

**Napelemes rendszerekkel együttműködő
energiatárolók létesítése**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 113.**

**Napelemes rendszerekkel együttműködő
energiatárolók létesítése**

**MMK FAP azonosító:
2023/132-ELT**

Budapest, 2023. október

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai Tagozatának gondozásában, a 2023. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:

Dr. Tokody Dániel
Schottner Károly
Haddad Richárd
Ady László
Ágoston Gergő
Drabik Gergő
Han Xiaoping
Csapó Dániel
Szűcs Marcell
Dr. Felhős Dávid

Szakmai lektor:

Dr. Molnár Ferenc

Nyelvi lektor:

Kelemen Csaba

A kézirat lezárásának dátuma: 2023.10.31.

Kiadó: Magyar Mérnöki Kamara
1117. Budapest, Szerémi út 4.
fap@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló	7
2. Az energiatárolás komplex megközelítése - Dr. Tokody Dániel	8
3. Energiafelhasználás optimalizálási lehetőségei, források-fogyasztók-költségek - Schottner Károly, Haddad Richárd.....	10
4. Energiatárolókkal támogatott energiagazdálkodási elvek, intézkedési lehetőségek - Schottner Károly, Haddad Richárd	15
4.1. Önfogyasztás optimalizálás.....	15
4.2. A hálózati csatlakozási költségek csökkentése.....	15
4.3. Csúcslevágás (peak shaving).....	16
4.3.1. Azonnali csúcslevágás	16
4.3.2. Időablakos csúcslevágás.....	17
4.4. Időalapú tarifális költség optimalizálás	17
4.5. Tárolórendszer ütemezett alkalmazása.....	18
4.5.1. Rögzített töltési és kisütési időszavok (fix tarifálás).....	18
4.5.2. Változó töltési és kisütési időablakok (változó tarifálás).....	19
4.5.3. Lakossági rendszerek, háztartási fogyasztói profilok.....	19
4.5.4. Okosotthon technológiák trendjei	24
5. A szezonális tárolás kérdése - Haddad Richárd.....	29
5.1.1. PEM (Polimer Elektrolit Membrán) elektrolizálók.....	29
5.1.2. AEM elektrolizáló	30
5.1.3. Alkáli elektrolizálók	30
5.1.4. A felhasználásra kerülő víz kezelése	31
5.1.5. A villamosenergia előállítás	32
6. A felhasználó kérdez, a szakértő válaszol - Ágoston Gergő.....	35
6.1. „Van egy dolgozószobám, olyan 500 W fogyasztással. Ez teszi ki a fogyasztás nagyját. Érdemes erre egy hibrid rendszert építeni?”	35
6.2. „Egy kb. 6,5 kWp-s rendszert mennyiből lehetne szigetüzeművé alakítani? Megoldható így a rendszer kialakítása?”	36
6.3. „Magyarországon lehetséges-e a következő: Középvállalkozás áramtermelése csak napelemekkel - nincs visszatáplálás, viszont kizárólag napmentes időszakban	

továbbra is a szolgáltatótól. Engedélyköteles-e és mennyi idő alatt lehet kiépíteni?”.	37
6.4. „Szigetüzemű napelemes rendszert szeretnénk. Családi ház ellátása lenne a cél és, hogy minimálisra csökkentsük a függőségünket a hálózati rendszertől.”	39
6.5. „Kell-e villámvédelmet telepíteni napelemes rendszer telepítése esetén?” ...	42
6.6. „Hogyan válasszak otthonra energiatároló rendszert?” - Han Xiaoping, Dr. Tokody Dániel.....	43
7. Szoftver körkép – Ady László.....	51
7.1. Áttekintés	51
7.1.1. Vizsgálati módszertan.....	52
7.1.2. Felhasználási profil	52
7.1.3. Vizsgálathoz használt felhasználási profilok	53
7.2. Szoftverek bemutatása.....	55
7.2.1. TESVOLT Calculator	55
7.2.2. TESVOLT Energy Manager	56
7.2.3. HOMER Pro	59
7.2.4. Energy Toolbase.....	60
7.2.5. DER-CAM.....	61
7.2.6. OpenDSS.....	63
7.2.7. Tesla BMS és Powerwall Gateway.....	65
7.2.8. SMA Sunny Portal és Sunny Island	67
7.2.9. Schneider Electric EcoStruxure.....	69
7.2.10. DimenSim Platform.....	71
7.3. Összehasonlítás.....	74
7.4. Kalkulációk	77
7.4.1. Családi ház.....	77
7.4.2. KKV.....	78
7.4.3. KKV Üzem	79
8. Szuperkondenzátor, mint energiatároló – Ady László	80
8.1. Használatra kész szuperkondenzátor alapú energiatároló megoldások.....	85
8.1.1. GTCAP szuperkondenzátorok vizsgálata.....	85
8.1.2. GTEM termékcsalád vizsgálata.....	85
8.1.3. GTEF termékcsalád vizsgálata.....	88
8.2. Oraako szuperkondenzátorok vizsgálata.....	90

8.2.1.	48V 5/10/15kw Graphene Supercapacitor Energy Storage	90
9.	Napelemes rendszerek tartószerkezetének, méretezése és szimulációja - Ady László, Dr. Felhős Dávid.....	92
10.	Mintaprojektek és esettanulmányok	97
10.1.	Primaenergia Zrt. szigetüzemű ellátó rendszer - Drabik Gergő, Dr. Tokody Dániel (szerk.)	97
10.2.	Paradigmaváltás az energiatárolásban - Szűcs Marcell, Csapó Dániel	104
10.3.	A német „Exportinitiative Energie” program - Dr. Tokody Dániel	108
10.4.	Magas hőmérsékletű tárolás Power2Heat alkalmazásokhoz - Dr. Tokody Dániel (szerk.)	109
10.5.	Karman-Mechanics napelem tartószerkezet építése - Dr. Felhős Dávid, Ady László.....	111
10.6.	Karman-Mechanics energetikai központ hűtés optimalizáció - Dr. Felhős Dávid, Ady László.....	113
11.	InterSolar Europe – München – Dr. Tokody Dániel, Han Xiaoping	115
12.	Irodalomjegyzék.....	116
13.	Szerzők.....	119
14.	Lektor	123

1. Vezetői összefoglaló

Mérnökként sokszor elgondolkodik az ember, hogy mi az a szellemiség, amit egy szakmáját szerető értelmiséginek ma Magyarországon és a világban képviselnie érdemes. A kamarai munka és általában a közösségért végzett tevékenység egy közös szellemiség képviselését követeli meg.

A magam részéről azt szoktam mondani, hogy a tudománynak az a szépsége, hogy meghallgatjuk egymás véleményét és még, ha nem is értünk egyet, belátjuk, hogy egyes esetekben az igazság nézőpont kérdése.

Arra kellett rájönnöm, hogy a tanulmányunk témáját adó terület is ilyen. Vannak komoly professzorok, akik állítják, hogy a teljes energetikai rendszerünket állíthatjuk megújuló energiaalapúra. Vannak, akik abban látják az igazságot, hogy a DC átvitel, vagy éppen a DC micro hálózatoké a jövő. Álláspontjuk értelmezhető és belátható azok lényege, esetleges előnyei.

A mérnöki munka lényegét tehát a különféle álláspontok mérlegelésben látom, ebben az esetben is. Azaz, a felmerülő problémák gazdaságos és biztonságos, a társadalom és az egyének javát szolgáló műszaki megoldása megtalálásában. Így van ez az energiatárolás terén is.

Munkánk szellemiséget ennek jegyében képzeltem el és bízom abban, hogy az elkészült mű ezt vissza is adja annak olvasója számára.

Munkánkban bemutatjuk, hogy a villamos energetikai szektor átalakulása véleményünk szerint hol tart. Mit tehetünk energiafelhasználásunk optimalizálása terén? Vagy, hogy van-e lehetőségünk már a villamosenergia szezonális tárolásban gondolkodni?

Külön fejezetet szenteltünk, olyan laikus felhasználók által megfogalmazott kérdések értelmezésére és megválaszolására, amelyekkel nap mint nap találkozhatnak a mérnök-kollégák.

Foglalkoztunk továbbá az energiatároláshoz kapcsolódó szoftverek felkutatásával és vizsgálatával.

Az energiatárolás terén az akkumulátoros, illetve hidrogénes technológiák mellett a grafén szuperkondenzátor technológián alapuló energiatárolás gyakorlati kérdéseit vizsgáltuk meg.

Majd számos esettanulmányt mutatunk be, amelyek gyakorlati hasznossága kézzelfogható. Minden közreműködő szakember kollégának és az általuk képviselt cégeknek köszönjük, hogy tudásukkal hozzájárultak tanulmányunk elkészítéshez.

Dr. Tokody Dániel

2. Az energiatárolás komplex megközelítése - Dr. Tokody Dániel

Az aktuális társadalmi helyzet és probléma, amivel a mérnökök szembesültek, az az igény, hogy az energetikai rendszer hagyományos struktúráját alakítsák át egy jóval decentralizáltabb és elosztott logikájú rendszerré. Ez az átalakulás nem most kezdődött. Ugyanakkor azzal, hogy egy olyan energetikai rendszer kialakítása van folyamatban, amelyben a hagyományos rendszerben fogyasztónak nevezett szereplő mára már lehet energiatermelő is. Ez merőben átalakítja és dinamikusan változóvá teszi az energiaáramlás irányát a villamosenergia hálózatban. A sok megújuló energia integrálása a hagyományos energiarendszerbe, megkívánja az energiarendszer átalakulásának megszervezését.

A nagyobb energia hálózatok átalakítása idő- és forrásigényes feladat. A jelentősebb méretű hálózatfejlesztés energiatárolás kiépítésével elkerülhető. Ezáltal az energiaszolgáltatói bővítés időbeli elhúzódása nem akadályozza a fogyasztók energetikai fejlődését. Ez igaz lehet akár a háztartási, KKV, közösségi szintű vagy ipari méretű felhasználási esetekben is.

Energiahatékonyságot, energiabiztonságot, energiatudatosságot és a fenntarthatóságot szolgáló műszaki megoldásokat keresünk. Fel kell ismerünk, hogy a különféle társadalmi folyamatok okán megváltoznak a fogyasztói szokások és prioritások. Így vélt, vagy valós igény mutatkozik a teljes körű önellátásra vonatkozólag, sok esetben energetikai szempontból is. Az energiaválság jelentős motiváló erő az energiatárolók létrehozása kapcsán.

Az energetikai függetlenségként elképzelt szimpla energiatároló megvalósítása, nem csak biztonságot jelent, és bizonyosan nem üzembiztonságot fog jelenteni számunkra. A kellő redundancia kialakítására csak egy jól megtervezett rendszer esetén lehet igényünk. Ugyanakkor kétségünk se legyen afelől, hogy a kitettségünk másképpen alakul. Gondoljunk csak a szakemberek, vagy a pótalkatrészek időbeli és térbeli elérhetőségére. Mindezeket persze mérlegelhetjük és persze előállhat olyan projekteset is, ahol csakugyan jelentős és nagy segítség lehet az energiatárolás megvalósítása. Sok esetben pedig évtizedek óta megbízható alternatíva a szünetmentes tápellátás biztosítása. Egyes esetekben pedig felhasználási területből adódóan (pl.: kórházak, vasúti alkalmazások) kötelező jellegű az villamosenergia tárolás megvalósítása.

De tárolhatunk ugyanakkor hőt és akár hidrogént is, hiszen már ezek a technológiák is szabadon elérhetőek.

El kell tehát döntenünk, milyen elvek mentén szeretnénk energiatárolót létesíteni.

A beruházói döntéshozatal fontos szempontjai lehetnek az akkumulátor/energiatároló teljesítménye, tűzvédelmi megfontolások, vagy akár az élettartam stb. Ebben a folyamatban számos kérdés merülhet fel. Ilyen alapkérdés, hogy a kiválasztani kívánt gyártó, szállító a szükséges nyilatkozatokat tudja-e biztosítani? Vannak-e esetleg már hazai, európai tapasztalatok, hogy az adott berendezés/ rendszer az elvárásoknak megfelelően teljesít-e a tervezett alkalmazásokban? Nehézséget okozhat például, hogy a kémiai folyamatok nehezen jósolhatóak hosszútávon, vagy hogy a forgalmazók nem biztosítják a szavatosságot.

De a tárolás időbeli hossza kapcsán is döntést kell hoznunk, ebben az esetben a tárolási technológia fizikai korlátot jelent majd. Gondoljunk csak a szezonális tárolás nehézségeire.

Akkumulátoros energiatárolók jól ismert felhasználási lehetőségei a következők:

- Megújulókból nyert energia felhasználásának növelése.
- Energia arbritrázs.
- Frekvencia szabályozás.
- Szünetmentes tápegység.
- Black-start.
- Rendszerhasználati díjak csökkentése.
- Feszültség szabályozás és meddőkompenzáció.
- Ramping.
- Csúcsidőszaki villamosenergia költség csökkentése.
- Hálózatfejlesztés kiváltása.
- Hálózati szűk keresztmetszetek enyhítése.
- Szekunder és terciér tartalék.

A fentiekből látszik, milyen összetett kérdésről van szó. Komplex, akár hálózati szinten és akár egyedi tárolás szintjén is. Kellő eredményt akkor érhetünk el, ha összefüggéseiben változtatunk és kihasználjuk az egymást erősítő folyamatokat, amely módszerrel sokat tehetünk a rentabilitás érdekében. Véleményünk szerint a mérnök feladata, hogy átlássa a megoldandó problémát és ne csak szűken saját szakterületén, hanem egészében tegyen javaslatot a probléma megoldásra az energiatárolás területén is.

3. Energiafelhasználás optimalizálási lehetőségei, források-fogyasztók-költségek - Schottner Károly, Haddad Richárd

Az energiatárolási megoldások, azok kialakítása és megvalósítása napjaink egyik legjobban pezsgő műszaki fejlesztési területe, mivel a biztonságos villamosenergia ellátás nagyarányú időjárásfüggő energia termelői részaránnal rendelkezik. Kutatók, fejlesztők és gyártók hada azon dolgozik és verseng egymással, hogy kinek, mikor és milyen technológiája fogja meghozni az áttörést, meg tudják-e válaszolni, hogy kinél lehet a Szent Grál.

Ha akkumulátoros rendszerben gondolkodunk, akkor nehezen megjósolható, hogy mennyi időre van szükség a kellő kapacitást nyújtó, hatékony, és legfőképp fenntartható megoldás megtalálására. Erősen befolyásolja a terjedést az elérhető megoldások ára, hatékonysága, kapacitásának nagysága, önkisülés ideje. A megoldáshoz vezető út sokféle, talán a haladás iránya az, amelyben a szakértők megegyeznek.

Az energetikai beruházások megtérülése hosszú időt vesz igénybe, így az útkeresés apró lépései során felmerül a kérdés, hogy pontosan milyen irányokba érdemes haladnunk. Léteznek-e olyan mérföldkövek, melyek, mint megállók, lehetőséget biztosítanak a társadalmunk számára, hogy az úttörők válaszkeresései idejére előrébb léphessünk és ezzel is javítsuk az energiaigényeink által támasztott elvárások kielégítettségét?

A lehetséges irányok felvázolása alapvető fontosságú, azokkal kapcsolatban a teljeskörűsége törekvés feltétlenül fontos, a lista komplettségének elérése viszont – természetéből adódóan – utópisztikus elvárás.

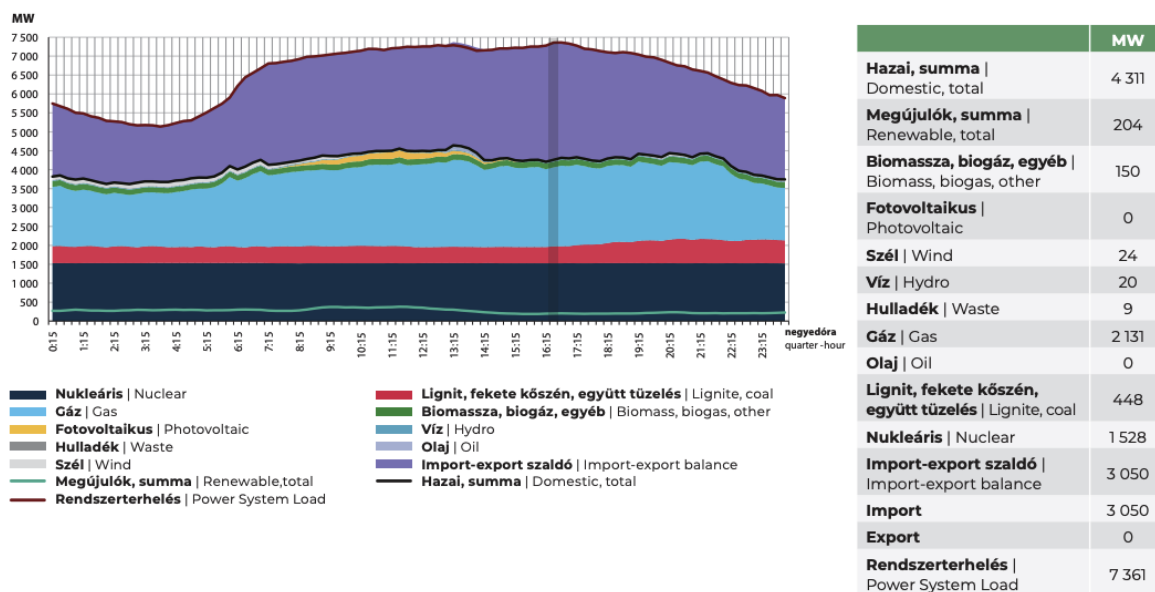
Megvizsgálva az energetikai rendszereink felépítését az alábbi pilléreken támaszkodnak:

- források,
- átviteli és elosztó rendszerek (mint energetikai rendszerek),
- fogyasztók.

Energetikai rendszereink bár statikus és homogén elemekből épülnek fel, időbeli változással mégis sztochasztikusan viselkednek, így figyelembe kell venni a *forrás profilokat* és a *fogyasztási igény profilokat*.

Az együttműködő villamosenergia rendszerben a folyamatos energia egyensúly fenntartása 50 Hz-es frekvencia mellett a legfontosabb. A forrás profilok vizsgálatánál a hazai 7 400 MW-os csúcs igényt úgy kell tudnunk kiszolgálni, hogy a már beépített

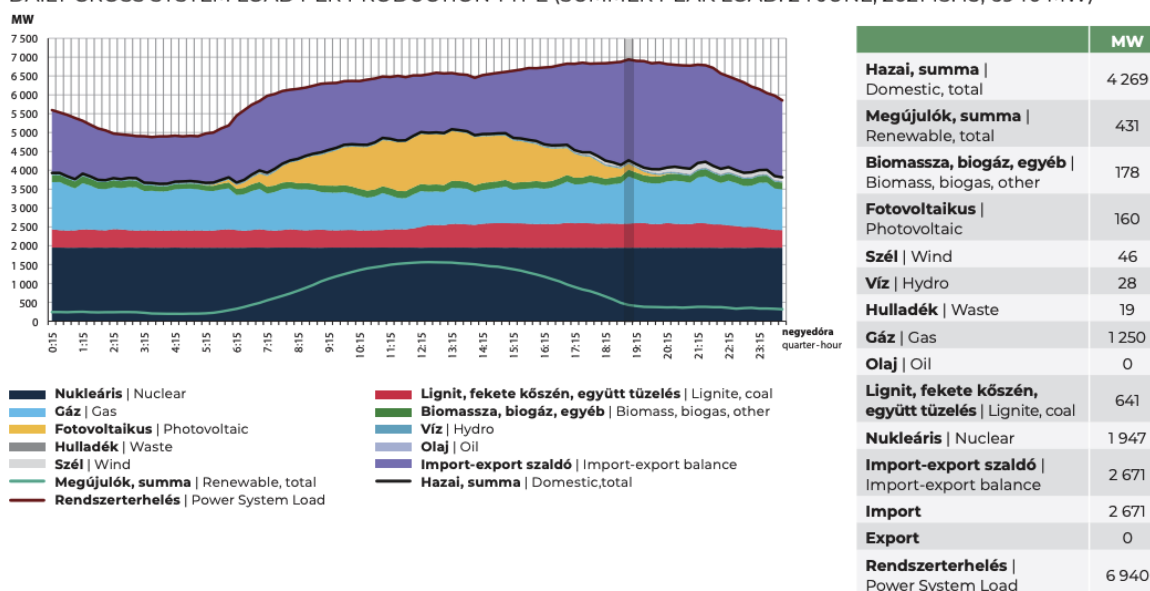
közel 5 400 MW-nyi napelemes termelők a csúc igény időpillanatában sokszor el sem érhetőek.



1. ábra. Napi bruttó terhelési görbe primer források szerint (téli csúc: 2021.12.09. 16:30, 7361 MW) [MAVIR]

Erre az egyik legjobb példa a 2021-es év legnagyobb fogyasztási időpontja, ami 2021.12.09-én 16:30 időpontra esett. Ebben a negyedórában a Fotovoltaikus termelés értéke 0 MW volt (1. ábra).

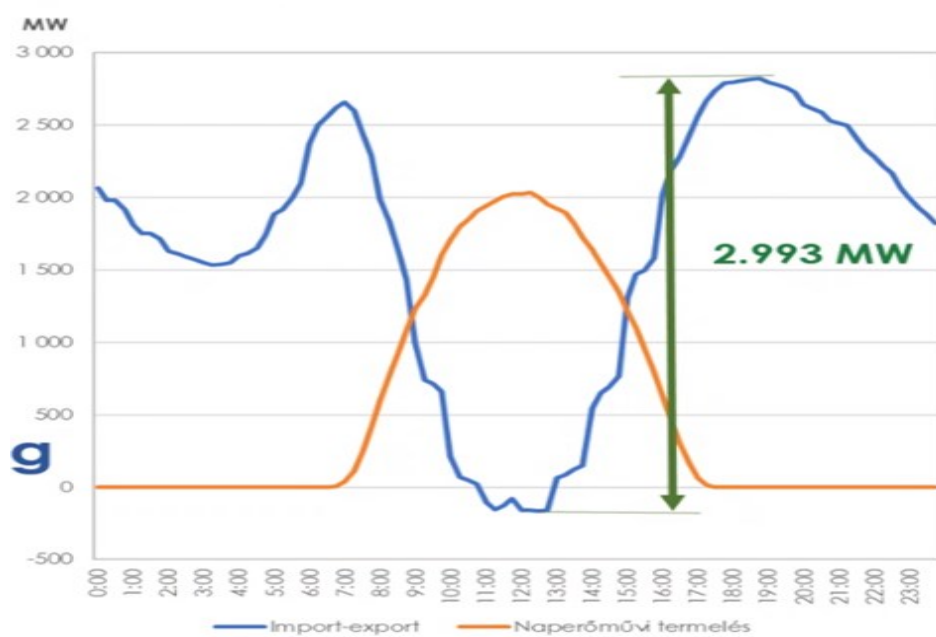
NAPI BRUTTÓ TERHELÉSI GÖRBE PRIMERFORRÁSOK SZERINT (NYÁRI CSÚCS: 2021. JÚNIUS 24. 18:45, 6940 MW)
DAILY GROSS SYSTEM LOAD PER PRODUCTION TYPE (SUMMER PEAK LOAD: 24 JUNE, 2021 18:45, 6940 MW)



2. ábra. Napi bruttó terhelési görbe primer források szerint (nyári csúc: 2021.06.24. 18:45, 6940 MW) [MAVIR]

A 2021-es évben a nyári időszak csúcsában is csak 160 MW volt a napelemes termelés kontribúciója a hazai forrás profilban, holott a teljes igény 6 940 MW volt.

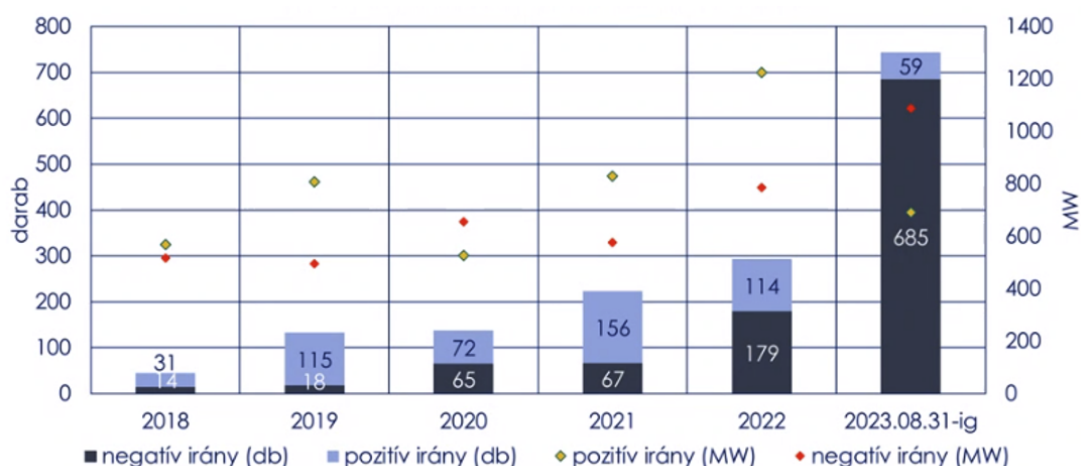
Mindenek mellett a fogyasztási igény profilok olyan információ gyűjtemények, melyek múltbéli adatokon alapuló, elemzésekre támaszkodó, jövőbeli várható hasonlóságokat feltételező, rendszerezett adathalmazok, tipikusan Big Data rendszerek. A **források** tekintetében a rendelkezésre állást és azok mértékét, a **fogyasztás** tekintetében az igények jellegét, felmerülését és nagyságát hordozzák magukban. A rendszer működtetésének fontos eleme még a mérés és beavatkozás lehetősége, valamint annak sebessége.



3. ábra. Napi import -export és a naperőművi termelés. [MAVIR]

A mai szabályozási lehetőségek alapvetően az import/export energia forrásokra támaszkodnak, amely a hazai gazdaság versenyképességét jelentősen rontja. Az energia függetlenség elérése fontos cél.

A jelentős beépített napelemes termelés egyik következménye, hogy ugrásszerűen megnőtt a negatív irányba történő szabályozás. Ennek oka, hogy a környezetbarát, zöld energia nagy részét a villamosenergia rendszernek be kell fogadnia, így a többi termelés leszabályzásra, szélsőséges esetben kikapcsolásra kerül.



4. ábra. 400 MW-ot meghaladó negyedórás kiegyenlítetlenségek darabszáma és az éves maximális értékek. [MAVIR]

Az ábrán is jól látszik, hogy az elmúlt öt évben összesen fele annyi negatív irányú szabályozás történt, mint a 2023-as év augusztusáig eltelt 8 hónap alatt.

Sajnálatos módon ezekből a példákból látható, hogy a profilozás egy jövőbe vetett hit és elvárás, amely valószínűségeken alapul, és jóságára váratlan események lehetnek, sőt vannak is hatással.

A váratlan események csoportjai lehetnek:

- Források rendelkezésre álló mértékének csökkenése, vagy a tervezettnél nagyobb mértékű rendelkezésre állása.

Erre jó példa az időjárásfüggő energiatermelő napelemes rendszerek, szél erőművek sőt a vízerőművek is, melyek bár jobban kiszámíthatóak, de az aszályos időszakok vagy az árvizek (évszakfüggők mellett a nem tervezhető villámárvizek is), napjaink klímaváltozásának legnagyobb problémái közé tartoznak.

- Források kiesései, azaz üzemzavarai.
- Fogyasztók nehezen, vagy túlzott toleranciával profilozható, sztochasztikus változásai.

Például az olyan legújabb, már a kétirányú energiaáramlást biztosító, az e-mobilitás szerves részét képező elektromos járművek, melyek nem csak ütemezetten tölteni, hanem esetleg visszatáplálni is tudnak a csatlakoztatott hálózatukba. Bár a magánháztartásoknál ez elég jól profilozható, de a bárki számára szabad elérhetőséget is biztosító jellemzően céges, több töltős rendszerek esetén a véletlenszerűség feltételei adóttak.

- Fogyasztók leszakadásai az energiarendszerről.

Az optimális megoldás keresésének célja a fogyasztói igényekhez az elérhető források költségek szerinti minimum megtalálása.

Az időjárásfüggésből adódó hektikus túltermelés és termelési hiány napon belüli kiegyenlítésére lehetséges műszaki eszköz az akkumulátoros energiátárolás.

De felvetődik a kérdés, hogy ez a tárolás az egyetlen és mindenképp felett álló megoldás?

Röviden megválaszolva a kérdést, ***természetesen nem.***

A beruházás szükséges mértékének meghatározásához érdemes néhány itt megfogalmazott szempont átgondolása.

Kérdésként meg lehet fogalmazni, hogy:

- 1.) A források időbeli rendelkezésre állása hogyan és milyen költséggel tudja követni a pillanatnyi fogyasztási igény kiszolgálását?
- 2.) Milyen költséggel lehet újabb forrásokat bevonni a rendszer egyensúly fenntartásához?
- 3.) A pillanatnyilag rendelkezésre álló, adott költségű forrás későbbi időpontban felhasználva javíthatja-e az energiaköltségeink egyenlegét? Vagyis, későbbi felhasználáshoz érdemes-e most eltárolni? A betárolás, majd a kitárolás során mekkora energiaveszteséggel (átalakítások hatásfokával), így költségnövekedéssel kell számolni? Milyen formában tároljuk el az energiát, villamosenergia, mechanikai (mozgási vagy helyzeti), esetleg hő?
- 4.) Az energia egyensúly fenntartásának érdekében a pillanatnyilag fel nem használt, de lényegében rendelkezésre álló energiát megérné-e tárolás helyett most felhasználni? Ezért milyen költséggel és milyen mértékben lehet újabb fogyasztókat bevonni?
- 5.) Dinamikusan mely fogyasztókat, milyen mértékben lehet adott komfort fenntartása mellett bevonni, leválasztani, vagy átütemezni? Az átütemezés lehetőségének megteremtése milyen költségekkel jár? Milyen kompromisszumokkal lehet jobb kialakítást bevezetni?

A fenti gondolatsor alapján látható, hogy nem szabad egyetlen aspektusból megközelíteni ezt a feladatot.

4. Energiatárolókkal támogatott energiagazdálkodási elvek, intézkedési lehetőségek - Schottner Károly, Haddad Richárd

Annak eldöntéséhez, hogy milyen módon próbáljuk egy adott rendszer energiatárolóinak méretét és fajtáját meghatározni, előbb érdemes tisztázni, hogy milyen megfontolásokat követve építkezzünk.

4.1. Önfogyasztás optimalizálás

Azokban az esetekben, amikor a fogyasztási jellemzőikből fakadóan a fogyasztók nagy energiaigénye felmerül és a saját rendszerük nem képes elegendő villamos energiát termelni, akkor természetesen a többlet energiaszükséglet fedezését az erőátviteli hálózathoz vételezi.

Azonban energiatárolóval támogatott rendszerek esetén a korábban megújuló energiával megtermelt és eltárolt energiát, időben eltolva, vagyis átütemezve, akkor tudjuk felhasználni, amikor a pillanatnyi megvásárlás lényegesen magasabb áron lenne lehetséges.

Ebből következik, hogy egy jól felépített be-ki tárolási rendszerrel összességében kevesebb energiát kell felvenni az erőátviteli hálózathoz, így az önfogyasztás optimalizálás segíti az energiaköltségek kiszámíthatóságát, tervezését.

Az önfogyasztás optimalizálás alkalmazásával, a bruttó elszámolású saját energiatermeléssel (jellemzően napelemes rendszerrel) rendelkező háztartások esetén is, de vállalati szinten visszawatt mellett is jelentős energiaköltség megtakarítással számolhatnak a tárolórendszerbe beruházók.

4.2. A hálózati csatlakozási költségek csökkentése

Egy vállalat fejlődésével együtt jár az energia igényének növekedése is. Akár az adminisztratív, irodai környezetet bővülésével, akár a termelő, raktározási folyamatok fejlődésével szükségessé válhat az energetikai hálózati csatlakozás bővítése. Az energiaszolgáltató a hálózathoz bővítést külön (esetenként magas) hálózathoz fejlesztési hozzájárulási költségek megtérítése mellett biztosítja a rendszerhasználóknak.

Energiatárolók nélkül gyakran fordul elő, hogy akkor merül fel a fogyasztási igény, amikor például a létesítményhez tartozó napelemes rendszer kevesebb, rosszabb esetben éppen semmilyen energiát nem termel. Az energiaszükséglet pótlása ilyenkor piaci áron lehetséges, így költséges vételezést jelent a hálózatról.

Míg energiatároláson alapuló rendszereknél a felhasználó akkor fogyaszthatja el a napelemes rendszeréből származó saját termelésű villamos energiáját, amikor szüksége van rá.

Energiatároló rendszer alkalmazásával látható, hogy az erőátviteli hálózathoz vételezett energia mennyisége csökken, így szükségtelenné válik a hálózati csatlakozás bővítése. Mivel elkerülhető ez a beruházási költségelem, energiatárolókra támaszkodó korszerűsítéssel költséget takaríthatnak meg, a cég értéknövelésével egyetemben.

4.3. Csúcslevágás (peak shaving)

A fogyasztás időbeli lefolyását megvizsgálva láthatók olyan események, amikor a villamosenergia-fogyasztás bizonyos időpontokban megugrik. Ahhoz, hogy a felhasználó gépei üzemelni tudjanak, természetesen szükséges ezeknek az időszakos fogyasztási ugrásoknak a kiszolgálása, ezért a hálózathoz folyamatosan rendelkezésre kell állnia ennek a kapacitásnak még akkor is, ha csak rövid ideig van rá szükség. Ezért ennek számbavételével kell a villamosenergia-szolgáltatóval hálózat csatlakozási szerződést kötni.

Új berendezések megjelenése a fogyasztónál különösen megnehezíti a tervezhetőséget, hogy bekövetkezik-e csúcs, az mekkora össz-csatlakozási többletigényt jelent az adott időpontban. A csúcsfogyasztási túllépés büntetőtarifával jár, azaz az aktuális számlázási időszak költségeinek megugrását okozhatja.

Energiatárolók alkalmazásával viszont a létesítmény infrastruktúrája, a fogyasztók és a gépek által felvett villamos energia ilyen csúcsterhelések felmerülésekor közvetlenül az energiatárolóból, nem a közcélú hálózathoz kerül kielégítésre. Ez segít a lekötésen belül tartani a fogyasztást, elkerülve a büntetőtarifákat, csökkenteni a működési költségeiket.

4.3.1. Azonnali csúcslevágás

Ha a terhelés a lekötött küszöbértéket átlépi (csúcs), a tároló biztosíthatja a megugrott villamos energiaigényt, vagyis azt a hálózat felől nézve a tárolórendszer „levágja”.

Ennek eredményeként a hálózathoz felvett villamos teljesítmény a meghatározott értéken belül marad. A tárolót ezután a hálózatról vagy a napelemes rendszerből folyamatosan fel lehet tölteni, úgy, hogy továbbra is a lekötésen belül maradjon a fogyasztó, a tárolórendszer felkészüljön egy újabb csúcs levágására.

4.3.2. Időablakos csúcslevágás

A fogyasztás értékeinek adott időablak szerinti, pl. negyedórás időintervallum elemzésével szabályozzák a rendszert. Az áramszolgáltató által tolerált maximális fogyasztási csúcsot számításba véve megengedünk rövid idejű túllövéseket (csúcsokat), de csak oly mértékig, hogy a 15 perces intervallumon belüli átlagfogyasztás ne haladja meg a maximálisan tolerálható túlfogyasztás értékét.

A pillanatnyi csúcslevágással minden fogyasztási csúcs, amely egy meghatározott küszöbérték felett megjelenik, egyszerűen a tárolórendszerből kerül kiszolgálásra.

Az időablakos csúcslevágással optimalizált rendszereknél a büntetőtarifa elkerülése mellett a tárolóból kivett energia is kisebb lehet. A tárolórendszer optimalizált igénybevétele azt eredményezi, hogy a kapacitása újratöltés nélkül hosszabb ideig kitart, kevesebb töltési ciklussal terhelt, így a tároló élettartama megnövelhető.

4.4. Időalapú tarifális költség optimalizálás

Olyan elszámolási rendszereknél, ahol több tarifával kerül elszámolásra a vételezés, jellemzően az energiaárak a kereslet alapján kerülnek meghatározásra. A villamos energia drágább a nagyobb kereslet idején (csúcsidőszak, csúcscsúcs), alacsonyabb amikor az energiaigény kisebb (völgyidőszak, csúcsidőn kívüli tarifa).

Az energiatárolók alkalmazásával ezen időszakok közötti eltolt energia betárolással és kitérővel a vásárolt energia összköltség optimalizálható.

Tarifarendszer Magyarországon (2023. október, forrás: MVM, EON):

A villamosenergia rendszerhasználati-árszabásokat, azok áralkalmazási feltételeit és egységárait a 4/2011. (I. 31.) NFM rendelet, a 259/2022. (VII. 21.) Korm. rendelet, a 7/2022. (VII. 21.) MEKH rendelet és a 20/2022. (XII. 21.) MEKH rendelet, valamint a 13/2022. (XI. 18.) MEKH rendelet tartalmazza.

Lakossági fogyasztók

- [A1] tarifa: Egy zónaidős, így a nap minden időszakában azonos díjon kerül elszámolásra. Azonban az éves fogyasztástól függően változhat az elszámolási egységár.
- [A2] tarifa: Két zónaidős, így a völgyidőszakban kedvezőbb díjat tartalmaz. Völgyidőszaknak minősül munkanapokon a 22-06 óra közötti időszak, nyári időszámítás esetén 23-07 óra közötti időszak, illetve nem munkanapokon a csúcsidőszak is.

- [B alap] tarifa: Vezérelt csatlakozási ponttal rendelkező fogyasztóknak, nem bontható hőtárolós berendezések kedvező árú üzemeltetéséhez. A tarifán naponta legalább 8 óra működési időben vételezhet, amiből 4-6 óra csúcson kívüli időszakra esik (és a legrövidebb kapcsolási idő nem lehet kevesebb 15 percnél). Ez a tarifa [A1] vagy [A2] árszabás mellé választható.
- [B GEO] tarifa: 2021. szeptember 1-jétől már új szerződés nem köthető B Geo tarifával! A berendezés vezérelt áramkörhöz kapcsolódik, amely naponta legalább 20 óra üzemidőt biztosít a hőszivattyú számára, 2x maximum 2 óra megszakítással. (Egy megszakítás nem lehet hosszabb 2 óránál, és két megszakítás között minimálisan 2 óra felfűtési idő áll rendelkezésre.)
- [H] tarifa: Külön mért, kéttarifás mérővel rendelkező fogyasztóknak, igényjellegű tarifatípus (október 15. – április 15. közötti időszakban vehető igénybe). Ez a hőszivattyúkhöz és a megújuló energiforrásokhoz kiépített rendszerekhez használható tarifa, viszont a B Geo tarifával szemben egész nap rendelkezésre áll.

Idősoros elszámolású felhasználási helyek az okosmérővel felszerelt háztartási fogyasztók, amelyek esetén a H 2359/2022., a H 2430/2022. és a H 3808/2022. számú MEKH határozatok, valamint a 10/2016. (XI. 14.) MEKH rendelet részletezi. Idősoros elszámolású körbe tartoznak azok a felhasználók, akik csatlakozási teljesítménye kiefeszültségen meghaladja a 3x80 Ampert, vagy közép- és nagyfeszültségen vételeznek és távméréssel szerelt mérőórával rendelkeznek.

Idősoros elszámolású felhasználóknál a fogyasztás negyedórás bontású adatok alapján havonta kerül elszámolásra.

4.5. Tárolórendszer ütemezett alkalmazása

A tárolórendszer különböző funkciói (önfogyasztás optimalizálás, csúcslevágás), valamint a fogyasztói körhöz csatlakoztatott berendezések időfüggő alapon, a hálózati/szerződéses követelményeknek és igényeknek megfelelően kerülnek ki-be kapcsolásra.

4.5.1. Rögzített töltési és kisütési időszakok (fix tarifálás)

A tárolórendszer igénybevétele különböző, előre rögzített időszakok definiálásával valósul meg.

Az energiaszolgáltatók a napszaktól függően különböző áron kínálnak energiát. Ha a közcélú hálózati irányból származó villamos energia ára egy adott időpontban magas, akkor az olcsóbb csúcsidőn kívüli tarifán betárolt energia alkalmazandó, míg a tároló az olcsóbb csúcsidőn kívüli időszakban kerül újra feltöltésre.

4.5.2. Változó töltési és kisütési időablakok (változó tarifálás)

Skandináv és egyes Nyugat-Európai országokban már üzemelő szolgáltatás, hogy az energiakereskedő rendszerek által szolgáltatott online energiaárfolyam figyelembevételével valósul meg a fogyasztói energiatárolók szabályozása.

Az energiakereskedők a villamosenergia piac kereslet-kínálat által meghatározott áron kínálnak energiát. Ha a villamosenergia iránti kereslet egy adott időpontban magas, akkor az elszámolási költség is magasabb, mint egy keresletszegény vagy energia túlkínálati helyzetben.

A fenti energiagazdálkodási elvek, a több fajta energia-optimalizálási stratégia párhuzamos alkalmazása, azok eltérő kombinációi máshova helyezett hangsúlyokkal szolgálhatják a felhasználói érdekeket. A többcélú használat lehetővé teszi valamennyi alkalmazás előnyeinek kihasználását, azonban azok prioritizálása határozza meg, hogy hova fektetjük a hangsúlyt, hogyan állítjuk rangsorba a saját céljainkat.

A villamosenergia-költségek csökkenése bármely kombinációnál megvalósul, a kérdés az elvárásaink kiszolgálása, valamint a beruházás megtérülési idejére gyakorolt hatás milyen mértékig valósul meg.

4.5.3. Lakossági rendszerek, háztartási fogyasztói profilok

A lakossági fogyasztók nyitottabbá és befogadóbbá váltak nem csak az újabb technológiák, hanem újabb módszertanok alkalmazása iránt is.

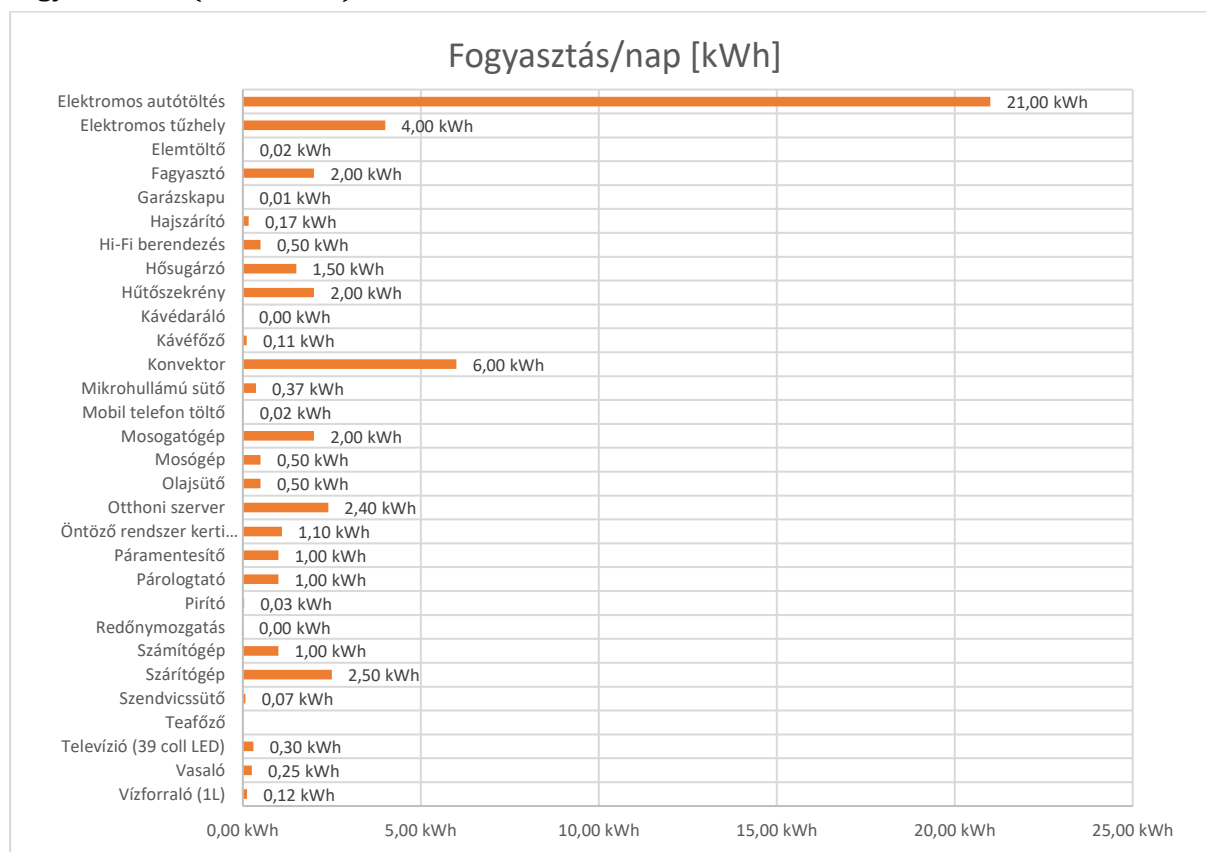
Mindemellett egyre több háztartási készülék kínál alapfunkcióiban olyan kényelmi szolgáltatást, mellyel azok működtetése nem igényel közvetlen felügyeletet és jelenlétet.

Ezen tendenciák felismerésével felmerül a kérdés, hogy milyen lehetőségek rejlenek a már meglévő rendszereink kialakításában, fejlesztésében és azok tudatos használatában.

Az energiatárolási technológiák költsége miatt érdemes megvizsgálni, hogy van-e olyan lehetőség, mellyel a betárolandó energia mértéke mérsékelhető, így optimalizálva megtérülési időt. Jelenleg a legolcsóbb energia a megújuló forrásból rendelkezésre álló energia, ezért napon belül, ha a fogyasztást át tudjuk ütemezni arra az időszakra, amikor pl. a megújuló forrásból származó energia közvetlenül rendelkezésre áll, akkor mind az energiatároló méretének csökkenéséből adódóan beruházási, mind annak fenntartási költségeit lehet csökkenteni.

Az MVM tájékoztató jelleggel összegyűjtötte a jellemző háztartási fogyasztókat villamosfogyasztásuk szerint [1], melyet kiegészítettünk pár fogyasztóval.

A vizsgálatunk tárgya olyan háztartásokra terjed ki, amelyek napelemes rendszereket is tartalmaznak. Ezen rendszerek termelőképességének alaptulajdonsága a napi ciklikusság. Megvizsgálva, hogy hogyan alakulnak a fogyasztási értékek az MVM által elkészített fogyasztói lista adataival, egységesítve átszámoltuk azokat napi fogyasztásra (1. táblázat).



1. táblázat. Háztartási villamos fogyasztók napi fogyasztási adatai [1] [saját szerkesztés]

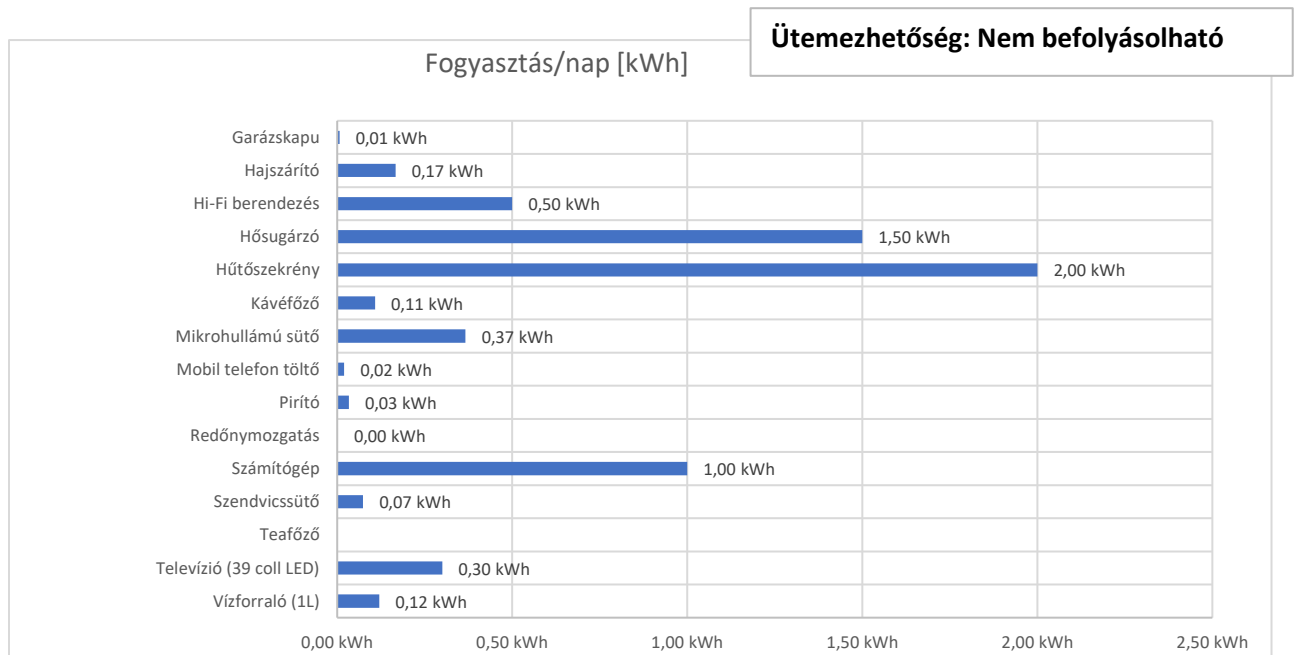
A fenti lista az abszolút fogyasztási értékeket tartalmazza, azonban a villamos fogyasztókat, további kategóriákba lehet sorolni azok felhasználási ütemezhetősége szempontjából.

Ütemezhetőségi kategóriák lehetnek:

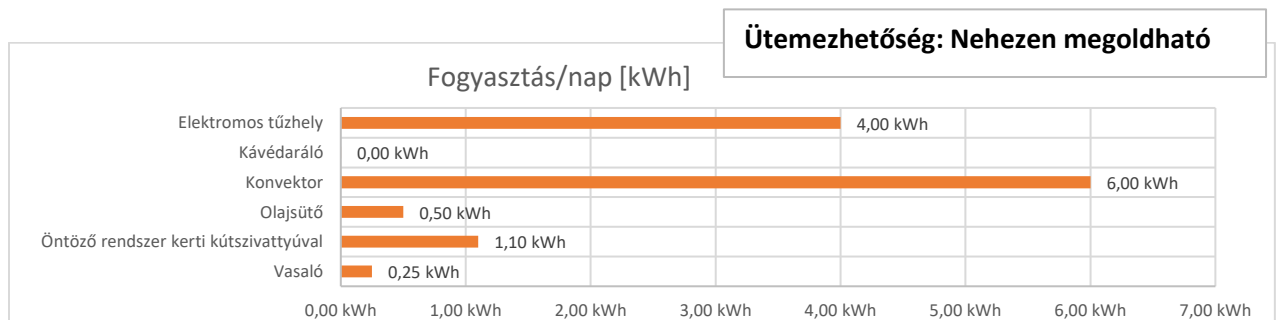
- a.) nem befolyásolható,
- b.) nehezen megoldható,
- c.) lehetséges.

A befolyásolhatóság fogalma alatt azt értjük, hogy lehetséges, illetve mennyire körülményes az adott fogyasztó villamos hálózatunkra kapcsolása, vagy leválasztása a komfort szintek fenntartása mellett a technológia jellegének kihasználása, automatizálási megoldások bevezetése, a felhasználói szokások módosításának lehetőségét figyelembe véve.

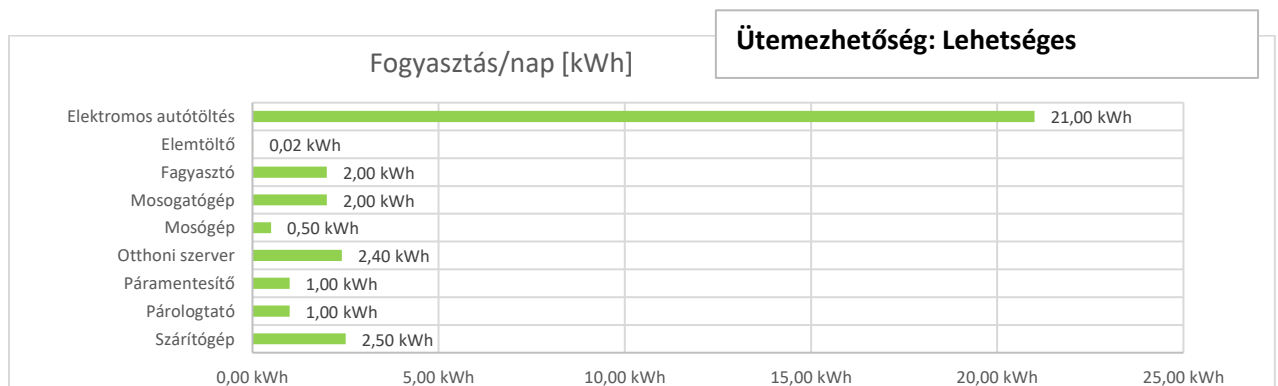
A fenti fogyasztói lista a kategóriák szerint felosztva:



2. táblázat. Háztartási villamos fogyasztók ütemezhetősége - Nem befolyásolhatók [saját szerkesztés]



3. táblázat. Háztartási villamos fogyasztók ütemezhetősége - Nehezen oldható meg [saját szerkesztés]



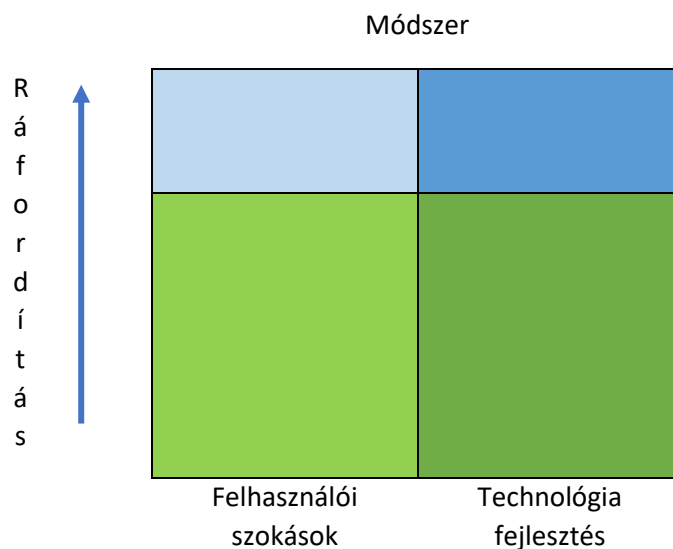
4. táblázat. Háztartási villamos fogyasztók ütemezhetősége - Lehetséges [saját szerkesztés]

Az adatok kategorizálásával látható, hogy hol, milyen mértékű befolyásolásra van elvi lehetőség.

Az optimalizálás szempontjából nem érdemes azokkal a fogyasztói fajtákkal foglalkozni, amelyek befolyásolhatósága nem lehetséges. Azok villamos energiaigénye éppen akkor és olyan mértékben fog felmerülni, amikor a felhasználó igényli. Annak energiaellátását biztosítanunk kell.

Azon fogyasztók, melyek energiaszükségletének felmerülése ütemezhető, befolyásolható, mindenképpen további megfontolás tárgyát képezhetik. A „Nehezen megoldható” besorolást kapó fogyasztók megvizsgálása nem elvetendő, de költség-haszon összevetés alapján szükséges döntést hozni az ütemezhetőség bevezetéséről.

Érdemes megvizsgálni, hogy az ütemezést milyen módon és milyen „áron” lehet megvalósítani:



5. táblázat. Fejlesztési Módszer-Ráfordítás mátrix

A fogyasztói fajtákat értékelni kell a befolyásolhatóság kialakításának ráfordításigénye (költség és idő) és a bevezetésének módszere szerint.

Belátható, hogy a mátrixban a „Lehetséges” kategóriába tartozó fogyasztók bárhol elhelyezkedhetnek, míg a „Nehezen megoldható” ráfordításigényeik alapján egészen biztosan a felső negyedekbe fognak kerülni.



A fogyasztó oldali befolyásolás (DSM) számos energiatermelő megépítését tolhatja előre az időben.

A legkisebb költséggel járó és a leggyorsabb eredménnyel kecsegtető megtakarítási módszer a felhasználói szokások megváltoztatásán alapuló energiaigény átütemezés (Demand Side Management -DSM). De mégis hogyan?

Megvizsgálva a „Lehetséges” kategória tagjait, számos nagyfogyasztó található a listában.

- A legtöbb modern nagy gép (mosógép, mosogatógép, szárítógép stb.) rendelkezik programozható indítási funkcióval. Egyszerű szokásmódosítással egy háztartás akár napi szinten 4-5 kWh olcsóbb, tisztább energiafelhasználást érhet el úgy, ha például az esti mosás, majd ruhaszárítás, valamint a mosogatógép éjszakai elindítása helyett a gépek időzítő funkcióját használva a programok lefutását a nappali órákra toljuk el, amikor sok napenergia termelődik. A napelemes rendszer termelési időszájába tolással a fogyasztás közvetlenül a megújulóból kerül kielégítésre. Az csak szokás kérdése, hogy reggel helyett majd délután, a munkából hazaérve pakoljuk ki a tiszta edényeket, teregetjük ki a ruhát.
- Az otthon működtetett szervereket jellemzően fájlok tárolására és azok elérhetőségére szokták használni. Amennyiben átgondolva a felhasználást, megállapítva, hogy valóban nincs is szükség a 0-24 órás üzemre és a szervert éjszakára ütemezetten ki lehet kapcsolni, majd elegendő csak délelőtt automatikusan visszakapcsolni akkor, az óránként „bár” 100Wh-nyi fogyasztás megtakarítással és éjszakai pl. 6 órányi lekapcsolással 0,6 kWh takarítható meg napi szinten. Ez éves szinten viszont akár 219 kWh megtakarítás nélkül, hogy észrevennénk a szolgáltatás kiesését. Ne feledjük, ha valami, akkor az az informatika, ami szinte biztos, hogy automatizálható rendszer.

Ehhez hasonló, átgondolt és tudatos szokásváltoztatásokkal a példaként alkalmazott napelemes rendszer által megtermelt energia egyből felhasználásra kerülhet.



Sok apró megtakarítás országos szinten egy erőművi blokk kiváltását eredményezheti!

A fenti tudatos fogyasztói szokásváltoztatások a 2023 őszén felmerült szaldóról bruttó elszámolásra áttérés esetén is segítséget jelentenek, hiszen az optimális rendszerműködés akkor áll fenn, ha a megtermelt energiát azonnal és helyben fel tudjuk használni.

Rendszerünk automatizáltsági fokát növelve olyan fejlesztéseket is be lehet vezetni, melyek adott fogyasztókat a saját, meglévő vezérelhetőségük által, vagy újabb vezérelt

kapcsolások kiépítésével szintén bevonhatók az energiafelhasználási optimalizálási törekvéseink körébe. Ezek a fejlesztések azonban költséggel járnak, így minden esetben meg kell vizsgálni, hogy a rendszerátalakítás mennyi megtakarítást ígér adott költségráfordítás mellett.

További megfontolandó fogyasztók lehetnek például:

- Elektromos autók és töltésük. Az e-mobilitás fundamentuma a járművek vezérelhető töltése. Minden elektromos autó képes szabványos töltőcsatlakoztatásra. Azonban nem minden töltőberendezés képes vezérelt töltésre. A vezérlés lehet helyi vezérlőrendszer vagy távoli, külső szolgáltató által működtetett. Ezt a vezérlési képességet lehet felhasználni a jármű töltésénél. Az autó, mint az egyik legnagyobb fogyasztónk a belső hálózati viszonyainkhoz igazodva fog töltődni. Azonban ezzel csak abban az esetben tudunk élni, ha a töltőberendezésünk erre alkalmas.
- Bár az MVM listája nem tartalmazza a villamos energiára támaszkodó fűtési és használati melegvíz előállítási gépészeti rendszerek fogyasztási jellemzőit, de ezek a rendszerek is megfontolás tárgyát képezik. Az ilyen típusú gépészeti rendszerek a villamos összefogyasztás szignifikáns hányadát képviselik. Fontos kiemelni, hogy a korszerű HVAC rendszerek már olyan szabályozási és kooperációs lehetőségekkel is rendelkeznek, melyek lehetővé teszik a megújuló energiaforrások hatékony felhasználását, üzemeltetési költségoptimumra törekvéssel. Ezek a technológiák leghatékonyabban egy felsőbb szintű, összetett adatfeldolgozó és szabályozó energiamenedzsment által vezérelve képesek a háztartás szempontjából optimális energiaköltség minimumon üzemelésre. Azonban a rendszerek méretezése, a méretezésen alapuló kialakítása, valós hatásfoka és ebből számított villamos energiaigénye épületgépészeti feladat. A méretezési és hatékonysági szempontok összetettségére a Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti tagozatának cikke is rávilágít. [2]

A besorolást követően viszont azt kell megvizsgálni, hogy az adott módszer bevezetése megfelelő eredménnyel jár-e.

4.5.4. Okosotthon technológiák trendjei

Mi is az Okosotthon?

Vezeték nélkül fel tudjuk-e kapcsolni a világítást? Esetleg a mobiltelefonunkkal a kanapéről, vagy az irodánkból? Távolról be tudjuk-e kapcsolni a klímát vagy a fűtést? Egyúttal le is tudjuk eresztetni a redőnyöket? Mindezekre időprogramokat is be tudunk állítani?

Véleményem szerint ez nem Okosotthon, ez Kényelmes-otthon. Ami fantasztikus és nagyon jó (a szerző is élvezi otthonában ezeket a kényelmi szolgáltatásokat).

Okossá akkor válik az otthon, ha az a felhasználó helyett képes olyan döntéseket meghozni, melyek preferenciái a felhasználó általi megfogalmazott célok. Azonban a célok teljesítésének elérése a rendszerünk feladata. Hiszen akkor, amikor azt rendelem el a rendszerben, hogy adott világítási kép megvalósuljon, az nem egy megoldás keresés eredménye, hanem a felhasználó korábbi döntésének programozott végrehajtása. Önmagában a redőnyök mozgatása szintén csak felhasználói igény megvalósítása.

Az okos háztartásban olyan képességek is támogatják a bennük élők mindennapjait, melyekre se szándékuk, se idejük, esetleg tudásuk sincs, hogy azt napról napra megfelelő gondossággal felügyeljék vagy működtessék. Megvalósul az árnyékolástechnika, a hűtés-fűtés, a világítás összehangolt automatikus szabályozása, a korábbiakban részletezett fogyasztók és a rendelkezésre álló energiaforrások tudatos és dinamikus összehangolása annak érdekében, hogy a havonta befizetendő energiaszámlák a lehető legkisebbek legyenek. Vagyis az elérendő cél az energiaköltség minimalizálás, peremfeltétel pedig a komfort biztosítása.

Az Okosotthon technológiák több évtizede kezdték meg térhódításukat. Lépten nyomon fellelhetők részegységek, alrendszerek, komplex hálózatok formájában.

Az egyik és legelterjedtebb technológia az olyan épületinformatikai megoldás, mely adott kommunikációs technológiával kapcsolja össze a rendszer résztvevőit.

Ilyen kommunikációs csatornák, átviteli közegek és protokollok lehetnek például (a teljesség igénye nélkül):

- sodrott érpár, huzalozott busz (KNX, LonWorks, LCN, ModBus, Ethernet stb.),
- kábelhálózatra szuperponált busz (PLC kommunikáció),
- vezeték nélküli, rádiós (Zigbee, LoRaWan, Bluetooth stb.),
- és a korrektség kedvéért a hagyományos huzalozott vezérlés is ide sorolandó.

[3]

Ezeknek a rendszereknek a tulajdonsága, hogy a beruházási döntés meghozatalakor le kell tenni a voksot valamelyik rendszer mellett.

Az adott rendszer kiválasztásának főbb szempontjai:

A megvalósítandó automatizálási feladat:

- kivitelezhető topológiák,

- rendszereszközök kompatibilitása,
- rendelkezésre álló interfészek köre,
- tervezési, kivitelezési és üzembehelyezési (azaz beruházási) költség,
- üzemeltetési és karbantartási költség,
- bővíthetőség (elvi és ráfordítási költség szempontból is).

A rendszerek megbízható működésének alapfeltétele, hogy az alkalmazott készülék állomány egységes hardverrel rendelkezzen. Ezen rendszerek előnye egyben a hátrányuk is, vajon újabb fejlesztésű termékek integrálhatók lesznek, vagy a bővíthetőség idővel korlátokba ütközik?

A rendszerektől eltérni jellemzően új, más technológián alapuló alrendszer kiépítésével, vagy a teljes rendszer lecserélésével lehet. Ezeket a hátrányos adottságokat hivatottak áthidalni az olyan megoldások, melyek különböző rendszerek összekötését valamilyen szabványos, jellemzően LAN hálózaton keresztül (pl.: BACnet) valósítják meg.

A berendezések, készülékek fejlődése kapcsán egyre több, komplex funkcionalitással bíró, intelligens és kommunikációval rendelkező eszköz található meg a háztartásokban. A készülékek gyártói követve a kommunikáció technológia trendeket a készülékeik vagy azok csoportja közötti belső kommunikációs megoldásaikon felül szabványos kapcsolódási kommunikációs interfészeket biztosítanak egyéb eszközök számára. Ezzel megnyitva a termékük globális kommunikációs integrálási lehetőségét.

Az IoT (Internet of Things) koncepció fokozódó térnyerése életre hívja a független eszközök és rendszerek átjárhatóságát és komplex kezelését.



Az IoT terjedése sajnos olyan kérdéseket is előtérbe hoz, mint a kiberbiztonság.

A legújabb fejlesztési irányok között egyre ígéretesebb és erősebb vonalat képvisel az a megközelítés, hogy ne a hardvert akarjuk egységesíteni, csak az interfészt és a kommunikációs protokollokat szabványosítsuk. A működtetést, vezérlést és szabályozást egy felsőbb szintű architektúrába szervezett menedzsment rendszer lássa el.

Ez a koncepció életre hívott egyre több olyan alkalmazást, szoftveres applikációt, mely hardver szinten eszközfüggetlen, nem valamely készülékgyártó által fejlesztett. Ezzel feloldva a kötötté és elkötelezetté válás béklyója alól a felhasználókat.

Nem kell, hogy az befolyásolja egy új gépészeti, vagy elektrotechnikai megoldás elterjedését, hogy az milyen rendszerbe illeszthető be. Nem köt le fejlesztési kapacitásokat a termékek gyártóinál, hogy több interfészt is kifejlesszenek, teszteljenek, majd minősítsenek (magas költségek terhe mellett), mivel ezeknek az interfészeknek a megalkotása áttevődik a szoftveres applikáció fejlesztőihez.

A szoftveres fejlesztés előnye, hogy a módosítások könnyen frissíthetők és aktualizálhatók az applikációkon keresztül. Ezzel, amikor a készülékgyártók kihoznak újabb fejlesztéseket, azok integrálása a szoftveres applikáció üzemeltető és a készülékgyártó közös érdeke, mivel ekkor marad az applikáció is piac- és versenyképes és ekkor tud leggyorsabban az új készülék is piacra kerülni.

Lehetséges érintett készülékek csoportjai:

- háztartási nagygépek,
- HVAC rendszerek,
- napelemes rendszerek (pl. inverterek),
- **energiatárolók,**
- elektromos autók és az autótöltők stb.

Azonban azt is meg kell említeni, hogy a rendszereink összehangoló működését biztosító adott szabályozási algoritmusok vagy a helyi, vagy külső (felhőalapú) szervereken futnak. Ha végiggondoljuk, nem várható el egy inverter gyártótól, hogy minden, a jövőben megjelenő hőszivattyúhoz aktualizálja a kommunikációs és szabályozási algoritmusait, annak érdekében, hogy az energiatároló töltési ciklusait továbbra is meg tudja határozni. Ezzel a filozófiával csak azt kell biztosítani, hogy a felsőbb szintű szabályozóval működjön együtt az új hőszivattyú, a meglévő inverteres környezet már amúgy is a szabályozási rendszer üzemelő része.

Ennek az új megközelítésnek az előnye, hogy a lakossági pénztárcákat nem terheli meg egy egyszeri magas beruházási költség, mivel az applikációk rendszerint havidíjas konstrukcióval működnek. Az applikációs versenyhelyzet lehetőséget biztosít a rendszereink fizikai átalakítása nélkül, viszonylag alacsony átállási ráfordítás mellett bármikor átváltani egy másik szolgáltatóra, aki az aktuális szolgáltatási kínálata és a felhasználói tapasztalatok alapján ígéretesebb lehet számunkra.

Az átjárható és léptékezhető rendszerszemlélet túlmutat a lakossági felhasználáson. A vállalati szegmensben, az irodaépületek, termelőüzemek épületeinek energetikai szabályozásában is egyre több ponton lelhetők fel adatgyűjtések. A már kompakt megszakítók szintjén megjelent digitális védelmek funkciói kibővültek a buszos kommunikációval begyűjthető, a védelmek által mért villamos jellemzők értékeivel, az

állapotjelzések, státuszok elérhetőségével. A kapcsolóberendezésekbe beépített adatgyűjtők, ipari buszos vagy webserver-es kommunikációs lehetőségek fejlődése és rohamtempójú elterjedése az egyre pontosabban tervezhető, irányítható és szabályozható energiafelhasználást tesznek lehetővé.

A korábban ismertetett energiagazdálkodási elvekre felépített stratégiák megvalósításának alapja a rendszerünk pillanatnyi állapotáról gyűjtött és rendszerezett információ rendelkezésre állása, elemzése, majd ezek alapján az energiatárolóba betárolt energia felhasználásának, vagy éppenséggel újra feltöltésének elvégzése. Minél részletesebb adatok állnak rendelkezésre a fogyasztóink jelenlegi állapotáról, esetleg ismert ütemezett változásairól, annál jobban és pontosabban lehet a fogyasztói költség és szolgáltatási célokat teljesíteni.

Fontos kiemelni, hogy a fenti módszerek bevezetése, beruházások elvégzése háztartásonként az anyagi képességek és lehetőségek egyedi értékelésével skálázhatók.

Szerényebb fejlesztési képességek, illetve a már meglévő rendszerünk minimális átalakítási szándéka esetére is léteznek módszerek.

Bár a legjobb megoldás a komplex, minden rendszerösszetevő szabályozásra kiterjedő intelligens épületek kialakítása, de ezeknek a törekvéseknek a felmerülő költségeinek mértéke, időbeli átfutása és nem utolsósorban az épületek készültségi foka szabhat határt. A léptékezés és fokozatos bevezetés lehetőségének keresése nagyon fontos az energiahatékonyság útkeresése során.



Az okosotthon nem cél, hanem egy út. Mindenki saját lehetőségeihez mérten kell, hogy éljen vele.

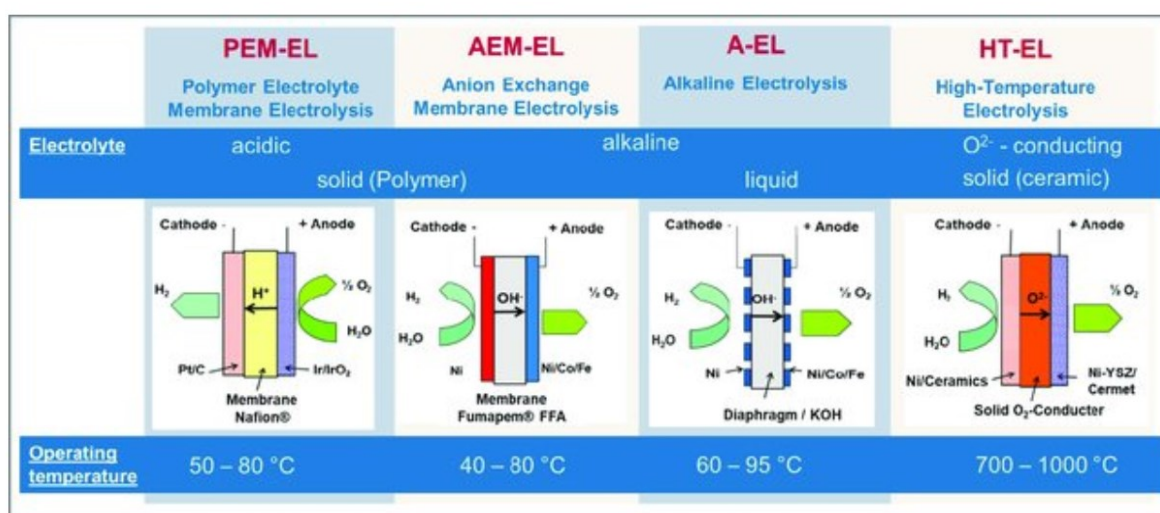
Fel kell ismerni, hogy korszerű, a beruházói érdekeket szolgáló rendszerek kialakítása a társ műszaki területek szoros együttműködése nélkül nem lehetséges. Ma már se a villamos, se a gépész alrendszer nem alakítható ki egymástól függetlenül azzal a szemérettel, hogy a másik majd igazodik hozzá. Az optimumkeresés iterációs lépések sorozata. A legjobb szándék mellett vezérelt kivitelői és értékesítői javaslatok, ha nem veszik figyelembe a társrendszerek adottságait, jellemzőit és lehetőségeit, várhatóan költséges eltávolodást eredményezhetnek a tényleges beruházói céloktól.

5. A szezonális tárolás kérdése - Haddad Richárd

Ha abból a feltételezésből indulunk ki, hogy az energiatárolás lényegében a villamosenergia átalakítása valamilyen más tárolható energia formába, majd a visszaalakítás eredményeként újra villamosenergiát kapunk, akkor beszélhetünk:

- kémiai-
- mechanikai vagy helyzeti-
- hő-

alapú tárolásról. Kémiai úton átalakított energia közé soroljuk az akkumulátoros, valamint a hidrogénalapú tárolókat. Az átalakítás eszköze ebben az esetben az elektrolizáló. Az elmúlt évtizedben olyan fejlődésen ment keresztül a hidrogénalapú rendszer, hogy nem csak stabil működést, de háztartási léptékben is értelmezhetővé vált.



5. ábra. Elektrolizáló típusok. [4]

5.1.1. PEM (Polimer Elektrolit Membrán) elektrolizálók

Az egyik legnépszerűbb technológia, amit használnak elektrolizáláshoz. Az előnye, hogy nagyon gyors a reagálása, és a ki- illetve bekapcsolásokra kevésbé érzékeny. Egy PEM-nek a várható hatékonysága 65% és az áramsűrűsége 3 (A/cm²). Más technológiákhoz képest a PEM eléggé költséges a használata, főleg a szükséges iridium és platina miatt. Háztartási méretben az egyik ajánlott technológia.

5.1.2. AEM elektrolizáló

AEM elektrolizáló „lelke” egy anion cserélő membrán. A bontandó víz bevezetése történhet a katód és az anód oldalán, de elegendő az anód oldalán. A folyamat során közvetlen, tisztítás nélkül is használható hidrogént kapunk, amelynek nyomása is kellően magas. A teljesítmény fokozása érdekében a bontandó vízhez elektrolitokat adagolnak. Összehasonlítva a PEM technológiával a szükséges alapanyagok ugyan lényegesen olcsóbbak és működése gyorsabb, de a benne felhasznált membrán élettartama viszont rövidebb.

5.1.3. Alkáli elektrolizálók

Ez a típusú berendezés már az 1900-as évek eleje óta kereskedelmi forgalomban megtalálható. A hidrogén újbóli „felfedezésével” számos gyártó palettáján megjelent.

Az alkáli elektrolit oldat egy 20-40 m/m% KOH vagy NaOH oldatot tartalmaz.

Egy diafragmának nevezett rész választja el a keletkező gázokat és közvetíti az OH⁻ ionokat egyik elektródtól a másikig (Zifron).

Katód oldalán a víz redukciójának következtében: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Anód oldalán a hidroxil-ionok oxidálódnak $2\text{OH}^- \rightarrow 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

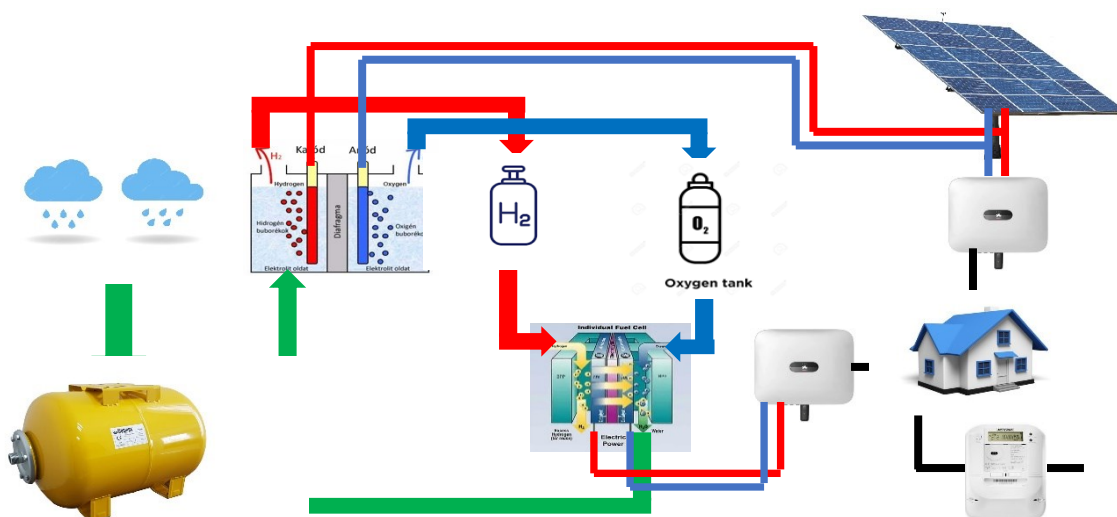
Az alkáli elektrolizáló berendezések áramsűrűsége maximum 0,6 (A/cm²), és csak alacsony nyomású hidrogén állítható elő vele. Ennek ellenére, széles körben használják, mert költséghatékony technológia és más technológiákkal összehasonlítva az élettartama hosszú. A várható hatékonysága a PEM elektrolizálókhoz hasonlóan 65%, ellenben akár 100 MW teljesítményig is alkalmazható. Az előállított hidrogén tisztítása viszont mindenképpen szükséges, ami az előállítás költségeit jelentősen növeli.

A hidrogénnel károsanyag kibocsátás mentes energia termelés valósítható meg!

Rövid, lehetséges példán keresztül bemutatunk egy kisléptékű hidrogénalapú tárolórendszert.

Az energiaellátási problémák mellett az ivóvíz ellátására is kell gondolnunk. Ezért a vízbázis megtartása és a fogyasztott vízszámla növelésének megakadályozása érdekében kézenfekvő, hogy az esővíz hasznosításával állítsuk elő a szükséges energiaforrás jelentős részét.

Az energia előállításra használt tüzelőanyag cellák egyik mellékterméke a vízgőz, amelyet kondenzálás után célszerű a körfolyamat elejére visszavezetni és a vizet újra felhasználni. A víz útját az 6. ábrán zöld nyíl jelöli.



6. ábra. Egy lehetséges kombinált tüzelőanyag cellás rendszerstruktúra. [saját szerkesztés]

5.1.4. A felhasználásra kerülő víz kezelése

Alapesetben felhasználni kívánt vizet ezért vezetőképpé kell tenni. Persze ehhez a szűrésen és ionizáláson kívül nincs szükség egyéb kezelésre. A folyamat alacsony energia igényű.

A vízbontásának folyamata a következőképpen írható le. A napelemekkel előállított egyenáram segítségével a vizet hidrogénre és oxigénre bonthatjuk, mely gázokat puffer tárolóban, nagy nyomáson tárolhatunk.

Az így előállított hidrogén nagy tisztaságú, a PEM típusú tüzelőanyag cellák működtetésére alkalmas.

Mivel a tüzelőanyagként felhasznált gáz előállítása és felhasználása különböző időpontokban történik, ezért a hidrogén és az oxigén tárolása elengedhetetlen. Az ábrán piros nyíllal jelöltük a hidrogén, kék nyíllal pedig az oxigén útját.

A tárolókapacitást úgy kell megválasztani, hogy a napsütéses időszakban termelt villamosenergia a teljes évre elegendő hidrogént és oxigént legyen képes előállítani.

A tüzelőanyag cella működtetése nem igényel tiszta oxigént, a reakció levegőben található oxigén molekulák segítségével is lezajlik, így azzal számolhatunk, hogy a kinyerhető energia lényegesen kisebb lesz (kb. 50-60%) a tiszta oxigénes reakcióhoz képest.

5.1.5. A villamosenergia előállítás

A megtermelt hidrogénből a villamosenergia előállítása tüzelőanyag cellás (PEM típusú) eszköz segítségével történik.

A tüzelőanyag cellák „lelke” az úgynevezett MEA (Membrane Electrode Assembly), ami egy speciális membránból és a két oldalán elhelyezett katalizátorból áll.

A MEA anód oldalára vezetjük a hidrogént, a katód oldalára az oxigént. A katalizátor hatására a hidrogén elveszti elektronját, protonná válik és megpróbál átjutni a speciális, proton áteresztő membránon.

A katód oldalon kizárólag akkor tud kémiai reakció lezajlani, ha az anódról egy áramkörön keresztül odavezetjük az elektronokat.

A hidrogén és az oxigén reakciójából a katódon hő és vízgőz keletkezik, az áramló elektronok pedig villamosmunkát végeznek.

Másik energia hasznosítási mód lehet egy belső égésű motor segítségével történő villamosenergia előállítás. Ebben az esetben a hidrogén éghető gáz, ezért a földgázhoz hasonlóan belső égésű motorban elégethető. Földgáz tüzelőanyaggal hajtott belső égésű motorok széles körben használatosak, többek között erőművi feladatokra is alkalmazhatóak. A hidrogén égetésének végterméke víz, ami miatt speciális belső égésű motorra van szükség, ám ezek még kísérleti fázisban vannak. Egy rövid összehasonlító táblázatban foglaltuk össze a tüzelőanyag cellás és gázmotor alapú villamosenergia termelés jellemzőit.

Tüzelőanyag cella jellemzők	Belső égésű motor jellemzők
• 60% villamosenergia termelési hatásfok • 25% hasznosítható hő termelés (fűtés vagy használati melegvíz) • Zajterhelés alacsony (csak a segédberendezések, ventilátorok, keringtető szivattyúk zaja) • 8.000 óránkénti nagy felújítás szükséges (névleges terhelésen) • Időközi karbantartási költség alacsony • Kísérleti termék még a piacon	• 30% villamosenergia hasznosítás • 55% hasznosítható hő termelés (fűtés vagy használati melegvíz) • Zajterhelés magas (belső égésű motor zaja) • 30.000 óránkénti nagy felújítás • Időközi karbantartási költség magas • Kereskedelmi termék (a hidrogénváltózat még kísérleti fázisokban)

6. táblázat. Tüzelőanyag cella és a belsőégésű motor összehasonlítása [saját szerkesztés]

Jól látható az összehasonlításban, hogy a belsőégésű motor esetében lényegesen több hőenergia nyerhető ki a rendszerből.

A hidrogén fejlesztéshez a napelemek teljesítményét úgy kell megválasztani, hogy azok termelése fedezni tudja az éppen aktuális villamosenergia fogyasztást és elegendő energiát állítson elő a vízbontó számára, hogy a megtermelt hidrogén mennyisége elegendő legyen a teljes évi energiaszükséglet fedezésére.

A napsütéssel egyidőben fennálló terhelés fedezésére is és a tüzelőanyagcella által termelt villamosenergia átalakítására külön-külön inverter alkalmazása szükséges (elméletileg egy inverterrel is működhet a rendszer).

Megújuló energiaforrásokon alapuló, például napelemes rendszereknél az időbeliség jellemzően nem a megtermelt energia költségére, hanem a rendelkezésre álló energia mennyiségére korlátozódik. Napi szinten, az aktuális évszaktól függően változó termelési készséget az időjárás erősen befolyásolja. Ezen felül nem szabad figyelmen kívül hagyni a beárnyékoltság mértékének esetleges évszakfüggő változását sem (környező növényzet, fák lombkoronái stb.). Ezért nem lehet kizárólag az év adott napjának éppen értékelt napszakjában várható csillagászati szempontból meghatározható termeléssel számolni. A kiszámíthatatlan és előre nem tervezhető mértékű bizonytalanság miatt a korlátozottan rendelkezésre álló, de a fennálló fogyasztói igény kiszolgálásához szükséges villamosenergia pótlására be kell vonni egyéb forrásokat is.

Ezek a források lehetnek:

- erőátviteli hálózat,
- energiatárolóként funkcionáló eszközökbe és berendezésekbe, korábban betárolt energia villamosenergiává alakítása.

A villamos fogyasztók jellemzői lehetnek:

- teljesítmény,
- csatlakozás jellege (1, 2 vagy 3 fázisú),
- többfázisú fogyasztók esetén az energiafelvétel fázisonként szimmetrikus, vagy aszimmetrikus. (Szimmetrikusak lehetnek pl. háromfázisú motorok (pl. légkezelők, gépészeti nagyfogyasztók), aszimmetrikusak pl. elektromos főzőlapok sütővel kombinálva.)
- energiaigény időbeli lefolyása,
- működés ütemezhetősége,
- működés megszakíthatósága, felfüggesztése, szüneteltethetősége,
- fázisérzékenység.

A lakosságra korábban jellemző kevésbé környezet- és energiatudatos gondolkozás az utóbbi évek támogatási rendszerek hatására elkezdett megváltozni. A villamos energia fogyasztásában a döntéseket egyre jobban a költséghatékonyság vezérli. Az energia költségek megváltozásának tudatosságra gyakorolt hatása megfigyelhető a vállalati szegmens beruházási és fejlesztési szándékaiban is. Azonban egészen más fogyasztókkal, így hozzájuk tartozó fogyasztási profilokkal kell számolni lakossági és céges beruházások esetén.

6. A felhasználó kérdez, a szakértő válaszol - Ágoston Gergő

Ebben a fejezetben olyan laikus felhasználók által megfogalmazott kérdések értelmezésére és megválaszolására törekszünk, amelyekkel nap mint nap találkozhatnak a mérnökkollégák.

6.1. „Van egy dolgozószobám, olyan 500 W fogyasztással. Ez teszi ki a fogyasztás nagyját. Érdemes erre egy hibrid rendszert építeni?”

Egy hibrid rendszer megtérülése számos tényezőtől függ:

- az energia fogyasztási szokásoktól, jellegétől,
- rendszerhez csatlakoztatott akkumulátor méretétől és típusától,
- energiaszolgáltató által alkalmazott tarifáktól, villamos energia árától,
- telepítési költségektől.

Amennyiben a villamos fogyasztás nappali órákban a jellemző, illetve gazdasági szempontok a mérvadóak, úgy nem rentábilis a beruházás.

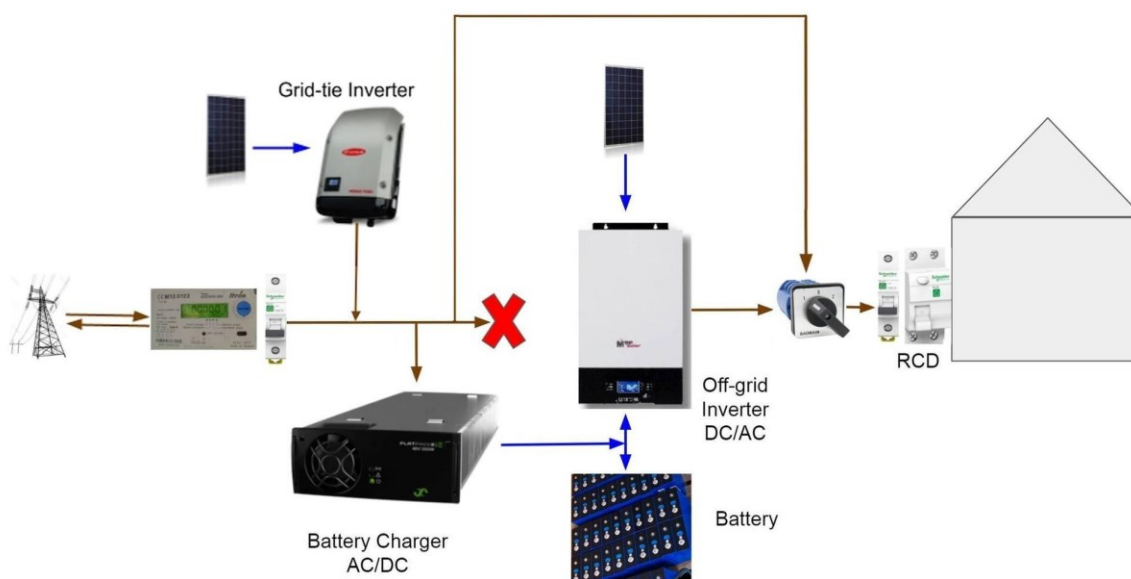
Viszont, ha a villamos fogyasztás nem a napsütéses órákban jellemző és hálózatra visszatáplálás nem engedélyezett, úgy egy napelemes rendszernek csak hibrid rendszerként van létjogosultsága.

pl.: Egy pékség, ahol a villamos energia fogyasztás napfelkelte előtt keletkezik és a napelemes rendszer által termelt villamos energia csak helyben kerülhet felhasználásra és a hálózatra visszatáplálás nem engedélyezett, ott a napelemes energiatermelő berendezés csak energiatárolóval hibrid üzemben van létjogosultsága.

0,5kW konstans fogyasztás évi 4380kWh villamos energia mennyiséget jelent. Ezt egy 4kW névleges AC teljesítményű napelemes rendszerrel lehet fedezni, amennyiben hálózatra visszatáplálhat és a szaldó elszámolás előnyeit élvezheti.

Hibrid kialakításának bekerülési költsége ~kétszerese egy sztenderd napelemes rendszerhez képest.

6.2. „Egy kb. 6,5 kWp-s rendszert mennyiből lehetne szigetüzeművé alakítani? Megoldható így a rendszer kialakítása?”



7. ábra. A felhasználó által elképzelt rendszer [5]

A tényleges szigetüzemű rendszerre történő átalakítás, bővítés többszörösébe is kerülhet az alaprendszer mindenkori árához képest.

A bekerülési költség számos tényezőtől függhet:

- Milyen, típusú, kapacitású energiatárolóra van igény?
- Milyenek a fogyasztási szokások?
- Milyen teljesítményűnek kell lennie a rendszernek?

A rendszer elvi ábrája megoldható, de az „átkapcsolónak” elosztói rendszerengedéllyel rendelkező hálózati leválasztó kapcsolónak kell lennie.

Ebben az esetben az off-grid invertert is engedélyeztetni kell a villamosenergia szolgáltatóval. (Csak elosztói rendszerengedéllyel rendelkező inverter telepíthető.)

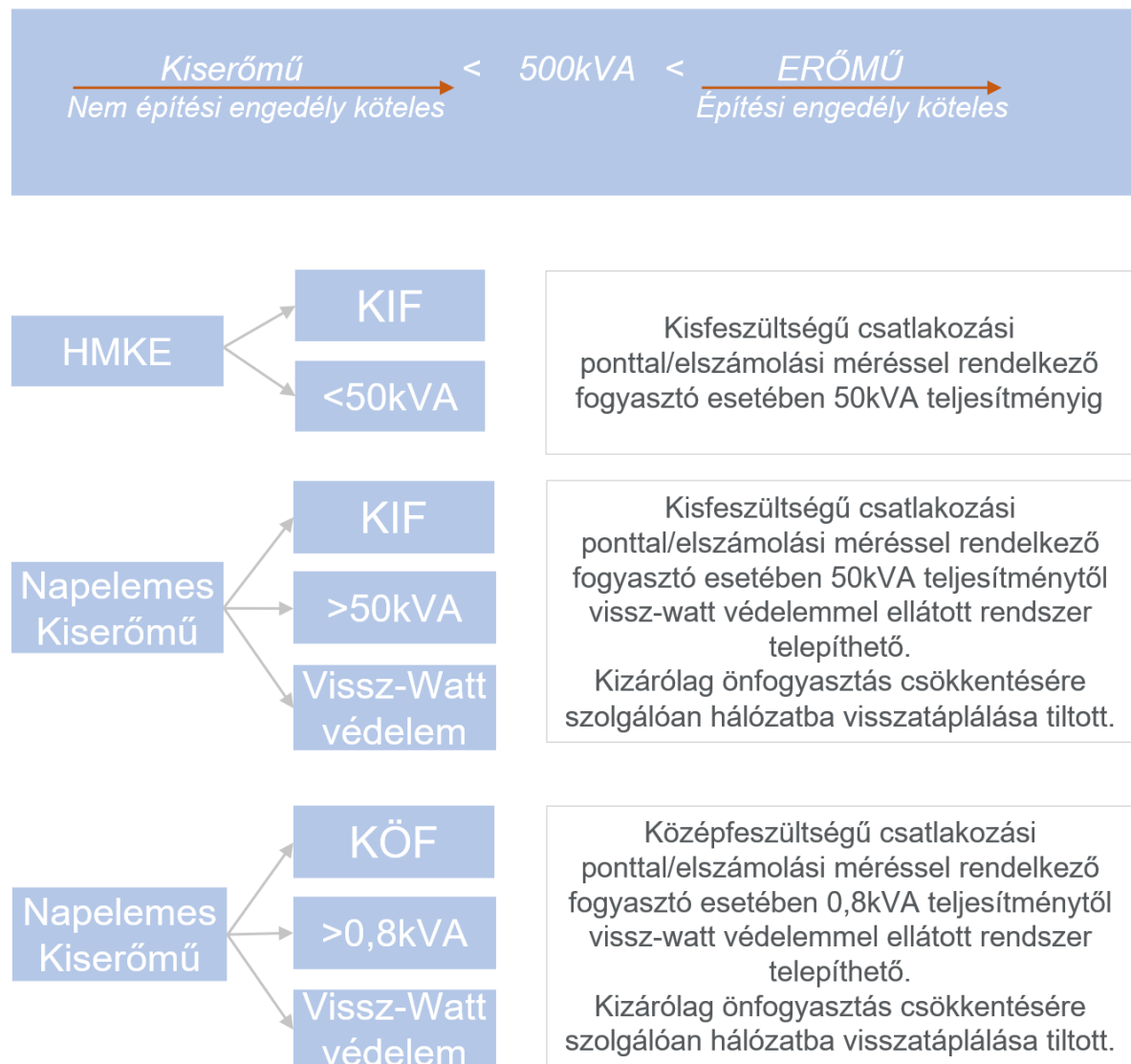
*Alkalmazható inverterek listája*¹. [6] [7] [8]

Figyelembe kell venni, hogy egy szigetüzemű rendszer teljesítménye fedezze a fogyasztói oldal egyidejű teljesítmény felvételét és ezt a fogyasztási szokásoknak megfelelően tartósan rendelkezésre tudja bocsájtani. Általában ez a teljesítmény is minimum kétszerese egy hálózatba visszatáplálásra méretezett rendszerhez képest.

¹ Szerkesztői megjegyzés.

**6.3. „Magyarországon lehetséges-e a következő:
Középvállalkozás áramtermelése csak napelemekkel -
nincs visszatáplálás, viszont kizárólag napmentes
időszakban továbbra is a szolgáltatótól.
Engedélyköteles-e és mennyi idő alatt lehet kiépíteni?”**

Magyarországon a villamos energia előállítása napelemekkel lehetséges és támogatott tevékenység. Napelemes rendszerek csoportosítása:



8. ábra. Napelemes rendszerek csoportosítása [saját szerkesztés]

Amennyiben a várható termelt energiamennyiség éves viszonylatban kevesebb a felhasználó fogyasztásánál. A tervezett berendezés teljesítménye meghaladja az 50 kW-t, de kisebb, mint 500 kW, és nem történik hálózati visszatáplálás. Abban az

esetben a 2007. évi LXXXVI törvény (VET) 116. § (3) b) pontja alapján a beruházás nem építési engedély köteles.

Középfeszültségű csatlakozási ponttal rendelkező fogyasztók négy típusa az A, B, C és D típus:

Típus	Csatlakozási pont (hálózat) feszültség szintje	A,B,C és D típusú villamosenergia-termelő berendezésekre vonatkozó határérték	
		$P_{\max, \min}$	$P_{\max, \max}$
A	< 110kV	0,8 kW	200 kW
B	< 110kV	200 kW	5 MW
C	< 110kV	5 MW	25 MW
D	$\geq 110\text{kV}$ vagy $P_{\max} > P_{\max, \min D}$ (25MW)	25 MW	

7. táblázat. Középfeszültségű csatlakozási ponttal rendelkező fogyasztók típusai [saját szerkesztés]

A közép vállalkozások számára is szükséges az engedélyeztetés, amely magában foglalhatja az építési engedélyt, a villamos berendezések üzembe helyezésére vonatkozó engedélyt, valamint a villamos hálózathoz való csatlakozás engedélyezését is.

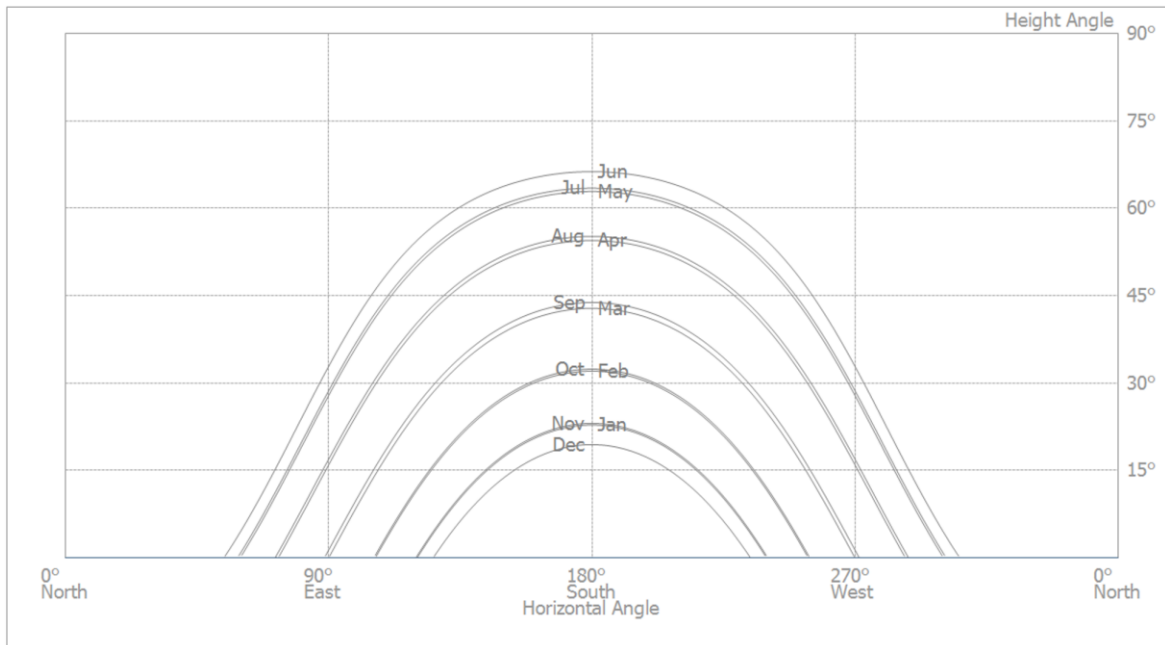
Közép vállalkozás is engedélyeztethet Háztartási Méretű Kis Erőművet (HMKE). Feltétel az első táblázat szerinti kisfeszültségű csatlakozás a közüzemi hálózathoz és az 50 kW, vagy az alatti névleges inverter teljesítmény.

A kiépítés időtartama számos tényezőtől függ, beleértve az engedélyezési folyamatot (HMKE vagy Kiserőmű), az anyagok és eszközök beszerzését, illetve a telepítési folyamatot.

A pontos időtartam az adott projekt méretétől, az adott területen érvényes jogszabályi előírásoktól és az engedélyeztetési folyamat gyorsaságától függ.

6.4. „Szigetüzemű napelemes rendszert szeretnénk. Családi ház ellátása lenne a cél és, hogy minimálisra csökkentsük a függőségünket a hálózati rendszertől.”

Az alábbi ábrán látható nappálya diagramm alapján jól látszik a napelemes rendszerek évszakfüggő villamos energia termelése:

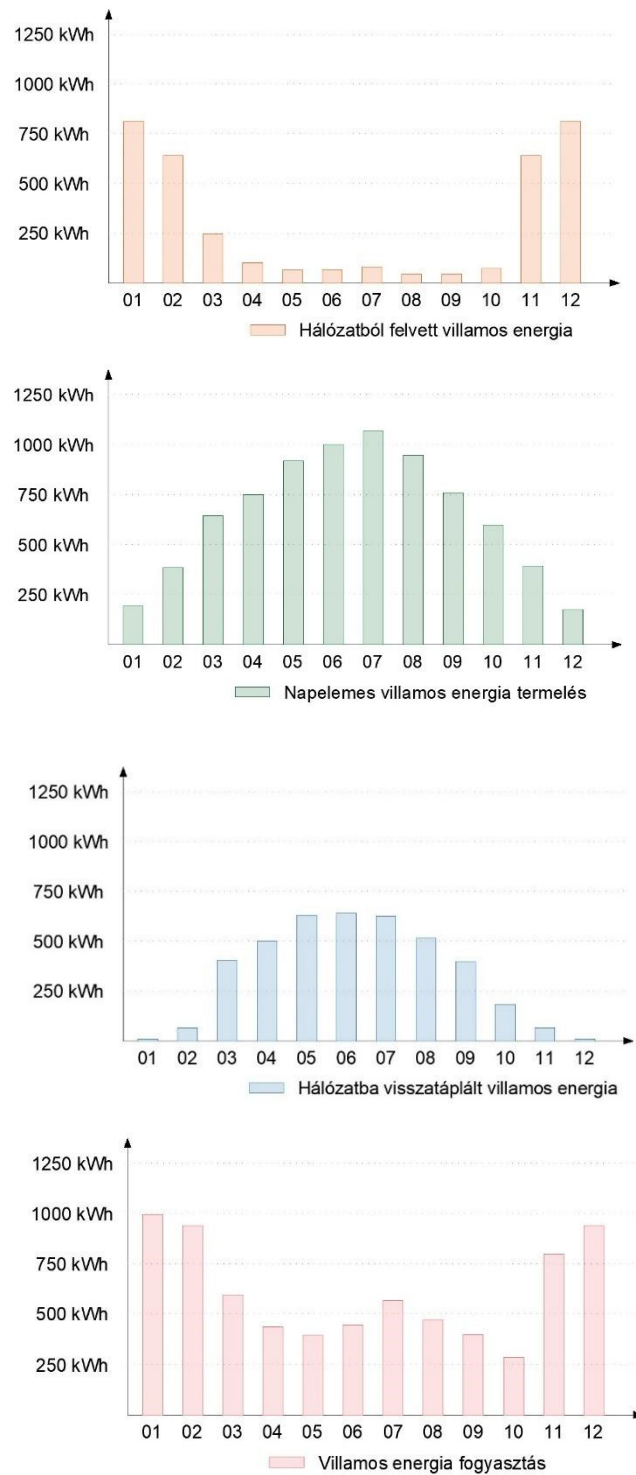


9. ábra. Napelemes rendszerek évszakfüggő villamos energia termelése [saját szerkesztés]

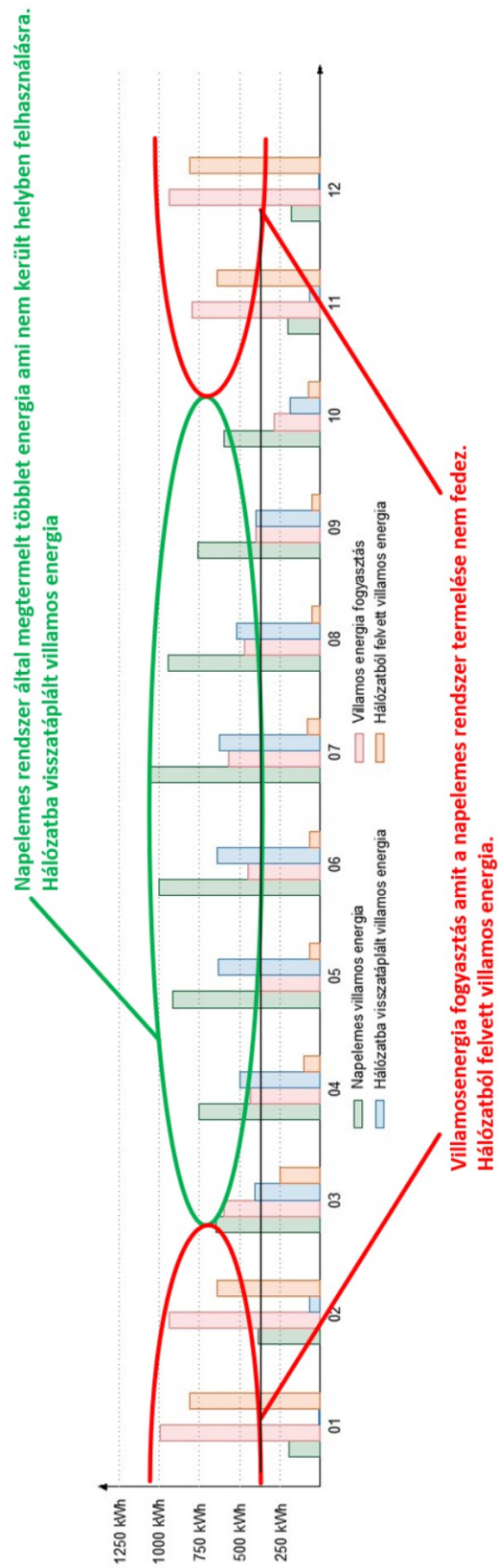
Villamos hálózattól való függetlenedéshez a termelő berendezés méretét úgy kell méretezni (túlméretezni), hogy a nem napsütéses időszakokban is kellő energiát tudjon előállítani a családi ház villamos energia ellátására.

A fosszilis eredetű tüzelőanyagoktól is függetlenedni próbáló háztartásoknál a villamos energiafelhasználás még intenzívebben növekszik a nem napsütéses évszakokban. Ez még nagyobb függőséget okoz a villamos energia ellátó hálózattal szemben.

Akkumulátoros rendszereknél figyelembe kell venni, hogy csak a fel nem használt napelemes rendszer által előállított villamos energiának a tárolása eredményes.



10. ábra. Termelési, fogyasztási diagramok optimálisan méretezett energiatárolóval [saját adatokból szerkesztve]



11. ábra. Megtermelt többlet villamos energia és a nem napsütéses időszak energiaszükséglete [saját adatokból szerkesztve]

6.5. „Kell-e villámvédelmet telepíteni napelemes rendszer telepítése esetén?”

Amennyiben az épület rendeltetése nem változik, melyre a PV rendszert telepítik, továbbá jelenleg nincs rajta villámvédelem, akkor nem kötelező létesíteni emiatt külső villámvédelmet (ld. 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet Országos Tűzvédelmi Szabályzatról /OTSZ/ 144.§-a).

Ha van az épületen meglévő villámvédelem, tervező bevonása szükséges (aki a Magyar Mérnöki Kamaránál aktív tagjaként "V" jogosultsággal, ezen felül „Vn – Norma szerinti villámvédelmi berendezés létesítése” gyakorlott szakterülettel is rendelkezik). Ennek oka: mivel az új berendezés részvillámáramo(ka)t vezet(het) be az épületbe a korábban telepített villámvédelmi rendszert érő közvetlen villámcsapás során (pl. a PV rendszer fém tartószerkezete és a villámvédelmi felfogó, vagy levezető közötti nem megfelelő védőtávolság miatt), az komoly károkat okozhat nem csak a PV rendszerben, hanem egyéb, villámcsapás hatásaira érzékeny villamos készülékeinkben is, így a meglévő villámvédelem valószínűleg már nem a korábbiakhoz hasonlóan fogja ellátni a feladatát. Ennek megítélését bízunk a "V" jogosultsággal rendelkező tervező szakemberre, aki további villámvédelmi kiegészítő intézkedéseket írhat elő (pl. felfogók áthelyezése, újabbak felszerelése, levezetők áthelyezése stb.).

A belső villámvédelem, egészen pontosan túlfeszültség-levezető használata ajánlatos, de egyes helyeken (pl. kórházak, iskolák stb.) a jogszabály szerint is kötelező(!) (ld. az OTSZ előírásait az SPM-el /Surge Protection Measures, elektromágneses villámimpulzus elleni védelemmel/ kapcsolatban, annak 12.mellékletében szereplő 1.táblázatában).

A földre telepített napelemes rendszereknél a napelem táblák közvetlen villámcsapás elleni védelmére norma szerinti (azaz az MSZ EN 62305 szabványsorozat szerinti), LPS III szerint kialakított felfogórendszer kialakítása ajánlott (ld. TVMI 7.5 F.1.6.6.5. pontját.) Megj.: mivel a TVMI előírása kötelező, az ajánlottól a tervező csak akkor térhet el, ha az azonos biztonsági szintet a tervező igazolja.

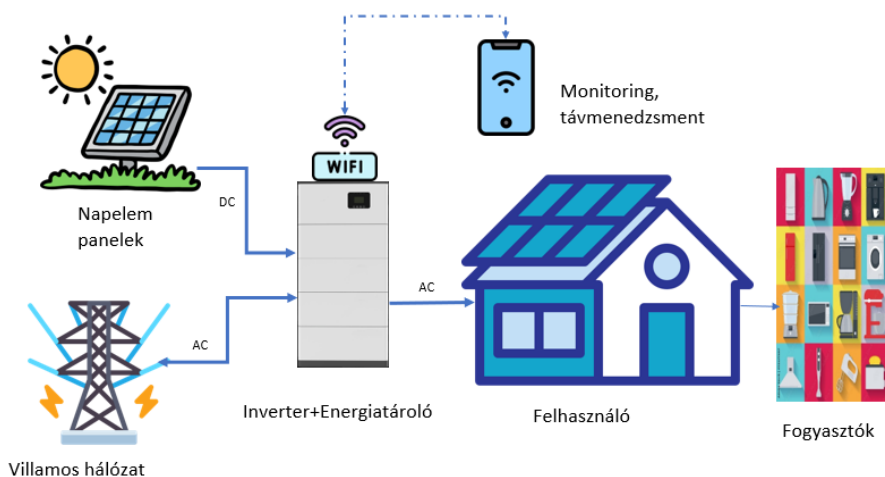
Túlfeszültség-védelmi készülékek alkalmazását a villamos elosztó hálózatok, illetve sokszor a napelemes rendszerekre kötött biztosítás előírja. A túlfeszültség-levezetők beépítési helyének és típusának meghatározása tervezőt igényel (melyhez kell a "Vn" gyakorlott szakterület kiegészítő jogosultság!). A tervező a villámvédelemmel nem rendelkező épületre norma szerinti (azaz MSZ EN 62305 szerinti) kockázatelemzést fog elkészíteni, mely alapján (nagy valószínűséggel) villámvédelmi rendszert fog az épületre tervezni, a kockázat megfelelő szint alá csökkentése érdekében.

	A	B	C
1	Az építmény rendeltetése	Védelmi szint	
2		Villámvédelmi fokozat (LPS)	Elektromágneses villámimpulzus elleni védelem fokozata (LPL-SPD)
3	Oktatási rendeltetésű épületek	III	III-IV
4	Menekülésben korlátozott személyek elhelyezésére szolgáló épületek, egészségügyi rendeltetésű épületek, kényszertartózkodásra szolgáló épületek	III	III-IV
5	Tömegtartózkodásra szolgáló épületek, építmények (nem tartozik ide az ideiglenes sátrak és ponyva szerkezetű építmények)	IV	III-IV
6	Szállodák, kollégiumi épületek (50 fő befogadóképesség felett)	III	III-IV
7	Robbanásveszélyes épület vagy szabadter	II	II
8	Korlátozott mértékben robbanásveszélyes épület	Robbanásveszélyes térrész: II Nem robbanásveszélyes térrész: IV	III-IV

8. táblázat. 12. melléklet az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelethez [9]

6.6. „Hogyan válasszak otthonra energiatároló rendszert?” - Han Xiaoping, Dr. Tokody Dániel

Az alábbiakban bemutatunk egy szempontrendszert a felhasználók számára, hogyan válasszák ki az energiatároló rendszert.



12. ábra. Otthoni energiatároló rendszer egy lehetséges szerkezete [saját szerkesztés] [10]

A fenti képen egy tipikus otthoni napelemes és energiatároló rendszer látható, amelyet főként a villamos hálózat, napelemes panelek, az inverter, az energiatároló akkumulátor és egyéb háztartási elektromos berendezések alkotnak.

Az otthoni energiatárolást háromféle kialakítási módra oszthatjuk, az energia betáplálás forrása alapján. Az első rendszer kizárólag napenergiával működik. A napenergiából megtermelt villamosenergia a villamos berendezések táplálását szolgálja. Az esetleges többlett megtermelt villamosenergia pedig az energiatároló akkumulátorban kerül tárolásra.

A második rendszer kombinálja mind a napenergia átalakításából nyert villamosenergia felhasználását, mind a közüzemi elektromos hálózatról származó energiaforrásokat. A napenergia által generált elektromosság elsőbbséget élvez a villamos berendezések számára, a többlett megtermelt villamosenergia pedig az energiatároló akkumulátorban tárolódik. Amennyiben a napelemek által megtermelt energia nem lenne elegendő, akkor az akkumulátor tölthető az elektromos hálózatról, vagy a fogyasztók közvetlenül az elektromos hálózatról kaphatják az áramellátást.

A harmadik rendszer kizárólag a közüzemi elektromos hálózatra épül, és kihasználja az időszakos áramtarifát. Az energiatároló akkumulátort az olcsóbb áramszolgáltatási időszakokban töltik fel, majd a tárolt áramot az időszakos csúcsidőszakokban használják. Jelenleg Magyarországon az első és második kialakítási módok megfelelőbbek lehetnek.

A második rendszer jelenleg a legelterjedtebb rendszer, ezért az alábbi elemzés a második rendszerre vonatkozik.

Felhasználói igényelemzés

Először fel kell mérni a felhasználó összes elektromos berendezésének névleges teljesítményét. (A jövőben tervezett berendezéseket jelen leírás nem tárgyalja.) Egy listát kell készíteni a felhasználó elektromos berendezéseiről, amelyen fel kell tüntetni a berendezések maximális teljesítményét. Ezekből az adatokból számítható ki az összteljesítmény.

A felhasználási helyen lévő összes elektromos berendezésének névleges teljesítményének összegét egyidejűségi tényezővel súlyozottan határozzuk meg és ez adja majd azt a teljesítmény összeget, amely az inverter kiválasztásához lesz szükség.

Napelemek konfigurációja

Általában, amikor napelemeket választunk, sok műszaki paraméterrel találkozhatunk, mint például a hatásfok, teljesítmény, feszültség, áram, méret, működési hőmérsékleti tartomány, hőmérsékleti együttható, nullaponti eltolás, garanciaidő, rövidzárlati áram, névleges áram, csúcs teljesítmény, maximális rendszerveszteség, visszaverődési ráta, PID hatás ellenállóság, környezeti alkalmazkodóképesség, telepítés típusa, napelem színe, fordítottpolaritás-védelem, tűzállósági osztály, szélállósági, jégverés elleni védelem, mechanikai tulajdonságok, IP védettség osztály és sok más paraméter.

Ennyi különböző paraméter esetén, hogyan választhat a felhasználó? A laikus felhasználók – ha a problémát nagyon leegyszerűsítjük – akkor a következő paraméterekre helyezhetik a hangsúlyt a napelemek kiválasztásakor: napelem típusa,

napelem hatásfoka, napelem teljesítménye, költségek, garancia időtartama, jövőbeli bővítési lehetősége.

Napelemek fontos paramétereinek elemzése

Napelemek anyagtípusa, hatékonysága, teljesítménye, költsége:

Monokristályos napelemek: Általában 15%-20% közötti hatékonysággal rendelkeznek. [11] Teljesítménytartomány: kb. 100 watt-tól 400 watt-ig. Közepesen magas költség. Különböző háztartási felhasználásokhoz alkalmas.

Polikristályos napelemek: Általában 13%-16% közötti hatékonysággal rendelkeznek. [11] Teljesítménytartomány: kb. 100 watt-tól 350 watt-ig. Közepes költség. Elterjedt választás üzleti és háztartási napelemekhez.

Vékonyrétegű napelemek: Általában 10%-12% közötti hatékonysággal rendelkeznek. [12] Teljesítménytartomány: kb. 40 watt-tól 150 watt-ig. Alacsony költség. Különleges formákhoz, vagy rugalmas telepítési igényekhez alkalmazható.

Perovszkit napelemek: A Perovszkit napelemek hatékonysága jelentősen fejlődött, jelenleg 20%-25% között lehet. [13] Teljesítménytartomány: kb. 100 watt-tól 400 watt-ig. Közepes költség és az elmúlt években fokozatosan csökkenő tendenciát mutat. Hatékony és költséghatékony választás.

Szerves napelemek: Általában alacsony hatékonysággal rendelkeznek, általában 3 % - 11 % között. [14] Teljesítménytartomány: általában néhány tucat watt alatt. Alacsony költség. Alacsony teljesítményű igényekhez és rugalmas alkalmazásokhoz használható.

Festékanyaggal érzékenyített napelemek (DSSC): A DSSC színezék molekulákkal veszi fel a fényenergiát, a hatékonyság általában 10%-13% között van. [15] Teljesítménytartomány: általában néhány tucat watt alatt. Alacsony költség. Alacsony teljesítményű igényekhez és speciális alkalmazásokhoz használható.

Megbízhatóság és garancia

Válasszon megbízható minőségű és hosszú garanciával rendelkező napelemeket, hogy biztosítsa a rendszer stabilitását és fenntarthatóságát!

Jövőbeli bővítés

Ha tervezi a napelemes rendszer kibővítését a jövőben, fontolja meg olyan napelemek kiválasztását, amelyek jó kompatibilitással rendelkeznek.

A fent említett tényezők figyelembevételével jelenleg a szilícium alapú napelem technológia érettnak tekinthető, és alacsonyabb költséggel jár. Tapasztalatunk, hogy a felhasználók választásai a különböző költségvetési igényeknek megfelelően a monokristályos, vagy polikristályos napelem termékre esnek. Amelyek magasabb átalakítási hatékonysággal és teljesítménnyel rendelkeznek. Azonos feltételek mellett lehetőleg válasszanak elismert márkákat, hosszabb garanciális idővel rendelkező és jövőbeli bővítési lehetőségekkel rendelkező napelem termékeket. Ha vízállóságra, ütésállóságra van szükség, akkor figyeljenek az ehhez kapcsolódó paraméterekre, és válasszanak olyan termékeket, amelyek jó vízállósággal és magas ütésállósággal rendelkeznek!

A maximálisan engedélyezett telepített teljesítmény (P_{max}) és a tényleges napelem teljesítménye (P_f) kiszámítása

Határozza meg a rendelkezésre álló telepítési területet, válassza ki a telepítési terület követelményeinek megfelelő napelem típust és méretet! A telepítési terület alapján kiszámítható a maximálisan telepíthető teljesítmény. Általában a telepítés helye az építmények tetejére, de előfordul, hogy külön erre a célra épített tartószerkezetre kerülnek beépítésre a napelem panelek. Ha a rendelkezésre álló terület S [négyzetméter], a napelemek egyenkénti mérete S_1 , és a teljesítménye P_w , akkor a maximálisan telepíthető napelem teljesítménye $P_{max} = S / S_1 * P_w$. A tényleges napelem teljesítménye, függ a választott energiatároló akkumulátor kapacitásától is. Ha a felhasználónak Q kapacitású akkumulátorra van szüksége, feltöltési idő T , és feltételezzük, hogy a helyi napfényes idő t , akkor a tényleges napelem teljesítménye $P_f = Q / T / t$. Ez az érték a költségvetéstől függ. [16] [17]

Inverter választás

Az inverter fő paraméterei: névleges teljesítmény, bemeneti feszültségtartomány, kimeneti feszültség, frekvencia, hatásfok, maximális bemeneti egyenáram, maximális kimeneti váltakozó áram, védelmi funkciók, működési hőmérsékleti tartomány, kijelző és monitorozó funkciók, kommunikációs interfész, védelmi osztály, méretek, súly, telepítési módszer, garanciális idő, tanúsítványi követelmények stb. [18]

Teljesítmény választása

Az inverter maximális kimeneti teljesítménye meghatározza a felhasználó által egyidejűleg használható eszközök maximális teljesítményét, ezért ez a választás rendkívül fontos. Ha az inverter kisebb teljesítményű, akkor tényleges használat közben túlterheléses helyzet alakulhat ki, aminek eredményeként a védelem aktiválódhat, vagy akár az inverter is meghibásodhat.

Bemeneti feszültségtartomány és maximális bemeneti áram kiválasztása

A bemeneti inverter feszültségének és áramának kiszámítása a napelemek csatlakozási módjától és tulajdonságaitól függ. A fotovoltaikus rendszerben általában a napelemek sorba, vagy párhuzamosan vannak kapcsolva.

Soros kapcsolás: Több napelem pozitív és negatív pólusát egymás után sorba kapcsolják. A sorba kapcsolás során a feszültségek összeadódnak, míg az áram nem változik.

Bemeneti inverter feszültség (V_{inverter}) = Egyetlen napelem feszültsége (V_{single}) $\times$ Napelemek száma (N) [19]

Bemeneti inverter áram (I_{inverter}) = Egyetlen napelem árama (I_{single}) [19]

Párhuzamos kapcsolás: Több napelem pozitív és negatív pólusait párhuzamosan kapcsolják össze. A párhuzamos kapcsolás során az áramok összeadódnak, míg a feszültség nem változik.

Bemeneti inverter feszültség (V_{inverter}) = Egyetlen napelem feszültsége (V_{single}) [19]

Bemeneti inverter áram (I_{inverter}) = Egyetlen napelem árama (I_{single}) $\times$ Napelemek száma (N) [19]

Fontos megjegyezni, hogy az invertereknek általában van egy meghatározott bemeneti feszültségtartománya és áramkorlátja, ezért az inverter bemeneti feszültségének és áramának kiszámításakor biztosítani kell, hogy a napelemek kimeneti feszültsége és árama az inverter működési tartományán belül legyen.

A háztartási energiatároló berendezés kimeneti feszültségének meg kell egyeznie az inverter bemeneti feszültségével. Ha a háztartási energiatároló akkumulátor névleges kimeneti feszültsége 48V, akkor 48V bemeneti feszültségű invertert kell választani.

Kimeneti feszültség típusának kiválasztása

Az inverterek lehetnek egy vagy háromfázisúak. A háztartási használat függvényében válasszunk egy vagy háromfázisú invertert!

Márka választás

Az inverter gyártók közül a következő alapelvek szerint válasszunk:

- Válasszunk olyan márkát, amelynek van némi ismertsége az iparágban!

- Válasszunk olyan márkát, amelyről alaposabb ismereteink vannak, és jó hírnévvel rendelkezik az iparágban!
- Olyan márkát válasszunk, amely jól illeszkedik a háztartási energiatároló akkumulátorhoz!

Telepítési méret

Válasszunk megfelelő méretű terméket a rendelkezésre álló térnek megfelelően!

Megbízhatóság és garancia

Válasszunk megbízható minőségű invertert, hosszú garanciális idővel, hogy biztosítsuk a rendszer stabilitását és fenntarthatóságát!

Jövőbeli bővítés

Amennyiben nem szigetüzemű rendszert szeretnénk létrehozni olyan invertert választhatunk, amelynek van hálózatra való visszatáplálás funkciója.

Egyéb

A jelenlegi piacon néhány energiatárolási termék integrál invertert is tartalmaz. Így azok a felhasználók, akik helyet akarnak megtakarítani, választhatják az ilyen típusú termékeket a saját igényeiknek megfelelően.

Otthoni energiatároló akkumulátor konfiguráció

Az energiatároló akkumulátor fő paraméterei magukba foglalják a kapacitást, a névleges feszültséget, a maximális töltési áramot, a maximális kisülési áramot, a ciklusélettartamot, a tárolási hőmérséklet tartományt, az üzemeltetési hőmérséklet tartományt, a töltési hőmérséklet tartományt, a kisülési hőmérséklet tartományt, a töltési módokat, a kisülési módokat, az önkisülési rátát, az akkumulátor típusát, méretét, súlyát, garanciális időt stb.

Túl sok paraméter van, hogyan választhat a laikus felhasználó? Felhasználók az energiatárolók kiválasztásakor szenteljenek figyelmet az akkumulátor típusára, a kimeneti feszültség szintre, a kapacitásra, a kimeneti teljesítményre, a ciklusélettartamra, az öntisztulási rátára, a márkára, a telepítési méretre, a garanciára, a felhasználóbarát kezelőfelületre.

Akkumulátor típus

Az otthoni energiatároló akkumulátorok területén különböző típusú akkumulátorok léteznek, mint például ólom-savas, lítium-ion és lítium vas-foszfát akkumulátorok, és ezeknek az akkumulátoroknak az alábbi jellemzői vannak:

(1) Ólom-savas akkumulátor: Egy cella feszültsége 12V, szabadon összekapcsolható sorba vagy párhuzamosan, nem igényel BMS (akkumulátorkezelő rendszer) kezelést. Az előnye, hogy standard termék, könnyű cserélni; árban viszonylag olcsó; biztonságos, jó környezetvédelmi tulajdonságokkal rendelkezik. A hátránya az, hogy viszonylag rövid az élettartama; környezetszennyezést okoz. [20]

(2) Lítium-ion akkumulátor: Egy cella feszültsége 3.7V, sorba és párhuzamos kapcsolattal a szükséges feszültséget és kapacitást lehet összeállítani, jelenleg leginkább 12V és 24V-es verziókban kapható, szigorú BMS kezelést igényel. Az előnye a magas energiasűrűség, kis méretű területeken jelentős előnyt nyújt. A hátránya a rosszabb biztonság, rövidebb élettartam a vas-foszfát akkumulátorokkal összehasonlítva. [21]

(3) Lítium vas-foszfát akkumulátor: Egy cella feszültsége 3.2V, sorba és párhuzamos kapcsolattal a szükséges feszültséget és kapacitást lehet összeállítani, jelenleg leginkább 24V és 48V verziókban kapható, szigorú BMS kezelést igényel. Az előnye a biztonság, hosszú élettartam. A hátránya, hogy a lítium-ion akkumulátorhoz képest nagyobb méretű és súlyú. [22]

A hagyományos energiatároló akkumulátorok leginkább ólom-savas típusúak, jelenleg ezek a leggyakrabban használtak. A lítium-ion akkumulátorok jelenleg főként hordozható energiatároló rendszerekben használatosak, míg a lítium vas-foszfát akkumulátorok főként otthoni energiatároló akkumulátor rendszerekben és ipari energiatárolási területeken vannak használatban. A háztartási energiatároló akkumulátorok kiválasztásánál az alacsonyabb kockázat és gazdaságosság miatt azt javaslom, hogy válasszanak lítium vas-foszfát akkumulátorokat!

Háztartási energiatároló akkumulátor kimeneti feszültsége

A háztartási energiatároló akkumulátor feszültsége főként az invertertől függ. Általában egy 48V-os inverterhez 48V-os akkumulátort kell választani.

Háztartási energiatároló akkumulátor kapacitása

Ez a felhasználó költségvetésétől függ, figyelembe véve, hogy a felhasználó mennyi ideig szeretné teljes teljesítményen használni az eszközöket. Például, ha a felhasználók

eszközeinek összes teljesítménye P , és a teljes teljesítményű használati idő h , az inverter konverziós hatékonysága β , akkor az akkumulátor energiaértéke $Q=P \cdot h / \beta$. [14]

Kimeneti teljesítmény

Általában a háztartási energiatároló akkumulátor rendszer tervezése határozza meg, az akkumulátor kisülési rátája, a rendszer maximálisan terhelhető árama, az akkumulátorkezelő rendszer (BMS) maximális áramkorlátja, hűtőteli teljesítménye stb. alapján. Például, ha egy 48 V rendszerben a maximális terhelési áramot 100 A-ra tervezték, akkor a kimeneti teljesítménye 4800 W lesz.

Élettartam, önkisülési ráta

Azonos ár mellett válassza a hosszabb élettartamú és alacsonyabb önkisülési rátájú termékeket!

Márka választás

Az energiatároló akkumulátorok gyártói között számos választási lehetőség van, az alábbi alapelvek alapján válasszon:

- Válasszon olyan márkát, amelynek az iparban bizonyos ismertsége van!
- Válasszon olyan márkát, amelyről rendelkezik alaposabb ismeretekkel, és jó hírnévvel rendelkezik az iparban!
- Olyan márkát válasszon, amely inverterrel kompatibilis rendszert alkot!

Telepítési méret

Válasszon megfelelő méretű terméket a rendelkezésre álló térnek megfelelően!

Megbízhatóság és garancia

Válasszon megbízható minőségű, hosszú garanciális idővel rendelkező energiatároló akkumulátort, hogy biztosítsa a rendszer stabilitását és fenntarthatóságát!

Egyéb

A műszaki paramétereken kívül válasszon olyan kiegészítő funkciókat is, mint a kijelző, a mobilalkalmazás monitorozásra és akár távvezérlésre stb.

Egyéb tartozékok

Telepítéshez szükséges tartószerkezetek

Ezen szerkezetek kialakítása a napelemek számától és a telepítési módtól függ.

Kábelek

Különböző összekötő kábelek a rendszer tervezésekor kerülnek meghatározásra.

7. Szoftver körkép – Ady László

7.1. Áttekintés

Az energiatárolással kapcsolatos projektekhez számos különböző szoftvert használható, amelyek segítenek a tervezésben, a Battery Management System (BMS) és az Energy Management System (EMS) felügyeletében. Ezek között találhatók olyan szoftverek, mint a TESVOLT Calculator, valamint más népszerű lehetőségek is. Itt van néhány példa:

- TESVOLT Calculator: A TESVOLT Calculator egy olyan szoftver, amely segít a tárolórendszer tervezésében és optimalizálásában. [23]
- HOMER Pro: A HOMER Pro szoftver komplex energia rendszertervezést tesz lehetővé, amely magában foglalja az energiatárolását is. Segít a különböző energiaforrások és berendezések kombinációinak optimalizálásában. [24]
- Energy Toolbase: Az Energy Toolbase egy olyan platform, amely lehetővé teszi a napenergia és energiatárolás tervezését, szimulációját és elemzését. Segíti a projekt hatékonyságának maximalizálását. [25]
- DER-CAM: A Distributed Energy Resources Customer Adoption Model (DER-CAM) egy szoftver, amely segít a tárolórendszerek tervezésében és az üzemeltetési stratégiák kidolgozásában. [26]
- OpenDSS: Az Open Distribution System Simulator (OpenDSS) egy nyílt forráskódú szoftver, amelyet a villamosenergia tervezésére és szimulációjára használnak, ideértve az energiatárolási rendszereket is. [27]
- BMS és EMS szoftverek: A Battery Management System (BMS) és az Energy Management System (EMS) szoftvereket gyakran együtt használják az energiatárolási rendszerek kezelésére. Néhány ismert BMS és EMS szoftver példa:
 - Tesla BMS és Powerwall Gateway: Tesla Powerwall tárolót használ, a hozzá tartozó szoftverek elérhetők az energiatárolás és felügyelet terén. [28]
 - TESVOLT Energy Manager: egy szoftveres megoldás, amely lehetővé teszi az energiatárolási rendszerek távoli felügyeletét és optimalizálását. Ez a platform lehetővé teszi az energiaköltségek csökkentését és az energiafogyasztás hatékonyabb kezelését a tárolórendszerek számára. [29]
 - SMA Sunny Portal és Sunny Island: Az SMA Solar Technology által kínált szoftverek, amelyek segítik a napelemes rendszerek és energiatárolók integrációját és felügyeletét. [30]

- Schneider Electric EcoStruxure: A Schneider Electric által fejlesztett EcoStruxure rendszer egy integrált EMS és BMS szoftver, amelyet energiatárolás projektjeinél is használhatnak. [31]
- DimenSim: a DimenSim Platform egy hazai fejlesztésű szimulációs platform akkumulátorokkal kiegészített napelemes rendszerek műszaki és gazdasági modellezésére. [32]

7.1.1. Vizsgálati módszertan

Három feltételezett felhasználási profillal rendelkező fogyasztó adatait visszük fel a szoftverekbe és a szoftverek által javasolt energiatároló rendszert hasonlítjuk össze.

A három felhasználási profil:

- családi ház,
- kkv iroda,
- kkv üzem.

7.1.2. Felhasználási profil

Az alábbiakban láthatók azok a lépések és szempontok, amelyek segítenek a rendszerek összehasonlításában:

- Felhasználási profil meghatározása: Mérjük fel a fogyasztók energiaigényeit, a napi és éves fogyasztást, a terhelési mintázatokat stb.
- Adatok beszerzése: Gyűjtsük össze a szükséges adatokat a felhasználási profilhoz. Ezek az adatok magukban foglalhatják az energiafogyasztás idősorait, az eszközök és berendezések specifikációit, az áramszámlákat stb.
- Tárolórendszer tervezése: A felhasználási profilhoz tervezzük meg a megfelelő tárolórendszert. Itt figyelembe kell venni olyan tényezőket, mint a rendszer kapacitása, a tároló típusa (pl. lítium-ion akkumulátor, napelemes rendszerrel integrált vagy önálló, hőtárolás), a töltési és kisütési sebességek, az inverterek stb.
- Szoftverek használata: A fogyasztók energiaigényeinek és a tárolórendszerek terveinek összehasonlításához használjunk olyan szoftvereket, mint a TESVOLT Calculator vagy a HOMER Pro. Ezek a szoftverek lehetővé teszik a tervek optimalizálását és a rendszerek teljesítményének előrejelzését különböző felhasználási profilokhoz.
- Eredmények összehasonlítása: Az elkészített terveket és számításokat hasonlítsa össze minden felhasználási profil esetében. Figyelje meg, hogy melyik rendszer teljesíti a legjobban az adott profil energiaigényeit, költségvetési korlátokat és egyéb fontos szempontokat.

- **Költségek elemzése:** Az energiatárolás projektje során fontos figyelembe venni a telepítési és üzemeltetési költségeket. Ezen kívül értékelni szükséges az esetleges finanszírozási lehetőségeket, például támogatásokat, vagy hitelprogramokat.
- **Fenntarthatóság és környezeti hatások:** a rendszerek fenntarthatóságát és környezeti hatásait, például a szén-dioxid-kibocsátást érdemes figyelembe venni. Ez különösen fontos lehet a kkv vagy ipari profilnál, ahol az energiahatékonyság és a fenntarthatóság kiemelten fontos lehet.
- **Döntés meghozatala:** Az összehasonlító elemzések alapján döntsük el, melyik tárolórendszer a legmegfelelőbb minden felhasználási profil esetében. Vegyük figyelembe a költségeket, a teljesítményt, a fenntarthatóságot és az egyéb fontos tényezőket.
- **Részletes terv kidolgozása:** Miután kiválasztottuk a megfelelő tárolórendszert minden profilhoz, dolgozzunk ki részletes telepítési és üzemeltetési terveket.
- **Telepítés és monitorozás:** Telepítsük a kiválasztott tárolórendszereket és kezdjük el a rendszer teljesítményének monitorozását és optimalizálását az idő múlásával.

Ezen lépések segítségével lehetőségünk lesz összehasonlítani és kiválasztani a legmegfelelőbb energiatároló rendszereket a különböző felhasználási profilok számára, figyelembe véve az egyes profilok egyedi igényeit és körülményeit.

7.1.3. Vizsgálathoz használt felhasználási profilok

Egy épületben, ahol napelemek és energiatárolás is rendelkezésre áll, az energia felhasználási profil jelentősen különbözik egy hagyományos háztartástól. Az energiatárolás lehetővé teszi, hogy a napenergiát betároljuk, amikor a napsütés rendelkezésre áll, majd azt felhasználjuk, amikor a nap lemegy. Az alábbiakban egy példa található a családi ház villamosenergia felhasználási profiljára, ha napelemek és energiatárolás is rendelkezésre áll:

- **Napelemek termelése**
 - A napelemek napközben elektromos energiát termelnek a napsugárzásból.
 - A napelemek termelési kapacitása függ a napelemek számától és teljesítményétől, valamint az éghajlati és időjárási viszonyoktól.
- **Napelemek felhasználása a háztartásban**
 - A ház tartósan fogyasztja azonnal a napelemek által termelt energiát a háztartási eszközök és világítás működtetéséhez.

- A fel nem használt napenergiát az energiatároló rendszerben (pl. akkumulátorok) tárolják.
- Éjszakai energiafelhasználás
 - Éjszaka, amikor a napelemek nem termelnek energiát, az energiatároló rendszerből származó árammal látják el a háztartást.
- Energiaexport és import
 - A házhoz csatlakoztatott napelemes rendszer lehetővé teszi az energiaexportot a túltermelt napenergiából a hálózatba, így az energia visszakérül a hálózatba, és a tulajdonos jóváírást kaphat.
 - Az energiatároló rendszer importálja az energiát, amikor a napelemek és a tárolórendszer nem fedezik az aktuális igényeket.
- Várható fogyasztás
 - A várható havi fogyasztás jelentősen függ a ház méretétől, a napelemek kapacitásától, az energiatároló rendszer teljesítményétől és a család fogyasztási szokásaitól.
 - Az ideális cél az lenne, hogy a napelemek és az energiatároló rendszer képesek legyenek fedezni a háztartás teljes havi energiaigényét, és a tulajdonosok minimálisra csökkenthetik az energiaszámlát.

Az energiafelhasználási profil széles skálájától függően a ház lehet teljesen önfenntartó, ami azt jelenti, hogy a napelemek és az energiatárolás képesek fedezni az összes energiaigényt, vagy a háztartás csak részben függ a hálózattól. Az összesített havi fogyasztás jelentősen változhat, attól függően, hogy a napelemek és az energiatároló rendszer mennyire hatékonyak a napenergia felhasználásában és az energiagazdálkodásban.

Családi ház

A méretezéshez használt profil esetén:

- elektromos autó töltő nélkül,
- hőszivattyú nélkül,
- 10 kW,
- 3000 kWh éves fogyasztás.

KKV iroda

A méretezéshez használt profil esetén:

- elektromos autó töltővel 10000 km/év (1 kis teljesítményű töltő),
- hőszivattyúval (2000 kWh/év),
- 25 kW,
- 7500 kWh éves fogyasztás.

KKV üzem

A méretezéshez használt profil esetén:

- elektromos autó töltővel 40000 km/év (4 töltőállomás),
- hőszivattyúval,
- 100 kW,
- 100000 kWh éves fogyasztás.

7.2. Szoftverek bemutatása

7.2.1. TESVOLT Calculator

A TESVOLT Calculator egy online szoftveres eszköz, amelyet a TESVOLT GmbH, egy németországi energiátárolási rendszerek gyártója és szállítója készített. A TESVOLT Calculator egy olyan tervezőeszköz, amely segíti a felhasználókat a napelemes rendszerekhez és energiátároló rendszerekhez kapcsolódó projekttervezésben és optimalizálásban.

TESVOLT
Free to go green.

PRODUCTS ▾ APPLICATIONS ▾ PARTNER ▾ SERVICE ▾ COMPANY ▾ PROJECTS

Application area

Small business

Commercial and industrial

Annual energy consumption
4 000 kWh/a

Electric car mileage
0 km/a

Power consumption of the heat pump
0 kWh/a

Rated photovoltaic power
10 kWp

Product recommendation

1x Battery module TS 48 V
Energy: 4.8 kWh
1x Inverter Sunny Island 4.4M
Rated power: 3.3 kW

Another product recommendation

2x Battery module TS 48 V
Energy: 9.6 kWh
1x Inverter Sunny Island 4.4M
Rated power: 3.3 kW

13. ábra. TESVOLT Calculator felhasználói felület [23]

Néhány fontos tulajdonsága és funkciója:

- Tárolórendszer tervezése: A TESVOLT Calculator lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy tervezési paramétereket állítsanak be, például az energiaigényt, a rendszer méretét és a tervezett üzemidőt. A szoftver segít optimalizálni a tárolórendszert ezeknek a paramétereknek megfelelően.
- Egyedi projektbeállítások: A felhasználók képesek testre szabni a projektjüket, például a napelemes rendszer orientációját és dőlésszögét. Az eszköz segít az optimális beállítások megtalálásában a legjobb teljesítmény eléréséhez.
- Tárolórendszer kalkulációk: A TESVOLT Calculator kiszámítja a kívánt tároló rendszer méretét, kapacitását és teljesítményét, figyelembe véve a projekt igényeit és környezeti tényezőket. Térképes nézet: A felhasználók térképes nézetben keresztül láthatják a projekt tervezési paramétereit és a rendszer teljesítményét, ami segít a vizualizációban és a döntéshozatalban.
- Költségtervezés: A TESVOLT Calculator segít becsülni a projekt költségeit és megtérülését. Ez magában foglalja az energia megtakarítást és a CO₂-kibocsátás csökkentését.
- Riportok és eredmények: A szoftver lehetőséget biztosít riportok generálására, amelyek részletesen bemutatják a projekt tervezési és teljesítményadatait.
- Exportálási lehetőség: A tervezett projektet exportálhatod vagy megoszthatod másokkal, például az ügyfelekkel, illetve a kollégákkal.

A TESVOLT Calculator egy hasznos eszköz a napelemes rendszerek és energiatároló rendszerek tervezéséhez és optimalizálásához. Segít a felhasználóknak megtalálni a legjobb megoldást az energiatárolására és az energiamegtakarításra. A szoftver használata elősegíti a fenntartható energiafelhasználást és hozzájárul a környezeti hatások csökkentéséhez. Az eszköz ingyenesen elérhető a TESVOLT weboldalán, és segíthet az energia tárolási projektjeid hatékonyabbá tételében.

7.2.2. TESVOLT Energy Manager

A TESVOLT Energy Manager egy teljes körű energiamenedzsment és irányítási rendszer, amelyet a Tesvolt GmbH kínál energiatárolási rendszereikhez.



14. ábra. TESVOLT Energy Manager HW/ SW megoldás [33]

Ez a szoftver segíti az energiatároló rendszerek hatékonyabb működtetését és optimalizálását, és számos fontos funkciót kínál:

Felhasználóbarát felület: Az Energy Manager egy felhasználóbarát webes felületen keresztül érhető el, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyen nyomon kövessék az energiafogyasztást, a termelést és a rendszer teljesítményét.

Távvezérlés és optimalizálás: A szoftver lehetővé teszi a távoli irányítást és felügyeletet, így a felhasználók távolról módosíthatják a rendszer beállításait és optimalizálhatják azt az aktuális igényekhez.

Energiatermelés és fogyasztás követése: Az Energy Manager lehetővé teszi az energiafogyasztás és az energiatermelés részletes nyomon követését, beleértve a napelemes rendszerek és egyéb energiaforrások adatait is.

- **Tárolási rendszer optimalizálása:** A szoftver automatikusan szabályozza a tároló rendszert a legjobb teljesítmény eléréséhez, optimalizálva az energiafelhasználást és a hálózati kapcsolatot.
- **Energiaköltség csökkentése:** Az Energy Manager segít az energiaköltségek optimalizálásában és a felesleges energiafelhasználás csökkentésében, ezáltal pénzmegtakarítást eredményez. **Hálózati integráció:** A rendszer képes intelligensen beavatkozni a hálózati eseményekbe, mint például a terhelési csúcsok idején, hogy kivédje a drága túlterheléseket és elosztási problémákat.
- **Részletes riportok és elemzések:** Az Energy Manager riportokat és elemzéseket generál a rendszer teljesítményéről és az energiafogyasztásról, ami segít a döntéshozatalban és az energiahatékonyság javításában.

Az Energy Manager egy hatékony eszköz a Tesvolt energiatárolási rendszereinek monitorozására, irányítására és optimalizálására, ami lehetővé teszi az energiafelhasználás hatékonyabb kezelését, az energiaköltségek csökkentését valamint a fenntartható energiahasználat elősegítését.

Időjárás

A TESVOLT Energy Manager minden nap felügyeli az optimális töltési és fogyasztási stratégiát. Ezt az időjárás-előrejelzési adatokra, az akkumulátor kapacitására és az akkumulátor töltöttségi szintjére alapozza, valamint a rendszer jellemző energiafogyasztási mintáira vonatkozó statisztikákkal kombinálva – ami azt jelenti, hogy felismeri, mennyi energiát fogyaszt a nap adott szakaszában.

A holnapi időjárás előrejelzése szerint a nap első felében napsütés, délutántól felhősödés várható. A TESVOLT Energy Manager megtudta, hogy a csúcsterhelés

mindig délután és késő este történik. Ezért a napot egy üres akkumulátortároló rendszerrel kezdi, hogy a lehető legtöbb fotovoltaiikus energiát képes elnyelni. Míg a napelemes berendezés a nap első felében biztosítja a maximális teljesítményt, a TESVOLT Energy Manager a megtermelt áramot elosztja a fogyasztók és az akkumulátorok között úgy, hogy a tárolórendszer teljesen feltöltődjön a nap második felének kezdete előtt. Ha az összegyűjtött PV energia mennyisége először csökken, majd estére teljesen leáll, az akkumulátortároló rendszer beindul, és csúcsterhelés idején ellátja a fogyasztókat az előzőleg megtermelt napenergiával.

Csúcsteljesítmény vágás

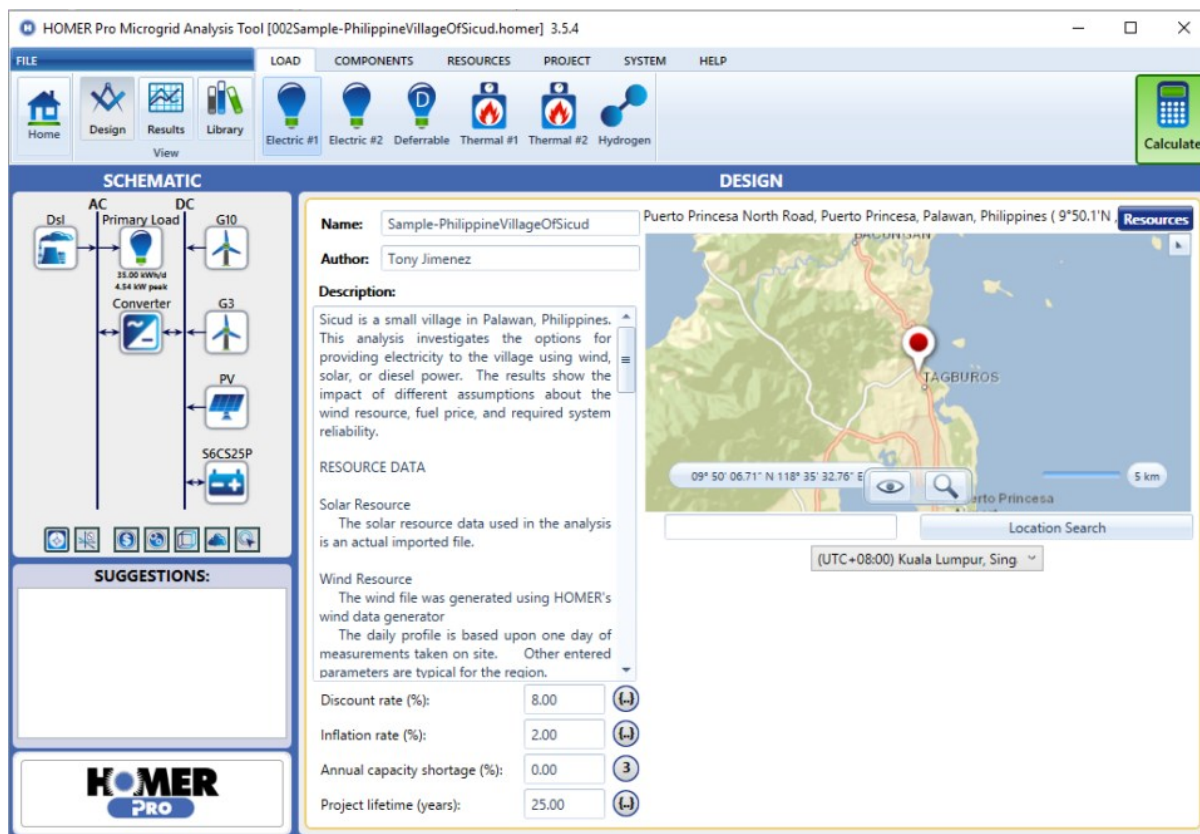
A TESVOLT Energy Manager képes a rövid ideig tartó rendszeres teljesítmény csúcsok kiszolgálására és ezáltal a kiépített csatlakozási végpont teljesítmény csökkenthető. Az energiatároló rendszerek csúcsteljesítmény vágásfunkcióját számos helyzetben lehet hasznosítani, például:

- Családi házakban napelemes rendszerekkel: Amikor egy családi ház rendelkezik napelemes rendszerrel és energiatárolóval, a csúcsteljesítmény vágás segíthet az energiafelhasználás hatékonyabbá tételében. Például, ha a család hazaér a munkából, és egy időben sok elektromos készüléket használ, az energiatároló rendszer képes kivágni a csúcsteljesítményeket, csökkentve a hirtelen magas energiafelhasználást és az áramszámlát.
- KKV iroda: Az irodaházak, kiskereskedelmi üzletek és egyéb kereskedelmi ingatlanok általában napközben magas energiafelhasználást tapasztalnak. Az energiatároló rendszerek segíthetnek csökkenteni a napi terhelési csúcsokat, ami csökkentheti a villamosenergia költségeket és a terhelési díjakat.
- KKV üzem: Az ipari létesítményeknek gyakran magas csúcsteljesítményre van szükségük a gépek és folyamatok megfelelő működéséhez. Az energiatároló rendszerek lehetővé teszik az energiatermelés és -felhasználás időbeli elosztását, így csökkenthetik a csúcsteljesítménydíjakat, amelyeket az ipari fogyasztóknak fizetniük kell.
- Energiaellátás és mikrohálózatokban: Az energiatároló rendszerek, például a városi mikrohálózatok részeként, hozzájárulhatnak a hálózati stabilitáshoz és a váratlan terhelési csúcsok kezeléséhez, például extrém időjárási körülmények, vagy hálózati hibák esetén.

Ezen példák mindegyikében az energiatároló rendszer lehetővé teszi az energiafelhasználás időbeli elosztását, és segíti a felhasználókat a csúcsteljesítmény vágásában, aminek következtében csökkenthetők az energiaköltségek és növelhető a hálózati stabilitás. Az energiatárolók alkalmazása lehetővé teszi az energiahálózatok hatékonyabb működését és hozzájárul a fenntarthatóbb energiafelhasználáshoz.

7.2.3. HOMER Pro

A HOMER Pro egy népszerű és teljes körű szoftveres eszköz az energia rendszertervezés és optimalizálás területén.



15. ábra. HOMER Pro felhasználói felület [34]

A programot az HOMER Energy fejleszti, és lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy különböző energiaforrásokat és energiatárolási rendszereket tervezzenek és elemezzenek olyan projektek számára, mint napelemes rendszerek, szélerőművek, mikrohálózatok, és még sok más. Itt találhatóak a HOMER Pro fontos jellemzői:

- **Energiarendszer tervezés és optimalizálás:** A HOMER Pro lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy létrehozzanak és optimalizáljanak különböző energia rendszereket. Ez magában foglalja a napelemes rendszereket, szélerőműveket, generátorokat, energiatárolókat és más energiaforrásokat.
- **Költség- és megtérülés-számítások:** A szoftver segítségével az energia projektterveket számos költségi tényező alapján lehet elemezni, beleértve a beruházási költségeket, az üzemeltetési és karbantartási költségeket, valamint az energiaárakat. Ez lehetővé teszi a projekt megtérülésének előrejelzését.
- **Időjárási adatok és terhelésmódellezés:** A HOMER Pro lehetővé teszi a valós időjárási adatok és terhelési mintázatok használatát a tervezés során. Ennek

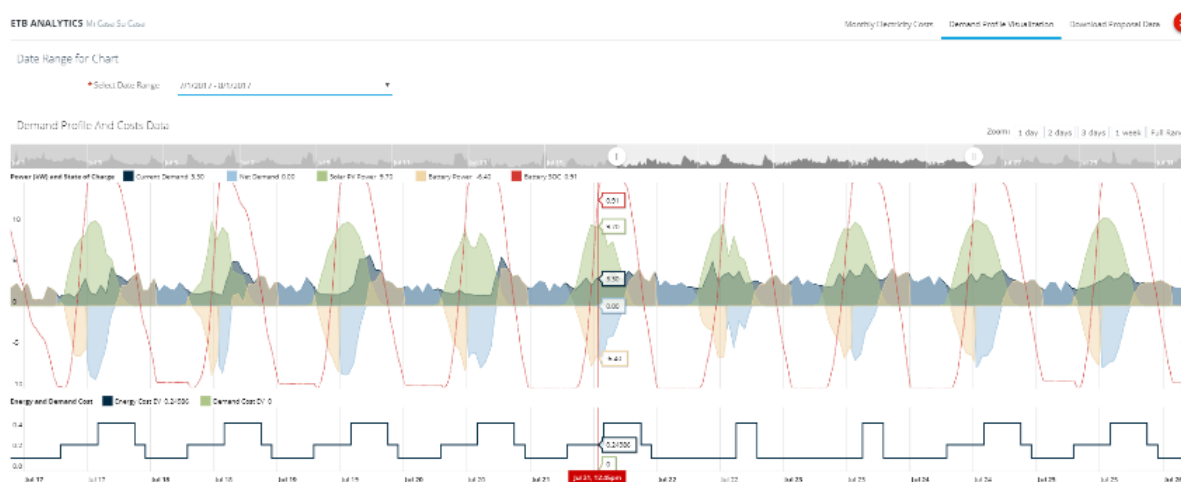
segítségével pontosabb előrejelzéseket és optimalizált rendszerterveket készíthetünk.

- Mikrohálózatok és hálózati csatlakozások: A HOMER Pro alkalmas mikrohálózatok és hálózati csatlakozások tervezésére is. A szoftver segítségével lehetővé válik a hálózati szolgáltatók és energiaellátók felé történő hálózati integráció tervezése.
- Élethű szimulációk: A HOMER Pro lehetővé teszi a szimulációkat különböző forgatókönyvekkel és tervezési változókkal. Ez lehetővé teszi az energia projekt hatékonyságának és megbízhatóságának értékelését.
- Részletes riportok és elemzések: A szoftver lehetővé teszi részletes riportok és elemzések generálását, amelyek segíthetnek a projekttervezés dokumentálásában és a döntéshozatalban.
- Széleskörű alkalmazások: A HOMER Pro alkalmazható különböző projektekhez, beleértve az off-grid energiaellátást, az energiatároló rendszerek tervezését, a hálózati integrációt és a mikrohálózati rendszereket.

A HOMER Pro egy erőteljes eszköz az energia rendszertervezéshez és optimalizáláshoz, amely számos energiaforrás és rendszerkonfiguráció tervezését és elemzését teszi lehetővé. A szoftver segíti a felhasználókat a fenntarthatóbb és hatékonyabb energiarendszerek kialakításában, és hozzájárul a megújuló energiaforrások szélesebb körű elterjedéséhez.

7.2.4. Energy Toolbase

Az Energy Toolbase egy szoftveres eszköz, amelyet az energiaiparban használnak napenergia projektek tervezésére, szimulációjára és elemzésére.



16. ábra. Energy Toolbase felhasználói felület [35]

Ezzel a platformmal a felhasználók képesek elkészíteni és értékelni különböző napelemes rendszerterveket, optimalizálni azokat, és előrejelzéseket készíteni a projekt hatékonyságáról. Itt találhatóak a fontos jellemzők és funkciók:

- Projekttervezés és szimuláció: Az Energy Toolbase lehetővé teszi a felhasználók számára napelemes rendszerek tervezését és szimulációját különböző beállításokkal és forgatókönyvekkel.
- Tervezési változók és konfigurációk: A szoftver lehetővé teszi a napenergia rendszerek tervezését és optimalizálását különböző napelemes paneltípusok, inverterek, akkumulátorok és egyéb rendszerelemek beállításával.
- Tárolórendszerek integrációja: Az Energy Toolbase lehetővé teszi az energiatárolási rendszerek integrációját a napelemes projektekhez, és segít az energiatárolás hatékonyságának elemzésében.
- Pénzügyi elemzések és megtérülés-számítások: A szoftver segítségével a felhasználók képesek pénzügyi elemzéseket végezni a projekt beruházási költségeiről, az energiaköltségekről, a megtérülési időről és az ROI-ról.
- Időjárási adatok és terhelésmodellezés: Az Energy Toolbase lehetővé teszi az időjárási adatok használatát és a terhelési mintázatok modellezését, hogy pontosabb előrejelzéseket készítsen a projekt hatékonyságáról.
- Hálózati integráció és hálózati hatások elemzése: A szoftver képes elemzéseket készíteni a hálózati integrációról és a hatásokról, amelyeket a napelemes projektek okozhatnak a villamos hálózaton.
- Részletes riportok és diagramok: Az Energy Toolbase lehetővé teszi a részletes riportok és diagramok generálását, amelyek segítik a projekttervezést és a döntéshozatalt.
- Költségosztályok és üzemeltetési szimulációk: A szoftver segítségével a felhasználók áttekinthetik a projekt hosszútávú üzemeltetési költségeit és megtérülési potenciálját.

Az Energy Toolbase egy hatékony eszköz a napenergia projektek tervezéséhez és elemzéséhez, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy optimalizálják az energia rendszereiket, és jobban megértsék azok pénzügyi és operatív hatásait. Ez a szoftver segít az energiaipar szakembereinek abban, hogy fenntartható és gazdaságos napelemes projekteket hozzanak létre és kezeljenek.

7.2.5. DER-CAM

A Distributed Energy Resources Customer Adoption Model, röviden DER-CAM, egy szoftveres eszköz és szimulációs modell.



17. ábra. DER-CAM koncepció [36]

A DER-CAM segít a felhasználóknak megérteni és optimalizálni az energiaforrásokat, beleértve a napelemes rendszereket, energiatárolási rendszereket, szélerőműveket, kogenerációs rendszereket és más decentralizált energiaforrásokat. Itt találhatóak a DER-CAM fontos jellemzői és funkciói:

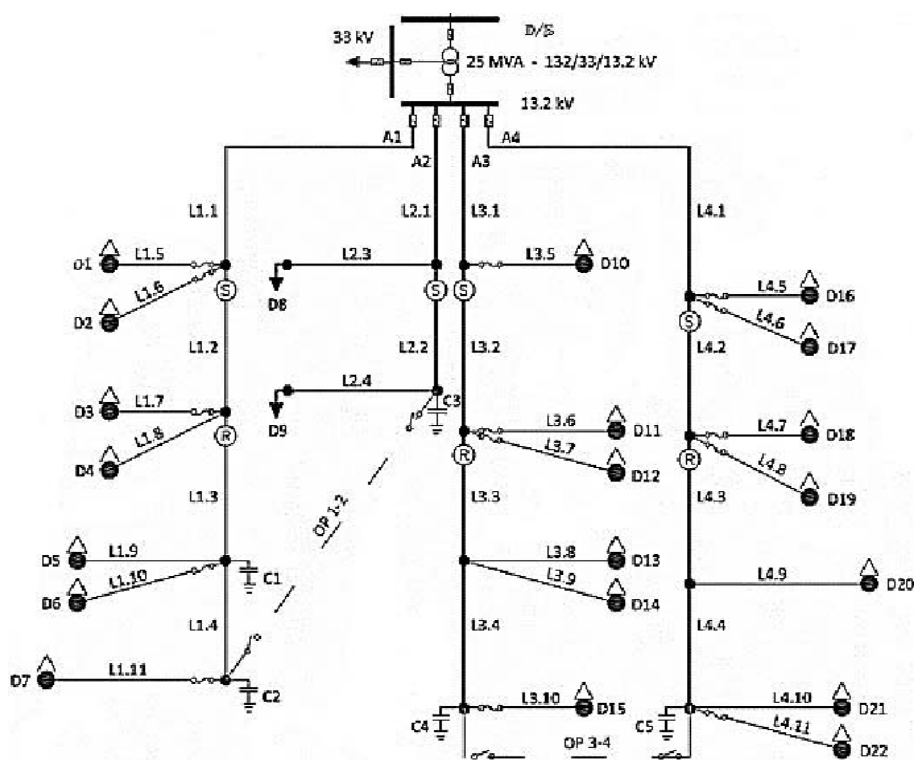
- **Tervezés és konfiguráció:** A DER-CAM lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy tervezzenek és konfiguráljanak különböző terjesztett energiaforrásokat, beleértve a különböző típusú napelemes paneleket, akkumulátorokat, generátorokat és más energiaforrásokat.
- **Optimalizáció és hatékonyság:** A szoftver segít optimalizálni a DER-konfigurációt, hogy a rendszer a lehető legnagyobb hatékonysággal működjön és a legjobb megtérülést nyújtsa.
- **Költségszámítások és megtérülés-számítások:** A DER-CAM segítségével a felhasználók pénzügyi számításokat végezhetnek, hogy meghatározzák a beruházási költségeket, az üzemeltetési költségeket és a megtérülést a terjesztett energiaforrásokra.
- **Időjárási adatok és terhelésmodellezés:** A szoftver lehetővé teszi az időjárási adatok és a terhelési mintázatok használatát a tervezés során, így az energiaforrások hatékonyságát és teljesítményét pontosan modellezhetik.
- **Hálózati hatások elemzése:** A DER-CAM segít az energiaforrások hálózati integrációjának és hatásainak elemzésében, és hogyan befolyásolják a villamos hálózatot.

- Döntéstámogatás és projekttervezés: A szoftver segíti a felhasználókat a terjesztett energiaforrások optimális kiválasztásában és a projekttervezésben, hogy a projektek gazdaságosak és fenntarthatóak legyenek.

A DER-CAM egy erőteljes eszköz az energiaipari szakemberek és kutatók számára, amely lehetővé teszi a terjesztett energiaforrások tervezését és elemzését, illetve segíti azokat a fenntartható energiaellátás kialakításában és optimalizálásában. A szoftver segít a projektek hatékonyságának növelésében, a villamos hálózatok jobb integrációjában és a fenntartható energiarendszerek fejlesztésében.

7.2.6. OpenDSS

Az Open Distribution System Simulator (OpenDSS) egy ingyenes és nyílt forráskódú szoftveres eszköz, amelyet a villamos hálózatok szimulációjára és elemzésére használnak.



18. ábra. OpenDSS minta hálózat [37]

A szoftvert általában villamos hálózatok tervezéséhez, üzemeltetéséhez, hálózati hatások elemzéséhez és villamos hálózati rendszerek fejlesztéséhez alkalmazzák. Itt találhatóak a fontos jellemzők és funkciók:

- Nyílt forráskód és kiterjeszthetőség: Az OpenDSS teljesen nyílt forráskódú, amely lehetővé teszi a fejlesztők és felhasználók számára, hogy testreszabják és kiterjesszék a szoftvert saját szükségleteik szerint.

- Hálózati modellezés: A szoftver lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy részletes hálózati modelleket hozzanak létre, beleértve a vezetékeket, transzformátorokat, kapcsolókat és egyéb villamos hálózati eszközöket.
- Dinamikus szimuláció: Az OpenDSS segít a felhasználóknak szimulálni a villamos hálózatok dinamikus viselkedését, például hálózati rövidzárat, terhelési változásokat és egyéb eseményeket.
- Részletes analízis: A szoftver lehetővé teszi a részletes hálózati elemzéseket, például feszültség-stabilitás elemzést, feszültség-szabályozás elemzést és hálózati veszteség elemzést.
- Integrált adatbázisok: Az OpenDSS lehetővé teszi az adatbázisok integrációját, amelyek segítik a hálózati adatok kezelését és elemzését.
- Hálózati optimalizálás: A szoftver segíti a felhasználókat a villamos hálózatok optimalizálásában, például a veszteség minimalizálásban, vagy a feszültség-szabályozás optimalizálásában.
- Hálózati hatások elemzése: Az OpenDSS lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy elemezzék a terjesztett energiaforrások hálózati integrációjának hatásait, például napelemes rendszereket, vagy energiatároló rendszereket.
- Valós idejű és jövőbeli elemzések: A szoftver lehetővé teszi valós idejű és jövőbeli terhelési előrejelzések készítését a hálózati hatások elemzéséhez.

Az OpenDSS egy erőteljes eszköz a villamos hálózatok tervezéséhez, elemzéséhez valamint optimalizálásához, és számos alkalmazást kínál a villamosenergiaiparban illetve a kutatásban. Az ingyenes és nyílt forráskódú jellege lehetővé teszi a széleskörű alkalmazást és fejlesztési lehetőségeket a felhasználók és fejlesztők számára.

7.2.7. Tesla BMS és Powerwall Gateway

A Tesla BMS (Battery Management System) és a Tesla Powerwall Gateway olyan technológiai komponensek, amelyeket a Tesla kínál energiatároló rendszereikhez, mint például a Powerwall.



19. ábra. Tesla BMS App felület [38]

Tesla BMS (Battery Management System) bemutatása:

A Battery Management System (BMS) az energiatároló rendszer fontos eleme, amely felelős az akkumulátorok kezeléséért és felügyeletéért. A Tesla BMS kifejezetten a Tesla Powerwallhoz tervezett, és számos fontos funkciót lát el:

- Cellaellenőrzés és egyensúlyozás: A BMS folyamatosan ellenőrzi az akkumulátor cellákat, és gondoskodik arról, hogy azok egységesen teljesítsenek, és nincs olyan cella, amely túlterhelődik, vagy túlmerül.
- Hőmérsékletkezelés: A BMS figyelemmel kíséri az akkumulátorok hőmérsékletét, és szükség esetén szabályozza azt, hogy optimális körülmények között működhessenek.
- Töltés- és kisütésirányítás: A BMS irányítja az akkumulátorok töltését és kisütését a beérkező, vagy kimenő energiaszükségletek szerint, és megakadályozza a túltöltést, vagy a túlmerülést.
- Kommunikáció és adatgyűjtés: A BMS kommunikál a Powerwall Gateway-vel és a felhasználóval, és lehetővé teszi az adatok gyűjtését majd megjelenítését a rendszer teljesítményéről illetve az akkumulátor állapotáról.

Tesla Powerwall Gateway bemutatása:

A Powerwall Gateway az összekötő rendszer, amely lehetővé teszi az energiatároló rendszer kommunikációját a lakás elektromos rendszerével és a külvilággal. Itt van néhány fontos funkciója:

- Integráció a házi elektromos rendszerrel: A Gateway összeköti a Tesla Powerwall-t a házi elektromos rendszerrel, lehetővé téve az energiatároló rendszer energiaelosztását a házban.
- Távoli ellenőrzés és monitorozás: A Gateway lehetővé teszi a felhasználók számára a távoli monitorozást és irányítást a Powerwall és a BMS működése felett. A felhasználók például okostelefonos alkalmazás segítségével ellenőrizhetik az energiafelhasználást és irányíthatják a rendszert.
- Hálózati szolgáltatóval való együttműködés: A Gateway lehetővé teszi az energiatároló rendszer hálózati szolgáltatóval való együttműködését, például az önálló villamos hálózatú működést, vagy a hálózati hálózat szolgáltatójának irányítását.
- Adatgyűjtés és riportok: A Gateway gyűjti az energiafelhasználási adatokat és riportokat generál a felhasználóknak a rendszer teljesítményéről.

A Tesla BMS és a Powerwall Gateway olyan kulcsfontosságú elemek, amelyek lehetővé teszik a Tesla Powerwall energiatároló rendszerek hatékony működését, ellenőrzését és integrációját a házi elektromos rendszerrel. Ezek a technológiai komponensek hozzájárulnak az energiahatékonysághoz és a zöld energiarendszerek elterjedéséhez a háztartásokban és kisebb létesítményekben.

7.2.8. SMA Sunny Portal és Sunny Island

Az SMA Sunny Portal és a Sunny Island két olyan technológiai eszköz és rendszer, amelyek a napelemes rendszerek és az energiatároló rendszerek tervezését, üzemeltetését és monitorozását segítik elő.



20. ábra. SMA Sunny Portal [39]

Ezeket az eszközöket és rendszereket az SMA Solar Technology AG, egy neves német vállalat kínálja. Itt találhatóak a fontos jellemzők és funkciók:

SMA Sunny Portal:

A Sunny Portal egy felhőalapú online platform, amely lehetővé teszi a napelemes rendszerek teljesítményének monitorozását és kezelését. Itt találhatóak a fő jellemzői:

- **Teljesítmény monitorozás:** A Sunny Portal lehetővé teszi a napelemes rendszer teljesítményének valós idejű monitorozását, beleértve a napelemes panelek teljesítményét és az inverterek működését.
- **Adatgyűjtés és riportok:** A rendszer automatikusan gyűjti az adatokat, és lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy riportokat generáljanak a rendszer teljesítményéről, hálózati bekapcsolásokról, és egyéb fontos statisztikákról.
- **Felhasználóbarát felület:** A Sunny Portal felhasználóbarát és könnyen kezelhető felülettel rendelkezik, amely lehetővé teszi a felhasználók számára a rendszer állapotának és teljesítményének egyszerű ellenőrzését.
- **Hozzáférés távolról:** A felhasználók a Sunny Portal segítségével bármikor és bárhol hozzáférhetnek a napelemes rendszer adataihoz és állapotához, például okostelefonok és számítógépek segítségével.

- Hálózati integráció: A Sunny Portal képes a napelemes rendszerek integrálására és kapcsolódásra a villamos hálózathoz, és lehetővé teszi a hálózati visszatáplálás mennyiségének figyelemmel kísérését.

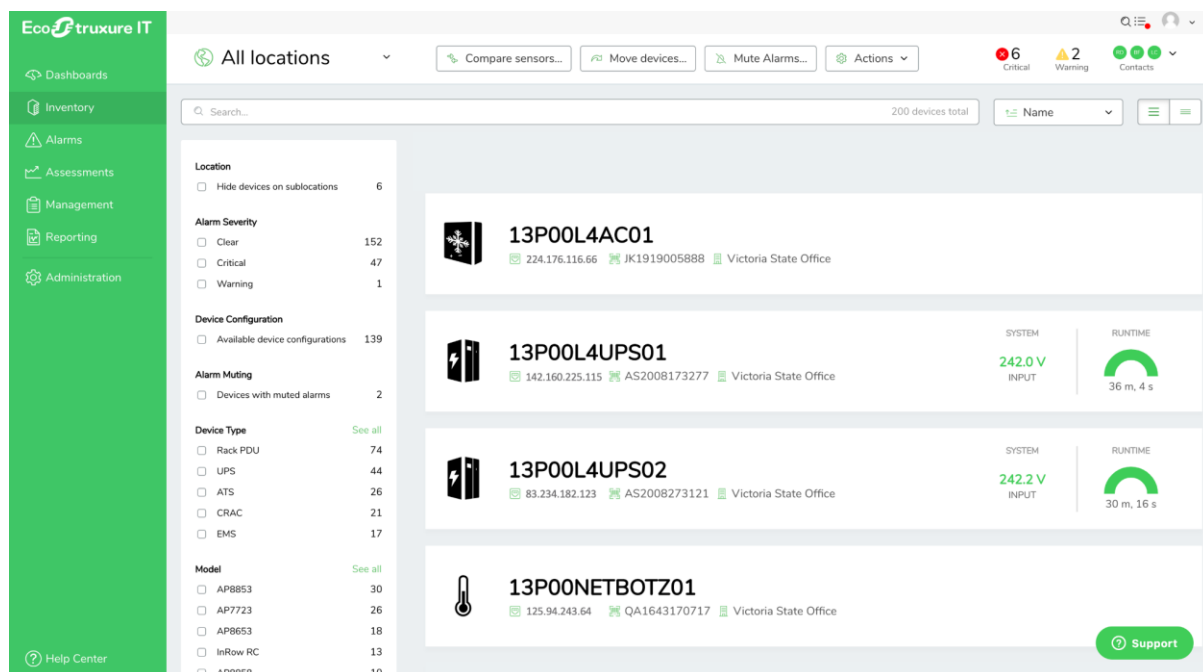
SMA Sunny Island: A Sunny Island egy olyan energiatároló inverter, amely lehetővé teszi az önálló villamos hálózat működtetését, illetve a napelemes rendszerek és az energiatároló rendszerek integrációját. Itt találhatók a fő jellemzői:

- Önálló rendszer működtetése: A Sunny Island lehetővé teszi az önálló villamos hálózat működtetését, például off-grid rendszerek, vagy olyan helyeken, ahol nincs hálózati áramellátás.
- Energiatárolás és kisütés: Az eszköz képes energiát tárolni, így a napenergia felhasználható akkor is, amikor nincs napsütés, és segít csökkenteni az energiaköltségeket.
- Hálózati integráció: A Sunny Island lehetővé teszi a hálózati integrációt és a hálózati visszatáplálást is, amely lehetővé teszi a felesleges energia beáramlását a hálózatba.
- Távoli monitorozás és vezérlés: A rendszer távolról monitorozható és vezérelhető a Sunny Portal segítségével.

A SMA Sunny Portal és a Sunny Island olyan technológiai eszközök és rendszerek, amelyek segítik a napelemes rendszerek hatékony működését, energiatárolást és monitorozást. Ezek a technológiák hozzájárulnak az energiamegtakarításhoz és a fenntartható energiarendszerek kialakításához a háztartásokban és kisvállalkozásokban.

7.2.9. Schneider Electric EcoStruxure

Az Schneider Electric EcoStruxure egy integrált és teljes körű IoT (Internet of Things) alapú platform, amelyet az energiaiparban, az épületautomatizálásban, az ipari automatizálásban és a közlekedési infrastruktúrák területén használnak.



21. ábra. Schneider Electric EcoStruxure [40]

Az EcoStruxure rendszer lehetővé teszi az intelligens eszközök és rendszerek összekapcsolását, adatok gyűjtését és elemzését, valamint az energiahatékonyság növelését és a fenntarthatóbb üzemeltetést. Itt találhatók a fontos jellemzők és funkciók:

- IoT alapú összekapcsoltság: Az EcoStruxure lehetővé teszi az eszközök, rendszerek és érzékelők intelligens és összekapcsolt működését. Ezáltal a rendszerek valós idejű adatokat gyűjtenek és megosztanak.
- Teljeskörű alkalmazások és szolgáltatások: Az EcoStruxure számos alkalmazást és szolgáltatást kínál az energiairányítás, az épületautomatizálás, az ipari folyamatok optimalizálása és más területeken.
- Adatgyűjtés és elemzés: Az EcoStruxure lehetővé teszi az adatok gyűjtését a különböző rendszerekből, és azokat elemzi a hatékonyabb működés és az energiamegtakarítás érdekében.
- Energiahatékonyság növelése: A rendszer segít az energiafogyasztás optimalizálásában, a veszteségek minimalizálásában és a fenntarthatóbb energiafelhasználás elérésében.

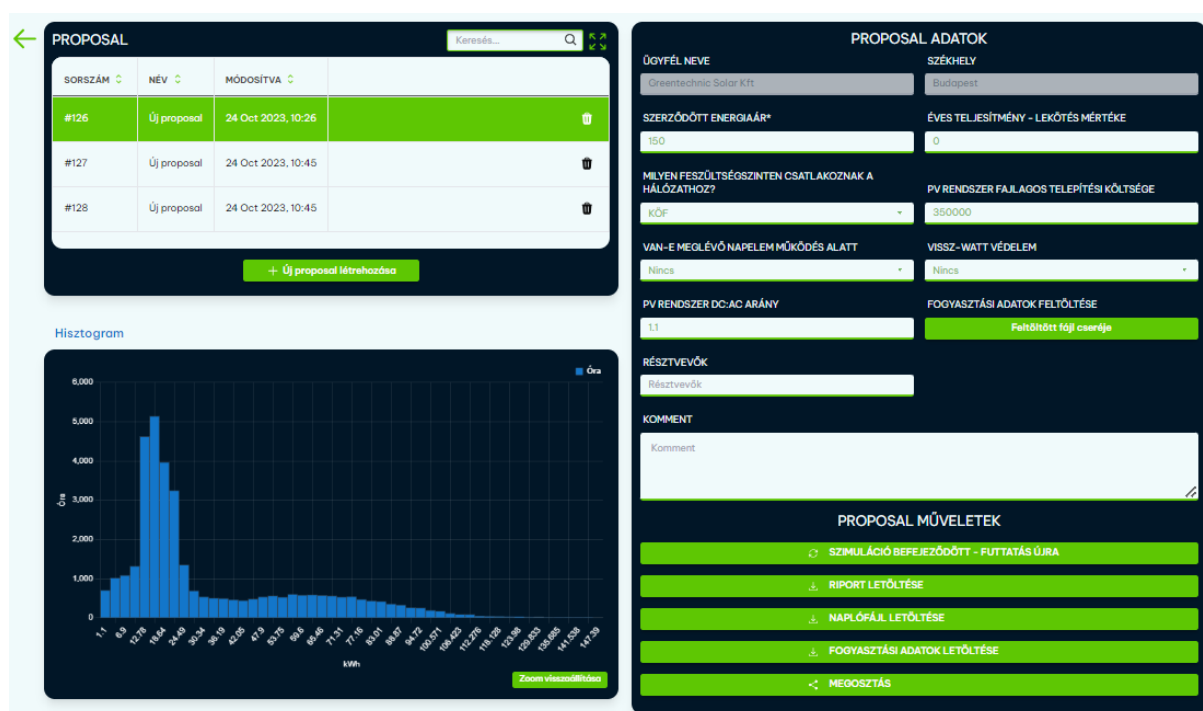
- Rugalmasság és skálázhatóság: Az EcoStruxure rendelkezik olyan eszközökkel és szolgáltatásokkal, amelyek rugalmasan alkalmazhatók kisvállalkozásoktól az ipari méretekig, és a növekvő igényekhez könnyen skálázhatók.
- Felhőalapú megoldások: Az EcoStruxure felhőalapú platformot is kínál, amely lehetővé teszi a távoli monitorozást és vezérlést, valamint a hálózati hozzáférést.
- Biztonság és megbízhatóság: Az EcoStruxure a biztonságos és megbízható működést is biztosítja az intelligens eszközök és rendszerek kezelésében.
- Környezettudatosság: Az EcoStruxure segíti a fenntartható energiafelhasználást és az alacsony széndioxid-kibocsátást célzó kezdeményezések támogatását.

Az Schneider Electric EcoStruxure egy komplex és rugalmas platform, amely számos alkalmazási területen segíti az energia- és folyamatirányítást, valamint az épületautomatizálást. Az EcoStruxure lehetővé teszi az energiahatékonyság növelését, az energiaveszteség minimalizálását és a fenntarthatóbb működést, ami hozzájárul a zöld energiaforrások és az IoT technológiák elterjedéséhez.

7.2.10. DimenSim Platform

A Planergy Solutions Kft. által fejlesztett szimulációs szoftver segítségével a projektfejlesztők nemcsak gyorsan és hatékonyan tudják feldolgozni és kiértékelni a beérkező igényeket, de pontosan ki tudják számolni, hogy az adott projektben mekkora teljesítményű napelemes rendszerre, és mekkora kapacitású akkumulátorra van szükség az optimális működéshez és biztos megtérüléshez.

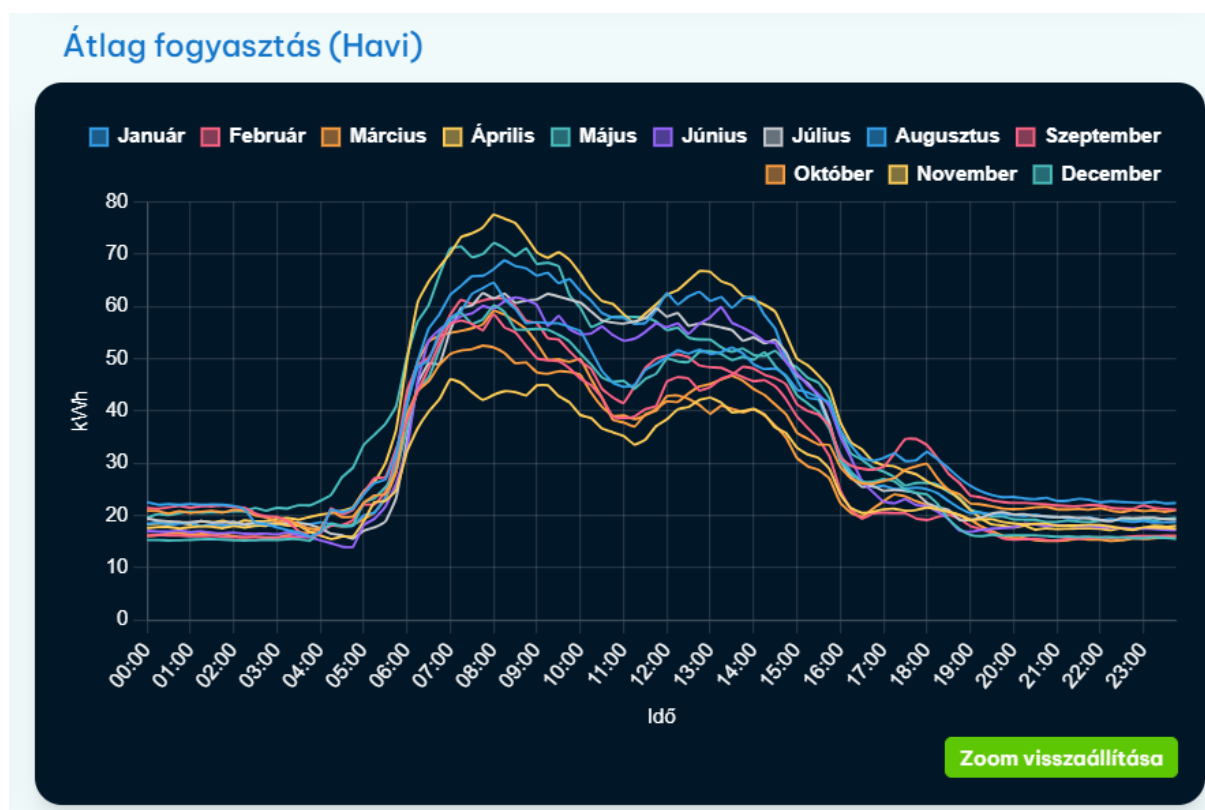
Az optimalizációs számítások elvégzéséhez mindössze az adott helyszín fogyasztási adataira (1 évre, 15 perces felbontással) és a szerződött energiaárra van szükség.



22. ábra. A DimenSim Platform adatbeviteli felülete. [32]

Az automatizált program a következő lépéseket végzi el:

- Statisztikai módszerek segítségével kiértékeli a fogyasztási adatokat.
- Több száz kombináció vizsgálatával kiválasztja az optimális rendszerméretet.
- Meghatározza a legfontosabb műszaki és gazdasági beruházási paramétereket.



23. ábra. A DimenSim fogyasztási adat kiértékelő modulja. [32]

A szimulációs eredményekből készített szöveges dokumentáció a különböző műszaki és gazdasági grafikonokon kívül részletes hozamkalkulációkat is tartalmaz, így nemcsak a vevői tárgyalásokon használható hatékonyan, de a villamos tervező által készített kiviteli tervek alapjául is szolgálhat.

A „Digital Twin” technológiára épülő szimulációs módszertan révén, validált akkumulátor-cella modellekkel végezhető a méretezés. A részletes adatlapok feldolgozásával, illetve laboratóriumi mérésekkel felépített cellamodelleknek köszönhetően pontosan előre jelezhető az éves töltési-kisütési ciklusok száma, így az akkumulátor várható élettartama is.

A számítások egyik legfontosabb kimenete a részletes üzleti terv és cash-flow modell, amely tartalmazza a beruházási és üzemeltetési költségeket, az éves megtakarításokat és extra bevételeket is. Ezek alapján automatizáltan elvégezhető a megtérülési fedezeti pont számítása is.

A szoftver az ipari napelemes és akkumulátoros rendszerekre specializálódik: villamosenergia-költségek csökkentése, a hálózathoz vásárolt energia kiváltása saját naperőművel és akkumulátorral.

Statikus fedezeti pont (év)											
Egy beruházás megtérülési ideje azt jelenti, hogy hány év alatt éri el a beruházás révén képződő összes várható nettó jövedelem az eredeti befektetés összegét. A javaslat akkor fogadható el, ha a kiszámított megtérülési idő rövidebb, mint a megkövetelt megtérülési idő. Több beruházási javaslat esetén azt preferáljuk, amelynek rövidebb a megtérülési ideje.											
Napelem teljesítmény [kWp]		150	300	450	600	750	900	1,050	1,200	1,350	1,500
Akkumulátor nélküli esetben		3.3	4.9	6.6	8.3	9.9	11.6	13.1	14.7	16.3	17.8
287 kWh	120 kW	5.3	5.1	6.2	7.4	8.6	9.7	10.9	12.1	13.2	14.4
387 kWh	150 kW	5.8	5.2	6.1	7.2	8.3	9.3	10.4	11.5	12.5	13.6
473 kWh	150 kW	6.5	5.3	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1
630 kWh	240 kW	7.8	5.8	6.2	7.1	7.9	8.8	9.7	10.6	11.5	12.4
860 kWh	300 kW	9.3	6.3	6.3	7.0	7.8	8.6	9.4	10.3	11.1	11.9
946 kWh	300 kW	9.9	6.6	6.5	7.1	7.9	8.7	9.5	10.3	11.1	12.0
1161 kWh	450 kW	11.5	7.4	7.0	7.5	8.2	9.0	9.8	10.6	11.4	12.2
1290 kWh	630 kW	12.4	7.9	7.3	7.8	8.5	9.2	10.0	10.8	11.6	12.4
1419 kWh	450 kW	13.3	8.3	7.6	8.0	8.7	9.5	10.2	11.0	11.8	12.6
1548 kWh	600 kW	14.3	8.8	7.9	8.3	9.0	9.7	10.4	11.2	12.0	12.8
1720 kWh	600 kW	15.5	9.4	8.3	8.7	9.3	10.0	10.7	11.5	12.3	13.1
1935 kWh	750 kW	17.1	10.2	8.8	9.2	9.8	10.4	11.2	11.9	12.7	13.5
2150 kWh	750 kW	18.6	11.0	9.3	9.6	10.2	10.9	11.5	12.3	13.1	13.9

9. táblázat. Példa DimenSim szimuláció egyik kimenetére. [32]

A szimulációk során a következő műszaki és gazdasági paraméterek határozhatók meg:

- Villamosenergia-megtakarítás (% és Ft/év).
- Vissz-watt veszteség (%).
- Nettó jelenérték (NPV) és Belső megtérülési ráta (IRR).
- Teljes beruházási költség (Ft) és Fedezeti pont (év).
- Éves töltési/kisütési ciklusok száma és Akkumulátor élettartam (év).

A DimenSim Platform 2024. elején lesz elérhető.

7.3. Összehasonlítás

A vizsgált szoftverek és rendszerek között számos különbség és közös vonás található. Itt van egy összehasonlítás ezek között a szoftverek és rendszerek között:

- **TESVOLT Calculator:**
 - Cél: Az energiatároló rendszerek tervezésére és szimulációjára használják.
 - Funkciók: Energiatároló rendszerek hatékonyságának elemzése, kalkulációk készítése különböző felhasználási profilokhoz.
- **HOMER Pro:**
 - Cél: Az energiarendszerek tervezésére és optimalizálására használják, beleértve a megújuló energiát és az energiatárolást.
 - Funkciók: Megújuló energiarendszerek optimalizálása, energetikai szimulációk, különböző energiaforrások elemzése.
- **Energy Toolbase:**
 - Cél: A napelemes projektek tervezésére és elemzésére használják.
 - Funkciók: Napelemes rendszerek tervezése és optimalizálása, költségmegtakarítási elemzések, időjárési adatok használata.
- **DER-CAM:**
 - Cél: Az energia rendszerek tervezésére és optimalizálására használják, különösen a terjesztett energiaforrások esetében.
 - Funkciók: Terjesztett energiaforrások tervezése és optimalizálása, hálózati hatások elemzése.
- **OpenDSS:**
 - Cél: A villamos hálózatok szimulációjára és elemzésére használják.
 - Funkciók: Villamos hálózatok modellezése, hálózati hatások elemzése, terhelésmodellezés.
- **DimenSim Platform:**
 - Cél: ipari napelemes és akkumulátoros rendszerek optimális méretezése.
 - Funkciók: személyre szabott szimulációk készítése, historikus fogyasztási adatok statisztikai elemzése, napelemes rendszerméret optimalizációja, napelemes és akkumulátoros rendszerméret optimalizációja, üzleti modell és cash-flow meghatározása.

	TESVOLT Calculator	HOMER Pro	Energy Toolbase	DER- CAM	OpenDSS	DimenSim Platform
Energiatároló rendszerek hatékonyságának elemzése	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kalkulációk készítése különböző felhasználási profilokhoz	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Megújuló energiarendszerek optimalizálása	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Energetikai szimulációk	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Különböző energiaforrások elemzése	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Időjárási adatok használata	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hálózati hatások elemzése	✗	✓	✓	✓	✓	✗
Hálózatok modellezése	✗	✓	✓	✓	✓	✗
Terhelés modellezés	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Különböző scenario-k egyidejű vizsgálata	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Validált akkumulátor- modellek használata	✗	✗	✗	✗	✗	✓

10. táblázat. Összehasonlítás [saját szerkesztés]

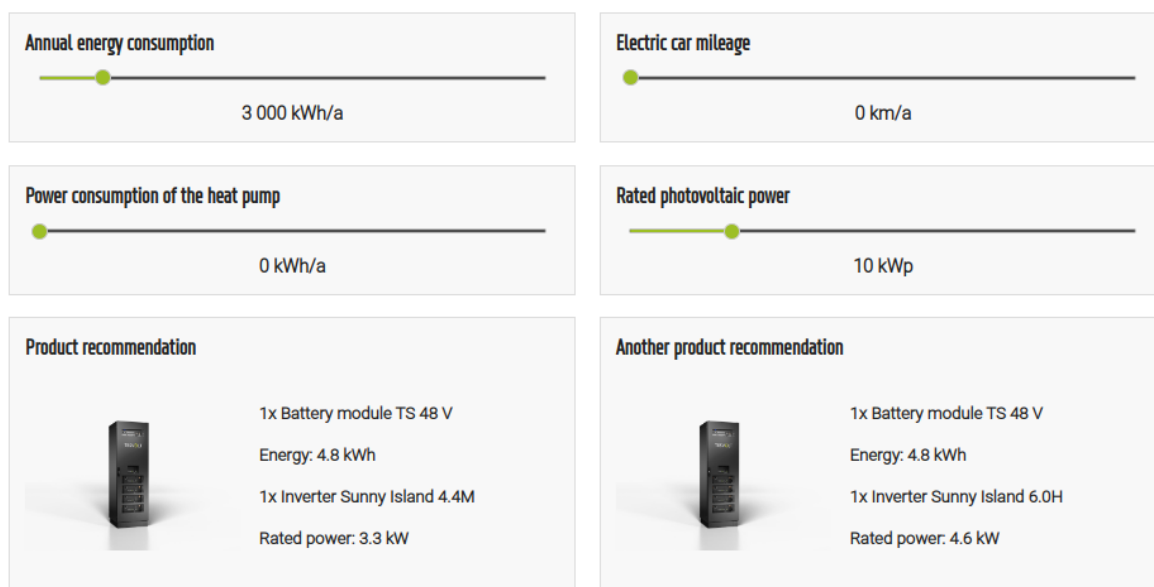
- Tesla BMS és Powerwall Gateway:
 - Cél: Az energiatároló rendszerek kezelésére és monitorozására használják, különösen a Tesla Powerwall esetében.
 - Funkciók: Akkumulátorok kezelése, hálózati integráció, távoli monitorozás.
- TESVOLT Energy Manager:
 - Cél: Az energiatároló rendszerek kezelésére és monitorozására használják, különösen a TESVOLT rendszerekhez.
 - Funkciók: Energiatároló rendszerek kezelése, hatékonyságmonitorozás, felhasználói interfész.
- SMA Sunny Portal és Sunny Island:
 - Cél: A napelemes rendszerek monitorozására és az energiatároló rendszerek integrációjára használják.
 - Funkciók: Napelemes rendszerek monitorozása, energiatároló inverterek, hálózati integráció.
- Schneider Electric EcoStruxure:
 - Cél: Az IoT alapú energia- és folyamatirányítást, valamint az épületautomatizálást támogató platform.
 - Funkciók: IoT-eszközök összekapcsolása, adatgyűjtés és elemzés, energiahatékonyság növelése, biztonság, rugalmasság.

	Tesla BMS és Powerwall Gateway	TESVOLT Energy Manager	SMA Sunny Portal és Sunny Island	Schneider Electric EcoStruxure
Energiatároló rendszerek kezelése	✓	✓	✓	✓
hatékonyságmonitorozás	✓	✓	✓	✓
hálózati integráció	✓	✓	✓	✓
adatgyűjtés és elemzés	✓	✓	✓	✓

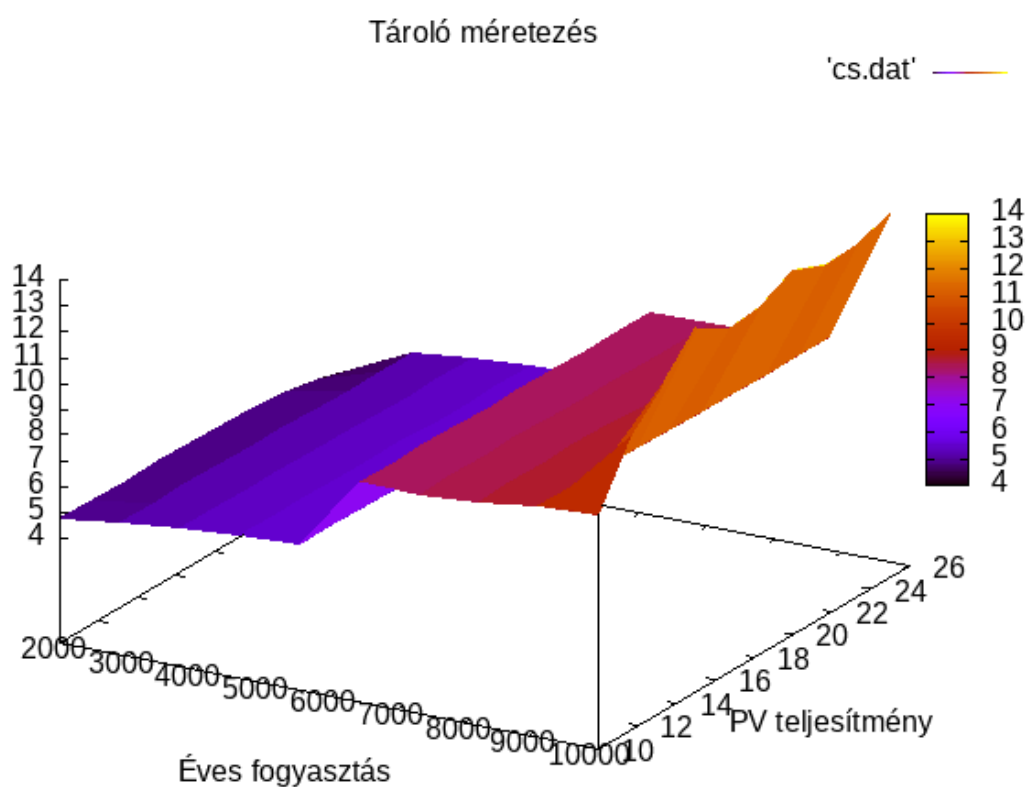
11. táblázat. Összehasonlítás II. [saját szerkesztés]

7.4. Kalkulációk

7.4.1. Családi ház

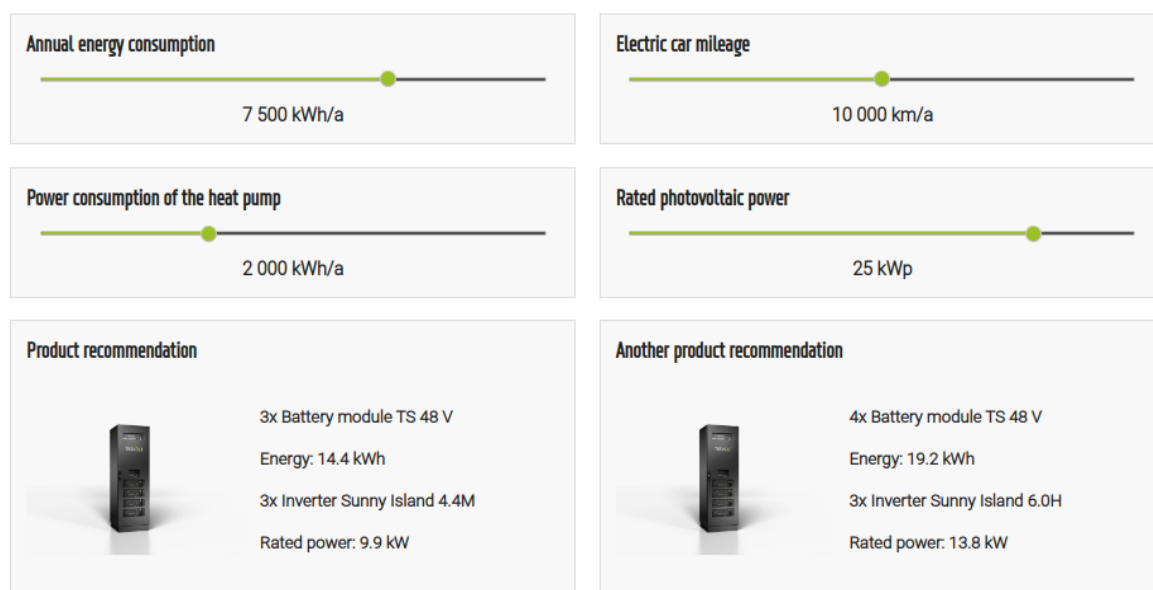


24. ábra. Minta beállítás I. [saját szerkesztés]

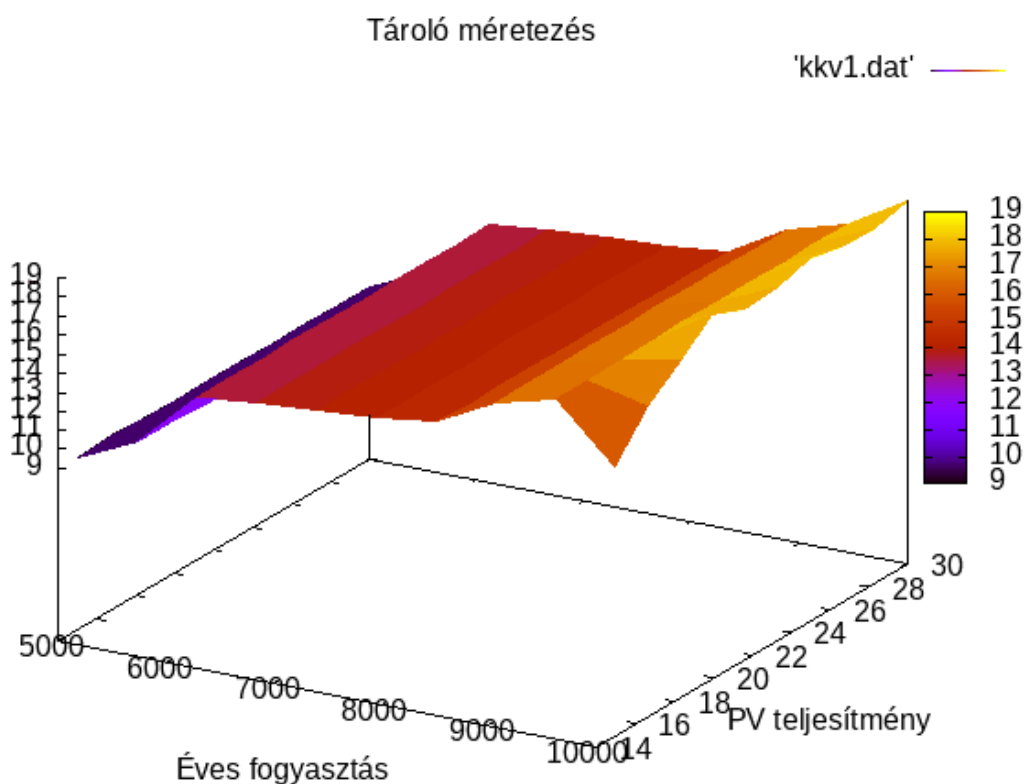


25. ábra. Eredmények összefoglalása I. [saját szerkesztés]

7.4.2. KKV



26. ábra. Minta beállítás II. [saját szerkesztés]



27. ábra. Eredmények összefoglalása II. [saját szerkesztés]

7.4.3. KKV Üzem

Commercial sector **i**
Type 4: e.g. manufacturing

Annual energy consumption
100 000 kWh/a

Number of electric car charging stations
4

Rated photovoltaic power
100 kWp

Desired applications in addition to self-consumption optimization **i**

Off-Grid
Back-up Power
Peak shaving
Power Quality
Time of Use
Forecast-based battery charging
Zero feed-in
Micro-Grid
Outdoor

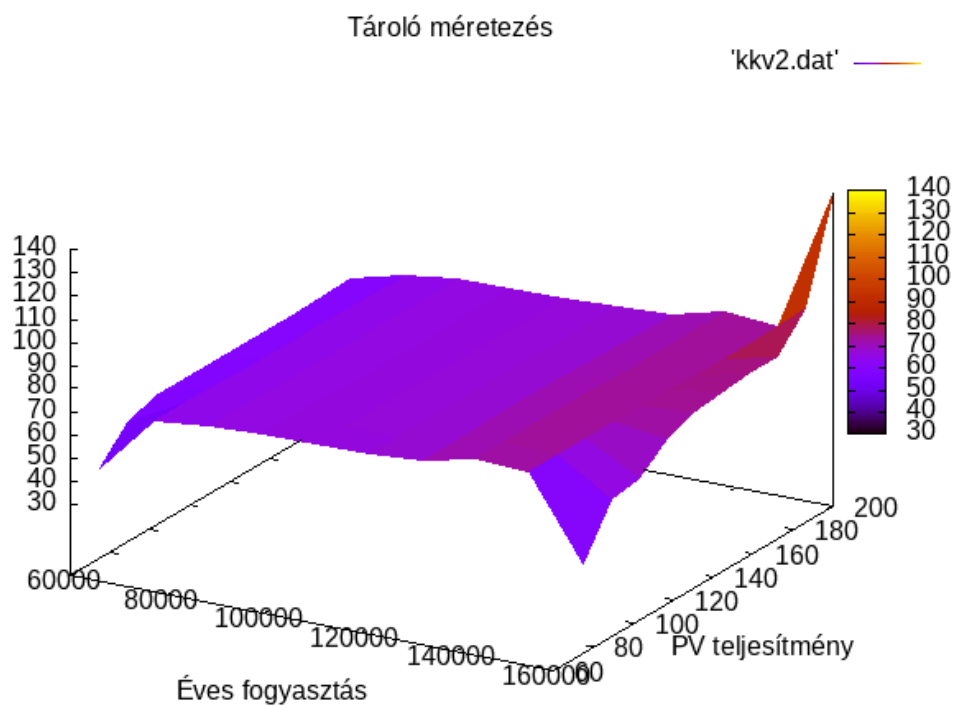
Product recommendation

12x Battery system TS 48 V
Energy: 57.6 kWh
3x Inverter Sunny Island 6.0H
Rated power: 13.8 kW

Another product recommendation

1x Battery system TS HV 70
Energy: 67.2 kWh
1x Inverter STPS 60
Rated power: 60 kW

28. ábra Minta beállítás III. [saját szerkesztés]



29. ábra Eredmények összefoglalása III. [saját szerkesztés]

8. Szuperkondenzátor, mint energiatároló – Ady László

“A szuperkondenzátorokat olyan alkalmazásokban használják, ahol gyors elektromos töltési/kisülési ciklusokra van szükség, például vonatokban, buszokban, darukban és felvonókban, valamint kisebb mértékben a hordozható eszközök tápellátására. A fő probléma azonban az energiasűrűség hiánya a lítium akkumulátorokhoz képest. A Münchener Műszaki Egyetem (TUM) csapata Roland Fischer vezetésével most egy hibrid-grafén anyagot fejlesztett ki szuperkondenzátorok új generációjához, amely egyszerre nagy teljesítményű és fenntartható. Az új tárolótechnológia energiasűrűsége kilogrammonként akár 73 wattóra is lehet, szemben a többi szuperkondenzátor 16 kW/kg-jával.” [41]

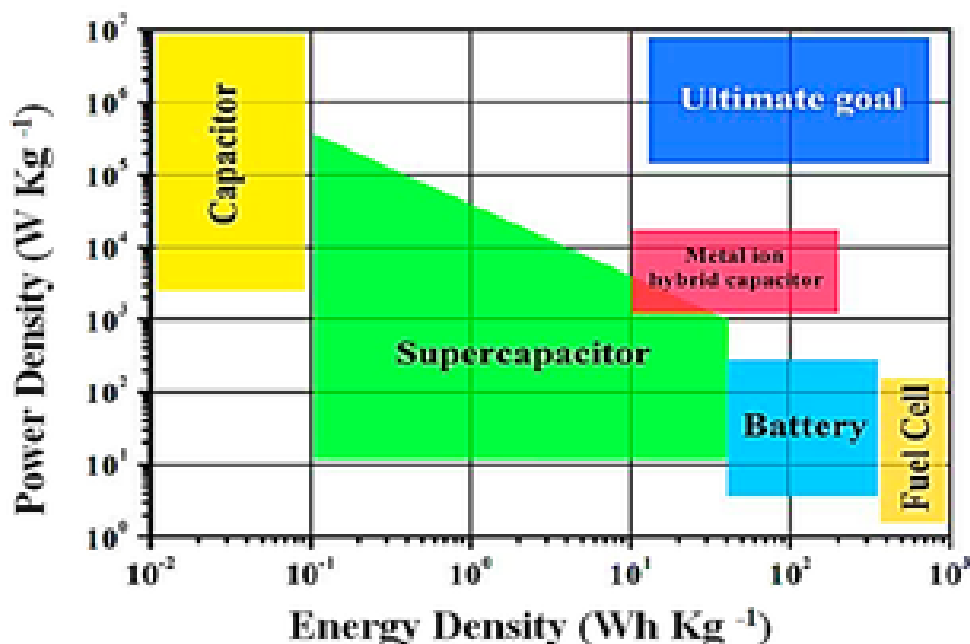
Szuperkondenzátor technológia technológiai fejlettségi szintje TRL 9. Ez azt jelenti, hogy a szuperkondenzátorok kereskedelmi forgalomban kaphatóak és rendelkezésre állnak az iparban, vagy a háztartásokban való felhasználásra. Erre vonatkozó információkat fogunk bemutatni az alábbiakban. A szuperkondenzátorok egy hibrid tárolási megoldás részét is képezhetik. A szuperkondenzátorokkal kiegészített akár lendkerekes, akár akkumulátoros tárolók is ismeretesek. A hibrid tárolás TRL 6 szinten van. [42]

A szuperkondenzátorok vagy ultrakondenzátorok olyan elektromos tárolóeszközök, amelyek képesek nagyobb mennyiségű elektromos töltést tárolni és leadni rövid idő alatt, miközben gyors töltési és kisülési ciklusokat is támogatnak. Ezek az eszközök a hagyományos kondenzátorok és az akkumulátorok között helyezkednek el a kapacitás és a teljesítmény tekintetében.

A szuperkondenzátorok főbb jellemzői:

- Gyors töltés és kisülés: A szuperkondenzátorok képesek gyorsan töltődni és kisülni, ami kiváló teljesítményt és nagyfokú reakcióképességet eredményez.
- Hosszú élettartam: Mivel a szuperkondenzátoroknál nincs kémiai reakció a tárolás és a kisülés közben, a rendszer hosszabb élettartammal rendelkezik, mint az akkumulátorok.
- Nagy ciklusstabilitás: A szuperkondenzátorok képesek elviselni sok ciklusban történő töltési és kisülési ciklust anélkül, hogy a teljesítményük jelentősen csökkenne.
- Széles hőmérséklet-tartomány: Az ultrakondenzátorok általában szélesebb hőmérsékleti tartományban működnek, mint az akkumulátorok, ami előnyös lehet extrém környezeti körülmények között.

Bár a szuperkondenzátorok előnyösek sok alkalmazásban, vannak korlátaik is. Az egyik ilyen korlát a kapacitásuk. A hagyományos akkumulátorokhoz képest a szuperkondenzátorok kapacitása általában alacsonyabb, így nagyobb fizikai méretű eszközök szükségesek ahhoz, hogy ugyanannyi energiát tároljanak. A szuperkondenzátorok alkalmazása egyre népszerűbb az autóiparban, energiatároló rendszerekben, elektromos járművekben és más olyan területeken, ahol gyors töltési és kisülési ciklusokra van szükség, és a hosszú élettartam és a ciklusstabilitás fontos szempont. (lásd. az 30. ábrán)



30. ábra. Teljesítmény- és energiasűrűség a különféle tárolási technológiák esetében [43]

A szuperkondenzátorok méretezése egy családi ház napelemes rendszeréhez az energiatárolás céljából több tényezőtől függ. Fontos megjegyezni, hogy a szuperkondenzátorok általában kiegészítik az akkumulátorokat és más energiatároló rendszereket, mivel nagy energiatároló képességük és gyors töltési/kisülési ciklusaik révén kiegészítő megoldást nyújthatnak a hirtelen energiaszükségletekre, vagy a stabilizációra.

A szuperkondenzátorok méretezése a következő tényezők figyelembevételével történhet:

- **Energiatárolási igény:** Először határozza meg, mennyi energiát kell tárolni a napelemes rendszerből a szuperkondenzátorokba. Ennek figyelembevételével választhat olyan szuperkondenzátorokat, amelyek elegendő kapacitással rendelkeznek az energiatárolásra.

- Napelemes rendszer teljesítménye: Az otthoni napelemes rendszer teljesítménye meghatározza, hogy mennyi energiát termel a napenergiából. Ezt az adatot használhatja a szuperkondenzátorok méretének meghatározásához.
- Kisülési ciklusok: Fontolja meg, hogy milyen gyakran lesz szükség a szuperkondenzátorokból történő kisülésre. A gyors kisülés képességeik miatt alkalmasak lehetnek például villamosenergia-visszatáplálás, vagy energiafogyasztás szabályozására.
- Fizikai hely és méret: Vegye figyelembe, mennyi hely áll rendelkezésre a szuperkondenzátorok számára, valamint az eszközök fizikai méretét és elhelyezését.
- Energiaigényi mintázat: Fontos figyelembe venni, hogy milyen időszakokban van a legnagyobb energiaigénye az otthonnak.

A szuperkondenzátorok különösen hasznosak lehetnek a gyors kisülési képességük révén a csúcsergia-igények kielégítésében. A szuperkondenzátorok méretét és számát a fenti tényezők alapján kell kiválasztani.

Szuperkondenzátorok általában nem rendelkeznek olyan súlyos tűzveszélyességgel, mint néhány hagyományos akkumulátor típus. Ennek oka, hogy a szuperkondenzátorok működése nem alapul kémiai reakciókon, mint például a lítium-ion akkumulátorok, amelyeknek a hibás működése, vagy túlzott hőmérséklet hatására kialakulhatnak tüzek vagy robbanások. Azonban fontos megjegyezni, hogy bármilyen elektromos eszköznél, beleértve a szuperkondenzátorokat is, potenciálisan veszélyes lehet a túlzott hőmérséklet, a túlterhelés, vagy a hibás használat. Például, ha a szuperkondenzátorokat nem megfelelően kezelik, vagy nem megfelelő elektromos vagy mechanikai terhelésnek teszik ki, azok melegedhetnek, vagy károsodhatnak. Ebben az esetben előfordulhat, hogy a megnövekedett hőmérséklet veszélyt jelenthet a tűz kialakulására. A szuperkondenzátorokat tehát még mindig óvatosan és megfelelően kell kezelni, hogy minimalizálják a bármilyen kockázatot. A szuperkondenzátorok tervezésénél és telepítésénél figyelembe kell venni a megfelelő hűtést, a túlterhelés megelőzését és a környezetvédelmi előírásokat, hogy a biztonságot és a környezetvédelmet maximálisan garantálják.

Szuperkondenzátorok élettartamát számos tényező befolyásolhatja, amelyek közül néhány a következő:

- Feszültség- és áramterhelés: A szuperkondenzátorok túlzott feszültség- vagy áramterhelése ronthatja az élettartamot. A túlzott feszültség, vagy áram okozhatja a szuperkondenzátorok degradációját és idő előtti meghibásodását.

- Túlmelegedés: A magas hőmérséklet, vagy a hőingadozások károsíthatják a szuperkondenzátorokat. A túlzott hőhatások ronthatják a rendszer teljesítményét és hosszú távon csökkenthetik az élettartamot.
- Ciklusok száma: A szuperkondenzátorok ciklusok számára érzékenyek lehetnek. A túlzott ciklusok száma és a rendszeres kisülési és töltési folyamatok idővel a szuperkondenzátorok teljesítményének csökkenését eredményezhetik.
- Túltöltés: A szuperkondenzátorokat megfelelő töltési paraméterekkel kell kezelni. A túltöltés hibás működést és idő előtti meghibásodást okozhat.
- Szennyeződés és környezeti hatások: A szennyeződés, por és nedvesség károsíthatja a szuperkondenzátorokat. A szuperkondenzátorokat olyan környezeti körülmények között kell üzemeltetni, amelyek minimalizálják az ilyen hatásokat.
- Gyártási minőség és anyagok: A gyártási minőség és az alkalmazott anyagok minősége befolyásolhatja a szuperkondenzátorok élettartamát. Jól tervezett és minőségi anyagokból készült szuperkondenzátorok hosszabb élettartamot biztosíthatnak.
- Az üzemeltetési körülmények, például a hőmérséklet, páratartalom és rezgések is hatással lehetnek a szuperkondenzátorok élettartamára.

A szuperkondenzátorok élettartamát befolyásoló tényezők összetettek, és ezek mindegyikét figyelembe kell venni a tervezés és az üzemeltetés során. A megfelelő tervezés, a gyártói ajánlások betartása és a rendszeres karbantartás hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a szuperkondenzátorok optimális teljesítményt, illetve hosszú élettartamot biztosítsanak.

Számos vállalat gyárt szuperkondenzátorokat világszerte. Itt néhány név, amelyek közül néhányat ismertetek a szuperkondenzátorok piacán:

- Maxwell Technologies (Tongrun Group): A Maxwell egy vezető vállalat a szuperkondenzátorok terén, amelyet a Tongrun Group felvásárolt. A Maxwell kínál szuperkondenzátorokat különböző alkalmazásokhoz, mint például járművek, energiatárolás és ipari rendszerek.
- Nesscap Energy (Maxwell Technologies konszern része volt): Korábban a Nesscap volt a neve, mielőtt beolvadt a Maxwell Technologies-be. A vállalat szintén a szuperkondenzátorok gyártása területén működik és kínál termékeket többféle ipari alkalmazáshoz.
- Skeleton Technologies: Európai vállalat, amely szintén vezető a szuperkondenzátorok területén. Az autóipar, az energiatárolás és az ipari automatizálás terén kínálnak szuperkondenzátorokat.

- Murata Manufacturing: A Murata olyan elektronikai komponenseket gyárt, amelyek között vannak szuperkondenzátorok is, különösen a beépített energia tárolásra szánt alkalmazásokhoz.
- Ioxus: Az Ioxus egy másik szuperkondenzátorokat gyártó vállalat, amelynek termékei ipari, kereskedelmi és védelmi alkalmazásokhoz készülnek.
- CAP-XX: Az ausztrál vállalat szuperkondenzátorokat fejleszt és gyárt, főként olyan alkalmazásokhoz, mint a hordozható eszközök, az ipari automatizálás és az egészségügyi eszközök.
- EPCOS (TDK Group): Az EPCOS, amely a TDK Group része, szuperkondenzátorokat is gyárt. A vállalat széles körű elektromos komponenseket kínál, és a szuperkondenzátorokat is azok között találjuk.

Fontos megjegyezni, hogy a szuperkondenzátorok piaca dinamikusan változik, és új szereplők is megjelenhetnek a piacon.

A szuperkondenzátorok újrahasznosítása és fenntarthatósága fontos téma a fenntartható fejlődés és a környezetvédelem szempontjából. A szuperkondenzátorok gyártása és eldobható használata ugyanúgy terhelheti a környezetet, mint más elektronikai eszközök. Az újrahasznosítás és a fenntartható életciklus menedzsment azonban lehetővé teszi, hogy a szuperkondenzátorokat hosszabb ideig használják, csökkentve a hulladékot és az erőforrások felhasználását.

A szuperkondenzátorok újrahasznosításával és fenntarthatóságával kapcsolatban az alábbi szempontokra hívjuk fel a figyelmet:

- A szuperkondenzátorokban használt anyagokat, például az elektrolitokat és az elektromos szigetelőket lehet újrahasznosítani, ami csökkenti az új nyersanyagokra való igényt.
- Az elhasznált szuperkondenzátorokból a hasznos komponensek, például a fényezők, vezetékek, hűtőtestek, vezetők és csatlakozók eltávolíthatók és újra felhasználhatók.
- A szuperkondenzátorokból kivont anyagok, például fémek, kerámia és műanyagok újra feldolgozhatók és újrahasznosíthatók az elektronikai és egyéb iparágakban.
- A szuperkondenzátorok gyártását és újrahasznosítását szabályozó környezetvédelmi előírások és irányelvek szigorú betartása növeli a fenntarthatóságot.
- A szuperkondenzátorok gyártóinak felelőssége biztosítani, hogy termékeik újrahasznosítása és fenntarthatósága kiemelt szerepet kapjon a tervezés és a gyártás folyamatában.

- Az újrahasznosítás és a fenntarthatóság fontos szerepet játszanak a technológia fejlődésében és a környezetvédelmi törekvésekben. A szuperkondenzátorok terén is a felelős tervezés és az újrahasznosítási lehetőségek figyelembevétele hozzájárul a fenntartható energiaellátáshoz és az erőforrások hatékonyabb felhasználásához.

8.1. Használatra kész szuperkondenzátor alapú energiatároló megoldások

8.1.1. GTCAP szuperkondenzátorok vizsgálata

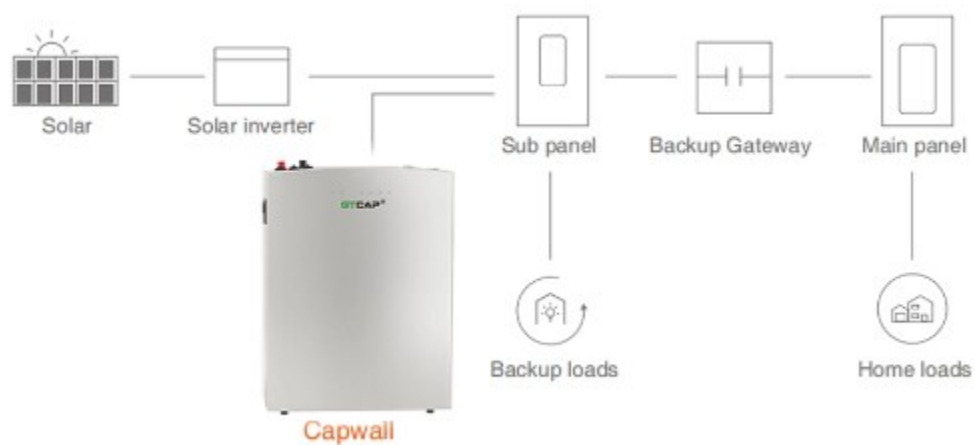
A Shanghai Green Tech Company egy fejlett kondenzátorgyártó és grafén szuperkondenzátor-energiatároló rendszer innovátor, több mint 20 éves tapasztalattal a szuperkondenzátorok tervezésében, fejlesztésében és gyártásában. 1998 óta több mint 1000 ügyfél számára biztosít szuperkondenzátorokat és grafén szuperkondenzátoros energiatároló rendszereket és megoldásokat.

Termékeket kínál családi ház kiszolgálásnál nagyobb KKV ipari kiszolgálásáig. A termékei között megtalálható 48V-tól és 800V-ig megoldások.

8.1.2. GTEM termékcsalád vizsgálata

A hosszú élettartamú, stabil és karbantartásmentes megoldás, falra, földre, vagy rack szekrénybe szerelhető, intelligens felügyeleti rendszer. A termék jellemzői:

- grafén szuperkondenzátor akkumulátor,
- hosszú ciklus élettartam,
- intelligens felügyelet,
- magas energiaátviteli hatékonyság,
- nagy kisülési teljesítmény,
- alacsony önkisülés,
- alacsony karbantartási igény,
- környezetbarát termék.



31. ábra. GTEM rendszerstruktúra [44]



32. ábra. Kialakítás változatok GTEM termékcsalád [44] [45]

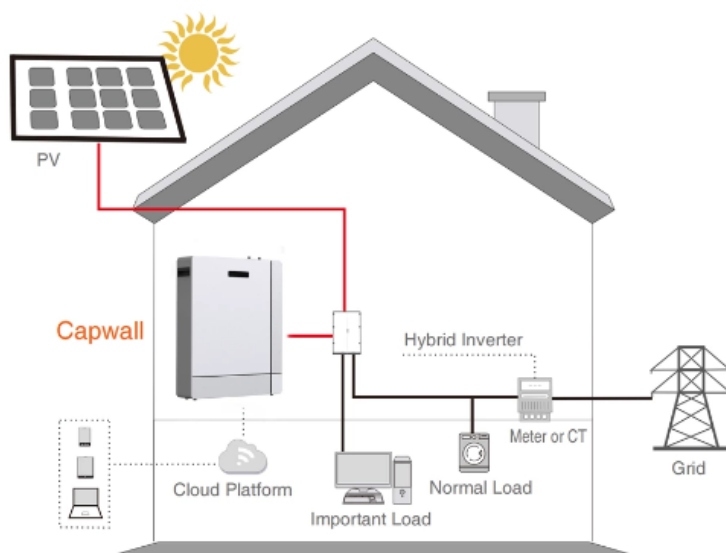
Cikkszám	GTEM-48V5.5kWh-W	GTEM-48V15K-W	GTEM-400V14.4K-W
Tárolás	5,5 kWh	15.2kWh	14.4kWh
Kapacitás	105 Ah		
Névleges feszültség	51,8V DC	48Vdc	400Vdc
Maximális töltési feszültség	58Vdc	58.8Vdc	453Vdc
Kisülési lekapcsolási feszültség	42Vdc	39.2Vdc	292Vdc
ESR/AC (1KHz, 50%) SOC	<8 mΩ	<6mΩ	<150mΩ
Max. folyamatos töltőáram	100A	200A	50A
Max. folyamatos kisülési áram	100A	200A	50A
Cellák önkisülési ráta	2% havonta	2% havonta	2% havonta
Tervezett élettartam (25°C)	20.000 alkalommal	10,000 alkalom	20.000 alkalommal
Töltési kisütési ciklus hatékonyság	97,5%	98%	96%
Ajánlott kisülési mélység	≤90%	≤90%	≤90%
Maximális kisülési mélység	100%	100%	100%
Hűtési módszer	Természetes	Természetes	Természetes
Burkolat anyaga	Fém és ABS műanyag	Fém és ABS műanyag	Fém és ABS műanyag
Párhuzamos kapcsolat	16 készlet	5 készlet	
Monitoring	Rendszerfeszültség, áram, hőmérséklet, SOC, SOH, ciklus, cella feszültsége	Rendszerfeszültség, áram, hőmérséklet, SOC, SOH, ciklus, cella feszültsége	Rendszerfeszültség, áram, hőmérséklet, SOC, SOH, ciklus, cella feszültsége
Kommunikáció	CAN, RS485		CAN, RS485
Tömeg	41 kg	90 kg	115 kg
Méret	470x545x194(mm)	700x845x194(mm)	700x840x194(mm)
Telepítés	Falra / földre	Falra / földre	Falra / földre

12. táblázat. Összehasonlító táblázat három felhasználási profilhoz megfelelő termékek paramétereit. GTEM termékcsalád. [46]

8.1.3. GTEF termékcsalád vizsgálata

Grafén szuperkondenzátor. Tökéletes lehetőség ház napenergia-tároló rendszeréhez. A hosszú élettartamú, stabil és karbantartásmentes megoldás sok előnyt jelent a végfelhasználó számára, falra és földre szerelhető, intelligens felügyeleti rendszer. Termék jellemzői:

- Grafén szuperkondenzátor akkumulátor
- Hosszú ciklus élettartam
- Intelligens felügyelet
- Magas energiaátviteli hatékonyság
- Nagy kisülési teljesítmény
- Alacsony önkisülés
- Alacsony karbantartási igény
- Környezetbarát



33. ábra. A GTEF termékcsaláddal létrehozható rendszer [47]



34. ábra. Kiépítési változatok GTEF termékcsaládból [47] [48] [49]

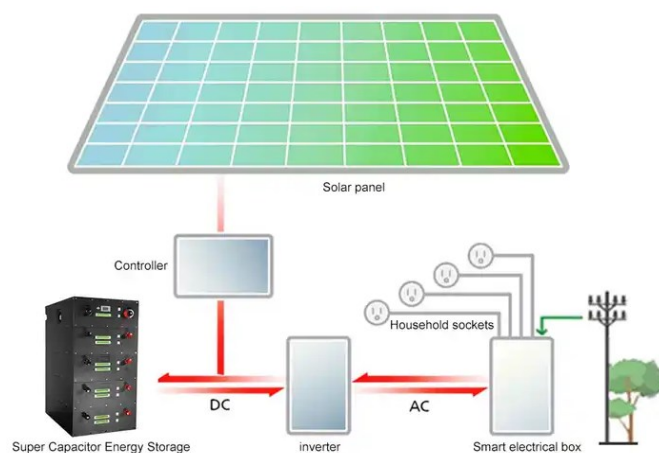
Cikkszám	GTEF-48V10K-W	GTEF-512V50KW/100K WH-R	GTEF-716V100K-R	GTEF-1280V2.5MWh/1.25MW-C
Tárolás	10kWh	107.2kWh	150.5kWh	2.5MWh
Kapacitás				1960Ah
Névleges feszültség	51.2V/DC	48Vdc	716.8Vdc	1280Vdc
Maximális töltési feszültség	57V/DC	58.8Vdc	806.4Vd.c	1440Vdc
Kisülési lekapcsolási feszültség	44V/DC	39.2Vdc	604.8Vd.c	1120Vdc
ESR/AC @1KHz 50% SOC	<9mΩ	<6mΩ	<150mΩ	48mΩ
Max. folyamatos töltőáram	100A	200A	150A	1225A
Max. folyamatos kisülési áram	100A	200A	150A	1225A
Cellák önkisülési ráta	2% havonta	2% havonta	2% havonta	
Tervezett élettartam (25°C)	10000 alkalom	10,000 alkalom	10.000 alkalommal	
Töltési kisütési ciklus hatékonyság	97.7%	98%	96%	
Ajánlott kisülési mélység	≤90%	≤90%	≤90%	
Maximális kisülési mélység	100%	100%	100%	
Hűtési módszer	Természetes			
Burkolat anyaga	Fém és ABS műanyag	Fém	Fém	
Párhuzamos kapcsolat	16 készlet	Nincs limitálva	Nincs limitálva	
Monitoring	Rendszerfeszültség, áram, hőmérséklet, SOC, SOH, ciklus, cella feszültsége	Rendszerfeszültség, áram, hőmérséklet, SOC, SOH, ciklus, cella feszültsége	Rendszerfeszültség, áram, hőmérséklet, SOC, SOH, ciklus, cella feszültsége	
Kommunikáció		CAN, RS485, TCP	CAN, RS485, TCP	CAN, RS485, TCP
Tömeg	117 kg	1315 kg	1560 kg	
Méret	730x750x138(mm)	801x832x1629(mm)	801x832x2166(mm)	12192*2438*2896(mm)
Telepítés	Falra / földre	Földre	Földre	Földre

13. táblázat. Összehasonlító táblázat három felhasználási profilhoz megfelelő termékek paraméterei. GTEF termékcsalád. [49]

8.2. Oraako szuperkondenzátorok vizsgálata

8.2.1. 48V 5/10/15kw Graphene Supercapacitor Energy Storage

Az alábbi példa azt mutatja, hogy más gyártó terméke is elérhető ebben a kategóriában. Viszont a termékeiről nem derül ki az európai alkalmazhatósága.



35. ábra. Az Oraako termékcsaláddal létrehozható rendszer [50]

Termék jellemzők²:

- egymásra rakható kialakítás,
- magas biztonság, nagy megbízhatóság,
- hosszú élettartam: ≥ 20000 CYC névleges áram 50A @25°C,
- alacsony hőmérséklet, jó teljesítmény,
- kis önkisülés,
- gyors töltés,
- alacsony hosszú távú költség,
- feszültség: 48 V,
- névleges áram: 200 A 10kW/15 kW-hoz,
- maximális töltőfeszültség: 58,8 V,
- minimális kisülési feszültség: 44 V,
- működési hőmérséklet-tartomány: -20-70 °C.

² Szerkesztői megjegyzés: gyártó által megadott adatok.



36. ábra. Kiépítési változatok Oraako termékcsaládból [51] [52]

Cikkszám	SC5KWSG	SC10KWSG	SC15KWSG
Tárolás	5kWh	10kWh	15kWh
Kapacitás			
Névleges feszültség	48V/DC	48Vdc	48Vdc
Maximális töltési feszültség	58.8V/DC	58.8Vdc	58.8Vdc
Kisülési lekapcsolási feszültség	44V/DC	44Vdc	44Vdc
ESR/AC @1KHz 50% SOC			
Max. folyamatos töltőáram	100A	200A	200A
Max. folyamatos kisülési áram	100A	200A	200A
Cellák önkisülési ráta	2% havonta	2% havonta	2% havonta
Tervezett élettartam (25°C)	20000 alkalom	20,000 alkalom	20,000 alkalom
Töltési kisütési ciklus hatékonyság			
Ajánlott kisülési mélység			
Maximális kisülési mélység			
Hűtési módszer	Természetes	Természetes	Természetes
Burkolat anyaga	Fém és ABS műanyag	Fém és ABS műanyag	Fém és ABS műanyag
Párhuzamos kapcsolat			
Monitoring			
Kommunikáció			
Tömeg			
Méret			
Telepítés	Falra / földre	Falra / földre	Falra / földre

14. táblázat. Összehasonlító táblázat három felhasználási profilhoz megfelelő termékek paraméterei. Oraako termékcsalád. [50] [53] [54]

9. Napelemes rendszerek tartószerkezetének, méretezése és szimulációja - Ady László, Dr. Felhős Dávid

Napelemek, energiatárolók vagy inverterek tartószerkezetei, amelyek segítik az energetikai rendszerek biztonságos és hatékony telepítését, számos különböző típusban és kialakításban léteznek. Az optimális tartószerkezet kiválasztása függ az épület típusától, a helyi éghajlattól, a rendszerelemek elhelyezésétől és más tényezőktől. Az alábbiakban a tartószerkezetének típusát találja:

- Napelemek tetőcserepekhez: Ezek a tartók kifejezetten olyan tetők számára készülnek, amelyek cserépborítással rendelkeznek. A tartókeretek megfelelően rögzítik a napelemeket a tetőcserép alatt, és általában beállíthatók a cserép típusához és méretéhez.
- Napelemek lapostetőkhöz: Ezek a tartók olyan lapos tetőszerkezetekhez készülnek, ahol a napelemeket közvetlenül a tetőlapokra kell rögzíteni. Általában becsúszthatók a lapok közé, vagy rögzíthetők a lapokhoz.
- Napelemek állványokra: Az állványok olyan tartószerkezetek, amelyek lehetővé teszik a napelemek telepítését olyan helyeken, ahol nincs megfelelő tető vagy fal. Ezek gyakran földön, vagy beton alapon vannak rögzítve.
- Napelemek állítható keretekkel: Az állítható keretek lehetővé teszik a napelemek dőlésszögének és irányának beállítását, hogy a napenergia hatékonyan szolgálja a napelemeket különböző napszakokban és évszakokban.
- Speciális rendszerek: Ezek a tartókeretek és tartószerkezetek olyan telepítésekhez készülnek, amelyeknek szigorú építészeti és környezeti terhelési követelményeknek kell megfelelniük.
- Polcokhoz: Nagyüzemi napelem telepítéseknél használják, ahol a rendszerelemek csoportosan, polcokon helyezkednek el a könnyű karbantartás érdekében.
- Energiatároló tartók: Az energiatároló rendszerek, például akkumulátorok, vagy inverterek tartókeretekkel rendelkeznek, amelyek a napelemekkel együtt, vagy külön vannak telepítve.

Az optimális tartószerkezet típusa és kialakítása függ az adott projekt egyedi igényeitől és a telepítési helytől. A legfontosabb az, hogy a tartókeretek biztonságosak legyenek, megfeleljenek az összes építészeti és műszaki követelménynek, és lehetővé tegyék a napelemek hatékony hasznosítását. A helyi jogszabályok és építészeti előírások is befolyásolhatják a tartószerkezet kiválasztását és telepítését.

Kiválasztás és tervezés szempontjai

Napelemes rendszerek tartószerkezetének tervezése során fontos számos szempontot figyelembe venni, hogy biztosítsuk a hatékony és biztonságos telepítést. A napelemes rendszerek tartószerkezetének tervezési szempontjainak rendszere:

- **Helyszín és helyszíni feltételek:** Az első lépés a telepítés helyszínének megválasztása, beleértve az épület típusát (tető, föld, állvány), a környezeti terheléseket, a nap irányát és dőlését, valamint a helyi éghajlati viszonyokat.
- **Napelemek típusa és elrendezése:** Fontos megválasztani a napelemek típusát (például monokristályos vagy polikristályos) és elrendezését (soros vagy párhuzamos kapcsolás), valamint méretét, tömegét a tervezés során.
- **Terhelési számítások:** A tartószerkezetnek meg kell felelnie a szilárdsági és a deformációs előírásoknak, amelyek tartalmazzák a napelemek súlyát, valamint a környezeti terheléseket (szél, hó, stb...).
- **Statikai és szilárdságtani számítások:** A tartószerkezet teherbírását statikai és szilárdságtani számításokkal kell igazolni annak érdekében, hogy biztosított legyen a napelemek és egyéb rögzített elemek üzembiztonsága.
- **Tartószerkezet anyaga:** Az anyagválasztás befolyásolja a tartószerkezet szilárdságát és tartósságát. Például alumínium, acél, vagy galvanizált acél anyagok használata. Fontos szempont a kapcsolódó elemek anyagpárjainak vizsgálata a korróziós folyamatok megelőzése érdekében. Az anyagok felületkezeléséről már a tervezési fázisban gondoskodni kell.
- **Telepítési módszer:** A napelemek telepítési módját is figyelembe kell venni, például a tetőre szerelés, az állvány telepítés, vagy a falra szerelés.
- **Dőlési szög és irány:** A napelemek optimális dőlésszöge és iránya a napenergia hatékony hasznosításához. A tartószerkezetnek lehetővé kell tennie az irány beállítását.
- **Árnyékolás és tükröződés:** Az árnyékoló objektumok és tükröződések, elkerülése vagy minimalizálása érdekében a tartószerkezetnek megfelelően kell elhelyezkednie.
- **Engedélyezési és építészeti előírások:** A helyi engedélyezési előírások és építészeti szabványok betartása alapvető fontosságú.
- **Karbantartási hozzáférés:** A tartószerkezetnek lehetővé kell tennie a napelemek karbantartását és tisztítását, anélkül, hogy a karbantartás folyamata a rendszert veszélyeztetné.
- **Rendszerhatékonyság és optimalizáció:** Az optimális elrendezés és dőlésszög kiválasztása a napenergia hatékony felhasználásához.

- Biztonság és elektromos vezetékek: A tartószerkezetnek biztonságosan kell rögzítenie a napelemeket és lehetővé kell tennie az elektromos vezetékek biztonságos elvezetését.
- Költségvetés: A tartószerkezet tervezése során a költségvetés is fontos tényező, és az anyagok és telepítési módok kiválasztására is hatással van.

A napelemes rendszerek tartószerkezetének tervezése tehát komplex feladat, amely sok tényezőt foglal magában. A megfelelő tervezés és tervezési folyamat hozzájárulhat a napelemes rendszer hatékonyságához, tartósságához és biztonságához. Szükség lehet szakértői segítségre, különösen nagyobb napelemes projektek esetén.

Statikai és szilárdságtani méretezés

A napelemes rendszerek tartószerkezeteinek mechanikai méretezése során javasolt az EUROCODE iránymutatásait követni. Az EUROCODE egy európai szabványrendszer, amely meghatározza az építőipari tervezési és méretezési követelményeket. A napelemes rendszerek esetében a tartószerkezetek méretezése a következő lépésekből áll:

- Tartószerkezet geometriájának kialakítása: A tartószerkezet csomópontjainak, kapcsolódási felületeinek kidolgozása után lehet hozzákezdeni, a statikai és szilárdságtani méretezési feladathoz.
- Tervezési alapelvek meghatározása: Az EUROCODE az épületek tervezésére vonatkozó általános alapelveket tartalmaz. Azokat a tervezési szempontokat kell figyelembe venni, amelyek alkalmazhatók a napelemes rendszer tartószerkezetére is.
- Terhelési feltételek meghatározása: Az első lépés a környezeti terhelések meghatározása, ideértve a szélterhelést, a hőterhelést, a napelemek súlyát és más terheléseket. Ezek a terhelések függenek a telepítés helyszínétől és az építészeti körülményektől.
- Rendszerspecifikációk meghatározása: A napelemes rendszer méretezése során figyelembe kell venni a napelemek típusát, súlyát és elrendezését, valamint a tartószerkezet anyagát és típusát.
- Mechanikai (statikai és szilárdságtani) méretezés: Az EUROCODE alapján a tervezők mechanikai méretezést végeznek, hogy meghatározzák a tartószerkezetek szükséges szilárdságát, megbecsülik a deformációkat és stabilitását a terhelésekkel szemben. A számításoknak ki kell térni a rögzítőelemek megfelelőségére, hegesztési varratok terhelhetőségére, illetve a talapzatok állékonyságára. Minden esetben megfelelő biztonsági ráhagyással kell a méretezéseket elvégezni.

- **Anyagok és konstrukciók választása:** Az EUROCODE által meghatározott követelményeknek megfelelő anyagok és konstrukciók kiválasztása a tartószerkezetekhez.
- **Tervezési dokumentáció elkészítése:** A méretezés eredményeként tervdokumentáció készül, amely tartalmazza a tartószerkezetek méretezését, a használt anyagokat és a tervezési paramétereket.
- **Engedélyezés és ellenőrzés:** Az elkészített tervek áttekintése és engedélyezése, valamint a telepítés során a tartószerkezetek ellenőrzése.

Fontos megjegyezni, hogy a napelemes rendszerek tartószerkezeteinek méretezése és tervezése országonként és projektenként változhat. Az EUROCODE egy általános szabványrendszer, de a helyi jogszabályok és körülmények is befolyásolhatják a tartószerkezetek tervezését és méretezését. A tervezők és mérnökök feladata a helyi előírások és követelmények figyelembevétele a napelemes rendszer tartószerkezetének biztonságos és hatékony méretezéséhez.

Tartószerkezetek szimulációja

Napelemes rendszerek tartószerkezeteinek mechanikai szimulációja során használható két fontos szimulációs technika a végeselemes módszer (FEA) és az áramlástan szimulációk (CFD). Ezek a módszerek lehetővé teszik a tartószerkezetek mechanikai viselkedésének pontos előrejelzését mechanikai és áramlástan terhelések esetére.

Végeselemes módszer (FEA):

A Finite Element Analysis (végeselem analízis) egy numerikus módszer, amely lehetővé teszi a szerkezetek mechanikai viselkedésének vizsgálatát a virtuális térben. Ezt a módszert gyakran alkalmazzák a napelemes rendszerek tartószerkezeteinek mechanikai szimulációjához.

Az FEA a következő szempontokat vizsgálhatja:

- **Feszültségek és deformációk:** Az FEA segítségével megállapítható, hogy a tartószerkezet milyen alakváltozásokat és deformációkat szenved el a terhelés alatt.
- **Optimalizálás:** Az FEA segíthet az optimalizációs folyamatban, például a tartószerkezet geometriájának és anyagának módosításával a jobb teljesítmény, vagy a költséghatékonyság érdekében.

Computational Fluid Dynamics (CFD):

A Computational Fluid Dynamics (áramlástan szimuláció) folyadékok és gázok viselkedésének szimulációjára szolgáló módszer. A napelemes rendszerek tartószerkezeteinek tervezésekor a CFD alkalmazása lehetővé teszi az áramlások modellezését és elemzését, különösen a szélterhek meghatározásakor, de a napelemek, inverterek és akkumulátorok hűtésének és hőelvezetésének esetén is.

A CFD a következő szempontokat vizsgálhatja:

- Szélterhelés: Szélnyomás és szélszívás mértékének meghatározása
- Hőterhelés: A CFD segítségével meghatározható, hogy a napelemek milyen mértékben melegednek fel a napsütés hatására, és hogyan terjed a hő a rendszerben.
- Hűtési stratégiák: A CFD segítségével optimalizálhatók a hűtési stratégiák, például a légáramlás és hűtőberendezések elrendezése a napelemek körül.
- Hőstressz és teljesítmény: A CFD segíthet azonosítani a hőstressz okozta problémákat és azok hatását a napelemek teljesítményére.

Mind az FEA, mind a CFD fontos eszközök a napelemes rendszerek tartószerkezeteinek tervezése során, ezen felül a CFD segíthet a napelem fotovoltaiikus és elektromos elemeinek hőtani jellegű megismerésében. Ezek a szimulációs technikák lehetővé teszik a tervezők és mérnökök számára, hogy előre becsülhessék a szerkezetek viselkedését különböző terhelések, időjárási körülmények hatására. Ezzel lehetőség nyílik a tervezési hibák előzetes felismerésére és az optimalizált rendszerek kialakítására.

10. Mintaprojektek és esettanulmányok

10.1. Primaenergia Zrt. szigetüzemű ellátó rendszer - Drabik Gergő, Dr. Tokody Dániel (szerk.)

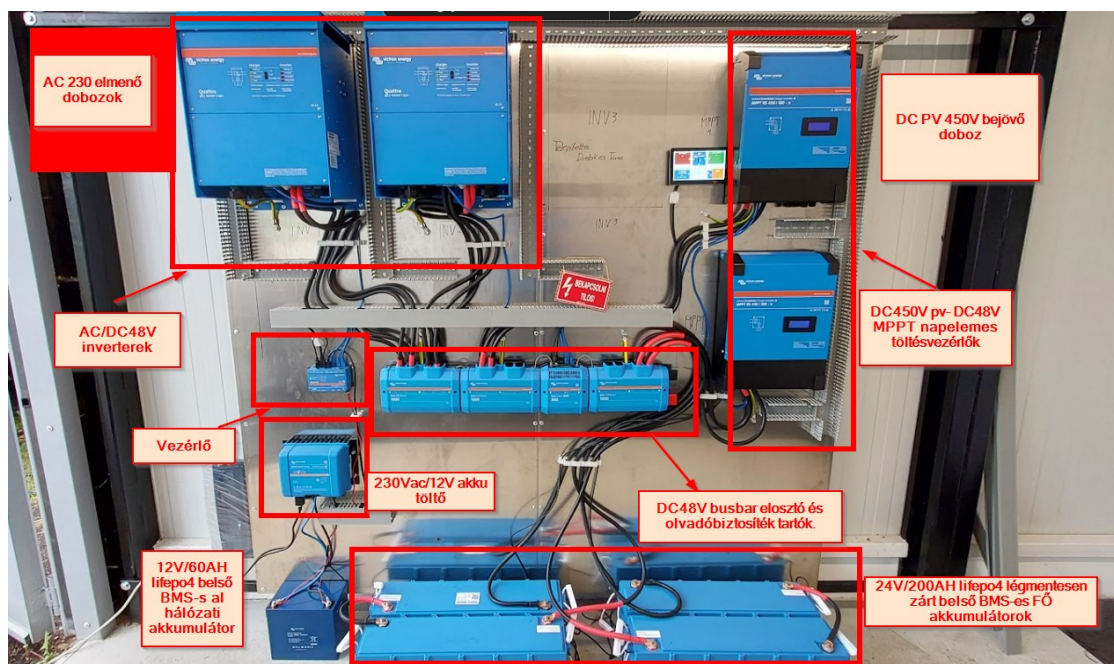
Az alábbi projektismertetés a Drabik és Társa Bt. engedélyével készült.

A Primaenergia Zrt. Horti üzem felújítása egy új önellátó rendszer kiépítését tette szükségessé. A folyamatos megszakítás nélküli áramellátás igénye olyan rendszer felépítését igényelte, amely az év 365 napján képes az üzem energiaellátásának biztosítására. Az energiaigény tervezői becslés alapján éves 5000 kWh. Ennek az igénynek gazdaságos fedezésére olyan rendszert terveztek, amely a téli és hosszú borús időszakok esetén aggregátoros rásegítéssel működik. Elvárás volt a rendszerrel szemben, hogy az energiaigényének minimum 80%-át napelemes energiatermelésből kell megvalósítani, amelyet akkumulátoros tárolással kellett kiegészíteni. A szigetüzemű napelemes rendszer vezérlése teljes értékű távoli monitorozásra és beavatkozásra épült ki (4G LTE + 3G modem). Az irodaház ellátására alkalmas napelemes rendszer kivitelezésénél és megtervezésénél több fontos műszaki szempont figyelembevételére is kiemelkedően fontos volt. Ilyen megrendelői elvárás a redundáns nagy rendelkezésre állású rendszer létrehozása volt. A rendszer minden alap működéséhez szükséges elemet redundánsan kell beépíteni, hogy az esetleges meghibásodások során csökkentett teljesítménnyel, de az ellátásbiztonság adott legyen. Redundáns elemek: inverter, MPPT-k és napelem string-ek valamint akkumulátor. A rendszer műszaki paraméterei:

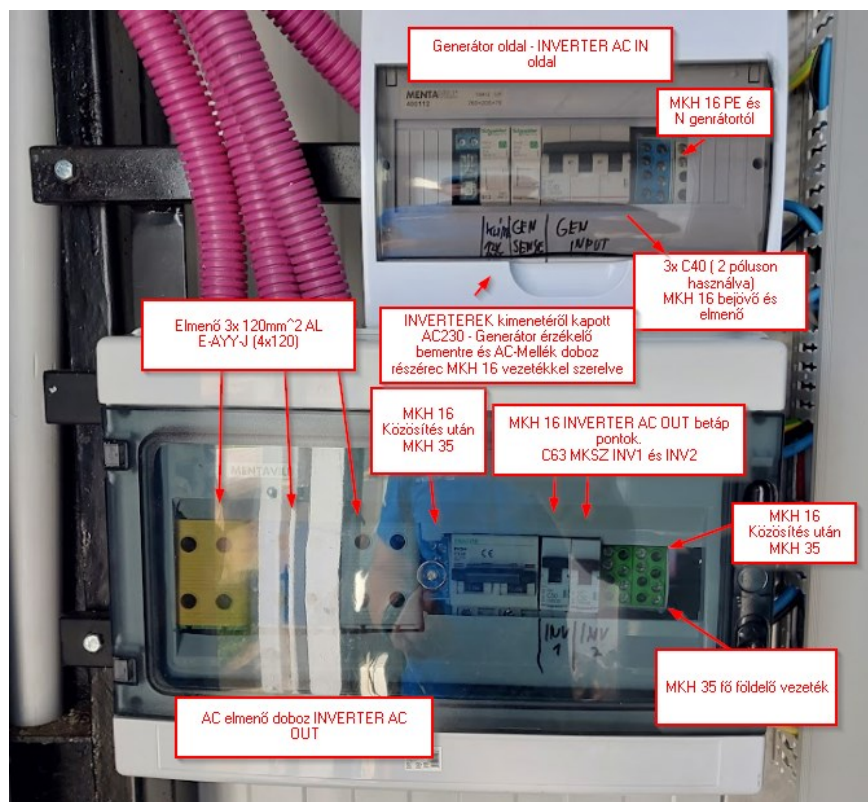
- működési hőmérséklettartomány: +5°C-tól +45°C-ig,
- kimeneti 230 VAC, egyfázisú rendszer,
- névleges kimeneti teljesítmény: 13000 VA,
- max. kimeneti teljesítmény: 25000 VA, Min. 10 másodpercig az esetleges tranziensek kezelésére,
- $\cos(\phi) > 0.85$,
- jelszóval védett vezérlés,
- bővíthetőség (későbbi 12 V, 24 V vagy 48 V, közvetlen DC fogyasztók ellátása).

Létrehozásra került egy automata generátoros betáplálás, amelynek az akkumulátorok töltését és az esetleges időszakos csúcsfogyasztási igényeket esetén segítséget kell nyújtania az invertereknek. Esetleges vészleállás során, a rendszernek védett, belső, szünetmentes tápellátással rendelkezik a vezérlés, az internet elérés, a generátor indítás számára. A 12 V DC alhálózat kiépítése erre a célra létesült egy LiFePO₄, szünetmentes akkumulátorokkal. A rendszer további 48 órán keresztül képes értesítést küldeni az üzemeltető részére. A rendszer teljes lemerülése esetén, külső

beavatkozás nélkül alkalmas a napelemes betáplálás visszatérése után magától újraindulni. A napelemes rendszernek biztosítani kell egy AC 230 V-os alhálózatot is, amely kondicionális működéssel legyen kapcsolt. Ezen hálózat akkumulátor töltöttség és elérhető napelemes teljesítmény, illetve a főhálózat aktuális teljesítmény felvétele alapján legyen kapcsolt. A rendszer hat fő alkotóelemre bontható: AC 230V-os rész inverterek (párhuzamosított működésre alkalmas, kis önfogyasztással rendelkező 48 V-os 10000 VA-es Victron quattro inverterek) után, DC 48V-os főrendszer, DC 12V alrendszer, PV 450Vdc napelemes rendszer, segéd-generátoros táplálás és a vezérlés.



37. ábra. A kiépült rendszer [saját készítésű]



38. ábra. AC 230-os oldal helyszíni kialakítása [saját készítésű]

A fő teljesítmény tárolást és ellátást DC sín adja (Victron lynx) 48V-on. A fő DC rendszerben a maximális feszültségesést 1% lett méretezve. Ez minden fogyasztó (Inverterek) és termelő (MPPT-k) számára szükséges méretezési szempont.

Az 1% feszültségesési kritérium miatt DC sín rendszer (BUSBAR) 500Arms lett méretezve. Minden fogyasztó és az akkumulátorok megfelelő olvadó biztosítékokkal védettek MEGA-FUSE (58V). Ezen olvadó biztosítékokat maximális zárlati áram tűrés alapján is méretezve lett, a lítium vas foszfát akkumulátorok zárlati képességeit figyelembe véve.

- Rendszer biztosítékai:
- akkumulátor bank 1 és 2: 250A,
- akkumulátor bank 3 és 4: N/A (előkészítés),
- DC fogyasztó 1 & 2: N/A (előkészítés),
- MPPT 1 és 2: 125A,
- inverter 1 és 2: 2x200A (Dupla vezetékezés).

Minden fogyasztó és termelő kapcsolóval leválasztható, ezen kapcsolóknak a maximális terhelésen is rendelkezniük kell megszakító képességgel, amelyet a vész-stop kapcsolóval lehet vezérelni. A prognosztizált fogyasztási és termelési adatokat figyelembe véve, az ajánlott kihasználható minimum akkumulátor kapacitás 20kWh. 48V -os rendszer esetén 400Ah kapacitású LiFePO4 akkumulátor egységgel lett megvalósítva, amely 2 bankra lett osztva:

- 1. bank 2db sorosan kapcsolt 25.6V 200AH akkumulátor
- 2. bank 2db sorosan kapcsolt 25.6V 200AH akkumulátor

Az akkumulátor egységek BMS-el vannak ellátva, amely hőmérséklet figyeléssel is rendelkezik. A töltöttségi szint ellenőrzésére a BMS szolgáltat információt a vezérlésnek.

A rendszernek hang és/vagy fényjelzéssel is jeleznie kell a kritikus merültségi szintet. A DC sín-nek rendelkezik egy tűzeseti főkapcsoló gombbal, amely az összes 48V - os fogyasztót el tud választani az akkumulátoroktól, ez a vész-stop. Minden kiegészítő nem teljesítmény továbbító DC vezeték, maximum 3A olvadó biztosítókkal van ellátva. Ezen vezetékek méretezése minimum 1.5mm² réz keresztmetszetű. Ezen vezetékek kizárólag vezérlési elemek (pl: hőmérséklet szenzor, indító relé) összekötésére lettek felhasználva.

Battery specification						
VOLTAGE AND CAPACITY	LFP-Smart 12,8/100	LFP-Smart 12,8/160	LFP-Smart 12,8/200	LFP-Smart 12,8/300	LFP-Smart 12,8/330	LFP-Smart 25,6/200
Nominal voltage	12,8V	12,8V	12,8V	12,8V	12,8V	25,6V
Nominal capacity @ 25°C*	100Ah	160Ah	200Ah	300Ah	330Ah	200Ah
Nominal capacity @ 0°C*	80Ah	130Ah	160Ah	240Ah	260Ah	160Ah
Nominal capacity @ -20°C*	50Ah	80Ah	100Ah	150Ah	160Ah	100Ah
Nominal energy @ 25°C*	1280Wh	2048Wh	2560Wh	3840Wh	4220Wh	5120Wh
*Discharge current ≤1C						
CYCLE LIFE (capacity ≥ 80% of nominal)						
80% DoD	2500 cycles					
70% DoD	3000 cycles					
50% DoD	5000 cycles					
DISCHARGE						
Maximum continuous discharge current	200A	320A	400A	600A	400A	400A
Recommended continuous discharge current	≤100A	≤160A	≤200A	≤300A	≤300A	≤200A
End of discharge voltage	11,2V	11,2V	11,2V	11,2V	11,2V	22,4V
Internal resistance	0,8mΩ	0,9mΩ	0,8mΩ	0,8mΩ	0,8mΩ	1,5mΩ
OPERATING CONDITIONS						
Operating temperature	Discharge: -20°C to +50°C		Charge: +5°C to +50°C			
Storage temperature	-45°C to +70°C					
Humidity (non-condensing)	Max. 95%					
Protection class	IP 22					
CHARGE						
Charge voltage	Between 14V/28V and 14,4V/28,8V (14,2V/28,4V recommend)					
Float voltage	13,5V/27V					
Maximum charge current	200A	320A	400A	600A	400A	400A
Recommended charge current	≤50A	≤80A	≤100A	≤150A	≤150A	≤100A
OTHER						
Max storage time @ 25°C*	1 year					
BMS connection	Male + female cable with M8 circular connector, length 50cm					
Power connection (threaded inserts)	M8	M8	M8	M10	M10	M8
Dimensions (hwxwd) mm	197 x 321 x 152	237 x 321 x 152	237 x 321 x 152	347 x 425 x 274	265 x 359 x 206	317 x 631 x 208
Weight	14kg	18kg	20kg	51kg	30kg	56kg
*When fully charged						

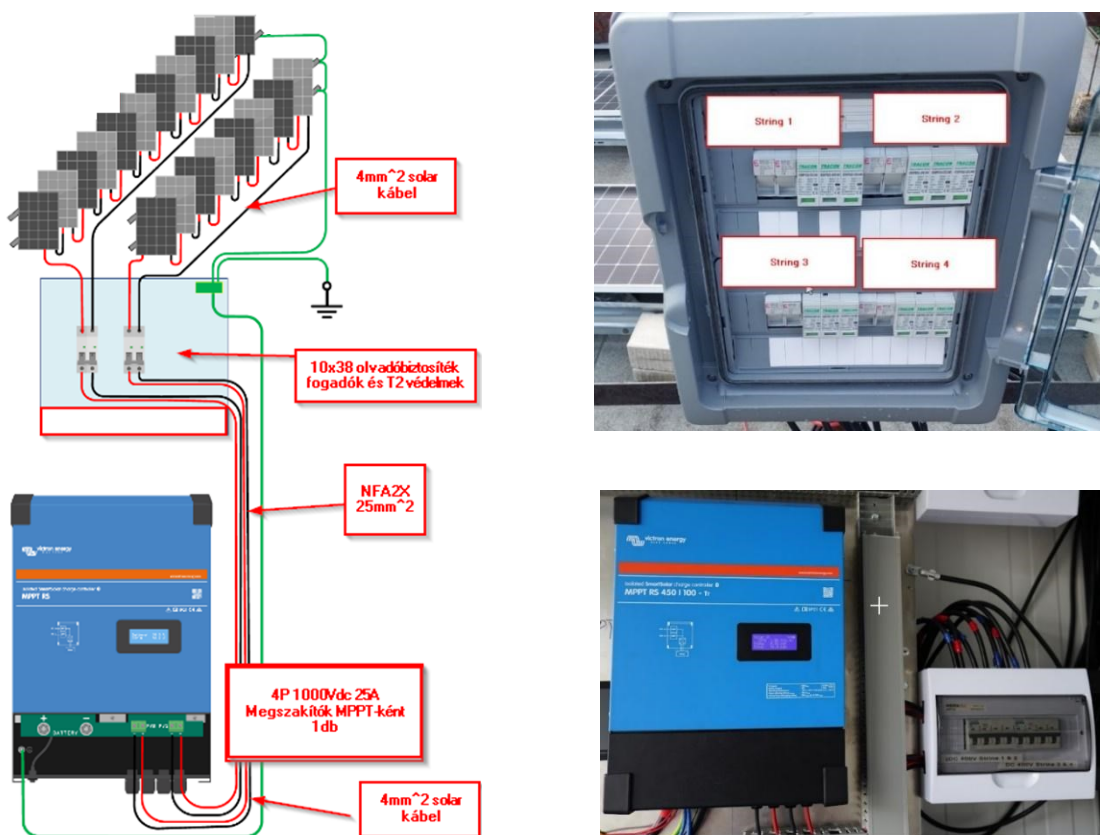


39. ábra. akkumulátor kiválasztása. [55]

A napelemes rendszer rendelkezik egy belső izolált 12 V-os hálózattal, amely ellátja a vezérlőegység tápellátását, az internetes router tápellátását és a segéd-generátor indítását. Az akkumulátorból való energiafelhasználásra csak a fő DC hálózat leállása során van szükség, így ezen akkumulátort nem szükséges ciklikus felhasználásra

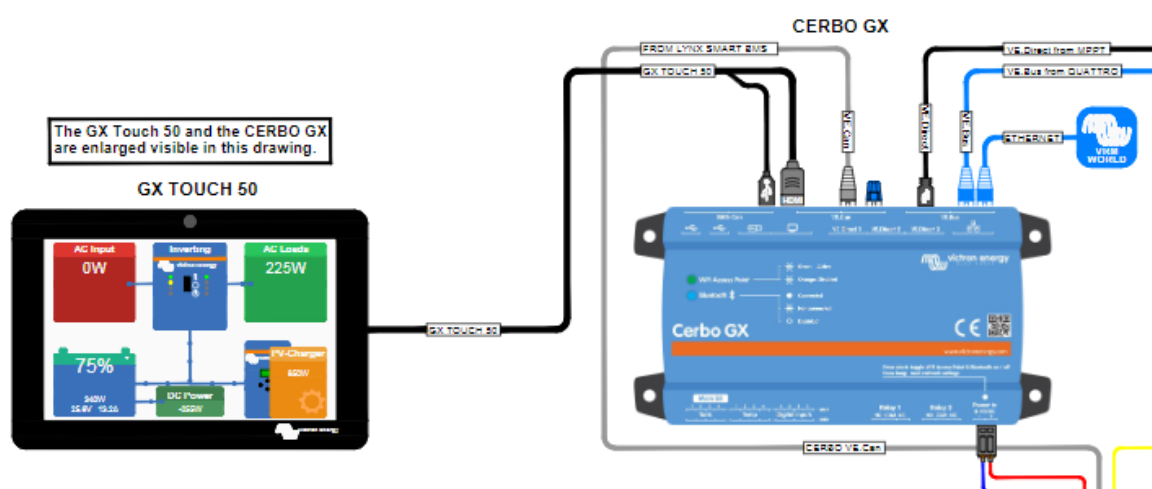
tervezni. Az LiFePO₄ akkumulátorok 10 éves életperiódussal bírjanak és gondozásmentesek legyenek. Ezen akkumulátorok töltése (Victron Phoenix 12v/230 30A töltő) az inverterek 230 V AC -as kimenetéről is dedikált töltővel történik. A 12V segédhálózat normális átlagos fogyasztása nem lehet nagyobb, mint 0.7kwh / 24 óra. Ezt a fogyasztást a segédhálózat LiFePO₄ akkumulátorainak 24 órán keresztül biztosítaniuk kell, egy esetleges üzemzavar esetében a DC fő hálózaton. A felhasznált szabadonálló tetőn elhelyezett napelemek (Jinko Eagle 72 JKM410M-72HL-V G2 410W panel) max. 45 Vdc nyitott áramköri feszültséggel rendelkező 410W közötti panelek. A Jinko panelekből 8 soros string-ek lettek kiépítve. Az MPPT-k felé így egy megszakítóval mindkét string leválasztható.

A segéd-generátoros betáplálást az offgrid-rendszer automata indítással kell tudnia indítani. Az éves maximum tervezett üzemórája 200 óra. Ezt a rendszernek számolnia kell és értesítést küldeni róla, ha átlépi a generátoros üzem. A betáplálási teljesítmény 10000 VA. A normál üzem során a generátor az inverterek bemenetére kapcsolódva az invertereken keresztül szolgál tápforrásként és akkumulátortöltőként. A generátor indító akkumulátor a 12 V DC segédrendszer fő akkumulátora. Ezen akkumulátorok töltése az offgrid rendszer feladata. **A generátor gáz (Propán) üzemre kell alkalmasnak lennie. A generátort egy relé vezérléssel kell tudnia indítani az offgrid vezérlőjének.**



40. ábra. A rendszer napelemes csatlakozása. [saját szerkesztés]

Vezérlés és monitorozás kialakítása során a Victron CerboGX vezérlőt alkalmaztuk, amely ellátja az inverterek párhuzamos vezérlését. Valamint az összes MPPT összehangmolását, azok töltési karakterisztikáinak egyensúlyra hozásával. Ezzel kiküszöbölve az esetleges vezetékek során kialakuló, különböző feszültség szintek miatti eltérő töltési metódusokat. Az akkumulátorok állapot (töltöttség, hőmérséklet, energia felvétel-leadás, feszültség szintek, élettartam) monitoringját. Az esetleges DC oldali fő kiégett biztosítékokról is ad visszajelzést. A vezérlőterem hőmérsékletéről is tárol információt. A segéd-generátor (aggregátor) üzemanyag szintjét figyeli. A segéd-generátor indítása, vezérlése, üzemórájának számolását elvégzi. Minden offgrid üzem állapotot figyel és monitoroz. LTE kommunikációt fenntart. Az adatokat, esetleges riasztásokat küld interneten keresztül.

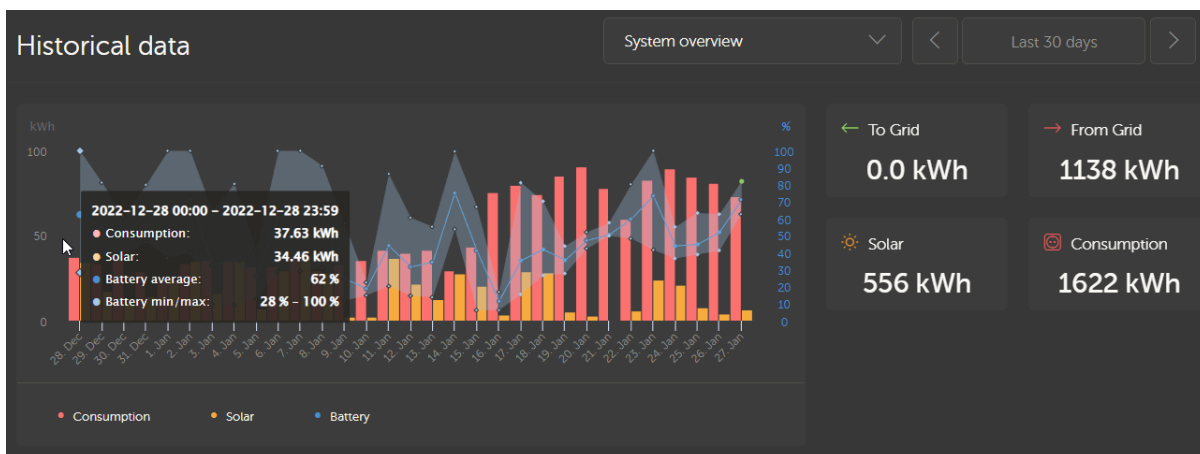


41. ábra. Victron CerboGX vezérlő és HMI [55]

Az adatok távoli monitorozására egy ingyenesen elérhető központi weboldal és telefonos applikációk használhatók. Ezen szoftverek segítségével az offgrid rendszer minden paramétere monitorozható és beállítható. Biztosítható távfelügyelet és hibaelhárítás is.



42. ábra. Online felületen a rendszer aktuális működése állapota. [saját szerkesztés]



43. ábra. A rendszer termelési és fogyasztási görbéje perctől, órától éves időskig megjeleníthető [saját szerkesztés]

10.2. Paradigmaváltás az energiatárolásban - Szűcs Marcell, Csapó Dániel

Az alábbi esettanulmány a Planergy Solutions Kft. engedélyével készült.

A lítium-ion akkumulátorok rohamos fejlődésének köszönhetően 2023 végén hatalmas fordulat következett be az ipari energiatárolásban: **egy jól méretezett akkumulátoros rendszer ma már képes lecsökkenti a naperóművek megtérülési idejét.**

A piacon megjelenő, új, innovatív energiatároló rendszerek nemcsak tárolókapacitásban és energiasűrűségben múlják felül a korábbi termékeket, de versenyképes árúknak köszönhetően elhozhatják a saját célra termelő megújuló-energia rendszerek forradalmát is. **A kérdés most már nem az, hogy megtérül-e egy li-ion akkumulátor telepítése, hanem hogy az adott teljesítményű napelemes rendszerrel kombinálva milyen kapacitású energiatároló képes a legtöbb megtakarítást megvalósítani.**

Egy sikeres akkumulátoros projektnek három kulcsa van: **versenyképes árú termékek** beépítése, a lehető legjövödelmezőbb **bevételi források** kiaknázása, és egy megbízható szimulációs módszertan az **optimális rendszerméret** meghatározásához.

A pontos számok egy vidéki hotel esetében a következőképpen alakulnak.

A napelemes rendszer megtérülési fedezeti pontja ebben az esetben 5-7 év körüli. Akkumulátorral kiegészítve nem csak nem nő jelentősen a megtérülési idő (ahogy az korábban várható lett volna), de bizonyos esetekben kifejezetten rövidül.

Statikus fedezeti pont (év)											
Egy beruházás megtérülési ideje azt jelenti, hogy hány év alatt éri el a beruházás révén képződő összes várható nettó jövedelem az eredeti befektetés összegét. A javaslat akkor fogadható el, ha a kiszámított megtérülési idő rövidebb, mint a megkövetelt megtérülési idő. Több beruházási javaslat esetén azt preferáljuk, amelynek rövidebb a megtérülési ideje.											
Napelem teljesítmény [kWp]	150	300	450	600	750	900	1,050	1,200	1,350	1,500	
Akkumulátor nélküli esetben	3.3	4.9	6.6	8.3	9.9	11.6	13.1	14.7	16.3	17.8	
287 kWh	120 kW	5.3	5.1	6.2	7.4	8.6	9.7	10.9	12.1	13.2	14.4
387 kWh	150 kW	5.8	5.2	6.1	7.2	8.3	9.3	10.4	11.5	12.5	13.6
473 kWh	150 kW	6.5	5.3	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1
630 kWh	240 kW	7.8	5.8	6.2	7.1	7.9	8.8	9.7	10.6	11.5	12.4
860 kWh	300 kW	9.3	6.3	6.3	7.0	7.8	8.6	9.4	10.3	11.1	11.9
946 kWh	300 kW	9.9	6.6	6.5	7.1	7.9	8.7	9.5	10.3	11.1	12.0
1161 kWh	450 kW	11.5	7.4	7.0	7.5	8.2	9.0	9.8	10.6	11.4	12.2
1290 kWh	630 kW	12.4	7.9	7.3	7.8	8.5	9.2	10.0	10.8	11.6	12.4
1419 kWh	450 kW	13.3	8.3	7.6	8.0	8.7	9.5	10.2	11.0	11.8	12.6
1548 kWh	600 kW	14.3	8.8	7.9	8.3	9.0	9.7	10.4	11.2	12.0	12.8
1720 kWh	600 kW	15.5	9.4	8.3	8.7	9.3	10.0	10.7	11.5	12.3	13.1
1935 kWh	750 kW	17.1	10.2	8.8	9.2	9.8	10.4	11.2	11.9	12.7	13.5
2150 kWh	750 kW	18.6	11.0	9.3	9.6	10.2	10.9	11.5	12.3	13.1	13.9

15. táblázat. Statikus fedezeti pont (év)[saját szerkesztés]

Egy beruházás megtérülési ideje azt jelenti, hogy hány év alatt éri el a beruházás révén képződő összes várható nettó jövedelem az eredeti befektetés összegét. A javaslat akkor fogadható el, ha a kiszámított megtérülési idő rövidebb, mint a megkövetelt megtérülési idő. Több beruházási javaslat esetén azt preferáljuk, amelynek rövidebb a megtérülési ideje.

Minek köszönhető ez az eredmény?

A 2. táblázatból látható, hogy a megfelelő napelemes rendszerméretet kombinálva az optimális kapacitású energiatároló beépítésével, jelentősen növelhetők a létesítmény megtakarításai. Fogyasztási profiltól függően jellemzően a teljes fogyasztás 50%-a kiváltható, de szélsőséges esetben akár 75% fölötti megtakarítás is elérhető, ahogy látható a bemutatott példa esetében is.

Villamosenergia-megtakarítás (%)											
A napelemes-akkumulátoros rendszer telepítése jelentős megtakarítást jelent a fogyasztók számára, mivel a megtermelt napenergiával kiváltható a hálózatról származó villamosenergia-fogyasztásuk egy része. A táblázatban a villamosenergia-megtakarítást százalékos formában láthatjuk. (Minél magasabb, annál kedvezőbb)											
Napelem teljesítmény [kWp]		150	300	450	600	750	900	1,050	1,200	1,350	1,500
Akkumulátor nélküli esetben		25.1	34.1	37.8	40.2	41.9	43.2	44.3	45.2	46	46.7
287 kWh	120 kW	27.7	44.6	50.2	53.4	55.8	57.6	59	60.3	61.3	62.1
387 kWh	150 kW	27.7	47.2	53.7	57.3	59.8	61.8	63.4	64.8	65.9	66.9
473 kWh	150 kW	27.7	49.3	56.7	60.6	63.4	65.5	67.2	68.7	69.9	71
630 kWh	240 kW	27.7	52	61.6	66.1	69.2	71.5	73.5	75.1	76.4	77.6
860 kWh	300 kW	27.7	53.7	66.7	72.2	75.5	78.1	80.1	81.7	83.1	84.2
946 kWh	300 kW	27.8	53.9	67.7	73.5	76.9	79.4	81.4	83	84.4	85.4
1161 kWh	450 kW	27.8	54.3	69.5	75.6	79.1	81.5	83.5	85.1	86.3	87.3
1290 kWh	630 kW	27.8	54.5	70.3	76.4	80	82.5	84.4	85.9	87.1	88.1
1419 kWh	450 kW	27.8	54.6	71	77.1	80.8	83.3	85.1	86.6	87.8	88.8
1548 kWh	600 kW	27.8	54.6	71.6	77.7	81.4	83.9	85.8	87.2	88.4	89.3
1720 kWh	600 kW	27.8	54.7	72.3	78.4	82.1	84.7	86.6	88	89.1	90.1
1935 kWh	750 kW	27.8	54.7	72.9	79	82.7	85.4	87.4	88.7	89.8	90.7
2150 kWh	750 kW	27.8	54.8	73.5	79.6	83.2	86	88.1	89.4	90.5	91.3

16. táblázat. Villamosenergia-megtakarítás (%) [saját szerkesztés]

A napelemes-akkumulátoros rendszer telepítése jelentős megtakarítást jelent a fogyasztók számára, mivel a megtermelt napenergiával kiváltható a hálózatról származó villamosenergia-fogyasztásuk egy része. A táblázatban a villamosenergia-megtakarítást százalékos formában láthatjuk. (Minél magasabb, annál kedvezőbb.)

Látható, hogy az akkumulátor beépítése akár több mint 85%-kal is képes csökkenteni a vissz-watt veszteségeket, minimalizálva a telepített naperőmű leszállását.

Vissz-watt veszteség (%)											
A napelemes rendszer által megtermelt fel nem használt energia aránya a teljes megtermelt energiához képest. Ez az az energiamennyiség, amit se nem önfogyasztásra, se nem az akkumulátorban eltárolásra nem lehet felhasználni. (Minél alacsonyabb, annál kedvezőbb)											
Napelem teljesítmény [kWp]		150	300	450	600	750	900	1,050	1,200	1,350	1,500
Akkumulátor nélküli esetben		9.6	38.8	54.7	63.9	69.9	74.1	77.3	79.7	81.6	83.2
287 kWh	120 kW	0.4	19.7	39.7	51.8	59.8	65.4	69.5	72.8	75.4	77.6
387 kWh	150 kW	0.4	14.9	35.5	48.4	56.8	62.8	67.3	70.8	73.5	75.8
473 kWh	150 kW	0.4	11.3	31.9	45.4	54.3	60.6	65.3	69	71.9	74.4
630 kWh	240 kW	0.4	6.4	26.1	40.5	50.1	57	62.1	66.1	69.3	72
860 kWh	300 kW	0.4	3.5	20	35	45.6	53.1	58.7	63.2	66.7	69.6
946 kWh	300 kW	0.4	3.1	18.7	33.8	44.6	52.3	58.1	62.6	66.2	69.2
1161 kWh	450 kW	0.4	2.4	16.7	32	43.1	51.1	57	61.7	65.5	68.5
1290 kWh	630 kW	0.4	2.2	15.8	31.3	42.4	50.5	56.6	61.3	65.1	68.3
1419 kWh	450 kW	0.4	2	14.9	30.7	41.9	50	56.2	61	64.9	68
1548 kWh	600 kW	0.4	2	14.2	30.2	41.4	49.7	55.9	60.7	64.6	67.8
1720 kWh	600 kW	0.4	1.9	13.4	29.6	40.9	49.2	55.4	60.4	64.3	67.5
1935 kWh	750 kW	0.4	1.8	12.7	29	40.5	48.8	55.1	60.1	64.1	67.3
2150 kWh	750 kW	0.4	1.8	12	28.6	40.1	48.4	54.7	59.8	63.8	67.1

17. táblázat. Vissz-watt veszteség (%) [saját szerkesztés]

A napelemes rendszer által megtermelt fel nem használt energia aránya a teljes megtermelt energiához képest. Ez az az energiamennyiség, amit se nem önfogyasztásra, se nem az akkumulátorban eltárolásra nem lehet felhasználni. (Minél alacsonyabb, annál kedvezőbb.)

Ezt a hatékonyság-növekedést az energetikai beruházás értéke is tükrözi: 15 éves távlatban akár duplájára is nőhet a beruházás nettó jelenérték, tároló telepítésével.

Nettó jelenérték (millió HUF 15 év, 6% diszkontráta)											
A beruházás nettó jelenértéke azt mutatja meg, hogy mennyivel változik a vállalkozás értéke a beruházás elfogadásának következtében. Azok a beruházások fogadhatók el, amelyek nettó jelenértéke pozitív. Több beruházási javaslat esetén azt preferáljuk, amelynek nagyobb a nettó jelenértéke.											
Napelem teljesítmény [kWp]		150	300	450	600	750	900	1,050	1,200	1,350	1,500
Akkumulátor nélküli esetben		167.7	193.5	174.1	142.1	104.4	63.6	20.7	-23.7	-69.1	-115.5
287 kWh	120 kW	150.9	246.4	228.5	182.5	133.6	80.7	30.5	-16.5	-62.9	-109.5
387 kWh	150 kW	140.8	259.5	263.4	217.6	173.3	121.2	72.3	22.7	-25.3	-75.1
473 kWh	150 kW	129.9	266.2	278.9	247.1	199.5	152.5	101.9	49.4	3.1	-43
630 kWh	240 kW	106.3	266.6	297.8	285	244.1	195	144.3	95	45.6	-1.7
860 kWh	300 kW	80.9	255.8	317.3	313.1	289.5	257	204.5	151.1	107.5	57.2
946 kWh	300 kW	69.6	246.4	315.1	313.2	290.3	259.9	225.2	173.3	124.3	75.9
1161 kWh	450 kW	42.2	222.3	302.8	303.7	281.9	251	215.9	177	134.9	91.3
1290 kWh	630 kW	25.8	207.2	293.2	294.4	273.6	243	207.1	167.7	125.9	82
1419 kWh	450 kW	9.4	191.5	282.9	284	263.9	233.1	197.1	157.3	115.4	71.2
1548 kWh	600 kW	-7.1	175.5	271.6	272.6	252.6	222.1	186	146	103.7	59.7
1720 kWh	600 kW	-28.3	154.7	256.5	257.6	237.5	207.7	172.1	131.6	89.2	45.1
1935 kWh	750 kW	-56.4	126.9	233.8	234.7	214.3	185.5	150.5	109.9	67.2	22.4
2150 kWh	750 kW	-82.9	100.7	212.1	213.1	192.7	164.5	129.9	89.1	46	0.8

18. táblázat. Nettó jelenérték (millió Ft, 15 év, 6% diszkontráta) [saját szerkesztés]

A beruházás nettó jelenértéke azt mutatja meg, hogy mennyivel változik a vállalkozás értéke a beruházás elfogadásának következtében. Azok a beruházások fogadhatók el,

amelyek nettó jelenértéke pozitív. Több beruházási javaslat esetén azt preferáljuk, amelynek nagyobb a nettó jelenértéke.

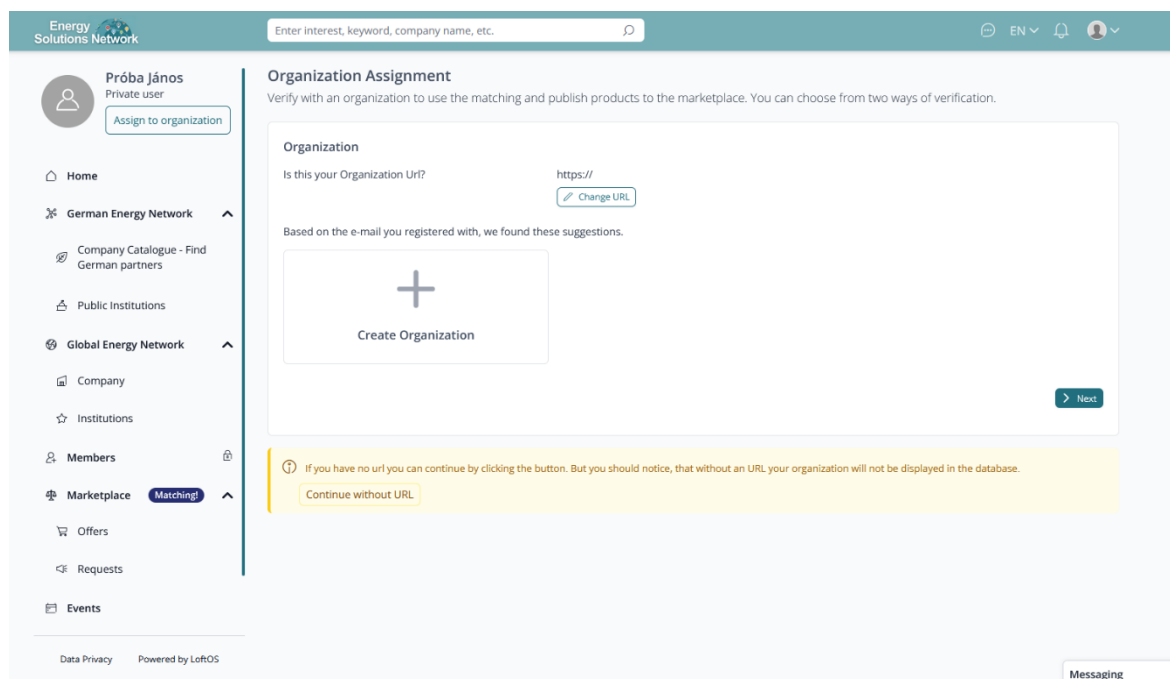
A mellékelt esettanulmányban mindössze a létesítmény önfogyasztásának javítása (leszabályozási veszteségek csökkentése) volt a cél. Az energiatárolóval nyújtható egyéb bevételi forrásokkal (csúcslevágás, lekötés-optimalizáció, HUPX arbitrázs, aFRR-kiegyenlítő szolgáltatás) a megtérülési mutatók még tovább javíthatók.

10.3. A német „Exportinitiative Energie” program – Dr. Tokody Dániel

A német Energia Export Kezdeményezés keretében egy ernyőmárkát hoztak létre azért, hogy a német energetikai megoldásokat külföldi partnerekhez is eljuttassák.

Ennek érdekében pedig létrehoztak egy modern hálózati platformot, amely segíti a célzott és személyre szabott kapcsolatok kialakítását a németországi és külföldi üzleti partnerek között.

Ezen a felületen regisztrálni szükséges, hogy böngészhessünk a „vállalati katalógusban” egy automatizált partnerkereső mechanizmus segítségével a klímabarát energiamegoldások között. A témaspecifikus csoportokban eszmét cserélnek a felhasználók és partnereket találhatnak a teljes értéklánc mentén. A szolgáltatásban találunk egy eseménynaptárt is, amelyben hónapról-hónapra megtalálhatjuk az érdeklődésünknek megfelelő a rendezvényeket, kiállításokat, konferenciákat egy helyen. [56]



44. ábra. Az Energy Solution Network platform [56]

10.4. Magas hőmérsékletű tárolás Power2Heat alkalmazásokhoz - Dr. Tokody Dániel (szerk.)

Magas hőmérsékletű hőtárolás a lakóövezetben

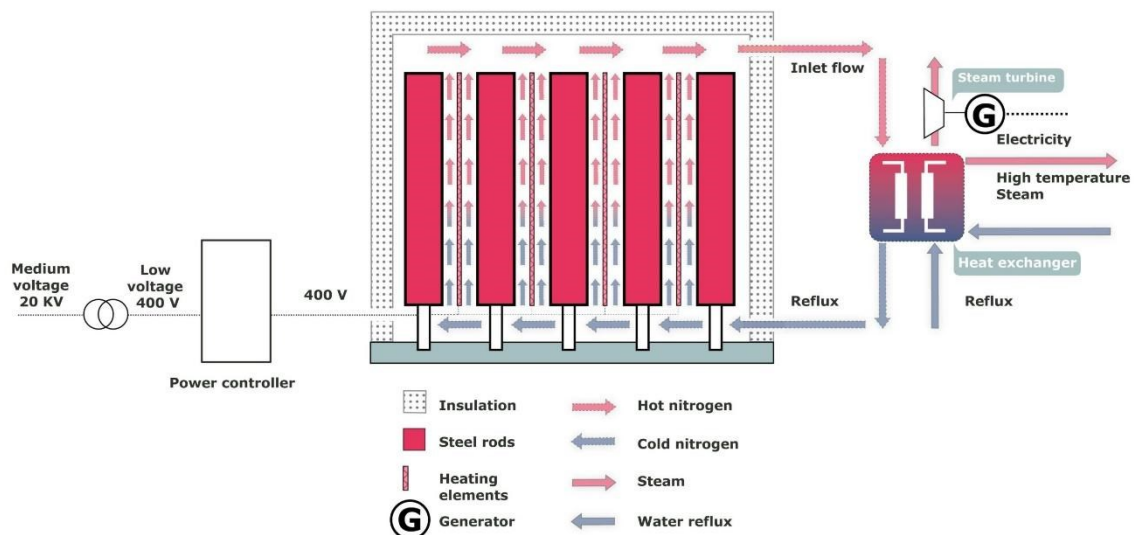
A Lumenion olyan magas hőmérsékletű acél tárolórendszereket fejlesztett és épített, amelyek tervezhető és fenntartható módon látják el az ipari vállalatokat, energiaszolgáltatókat és önkormányzatokat hővel és villamos energiával. A Lumenion egy lakásszövetkezettel és a Vattenfall energiaszolgáltatóval közösen kereskedelmi célú beruházást valósított meg Berlinben. Egy 2,4 megawattórás (MWh) tárolóblokkot integráltak egy 1970-es évekből származó többszintes lakóépület együttes fűtési és HMV ellátásának biztosítására.

Technology Readiness Level [9/9]
● Development ● Technology demonstration ● Mature / Proven



45. ábra. A magas hőmérsékletű hőtárolás megvalósítása egy berlini lakóövezetben [saját készítésű fotó]

Segíti a CO₂ mentes fűtés megvalósítását. Piaci forgalomban elérhető termék, akár Magyarországon is előállítható. Egyszerű kialakítás. Moduláris és testre szabható. 0.2 MWh -500 MWh. 120 -450 (650) °C közötti hőmérséklet tartományban működik. 95 % a névleges hatékonysága. Alacsony a karbantartási igénye és a gyártók szerint legalább 40 év várható élettartama van a rendszernek. [57]

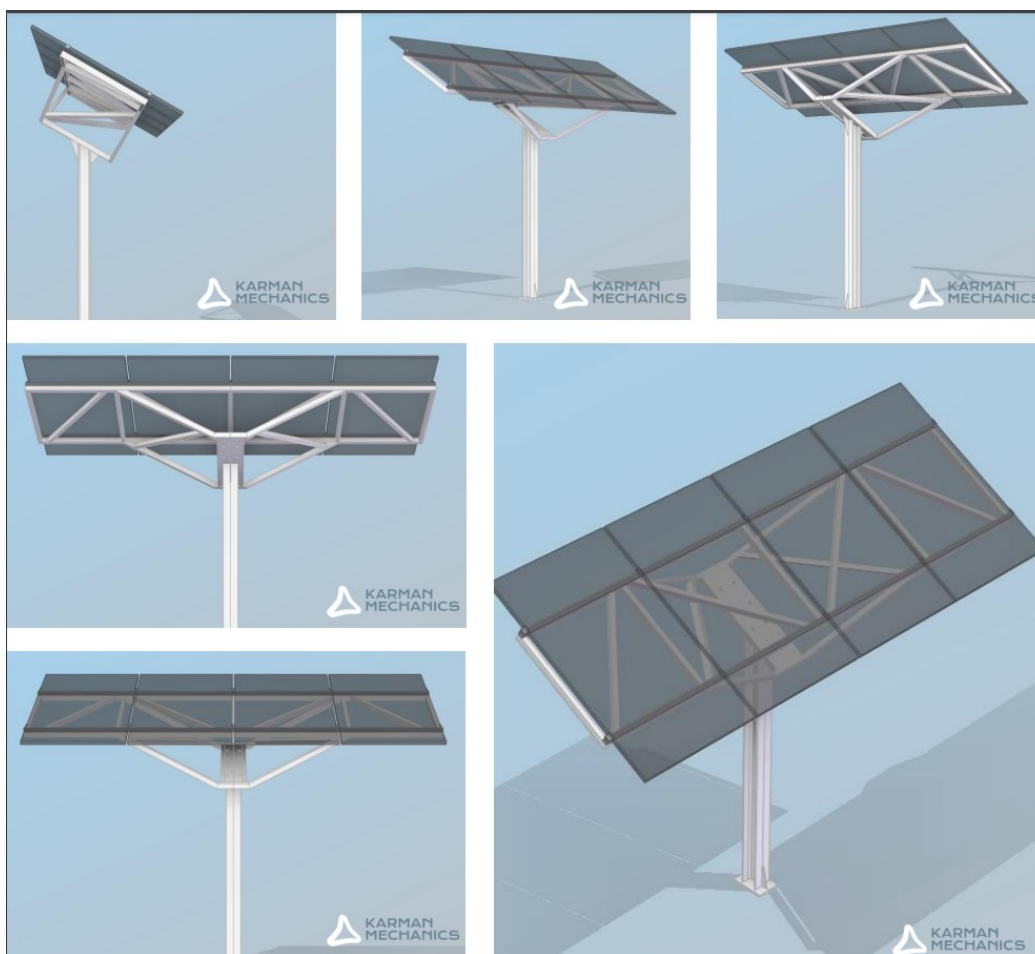


46. ábra. Magas hőmérsékletű acél tárolórendszer működését bemutató rendszerstruktúra [58]

A rendszer acélrudakat használ tárolóeszközként. Akár 48 órán keresztül is képes a hőenergiát tárolni az acélszerkezetekben. A gyártó azt állítja, hogy alacsony költségű energiatárolást tud biztosítani ezzel a megoldással. [58]

10.5. Karman-Mechanics napelem tartószerkezet építése - Dr. Felhős Dávid, Ady László

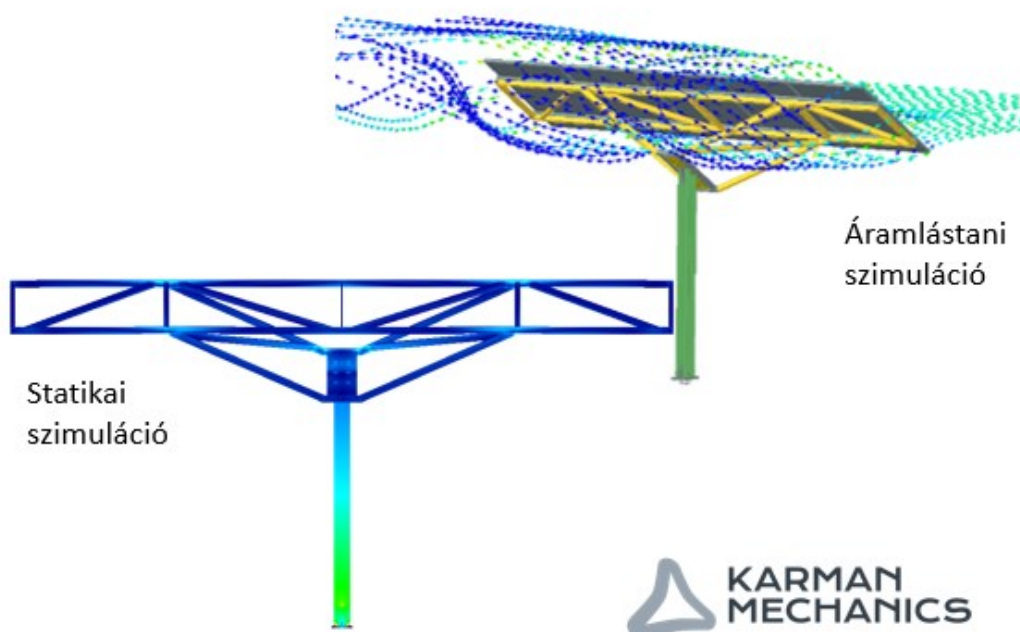
A Karman-Mechanics egy új napelem tartóoszlopot tervezett, amely során a legújabb mérnöki technológiákat alkalmazták. A tervezés fő alapja az EUROCODE szabványok voltak, amelyek szigorú mérnöki követelményeket írnak elő. A tervezés során a cég nagy hangsúlyt fektetett az oszlopok szilárdságára és stabilitására, és az optimális légáramlásra. A tervezéshez Finite Element Analysis (FEA) és Computational Fluid Dynamics (CFD) szimulációs módszereket alkalmaztak, amelyek lehetővé tették az oszlopok viselkedésének részletes elemzését. Az eredmények alapján az új tartó oszlopok kiváló szilárdságot és stabilitást biztosítanak, miközben minimalizálják a légellenállást. Az új napelem tartóoszlopok a fenntartható energiaforrások kiemelkedő hatékonyságát és megbízhatóságát támogatják, és hozzájárulnak a zöld energiatermelés területén elért előrelépéshez. A Karman-Mechanics büszke arra, hogy részt vesz a napenergia ipar fejlesztésében, és szilárd elkötelezettségét mutatja a környezetbarát megoldások iránt.



47. ábra Típusúterv - napelem tartó oszlop [saját készítésű]



48. ábra Kivitelezés - napelem tartóoszlop [saját készítésű]



49. ábra Szimuláció - napelem tartó oszlop [saját készítésű]

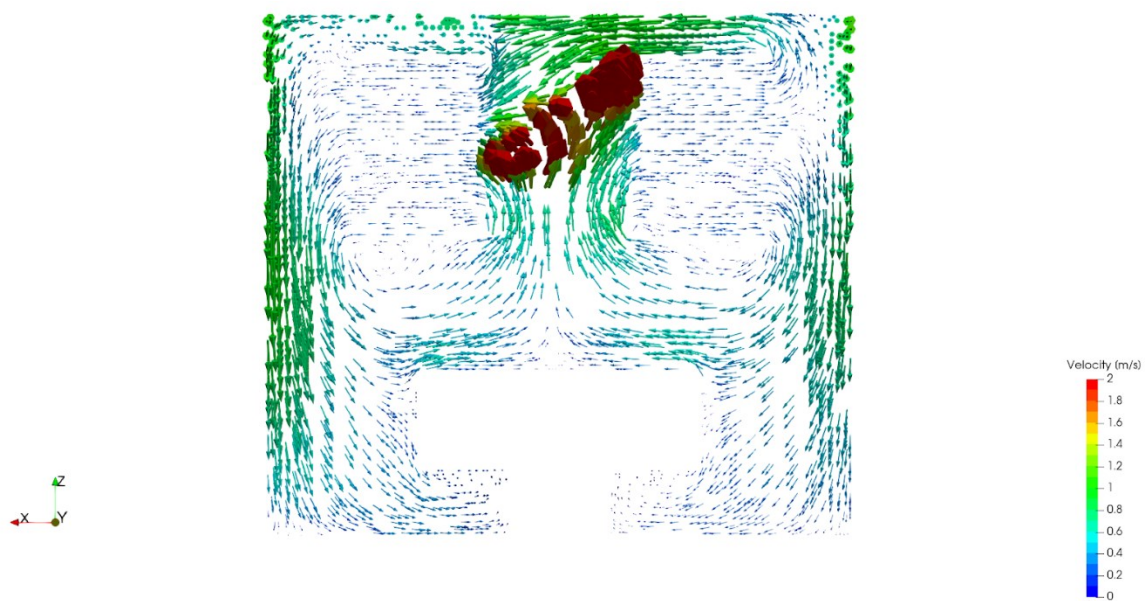
10.6. Karman-Mechanics energetikai központ hűtés optimalizáció - Dr. Felhős Dávid, Ady László

Energetikai központ hűtésének optimalizálása a hatékonyság és a megbízhatóság szempontjából.

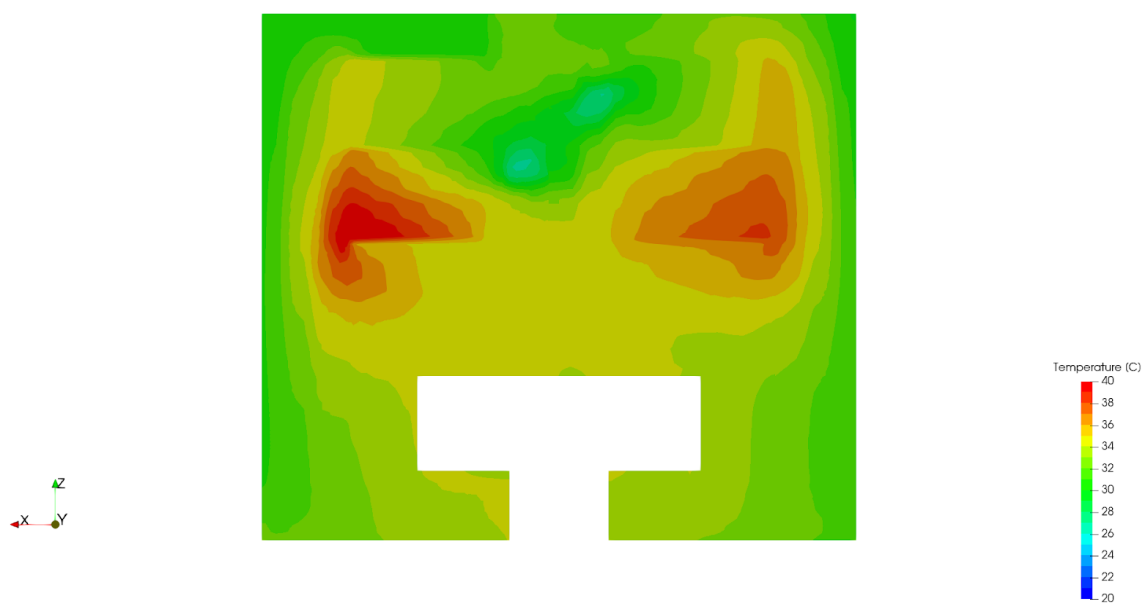
A Computational Fluid Dynamics (CFD) alkalmazása segítségével optimalizálható az energetikai központ hűtési rendszere, hatékonyság és megbízhatóság tekintetében.

Az alábbi feladatokat végeztük el:

- Hőeloszlás modellezése: Először a CFD segítségével modellezhetjük a hőterhelést az energetikai központban. Ezt a modellezést felhasználva meghatározhatjuk, hogy hol keletkezik a legtöbb hő, és hogyan alakulnak ki áramlások. És hogy ezek merre áramlanak a vizsgált térrészben.
- Hűtőberendezések elrendezése: A CFD-t alkalmazhatjuk a hűtőberendezések elrendezésének és teljesítményének optimalizálására.
- Légáramlás modellezése: A CFD segítségével modellezhetjük a légáramlást az energetikai központban elősegítve az optimális hűtőközeg-áramlás kialakítását a hűtőrendszerben.
- Hőszigetelés elemzése: CFD szimulációk segítségével meghatározhatjuk a hűtési rendszer szezonális terheléseit és megvizsgálhatjuk, hogy mi a hőszigetelés és a hűtés optimális aránya.
- Hőterhelés megszüntetése: A CFD szimulációk segítségével optimalizált elrendezésben megszűntek a lokális hőmérsékleti kiugrások az adott projekt esetében.
- Rendszer teljesítmény optimalizáció: A CFD segítségével a rendszer teljesítményének optimalizálása érdekében tesztelhetők a különböző változatok és beállítások, ami lehetővé teszi egy optimalizált, energiahatékony hűtési rendszer kialakítását.



50. ábra. 2 szekrényes energetikai központ CFD áramlási sebesség [saját szerkesztés]



51. ábra. 2 szekrényes energetikai központ CFD hőmérséklet mező [saját szerkesztés]

11. InterSolar Europe – München – Dr. Tokody Dániel, Han Xiaoping

„Az Intersolar Europe a világ vezető napenergia-ipari kiállítása. A „Connecting solar business” mottó alatt a gyártók, beszállítók, forgalmazók, szolgáltatók és projekttervezők, illetve fejlesztők a világ minden tájáról találkoznak Münchenben, hogy megvitassák a legújabb fejlesztéseket, valamint trendeket, első kézből fedezzék fel az innovációkat, és találkozzanak potenciális új ügyfelekkel.” [59]

A következő kiállítás 2024. június 19–21. kerül majd megrendezésre Münchenben.



52. ábra. Intersolar Europe kiállítás helyszíne [60]

12. Irodalomjegyzék

- [1] „MVM ~ Mire elég 1 kWh?” Elérés: 2023. november 18. [Online]. Elérhető: <https://www.mvmnext.hu/aram/pages/aloldal.jsp?id=819>
- [2] Kft M., „Ne mindenáron hőszivattyút!” Elérés: 2023. november 18. [Online]. Elérhető: <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/8662-ne-mindenaron-hoszivattyut>
- [3] Tamás I., „Épületinformatika - Eloadás”.
- [4] A. Trattner, M. Höglinger, M. Macherhammer, és M. Sartory, „Renewable Hydrogen: Modular Concepts from Production over Storage to the Consumer”, *Chem. Ing. Tech.*, köt. 93, sz. 4, o. 706–716, ápr. 2021, doi: 10.1002/cite.202000197.
- [5] „Szigetüzemű napelemhasználók | Facebook”. Elérés: 2023. november 18. [Online]. Elérhető: <https://www.facebook.com/groups/1354257888075396>
- [6] „Tudjon meg mindent a HMKE telepítésről!” Elérés: 2023. november 18. [Online]. Elérhető: <https://www.eon.hu/hu/hmke/tudnivalok.html>
- [7] „Háztartási méretű kiserőművek MVM Hálózat”. Elérés: 2023. november 18. [Online]. Elérhető: <https://www.mvmhalozat.hu/aram/oldalak/1644>
- [8] „Minősített_inverterek_2023_08.15.pdf”. Elérés: 2023. november 18. [Online]. Elérhető: [https://www.opustitasz.hu/uploads/HMKE/kiseromuvek/Min%C5%91s%C3%ADtett_inve](https://www.opustitasz.hu/uploads/HMKE/kiseromuvek/Min%C5%91s%C3%ADtett_inve%20rtetek_2023_08.15.pdf)
- [9] „54/2014. (XII. 5.) BM rendelet - Nemzeti Jogszabálytár”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://njt.hu/jogszabaly/2014-54-20-0A.8#SZ137@BE3@POD>
- [10] „Free Icons and Stickers - Millions of images to download”, Flaticon. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.flaticon.com/https%3A%2F%2Fwww.flaticon.com%2F>
- [11] M. A. Green, E. D. Dunlop, J. Hohl-Ebinger, M. Yoshita, N. Kopidakis, és A. W. Y. Ho-Baillie, „Solar cell efficiency tables (Version 55)”, *Prog. Photovolt. Res. Appl.*, köt. 28, sz. 1, o. 3–15, jan. 2020, doi: 10.1002/pip.3228.
- [12] P. Jackson és mtsai., „New world record efficiency for Cu(In,Ga)Se₂ thin-film solar cells beyond 20%”, *Prog. Photovolt. Res. Appl.*, köt. 19, sz. 7, o. 894–897, nov. 2011, doi: 10.1002/pip.1078.
- [13] N. J. Jeon és mtsai., „Compositional engineering of perovskite materials for high-performance solar cells”, *Nature*, köt. 517, sz. 7535, o. 476–480, jan. 2015, doi: 10.1038/nature14133.
- [14] C. J. Brabec, „Organic photovoltaics: technology and market”, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, köt. 83, sz. 2, o. 273–292, jún. 2004, doi: 10.1016/j.solmat.2004.02.030.
- [15] S. Mathew és mtsai., „Dye-sensitized solar cells with 13% efficiency achieved through the molecular engineering of porphyrin sensitizers”, *Nat. Chem.*, köt. 6, sz. 3, o. 242–247, márc. 2014, doi: 10.1038/nchem.1861.
- [16] Roger A. Messenger, Amir Abtahi, *Photovoltaic Systems Engineering*. CRC Press, 2020. [Online]. Elérhető: <https://www.routledge.com/Photovoltaic-Systems-Engineering/Messenger-Abtahi/p/book/9780367736330>
- [17] J. A. Duffie és W. A. Beckman, *Solar engineering of thermal processes / John A. Duffie, William A. Beckman*, 4th ed. Hoboken: John Wiley, 2013.
- [18] H. Abu-Rub, M. Malinowski, és K. Al-Haddad, Szerk., *Power electronics for renewable energy systems, transportation, and industrial applications*. Chichester, West Sussex, United Kingdom ; Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2014.
- [19] J. P. Dunlop, *Photovoltaic systems*, Third Edition. Orland Park, IL: American Technical Publishers, Inc, 2012.
- [20] R. S. Treptow, „The Lead-Acid Battery: Its Voltage in Theory and in Practice”, *J. Chem. Educ.*, köt. 79, sz. 3, o. 334, márc. 2002, doi: 10.1021/ed079p334.
- [21] G. E. Blomgren, „The Development and Future of Lithium Ion Batteries”, *J. Electrochem. Soc.*, köt. 164, sz. 1, o. A5019, dec. 2016, doi: 10.1149/2.0251701jes.
- [22] H.-W. Hsieh, C.-H. Wang, A.-F. Huang, W.-N. Su, és B. J. Hwang, „Green chemical delithiation of lithium iron phosphate for energy storage application”, *Chem. Eng. J.*, köt. 418, o. 129191, aug. 2021, doi: 10.1016/j.cej.2021.129191.
- [23] C. D. GmbH, „Configure energy storage systems online”, TESVOLT AG. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.tesvolt.com/en/service/storage-calculator.html>

- [24] „HOMER Pro - Microgrid Software for Designing Optimized Hybrid Microgrids”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>
- [25] „Energy Toolbase | Solar & Storage Deployed Simply”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.energytoolbase.com/>
- [26] „The Distributed Energy Resources Customer Adoption Model (DER-CAM)”. [Online]. Elérhető: <https://gridintegration.lbl.gov/der-cam>
- [27] „OpenDSS”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.epri.com/pages/sa/openss>
- [28] „Powerwall”, Tesla. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.tesla.com/powerwall>
- [29] C. D. GmbH, „Energy management system”, TESVOLT AG. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.tesvolt.com/en/products/energymanagementsystem-1.html/>
- [30] „Sunny Portal powered by ennexOS | SMA Solar”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.sma.de/en/products/monitoring-control/sunny-portal>
- [31] „EcoStruxure Platform”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.se.com/hu/hu/work/campaign/innovation/platform.jsp>
- [32] „Planergy Solutions”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://planergy.hu/>
- [33] C. D. GmbH, „Energy management system”, TESVOLT AG. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.tesvolt.com/en/products/energymanagementsystem-1.html>
- [34] „HOMER Pro”, Capterra. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.capterra.co.nz/software/182590/homer-pro>
- [35] „Energy Storage Resource Guide & User Instructions”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.energytoolbase.com/newsroom/blog/energy-storage-resource-guide-user-instructions>
- [36] „Microgrid Version of Distributed Energy Resource Software Is Now Available | Energy Technologies Area”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://eta.lbl.gov/news/news/microgrid-version-distributed-energy-resource>
- [37] M. E. Samper, A. Vargas, F. Eldali, és S. Suryanarayanan, „Assessments of battery storage options for distribution expansion planning using an OpenDSS-based framework”, in *2017 IEEE Manchester PowerTech*, jún. 2017, o. 1–6. doi: 10.1109/PTC.2017.7981220.
- [38] D. Crosthwaite, „Tesla Powerwall 2 now with Off-Peak Charging”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.ceiba-renewables.co.uk/tesla-powerwall-2-now-with-off-peak-charging/>
- [39] L. Blume, „Online Capability Now Standard With Sunny Boy Inverters”, Sunny. SMA Corporate Blog. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.sma-sunny.com/en/online-capability-now-standard-with-sunny-boy-inverters/>
- [40] „EcoStruxure IT Expert | EcoStruxure IT”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://ecostruxureit.com/ecostruxure-it-expert/>
- [41] „New generation of supercapacitors to challenge lithium storage”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/EN/News/2021/20210112-supercapacitors-lithium-storage.html>
- [42] „Supercapacitor in Hybrid Storage - ENTSO-E”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.entsoe.eu/Technopedia/techsheets/supercapacitor-in-hybrid-storage>
- [43] A. Riaz, M. R. Sarker, M. H. M. Saad, és R. Mohamed, „Review on Comparison of Different Energy Storage Technologies Used in Micro-Energy Harvesting, WSNs, Low-Cost Microelectronic Devices: Challenges and Recommendations”, *Sensors*, köt. 21, sz. 15, o. 5041, júl. 2021, doi: 10.3390/s21155041.
- [44] „GTEM-48V5500-W Power Wall Graphene Supercapacitor Battery | GTCAP”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.greentech.com/em-48v-5-0kwh-power-wall-graphene-supercapacitor-battery.html>

- [45] „Eg 140v 20kwh Graphene Supercapacitor Battery System | GTCAP”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.greenteche.com/eg-140v-20kwh-fast-charging-graphene-supercapacitor-system.html>
- [46] „Graphene Supercapacitor Battery Manufacturer & Supplier - GTCAP Graphene Energy Storage System”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.greenteche.com/>
- [47] „GTEF-48V10K-W Capwall | GTCAP”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.greenteche.com/gtem-48v10k-w-capwall.html>
- [48] „gtef-716v100kw/150kwh-r Energy Storage System (ESS) for commercial and industrial applications | GTCAP”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.greenteche.com/gtef-716v150kwh-energy-storage-system-for-commercial-and-industrial-applications.html>
- [49] „gtef-1280v2.5mwh/1.25mw-c High Voltage Supercap Energy Storage solutions | GTCAP”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.greenteche.com/gtef-1280v-2450ah-high-voltage-battery.html>
- [50] „Stackable Design 3000f Super Farad Capacitor 48v 5kw Graphene Super Capacitor Energy Storage Battery - Buy Super Capacitor Battery 12v,Super Capacitor 12v,Super Capacitor Battery 24v Product on Alibaba.com”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: https://www.alibaba.com/product-detail/Stackable-Design-3000F-Super-Farad-Capacitor_1600659276705.html
- [51] „48V Super Capacitor Battery Module Fast Charging 5kw 10kw 15kw - China Super Capacitor and Super Capacitor Battery”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://oraako.en.made-in-china.com/product/CEZRUpHHCYVw/China-48V-Super-Capacitor-Battery-Module-Fast-Charging-5kw-10kw-15kw.html>
- [52] „Small Self Discharge Super Capacitor 48V 10kw Graphene Super Capacitor Energy Storage - China Super Capacitor and Super Capacitor Battery”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://oraako.en.made-in-china.com/product/eEWpkfbYUcq/China-Small-Self-Discharge-Super-Capacitor-48V-10kw-Graphene-Super-Capacitor-Energy-Storage.html>
- [53] „48v 10kw Graphene Penyimpanan Energi Kapasitor Super 100000f Baterai Ultracapacitor - Buy Super Capacitor 3000f 2.7v,Super Capacitor Solar Battery,Graphene Super Capacitors Product on Alibaba.com”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/48V-10KW-graphene-Super-Capacitor-Energy-1600659242885.html>
- [54] „48V 5kw 10kw 15kw Super Capacitor Energy Storage - China Super Capacitor and Super Capacitor Battery”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://oraako.en.made-in-china.com/product/wmdRrehvIYWZ/China-48V-5kw-10kw-15kw-Super-Capacitor-Energy-Storage.html>
- [55] „Victron Energy”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.victronenergy.hu/>
- [56] „Energy Solutions Network”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.german-energy-solutions.de/GES/Navigation/DE/Angebot/Firmenkatalog/firmenkatalog.html>
- [57] „LUMENION thermal energy storage | Technology Catalogue”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: https://www.technologycatalogue.com/product_service/lumenion-thermal-energy-storage
- [58] A. Colthorpe, „Vattenfall pilots high temperature steel with up to 48hrs energy storage duration”, Energy-Storage.News. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.energy-storage.news/vattenfall-pilots-high-temperature-steel-with-up-to-48hrs-energy-storage-duration/>
- [59] „Exhibition Quick Facts - Intersolar Europe”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://www.intersolar.de/exhibition-quick-facts>
- [60] „Exhibition Review! Fanye shines at Intersolar Europe 2023 in Munich - FLYT ESS”. Elérés: 2023. november 19. [Online]. Elérhető: <https://flytess.com/exhibition-review-fanye-shines-at-intersolar-europe-2023-in-munich/>

13. Szerzők

Dr. Tokody Dániel, 35 éves okl. villamosmérnök, házas, két gyermek édesapja. Az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájában szerzett tudományos fokozatot katonai műszaki tudományok tudományágban. A Magyar Tudományos Akadémia köztestületi tagja, a Magyar Mérnökakadémia és a Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai tagozatának tagja. A tagozat titkára.

Kutatási témái az intelligens vasúti rendszerek, biztonság tudomány, komplex rendszerek és okos város. Aktív tudományos kutatómunkát 2014 óta végez. Az eltelt évek során kutatómunkájához kapcsolódóan számos tudományos művet írt. A Magyar Tudományos Művek Tárában 104 közleménye szerepel, Hirsch indexe 13.

A Kínai-Magyar Vasúti Nonprofit Zrt., Budapest–Belgrád vasútvonal újjáépítési beruházás magyarországi szakaszának erősáramú projekt szakértője. A NextTechnologies Kft. Komplex Rendszerek Kutatóintézet alapító vezető kutatója és a Journal of NextTechnologies hazai induló folyóirat társ-főszerkesztője. 2018 óta a Journal Interdisciplinary Description of Complex Systems Web of Science-ben indexelt folyóirat vendégszerkesztője és szerkesztőbizottsági tagja. 2017 óta a European Smart Sustainable and Safe Cities Conference szervező bizottságának elnöke.

A *„Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók létesítése”* pályamű tagozati témafelelőse.



Schottner Károly, 48 éves okl. villamosmérnök és MBA menedzser. Előbbi diplomáját 1998-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen, utóbbit 2005-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezte. Pályáját a Klöckner-Moeller Hungária Kft.-nél mint kiemelt megbízhatóságú energiaelosztási megoldások értékesítő és támogató mérnökeként kezdte. 2001-től – akkor már – Moeller Electric magyarországi vállalkezási igazgatója. Műszaki területei a kisfeszültségű rendszerektől a közép-feszültségű megoldások voltak. A multinacionális vállalat országokon átívelő feladat megosztásnak köszönhetően dolgozott Németország, Hollandia, Ausztria, Spanyolország, Lengyelország, Csehország műszaki fejlesztési és menedzsment projektjeiben. A vállalatból 2012-ben, akkor már EATON, magyarországi értékesítésért felelős felső vezetőjeként váltott magánvállalkozói szektorba. Jelenleg az EXPLEO Kft. tulajdonos ügyvezetője. A Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai tagozatának elnökségi tagja 2014-től, kiemelt szakmai munkaterülete a Megújuló energetikai rendszerek, mely kapcsán a kötelező mérnökképzés témafelelőse és oktatója is. Az OTSZ - TvMI Napelemes rendszerek műszaki megvalósításai szakmai munkacsoportjának alapító és aktív tagja.



Ady László, 40 éves okl. villamosmérnök. NextTechnologies Kft. ügyvezető tulajdonosa. A NextTechnologies Kft. Komplex Rendszerek Kutatóintézet alapítója. A Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusz hallgatója. Számos K+F+I projekt kidolgozója és vezetője. Kutatási területei: biztonságkritikus rendszerek, komplex rendszerek, szuperszámítógépek. A Magyar Tudományos Művek Tárában 22 közleménye szerepel, Hirsch indexe 4.



Haddad Richárd, 47 éves okl. villamosmérnök és okl. közgazdász, 4 gyermek édesapja. Jelenleg az Óbudai Egyetem Kandó Villamosmérnöki Karán, a Villamos Energetikai Tanszéken tanársegéd. A Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusz hallgatója. Szakterülete az Energetikai informatika köré összpontosul. Ezen túlmenően napelemes rendszerek szakmérnöki képzésében, elektronikus energia kereskedelemben, illetve alternatív energia termelők (tűzelőanyagcella) területen dolgozik. Szakcikk, egyetemi jegyzetek szerzője, többek között a Smart Hálózatok, Hálózat felügyeleti rendszerek, Kritikus információs infrastruktúrák védelme területén. Ipari tevékenység keretein belül nagyfogyasztói energiahatékonysággal, mérési alrendszerrel, és energia-irányítási rendszerek kiépítésében vesz részt. Támogatja a hazai lakossági okos mérés terjedését. Számos okos innovatív eszköz fejlesztésének vezetője. A Magyar Tudományos Művek Tárában 19 közleménye szerepel, Hirsch indexe 1.



Ágoston Gergő 41 éves villamosmérnök, nős és két gyermek édesapja. A Magyar Mérnöki Kamara tagjaként számos területen tervezői, műszaki ellenőri, valamint felelős műszaki vezetői jogosultsággal rendelkezik, amelynek keretében villamosenergia ellátó rendszerek tervezéstől a kivitelezésig végez szakmai munkát. Ezen túlmenően napelemes park, elektromos autó töltő rendszer, vasúti villamosenergia ellátó projekteket is tervez és felel a műszaki megvalósításukért. Hazánkban elsőként telepített energiatárolós szélerenergia-termelővel kombinált napelemes rendszert, amelyhez 17 éves üzemeltetési tapasztalat is párosul. Jelenleg a H1 Systems Mérnöki Szolgáltatások Kft. vezető villamos tervezője. A cégnél a villamosenergia termelést, tárolást és megtakarítást lehetővé tevő műszaki megoldások tervezéséért felelős, illetve adatközponti infrastruktúrák villamos ellátó rendszereinek tervezését koordinálja.



Han Xiaoping, 39 éves, a Bécsi Műszaki Egyetem (Technischen Universität Wien) megújuló energiarendszerek szakos mesterhallgatója. Jelenleg a Kínai-Magyar Vasúti Nonprofit Zrt.-nél dolgozik projekt szakértőként. 17 éves villamosmérnöki építőipari tapasztalattal rendelkezik. A fő szakterület az energetikai technológia és a mérnöki közgazdaságtan. Kutatási területe a fenntartható, alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság. Elkötelezett a terület fejlesztése iránt.



Szűcs Marcell okleveles gépészmérnök és **Csapó Dániel** okleveles villamosmérnök. A szerzők BSc és MSc diplomájukat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezték gépészmérnöki és villamosmérnöki karon. A Siemens Zrt. és a Rolls-Royce Hungary Kft. kötelékében szerzett több éves K+F tapasztalatuk után, 2021-ben alapították meg saját vállalkozásukat, a Planergy Solutions Kft-t. A cég kifejezetten ipari napelemes és akkumulátoros rendszerek optimalizációjával, szimulációjával foglalkozik. A Planergy célja olyan üzleti modellek meghatározása ipari vállalkozások számára, mellyel nemcsak minimalizálhatják villamosenergia-költségeiket, de hozzájárulhatnak egy fenntartható, tervezhető, tiszta jövőhöz is.



Drabik Gergő, mérnök, vállalkozó. Tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetemen végezte, mint villamosmérnök (Bsc.) és gépészmérnök (Msc.). Kutatómérnökként dolgozott az egyetemen, később a KFKI-ban egy magáncégnél, ahol a lézersugaras hegesztés speciális alkalmazási lehetőségeivel és lágymágneses anyagok vizsgálatával foglalkozott. A kutató pályáról az iparba sodorta az élet. Először a BPW-Hungária Kft.-nél dolgozott, mint technológia fejlesztőmérnök. Munkájának kiemelt fókuszja itt is a hegesztés és lézersugaras technológiák voltak. Innen rövid időn belül az Adient mezőlaki gyárába került, ahol már az autóiparban alkalmazhatta fémekre és lézersugaras hegesztésre kiterjedő tudását, mint lézersugaras hegesztési specialista. Élt Németországban és Hollandiában az Adient európai specialistájaként. Nyugatról szerzett inspirációja hozta meg végül azt az irányt, amely napjainkban is foglalkoztatja, a szigetüzemű napelemes rendszerek. Alapvető célja a fenntartható új technológiák alkalmazásának vizsgálata és bevezetése, ezért saját családi vállalkozásában folytatja a szigetüzemű napelemes rendszerek tervezését, telepítését, kivitelezését. Tanyákon, lakóautókban és minden olyan helyen, ahol erre igény van.



Dr. Felhős Dávid, 44 éves okl. gépészmérnök, a Karman Mechanics Kft. ügyvezető tulajdonosa. Egyetemi tanulmányait a BME Gépészmérnöki Karán végezte, PhD fokozatát Németországban a Kaiserslauterni Műszaki Egyetemen (TU Kaiserslautern) szerezte meg. Számos K+F+I projekt kidolgozója és vezetője. Kutatási területei: numerikus módszerek gépészeti alkalmazása, anyagtudomány, üzemi szilárdsági méretezés, polimerek, tribológia. Számos nemzetközi tudományos publikáció szerzője, a Scopus által jegyzett h-indexe 11.



14. Lektor

Dr. Molnár Ferenc, 57 éves, 2 gyermek édesapja. Okleveles villamosmérnök, okleveles közgazdász, atomerőművi szakmérnök. Az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájában szerzett PhD tudományos fokozatot műszaki tudományterületen, villamosmérnök szakterületen. Kutatási területe a hazai villamosenergia ellátás biztonsága, a fenntartható fejlődés és a karbonmentes energiaforrások térnyerése. 1987-től az Erőmű Beruházási Vállalatnál, majd 2014-től napjainkig az MVM Zrt.-nél dolgozik. Számos megvalósult erőművi és villamos hálózati nagyberuházás irányítása fémjelzi szakmai életútját. Jelenleg az MVM Zrt. (holding központ) műszaki vezérigazgató-helyettes tanácsadója. Felelősségi körébe tartozik a villamos átviteli-, és elosztó hálózatok fejlesztési nagyprojektjeinek felügyelete és irányítása. 2019-ben megkapta az MVM Csoport Év Embere díjat. Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Elnökségének tagja, valamint a Megújuló Energia és Energiatárolás Szakosztály társelnöke. A villamosmérnöki szakma digitális nagykövete.



Kelemen Csaba, a BKSZC Mándy Iván Szakképző Iskola és Szakiskola magyar-történelem szakos tanára.



A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

1.	NÉMETH András, MILÁVE CZ Richárd	Iparban használatos vízminőségek
2.	SZILÁGYI Zsombor Dr, SZUNYOG István Dr.	Mérések a gáziparban
3.	BARNA Lajos Dr., EÖRDÖGHNÉ MIKLÓS Mária Dr., SZÁNTHÓ Zoltán, BALLA József Dr.	A biztonságos ívóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei
4.	BORBÁS Lajos Dr.	Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben
5.	BERENCSI Miklós, BERE CZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFY Krisztina	Kerékpárosbarát közlekedéstervezés
6.	TÜDŐS Tibor, VARJÚ György Dr., PETRI Kornél Dr., GÁBOR András	A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet)
7.	GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., VÁRADI András	Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal
8.	KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó	A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv

2018.

9.	BLAZSOVSZKY László	A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai
10.	CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UD VARDY Péter	Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga
11.	NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza	A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és ügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer
12.	SZILÁGYI Zsombor Dr., HORÁNSZKY Beáta	Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)
13.	SZILÁGYI Zsombor Dr.	Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók
14.	S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté	Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével
15.	BALIKÓ Sándor Dr., CSÜRÖK Tibor Dr., NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, ZSEBIK Albin Dr.	Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
16.	DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor	Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet
17.	TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila	Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató
18.	FENYVESI Zsolt	Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása

- | | | |
|-----|--|---|
| 19. | GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás | Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet) |
| 20. | DIVÓS Ferenc Dr. | Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek |
| 21. | KARÁCSONYI Zsolt Dr. | Faanyagok tartós szilárdsága |
| 22. | BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula | Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez |
| 23. | ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András | Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye |
| 24. | JANCsó Béla, KULCSÁR Alexandra Dr., NÉMETH Gábor, VÍMI Zoltán Dr., DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső | Vízjogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján |
| 25. | TAKÁCS Bence Dr., SIKI Zoltán Dr., ÉGETŐ Csaba Dr., BÉNYI László | Mérnökgeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal |
| 26. | MÓCZÁR Balázs Dr., LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos | Korszerű támszerkezetek tervezése |
| 27. | HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán | Különböző funkciójú épületek klimatechnikája II. |
| 28. | KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint | Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata |
| 29. | GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz | Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében |
| 30. | GARBAI László Dr., SÁNTA Róbert Dr., JASPER Andor Dr. | A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés |
| 31. | LADÁNYI Gábor Dr. | Diagnosztika a karbantartásban |
| 32. | MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András | KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018) |

2019.

- | | | |
|-----|---|---|
| 33. | BLAZSOVSZKY László | Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése |
| 34. | DR. SZILÁGYI Zsombor | A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon |
| 35. | FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj. | Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén |
| 36. | VARRÓ Beáta, KIS András Dr. | Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával |
| 37. | MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György | Munkatér határoló szerkezetek |
| 38. | KORSÓS András, RÁDULY Zsolt | A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei |
| 39. | GERGELY Edit, BEZEGH András Dr. | Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására |

40.	BEZEGH András Dr., BITE Pálné Dr., GERGELY Edit	Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)
41.	GÓDOR Balázs, KÁSA László Dr., SZÉKELY Bence	Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42.	FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert	Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43.	KARÁCSONYI Zsolt Dr.	Faanyagok tartós szilárdsága Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44.	BALIKÓ Sándor Dr., ORBÁN Tibor, VARGA Péter, ZSEBIK Albin Dr.	Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45.	PRIMUSZ Péter, PhD.	Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46.	NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért	Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszeinek tervezése
47.	JANCSÓ Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László	Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48.	DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert	Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49.	JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit	Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50.	ZSEBIK Albin Dr., NOVÁK Dániel	Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51.	MÓGA István Dr.	Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52.	GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe) I. kötet: Koncepció és modell II. kötet: Modell illesztése III. kötet: Tudástár
53.	VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila	Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.
2020.		
54.	KISS Jenő Dr., CSERMELY Gábor	JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére

- | | | |
|-----|---|---|
| 55. | SZILÁGYI Zsombor Dr. | A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában |
| 56. | VARGA Tamás, SZEDENIK Norbert Dr., KOVÁCS Károly Dr., KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám | A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére |
| 57. | KÁDI Ottó | A gyalogsközlekedés közúti keresztezései |
| 58. | MOLNÁR Szabolcs | „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei |
| 59. | VÁRDAI Attila | Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez |
| 60. | BEJÓ László Dr. | Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban |
| 61. | JANCSÓ Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső | Szakmai útmutató vízilétesítmény tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához |
| 62. | FELLEGI Zsóka, KARAFI Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József | Munkagödrök és földművek víztelenítése |
| 63. | HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, SIKI Zoltán Dr., TAKÁCS Bence Dr., TÓTH Zoltán Dr., VARGA Tibor | Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához |
| 64. | GÁBORI László Dr., MOLNÁR Bálint Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás | Az Informatikai Tervező tervezési segédlete |
| 65. | NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSŐ Dániel Géza | Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén |
| 66. | LENGYEL István | Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet) |
| 67. | NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért | Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis |
| 68. | FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely | Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár) |
| 69. | BORBÁS Lajos Dr., GONDA Zoltán | Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására |

2021.

- | | | |
|-----|---|---|
| 70. | BLAZSOVSZKY László | A gázipar és a kéményseprő-ipar határterületeinek szabályozási anomáliái a szakmagyakorlók és a felhasználók szemszögéből |
| 71. | FORGÁCS Lajos Dr., NAGY Gábor, RÉV Zoltán | Kórháztervezés új szempontjai a 21. században - Korszerű kórházak infrastrukturális egységei |
| 72. | HOLÉCZY Ernő, KISS Albert Miklós, KOVÁCS István, TAKÁCS Bence Géza Dr., TÓTH Zoltán Dr. | M.2.-2021. Mérnökgeodéziai tervezési segédlet |
| 73. | BEJÓ László Dr. | Az ipar 4.0 alkalmazási lehetőségei a faipar területén |

- | | | |
|-----|---|--|
| 74. | BORBÉLY Dániel, HUDACSEK Péter, KARNER Balázs, KOVÁCS László, SÁNDOR Csaba | Monitoring, a geotechnikai kockázatkezelés eszköze |
| 75. | FELFÖLDI Krisztina, JÁMBOR András, TÓTH Sándor, BŰKI Gábor, GÓDOR Balázs | Emelőgépek időszakos vizsgálatának eljárásrendje |
| 76. | GYURKOVICS Zoltán, RÉBAY Lajos, NAGY Bernát | Szakmai útmutató az épületgépész felelős műszaki vezetők és műszaki ellenőrök számára |
| 77. | ZSEBIK Albin Dr., NOVÁK Dániel, PAPP Ábrahám | Hulladék hő hasznosítás - hűtés és fűtés összekapcsolása
Segédlet az elemzéshez és gyakorlati példák bemutatása |
| 78. | CZINE Ferenc, HIRKÓ György | Elektromos meghajtású mikromobilitási eszközök -
Jellemző paraméterek |
| 79. | KALMÁR Tamás, LÁNYI Péter Dr., HÓZ Erzsébet | Kerékpárút hálózatok vizsgálata a fejlesztések és úthasználók tapasztalatai alapján |
| 80. | VARGA Tamás, FARKAS Péter János, TOKODY Dániel Dr., ZSARNOVSZKI Attila, MÉSZÁROS Tamás, VERESS Árpád | Építményvillamossági tervezés robbanásveszélyes környezetben |
| 81. | VONA Márton Dr., BALATONYI László Dr., TÉCSŐY István | Dombvidéki víz visszatartás, kisvízfolyások szabályozása természet közeli megoldásokkal
Kisléptékű vízvisszatartás, kistelepülés-léptékű vízmegtartó megoldások |
| 82. | ZANATHY Valéria, BUZÁS Györgyi, TÓTH László | Acélszerkezetek korrózió elleni védelme – Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére vonatkozó szabványok, előírások, szakmai tapasztalatok összefoglalása |
| 83. | JÓZSA Bálint, DOHÁNY Máté | DDI, avagy a fordított gyémánt csomópontok vizsgálata és magyarországi alkalmazhatósága |
| 84. | SZÉPSZÓ Gabriella, ALLAGA-ZSEBEHÁZI Gabriella, LAKATOS Mónika, SZENTES Olivér, TAKSZ Lilla, SELMECZI János Pál, CZIRA Tamás Dr., CSÓKA Gergely, BAKA György | Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt megalapozó adatbázisok alkalmazása |
| 85. | ZSIGMONDI András, MARIÁN Gábor, WÉBER László | A műszaki egyenértékűség és helyettesítő termék egyenértékűségének megállapítási módjai |
| 86. | NAGY János, HORVÁTH Rita, KAPITOR György, MERTLI Ferenc, PAPP Ábrahám, SITKU György, ZSEBIK Albin Dr. | Világítástechnika - segédlet az EKR dokumentáció készítéséhez – Alapismeretek és mintapéldák |
| 87. | CSENDES János, VELLER Tamás | Épületautomatika – Összefüggésben az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerrel |

2022.

- | | | |
|-----|--|--|
| 88. | FÖLDI László József Dr., BERENCSI Bence | Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében |
| 89. | SZILÁGYI Zsombor Dr., VADÁSZI Marianna Dr. | Irányelv új földgáz- és villamos energia szerződéskötéshez |
| 90. | MÓCZÁR Balázs Dr., CSORBA Gábor, GRITSCH Ákos, KRISTON Gábor, MIHUCZ Tibor, SZENDEFY János Dr., SZILÁGYI Katalin | Segédlet ipari padlók geotechnikai és statikai tervezéséhez, kivitelezéséhez |

91.	FELFÖLDI Krisztina, GÓDOR Balázs, NAGY Pál, RADVÁNYI G. Levente	G-D-36 Tanúsítvány kiadásához kompetencia-követelmények kidolgozása
92.	BUZÁS Zoltán, KÁLMÁN Miklós, BÖLSEI Tamás, LUKÁCS Tamás	A tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek átdolgozása, különös tekintettel a Hír-Közmű bevezetésére. A Tervezés, Engedélyezés, Kivitelezés segédlet módosítása (92./1-2-3.)
93.	SIKI Zoltán Dr., CSEMNICZKY László, HOLÉCZYNÉ KAJTÁR Dóra, LEHOCZKY Máté, RÉPÁS Zoltán, TÓTH István	Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez. A minőségi mérnöki munka segítése, a jó gyakorlat bemutatása, javaslat a térképek rétegszerkezetére és az alkalmazandó jelkulcsokra
94.	CSERMELY Gábor, TÓTH Péter	Szakmai útmutató a magasépítési kivitelezési munkák minőségellenőrzésére
95.	MARIÁN Gábor, ZSIGMONDI András	Az építési beruházások műszaki átadás-átvételi eljárása – Szakmai ajánlás az építési beruházások műszaki átadás-átvételi eljárására
96.	BARNA Sándor, MOLNÁR Tibor Dr.	Segédlet az AERMOD view szoftver használatához a légszennyező anyagok terjedési modellezéséhez
97.	BAKA György	A talajnak, mint természeti erőforrásnak a védelme a beruházások megvalósítása során
98.	BLAZSOVSZKY László	A gázipari szakmagyakorlók megváltozott felelőssége, hatásköre és a mindennapok gyakorlatának anomáliái a megváltozott jogszabályi környezetben
99.	FÜRJES Andor Tamás	Elektroakusztika elméleti és gyakorlati áttekintés
100.	RÁCZ Tibor, KUN Csaba, BALATONYI László Dr.	ITVT Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv tervezési segédlet

2023.

101.	SZILÁGYI Zsombor Dr., BLAZSOVSZKY László	Az energiahordozók jövője
102.	BLAZSOVSZKY László	Szakmai útmutató felhasználási helyek gázellátását biztosító elosztóvezeték leágazásának létesítéséhez
103.	ÁKOSHEGYI György Dr., BORBÉLY Tibor, DIÓS András, EÖRDÖGH Zsolt	Medencés fürdők vízgépészeti tereinek tervezési szempontjai
104.	KISS Jenő dr., METZING Ferenc dr., CSERMELY Gábor, dr. HEGYI Dezső, KÖNCZÖL Gyula, DEZSŐ Zsigmond	Szakmai Útmutató az épületek, épületszerkezetek bontásához
105.	MÓGA István Dr.	Atomerőművi alapok
106.	BAK Edina, FEJES Gábor, HONTI Imre, HUDACSEK Péter, SCHELL Péter	Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok, azok megtervezése és eredményeinek felhasználása a geotechnikai tervezői gyakorlatban
107.	EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán	AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)
108.	BONDOR Gabriella, CSORDÁS Szilveszter, KANOSIK Ilona, PÓLYA Endre, VARJÚ József	Szakmai ismeretek a jogosultsági vizsgára
109.	KAKUK Ilona	Az Informatikai Tervező Szakmai Útmutatója (109./1-2-3.)

- | | | |
|------|---|---|
| 110. | GIORIS Nikolaos, MENYHÁRT István Zsolt, OLÁH Róbert, TAKÁCS Bence dr., VASS Imre | Digitális mellékletek készítése az M.2 (2021.) mérnökgeodéziai tervezési segédlethez |
| 111. | ZSIDAI László Dr., SARANKÓ Ádám Dr., SZABÓ Péter | Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai |
| 112. | REINIGER Róbert, BARNA Sándor, BITE PÁLNÉ DR. PÁLFFY Mária, MIHICS Dalma, PINTÉR István | A Li-ion alapú akkumulátor, illetve akkumulátor részegység gyártás környezetvédelmi hatásági engedélyezésének környezetvédelmi alapkövetelményei - Szakmai segédlet környezetvédelmi szakértők, illetve hatásági eljárási szereplők részére |
| 113. | TOKODY Dániel Dr., SCHOTTNER Károly, HADDAD Richárd, ADY László, ÁGOSTON Gergő, DRABIK Gergő, HAN Xiaoping, CSAPÓ Dániel, SZŰCS Marcell, FELHŐS Dávid Dr. | Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók létesítése |
| 114. | GYIMESI András Dr., BOHÁCS Gábor Dr., SÜLLE Miklós, GÓDOR Balázs | Építőgépész mesteriskola tantárgyi felépítés és a hozzá kapcsolódó tematika kidolgozása |
| 115. | BOROS János | Az atomerőművi rendszerek és rendszerelemek tervezésénél figyelembe vett elvek összefoglalása |
| 116. | PRIMUSZ Péter Dr. | Hajlékony útpályaszerkezetek szükséges erősítőrétegének meghatározása roncsolásmentes teherbírásmérés alapján |