napelemes program ösztönzése és ismeretterjesztő projektek	28
VI.1. Budapesten napelemek telepítése	30
VI.2. Napelemes rendszerek telepítésének ösztönzése	31
VI.3. Budapest Nappal Hajtva	32
VI.4. Budapest Szolár térkép	32
VII. A kutatásban használt programok bemutatása	34
VIII. Összehasonlítás a Budapest Szolár Térképpel	43
IX. Megéri a budapesti historizáló bérházakra napelemet telepíteni?	44
IX.1. Napelemes rendszerhez tartozó adatok.....	45
IX.2. Napelemes cserepekhez tartozó adatok	47
IX.3. Végző konklúzió	47
X. Összegzés.....	50
XI. Irodalomjegyzék.....	52

Absztrakt

A TDK dolgozat témája Budapest belvárosában elhelyezkedő historizáló bérházak napenergia-potenciáljának vizsgálata. A kutatás elemezi az 1850-1930 között épült bérházak tömegtípusait, ezek különböző méreteit és egymás melletti pozícióját vizsgálja. Olyan műszaki megoldásokat is bemutat, melyek esetleges védett épületeken is lehetővé teszik az energiatermelést, megtartva az épület jelenlegi jellegét és látványát. A dolgozatban megismeri az olvasó a napelemek alapvető elemeit, működési elvét és egyes típusait.

Ezen napelemes megoldások és a tudományos kutatásuk megismerése és ezen ismeret terjesztése sokat segít a nem megújuló energiafelhasználás csökkentésében és a jövőben a zero energiaigény elérésére.

A kiválasztott épületeket benapozás szempontjából valós városi szövetben és irányultsággal analizálja. A szimulációk Revit szoftver Insight moduljában lett elkészítve, mely valós időjárási adatok alapján állítja elő a besugárzási adatokat. Így olyan értékeket mutat be a dolgozat, melyek felhasználhatóak ennek az épületállománynak a napenergia potenciáljának elemzésére, melyből megbecsülhető a felhasználható energiamennyiség is.

A TDK dolgozatban generált adatokat össze lettek hasonlítva a Budapest Főváros Önkormányzata által készített Nappal hajtva projekt keretében létrehozott Budapest Szolár-Térkép adataival. Utóbbi modell GIS alapú módszertannal készült. A vizsgálat egyik célja, hogy megállapítsuk a kétféle módszertan adta eredmények közötti különbségeket, illetve ezek okait.

A kutatás későbbi lépéseiben a kiválasztott épületek valós napelemes termelési adatait felhasználva validáljuk a módszerek pontosságát.

I. Bevezetés

A dolgozatom témája annak vizsgálata, hogy a budapesti historizáló és modern bérházak megújuló energia felhasználása miként fokozható. A vizsgálat célja pedig arra vonatkozó következtetések levonása, hogy a vizsgált épületekben a napenergia optimális felhasználásával milyen mértékben lehet a nem megújuló energiák fogyasztásának csökkentése.

A kutatásom relevanciáját a folyamatban lévő környezeti és éghajlati változások és az ebből fakadó jövőbeli kihívások adják. Az elmúlt években jelentősen változott a Föld éghajlata, és a globális felmelegedés mértéke is egyre gyorsul. Az energiafelhasználás, különösen a nem megújuló energiák használata, és az ebből fakadó üvegházhatású gázok (továbbiakban: ÜHG) kibocsátása nagyban hozzájárulnak az éghajlatváltozáshoz ^[1]. Ezzel szemben a megújuló energia használata kisebb környezeti terheléssel jár, és elősegíti a fenntartható gazdaság kialakulását, így a klímaváltozás mértékének lassítását. Ezek a körülmények meghatározó befolyást gyakorolnak az építészetről, és annak szerepéről való gondolkodásomban. A kibocsátott ÜHG mennyiségnek közel 40%-át az építőipar teszi ki ^[2], ezért építésként - alacsony energiaigényű épületek kialakításával, fenntartható anyagok beépítésével - képesek vagyunk arra, hogy a klímaváltozás mérsékléséhez szükséges mitigációt előmozdítsuk.

Ennek megfelelően a dolgozatomban kifejtem, hogy napelemes megoldással milyen mértékben lehet hasznosítani a Budapest belvárosában elhelyezkedő bérházak tetőfelületét helyi, megújuló energiatermeléssel. Ezek a bérházak átlagosan 250-300 kWh/m² energiát használnak fel ^[3], míg ez az érték Magyarországon átlagosan 185,5 kWh/m² ^[4]. Kutatásom során elsőként bemutatom a pesti belső kerületekben elhelyezkedő bérházak és azok környezetének a történetét és fejlődését. Ezután ismertetem az épületek és az építőipar szerepét az éghajlatváltozás folyamatában. Az olvasó megismerheti, hogy egy épület előállítása és üzemeltetése során mely fázisok igénylik a legtöbb energiafelhasználást, és hogy ezek milyen mértékű CO₂ kibocsátással járulnak hozzá az éghajlati viszonyok változásához. Ezt követően ismertetem a napelemek működésének elveit és a napelemek egyes típusait, technológiájuk és kialakításuk szerint besorolva. Továbbá kifejtem a jelenlegi jogszabályok szerepét a napelemek telepítésével és használatával kapcsolatban, hiszen ezek jelentős szerepet játszanak a befektetések megtérülési képességében. Ennek keretében részletezem az elmúlt években nagy figyelmet kapott nullszaldó kapcsolatát a napelemekkel.

Ezek után rátérek a Budapest Főváros Önkormányzata által készített 'Nappal hajtva' elnevezésű projekt (a továbbiakban: Projekt) részletezésére. ^[5] E tekintetben ismertetem az ezen tervhez készített Szolár-térkép részleteit és jelentőségét a dolgozat vonatkozásában.

Az általam használt programot, tervezési és vizsgálati módszertan bemutatását követően levonom a tanulmány következtetéseit. Ezzel kapcsolatban pedig kifejttem az általam, generált napenergiára vonatkozó eredményeket, amelyeket összehasonlítok a Budapest Nappal hajtva projekttel.

II. Budapest belvárosa és épületei

II.1. Budapest rövid története

A mai Budapest területe már az ókorban is nagy szerepet játszott a birodalmak közötti kapcsolatban. A Római Birodalom idejében, az akkor Pannónia területén számos erőd létesült, amelyekből hazánkban az egyik legismertebb, Aquincum, ma is megtalálható Óbuda területén. A település közvetlen kapcsolatban állt a Dunával, amely a Római Birodalom határát képezte. Később IV. Béla egy várat emeltetett magának, amelyet a “Pesti Újhegyen” építettek meg 1255-ben. Budán a 14. század kezdetén már templomokat, nemesi és polgári lakóházakat építettek. [6]

Pest és Buda, Mátyás király idejében (Kr.u. 1458-1490.) érte el addigi fénypontját. Gyönyörű udvarai voltak, és a királyi vár és környezete is ekkor volt a legelőkelőbb. A 15. században a Török Birodalom pusztítása során rengeteg értékes épület semmisült meg, amit később 1686. szeptember 2-án sikerült a Habsburg birodalomnak visszafoglalni. Innentől kezdve Buda és Pest újjáépítése egy nagyon jelentős feladattá vált. [7]

A folyamatos fejlődés során Pest városa 1773-ban eljutott az első választott polgármesterig, akit Mosel Józsefnek hívtak. Pest és Buda lakossága folyamatosan növekedett, a 18. század folyamán a két város lakossága összesen húsz - huszonnégyezer főt számlált, ezt követte a hatalmas népességnövekedés és a városiasodás középpontba kerülése. [6]

A 19. században az ország központjává váló Budapest, melynek lakossága a század végére meghaladta százezer főt, nagy fejlődésen ment keresztül. Az 1838-as Pesti árvíz azonban hatalmas károkat okozott. A város újjáépítését és a károk kijavítását József nádor szorgalmazta. A felújítást követő évek során számos fontos esemény történt Pest-Buda területén, mint például a forradalom és szabadságharc 1848-ban, 1872-ben megszavazták Pest és Buda városa egyesítését, így létrehozva Budapestet. [8]



1.ábra; Forrás: Az 1838-as árvíz a mai Kálvin térnél. [9]

1870-ben kiírtak egy pályázatot, melynek célja Budapest városrendezése, amelyet Lechner Lajos építész nyert el és vált ezzel együtt Budapest középítési igazgatójává. A pályázat tartalmazta a Duna szabályozását és a rakpart kialakítását Ezen felül közraktárok, hidak, vasúti hidak és egy központi pályaudvar létrehozását kellett véghez vinni. Ezekben az években kezdték el fejleszteni és kiépíteni Budapest mai formáját, amely évtizedekig meghatározóvá vált. [6]

1950-ben Preisich Gábor nyújtotta be „Nagy-Budapest határai” című előterjesztését, amely alapján a fővároshoz csatolták a körülötte elhelyezkedő 7 önálló várost és 16 nagyközséget, így létrehozva a mai közigazgatási határokat.

II.2. Budapesti bérházak megjelenése

A nemes és kiváltságos emberek körében már a 16. század idejében megjelent egyfajta vagyoni hatalom kívánsága, amit eleinte földtulajdonnal próbáltak meg elérni. Ezt váltotta fel később a pénzkölcsön, aminél már jóval nagyobb haszonra tudtak szert tenni. A 18. század a befektetni kívánt összegeket leggyakrabban államkölcsönökbe és értékpapírokba fektették, aminek abban a korban kiemelkedő hozama volt. Ezt követte egy új, és eddig nem ismert

jövedelemforrás, a bérházépítés és a megépített lakások bérbeadása, ami minden eddiginél nagyobb haszonnal jelentkezett, mint az eddigi befektetési lehetőségek. Ezt az alternatívát használták ki a kor tehetősebb emberei, mint a mágánások, kereskedők és a nagyobb vagyonnal rendelkező iparosok. Később, amikor már nem volt elég az egyén erőforrása, megjelentek a nagyobb vállalatok, pénzintézetek, egyházak és a városi tanács.

Budapesten a bérház építési törekvés a 18. század végén és a 19. század elején jelent meg, ezt folyamatot a században megjelenő népesség növekedéssel és a nagy tömegekben a városokba áramló, lakhatást kereső emberek megjelenésével lehetett magyarázni. Budapesten először 1805. táján jelent meg az első három emeletes bérház, melyet Pollack Mihály tervezett. Ezekben az években Pest külvárosában megnövekedett lélekszám miatt, itt is fontos céllá vált a többlakásos bérházak építése, azonban megmaradt az eredeti szellős, egy szintes épületek jellege is. A belváros folyamatosan fejlődött és az épületek sokasodása miatt, a mai Deák Ferenc tér felparcellázásával enyhíteni szükségeltetett. ^[10]

A 19. század elején, 1850. előtt Budapesten pár száz bérház épült, ezek is túlnyomórészt egy-kétszintes épületek voltak, amiket plusz egy emelettel magasítottak meg, vagy építettek hozzá plusz lépcsőházat és újították meg az egész épületet, később az 1850-es évek után gyorsult fel igazán a 3-4. emeletes bérházépítési láz.



2.ábra: Pest belvárosi utcakép, még alacsony beépítettséggel; Forrás: Fortepan ^[11]

II.3. Budapest lakásállományának változása

A várost alakító urbanizációs események és a robbanásszerű népességnövekedés következményeként megjelent egy nagyfokú lakhatási igény, melynek következménye volt a bérházak kialakulása. A centralizáció eredményeként a város lakossága folyamatosan növekedett, Pest, Buda és Óbuda lakossága 1868-ban átlagosan 280.000 főt tett ki, amely a század végére, a bevándorlások hatására több mint 730.000-re növekedett. 1910-ben Budapest lakossága meghaladta a 880.000 főt, ezzel egyensúlyban az épületek aránya is növekedett. ^[12]

A 19. század közepén Pesten megközelítőleg 5200 épület állt, melyeknek a legnagyobb része földszintes épület volt, több emeletes épületet csak nagyon ritkán építettek a befektetők. A népességrobbanás okozta lakhatási hiányra reflektáló építkezések számokban is kellően jól kifejezhetőek, 1872-ben már 538 építkezésnek lehettek tanúi a város lakói, ez tovább bővülve 1885-re elérte a 835 építési engedélyt. ^[13]

Pest városképét nagyban átalakították ezek az épületek, hiszen egykoron ezen a területen

szellős és legtöbbször földszintes épületek voltak jelen. A folyamatos fejlődés és bővülés következtében gyakran megjelentek 4-5 emeletes bérházak a századforduló végére.

II.4. Az építkezések finanszírozása

A város fejlődésének biztosítása érdekében, nem csak épületekre volt szükség, hanem befektetőkre, akik ezt folyamatot anyagilag finanszírozni tudják. Ezt a szerepkört a 18. század végén az egyház és a városi hivatal töltötte be. Ezt követően a 19. században már nem volt ilyen jelentős befolyásuk ezeknek az intézményeknek, hanem helyükre a kor tehetősebb személyei léptek, mint például a nemesek, kereskedők, mágnások, tisztviselők és az értelmiségi réteg, akinek volt rá lehetősége. Az egyház és a városi hivatal nagyhitelezői szerepét az 1840-es években alakuló pénzügyintézetek váltották le, így a nagyobb befektetésekre is volt biztonságos befektetési háttér. ^[10]

A század közepe felé ezek a pénzügyintézetek jelentős hitelállománnyal rendelkeztek, melyet 10.000 (mai viszonylatban 3.020.000 forintnak felel meg) ^[14] forintos értékben is ki tudtak bocsátani. Ezen felül megjelentek a jelzáloghitelek, melyet a 1840. évi XXI. törvénycikk szabályozott, ezt kihasználva a Pécsi Takarékpénztár 23 évre is folyósított jelzáloghiteleket, 6% kamattal és 2%-os törlesztéssel együtt.

Ezt követően a Pesti Hazai Első Takarékpénztár 1890-től 20-50 évig terjedő jelzáloghitelek bocsátott ki, melyek kifejezetten a "szilárd építőanyagból készült vagy épülőfélben lévő" bérházak támogatására szolgált. ^[15]

II.5. A város fejlődését befolyásoló szabályzatok

Pest városrendezése nagyon fontos volt ebben az időszakban, az első ilyen jellegű tervet, a Pest város szabályozási tervét Hild János készítette el, amely a mai Belváros, Lipót-, Teréz-, József- és Ferencváros területére terjedt ki. Az első fővárosi építési szabályzatra egészen 1839-ig kellett várni, akkor jelent meg ugyanis a "Közönséges Építési Rendszabás". Az előírás tartalmazott egészségügyi szabályokat, azonban nem értelmezte pontosan a beépítendő telek nagyságát és a beépítettséget sem. ^[16]

"A Szépítő Bizottmány és a városvezetőség is fontosnak tartotta, hogy – a mintául szolgáló bécsi szabályrendelettel ellentétben, mely négyemeletes házakat is engedett építeni – a házak szintszáma földszinttel együtt ne haladja meg a négyet emeletet, a tervezők vegyék figyelembe a szomszédos épületek magasságát, és a lépcsők, valamint a folyosók kőből készüljenek. A legkisebb lakás egy szoba-konyha lehetett, a szobák méretét 18x15 lábban (5,7x4,75 m)

állapították meg. A legfelső szint falvastagságát 2 lábban (64 cm) rögzítették, s az alsó falakat szintenként fél lábbal kellett vastagítani. Az emeletmagasság 3,5 méternél kisebb nem lehetett, de a mai Kiskörúton kívül fekvő külvárosokban csökkentett méreteket is engedélyeztek." [10]

Az 1870-ben megalakult Építési Bizottmány kiadta a város második építő szabályzatát, amelyben már megjelentek pontosabb szabályozási pontok. Itt korlátozták először az épületek magasságát az utca szélesség viszonylatában. 5 évvel később, 1875-ben megjelent az „Ideiglenes utasítás Buda és Pest városok középítészeti bizottmányai számára az építkezés ügyében”, melyet az akkoriban megalakult Közmunkák Tanácsa hozott létre. A tervezet nem kapott engedélyt a főváros jóvoltából, így nem tudott jogerőre emelkedni, azonban későbbiekben a kivitelezések ezen jogszabály alapján jártak el. A belsőkertek benapozásával kapcsolatban először az 1886-os „Az építési ügyet a fővárosban szabályozó utasítás” tervezetben olvashatunk, viszont olyan alacsony értékeket határoztak meg, amelyek nem biztosították volna a földszinti lakások benapozását. Később ennek módosításaként jött létre az 1894-es jóváhagyott építési előírás, ami már 20%-ban szabályozta a beépíthetőséget, viszont ez az érték is oly magas volt, hogy a benapozás problémás megoldássá alakult. Ebben a szabálygyűjteményben az épületek magasságát, falak méreteit és a feldélszék kialakítását is szabályozták. [17]

Budapest belvárosában elhelyezkedő 3-,4-,5 emeletes bérházak, amelyek szerves részét képezik egy a fővárosban közlekedő ember életének, ezen rendelkezések alapján jöttek létre, a maguk egyedi és különleges megoldásaival.

III. A megújuló energia fontossága

III.1. Mi is az a globális felmelegedés és a fenntarthatóság?

A globális felmelegedés egy olyan kifejezés, amellyel napjainkban egyre többen találkozunk, és egyre nagyobb figyelmet kap. A globális felmelegedés jelenségnek a lényege, a földi átlaghőmérséklet hosszútávú és folyamatos melegedése, amely kihat a szárazföldi léghőmérsékletre és a felszíni vizek melegedésére. Ez a jelenség az emberi tevékenységek által, üvegházhatású gázok kibocsátásával keletkezik, amelyek növelik az üvegházhatást és így jön létre a globális felmelegedés.

A fenntarthatóság pontosan a globális felmelegedés lassítására szolgál. Olyan technikákat és ismereteket alkalmaznak a világ minden táján, fenntarthatósági címkével ellátva, amelyek alapvető célja, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése. A fenntarthatóságot az Egyesült Nemzetek Szövetsége (továbbiakban: ENSZ) Környezet és Fejlődés Világbizottsága

fogalmazta meg, „Olyan fejlődés, mely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációnak lehetőségét saját szükségleteinek kielégítésére” [18]. Ezt később Herman Daly fogalmazta át, „A fenntartható fejlődés a társadalmi létminőségnek folytonos megvalósulása, anélkül, hogy az ökológiai eltartóképességet meghaladó módon növekednénk.” (Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development, 1996). Ezek alapján mondhatjuk meg, hogy a jelenlegi életünk és gazdasági fejlődésünk fenntartható-e. A fenntartható fejlődést egyik nagyban befolyásoló tényezője, a globális túlfogyasztás napja. Ennek a kifejezésnek a lényege, hogy a jelenlegi ismeretünk alapján a világon jelenlévő összes nyersanyag egy évre jutó részét, mikor használja fel az emberiség. Ezt az adatot egészen 1970-től számolják, akkor ugyanis december 29-én volt ez a nap. 2022-ben már augusztus 22-én tartottuk számon ezt a napot, ami azt jelenti, hogy a fenntartható fejlődésünk nem csökkent, hanem sokkal nagyobb mértékben romlott.

III.2. A fenntarthatóságot célzó intézkedések

A környezetvédelemről egy világeseményen először az 1972-es Amszterdami ENSZ konferencián tettek nyilatkozatot, melyben a környezetvédelmi problémákat súlyos és fontos problémává nyilvánították. Ezt követően az 1992-es Rio De Janiero-i konferencián már egy átfogó menetrendet terveztek kialakítani, ami a környezetvédelmi elvárásokat és gazdasági fejlődés egységes érvényesülését idézze elő.

A fenntarthatósági célok elérésének érdekében az Egyesült Nemzetek Közgyűlése 2015-ben elfogadta az ENSZ „Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development” határozatát, amelyben úgynevezett „Sustainable Development Goals” (továbbiakban SDG) irányelveket határoztak meg. Ezek az SDG irányelvek segítséget nyújtanak az államoknak a fenntartható fejlődés elérése érdekében 2030-ig. Összesen 17 fejlődési célt és 169 kapcsolódó célt határoztak meg. Ebből a 17 célból nem mindegyik vonatkozik az építőiparra, mivel ezen célkitűzések összesége hivatott a zéró karbon lábnyom elérés érdekében. Megkülönböztetünk közülük olyan előre mutató célokat, amelyek a fenntartható épített környezetről, tiszta és megújuló energiaszolgáltatásról rendelkeznek, valamint olyan infrastruktúráról és munkahelyekről, amelyek segítik az egészséges emberi kapcsolatokat. Éppen ezért hozták létre a World Green Building Council (továbbiakban: WGBC) szervezetet, amely pontosan azzal a 12 céllal foglalkozik, amelyek hatással van az épített környezetünkre.



3. ábra: A WGBC által támogatott SDG célok bemutatása. Az ábrákon az épületek viszonyáról olvashatunk, jobb oldalon található a klímaváltozással kapcsolatos célok, középen az emberközpontúság, és bal oldalon pedig a gazdasági célok vannak bemutatva; Forrás: WGBC 2021 éves jelentés ^[19]

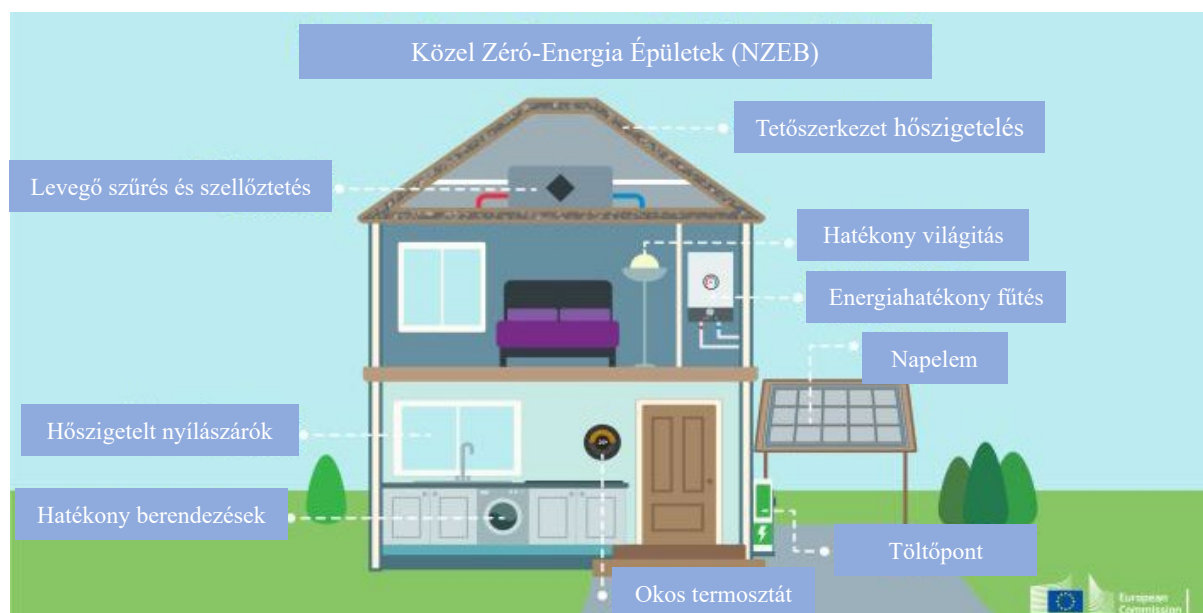
III.3. Fenntarthatósági fejlődés az Európai Unióban

Az Európai Unió (továbbiakban: EU) és valamennyi tagállama elfogadta 2015-ben a Párizsi Megállapodást és csatlakozott az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménybe, amellyel vállalták, hogy közösen 2030-ig csökkentik a globális átlaghőmérséklet emelkedését és 1,5°C alatt tartják, ezen felül a kibocsátott üvegház hatású gázok csökkentését.

Az Európai Bizottság 2019. decemberében bemutatta az Európai Zöld Megállapodást (Green Deal), amely ambiciózus célokat tűzött ki az európai gazdaság fenntarthatóvá tételére. Ezzel a megállapodással a gazdaság minden ágazatát egy zöldebb irányba szeretnék formálni, melynek hatalmas szerepe van a 2030. és 2050-re kitűzött célok elérése érdekében. ^[20] A Green Deal keretén belül az Európai Unió vállalta, hogy 2050-re karbonsemlegesé válnak, melyben nagy szerepet játszanak épületeink. Ehhez kapcsolódóan 2020. októberében Épületkorszerűsítési programot hirdettek meg, hogy a jelenleg magas energia igényű épületeknek korszerű módszerekkel csökkentsék a környezeti lábnyomukat.

Ezeket a célokat szolgálják egyes javaslatok is, melyek hozzájárulnak a jelenlegi

épületállomány felújításával elérendő energiaigény csökkentését (A Renovation Wave for Europe, BUILD UP), illetve újonnan létrehozott épületeknél a Közel Zéró-Energia Épületek (Nearly Zero-Energy Buildings).



4. ábra: Közel zéró-energia igényű épületek rendszere; Forrás: European Comission [21]

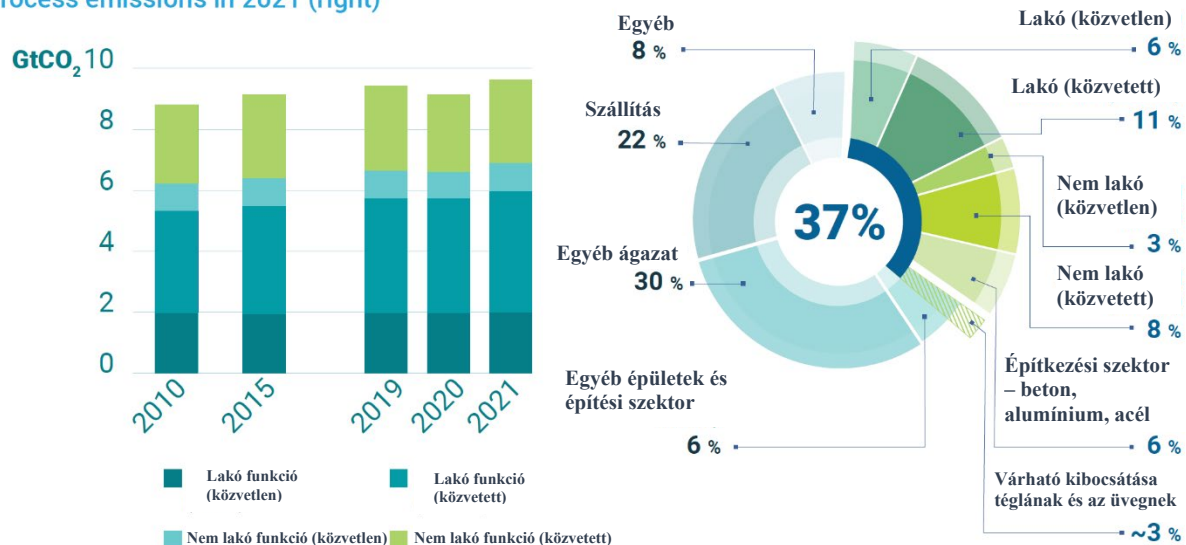
Az ilyen egyezmények eredményezhetik azt, hogy az Európai Unió legyen az első olyan kontinens, amely 2050-re teljes karbonmentes terület lehessen. Ezen célok elérése érdekében ismeret terjesztő előadásokat, írásokat publikálnak, több száz milliárd euró támogatást nyújtanak a fenntartható célok elérésnek érdekében, mely minden európai lakos érdekét szolgálja.

III.4. Az épített környezetünk hatásai a klímaváltozás kapcsán

A légkörbe kerülő ÜHG-ok kibocsátásáért jelentős mértékben az épületeink felelnek. Egy épület életciklusában számos olyan tényező lép fel, amely rendkívüli hatással van a Föld bioklimájára és biodiverzítására. Minden egyes újonnan épített épülettel csökkentjük a Föld zöldfelületét, ezáltal csökkentve a levegő minőségét és az életterület körülményeinket.

2021-ben globálisan az éves CO₂ kibocsátásnak a 40%-ért az épített környezetünk felelt. Ebbe a statisztikába bele tartozik az épület létrehozása és az üzemeltetése is. Fontos megfigyelni, hogy ezek az épületek több mint 8 Gigatonna CO₂ kibocsátásáért felelősek. Sokszor erről az információról kevesen tudnak, mivel nincs közvetlen behatása az emberi élet mindennapjaira, azonban ezt a jelentős mértéket minden lehetséges eszközzel csökkenteni kell.

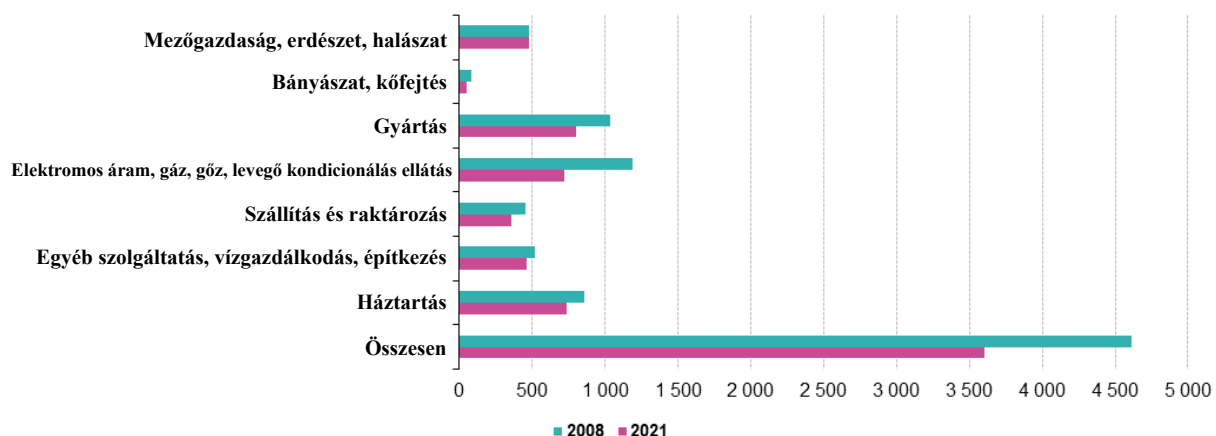
Figure 15. CO₂ emissions in buildings 2010-2021 (left) and share of buildings in global energy and process emissions in 2021 (right)



5.ábra: Bal oldalon az épületek CO₂ kibocsátása globálisan 2010-2021 között, jobb oldalon az épületek által felhasznált energiamennyiség, szektorokra bontva van feltüntetve; Forrás: European Commission ^[21]

2021-ben az Európai Unió területén az éves ÜHG-ok kibocsátásának a 20%-át a háztartások okozták, amely közel 900 millió tonna CO₂-nek felel meg. Ebből kifolyólag ezzel a problémával kifejezetten fontos foglalkoznia az építész szakmának, az élhetőbb jövőnk biztosítása érdekében.

Greenhouse gas emissions by economic activity, EU, 2008 and 2021 (million tonnes of CO₂ equivalents)



Source: Eurostat (online data code: env_ac_ainah_r2)

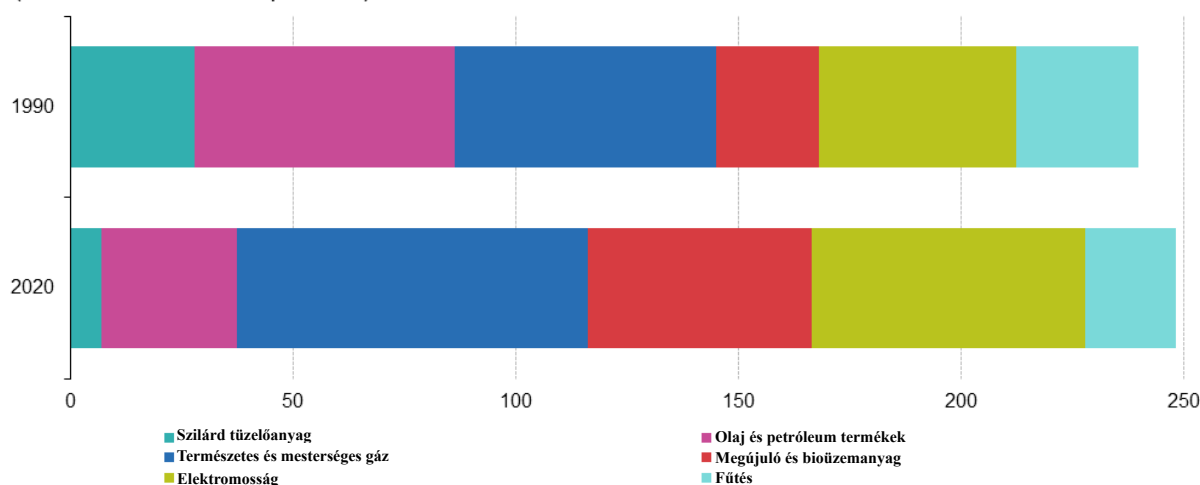
eurostat

6.ábra: ÜHG-ok kibocsátása gazdasági tevékenységek szerint, 2008-2021. (Millió tonna CO₂ egység); Forrás: Eurostat ^[22]

A háztartások által kibocsátott ÜHG-nak a legnagyobb részét, a felhasznált energia megtermelése során kerül a légkörbe. Ezeknek felhasznált energiamennyiségeknek a legnagyobb részét nem megújuló, fosszilis primer energiahordozókból állítják elő. Az évek során folyamatosan alakult ez a szegmense a piacnak, egyre jobban előtérbe kerül a megújuló energiáknak a használata. Az Európai Unióban az 1990-es évekhez képest jelentős mértékben növekedett a megújuló energiaforrások alkalmazása, azonban 2020-ban is csak közel 20%-át tették ki ezek az energiaforrások a háztartások által felhasznált energiamennyiségnek.

Household final energy consumption by fuel, EU, 1990 and 2020

(million tonnes of oil equivalent)



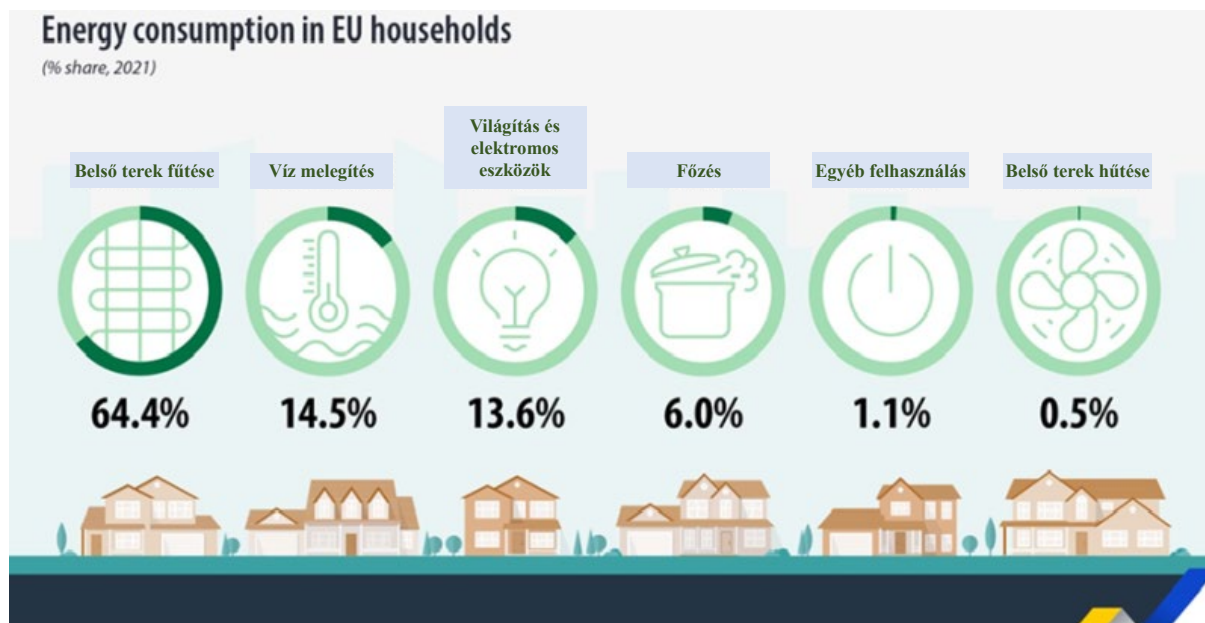
Note: waste (non-renewable) has been excluded as the values are negligible for residential final energy consumption

Source: Eurostat (online data code: nrg_bal_c)

eurostat

7.ábra: A háztartások végső energiafelhasználása, energiaforrás szerint; Forrás: Eurostat ^[23]

Ezekben a háztartásokban átlagosan a felhasznált energiának több mint 64%-át a lakás tereinek fűtésére, 14%-át a hálózati melegvízre és 13%-át világításra használták. Ezekből az adatokból, tisztán látszik, milyen fontos a megújuló energiákra való áttérés, a háztartások területén is.



8. ábra: Energiafelhasználás a háztartásokban az EU-ban; Forrás: Eurostat [23]

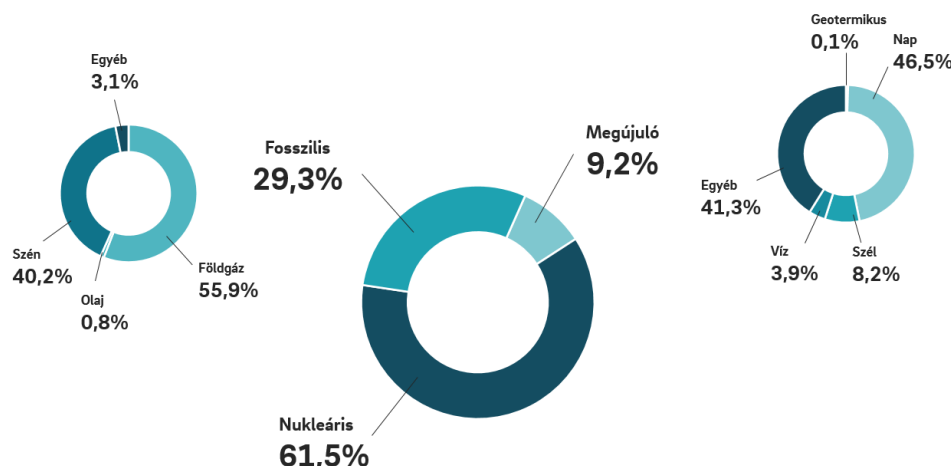
Magyarországon a háztartások 2021-ben az ÜHG-ok kibocsátásának következtében átlagosan 8,3 millió tonna CO₂ kibocsátásáért felelősek. Fontos megjegyezni, hogy ez az érték mindösszesen a háztartások által generált ÜHG-nak a CO₂ egyenértéke, és nincsen belekalkulálva az épületek létrehozásából fakadó értékek. Az adatokból, az is leolvasható, hogy amíg az Európai Unió által kitűzött célok között van az ÜHG-ok csökkentése, Magyarországon egyfajta emelkedés figyelhető meg a kibocsátott CO₂ mennyiség tekintetében. Ezek az adatok is arra hívják fel a figyelmünket, hogy a célok elérése, és a saját környeztünk megóvása érdekében, minél hamarabb és minél nagyobb értékben szükséges a megújuló energiaforrásokra való áttérés.

15.1.1.18. Légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátása [ezer tonna] Menü											
Megnevezés	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Üvegházhatású gázok											
Szén-dioxid (CO₂) (bruttó)	50 253	46 819	43 670	43 792	46 717	47 179	49 580	49 534	49 310	47 335	48 564
Ebből:											
energiaipar	17 403	16 845	14 162	13 478	13 887	13 653	13 974	13 235	12 722	12 497	11 667
ipar	8 346	7 515	7 706	8 232	8 907	9 035	10 075	10 505	10 278	10 029	10 043
szállítás/közlekedés	11 018	10 690	9 969	11 119	12 130	12 159	12 948	13 765	14 595	12 490	13 834
háztartások	8 166	7 396	6 880	6 232	6 941	7 420	7 934	7 406	7 154	7 638	8 315

9. ábra: Légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátása; Forrás: KSH [24]

Fontos megemlíteni a dolgozatom kapcsán, hogy Budapesten a megtermelt villamosenergia által 2022-ben 1 kWh elektromos áram előállításánál 364g CO₂ került a légkörbe. Egy átlagos 4 emeletes bérház tekintetében ez az mennyiség, éves szinten nagyságrendileg 364.000 kg CO₂-nek felel meg. Éppen ezért, mint felhasználó- és szakmabeliként fontos feladatnak

tartom, hogy minden lehetséges módon csökkentsük az épületeink által kibocsátott ÜHG-at, egy élméletőbb jővő érdekében.



10. ábra; Forrás: E.ON fajlagos CO₂ kibocsátása [25]

A sűrűn beépített városi szövetben a megújuló energia termelése számos fizikai korlátba ütközik. A szél- és vízenergia hasznosítása a jelen technológiai ismeretek alapján nem lehetséges, vagy olyan mértékben nem lenne költségghatékony, hogy belátható időn belül nem hozna releváns javulást a város életében. A biomassza felhasználása ismert és hasznosított, azonban felvetődik a tüzelőanyag tárolásának problémája, mivel hatalmas mennyiséget kellene egy helyen tárolni. Illetve az ebből adódó portterhelés a levegőminőséget meglehetősen rontja, amely Budapesten a téli időszakban így is kritikus állapotokat szokott elérni. A geotermikus energia használata egy belsőudvaros bérházas övezetben nehezen oldható meg, illetve a talajszonda és talajkollektor telepítése technológiai problémákba ütközik. A levegő-levegő, illetve a levegő-víz hőszivattyú telepítése egy jó megoldásnak tűnik, azonban ezek az eszközök nagy mennyiségű elektromos áramot használnak, és ahhoz, hogy ezekre az épületekre telepíteni tudjuk, számos átalakítást kellene végezni. Ezeket a technológiákat ismerve, egyedül az épületek tetőfelületének - napenergia általi hasznosítását - tudjuk, különösebb beavatkozás nélkül elvégezni, tehát napelemek telepítésével. [26]

IV. A napelemes rendszerek ismertetése

Magyarországon jelenleg a bruttó megtermelt villamosenergia mennyiségnek, több mint 77%-át nem megújuló energiaforrásból biztosítják [27] (nukleáris, szén, földgáz, kőolaj). A megtermelt energiának pedig csak a 13%-a kerül előállításra napenergiából.[28] Hazánkban ennek ellenére hatalmas előrehaladásnak örvend a napenergia, az utóbbi években (2019-2022) több mint háromszorosára nőtt a napelemekből termelt villamosenergia mennyisége. Ezt a

tendenciát követ országunk nagy előrelépést tehet a környezetet szennyező és károsító energiatermelés megszüntetésére és egy zöldebb átállás megtételére.

IV.1. A napenergia története

A napenergiával kapcsolatban az első feljegyzések már 1839-ben megjelentek, melyet egy francia fizikus, később nagy tudós, Alexandre Edmond Becquerel demonstrált először. Előadása után nagy figyelmet kapott és fizikai Nobel-díjjal rendelkező édesapja (Antoine Henri Becquerel) támogatta kutatását, így létre tudta hozni az első fotovoltaiikus elemet, édesapja laboratóriumában. Felfedezése után ennek a jelenségnek a neve Becquerel-jelenség lett. ^[29]

Az első napelem megépítésére azonban egészen 1885-ig kellett várni, akkor ugyanis egy amerikai fizikus, Charles Fritts megépítette az első kezdetleges napelemet, amelynek hatékonysága megközelítőleg 1% volt. A fotovoltaiikus rendszerek feltalálása és megépítése pedig egészen 1988-ig húzódott, amikor két tudós, Alexandr Sztoletov orosz és Wilhelm Hallwachs német fizikusok megállapították, hogy az ultraibolya sugarak, amelyek a napból érkeznek, negatív töltésű fémlapból, negatív töltést szabadítanak fel. ^[30]

1905-ben Albert Einstein ismertette meg a világgal a fotovoltaiikus hatást, aminek publikálásáért Nobel-díjban részesült. Felismerése sok tudósra és fizikusra nagy hatással volt, így született meg a két világháború után 1950-ben Calvin Fuller és Gerald Pearson által a ma ismert és használt tranzisztorokkal felszerelt napelem-technológia.

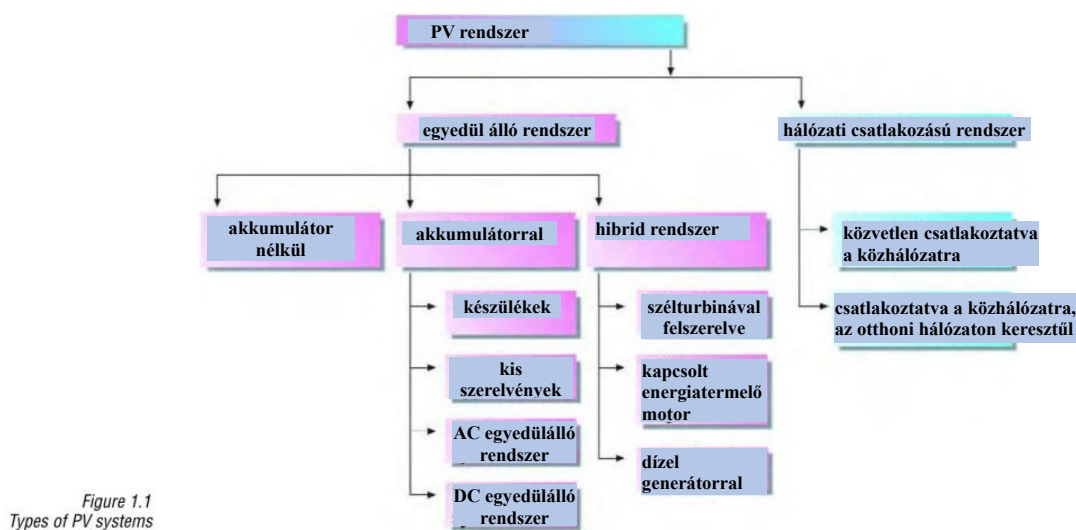
IV.2. Napelemes technológia bemutatása

A napelemek a nap ultraibolya sugarának hasznosítását úgy tudják véghez vinni, hogy két félvezető réteget építenek össze, az egyik pozitív töltéssel rendelkezik, a másik pedig negatív töltéssel, melyeknek a végére egy elektromos kivezetés kerül. A két ellentétes töltésű lemez között elektromos áram keletkezik, ami fény hatására el kezd áramlani. Ezt az elektromos áramot hasznosítják a napelemek, aminek a kifejezése a fotovoltaiikus elektromosság (angolul: photovoltaic, rövidítése: PV) nevezünk. ^[31]

IV.3. Napelemes rendszerek ismertetése

A napelemes rendszerek feladata, a háztartások energiaigényének fedezése, amelyet részben vagy egészben képesek kivitelezni. Jelenleg három féle rendszerben ismert és használatos a napelemek telepítése: az egyedülálló, a csoportos rendszer és a csoportos rendszer, akkumulátorral egybekötve. Ezeknek a rendszereknek a történelmi fejlődése az

egyedülálló rendszerekkel kezdődött, melyek később a technológia fejlődése során átalakultak csoportos rendszerré, és csak az elmúlt években kezdtük el az akkumulátorok használatát is beszervezni ebbe a rendszerbe.



11. ábra: A PV rendszer fajtái; Forrás: Planning and Installing Photovoltaic Systems [32]

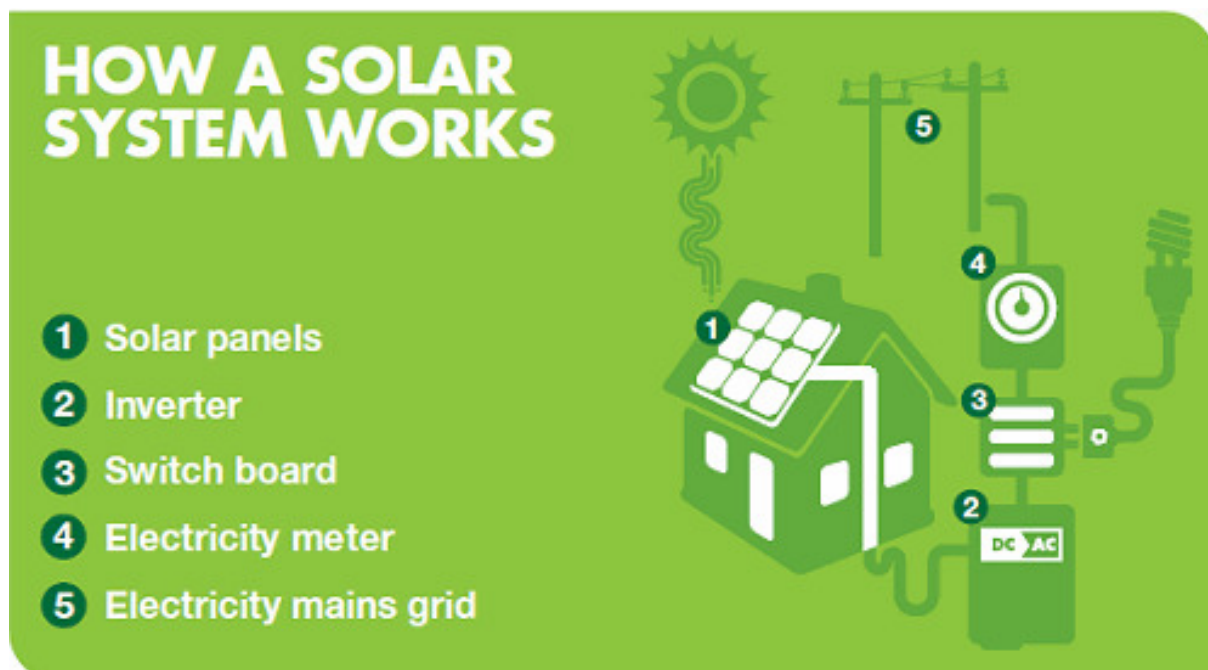
A napelemek használatának első fázisában az egyedülálló rendszert alkalmazták, hiszen a technikai ismeretek hiányában nem volt lehetőségük rákötni ezeket az eszközöket a közüzemi elektromos hálózatra. Ebben a rendszerben a napelemek által megtermelt elektromos áramot sok esetben nem tudták azonnal felhasználni, ezért akkumulátorokat kellett telepíteniük, hogy a megtermelt elektromos áramot tárolni tudják.

A csoportosan szerelt napelemeket már a későbbiekben rá tudták csatlakoztatni a közüzemi elektromos hálózatra, és a megtermelt elektromos energia egy részét, amit a felhasználó nem tudott hasznosítani, vissza tudták vezetni a hálózatba. Ezeknek a rendszereknek már bonyolultabb kialakításra volt szüksége, mint az egyedülálló rendszereknek.

Ezen a rendszeren belül szükség van a következő berendezések meglétére:

(Lásd – 20. oldal, 12. ábra)

1. Napelem/napelemek rendszere
2. inverter, egyenáramot alakít át váltakozó árammá
3. elektromos kapcsolódoboz
4. elektromos óra, elosztó, felvevő és továbbító
5. közüzemi hálózat



12. ábra: A szolár rendszer működése; Forrás: Energy Matters (2023) ^[33]

IV.4. Napelemek típusai

Manapság három féle napelemes alaptípus ismert hazánkban. Ezek a polikristályos-, monokristályos- és a vékonyrétegű (amorf) szerkezetű napelemek. Mindegyik típusnak megvan a maga előnye és hátránya, azonban az alapvető funkciójuk közösek, a napsugárzásból elektromos áramot állítanak elő, amellyel nagyban hozzájárulnak az ÜHG-ok csökkentésében.

A napelemek történetében először a monokristályos szerkezetű napelemet használták. Gyártásához először egy nagy henger alakú kristályt készítenek, amit később több vékony szeletre vágnak fel. Ezekből a szeletekből jönnek létre a fotovoltaiikus cellák, melyeket általában nyolcszög formában hasznosítják, mivel ez a leghatékonyabb szerkezet. A cellák több szilícium réteg összehegesztéséből jönnek létre, ezeknek a celláknak jól felismerhető fekete színe van. A monokristályos napelemeknek hatásfoka a szilícium szerkezetű napelemek között a legmagasabb, általában 14-20% közötti értéknek felelnek meg, és élettartamuk 30 év körül várható.



13. ábra: Monokristályos napelem; Forrás: Innovatív Napelem ^[34]

A polikristályos napelemek már nem csak egy, hanem több kristályszerkezetből állnak. A kristályokat öntecsben, vagyis egy tömbben növesztik, majd ennél a módszernél is vékony szeletekre vágják a kristályt és így kapják meg a cellákat. Az elkészült cellákat ónszalaggal forrasztják össze és egy védőburokba teszik. Ezeknek a szerkezeteknek az előállítási költségük sokkal alacsonyabb a többinél, ezáltal nagyobb ismertségnek örvendenek hazánkban. A hatásfokuk alacsonyabb, mint a monokristályos napelemeknek, mindösszesen 13-17%, az élettartamuk úgyszintén 30 év. ^[35]



14. ábra: Polikristályos napelem; Forrás: Innovatív Napelem ^[34]

A vékony rétegű vagy más néven amorf napelemek a legkisebb hatékonyságú napelemek közé tartoznak. Ezeknek a szerkezeteknek a hatásfoka mindösszesen 5-8%, és élettartamuk is csak 15 év. Szerkezet egyetlen nagy vékony rétegű kristályból áll, melyet különböző felületekre felgőzölnek, ami lehet üveg, műanyag vagy más időtálló anyag. A gőzölési technika miatt a gyártási idejük jelentősen lerövidül, így csökkentve a napelemek árát. Ennek a típusú napelemeknek a nagy előnye, hogy amíg a mono- illetve polikristályos szerkezeteket jellemzően 45 fokos hajlásszög esetén alkalmazzuk, addig a vékony rétegű napelemeket akár 30-60 között is használható. Ezek mellett a hőmérsékletű együttthatója is sokkal jobb, így akár a nagyon meleg, illetve sivatagos területeken is hasznosítható. ^[36]



15. ábra: Vékonyrétegű napelem; Forrás: TokyoSolar ^[37]

IV.5. Napelemes cserepek

A napelemes technológia nagy fejlődésen ment át az elmúlt évtizedben. Ezt követte az a megoldás is, hogy nem csak nagy paneleket alkalmaznak az épületek tetején a napenergia hasznosítása érdekében, hanem a meglévő cserepeket cserélik, vagy már úgy tervezik meg az épületeket, hogy a teljes pikkelyfedés egy részét napelemes cserepekkel biztosítják.

Ennek a rendszernek a kifejlesztésében élen jár Magyarország, mivel az elsők között volt a Terrán által tervezett Genereon beton tetőcserép, ami napenergiát hasznosított fel. A cserepek előnye, hogy a kinézete nagymértékben hasonlít a hagyományos pikkelyfedéshez. Hátránya azonban, hogy minden egyes elemet össze kell kötni a következő elemekkel így sokkal nehezebb egy ilyen fedést betervezni, mint egy átlagos cserépfedést. Ezeknek az elemeknek a csúcsteljesítménye 15 Wp (Wattpeak).



16. ábra: Generon napelmes beton”cserép”; Forrás: Terrán-Genereon ^[38]

Nemzetközi viszonylatban egyaránt már megfigyelhető a kerámia cserepek és a napelemes cserepek fúziója. Ezt a tendenciát követve, előrevehető, hogy pár éven belül hazai gyártók termékpalettájában is meg fognak jelenni a kerámia tetőcserepek, napelemes technológiával ellátva. Ez a technológia nagyon fontos azoknak a városoknak, amelyek ki szeretnék használni a napenergia adta lehetőségeket és rendelkeznek valamilyen óvárosi területtel, vagy esetleg védett épületekkel.

2023-ban a Dyaqua tette közzé az “Invisibel solar panel” kerámia tetőcserepet, ami technológiájában hasonlít a Terrán által létrehozott Genereon beton „cserépre”, viszont ennek a cserépnek az alapja az agyag cserép és formájában a historizáló cserepekre hasonlít.



17. ábra; Forrás: dyaqua Invisible Solar ^[39]

A napelem szerkezete ennek a cserépnek a monokristályos szerkezeti elvet követi, melyet egy vékony újrahasznosított polimer réteg takar el. Így az emberi szemnek láthatatlanná válik a napelem cellák, de a napsugarak számára pedig nem okoz akadályt, így a monokristályos napelemek működési elve szerint üzemel. A cserepek maximális teljesítménye 7,5 Wp, ami pont a fele a Genereon által létrehozott betoncserepnek.



18. ábra; Forrás: dyaqua Invisible Solar ^[39]

Viszont ezeknek a típusú cserepeknek a nagy előnye, hogy az agyag színű felülettel megoldható lenne a belvárosi épületek tetőszerkezetének napenergia hasznosítása. Itt fontos megemlíteni, hogy az esetleges védett épületek cserépfedésének lecserélésével megtartható lenne az épületek jellege és mégis olyan modern eszközöket alkalmazunk, melyek fenntarthatóbbá teszik az épület üzemeltetését.

Ezekkel az eszközökkel hatalmas mennyiségű energiát tudna megspórolni Budapest, melyet így egy sokkal fenntarthatóbb és költséghatékonyabb energiatermelésre lehetne lecserélni.

V. Napelemek Magyarországon

Magyarországon jelenleg napelemet bárki telepíthet, ha az általa létrehozott erőmű teljesítménye kevesebb mint 50 MW. Ezeket a napelemeket természetes személyek és jogi személyek egyaránt létrehozhatják, a szolgáltatótól vételezett energiamennyiségük csökkentése érdekében. Jelen dolgozatomban a háztartási méretű kiserőművekkel (továbbiakban: HMKE) foglalkozom. Ezeknek az erőműveknek a tulajdonsága, hogy kisméretű hálózatra

csatlakoznak, így a megtermelt energiát a háztartáson belül felhasználhatják, a többletet meg eladhatják a szolgáltatónak.

Ezek a naperőművek a napsugárzás által elektromos áramot állítanak elő a fentebb ismertetett módon. Amikor egy HMKE-t szeretnénk telepíteni fontos kérdéssé válik a hálózatba való betáplálás körülménye. A betáplálás leegyszerűsítve azt jelenti, hogy a megtermelt energiamennyiség azon részét, amelyet nem tudunk azonnal felhasználni vissza lehet táplálni a hálózatba. Ez a jelenség legtöbbször a nyári napos hónapokban fordul elő, amikor is átlagosan az elektromos áramfogyasztása a háztartásoknak alacsonyabb, mint a téli hidegebb hónapokban, így a megtermelt energiát nem tudják azonnal felhasználni. Erre a mai álláspontokat tekintve Magyarországon három féle megoldás létezik.

V.1. Éves nullszaldó

Az első elszámolási, ami legelőször jelent meg hazánkban az úgynevezett nullszaldó elszámolás. Ez egy olyan rendszer, amelyben a felhasználó - aki ebben az esetben már aktív felhasználónak minősül - egy kétirányú mérőórát kap a szolgáltatótól, amivel mérik a megtermelt és felhasznált, a fel nem használt, majd a hálózatba betáplált energia mennyiséget.

Ennél a rendszerben az elszámolás elég egyszerű, egy évben egyszer kell fizetni, a hálózatról vételezett energia mennyiségéből ki kell vonni a betáplált mennyiséget és a különbözetet ki kell fizetni. Ha a fogyasztó többet termelt, mint amennyi energiát felhasznált, akkor kWh-ként 5 forintot fizet neki a szolgáltató. Amikor pedig többet fogyasztott, mint amennyit termelt, akkor kWh-ként 36 forintot (a jelenleg érvényben lévő árak a mértékadóak) kell fizetni a fogyasztónak a szolgáltató felé.

V.2. Havi nullszaldó

A nullszaldó rendszernek a módosításaként jelent meg a szaldó elszámolás havi bontása. Ez a struktúra először 2022. októberében jelent meg a közéletben és később 2024. január elsejétől fog életbe lépni. A havi szaldó elszámolás, mint ahogy a neve is említi, a nullszaldó elszámolás havi bontása. Minden hónapban elvégzik ugyanazt a számítást, mint a nullszaldó esetén, és a különbözetet ki kell fizetnie a felhasználónak vagy a szolgáltatónak. Ebben az elszámolásban annyiban válik hátrányosabb helyzetűvé, hogyha a nyári meleg hónapokban több energiát termel a napelem, mint amennyit a felhasználó fel tud használni, azt a mennyiséget már nem tudja átvinni a napsütésben szegényebb hónapokra. Így azokban a hónapokban jóval többet kell fizetni a felhasználónak, a szolgáltató felé, mint egy nyári hónapban.

V.3. Bruttó elszámolás

A harmadik megoldás a bruttó elszámolás, amely esetében mind a két oldalról, vagyis a betáplált energiamennyiséget és a felhasználtat külön-külön kell számolni. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ameddig a napelem elegendő energiát termel a háztartásnak, addig nem szükséges a hálózatról vételezni az energiát. Amikor pedig a fogyasztó többet termel, mint amennyit fel tud használni, akkor azt fel tudja tölteni a hálózatra, ezért természetesen kifizeti a szolgáltatót azt 4,39-5,25 forintot kWh-ként. ^[40] Az új rendszerrel a betáplálást követően nem számol fel rendszerhasználati díjat a szolgáltató és a felhasználó szabadon dönthet, hogy melyik piaci szereplőnek adja el az általa megtermelt elektromos áramot. Viszont, ha a háztartásban elhelyezett napelemek nem termelnek elektromos áramot (például éjszaka), akkor azt a hálózatról fogja vételezni, a már ismertetett összegért.

Ez a rendszer 2024. január elsejétől lép életbe, melyet a 460/2023. (X. 5.) ^[41] számú kormányrendelet tartalmaz és azok, akik 2023. szeptember 7. után adták be az igényt napelem telepítésre, azok már a bruttó elszámolás rendszerébe fognak kerülni.

V.4. Betáplálási stop

Magyarország kormánya 2022. október 26-án egy kormányrendeletben megtiltotta a közcélú hálózatra való betáplálást „hálózatfejlesztés céljából”. Ez a rendelet nagyban megnehezítette a napelemes beruházások megtérülésének idejét. A rendeletből az is megismerhető, hogy aki 2022. október 31-e után szeretett volna napelemet telepíteni, annak a személynek már nem lehetett volna lehetősége betáplálni a hálózatra a megtermelt energiát. Ez az információ teljesen ellentétes volt az energiahatékonysági beruházásokkal kapcsolatban és a rendelet megjelenése után közleményében „a Magyar Napelem Napkollektor Szövetség (MNNSZ) szerint fél éven belül be fog zárni több száz vállalkozás és több ezer ember veszíti el munkahelyét a napelemes szektorban is”. ^[42]

Ezt a rendeletet 2023. október 13-án hatályba lépett 461/2023. (X. 5.) ^[41] számú kormányrendelet módosítja. A kormányrendelet tartalmából kiderül, hogy 2024. január 1-től „az áramkörök 93%-a esetén megszűnik a betáplálási stop, amely a háztartások szintjén 84%-ot érint kedvezően”. ^[40] Ez a rendelet lehetőséget ad újra a napelemek gazdaságos telepítésére és a közcélú hálózatra való betáplálásra. A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal létrehozott egy [honlapot](#) ^[43], amin keresztül minden egyes fogyasztó ellenőrizheti, hogy az ő háztartásba bekötött napelemek újra rácsatlakozhatnak-e és betáplálhatnak-e a hálózatba. Ezt

mindenki az egyedi mérési pont azonosítója alapján tudja ellenőrizni.

V.5. Jelenlegi állapot

Magyarországon jelenleg új napelemes rendszert csak bruttó elszámolási rendszerben lehet telepíteni, a betáplálási stop, amely minden felhasználót érint 2024. január 1-én megszűnik, ennek következtében ismét egy olyan beruházásról lehet beszélni, amelynek látható időn belül megtérülésre lehet számítani. Azok a felhasználók, akik 2023. szeptember 7-ig jelezték napelem telepítési igényüket és 2026. január 1-ig megtörténik az üzembe helyezés, azok potenciális fogyasztók az üzembehelyezéstől számított 10 évig a nullszaldós rendszerben maradhatnak. Azok a személyek, akik 2023. szeptember 7. előtt már rendelkeztek napelemmel és a nullszaldós rendszerben volt, egészen az üzembehelyezéstől számított 10 évig ugyanabban a rendszerben maradhatnak. Ezek után pedig átváltják a számlájukat a bruttó elszámolási rendszerre, vagy arra, amely a 10 év letelte után éppen hatályos lesz.

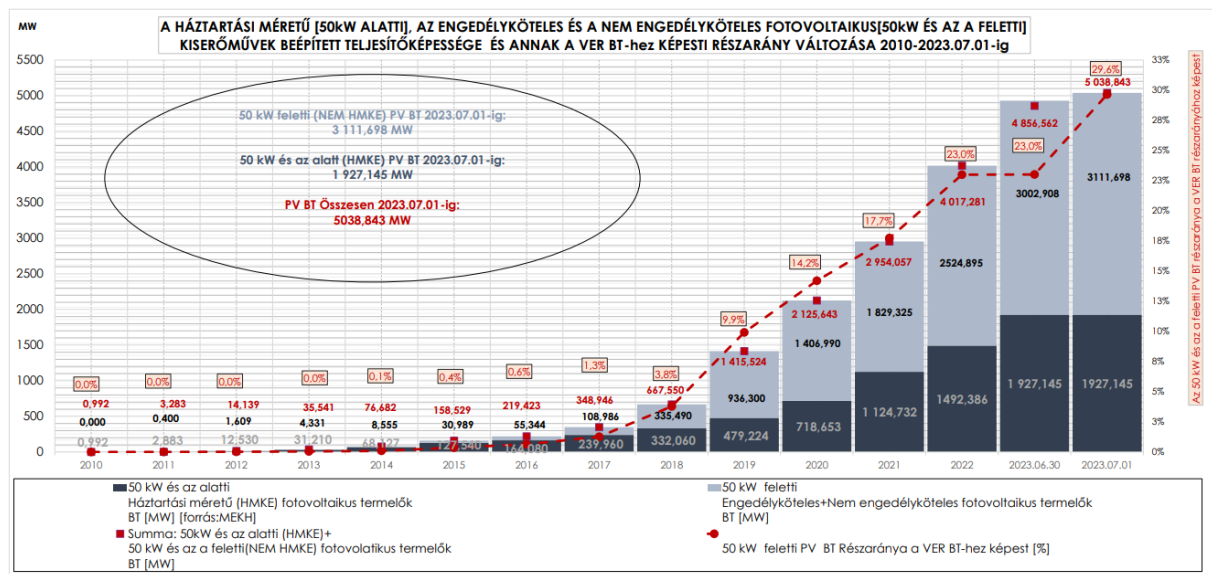
VI. Napelemes program ösztönzése és ismeretterjesztő projektek

Magyarországon jelenleg jelentősen fejlődik és bővül a napelemes erőművek száma. 2022-es év végére már elértük a 4017 MW naperőmű-kapacitást, ami közel duplája a Paksi atomerőmű összteljesítményének (2000-2050MW). Ez már egy hatalmas bővülés eredménye, ugyanis 2022-ben 1063 MW teljesítménnyel növekedett a napelem-kapacitás. Ennek a bővülésnek az eredménye, hogy az Európai Unióban a 11. helyen állunk, éppen, hogy pár MW különbséggel lemaradva Dániától, a 2022-es telepítéseket figyelembe véve.

Country	2022 Total capacity (GW)	By 2026 Total capacity medium scenario (GW)	2023-2026 New capacity (GW)	2023-2026 Compound annual growth rate (%)	Political support prospects
Germany	68.5	131.0	62.6	18%	
Spain	26.4	77.7	51.2	31%	
Poland	12.5	34.4	21.8	29%	
Italy	24.7	45.5	20.9	17%	
Netherlands	18.0	37.2	19.3	20%	
France	16.1	34.6	18.4	21%	
Greece	5.6	15.9	10.4	30%	
Portugal	4.2	14.5	10.3	36%	
Sweden	2.7	10.5	7.8	41%	
Austria	3.8	10.4	6.7	29%	
Romania	1.8	8.0	6.1	44%	
Ireland	0.5	6.5	6.0	90%	
Denmark	3.9	9.5	5.6	25%	
Belgium	7.9	13.1	5.1	13%	
Hungary	3.9	9.0	5.1	23%	

19. ábra; Forrás: Solar Power Europe ^[44]

Ezt a tendenciát is meghaladva 2023-ban még nagyobb bővülésről számolhatunk be. 2023-ban az első 6 hónapban 1022 MW naperőmű-kapacitást mutattunk fel, ami majdnem elérte a 2022-es évben teljesített adatokat. Ezt követő három hónapban pedig 368 MW-al növekedett a napelemek teljesítőképessége, amivel Magyarország 2023. október 1-re elérte a nagyságrendileg 5400 MW naperőmű-kapacitást.



20. ábra; Forrás: MAVIR 2023. első féléves napelemes jelentése [45]

Ezekből az adatokból a HMKE teljesítőképesség közel 2131 MW-volt, ami összesen 236.636 darab napelemes rendszert jelent. Tehát Magyarországon a napelemes rendszerek fejlődése és bővülése egy meredeken emelkedő vonalat mutat, ezt tendenciát követve, a napelemes rendszerek nagyban hozzájárulnak az országban kibocsátott ÜHG-nak csökkentésében.

VI.1. Budapesten napelemek telepítése

A napelemek telepítésére számos jogszabály vonatkozik, ez Budapestre még inkább jellemző. Az általános követelményeket a „2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról” – törvény tartalmazza. Ebben a törvényben a 4. § (1) -ben határozzák meg a 50 MW teljesítményű napelemek (ezek gyakorlatban a HMKE erőművek) telepítésének szabályait.

Ezt kiegészíti - építészeti szempontból sokkal jelentősebb - az Országos Településrendezési és Építési Követelmény (OTÉK), amelyben rögzítik, hogy ha az adott település Helyi Építési Szabályzata, Településképi Arculati Kézikönyve, illetve Településképi Rendelete másként nem rendelkezik, akkor megújuló energiaforrás telepíthető. Ezek a jogi rendelkezések gyakran magukba foglalják, hogy az adott területen milyen mértékben hasznosítható a napenergia.

Ez Budapesten valamennyivel bonyolultabb, mivel ott több különféle jogszabály vonatkozik az épületekre. A fővárosnak van egy egységes Településszerkezeti terve és egy Rendezési szabályzata. Ezen felül minden egyes kerületnek van – a saját területére vonatkozó Városrendezési- és Építési Szabályzata. Mindezek mellett figyelemmel kell lenni a műemléki és más típusú védettséget élvező épületekkel szemben, ügyelni kell a közterületről való láthatóság és a távlati látvány szempontjára is.

Mindezek a rendelkezések gyakran nehezebb helyzetet teremtenek a napelemek telepítésével kapcsolatban, viszont természetesen ezek az álláspontok sem elhanyagolhatóak a város összképének megóvása érdekében.

Jelenleg egy meglehetősen komplikált a helyzet Budapesten, amelyet jogszabályok enyhítésével, a napelemek fejlődésével és a kifejezetten különböző álláspontok összeegyeztethetőségével enyhíteni lehetne.

VI.2. Napelemes rendszerek telepítésének ösztönzése

Ahhoz, hogy ezeket a tendenciákat követni és esetleg folyamatosan megugrani tudjuk, ahhoz természetesen valamilyen ösztönző programokra van szükség.

Magyarország kormánya „2021 augusztusában tette közzé a „Lakossági napelemes rendszerek támogatása és fűtési rendszerek elektrifikálása napelemes rendszerekkel kombinálva” című felhívást a Helyreállítási és Ellenállóképességi Terv keretében RRF-6.2.1.-2021 kódszámmal.” [46]

Ezt a tervezetet módosított a kormány 2023. október 5-én, amelyben arról rendelkezik, hogy lezárja a Lakossági napelemes rendszerek támogatása programot és a megmaradt összeget átszervezi az újonnan meghirdetett Napenergia Plusz programba. Ennek a programnak a célja, hogy az újonnan telepített napelemek ne a hálózatot terheljék, hanem minden egyes rendszer a helyszínen tudja tárolni a megtermelt elektromos energiát. Ezért a pályázat lényege, hogy legfeljebb 4kW-os napelemes rendszer és ehhez csatlakozó legfeljebb 8 kWh-os akkumulátor telepítését támogatja. Ezzel a megoldással egy sokkal decentralizáltabb rendszert lehet kialakítani, és 2024. január 1-én induló bruttó elszámolás is sokkal gazdaságosabb lesz, mint ahogy azt várni lehetett.

„Napjainkban egy átlagos négyfős család energiaigényét lefedő napelemes rendszer teljes bekerülési költsége 2,5-3 millió forint körül mozog, energiatárolóval együtt történő telepítés esetében ennek körülbelül a duplájával lehet kalkulálni. Ám amennyiben a 65%-os támogatási intenzitású pályázattal számolunk, akkor durva becslés alapján körülbelül 2 millió forintnyi önerővel kell kalkulálni, amely így az új konstrukcióban egy önellátásra képes, zöldenergia rendszert tényleges beszerzési árát fogja jelenteni a támogatottak részére.” [47] Ezáltal egy olyan rendszert tudnak létrehozni a befektetők, amely biztosítja nekik az önellátást, ami ráadásul egy sokkal fenntarthatóbb háztartást eredményez. A pályázat nagyságrendileg 18-23 ezer háztartás napelemes rendszer kiépítését teszi lehetővé, ami évente több tízezer kilogramm CO₂ kibocsátás csökkenést eredményezhet.

Az ilyen támogatások elengedhetetlen része a zöldebb átállás érdekében, azonban nem csak anyagi támogatás nyújtására van szüksége a lakosságnak, hanem ismeretterjesztő kiadványok és kutatások publikálására is.

VI.3. Budapest Nappal Hajtva projekt

Budapest Főváros Önkormányzata által éppen ezért hozták létre a “Budapest Nappal hajtva” ^[5] projektet (továbbiakban: Projekt). A Projekt a Zöld Budapest programsorozat részeként jelent meg, amit 2019. őszén indítottak el. ^[48] A Projekt alapját Budapest épületeinek, tetőfelületein jelentkező napenergia kihasználása képzi. Jelenleg Budapesten kevesebb mint 1%-át teszi ki az energiafelhasználásnak a megújuló energiát hasznosító napelemes erőművek. Ezt szeretné a Főváros bővíteni, hogy elérje az általa kitűzött 40%-os CO₂ csökkenést 2030-ra.

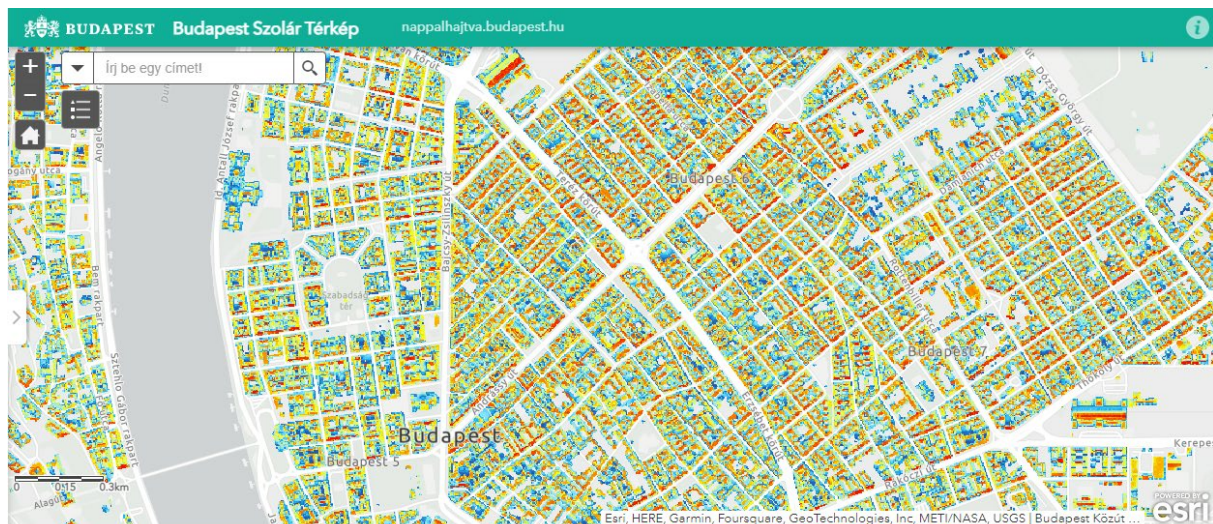
Ebből kifolyólag *“Összesen 1500 MW teljesítményű, azaz körülbelül tíz millió négyzetméter napelem telepítésével közel ötszázezer tonna szén-dioxid kibocsátását takarítanánk meg. Ez annyi, amennyi az összes budapesti lakos egy évi áramfelhasználásából a légkörbe kerül. A napelem-program eredményeképp Budapest összes CO₂-kibocsátása nyolc százalékkal csökkenne.”* ^[5]

Ennek a Projektnek a célja, Budapest területén a napenergia adta potenciál vizsgálata, melyek három különböző kihívás megoldását szeretné lebonyolítani. Az első megpróbáltatás, a levegő minőségének javítása, a második helyen az energiafelhasználási igények módosulása, a harmadik pedig a jelenleg alacsony mértékű megújuló energia magasabb szintű hasznosítása.

Ezeknek a problémáknak a megoldását jelenlegi ismereteink alapján, napenergia hasznosítással és ebből adódóan napelemek telepítésével lehet megoldani.

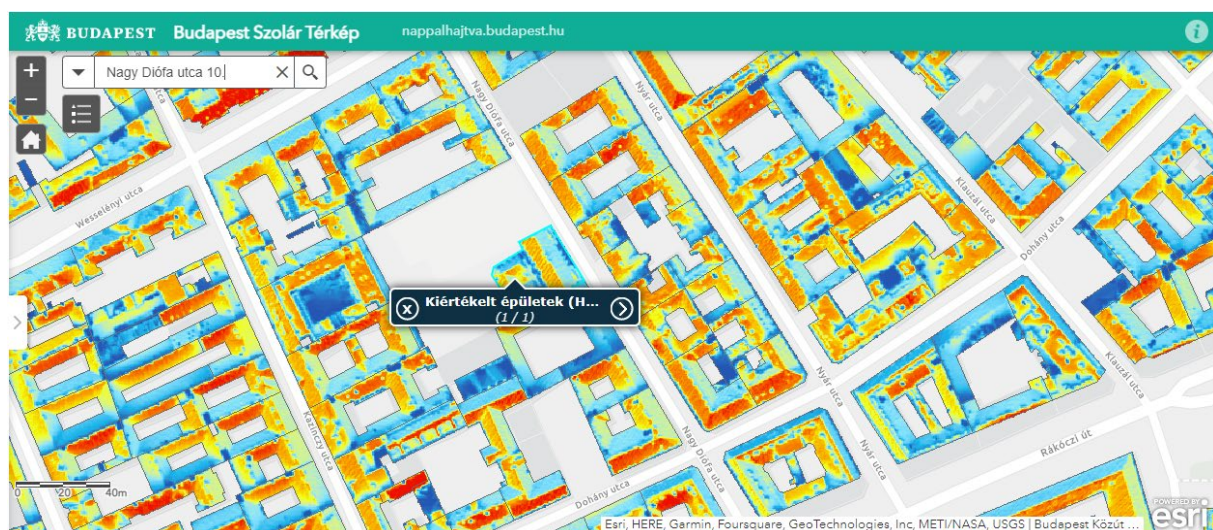
VI.4. Budapest Szolár Térkép

A Projekt egyik nagyon fontos eleme a Budapest - Szolár Térkép (későbbiekben: Térkép), ^[49] amelyet Budapest Főváros Önkormányzata és a Magyar Napelem Napkollektor Szövetség közös együttműködése során hoztak létre.



21. ábra; Forrás: Budapest Nappal Hajtva, Budapest szolár térképe [49]

A Térkép GIS (Geographic Information System - Földrajzi Információs Rendszer) módszerrel készült, amelyben LiDAR (lézerszkennér)-adatokat használtak. Ezeket az adatokat egy repülő objektumra szerelt digitális kamerával hozták létre, amely fel volt szerelve egy lézerszkennerral.



22. ábra; Forrás: Budapest Nappal Hajtva, A kiválasztott épület szolárpotenciálja [49]

A kiértékelte adatokból egy DEM (digitális magassági modell) -t készítettek, melyek hasznosíthatók voltak a tető lejtésének és irányának meghatározására, az egyes tetőfelületek globális besugárzásának számítására. Ezekből az adatokból készítették el a térképet, amelyen napelemes kapacitást és éves becsült villamosenergia-termelést számoltak.

✕
(1 / 1)
⬇

Kiértékelt épületek (HRSZ): 34469

Teljes tetőfelület: 1146 m²

Napenergia-hasznosításra alkalmas tetőfelület: 171 m²

Telepíthető napelemek becsült összteljesítménye: 38,0 kW

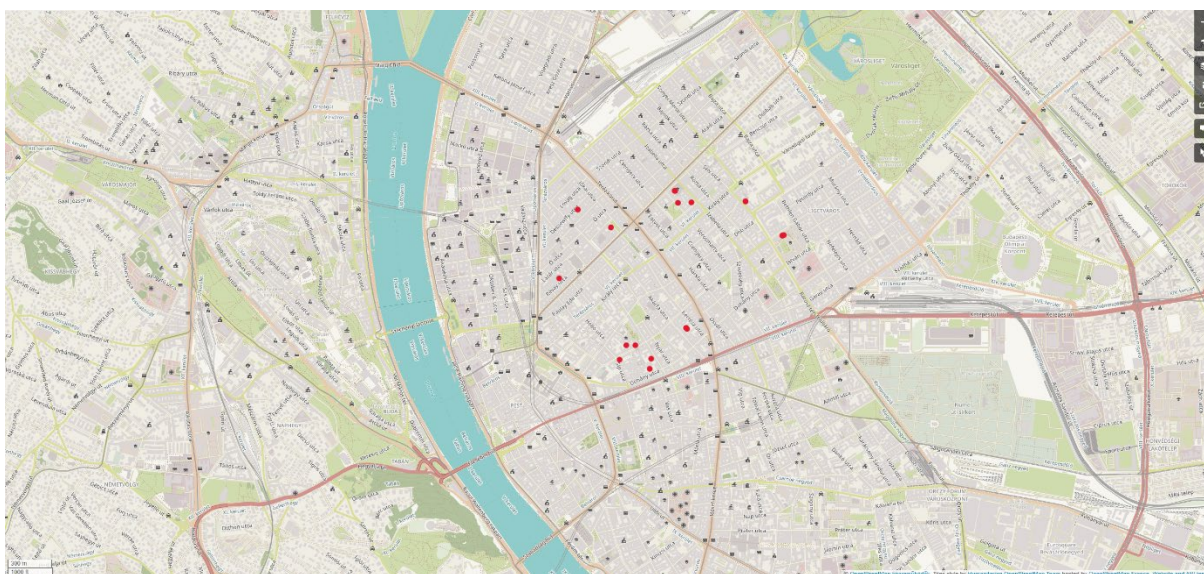
Napelemekkel termelhető áram éves becsült mennyisége: 38000 kWh/év

Jellemző dőlésszög: 40° – 50°

23. ábra; Budapest Nappal Hajtva, A kiválasztott épülethez tartozó adatok [49]

VII. A kutatásban használt programok bemutatása

A kutatásom során Budapest VI., illetve VII. kerületében elhelyezkedő épületekkel foglalkoztam. Fontos volt számomra, hogy minél változatosabb épülettípusok válasszak, mivel Budapest szerkezete is elég heterogén. Az épületek kiválasztása folyamán lehetőség szerint középületek kerestem, olyanokat, amiken már telepítettek napelemet. Ezek a középületek, magas, illetve lapostetős épületek, és a tetőhajlásszögek is változatosak. A kiválasztott épületeknél az adott városi szövetet és a környező épületeket is vizsgáltam.

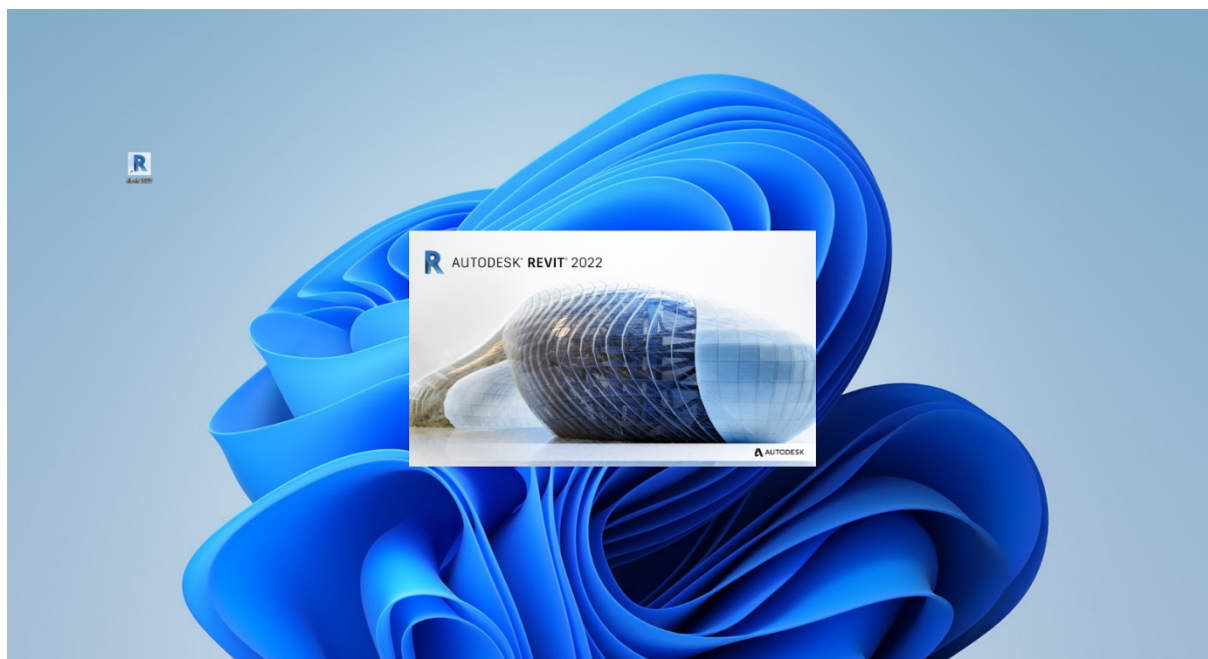


24. ábra: A térképen piros pontokkal jelölve a kiválasztott épületek helyét; Forrás: Saját ábra

A kiválasztott épületek: Akácfa utca 17., Andrássy út 69., Bethlen Gábor utca 20., Dohány utca 32., Nagy Diófa utca 10-12., Rottenbiller utca 43-45., Szófia utca 20., Wesselényi utca 20., Révay utca 16., Dessewffy utca 39., Hunyadi tér 11., Jókai tér 2., Síp utca 19., Kazinczy utca 24.

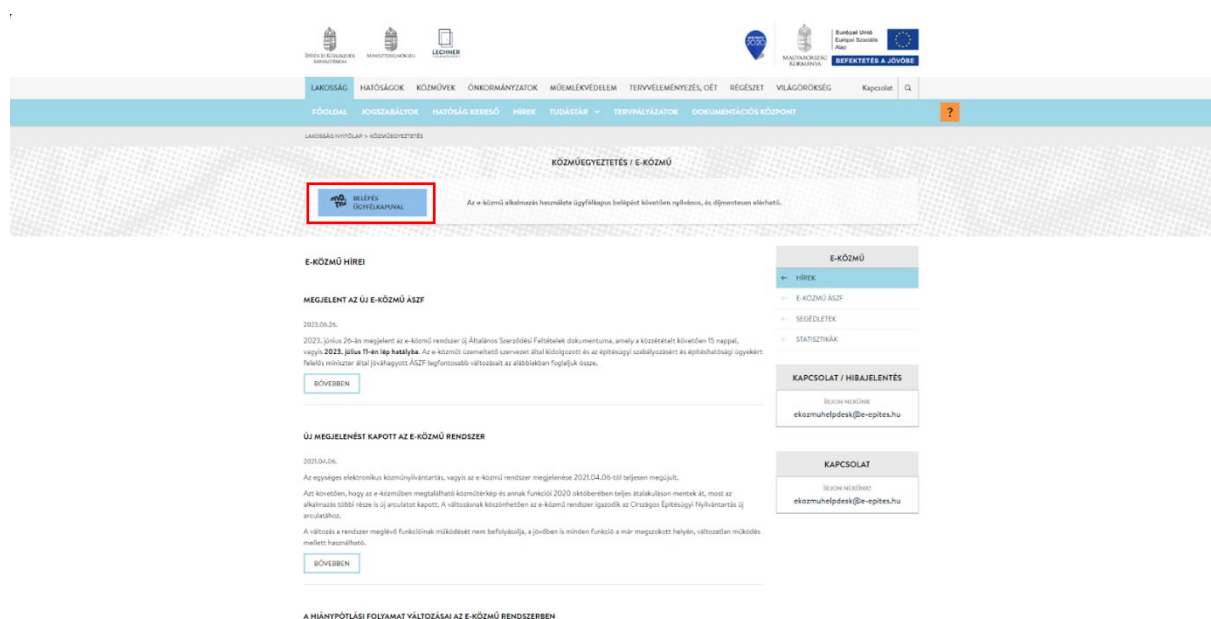
A végleges épületeket és környezetüket Autodesk Revit 2022 programban modelleztem meg, amely egy CAD (mérnöki tervező) program. Ennek az alkalmazásnak a nagy előnye, hogy közvetlen elérhető az Autodesk Insight Solar Analys beépített modul, amely specifikusan a tető

- illetve bármilyen - felületek benapozásának vizsgálatára szolgál.



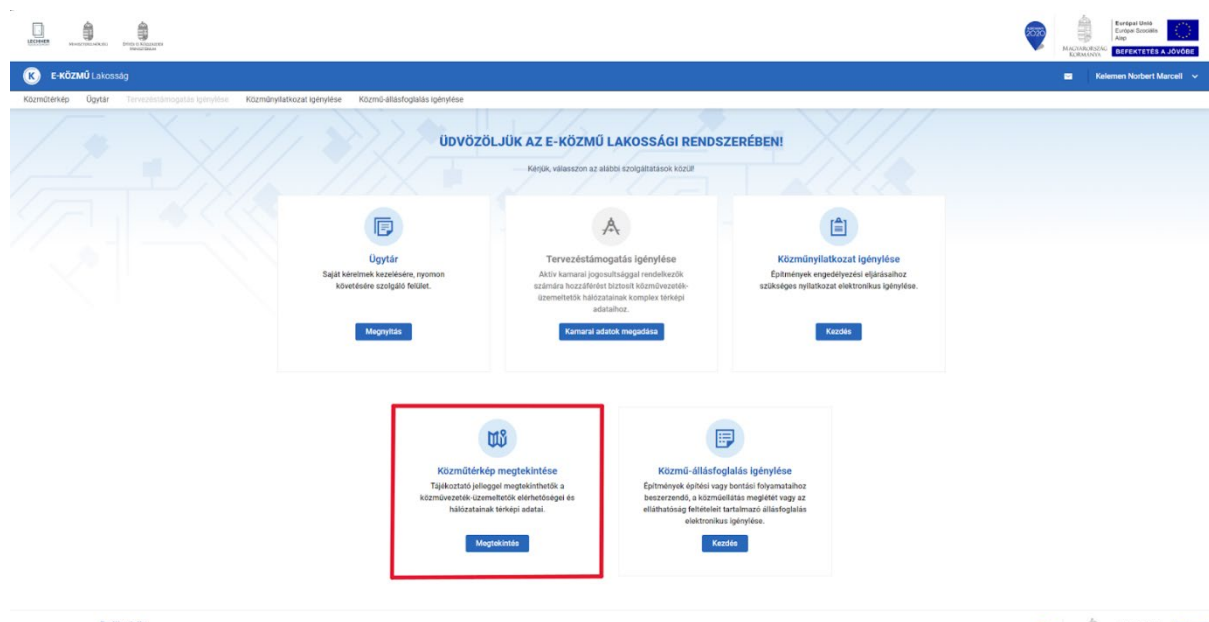
25. ábra: Autodesk Revit program megnyitása; Forrás: Saját ábra

Az épületek kiválasztása után az első lépés az épületek külső határoló körvonalának a megmodellezése volt. Ehhez a feladathoz, alaptérképekre és műhold felvételekre volt szükségem. Az épületek külső határoló falainak vonalát az Elektronikus Építési portálon keresztül, az E-Közmű térképről igényeltem. Ezen a portálon található meg az E-Napló, ÉTDR és sok más hasznos információ az építészek számára.



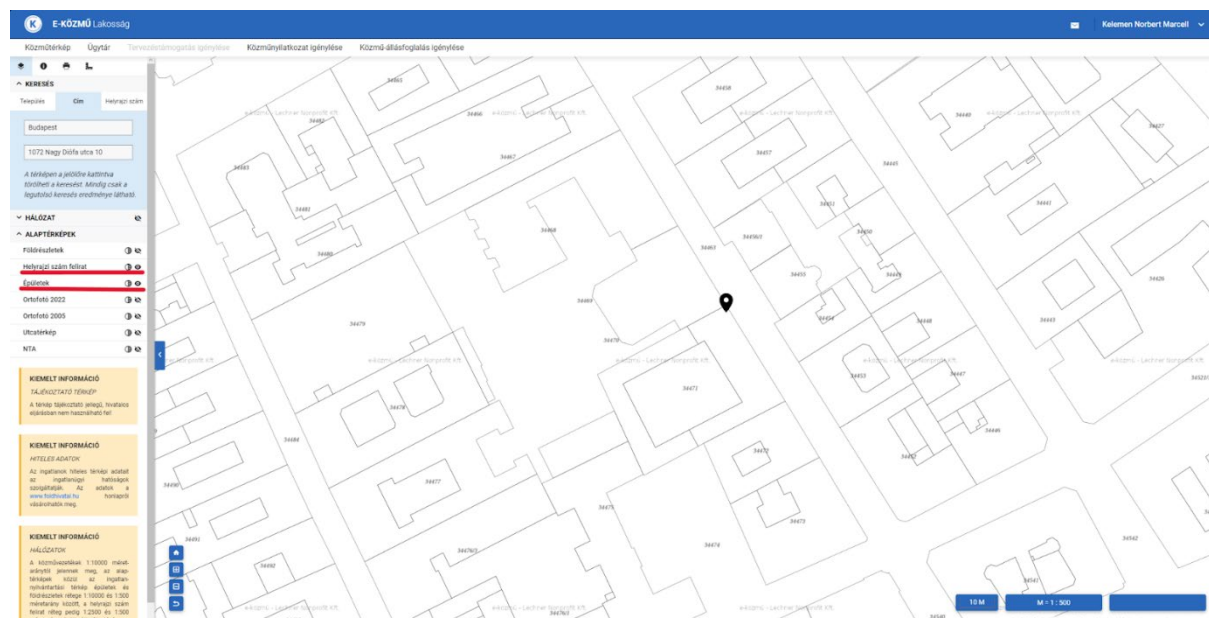
26. ábra: E-Közmű hivatalos oldala, belépési felület; Forrás: Saját ábra

Ezen az oldal ügyfélkapus azonosítással lehet belépni, és onnan érhető el a főoldal, ahol különböző nyilatkozat és állásfoglalásokat lehet igényelni a közművekkel kapcsolatban, és innen lehet megnyitni a közműtérképet is.



27. ábra: E-Közmű hivatalos oldala, közműtérkép megnyitása; Forrás: Saját ábra

A térképnek több beállítási és módosítási lehetősége is van. Megjeleníthetők a közművek nyomvonalai, az épületek helyrajzi száma, különféle térképnézetek és ami a kutatásomba legfontosabb volt, az épületek körvonalai.



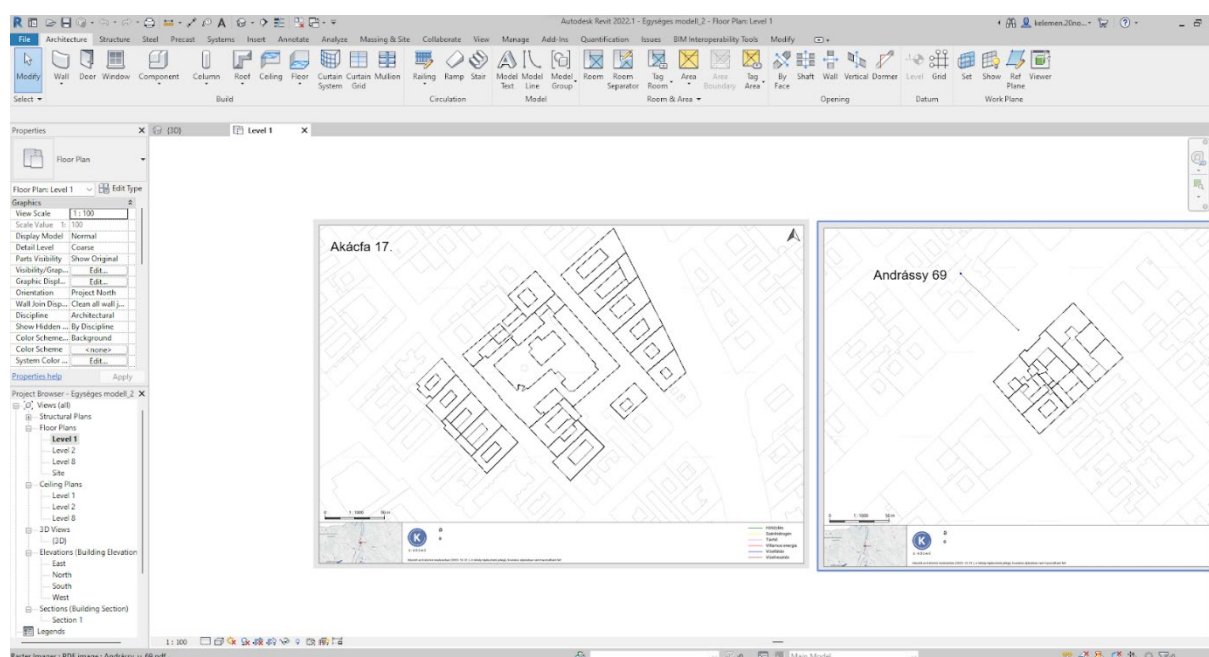
28. ábra: E-Közmű hivatalos oldala, a közmű térkép és funkciói; Forrás: Saját ábra

A térképnek egy adott részletét PDF formátumban ki lehet tölteni, így az általam készített

modelleket méretarányosan tudtam megmodellezni a programba lehelyezett PDF-fájl segítségével.

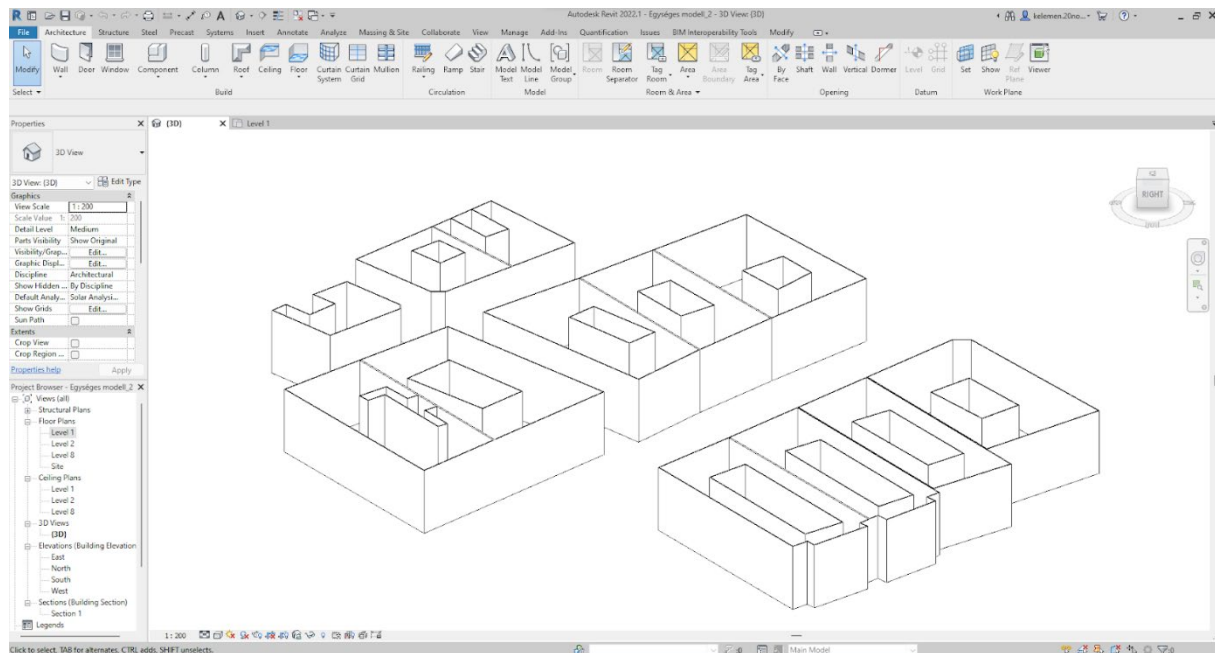
Ezeket a térképeket, ellenőrzés szempontjából az OpenStreet weboldalon található térképekkel egyeztettem, hogy az esetleges eltérések megvizsgálása után, korrigálni tudjam azokat.

Következő lépés az épületek és közvetlen környezetük körvonalának modellezése volt. Összesen 14 darab kiválasztott épületet és ezekhez az épületekhez tartozó környező 104 darab épületet modelleztem meg. Először mindegyik épület körvonalát építettem fel, itt csak a külső határoló falakat alakítottam ki, a belső tételválasztó falakra nem volt szükség, hiszen a kutatást ezek a szerkezetek nem befolyásolták.



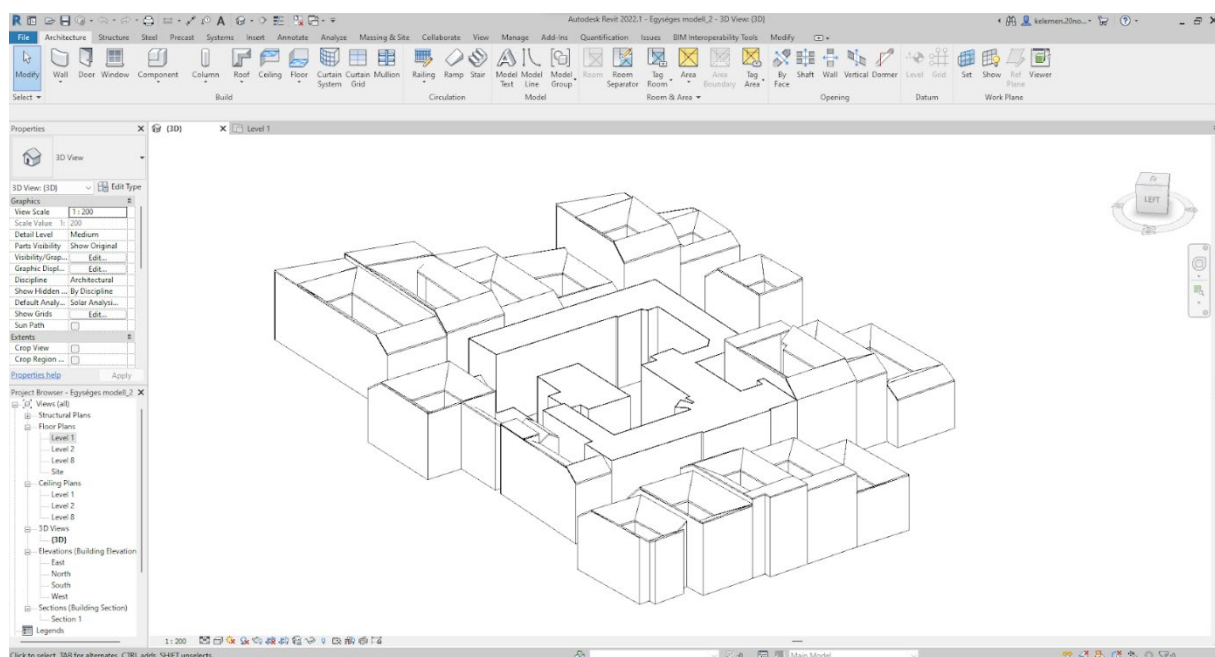
29. ábra: Revit programba beillesztett PDF fájlok az E-Közmű oldalról való letöltés után; Forrás: Saját ábra

A homlokzati falakat díszítés, nyílások és párkány nélkül modelleztem meg, mivel ezek a szerkezeti elemek nem voltak behatással a tetőfelületek benapozására.



30. ábra: Az épületek külső falainak a modellezése; Forrás: Saját ábra

A homlokzati falak magasságát egy nagyszabású felmérés során készített adattáblázatból^[50] gyűjtöttem, amely valós adatok tartalmazott. Itt az épületekhez rendeltet parkánymagasságok voltak megadva és ezeket vettem alapul a modellezés során. Az épületeket parkányok és eresztőlnyúlás nélkül modelleztem meg. Az épületek modellezése során több helyszínen is előfordult, hogy a homlokzati magasságtól eltérő volt az egyes belső határoló szerkezetek parkánymagassága. Ezeket az eltéréseket, szemrevételezés módjával tudtam módosítani.



31. ábra: Az épületek tetőszerkezetének modellezése; Forrás: Saját ábra

Az egyes épületekhez tartozó tető hajlásszöget, egy általános jellemző hajlásszög alapján feltételeztem. Itt pontos adatokat nem tudtam igényelni, mivel a meglévő tervrajzok sem a tiszta valóságot mutatják, hiszen azóta is történtek változások a tetőszerkezetekkel, így az igényelt adatok nem lettek volna relevánsak. Azokhoz az épületekhez, amelyekhez nem tudtam jellemző tető hajlásszöget keresni, a Google térkép 3D-s nézete és az Apple Maps 3D-s nézete alapján feltételeztem, az adott tetőfelületekhez tartozó leejtést.

A modellezés egyik nagy nehézsége, hogy ezeknek az épületeknek a tetőszerkezete általában szarufás vagy szelemenés szerkezet, melyek a tetősíkot kisebb részekre bontják fel. Az építészeti tervező programok ezeket a felületeket, pedig egy egységes tetősíkként kezeli. Ebből adódóan, ha a falak nem merőlegesek, illetve párhuzamosak egymásra, a tetőfelületeket nehezebb megmodellezni, mint ahogy azt a valóságban a szarufák által tagolt tetőszerkezetet meg lehet építeni.

A tetőfelületek megmodellezése után leellenőriztem az általam készített modelleket, a már említett 3D-s térképek nézete alapján, hogy az elkészített modellek a lehető legjobban ekvivalensek legyenek a valósággal.

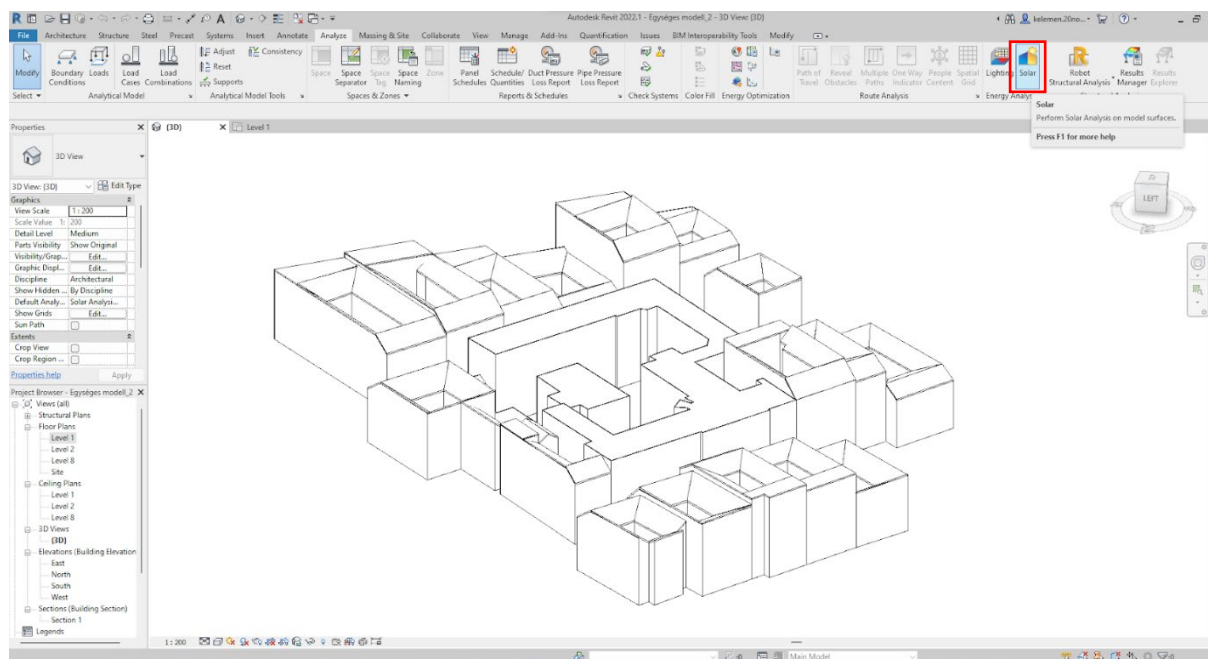


32. ábra: Google Earth fotó a kiválasztott épületről; Forrás: Saját ábra

A kiválasztott épületek és azok a közvetlen környezetének a modellezése után következett az épületek tetősíkjainak analízálása. A tetőfelületek analízálása azt jelenti, hogy az adott épülethez tartozó valós időjárási adatok alapján, benapozási vizsgálatot készítettem az egyes tető síkokkal kapcsolatban.

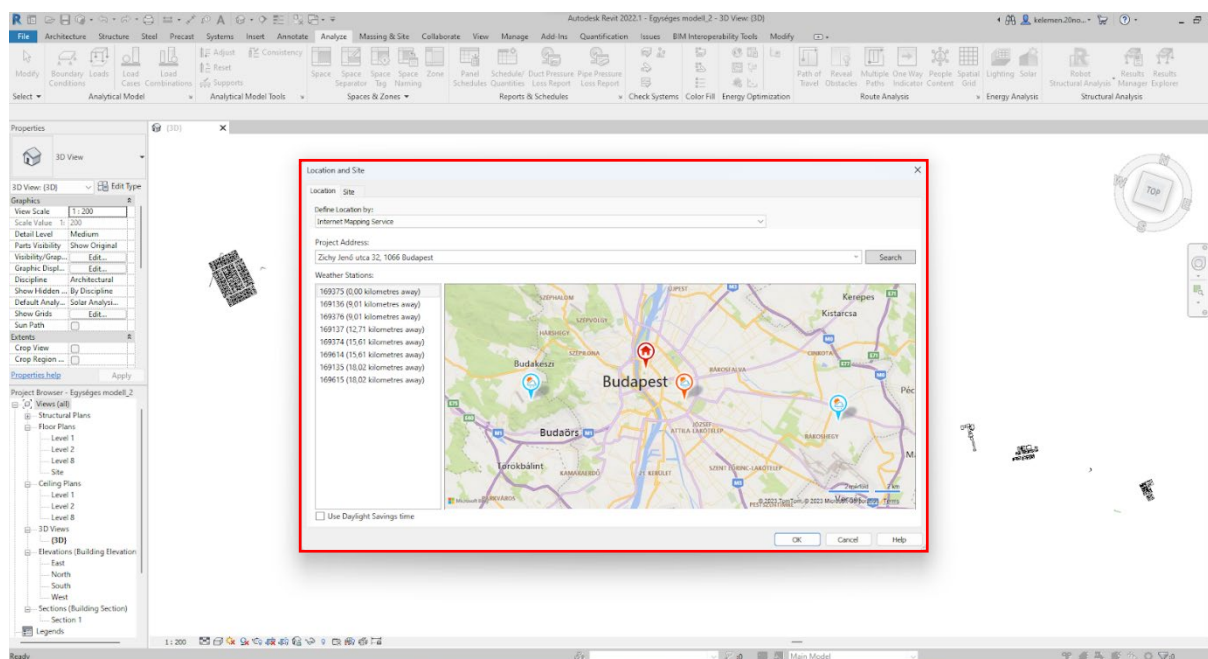
Az Autodesk Revit programba beágyazott Autodesk Insight Solar Analysis programmal

készítettem el ezeket az elemzéseket. Az kiválasztott modellek valós irányultsággal és tájolással készültek el, ennél fogva, amikor a benapozási vizsgálatot elindítottam, akkor a programban generált benapozási mutatók összeegyeztethetők a valós adatokkal.



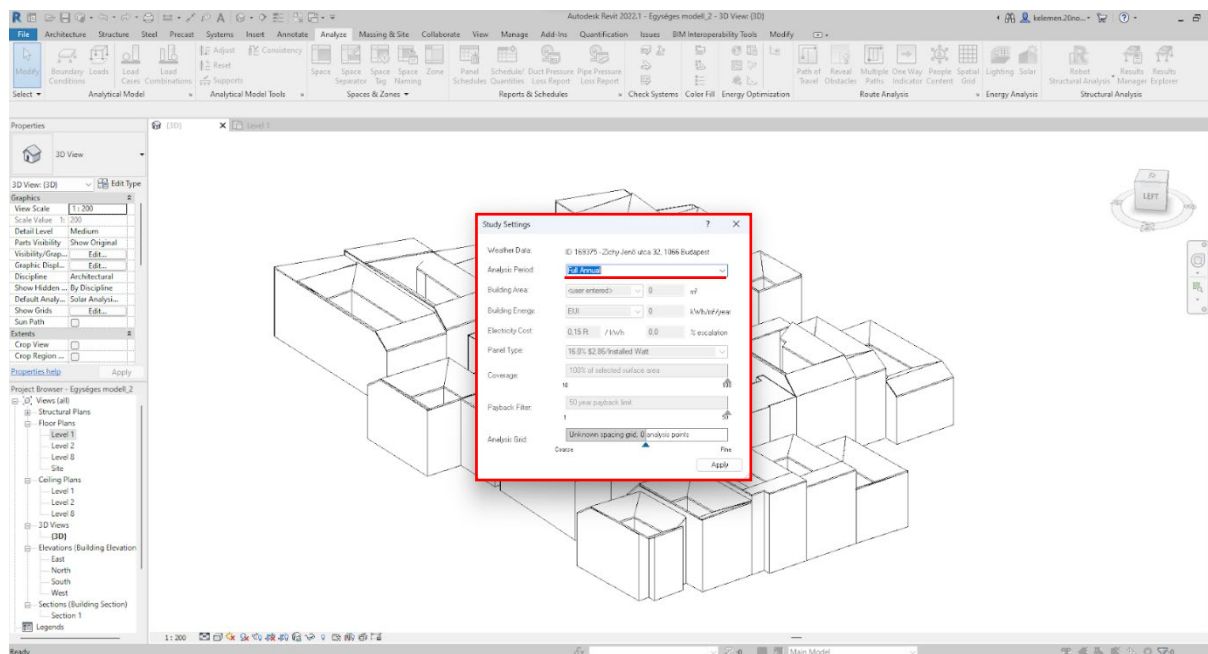
33. ábra: A programba használt Insight modul; Forrás:

Első lépésként beállítottam a modellekhez legközelebb eső meteorológiai mérőállomás helyzetét. Tehát ezek a benapozási számítások Budapest VIII. kerületében elhelyezkedő mérőállomás adatai alapján készültek el.



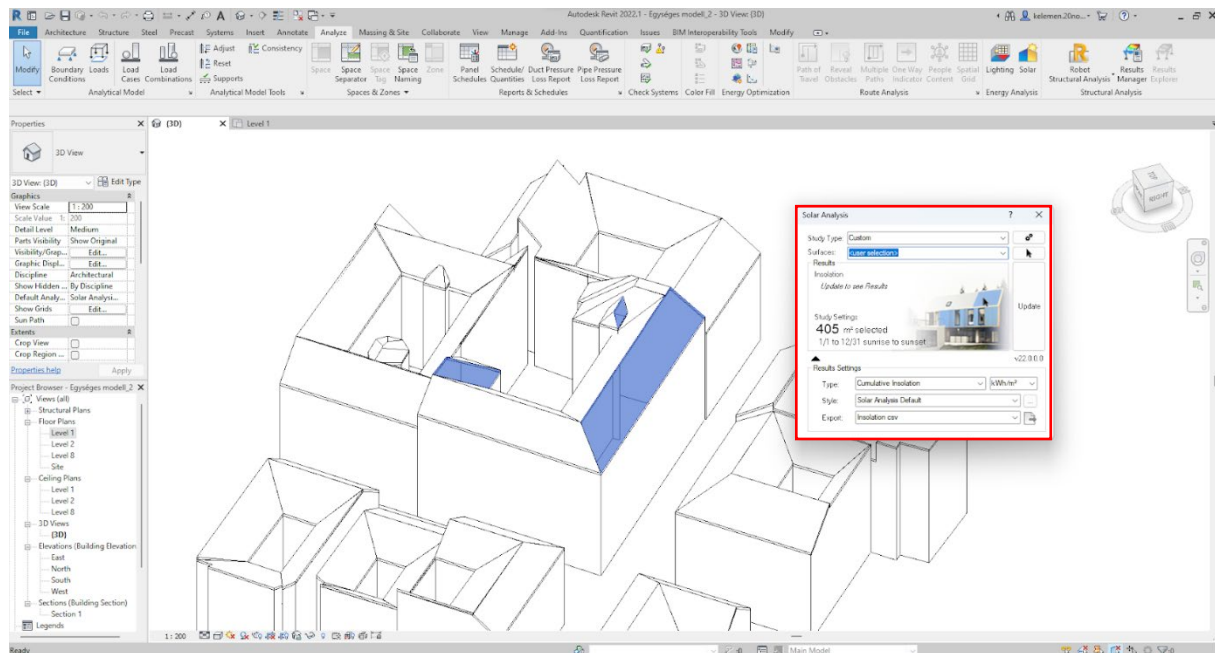
34. ábra: A legközelebbi meteorológiai mérőállomás kiválasztása; Forrás: Saját ábra

Következő lépésként a benapozási vizsgálatához szükséges adatokat állítottam be. A kutatásom szempontjából fontos volt, hogy az adatok egy egész naptári évre terjedjenek ki, hogy a legpontosabb adatokat tudjam megadni. A vizsgálatot 365 nap, napi 24 óra alapján, napfelkeltétől, napnyugtáig tartó időszak alapján készítettem el, mindegyik tetőfelületre.



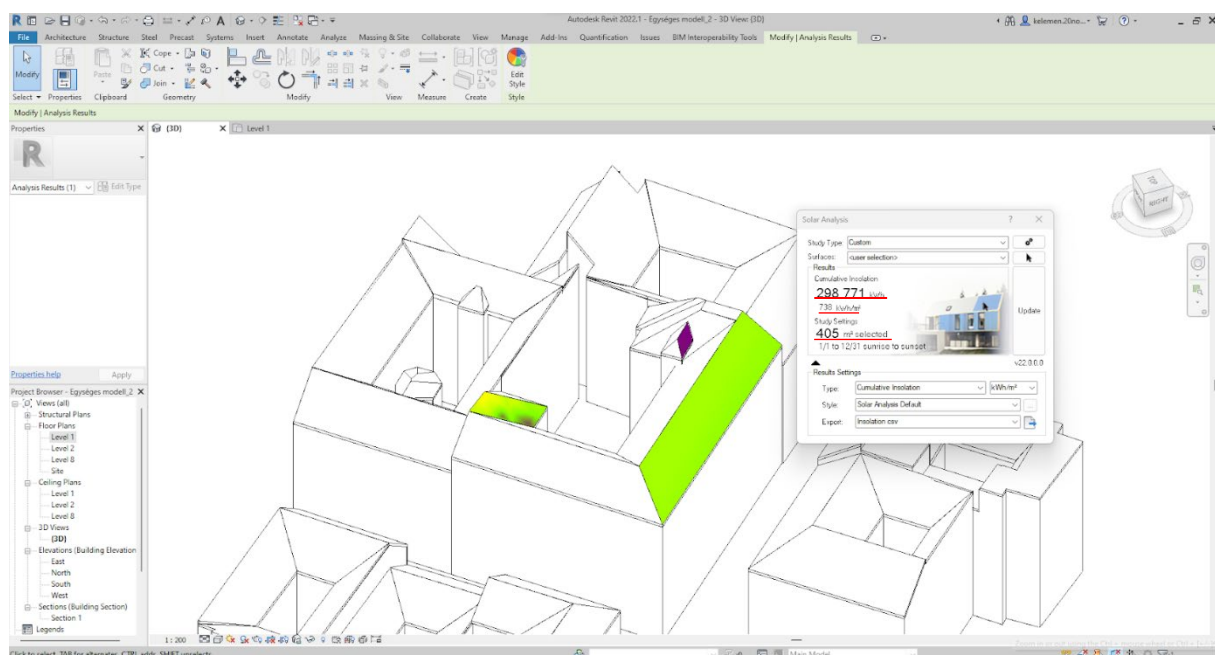
35. ábra: Az adatok generálásához szükséges adatok beállítása; Forrás: Saját ábra

Minden egyes vizsgált épületnél mindegyik tetősíkot külön-külön vizsgáltam irányultságuk szerint. Az analízis első lépéseként kiválasztottam az egyes tetősíkokat, ezeket csoportosítottam a négy fő irány: észak-, dél-, kelet- és nyugat-i irányultság szerint, és a négy mellék irány szerint: észak-kelet, észak-nyugat, dél-kelet, dél-nyugat.



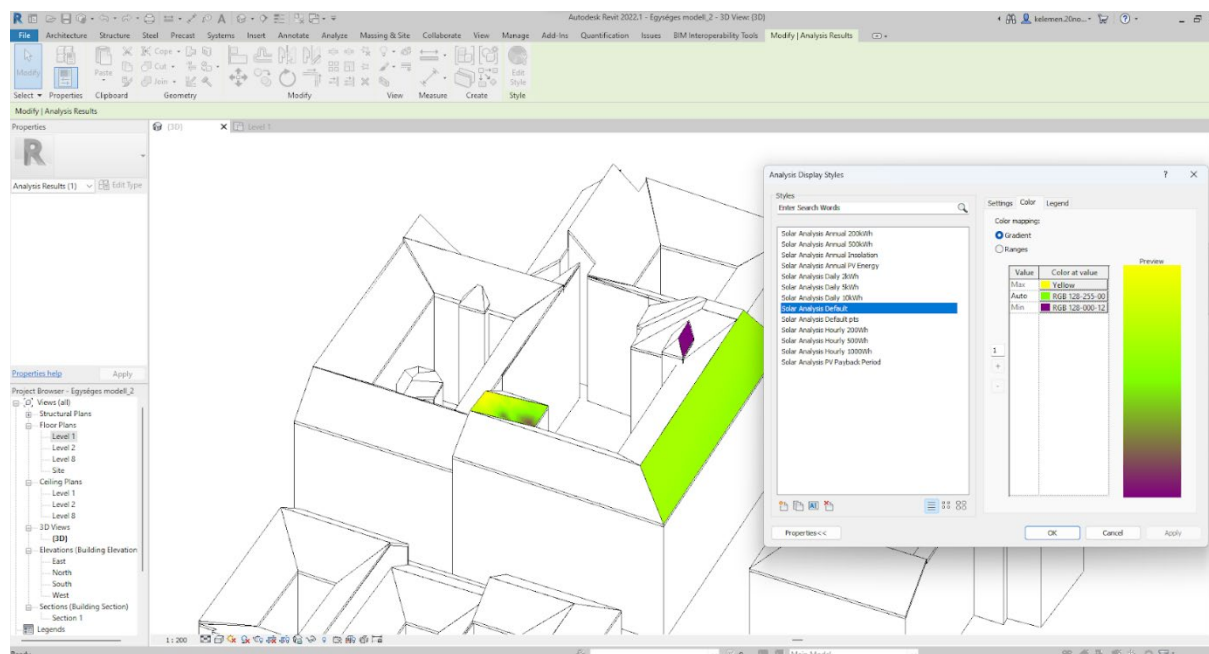
36. ábra: A vizsgált tetőfelületek kiválasztása; Forrás: Saját ábra

Miután kiválasztottam a csoportosított tetősíkokat, elindítottam az analízist. A vizsgálat időszak egy teljes évet, 365 napot tett ki, ahol a benapozási vizsgálatot napfelkeltétől napnyugtáig készítettem el. Az eredményeket kWh állítottam ki, amit a program lebontott a teljes tetőfelület hányadosával, így megkaptam egy m^2 felületre jutó energia mennyiséget kWh-ban.



37. ábra: A vizsgált tetőfelületekhez tartozó eredmények kimutatása; Forrás: Saját ábra

A programban be lehet állítani, hogy milyen színskálával dolgozzon, a jobb láthatóság érdekében. Az általam választott megjelenítésnél, a sárga szín mutatja a teljesen benapozott felületet, és minél sötétebb lila a színe a felületnek, annál nagyobb az árnyékolt tetőfelületet.



38. ábra: A besugárzás vizuális beállításai; Forrás: Saját ábra

Ezeket az értékeket egy táblázatba gyűjtöttem, össze, melyeket a kiválasztott irányultság szerint osztályoztam. Miután mindegyik épület tetősíkját besoroltam egy-egy irányultság alá, megjelenhettek olyan cellák, ahova nem került érték, hiszen azokra az adott irányultságokra nem volt tetőfelülete az adott épületnek.

VIII. Összehasonlítás a Budapest Szolár Térképpel

A tanulmányomban használt CAD program és a Budapest Szolár Térkép létrehozására alkalmazott GIS módszer között jelentős különbségek vannak.

A CAD (Computer-Aided Desing) szoftverek 2D, illetve 3D modellek, tervrajzok készítésére alkalmasak. A mérnöki szakmákban, jelenetős szerepet játszanak, hiszen ezekkel a szoftverekkel lehet igazán különleges, mérnöki alkotásokat létrehozni. Az építészet szakmában is ezek a programok a vezető tervező szoftverek, amelyek egyik nagy előnye a BIM (Building-Information System) -ben való tervezés lehetősége.

A GIS (Geographic Infromation System) szoftverek különböző földrajzi adatokkal

dolgoznak. Ezek a szoftverekkel, az adatokat gyűjteni, tárolni és analizálni tudják. A várostervezésben egyre nagyobb szerepet kapnak, hatékonyságuk és fejlettségük miatt.

A két program közös tulajdonsága, hogy mind a kettő térbeli adatokkal és raszter vektoros formátumban dolgozik, azonban mégis nagyon eltérő a hasznosítási területük.

A legfontosabb különbség a két program között, hogy amíg a CAD szoftverek egy belső koordináta-rendszerben dolgoznak, addig a GIS szoftverek a Föld szélességi és hosszúsági fokainak rendszerében hajtják végre a műveleteket.

A két módszer eléggé különböző metodikák alapján dolgozik, de a végeredményben nem mutatkozik olyan nagy eltérés. A tanulmányomban vizsgált 14 épületnek összehasonlítottam a napenergia hasznosításra alkalmas felület nagyságát, és a tervezett napelemek által termelt éves villamosenergia mennyiségét a Budapest Szolár Térkép adataival. Ezeket az adatokat, a mindenki számára elérhető oldalról ^[49] és a Szolár Térkép készítőjének (Soha Tamás) közreműködésével igényeltem.

Az adatokból rögtön észrevehető, hogy az általam készített modellben a tetőfelületek nagysága, minden épületnél nagyobb, mint a GIS módszer alapján készített modell tetőfelülete. Ugyan ez a jelenség figyelhető meg a napelemek által termelt villamosenergia mennyiségeknél is, viszont azok az értékek között a kettő lapostetős épületnél, Akácfa utca 17. és a Bethlen Gábor utca 20. a Szolár Térkép által közzétett értékek voltak jóval magasabbak. Ennek az oka az, hogy a tanulmányomban elkészítettem ehhez a két épülethez egy napelem kiosztást, és én már csak ezeknek a paneleknek a felületét érő energiamennyiséggel kalkuláltam és nem pedig az egész felülettel.

A kutatás folytatásaként, a tanulmányomban feltüntetett 14 épületnek igényelni fogom a telepített napelemekhez kapcsolódó adatait, és azokkal a valós adatokkal egyeztetve validálni fogom az általam generált és a Budapest Szolár Térkép által közzétett adatokat. Távolabbra tekintve, pedig még több épületnek szeretném szolár potenciálját elvégezni, ezáltal egy olyan adatbázist létrehozni, amellyel még közelebb lehetne kerülni a valós adatokhoz.

IX. Megéri a budapesti historizáló bérházakra napelemet telepíteni?

A kiválasztott épületek modellezése és szolár potenciáljának vizsgálata után a programban generált értékeket egy Excel fájlban értékeltem ki. A valós időjárási adatok alapján, a lehető legpontosabb adatokkal dolgoztam, hogy a számításaim a valós adatokhoz közel tudjanak kerülni. Ezekben a számításokban és a megtérülés kalkulálásában csak a napelemek telepítési költségét számoltam, a használat közbeni karbantartást nem tartalmazzák a számítások.

IX.1. Napelemes rendszerhez tartozó adatok

Az eredmények számításához először a vizsgált épületek azon tetőfelületeit választottam ki, amelyeknek az átlagos besugárzási értéke meghaladta a 900 kWh/m²/év értéket. Ezt azért volt fontos elvégezni, hiszen, ha ez az érték alatti tetőfelületekre is telepítünk napelemeket, akkor az sokkal hosszabb megtérülési időt fog eredményezni.

Ezután az épületek tetőfelületeinek területét csökkentettem 30%-kal, ugyanis a napelem paneleket nem lehet a teljes tetőfelületre telepíteni, ezen felül ebbe az érték bele van kalkulálva az olyan tetőfelületek területe, amelyekre nem lehet napelemeket telepíteni. Következő lépésként kiszámoltam, hogy a 14 darab épület tetőszerkezetére, a napenergia legnagyobb kihasználása érdekében, összesen 3281 darab napelemet lehet telepíteni. A tetőfelületekre telepíthető napelemek a darabszámának függvényében igen változó. A Bethlen Gábor utcai épületen 341 darab napelemet lehet telepíteni, amelyek összesen egy évben 828.178 kWh napenergiát tudnának hasznosítani, viszont ennek az értéknek csak a 15%-át tudják elektromos árammá alakítani, ami még így is 124.226,7 kWh/év.

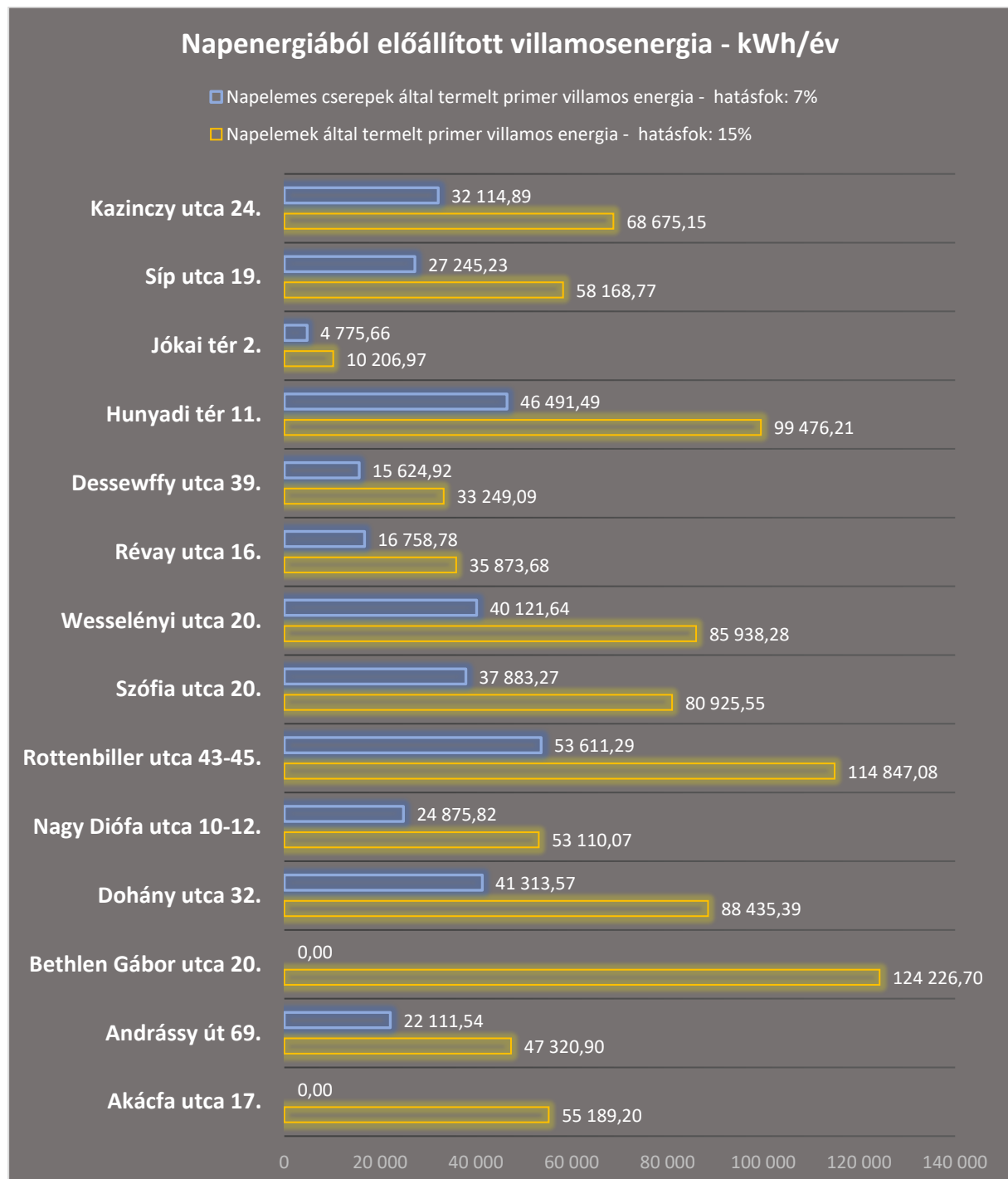
A 14 darab épület a napelemei átlagosan, egy évben 68.260,22 kWh elektromos áramot termelnek, ami átlagosan 2.409.107 Ft évente, lakossági elektromos áram árakat tekintve, ez az összeg a nem-lakossági árak viszonylatában 6.198.028 Ft. Természetesen ezeknek a napelemeknek van egy egészen magas telepítési költségük, anyag költséggel és munkadíjjal együtt átlagosan egy m² napelemes felület 80.000 Ft-ba kerül. Ezek alapján a kiválasztott 14 épület napelem telepítésének az összege 428.192.000 Ft, ha mindegyik napelemes erőművet 100%-os önrésszel számoljuk, támogatások nélkül. Azonban, ha figyelembe vesszük az új Napenergia Plusz ^[41] napelemes pályázatot, és 65%-os támogatással és 35% önrésszel számolunk, akkor ez az összeg 149.867.200 Ft, átlagosan pedig 10.740.800 Ft (a pályázat tartalma szerint az elektromos áram tárolására szolgáló akkumulátor telepítése is kötelező, azonban erre a feltételre jelenleg a dolgozat készülésekor nem találtam pontos információt, hogy mennyivel növeli a befektetés összegét).

Ezeknek a napelemes erőműveknek a megtérülése, 2.409.107 Ft elektromos áram termelés esetén, átlagosan 12,5 év, ha a 100%-os önrésszel számolunk. Hogyha pedig az előbb említett pályázattal ^[41] számolunk, akkor ez a 12,5 év máris lecsökken 4 évre.

A kiértékelt adatokból az is kiderült, hogy a kiválasztott épületek átlagosan 1.390.287 kWh energiamennyiséget használnak fel egy év alatt, amit átlagosan 270 kWh/m²/év fogyasztással érnek el. Ezt az energiamennyiséget a napenergia hasznosításával – amely egy sokkal fenntarthatóbb energiaforrás, mint bármelyik fosszilis energia – átlagosan 5,92%-kal lehetne

csökkenteni.

Közvetve ezek az épületek, éves szinten átlagosan 506 tonna CO₂-t bocsátanak ki a környezetbe, az elektromos áram előállítása érdekében, ami pedig ennél is sokkal drasztikusabb, ha ennek a 14 épületnek összeadjuk a CO₂ kibocsátását. Tehát összesen egy év alatt, 7.084 tonna, CO₂-ot bocsátanak ki, ez annyi, mint 214 darab kotrógép súlya. Azonban, ha ezekre az épületekre napelemet telepítünk, akkor ezt az értéket átlagosan 24,8 tonna- és összesen 347,8 tonnával csökkenthetjük. ^[25]



IX.2. Napelemes cserepekhez tartozó adatok

A napelemes cserepek kiértékelése során is azokkal a tetőfelületekkel foglalkoztam, amelyek meghaladták a 900 kWh/m²/év teljesítményt. Ezeket a tetőfelületeket is 30%-kal csökkentettem, és a lapostetős épületeket (Akácfa utca 17. és Bethlen Gábor utca 20.) kivettem az elemzendő épületek listájából.

A napelemes cserepek működési elve alapján, nem kell darabszámot számolni, mivel ezekkel a cserepekkel a tetőfelület fedését is és a napelemeket egy az egyben kialakítható. Ezek a cserepek valamivel alacsonyabb hatásfokkal működnek, mint a napelemek (7%-os hatásfok), azonban a teljes felületen alkalmazható, és építésszerűen is sokkal jobban beleillik a városias környezetbe, mint normál napelemes panelek.

Ezekkel a cserepekkel átlagosan 25.923,44 kWh elektromos áramot lehet előállítani egy év alatt, ugyanakkor vannak olyan épületek, amelyek tetőfelépítmény kialakításuk miatt, sokkal nagyobb értéket képesek termelni. A Rottenbiller utca 43-45. középület tetőfelületén elhelyezendő napelemes cserepek egy év alatt 53.611 kWh elektromos áramot állítanak elő.

A napelemes cserepek által termelt elektromos áramot tekintve, elmondható, hogy a városi szövetbe illeszkedést figyelem előtt tartva, és a megújuló energiaforrások alkalmazása mellett döntve, az épületek átlagosan 933.243 Ft elektromos áramot spórolnak meg lakossági áram árak estén, azonban ez az összeg a nem-lakossági fogyasztókat tekintve 2.353.848 Ft. lesz. A már említett Rottenbiller utcai középület pedig 1.930.007 Ft elektromos áramot is meg tudna spórolni ezzel a technológiával.

Magyarországon jelenleg még nincs forgalomban agyag színű napelemes cserép, így ha ezeket a tetőfelületek, ezzel a technológiával szeretnék hasznosítani, akkor antracit szürke színű pikkelyfedéssel lehet megoldani, a hazai gyártók termékpalettájából választva. Ezek eszközök átlagosan 25.548.000 Ft.-ba kerülnek (csak anyagköltség), és ezzel az összeggel a megtérülésük átlagosan 23,5 év. Azonban, ha a dyaqua Invisible Solar napelemes cserepet választjuk, ez a megtérülési idő 88 évre fog megemelkedni. Ebből az adatból tisztán látszik, hogy ez a modern technológia jelenleg elfogadható időn belül nem kifizetődő, viszont, ha az érme másik oldalát vizsgáljuk, sokkal szebb látványt kelt, mint a napelemek.

A már korábban említett CO₂ kibocsátást tekintve meglehetősen hasznosak a napelemes cserepek, hiszen átlagosan 9,4 tonna és összesen 132 tonna CO₂-től szabadítanak meg Budapest légkörét.

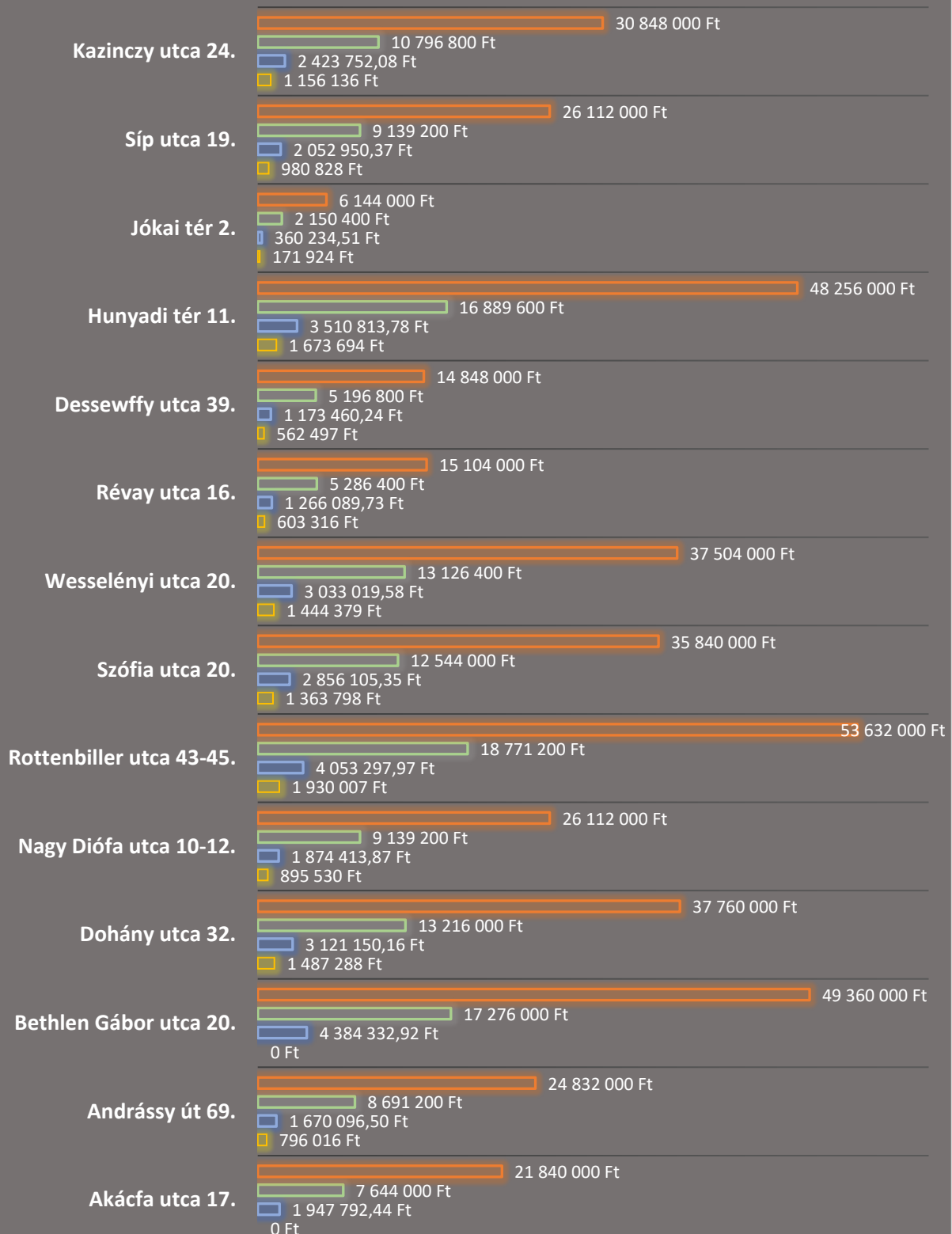
IX.3. Végző konklúzió

Ezen adatokból kiolvasható, hogy a napelemek telepítése kétségtelenül megéri a

befektetésre szánt összeg és a globális felmelegedés tekintetében. A megtakarított villamos energia mennyisége, az ebből adódó pénz spórolás meglehetősen fontos, viszont talán ettől még fontosabb, hogy milyen nagy mennyiségű CO₂-től szabadítanak meg ezek az épületek Magyarország légkörét, így csökkentve a globális felmelegedés értékét. Ezeknek az eszközöknek a használata nagyban hozzájárul egy fenntarthatóbb életminőséghez Budapest belvárosában, és a technológia fejlődését elnézve, a közeljövőben már sokkal kedvezőbb konstrukciókkal is találkozhatunk, amelyek hozzájárulnak a zéró karbon-lábnyom elérése érdekében.

Napelemek telpítési költsége és éves termelése

- Napelemes rendszer telepítési költség
- Napelemes rendszer telepítési költség (Napenergia Plusz)
- Megspórolt villamos energia, napelem esetén (évente)
- Megspórolt villamos energia, napelemes cserép esetén (évente)



X. Összegzés

A globális éghajlat változás okozta klímaváltozás jelenleg az egyik legfontosabb problémák között van világszerte. Számos különböző intézkedés és iránymutatás jelent meg az elmúlt években ezzel kapcsolatban, éppen ezért választottam olyan témát a dolgozatomnak, ami követi ezeket a tendenciákat. Budapesti lakosként fontos volt számomra, hogy olyan témát válasszak, amivel élhetőbbé lehet tenni a várost, és építészként is releváns legyen.

Tanulmányomban megismertetem az olvasóval a Budapest történelmét, a historizáló bérházak kialakulásának folyamatát, hiszen ezek az épületek vesznek körül minket nap mint nap, és fontos, hogy foglalkozzunk velük.

Ezekután megemlítem, a fenntarthatóságot előirányzó intézkedéseket, és azoknak az építőiparra való hatását. A fenntarthatóság egy nagyon fontos kifejezése a mai társadalomnak, hiszen a mindennapok során kibocsátott üvegházhatású gázok folyamatosan növelik a klímaváltozást, és ez a jelenség ellen a legjobb lépés a fenntartható élet elérése. Az Európai Unió által elfogadott Green Deal ^[18] megállapodás olyan átfogó és részletes célokat tűzött ki, amelyekkel Európa 2050-re elérheti a klímasemlegességet, így ez lenne az első kontinens, ahol létrejöhetne a fenntartható élet jövőképe. Az építőiparra, különösen fontosok ezek az intézkedések, hiszen a kibocsátott CO₂ mennyiség 40%-át az építőipar teszi ki. Ezzel kapcsolatban, dolgozatomban bemutatom, hogy mennyi energiát használnak a háztartások, ez mennyi CO₂ kibocsátással jár, és ebben mennyit tesz ki a megújuló energiaforrás. ^[28]

Tanulmányom témája a napelemekkel foglalkozik, éppen ezért részletesen megismertetem az olvasóval a napelemeke történetét, működési rendszerét és fajtájukat. A napelemek alapjait már 19. században is ismerték, azonban ezek a szerkezetek csak sokkal később, a 20. század idején léptek igazán ki a napfénybe. Azonban ezek a szerkezetek csak az elmúlt évtizedekben kerültek az emberek látószögébe, ami által hatalmas mennyiségű napelem telepítésről számolhatunk be.

A napelemek telepítése ugyanakkor nagy befektetésnek számít, így fontosnak tartottam, hogy a napelemek telepítésének jogi alapjaival is megismerkedjen az olvasó. Itt ismerttetem a közelmúltban és a jelenleg érvényben lévő szabályozásokat a napelemekkel kapcsolatban, említést teszek a betáplálási módokról, ilyen például a nullszaldó, vagy a bruttó elszámolás. Említést teszek a 2022-ben bevezetett, és 2023-ban megszüntetett betáplálási stopról, ami rendkívül sok befektetőben visszalépést keltett a napelemem telepítése előtt.

Ezt követően bemutatom a Budapest Főváros Önkormányzata által létrehozott Budapest Nappal hajtva projektet és ennek keretében létrehozott Budapest Szolár Térképet.

Megismertetem az olvasóval a CAD és GIS program tervezési metódusát a hasznosítási formáit, és bemutatom a két módszer közötti különbségeket a dolgozatom kapcsolatában.

A dolgozatom folytatásaként ismertetem az általam használt CAD, az Autodesk REVIT 2022-es programot. Bemutatom, hogyan és milyen módszerekkel készítettem el a 3D-s modelleket a kiválasztott épületekről, és azt, hogy ezeket a modelleket hogyan analizáltam és generáltam hozzájuk a napelemek telepítéséhez szükséges adatokat.

Végül megismertetem az olvasóval az általam kiértékelt adatokat, a befektetések összegét, megtérülését, a megspórolt villamos energia mennyiségét és a napelemek által megtakarított CO₂ mennyiségét. A napelemek használatával egy budapesti bérház, jelentősen hozzájárul a környezeti terhelés csökkentésére, hiszen egy átlagos 4 emeletes épület, egy év alatt átlagosan 1.390.387 kWh elektromos áramot használ fel, ami Budapesten 506 tonna CO₂ kibocsátással jár. Ezt a hatalmas összeget, a napelemes rendszerekkel 68.260 kWh elektromos árammal, ami átlagosan 9,5 tonna CO₂ kibocsátással lehet csökkenteni egy év alatt. A napelemek telepítése 2023-ban egy ilyen típusú épületre átlagosan 30.585.142 Ft. pályázati támogatás nélkül, azonban, ha az épület fenntartója egy pályázat keretében telepíti a napelemeket – a dolgozat elkészülésekor várható napelemes pályázat (Napenergia Plusz) értékeivel számolva – ez az összeg lecsökken 10.704.800 Ft.-ra. Ezek ismeretében a megtérülés átlagosan 12,5 év pályázat nélkül, és 4 év pályázati támogatással.

Mivel az éghajlatváltozás nem fog megszűnni az egyik napról a másikra, ezért nagyon fontosnak tartom, hogy építésként mindig s tartsuk szem előtt a fenntartható tervezés lehetőségét. Erre a mai tudomány számos megoldást ismer, azonban azoknak az épületeknek a fenntarthatóbbá tételére – amelyek már jóval a régebben léteztek, minthogy az ember a fenntarthatósággal foglalkozzon – egy nagyon jó megoldás napelemes rendszerek kiépítése. Véleményem szerint a napelemek vagy napelemes cserepek telepítése, rendkívül fontos alternatíva a budapesti bérházak esetében. Ezeken az épületeken meglehetősen nagy mennyiségű kihasználatlan tetőfelület létezik, amelyeket napelemekkel lehet hasznosítani, azoknál az épületeknél, amelyeknél nem lenne zavaró a napelem. Azokon az épületeken, amelyek valamilyen védettséget élveznek, ott pedig a napelemes cserepek telepítése lehetne egy megfelelő opció. Fontosnak tartom a fenntartható és megújuló energiaforrások alkalmazását, hiszen ezek által egy sokkal élhetőbb jövőt biztosítunk magunknak és a következő generációknak.

XI. Irodalomjegyzék

- [1] European Parliament News (2018, 2023-as módosítás alapján) EU measures against climatic change;
Letöltve: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20180703STO07129/eu-measures-against-climate-change> (Utolsó letöltés: 30/10/2023)
- [2] Global Alliance for Building and Construction (2022) Global Status Report for Buildings and Construction. In: United Nations Environment Programme. Nairobi. pp. 42-43. ISBN 978-92-807-3984-8
- [3] Dr. Abou Abdo Tamás (2019) Környezettudatos épület megtervezése; Környezettudatos építés alapjai – előadásában elhangzottak alapján
- [4] Központi Statisztikai Hivatal (2023) 15.1.2.25. Gáz- és villamosenergiafelhasználás vármegye és régió szerint; Letöltve: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0068.html (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [5] Budapest Főváros Önkormányzata (2023) Budapest Nappal hajtva; Letöltve: <https://uj.budapest.hu/zold-budapest/klima-es-kornyezetvedelem/nappal-hajtva> (Utolsó letöltés: 30/10/2023)
- [6] Budapest Főváros Önkormányzata (2021) Budapest története; Letöltve: <https://budapest.hu/Lapok/Fovaros/Budapest-tortenete.aspx> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [7] Arcanum (2023) Budapest története. Salamon Ferencztől –Budapest az új korban (1686-1838);
Letöltve: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/OMMonarchia-az-osztrak-magyar-monarchia-irasban-es-kepben-1/budapest-394E/budapest-tortenete-salamon-ferencztol-395B/budapest-az-uj-korban-16861838-39FC/> Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [8] Preisch Gábor (2004) Budapest városépítésének története. Budapest, TERC Kft. ISBN 9789639535053
- [9] Az 1838-as árvíz a mai Kálvin térnél Forrás: <http://images.magyardmuzeumok.hu/szenateripiac.jpg>
(Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [10] Körner Zsuzsanna PhD (2015) Építés Szabályozása. In: Körner Zsuzsanna PhD. A Budapesti bérházépítés aranykora. Budapest, Ingatlanfejlesztő Kerekasztal Egyesület. pp. 10-12.
- [11] Pest belvárosi utcakép, még alacsony beépítettséggel Forrás: Fortepan/Budapest/Archives/Reference no.: HU.BFL.XV.19.d.1.07.164
- [12] Vörös Károly (1918) Világváros útján: 1873-1918; Letöltve: <https://epa.oszk.hu/00000/00003/00016/voros.htm#jegyz1> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [13] Bodó Péter (2022) Emelkedő házak – Miként kezdődött Budapest világvárossá fejlődése; Letöltve: https://pestbuda.hu/cikk/20220301_emelkedo_hazak_mikent_kezdodott_budapest_vilagvarossa_fejlolese (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [14] Ártörténet (2023) Magyar pénzürtékindex – árák és devizák alapján 1754-től; Letöltve: <https://artortenet.hu/magyar-penzertekindex-arak-es-devizak-alapjan-1754-tol/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [15] Domonkos Csaba (2020) Az első pesti takarékpénztár – Honjobbitó gondolat hozta létre a kisemberek bankját;
Letöltve:https://pestbuda.hu/cikk/20200112_domonkos_csaba_az_elso_pesti_takarekpenztar_honjobbito_gondolat_hozta_letre_a_kisemberek_bankjat (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [16] Fónagy Zoltán (2014) Paloták, bérházak, nyomortanyák. Lakásviszonyok a reformkori Pesten; Letöltve: https://mindennapoktortenete.blog.hu/2014/01/06/palotak_berhazak_nyomortanyak?layout=5 (Utolsó letöltés:30/10/2023)

- [17] Arcanum (2023) Kis történelmi ízelítő a szabályozásról; Letöltve: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/TenyekKonyve-tenyek-konyve-1/regiok-1842E/epiteszet-epitesugyi-szabalyozas-1940A/kis-tortenelmi-izelito-a-szabalyozasrol-195C9/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [18] Report of the World Commission on Environment and Development (1987), Our common future, Oxford, Oxford University Press, pp. 43.
- [19] World Green Building Council (2021) Annual Report 2021 Letöltve: <https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/08/WorldGBC-2021-Annual-Report.pdf> (Utolsó letöltés:1/11/2023)
- [20] Dr. Bischof Lili (2023) The Challenges of Integrating Sustainability Considerations into EU State Aid Law; Letöltve: https://www.gvh.hu/pfile/file?path=/gvh/kiadvanyok/versenyutkor/lapszamok/Versenyutkor_2023_kulonyszam_VIII&inline=true (Utolsó letöltés:1/11/2023)
- [21] European Commission (2018) Nearly Zero-Energy buildings; Letöltve: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_en (Utolsó letöltés:1/11/2023)
- [22] Eurostat (2021) Greenhouse gas emission by economic activity; Letöltve: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Figure_1_Greenhouse_gas_emissions_by_economic_activity_EU-27_2008_and_2021.png (Utolsó letöltés:1/11/2023)
- [23] Eurostat (2021) Greenhouse gas emission by economic activity; Letöltve: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households (Utolsó letöltés:15/09/2023)
- [24] Központi Statisztikai Hivatal (2023) 15.1.1.18. Légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok kibocsátása; Letöltve: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0017.html (Utolsó letöltés: 03/11/2023)
- [25] E.ON (2023) Fajlagos CO₂ kibocsátás 2022-ben; Letöltve: <https://www.eon.hu/hu/rolunk/egyetemesszolgaltato/energiamix-eas.html> (Utolsó letöltés: 03/11/2023)
- [26] Sugár Viktória; Horkai András; Talamon Attila, A BELVÁROSI ÉPÜLETÁLLOMÁNY ENERGETIKAI MODERNIZÁCIÓS LEHETŐSÉGEI – JELLEGMEGŐRZŐ FELÚJÍTÁSI MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE. In: Keresztes Gábor; Szabó Csaba (szerk.) Tavaszi Szél 2018 Konferencia = Spring Wind 2018: Konferenciakötet III. Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2018) 762 p. pp. 208-218., 11 p.
- [27] Központi Statisztikai Hivatal (2023) 6.1.1.9. Bruttó villamosenergia-termelés; Letöltve: https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0009.html (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [28] Központi Statisztikai Hivatal (2023) 6.1.1.12. Megújuló energiaforrásból termelt villamosenergia aránya; Letöltve: https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0012.html (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [29] Solenergy System Inc. (2018) Edmond Becquerel: The man behind solar panels; Letöltve: <https://solenergy.com.ph/solar-panel-philippines-edmond-becquerel/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [30] Napelem kivitelezés (2023) A napelem története; Letöltve: <https://napelem-kivitelezes.hu/a-napelem-tortenete.html> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [31] Solar-Pécs Napelem (2022) Napenergia általánosságban; Letöltve: <https://solar-pecs.hu/napenergia/napenergia-altalanossagban/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)

- [32] German Energy Society (2007) PV array system and PV applications. In. Mapset Ltd. Planning and Installing Photovoltaic Systems. UK and USA, Earthscan. pp. 1. ISBN 978-1-84407-442-6
- [33] Energy Matters (2023) How a grid connected solar power system works; Letöltve: <https://www.energymatters.com.au/residential-solar/how-solar-power-works/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [34] Innovatív Napelem (2023) Monokristályos vagy polikristályos napelem?; Letöltve: <https://innovativnapelem.hu/monokristalyos-vagy-polikristalyos-napelem.html> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [35] Napelem kivitelezés (2022) Napelemek típusai; Letöltve: <https://napelem-kivitelezes.hu/napelemek-tipusai.html> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [36] E-On (2019) Napelem típusok: melyiket válasszam?; Letöltve: <https://www.eon.hu/hu/blog/napenergia/napelem-tipusok-melyiket-valasszam.html> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [37] TokyoSolar (2023) Vékony rétegű napelemek; Letöltve: <https://tokyosolar.hu/napelem/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [38] Terran-Genereon (2023) Referencia; Letöltve: <https://terran-generon.hu/referencia/> (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [39] *dyaqua Invisible Solar (2023) Invisible Solar Rooftile; Letöltve: https://www.dyaqua.it/invisiblesolar/_en/rooftile-invisible-solar-integrated-for-heritage.php* (Utolsó letöltés:30/10/2023)
- [40] Weinhardt Attila – Portfolio (2023) Máris átírt két betűt a kormány a friss napelemes rendeletben; Letöltve: <https://www.portfolio.hu/uzlet/20231010/maris-atirt-ket-betut-a-kormany-a-friss-napelemes-rendeletben-644713> (Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [41] Magyarország Kormánya (2023) Magyar közlöny 142. szám; Letöltve: <https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/82a52ec4d21577d6817e41d1b8b9dfa6e4f294a7/megtekintes> (Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [42] Portfolio (2022) Megjelent a kormány rendkívüli döntése a napelemekről; Letöltve: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20221027/megjelent-a-kormany-rendkivuli-dontese-a-napelemekrol-575247> (Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [43] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2023) MEKH Hálózati betáplálási lehetőség ellenőrzése; Letöltve: <https://napeleminfo.mekh.hu> (Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [44] Solar Power Europe (2022) European Market Outlook for Solar Power 2022-2026. Europe, Solar Power Europe. pp. 27. ISBN 9789464669015
- [45] MAVIR (2023) Naperőmű-kapacitás növekedés 2023; Letöltve: https://mavir.hu/documents/10258/246425808/PV+STATISZTIKA_HU_20230701_ig_v1.pdf/06d76259-877f-6064-4a55-cf46ac1fbac?t=1689240158131 (Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [46] Weinhardt Attila – Portfolio (2023) Kiderült: lezárja a lakossági napelemes pályázatot a kormány; Letöltve: <https://www.portfolio.hu/unios-forrasok/20231012/kiderult-lezarja-a-lakossagi-napelemes-palyazatot-a-kormany-645251> (Utolsó letöltés:03/11/2023)
- [47] Major András – Portfolio (2023) Új napelemes pályázat: ekkora önerővel és megtérüléssel

számolhatunk; Letöltve: <https://www.portfolio.hu/uzlet/20231022/uj-napelemes-palyazat-ekkor-onerovel-es-megterulessel-szamolhatunk-647063> (Utolsó letöltés:03/11/2023)

[48] Budapest Főváros Önkormányzata (2019) Zöld Budapest; Letöltve: <https://uj.budapest.hu/zold-budapest> (Utolsó letöltés:03/11/2023)

[49] Budapest Főváros Önkormányzata (2023) <https://uj.budapest.hu/zold-budapest/klima-es-kornyezetvedelem/nappal-hajtva/szolar-terkep> (Utolsó letöltés:03/11/2023)

[50] Sugár Viktória, REHABILITATION OF HERITAGE BUILDINGS: Energetic Retrofit in the Historical District of the Budapest Old Jewish Quarter, Osaka University, Graduate School of Engineering, Division of Global Architecture, Michihiro KITA Védés éve: 2020 Megjelenés/Fokozatszerzés éve: 2020