



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Automatizálási és Energiarendszerek Intézet

SAKDOLOOZAT

ÓE-KVK

2023.

Hallgató neve:

Kovács Attila

Hallgató törzskönyvi száma:

T010603/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kovács Attila

Szakedolgozat száma: SZD2312150812107310

Törzskönyvi száma: T010603/FI12904/K

Neptun kódja:

Szak: Napelemes rendszerek létesítése (szakmérnök)

Specializáció:

A dolgozat címe: Épület energetikai korszerűsítése megújuló energia felhasználásával - Napelemes erőművel összehangolt hőszivattyús rendszer tervezése

A dolgozat címe angolul: Energetic modernization of a building using renewable energy - Design of a heat pump system coordinated with a solar power plant

A feladat részletezése: 1. Vonatkozó törvények, rendeletek, szabványok ismertetése
2. Az épület fűtési-, hűtési- és villamos teljesítmény és energiaigény meghatározása
3. A hőszivattyús rendszer méretezése, megtervezése, hőszivattyú és hőleadó felület kiválasztása
4. A napelemes rendszer méretezése, tervezése, inverterek és napelemek kiválasztása

Intézményi konzulens neve: Haddad Richárd

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 12. 15.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 12. 15.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023. december 14.

.....
hallgató aláírása

Összefoglaló/Summary

Épület energetikai korszerűsítése megújuló energia felhasználásával - Napelemes erőművel összehangolt hőszivattyús rendszer tervezése feladat során egy felújításra szoruló épület energiaellátásának és fűtés korszerűsítésének megoldására teszek javaslatot. A megoldás során kiválasztom az optimális fűtési módot, kiválasztom a hőszivattyút, kiszámolom az épület villamos energia igényét és méretezek egy napelemes rendszert az épület fogyasztásának csökkentésére.

Energetic modernization of a building using renewable energy - During the task of designing a heat pump system coordinated with a solar power plant, I propose a solution for the energy supply and heating modernization of a building in need of renovation. During the solution, I select the optimal heating method, select the heat pump, calculate the building's electricity demand and plan a solar system to reduce the building's consumption.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Az energetikai korszerűsítési feladat bemutatása	6
2. Az energia hatékonysági projektek időszere...	7
3. Szakirodalom kutatás.....	7
<i>a. Épület energetika szakirodalmá, vonatkozó törvények, rendeletek, szabványok.....</i>	<i>8</i>
<i>b. Napelemes rendszerekre vonatkozó törvények, rendeletek, szabványok.....</i>	<i>9</i>
4. Egy energiahatékony épület korszerűsítésének megtervezése.....	10
<i>a. A felújítandó épület bemutatása</i>	<i>10</i>
<i>b. A tervezés, engedélyezés folyamata, koncepció terv kialakítása.....</i>	<i>12</i>
i. Tervezési folyamat.....	12
ii. Energetikai koncepciótervezés	13
<i>c. A hőszivattyús rendszer méretezése, megtervezése, hőszivattyú és hőleadó felület kiválasztása</i>	<i>16</i>
i. Hőszivattyúk működési elve	18
ii. Hőleadó felület opciók bemutatása	20
iii. Hőszivattyúk összehasonlító elemzése.....	21
iv. Hőszivattyú és hőleadó felületek kiválasztása.....	24
<i>d. A napelemes rendszer méretezése, tervezése, inverterek és napelemek kiválasztása</i>	<i>24</i>
i. Napelemes tervezés előkészítése	24
ii. Fogyasztás modellezése	25
iii. Inverter kiválasztásának szempontjai.....	29
iv. Napelem modulok összehasonlító elemzése.....	33
v. HMKE villamos tervezése – Napelem és inverter kiválasztása	36
vi. Tartószerkezet kiválasztása, méretezése	45
vii. Kiviteli terv készítése	46
5. Tovább fejlesztési lehetőségek	48
<i>a. Energiafogyasztás optimalizálási lehetőségek.....</i>	<i>48</i>
<i>b. Okosotthon integráció</i>	<i>49</i>
6. Összegzés.....	50
I. Irodalomjegyzék	51
7. Melléklet	54
<i>a. Engedély nélkül végezhető felújítás</i>	<i>54</i>
<i>b. Engedélyezési tervek – bemenő adat a hőszivattyú és HMKE tervezéshez.....</i>	<i>55</i>

1. AZ ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSI FELADAT BEMUTATÁSA

A szakdolgozatom kidolgozása során bemutatok egy felújításra szoruló épületet, amely nemcsak építészeti felújításra érett meg, hanem energia ellátási rendszerét is modernizálni kell. A modernizálás alatt azt értem, hogy olyan rendszereket fogok az épületbe tervezni, amely hatékony energia ellátást és fogyasztást eredményeznek. A munkám során azt a célt szeretném megvalósítani, hogy a felújított épület energiafogyasztása minél alacsonyabb legyen és az elfogyasztott energiát minél magasabb arányban megújuló energiaforrásból fedezzem.

Ennek érdekében a legnagyobb energiafogyasztókat - a hűtési, fűtési és melegvíz ellátási rendszereket – hőszivattyú alkalmazásával alakítom ki, az épület villamos energia ellátását pedig napelemes erőmű (HMKE) telepítésével egészítem ki.

Az energiatermelési és fogyasztási jelleggörbék összehangolásához pedig különböző energia felügyeleti megoldások lehetőségét elemzem. Céлом, hogy az előzőekben bemutatott eszközökkel az épület energiafogyasztását minimalizáljam és energetikai besorolását jelentősen javítsam az eredeti állapothoz vagy egy hagyományos épületéhez képest.

Dolgozatomban nem térek ki az épület hőszigetelésének korszerűsítésére, de feltételezem annak megtörténtét és az energetikai számítások során számolok vele.

2. AZ ENERGIA HATÉKONYSÁGI PROJEKTEK IDŐSZERŰSÉGE

A feladat időszerűségét több tényező is indokolja. Egy ingatlan értékét, eladhatóságát, használhatóságát nagyban befolyásolja annak fenntarthatósági, üzemeltetési költsége, köznyelven szólva a rezszi. A rezsiköltség csökkentése mindig is fontos tényező volt akár cégek, akár családok számára, azonban az elmúlt időszakban végbement energia ár növekedés, akár annak gyakori változása minden beruházót arra sarkall, hogy épület felújítás esetén a leghatékonyabb fogyasztókat építse be ingatlanába. Ezzel elérhető a felvett energia csökkentése. A másik fontos tényező a piaci ártól való függetlenedés, amit saját energiatermelő berendezés telepítésével érhetünk el. További fontos szempont a környezeti terhelés csökkentése, a megújuló energiák alkalmazása, az emisszió csökkentés. Szerencsére rendelkezésre állnak és elérhető áron megvásárolhatók azok a műszaki berendezések, amelyekből fogyasztó vagy termelő berendezéseket választhatunk. A hűtés és fűtés leghatékonyabb eszközei a hőszivattyúk, az energiatermelés pedig jelenleg kisüzemi körülmények között naperőművek telepítésével engedélyezett. Amennyiben a fenti szempontokat még szabályozók – törvények, rendeletek, esetlegesen pénzügyi támogatás – pályázatok is megerősítik, minden készenáll egy költséghatékony energiahatékonsági beruházás számára.

3. SZAKIRODALOM KUTATÁS

Egy műszaki beruházás tervezésekor alkalmazni kell azokat a szabályozókat, amelyek az adott szakterületre vonatkoznak. A kutatott szakirodalom leginkább a szabályozók és szabványokra terjed ki, ehhez lehet találni még magyarázó, értelmező, gyakorlati példákkal bemutató egyéb szakkönyveket, kiadványokat.

A szabályozók az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- Törvények
- Rendeletek – Miniszteri, kormány, szakhatósági rendeletek
- Szabályzatok
 - o Külső– Szakhatóságok, Szabályozó szervezetek,
 - o Belső – céges szabályzat, munkautasítás

- Szabványok

A szabványok használata során fontos megjegyezni, hogy az 1995 évi törvény a szabványokról 6. paragrafusa szerint a nemzeti szabvány alkalmazása önkéntes, de műszaki jogszabály hivatkozhat nemzeti szabványra, amelynek alkalmazását előírhatja.

Tehát a szabvány alkalmazása nem kötelező, de a szabvány által előírt biztonsági elvárásokat be kell tartani. Ha ez nem a szabványban előírt módon történik, akkor meg kell indokolni, be kell bizonyítani, hogy a tervezett berendezés vagy beruházás esetén alkalmazott eljárás ugyanazt a biztonsági szintet éri el. Ezt pl. méretezési számításokkal alá lehet támasztani.

a. Épület energetika szakirodalma, vonatkozó törvények, rendeletek, szabványok

Egy új épület tervezésekor vagy egy felújítás elkezdése, megtervezése előtt, meg kell határozni, hogy a szabályozás milyen elvárásokat állít az építtető, beruházó elé. A legfontosabb előírás, hogy az épületnek elkészültekor milyen energetikai paraméterekkel kell rendelkeznie. Az energetikai paramétereket az energetikai tanúsítvány adja meg. Szakdolgozatomban épület felújítással foglalkozom, így az új épületek követelményeit nem elemzem.

Az építészeti felújításra vonatkozó szabályok a 312/2012. (XI. 8.) Korm. rendeletben lettek meghatározva.

Épületek hőtechnikai szabályozását az alábbi szabványok írják le:

MSZ EN 1934:2000, MSZ EN 13829:2001, MSZ EN ISO 13793:2002, MSZ EN 832:2002,
MSZ EN ISO 13790:2005, MSZ EN ISO 13791:2005

A fenti szabványok az épületek hőtechnikai viselkedését taglalják és előírásokat, módszertanokat tartalmaznak a fűtési és hűtési energiaigény számításához.

Felújítás esetén figyelembe kell venni a „Jelentős felújítás”-ra vonatkozó szabályokat. Ennek a fogalomnak a definícióját a az 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet 26. pontjában találjuk, mely szerint jelentős felújításnak minősül a határoló szerkezetek több mint 25%-ának felújítása, de nem minősül annak a padlás és pince födém szigetelése.

A feladatom szempontjából legfontosabb jogszabály, amely nemrég újult meg az 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szól. Köznnyelven szólva az energiatanúsítvány kiállítás feltételeit, az energiahatékonysági minősítéshez szükséges elvárásokat tartalmazza.

Amennyiben egy épület jelentős felújításra kerül, be kell tartani az energia hatékonyságra vonatkozó minimális elvárásokat.

b. Napelemes rendszerekre vonatkozó törvények, rendeletek, szabványok

Napelemes rendszerek, erőművek építése esetén nem csak a konkrétan napelemes rendszerekre vonatkozó szabályozókat kell figyelembe venni, hanem minden olyan szabványt, rendeletet, amely új villamos berendezés üzembehelyezéséről, annak ellenőrzéséről megjelenti. Viszont dolgozatomban nem kell kitérni a napelemes termék komponensekre vonatkozó szabványokra, hiszen a berendezéseket egy beruházás során olyan gyártótól szerezünk be, akinek az a feladata, hogy a helyben gyártott vagy importált készülékek megfeleljenek a vonatkozó helyi szabályoknak, pl. legyenek CE minősítéssel ellátva.

Legfontosabb törvények, rendeletek, szabályzatok, melyet egy napelemes erőmű létesítésekor figyelembe kell venni az alábbiak:

- VET:2007. évi LXXXVI. Törvény a villamos energiáról – erőművek mérete, típusa, létesítése, csatlakozása, energia elosztás, szabályozás, stb.
- 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- TVMI 9.3 2022, BM Katasztrófavédelem tűzvédelmi műszaki irányelv
- 34/2021 ITM rendelet a szakképesítésekről – meghatározza a telepítői szakmák elvárásait
- VMBSZ – Villamos Biztonsági Szabályzat, mely a 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet melléklete
- Elosztói (DSO) szabályzatok – meghatározzák, hogy területenként milyen módon és folyamatok mentén lehet az erőműveket tervezni, engedélyezni, hálózatra csatlakoztatni, üzemeltetni

Szabványok, melyeket a naperőművi beruházásoknál figyelembe kell venni az alábbiak:

- MSZ 60364 – x szabványsorozat elemei közül kifejezetten a napelemes rendszerekre a
 - o MSZ HD 60364-7-712:2016 napelemes rendszerek létesítésére vonatkozik
 - o MSZ 60364-6:2007 – villamos berendezések létesítést követő ellenőrzése
- MSZ EN 62446:2017- Vizsgálati, mérési, dokumentációs és karbantartási követelmények.
- MSZ 1585-2016 – villamos energetikai berendezések létesítése, üzemeltetése, munkakörülmények meghatározása
- MSZ EN 50539-11:2013 Kisfeszültségű túlfeszültség-levezető eszközök. Foto-villamos rendszerekben alkalmazott túlfeszültség-levezető eszközök követelményei és vizsgálatai.
- Az elosztói hálózaton alkalmazott invertereknek az alábbi szabványoknak kell megfelelniük - MSZ-EN 62109-1, MSZ-EN 62109-2, MSZ-EN 61000-6, MSZ-EN 62116, MSZ-EN 50438, MSZ-EN 50549*

[1]

Szakirodalomként nagyon sok hazai és külföldi kiadvány közül válogathatunk. A legjobb összefoglaló szakmai munka a Magyar Mérnök Kamara Megújuló Energiatermelő Rendszerek - Napelemes erőművek kiadványa, amely tervezéshez nagyszerű segítség

4. EGY ENERGIAHATÉKONY ÉPÜLET KORSZERŰSÍTÉSÉNEK MEGTERVEZÉSE

a. A felújítandó épület bemutatása

A feladatban egy konkrét épület felújításán keresztül mutatom be az energiahatékonysági tervezési feladatot.

Az épület a Budapest XV. kerület Drégelyvár utca 6. szám alatti háromszintes ház, mely az önkormányzat tulajdonában van, jelenleg üresen áll. Az épület a 60-as években épült, alapterülete kb.bruttó 100 m². Szintjei – alagsor, magASFöldszint, emelet, padlástér.

A falazat blokk téglá, szigetelés nincs, a szintek beton födémmel elválasztottak, aljzat és mennyezet szigetelés nincs, a tető sátoztető, cserép burkolattal, hagyományos tetőszék és szarufák.

1. ábra Az épület jelenlegi állapotát bemutató fénykép



Forrás: *Saját fénykép felméréshez*

Az egyes szintek kialakításának tervezett műszaki rajzai a 8. Melléklet a. pontban találhatóak

A felújítás célja, hogy az épületet az önkormányzat újra hasznosítsa. A hasznosítás célja, hogy az ingatlanból bérlakások legyenek kialakítva fiatalok számára első lakás céljából, ezért a projekt a Fecske lakások nevet kapta.

Az átalakításokat követően az első tervek szerint öt lakás kialakítására kerülne sor. A tervezés elképzeléseket meghatározza a használati cél. Mivel első lakásokat alacsony jövedelemű fiatalok vennék bérbe, a méret mellett fontos a fenntartási költség, alacsony rezszi költség elérése kiemelten fontos szempont. Természetesen fontos a beruházási költség is, mivel az önkormányzati források korlátozottak, ezen kívül figyelembe kell venni, hogy az ingatlan egy rendezési területen áll, amelynek hasznosításáról még nem született döntés.

Az elképzelések szerint az alagsor megmaradna tároló és gépészeti helyiségnek, a magasszöldszinten és az emeleten 2-2 db 35 m²-es egyszobás lakás kerülne kialakításra, míg a padlástérben egy nagyobb, 47 m² körüli lakott tér kialakítására van mód.

A felújítási koncepció kialakításakor fontos szempontként jelent meg, hogy az épületet megújuló energiával lássuk el, a fogyasztók pedig hatékonyan használják fel az energiát. Ehhez nem elég a megfelelő berendezések betervezése, hanem az épület hőtechnikai paramétereit is megfelelő szintre kell hozni. Ez érinti a homlokzatok szigetelését, a nyílászárók kiválasztását, a mennyezeti és padlószigetelések kialakítását is.

Első körben építészeti koncepciótervek és költségbecslések születtek, ezek következtében a padlástéri lakás kialakításától eltekintett az önkormányzat, így az energiakorszerűsítés tervezése során a 4 db 35 m²-es lakás igényeiből fogok kiindulni.

b. A tervezés, engedélyezés folyamata, koncepció terv kialakítása

i. Tervezési folyamat

A folyamat első feladata, hogy készüljön egy felújítási koncepció terv, amely elegendő költségvetés kialakításához. Ez egy maximum engedélyezési terv mélységű dokumentum, aminek segítségével a beruházó indikatív ajánlatokat tud beszerezni, hogy a fenntartónak be tudja mutatni a koncepciót.

A koncepció terv első lépésben egy építészeti terv, amely kitér az alapterület új felosztására, a lakások kialakítására, a homlokzat, nyílászárók és tetőszerkezet felújítására és a belső burkolatok minőségére. Ez alapján készíthető javaslat a világítás, hűtés, fűtés és melegvíz ellátás műszaki kialakítására és egy napelemes rendszer készítésére.

Az indikatív ajánlatok beszerzését követően összeáll az a költségkeret, amibe a felújítás várhatóan kerülni fog. A költségkeretet a beruházó a fenntartóval egyezteteti, engedélyezteteti. Mivel ez egy önkormányzati ingatlan, itt az engedélyezés a az önkormányzati testület hatóköre.

Amennyiben a beruházást zöld lámpát kapott, elkezdődhet a tervezés. Az épület mérete 300 nm körül mozog. 300 nm alatt egyszerűsített engedélyezés eljárás alkalmazható. Azonban figyelembe kell venni a 312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet szerinti engedély nélkül felújítható rendelkezéseit 1. 8. Melléklet a pont. Eszerint az energetikai korszerűsítés nem igényel engedélyezési eljárást.

Ez alól kivétel a HMKE erőmű létesítése, melyre engedélyezés eljárás vonatkozik, melyet a területi DSO elosztói szabályzata határoz meg.

[2]

Az eljárás az alábbi:

- HMKE igénybejelentés a szolgáltató felé
- Műszaki Gazdasági tájékoztató a kiépítés feltételeiről
- Csatlakozási dokumentáció és egyvonalas terv készítése
- Készre jelentés
- Szerződés kötés vagy módosítás

Tehát a tervezési folyamatot az építészeti gyakorlat és önkormányzati szabályok szerint le kell folytatni.

Első körben a koncepció tervet kell véglegesíteni, majd az alapján kiviteli tervet kell készíteni, építész, villamos és gépészeti tartalmakkal.

A tervezéskor az építőipari tervezésre vonatkozó szabályokat kell alkalmazni, melyek a 191/2009 (IX.15) Kormány rendelet és az alapján készült Magyar Mérnök Kamara szabályzatában -ÉPÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI – ÉPÍTÉSI MŰSZAKI KIVITELEZÉSI TERVDOKUMENTÁCIÓK TARTALMI ÉS FORMAI KÖVETELMÉNYEI SZABÁLYZAT tartalmaz.

[3]

ii. Energetikai koncepciótervezés

A koncepció tervezéskor ki kell alakítani a gépészeti és villamos, beleértve a napelemes erőmű koncepcióját is.

A gépészeti részben meg kell határozni milyen eszközökkel fűthető és hűthető az épület, és mi módon állítható elő a HMV – Háztartási melegvíz.

Azt is meg kell határozni, hogy a hűtési/fűtési, HMV készítési megoldás házközponti vagy lakásonként egyedi legyen. Amennyiben házközponti a rendszer, ki kell alakítani a mérés és elszámolás koncepcióját is.

A villamos tervezés oldalán el kell dönteni, milyen lesz az ingatlan albetétesítése. Mivel önkormányzati bérlakásról van szó, az ingatlan lehet osztatlan közös tulajdon, vagy

lakásonkénti albetét. Ez azért nagyon fontos kérdés, mert amennyiben az ingatlanon egy HMKE telepíthető jelenlegi szabályozás alapján a HMKE rendszer társasház esetén csak a központi mérőóra-ra kötött fogyasztást tudja csökkenteni. Amennyiben egyedi a gépészeti kialakítás, a központi fogyasztás csak a közös helységek fogyasztása lesz, jellemzően világítás, esetleg szellőztetés, amely ekkora ingatlan esetén havi 100kWh nagyságrendet sem ér el.

Ahhoz, hogy a HMKE rendszer termelését jól ki lehessen használni, minimum házközponti gépészetet kell megvalósítani hűtés és fűtés céljából. Eldöntendő emellett a melegvíz készítés módja és a kis méretű fürdőszoba fűtése is. Ez utóbbira a hűtő/fűtő felületek kiválasztásakor kell végleges választ adni.

Már a koncepció tervezés fázisában meg kell határozni az épület főbb energia fogyasztóit.

Ezek fogyasztási nagyságrend szerinti sorrendben:

- Fűtő berendezés – lehet gáz/villamos/megújuló villamos
- Hűtő berendezés – megújuló villamos
- HMV készítés – lehet gáz, villamos, megújuló villamos
- Háztartási gépek – főzés, sütés, hűtőgép, mosó és mosogatógép, stb. fűtés, sütés lehet gáz, a többi villamos
- Szórakoztató elektronika, telefon, internet - villamos
- Világítás - villamos

Az fenti fogyasztók alapján többféle megoldási opció létezik. Mivel az épületben gáz ellátás nincs, a gázárak változásai alapján nem is tervezett, ezért ezt az energia hordozót kizárom.

Ebből következően az alábbi megoldási variációk jöhetnek szóba:

a. Megoldás – minden központi

Az ingatlan nincs albetétesítve. Villamos oldalon egy központi mérő kerül kialakításra, a lakás fogyasztás almérővel mérhető. Fűtés és hűtés HMV központi hőszivattyúval, fenkoilos hőleadással, a HMKE a központi mérőre kötve a teljes ház hálózati energiaigényét mérsékelné. A hűtés/fűtés lakásonként elosztása hőmennyiség mérővel lehetséges.

Ez esetben a teljes villamos fogyasztás a fenntartót terheli, a lakásokra történő szétosztás belső mérés és elszámolás alapján történik.

Előnye, hogy a napelemes energia jó része önfogyasztásra megy, ezáltal csökkenti a teljes ház fogyasztását, hiszen ebben a méretben a hőszivattyú 3 fázisú, szinte egész évben folyamatos üzemben működik, megtérülése gyors.

Hátránya, hogy a fenntartó közületi tarifát fizet, viszont ipari H tarifa nem létezik, tehát alacsonyabb fogyasztás, magasabb egységáron számolható.

b. Megoldás – hűtés központi, fűtés részben központi, HMV egyedi

Az ingatlan albetétekre bomlik, lakásonként egyedi villanyóra kerül felszerelésre, a lakásonkénti fogyasztást pedig a központi, közös villanyórán mérjük. Ebben az esetben a hőszivattyú központi, de kisebb teljesítményű, fenkoilos hőleadókkal szerelve lakásonként fűtésre és hűtésre méretezve lenne kialakítva, a kis méretű fürdőszobák fűtése elektromos padlófűtéssel és törölközőszárítóval készülne, a HMV előállítása pedig lakásonként kb. 50 l-es intelligens boylerral kerül előállításra. A napelemes rendszer, HMKE a központi mérőre kötve a hűtés és fogyasztás hálózati energiafelvételét mérsékelné.

Ebben az esetben a villamos energiafogyasztást lakásonként és házközpontban mérjük, a központi fűtés és hűtés pedig hőmennyiség mérőkkel kerül szétosztásra

Előnye, hogy kisebb a beruházási költség, nem kell a melegvizet keringetni, a napelemes rendszer viszonylag nagyobb fogyasztót lát el, az „a” megoldásnál kisebb, de még elég nagy fogyasztást kompenzál, igaz ezt inkább csak nyáron teszi, mert a téli termelés a fogyasztáshoz képest elenyésző. A lakások felé nem kell belső villamos energia elszámolás, rezsicsökkentett villanyszámlát kapnak.

Hátránya: A napelemes rendszer megtérülése hosszabb idő alatt lehetséges.

c. Megoldás – hűtés, fűtés, HMV egyedi

Mivel a lakásonkénti terület kevés, és nagyrészt egylégterű helyiségekről beszélünk, a központi energiaellátás kiváltható egyedi energia ellátással. Ebben az esetben a hűtés és fűtés levegő-levegő hőszivattyúkkal, magyarul klímákkal megoldható. A HMV készítés itt is villanyboylér feladata, a fürdő fűtése is elektromos padló és törölközőszárító. Lakásonként

mért a villamosenergia fogyasztás, két mérőóra, egy a klímákra H tarifával egy pedig lakossági tarifával. Napelemes rendszer nincs, mert a jelen szabályozás alapján egy HMKE csak egy fogyasztóra/mérőórára köthető. Ebben az esetben a központi mérőóra csak a lépcsőház és az alagsori helyiségek világítását látja el, itt a fogyasztás minimális.

Előnye: Alacsony beruházási költség, télen csökkentett fűtési költség a H tarifa miatt.

Hátránya: Magas hálózati energiafogyasztás.

A fenti opciók közül természetesen egy beruházó dönt, ismerve a költségkereteket és az épülethez kapcsolódó egyéb célokat, ami nem csak műszaki vagy gazdasági, hanem önkormányzat esetében sokszor politikai indíttatású is lehet. Szakdolgozatomban az „a” opciót fogom kidolgozni, mert ezt tartom jövőbemutatónak, műszaki és környezeti hatás szempontból a legjobb megoldásnak.

c. A hőszivattyús rendszer méretezése, megtervezése, hőszivattyú és hőleadó felület kiválasztása

A hőszivattyú méretének meghatározásához tudnunk kell, hogy mekkora fűtési/hűtési energiaigénye van az épületnek. Ha a hőszivattyú mérete megvan, annak villamos fogyasztása számítható. A teljes villamos energia igény meghatározása az összes fogyasztó berendezés összegzésével történik. Az épület villamos teljesítmény szükséglete pedig a fogyasztók összteljesítményének és az egyidejű használatnak eredőjeként áll elő.

Ebben a pontban a hőszivattyú méretezéséhez szükséges energia igényt számolom ki. A villamos fogyasztást a 4.e.ii pontban kalkulálom, ahol a tervezett hőszivattyú teljesítményét adotttnak veszem. Mivel nincs épületgépész szaktudásom, ezért a gyakorlatban használt megközelítéseket, és az interneten található kalkulátorokat használom.

Egyszerűsített hőszükséglet számítás alapja az, hogy legyen egy számítás vagy becslés arra, hogy egy adott légköbméterű fűtött helyiség az épület szigetelési állapotától függően légköbméterenként mekkora teljesítményt igényel. Erre többféle ökölszámot és kalkulátort lehet találni, én az alábbi oldalon lévő tapasztalati adatokkal számolok.

Számított teljesítmény igény W	Fűtött légtér m ³	Fajlagos teljesítmény igény	Mértékegység	Ház típusa
28 690	471,6	60,84	W/m ³	Régi B30-as családi ház
10 219	359,2	28,45	W/m ³	2000-es évek közepe, szigetelt.
10 526	398,8	26,4	W/m ³	2000-es évek közepe, szigetelt.
4 917	134,9	36,45	W/m ³	PANEL lakás részben szigetelve
3 600	202	17,82	W/m ³	Új építésű lakás
13 779	472,9	29,14	W/m ³	Felújított régi családi ház
13 545	306,1	44,25	W/m ³	Részben felújított családi ház
7 645	358,4	21,33	W/m ³	Új építésű családi ház

[4]

A számításhoz meghatározom az épület fűtendő helyiségeit és az elvárt hőmérsékletet.

Az épület főbb részei: alagsori tárolók és gépészeti helyiségek, lakások, lépcsőház, padlástér. Fűtési energia igényt csak a lakásokra tervezek, a többi helyiség fűtetlen.

A lakások alapterülete 35m², 4 lakás, összesen 140m², belmagasság 2.7 m, a fűtendő légköbméter 378m³.

A táblázatban lévő számításokhoz az elvárt hőmérséklet 22 C°, a külső tervezési hőmérséklet városi környezetben -13C°. Ez jelen esetben elfogadható.

A fenti oldalon található mintaszámítások alapján, ismerve a szigetelésre és nyílászárókra vonatkozó elképzeléseket az épületet a felújított családi ház kategóriába sorolom. A fajlagos energiaigény cc 30 W/m³. A teljes fűtött légtérre vonatkozóan ez 11.340 W teljesítmény.

Ehhez hozzá kell adni a HMV készítés teljesítmény igényét. Ennek számításakor az alábbi becsléssel élek. Egy 2 fős háztartás melegvíz igényét egy 80l-es villanyboyler el tudja látni. Az 50-70 C° hőmérsékletű melegvíz előállítása 1.5 kW-os fűtőbetétrel történik.

[5]

4 lakás részére 6 kW villamos teljesítmény szükséges. Ha ekkora teljesítményt hőszivattyúval biztosítunk, akkor egy átlagos 2.5 COP-val számolva, a hőszivattyú villamos teljesítmény igénye $6/2.5 = 2.4$ kW.

Így a hőszivattyú teljesítmény igénye $11.34 + 2.4 = 13.74$ kW. Ha 10% biztonsági tényezővel számolok, és felfele kerekítek, akkor egy 16kW-os teljesítményű hőszivattyú beépítését javaslom.

i. Hőszivattyúk működési elve

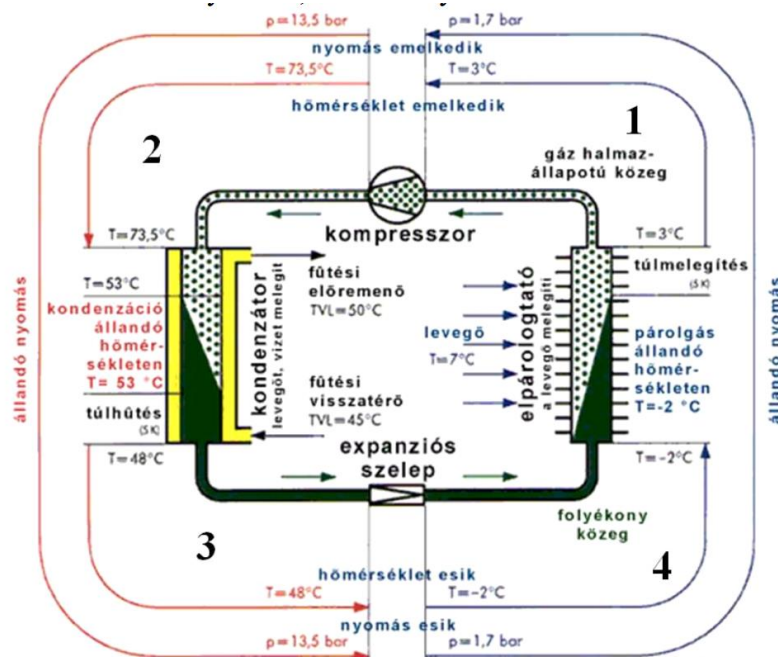
Villamos fűtésre hagyományos eszközeink már régóta léteznek. Ezek a villanyradiátor, elektromos konvektor, elektromos padlófűtés, elektromos kazán. Mindegyik eszköz az elektromos áram egyszerű, mondhatni ohmikus fűtési elvén működik. A fűtőszál egy ellenállás ami a $P = I^2 R$ képlettel számítható villamos teljesítménnyel majdnem megegyező hőenergiát állít elő, hatásfokuk 9x%. A közvetlen infravörös sugárzás helyett alkalmazható levegő melegítés és keringetés, olaj melegítéses hőtárolás vagy a villamos kazán esetében a hőcseréléssel előállított fűtési melegvíz keringetés a hőleadás fokozására.

Ezzel szemben a hőszivattyú egy olyan eszköz, amely a bevitt mechanikai energiának többszörösét állítja elő a környezeti közegből, levegő vagy víz, felhasznált energia segítségével. Jellemzésére nem a hatásfok, hanem a COP paramétert használjuk. Jelentése Coefficient Of Performance, ez a mérőszám az átvitt hőmennyiség és a bevitt mechanikai energia hányadosa. Értéke változó, jellemzően 2-4 köz esik, vagyis a hőszivattyú által termelt energia 2-7-szerese lehet a bevitt mechanikai energiának. A mechanikai energiát jellemzően elektromos energiából állítja elő, de más energiaforrás alkalmazása is szóba jöhet. A külső közeg lehet levegő vagy folyadék, a hőleadó közeg is lehet levegő vagy folyadék, így beszélhetünk levegő-levegő hőszivattyúról, ez a közismert klíma berendezés, levegő – folyadék, folyadék-folyadék hőszivattyúkról, ez utóbbi energia átadó közege általában a talajvíz. Épületfűtésre és melegvíz ellátásra alkalmas hőszivattyúk jellemzően levegő-folyadék berendezések, ahol a mechanikai energiát elektromos energiából nyerjük.

Ahhoz, hogy a hőszivattyúról egy jó összehasonlító elemzést készíthessek, először összefoglalom a működési elvüket. A működési elv alapján meghatározom, milyen paraméterek fontosak az eszköz kiválasztása során, majd ezeket a paramétereket hasonlítom össze.

A szakmérnöki tanterv részeként a Különleges energiaforrások tantárgy tárgyalja a hőszivattyú működési elvét. Ez az elv megegyezik a jól ismert hűtőszekrény működésével, azzal a különbséggel, hogy nem a hűtött, hanem a fűtött oldalát zárjuk be a berendezésnek. A hőszivattyú működési folyamatát az alábbi ábra szemlélteti:

2. ábra Hőszivattyú működése



[6]

A hőszivattyú 4 fő eleme: a párologtató, a kompresszor, a kondenzátor, és az expanziós szelep. Az eszköz a folyamat során egy alacsony hőmérsékletű helyről energiát visz át egy magasabb hőmérsékletű helyre külső energia segítségével. Ehhez segítségül egy gáz vagy folyadék halmazállapotú munkaközeget használ.

A párologtatóban a hideg folyadékot alacsony hőmérsékleten elpárologtatjuk, majd egy kompresszor segítségével megnöveljük a nyomását, melynek hatására a hőmérséklete megemelkedik. A felmelegedett gázt egy hőcserélőn keresztül lehűtjük, majd a nyomását

az expanziós szeleppel lecsökkentve visszaáll a közeg az eredeti halmazállapotra és hőmérsékletre. Ez a ciklus aztán folyamatosan ismétlődik. A folyamat mérőszáma, a ciklusonként átvitt hőenergia és a működtetéshez szükséges energia hányadosa, az előzőekben említett COP.

Ahhoz, hogy egy hőszivattyúval fűteni vagy melegvizet előállítani lehessen, a hőcserélőben keletkező hőenergiát el kell juttatni a fűtendő helyiségbe vagy a melegváltárolóba.

Az a képessége az eszköznek, hogy ezt milyen feltételekkel tudja elvégezni azzal a vízhőmérséklettel jellemezhető, amely a fűtött előre menő oldalon megjelenik. Ez az ún. előremenő víz hőmérséklet.

[7]

Ez a paraméter a hagyományos kazánokat –gáz, vegyes, elektromos is jellemzi. Az épület fűtési rendszerében keringő víz fogja átadni a hőenergiát a lakások fűtésére, illetve a melegvíz tartály hőcserélőjében keringetett víz fogja előállítani a melegvizet a háztartások számára.

ii. Hőleadó felület opciók bemutatása

Egy fűtő berendezés, akár kazán vagy hőszivattyú méretezéséhez meg kell határozni a fűtött tér hőszükségletét és a hőleadó felületek által igényelt előremenő vízhőmérsékletet.

A kazánok, hőszivattyúk melegvíz előállításával és keringtetésével fűtenek. A felfűtött melegvizet jellemzően radiátorban, ventilátorral ellátott radiátoros fűtőtestben az ún. fancoilban vagy felületfűtési csövekben, pl. falfűtés, padlófűtés keringtetik. Ekkor a z előremenő víz magas hőmérséklettel indul, a fűtőtestekben leadja a hőt a környezet számára, lehűl és alacsony visszatérő hőmérsékleten érkezik vissza a fűtőberendezés hőcserélőjéhez. A fűtőtestek energia leadása függ a keringő víz hőmérsékletétől és a hőleadó felület nagyságától.

[8]

Egy hőszivattyú akkor működik hatásosan, ha minél alacsonyabb előremenő vízhőmérsékletet állít elő. Ideális esetben 40 °C körülire melegíti a fűtés vizét. Ahhoz,

hogy a hőt a lakásoknak át tudja adni, célszerű nagyfelületű vagy intenzív hőleadású fűtőtestet alkalmazni. Erre a feladatra a legalkalmasabb a padlófűtés, szóba jöhetnek a fancoil-ok vagy nagyfelületű radiátorok.

Padlófűtés esetén maximum 40°C-os vizet alkalmazunk, fancoilnál 40-55°C víz elegendő addig a növelt felületű radiátor esetén 45-60°C az előremenő víz hőmérséklet szükséges.

Tehát tervezéskor fűtőtesteket a hőszivattyú előremenő víz hőmérsékletéhez illeszteni kell.

[9]

iii. Hőszivattyúk összehasonlító elemzése

Az elemzés során a kereskedelmi forgalomban kapható termékek adatlapja, műszaki paraméterei alapján végzek összehasonlítást.

Az első paraméter a hőszivattyú vezérlés, amely lehet un. ON/OFF vagy inverteres.

Az ON/OFF hőszivattyúk termelését a berendezés ki és bekapcsolásával érik el, állandó teljesítmény felvétellel működnek bekapcsolt állapotban. Az inverteres hőszivattyú ki-be kapcsolgatás helyett változtatható teljesítményű vezérlővel, inverter áramkörrel szabályozza, hogy mekkora mechanikai teljesítményt használjon az igényelt fűtési energia előállításához.

A következő paraméter a COP, az adott helyszín külső hőmérséklete függvényében a berendezések ezen paramétereit érdemes összehasonlítani. Emellett vagy helyett sokszor megjelenik az energia osztály, amely laikus felhasználók számára ad tájékoztatást a berendezés villamos fogyasztásáról.

A hőszivattyúk energiahatékonysági besorolásáról egzakt műszaki definíciót nem találtam, csak egy relatív skálát, mely szerint A++-tól G-ig terjed és az A++ a leghatékonyabb.

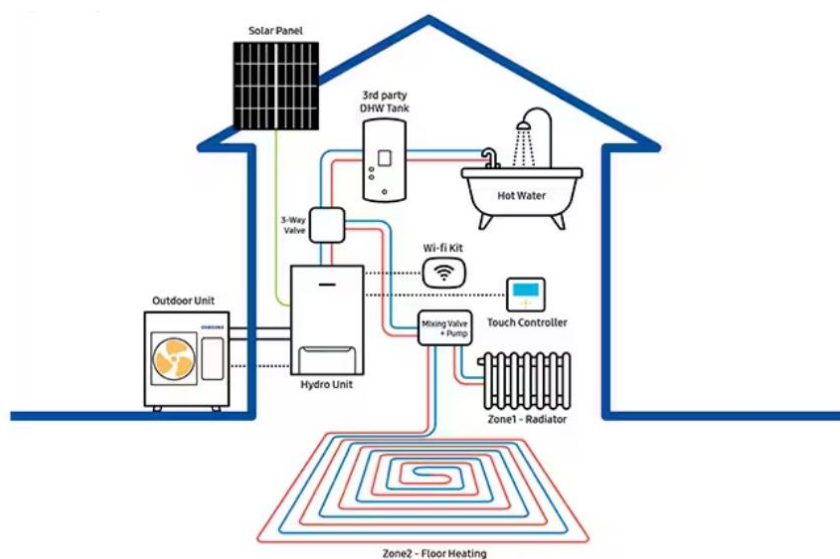
[10]

A harmadik paraméter az előremenő víz hőmérséklet és a melegvíz előállítás maximális hőmérséklete. A negyedik pedig a zajszint. Ez a jelen ingatlan szempontjából kevésbé

fontos, mert zajos, forgalmas helyen áll, viszont családi házas környezetben kiemelt jelentőséggel bír.

Gyakorlatban a hőszivattyúk több komponensből állnak, amelyeket a gyártó kompatibilitási listája alapján lehet egymással összekötni. Ezek: kültéri egység, beltéri egység, puffer tároló, melegvíz tároló, vezérlő.

3. ábra A hőszivattyús fűtési és melegvíz rendszer sematikus képe



[11]

A vizsgálathoz három különböző gyártó, egy kínai, egy japán és egy európai terméket hasonlított össze. Olyan gyártókat keresek, amelyek a ez előzőekben kiszámolt teljesítmény igényt, 16kW-ot tudnak leadni fűtési üzemmódban és beépített HMV készítésre alkalmasak.

4. ábra Termékek összehasonlítása

		Gyártó	Típus	Kültéri egység	Beltéri egység	Melegvíz tároló
		Daikin	Altherma 3 EPGA-D 11-14-16 kW			
Teljesítmény				16kW	9kW fűtőpatron	
Inverter						
Energia osztály				A++		A

Működési hőmérséklet				-28-35	5-35	
SCOP 35°	4,61					
Előremenő víz hőfok max	55					
HMV tartály	igen					230l
HMV max hőfok	75					
Zajszint dBA				66	44	
[12]						
		Immergas	MAGIS HERCULES PRO 16T			
Teljesítmény				16kW	3x2,3 kW fűtőpatron	2x3 kW fűtőpatron
Inverter	igen					
Energia osztály				A++		
Működési hőmérséklet				-25-35	5-35	
SCOP 35°	4,3					
Előremenő víz hőfok max	55					
HMV tartály	igen					235l
HMV max hőfok	55					
Zajszint dBA				54	nincs adat	
[13]						
		GREE	VERSATI III ALL IN ONE – 15,5 KW			
Teljesítmény				15.5 kW	6 kW fűtőpatron	
Inverter	igen					
Energia osztály 35°				A+++		
Működési hőmérséklet				-25-35		
COP 35°	4,82					
Előremenő víz hőfok max	60					
HMV tartály	igen					185l
HMV max hőfok	80					
Zajszint dBA				nincs adat	nincs adat	
[14]						

A gyártók láthatóan igyekeznek a paramétereket különböző szempontok szerint és struktúrában megadni, így az értékek nem mindig összehasonlíthatók. A táblázatban

igyekeztem az azonos körülményekre vonatkozó értékeket feltüntetni, a hatékonyságra vonatkozó mutatószám COP helyett egy SCOP értéket találtam – Seasonal COP- amely nem pillanatnyi, hanem átlag érték, de pl. ezt a számot a kínai GREE esetében nem találtam meg. A gyártói értékek általában 35° előremenő víz hőmérséklet és 7° külső hőmérséklet esetére vonatkoznak, ahol nem, ott az ehhez legközelebbi értéket adtam meg.

iv. Hőszivattyú és hőleadó felületek kiválasztása

A következő lépésben javaslatot teszek a hőleadó felületekre és a hőszivattyú típusára.

A fenti elemzés alapján ahhoz, hogy hőszivattyúval hatékonyan fűthessünk, alacsony előremenő víz hőmérsékletet kell alkalmazni, ehhez a javasolt megoldás a felületfűtés, ami ez esetben padlófűtést jelent. Mivel teljes felújításról van szó, ahol nem kell alkalmazkodni meglévő hőleadó felületek felhasználásához, ez esetben a padlófűtés csövezése telepíthető. A fürdőszobában viszont a törölközőszárításhoz kevés lehet a 30-40 °C-os víz, itt elektromos fűtőpatronnal célszerű kiegészítő fűtést alkalmazni. Ennek az az előnye, hogy fűtési szezonon kívül is használható, használata minimális többletfogyasztást eredményez.

Abban az esetben, ha a hűtési igényt is ki kell egészíteni, célszerű a padlófűtést fancoil telepítésével kiegészíteni, hiszen a fenti hőszivattyúk mindegyike rendelkezik hűtési funkcióval.

A hőszivattyúk közül a Daikin gyártmányt javaslom. Ennek indoklása az, hogy megfelelő hatékonysággal rendelkezik, képes magas hőmérsékletű melegvizet előállítani, HMM tartály mérete elegendő 4 háztartás számára, ugyan kültéri egysége viszonylag zajos, de mivel az épület közterületen egy nagyforgalmú felüljáró mellett áll, nem jelent hátrányt a többi gyártmányhoz képest.

d. A napelemes rendszer méretezése, tervezése, inverterek és napelemek kiválasztása

i. Napelemes tervezés előkészítése

A tervezés első lépéseként fel kell mérni az épület paramétereit, a napelemek felszerelésére rendelkezésre álló területet, az inverter elhelyezésére alkalmas pontot, a főelosztótól és a stringektől mért távolságot. Ezen paraméterek segítségével az erőmű nagyságrendileg

megtervezhető. Ez a méret társasházak esetén, jellemzően HMKE erőmű kategóriát eredményez, tehát egy Háztartási Méretű Kis Erőművet tervezek.

Az erőmű maximális méretét a megfelelő tájolásra felszerelhető napelemek darabszáma határozza meg, illetve korlátozza az épület szolgáltatói pontján bekötött teljesítmény. Ez utóbbi csak átmeneti korlát, ennek bővítése az erőmű igénylésekor kérhető. A szolgáltatói szabályozás szerint a HMKE maximális teljesítménye nem haladhatja meg az épület mérőhelyén kialakított teljesítményt.

[2]

Az erőmű méretezésénél figyelembe kell venni a lakóingatlan fogyasztását, annak jellegét, hiszen minél több energiát tudunk a napenergiából a fogyasztásra fordítani, annál gyorsabb lesz a naperőmű beruházás megtérülése. Minél jobban egybeesik a termelési jelleggörbe a fogyasztással, annál magasabb lesz az önfogyasztás.

Első alaptervet célszerű valamelyik napelemes tervező segítségével készíteni. A tervező szoftverek általában térképes tervezési lehetőséget biztosítanak a tetőfelület és napelemes darabszám meghatározására, segítenek a napelemek és inverterek összehangolásában és a tervezés végén termelési szimulációt készítenek. Sok esetben megadható tipikus fogyasztási profil, de megadható egyedi jelleggörbe is. Az újabb verziók már gazdaságossági számításra is képesek. A napelemes tervezők lehetnek gyártó függetlenek vagy az inverter gyártók fejlesztései.

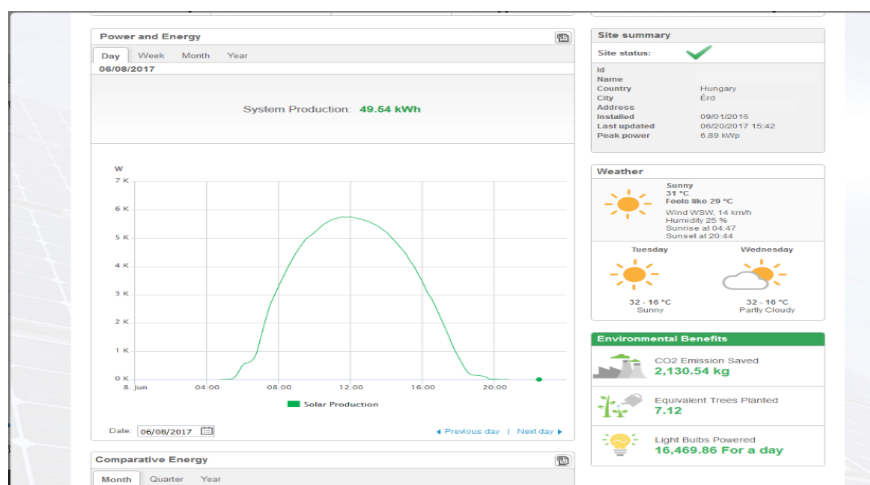
ii. Fogyasztás modellezése

Általános esetben a saját felhasználás mértéke nagyban függ a lakóház használatától, a fogyasztási karakterisztika jellegétől. Egy dolgozó család hétköznapi reggeli és esti csúcsponttal, hétvégén déli és esti csúcsponttal jellemezhető. Nő a napközbeni fogyasztás, ha kisgyermekkel otthonélő anyuka él a lakásban, vagy a távmunkavégzés a jellemző.

Termelési és fogyasztási jelleggörbék összehasonlítása:

A napelemek ideális napi termelési jelleggörbéje egy felhőmentes napon, árnyékmentes környezetben egy haranggörbe. Erre mutat példát az alábbi ábra.

5.ábra Egy tipikus ideális árnyékmentes nyári napos nap termelési jelleggörbéje



[15]

A háztartások fogyasztását napelemes rendszertervezők segítségével tudom szimulálni. A tervező szoftver előre betöltött fogyasztási profilokat használ. A fogyasztási szokásoktól függően a napi fogyasztási profilok eltérőek lehetnek.

A Solaredge tervező program segítségével elkészítettem az alábbi tipikus háztartások fogyasztási jelleggörbéjét.

A tervező program az alábbi címen érhető el: <https://designer.solaredge.com/>

Használatához regisztráció szükséges.

Az éves fogyasztás mértékéhez az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt 2022-es átlag adatát használtam, miszerint az egy felhasználási helyre jutó átlagfogyasztás 2022-ben 2.392 kWh.

[16]

6.ábra Családok iskolás gyermekkel fogyasztási jelleggörbéje



7.ábra Egy-két-fős háztartások fogyasztási jelleggörbéje



8.ábra Otthonról dolgozók fogyasztási jelleggörbéje



Összevetve a fogyasztási jelleggörbéket a termelési jelleggörbével, az látszik, hogy a legnagyobb önfogyasztási arány az otthonról dolgozók esetében lehetséges.

Egy társasház esetén a lakások fogyasztási görbéi összeadódnak és attól függ, milyen jelleget mutatnak, hogy milyen tipikus fogyasztási profillal rendelkeznek az egyes albetétek.

Sajnos a tervezőszoftverek a fenti összeadást nem tudják elvégezni, így a társasházra legjellemzőbb profilt kell a fogyasztás modellezéséhez figyelembe venni, vagy egyedi modellezést kell elvégezni.

A 4 lakásos társasház fogyasztásának modellezése, éves fogyasztás kalkuláció:

A napelemes tervezőszoftverek számára megadandó éves fogyasztási értéket egy üzemelő ingatlan esetében az elmúlt időszak villanyszámlájából kiolvassuk, egy felújítandó épület esetében modellezést kell végezni.

Az épület fogyasztói és teljesítményük és fogyasztásuk:

Hőszivattyú – 16 kW

A hőszivattyú éves fogyasztását az alábbi képlettel modellezem:

$$(\text{Fűtési} + \text{Hűtési óraszám}) \times \text{Átlagteljesítmény} / \text{COP}$$

A fűtési óraszámra, átlag teljesítményre az alábbi oldalon találtam kalkulációs segédletet, ennek felhasználásával számolok. Eszerint egy 16 kW fűtési teljesítményű hőszivattyú esetén az éves villamos energiafogyasztás az alábbi:

$$16 \text{ kW-os hőszivattyú esetén: } 6.76 \text{ kW} / 3.8 \times 4.400 \text{ óra} = \mathbf{7.831 \text{ kWh}}$$

**ahol 3.8 egy átlagos hőszivattyú COP*

A 4.400 óra üzemidőből, ami sz éves teljes óraszám- 365x24 óra kb fele, feltételezem, hogy ez tartalmazza a nyári hűtési és HMV készítési üzemórákat is, ezért ezzel külön nem számolok.

[17]

Hűtőszekrény

4 lakás 4 db hűtőszekrény, a hűtőgépek éves fogyasztása gyártói adat, egy átlagos A+ hűtő esetén 280 kWh fogyasztással számolhatok.

[18]

$$4 \text{ db hűtő összes fogyasztás} = \mathbf{1.120 \text{ kWh}}$$

Háztartási gépek, Elektronika – mosógép, mosogatógép, kávéfőző, vízforraló, micro számítógép, telefontöltés, HIFI, televízió

$$\text{Lakásonként kb } 250 \text{ kWh, } 4 \text{ lakás} = \mathbf{1.000 \text{ kWh}}$$

A fenti háztartási gépek kalkulálható fogyasztását az MVM oldalon található információ segítségével becsülöm meg.

[19]

Világítás – a villamos terv alapján lakásonként 12 lámpatest, 10 W/lámpa teljesítménnyel 120 W, üzemóra átlag 3 óra/nap – 132 kWh, 4 lakás összesen: 526 kWh plusz a közösségi terek 10 lámpatest, napi 2 óra, 10W/lámpatest – 73 kWh

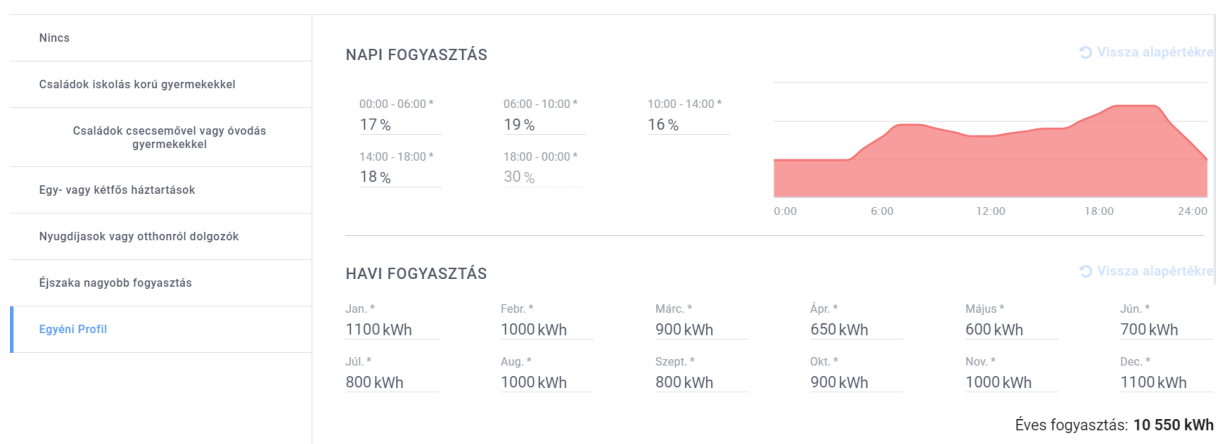
Összesen: **600 kWh**

Éves várható fogyasztás mindösszesen: 10.550 kWh

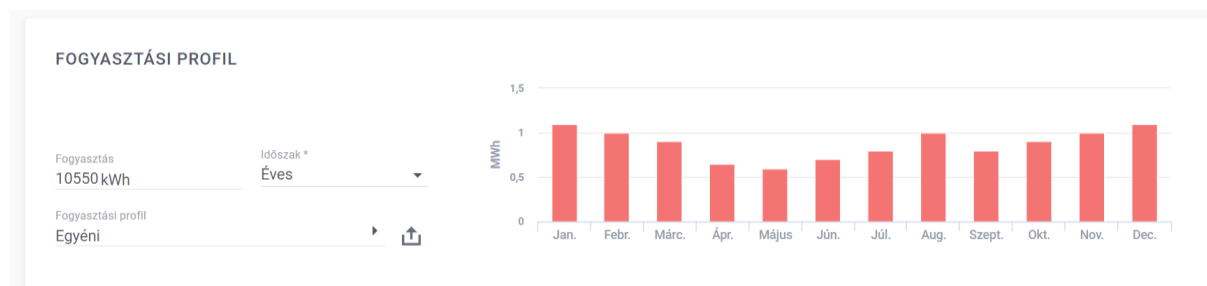
Az éves fogyasztási értéket, mint input adatot bevittem a Solaredge tervezőbe, ahol a napi és éves fogyasztás megoszlását le tudtam modellezni.

Azzal a feltételezéssel éltem, hogy a négy lakásból kettő az Egy-két fős háztartások profilja szerinti, kettő pedig az Otthonról dolgozók profilja szerinti fogyasztó, így a szoftverben ezt a két profilt átlagoltam. A tervező szoftver a saját statisztikai információi alapján elkészítette a napi, havi és éves fogyasztási tervét.

9.ábra Napi fogyasztás modellezése



10. ábra Éves fogyasztás modellezése



A tervezés során a tervező szoftverben ezzel a modellel kalkulálok.

iii. Inverter kiválasztásának szempontjai

A napelemes rendszerek tervezésekor az invertereket és a rendszerhez szükséges egyéb készülékeket, védelmi eszközöket és leválasztókapcsolókat méretezni, vagy kiválasztani kell a napelemes erőmű paramétereire alapján.

A napelemes rendszer tervezésekor meghatározzuk, hogy milyen típusú és méretű erőművet építünk. Üzem mód alapján az erőmű lehet hálózatra kapcsolt vagy szigetüzemű. Teljesítmény alapján lehet HMKE, kiserőmű, erőmű.

Az inverter kiválasztásának elsődleges szempontja az üzem mód és a teljesítmény érték. Ezt a kettőt a tervezett erőmű jellege és mérete határozza meg. A kereskedelmi forgalomban kapható inverterek közül a sziget üzeműek nem engedélykötelesek, míg a hálózatra kapcsolt típusok engedélyezési folyamatot követően kerülnek be az áramszolgáltató által engedélyezett inverterek listájába. Az aktuális listák HMKE és kiserőművek számára a szolgáltató oldaláról letölthetőek. A továbbiakban csak a hálózatra kapcsolható inverterek kiválasztási szempontjait részletezem.

A kiválasztás szempontjai:

Üzem mód:

A hálózatra kapcsolható inverterek lehetnek Grid inverterek, melyek csak hálózatra kapcsolt állapotban működnek napelemekről, ezeket az invertereket használhatjuk HMKE rendszerekben vagy kiserőművi, erőművi rendszerek megvalósítása során.

HMKE erőművek esetén többféle típus közül választhatunk. Itt a Grid invertereken túl a Hibrid inverterek jöhetnek szóba – amelyek hálózatra kapcsolt állapotban működnek, de képesek akkumulátorokat tölteni és akkumulátorról működni. Léteznek olyan hibrid inverterek, melyek képesek önálló szigetüzem módban, hálózati szinkron nélkül is részleges vészáram ellátásra – a hálózati visszakapcsoláshoz itt egy „backup-box” kiegészítő berendezés telepítése szükséges. Ezen kívül léteznek hibrid ready – akkumulátor kezelésére kész inverterek, melyeket egy upgrade segítségével hibriddé tehetünk.

A háromfázisú inverterek általában szimmetrikusan termelnek, de ma már léteznek olyan eszközök, melyek képesek aszimmetrikus termelésre, ezáltal a visszawattos rendszerek aszimmetrikus fogyasztásból eredő hátrányait is ki tudják küszöbölni.

A kiválasztás legfontosabb szempontja, hogy a felhasználó által preferált funkcionalitás melyik típussal teljesíthető és, a funkcionalitás többlettel járó felár megfizethető e.

Villamos paraméterek:

Bemenet - DC

- Munkaponti követők darabszáma.
- Bemeneti feszültségtartomány
- Bemeneti induló feszültség
- Névleges bemeneti feszültség
- Munkaponti feszültségtartomány
- Maximális bemeneti feszültség
- Maximális munkaponti áram
- Maximális rövidzárási áram
- Max DC teljesítmény
- Max túlméretezett DC teljesítmény

Kimenet AC:

- Névleges AC teljesítmény
- Névleges kimeneti áram
- Hálózati csatlakozási feszültség
- Frekvencia tartomány
- Torzítási tényező
- Teljesítmény tényező

Villamos paraméterek alapján illeszteni kell a naperőmű stringek DC paramétereit az inverter paramétereikhez, törekedni kell a munkaponti tartomány névleges szintjének megfelelő U_{mpp} , I_{mpp} stringet csatlakoztatni. Rövid stringek esetén fontos az induló feszültség meghaladása, míg hosszú stringek esetén a bemeneti maximális feszültség figyelembe vétele. Fontos a napelemek maximális munkaponti áramát az inverteréhez illeszteni.

Mechanikai paraméterek:

- Inverter méretei – hossz./szél./mag.
- Elhelyezés – kül/beltéri
- Védőtávolságok a szellőzéshez
- Súly
- DC csatlakozások száma
- IP védettség, ÉV osztály
- Zajszint

- Működési hőmérséklet

Épületre szerelt erőmű esetén, amennyiben az inverter elhelyezésére a lehetőségek korlátozottak, a mechanikai paraméterek alapján kell helyet választani. Közvetlen hőhatástól védett, szellőzött, lakott helyiségtől zajtávolságon kívül kell az inverter helyét megtalálni.

Funkcionalitás, védelmek:

DC leválasztó kapcsoló; Beépített védelmek – SPD, RCD, szigetelési ellenállás mérés

Visszatáplálás korlátozás; Relé kimenetek programozása

Kommunikáció, felügyelet:

Az inverterek felügyeletét különböző kommunikációs interfészeken keresztül lehet megvalósítani. Ezek: Wifi, LAN, GSM, RS485.

A fenti interfészek valamelyikével, sőt sok esetben mindegyikével rendelkezik az inverter belső kiépítésben, vagy közvetlenül csatlakozható külső interfész kiépítésben.

Az inverter elhelyezése, központi hálózatoktól való távolsága határozza meg, melyik kommunikációs interfészt kell alkalmazni. A WIFI hálózatok hatótávolsága néhány 10m, a LAN hálózaton az Ethernet protokollal csavart érpáras kábelezésen 100m-ig alkalmazható, az RS485 protokollal hatótávolsága 1200 m-ig, míg a GSM mobilhálózatok lefedettségétől függetlenül korlátlanul alkalmazhatóak.

Garancia, jótállás, szervizelhetőség:

Különböző gyártók különböző feltételekhez kötötten biztosítanak garanciát az eszközükre. Jellemzően 3-5 év alapgarancia jár és kiterjesztett teljeskörű vagy alkatrész garancia vásárolható az inverterhez.

A garancia időszakon túl fontos szempont még a szerviz háttér, javítás módja, szerviz bejelentések kezelése, garantált javítási idő. Ezeket a paramétereket az inverter kiválasztásakor ellenőrizni kell, az inverter üzemeltetési költségeit jelentősen befolyásolhatják.

Költségek:

Az inverterek eladási árai jelentős szerepet játszanak a kiválasztásban, bár a költségek tekintetében nem csak az eszköz eladási árát kell figyelembe venni, hanem az élettartam alatt felmerülő járulékos költségeket.

Az árak általában üzem módtól, gyártmánytól és funkcionalitástól függenek. A legolcsóbbak fajlagosan a nagyteljesítményű Grid inverterek, a legdrágábbak pedig a sziget üzemet, aszimmetrikus terhelést biztosítani tudó kis teljesítményű hibrid készülékek.

Várható élettartam:

A várható élettartam fontos tényező a TCO – Total Cost of Ownership – számításban. Ilyen paramétert a gyártó nem ad. Ez érthető, hiszen ezt nagyban befolyásolják a környezeti tényezők, amiben az inverter üzemel. Becsült és tapasztalati adatok léteznek, illetve a gyártó leghosszabb garanciális időszaka adhat erre iránymutatást.

iv. Napelem modulok összehasonlító elemzése

Az összehasonlító elemzésem célja, hogy a kereskedelmi forgalomban elérhető, napelemes erőművek építéskor tömegesen használt napelemeket, azok legjellemzőbb paramétereit elemezzem, összehasonlítsam. Ebből következően a szilícium alapú eszközöket elemzem, nem foglalkozom vékonyréteg, festék alapú és hasonló megoldásokkal, mert ezen típusok alkalmazása nem tömeges és nem nagykereskedelmi jellegű.

A napelemes rendszereket hosszú távra, 20-25 évre tervezik. Nem mindegy, hogy milyen minőséget, milyen várható élettartamú panelt szerelünk fel, hiszen a tábla ki van téve az időjárás viszontagságainak, eső, szél, hó, UV sugárzás, hősugárzás. Fajlagosan a legdrágább dolog egy meghibásodott berendezést idő előtt kicserélni. Mivel egy panel meghibásodása okozhatja akár az egész string leállítását is, jelentős kiesést okozhat egy erőmű működésében, ami a felhasználói élmény erőteljes romlását is eredményezheti.

Milyen szempontok alapján választunk napelemet a gyakorlatban?

Laikusok az ár után elsődlegesen az adatlapra írt teljesítményt tartják a legfontosabbnak, ehhez jön még a garanciavállalás ideje, fontos még a méret, hogy egy tetőn optimálisan lehessen elhelyezni.

Tervező mérnököknek a villamos paraméterek fontosak, mint az I_{mpp} , U_{mpp} , I_{sc} , U_{oc} , de az inverterek tervezőprogramjai a gondolkodást egy kompatibilitási listával spórolják meg.

Az építőipari beruházók szerint az ár és az adott pillanatban elérhető termék a legfontosabb, talán még számít a szállító is, hiszen a garanciális igényeket valakin majd érvényesíteni kell.

A szállítók ma a \$/Watt értékkel reklámozzák portékájukat, hozzá téve még a szállítási képességet.

Azonban ha gondolkodva tervezünk egy erőművet, ráadásul ha az nem egy tipizálható megoldás, hanem egyedi eset, egyedi körülmények között, akkor fontos, hogy a tábla milyen egyéb tulajdonságokkal rendelkezik, melyik, miben különbözik a másiktól.

A fenntarthatóság szempontjából fontos lenne a napelemek LCA energia felhasználási, emissziós paramétereit is figyelembe venni, de attól tartok, ezt ma senki sem mérlegeli.

Az analízis szempontrendszer

Gyártástechnológiai paraméterek

A napelemek gyártási technológiájuk szerint lehetnek polikristályos, monokristályos vagy vékonyréteg kivitelűek. Tömeges mennyiségben, háztartási kis és erőmű méretekben az első kettő használatos. A legjelentősebb különbség a hatásfokukban jelentkezik. Alkalmazásukat tekintve ha szórt fénnel megvilágított környezet a jellemzőbb, a polikristályos jobban teljesít, direkt sugárzás esetén pedig a monokristályot érdemes választani. A technológiából eredően a polikristályosnak olcsóbbnak kellene lennie, azonban az árakat jelentősen befolyásolják a mennyiségi kedvezmények és a szállítási költségek, ezért ezt a különbséget a piaci árakat vizsgálva nem találom meg tendenciaként.

A nagykereskedelmi forgalomban viszont kiszorulni látszik a polikristályos technológia, inkább kisebb, helyi alkalmazásokhoz, pl. lakóautó 100-200 Wp teljesítményben elérhetőek.

A gyártástechnológiából következő paraméter a hatásfok, egy kutató cég oldalán az alábbi hatásfok összehasonlítást találtam a „legjobb” napelemekről:

EFFICIENT RESIDENTIAL SOLAR PANELS					
Vendor	Product	Series	Temperature coefficient	Efficiency	
Canadian Solar	HiHero High Efficiency Heterojunction (HJT) Cell Module	445H-AG	-0.26	22.80%	
SunPower	420-440W Residential AC Module	M-Series: M440	-0.29	22.80%	
Q Cells	Q.Peak Duo Blk ML-G10+	£410.00	-0.27	20.90%	
REC Solar	REC Alpha Pure-R	REC430AA PURE-R	-0.26	22.30%	
Panasonic Solar	EverVolt™ Series	EVPV410H	-0.26	22.20%	
Silfab	SILFAB Elite	SIL - 380 BK	-0.38	21.40%	

[20]

Villamos paraméterek

A napelemek leggyakrabban használt paraméterei, amit az összehasonlításnál alkalmazok. A napelem paramétereinek STC értékeit fogom összehasonlítani.

Uoc: Üresjárási kapocs feszültség

Umpp: Munkaponti kapocs feszültség

Umax: Maximális feszültség, amire a szigetelés méretezve lett

Isc: Rövidzárási áram

Impp: Munkaponti áram

Imax(fuse): Maximális terhelő áram

Pmax: Maximális teljesítmény csúcs

Temp Coefficient U - TCu: A kapocs feszültség hőmérsékleti gradiense

Temp Coefficient I - TCi: Az áram hőmérsékleti gradiense

Temp Coefficient P - TCp: A teljesítmény hőmérsékleti gradiense

Mechanikai paraméterek

Magasság, szélesség, vastagság, súly, hőmérséklet tartomány, csatlakozó típus, vezeték méretek, felületi terhelés (hó/szél), cellák száma, üveg vastagság/típus

Garanciális paraméterek

Termék garancia- a gyártó milyen időtartamra vállal garanciát és milyen telepítési feltételekhez köti azt. Jellemzően 12-15 év a garanciavállalási időszak.

Teljesítmény garancia – ez a jellemző megmutatja, hogy az idő elteltével egy napelem teljesítménye milyen mértékben degradálódik. Általában 25 év 8x% a tipikus érték.

Egyéb szempontok

Esztétika: Keret színe, Napelem színe

Árnyékhatás kompenzálása : bypass diódák száma,

ISO Certifikációk. Csomagolási adatok.LCA adatok - Emisszió, energia felhasználás.

v. HMKE villamos tervezése – Napelem és inverter kiválasztása

Első lépésként meg kell határozni a tervezett erőmű teljesítményét. Ezt úgy fogom megtenni, hogy használok egy napelemes tervező szoftvert, amivel modellezem a tető méretét, meghatározom a szerelhető tetőfelületeket és ráhelyezem a napelemeket, majd megnézem, hogy az így kialakítható napelemes darabszámok alapján kialakuló string paraméterekhez milyen inverter típus és teljesítmény adódik.

Az inverter kiválasztásánál meg kell állapítani a munkaponti I_{mpp} áram értéket és I_{sc} rövidzárási áram értéket. Ehhez kell választani a napelem típusát.

A napelem feszültség paramétereiből és a stringek hosszából meghatározható az az U_{oc} érték, aminek nagyobbnak kell lennie az inverter induló feszültségénél. Egy háromfázisú inverter esetén az induló feszültség általában 200 V. Egy napelem üresjárási feszültsége pedig 40 V körüli érték STC körülmények között. Tehát ökölszabályként alkalmazható, hogy egy string minimális mérete 6 panel kell legyen, hogy az inverterünk biztosan elinduljon- A string maximális hosszához az inverter U_{max} értékét kell figyelembe venni, ez általában 900V körüli érték, ebből adódik a maximális string hossz, ami általában 22-23 panel.

A pontos számításhoz figyelembe kell venni a napelem hőmérsékleti tényezőit, első sorban a feszültség koefficiensét, és a string feszültség számítást a téli minimum hőmérsékletre kell elvégezni.

Ezeket a számításokat a tervező program elvégzi helyettünk, de a dolgozatomban kézzel is ki fogom számítani.

A tervezés első lépéseként meghatározom, hogy az épület megfelelő tájolású tetőfelületeire mennyi napelem helyezhető el. A méretezést legkönnyebben egy napelemes tervező szoftverrel lehet elvégezni, amelyek rendszerint Google maps integrációval rendelkeznek.

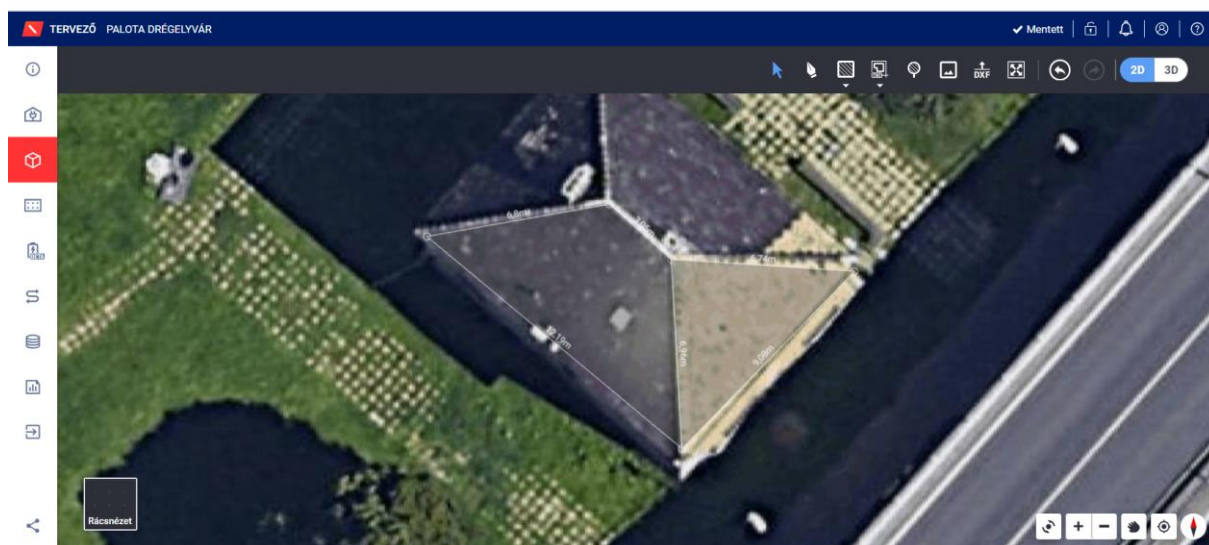
A legnagyobb inverter gyártók rendelkeznek ilyen alkalmazással, pl Fronius, Huawei, Solaredge. A napi munkagyakorlatomból ismerem az alkalmazások funkcionalitásait, amely nagyon hasonlóak, de vannak közöttük minimális különbségek. Pl. a tető léptékarányos méretezését vagy a Solaredge tervező támogatja vagy a Huawei legújabb fejlesztése. Minden tervező tartalmazza a leggyakrabban használt napelemek paramétereit. Mivel gyártói tervezőkről van szó, egy adott tervezővel csak az adott gyártmány invertere konfigurálható. Természetesen a tervezést, modellezést akár több tervezővel is el lehet végezni, úgy, hogy a tervezés adott lépéseit az arra leginkább alkalmas szoftver segítségével végezzük el.

A fentiekből adódóan a tető tervezést és napelem elhelyezést az arra legalkalmasabb Solaredge tervező segítségével végzem. Ez nem jelenti azt, hogy feltétlenül Solaredge invertert kell választanom.

Napelemek fizikai elhelyezését a tervező térképes, földfelszíni rétegrend modellezése és az épület melléklet szerinti méretei alapján tervezem meg.

A tervező program szerinti pontossággal beállítom a tető méretét. Az épület tájolása szerint használható besugárzásra a DK-i tető és a DNY-i tető.

11.ábra Tetőterv méretekkel



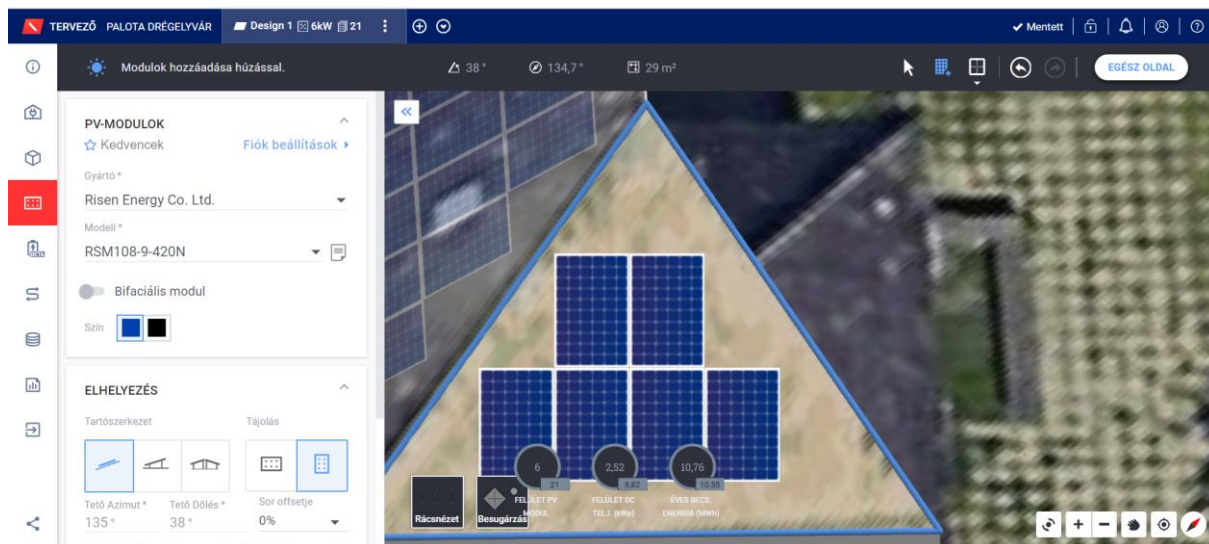
Ezután napelem típust választok. A kiválasztás során figyelembe veszem a 4.e.iv szerinti elemzés szempontrendszerét. A kiválasztáskor egy átlagos teljesítményű és méretű, a tervezőbe betöltött, kereskedelmi forgalomban kapható, Tier1 gyártó, minőségi terméket célszerű választani, melyek mechanikai mérete nagyjából gyártmányfüggetlen. Ez azért fontos, hogy ha az inverter paramétereikhez esetleg típust kell módosítani, akkor ne kelljen az elhelyezési terven változtatni.

Az átlagos teljesítmény alapján a 400-425 Wp teljesítményűek egyike jöhet szóba, melyek mérete általában 17xx mm * 11xx mm * 30mm. Kiválasztom pl. a RISEN gyártmány 420 Wp-es modelljét a Risen RSM 40-8- 395-420 napelemet.

A tervezőben bejelölöm a panelek helyzetét. Álló napelemes elrendezést választok. Ezután méretarányosan az önkitöltés menüponttal elhelyezem a napelemeket vizuálisan úgy, hogy a sorok és oszlopok között legyen 2 cm szerelési hézag. Beállítok 20 cm-es ereszt, gerinc és él offset távolságot, hogy a panelek ne lógnak túl a felületen.

A tervező szoftver a következő elhelyezési lehetőséget adja ki:

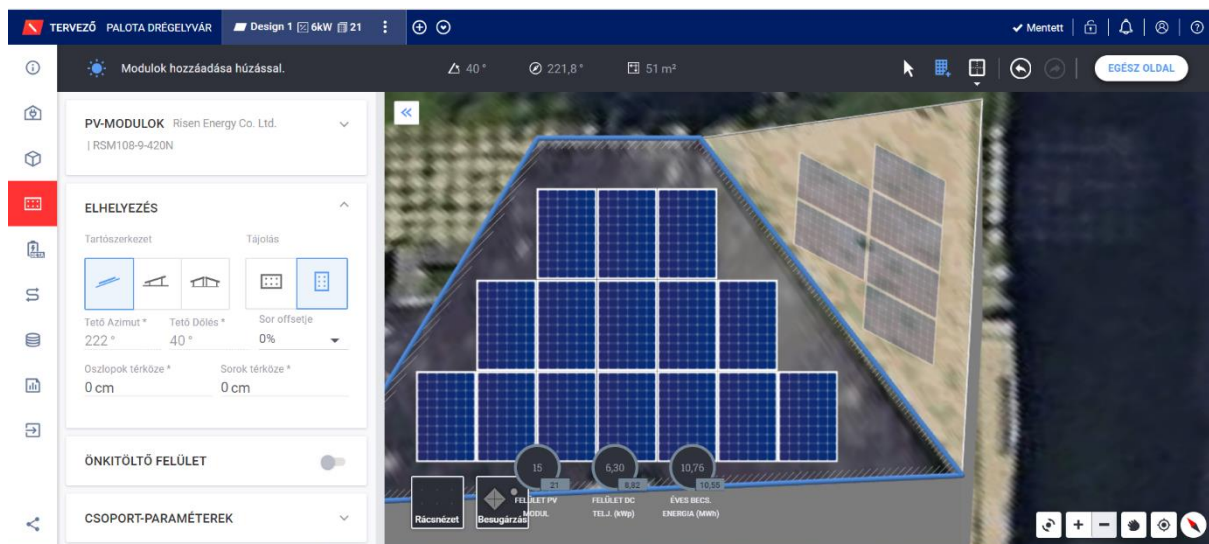
12. ábra DK-i tető napelem kiosztási terv – 6 panel



A pontos tájolási szög a térképes tervezőből kiolvasható.

DK-i oldal tájolási szög: 135°, tető dőlésszög: 38°

13. ábra DNY-i tető napelem kiosztási terv – 15 panel



DNY-i oldal tájolási szög: 222°, tető dőlésszög: 40°

A két dőlésszög közötti különbség a rajz pontatlanságából adódik.

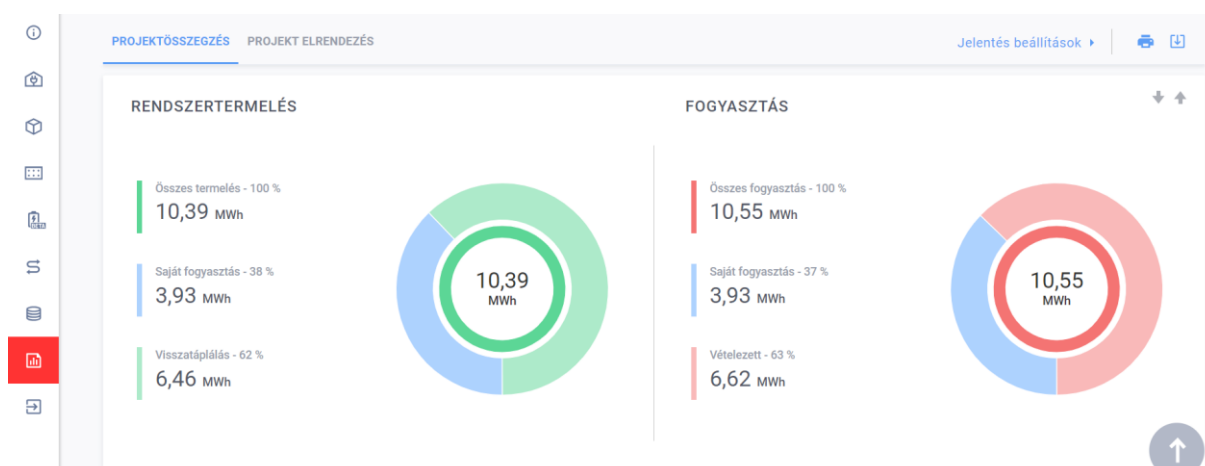
A terv szerinti dőlésszög: 37°

A tetőszerkezet tehát 21 db 420Wp-es napelem elhelyezését teszi lehetővé, ez 8.82 kWp DC oldali teljesítményt jelent. Ebből az értékből határozom meg az inverter teljesítményét.

Mivel két különböző oldali besugárzással tervezek, melyeket két külön stringbe szervezem, ezért nem egyszerre fog maximális teljesítményt leadni a DC oldal. Tehát az inverter AC teljesítménye kisebb lehet a DC oldali csúcsteljesítménynél. Az inverterek gyártói adatlapja megadja a maximális túlméretezési lehetőséget, ez általában 130-150% között mozog. Jelen esetben számoljunk biztonságos 120%-os DC/AC rátával, ez 7,35 kW AC teljesítményt eredményez. Az ehhez legközelebbi inverter egy 7 kW-os típus lesz.

Tehát az épület tetőszerkezetének méretéből adódóan a maximális HMKE teljesítmény 7 kW. A következő kérdés, hogy egy ekkora teljesítményű erőmű éves energiatermelése a várható fogyasztáshoz képest szükséges-e vagy elegendő ennél kisebb teljesítményű erőmű kialakítás. Erre választ egy tervező programmal végzett termelési szimuláció tudja megadni. Ez a szimuláció a Solaredge tervező alkalmazással elvégezhető.

14. ábra 8.82 kWp-es erőmű éves termelési szimulációja



A szimulátor 10.390 kWh éves energiatermelést jósol, ami a fentiekben számolt 10.550 kWh-s fogyasztás és a beállított profil alapján csak 37%-os saját napelemes felhasználást eredményez. Ez a 3.930 kWh érték a fogyasztás alapján lehetne magasabb, tehát kisebb naperőművet telepíteni nem érdemes, ha a tető engedné, a fogyasztás alapján jóval nagyobb HMKE is tervezhető lenne.

Inverter kiválasztása:

Következő lépésben az inverter gyártóját és típusát kell kiválasztanom.

Az inverter 2 munkapont kezelésére alkalmas (2 eltérő tájolású tetősík), hálózatra tápláló üzemmódra képes, 3 fázisú, 7 kW AC teljesítményű legyen. A grid vagy hibrid modellek közül a feladat megoldásához nem feltétlenül szükséges energiatárolás, az adott felújításnál szempont a költségek alacsonyan tartása, ezért egy grid típust fogok választani.

A hálózatra köthető inverterekkel kapcsolatos követelményeket a DSO szabályzatok írják elő.

[21]

Olyan készüléket kell választani, amely a fenti lista szerint elfogadott.

Annak ellenére, hogy az eddigi tervezést a Solaredge inverter gyártó szoftverével végeztem el, nem a Solaredge megoldást tartom ideálisnak jelem helyzetben, elsősorban amiatt, hogy ebben a megoldásban minden napelemre optimalizálót alkalmaz a gyártó. Mivel az épület elhelyezkedéséből adódóan a tető árnyékmentes, ezért az optimalizáló felesleges eszköz, hibaforrás és költség ebben az esetben.

Az optimalizálókat az árnyékhatások kiküszöbölésére készítették a gyártók. A napelemekre szerelt optimalizálók mérik a napelem feszültségét és áramát. Abban az esetben, ha a sorba kötött napelemek közül valamelyik árnyékba kerül, az optimalizáló érzékeli a teljesítmény csökkenést és a termelésből kieső napelemet rövidre zárja, ezzel biztosítva a folytonos áramkört és a többi napelem termelését.

[22]

Az egyéb grid invertereknek nagyon széles a választéka, szakmai gyakorlatom alapján a prémium kategóriát képviselő, európai gyártású, osztrák Fronius inverter családot választom.

A Fronius inverterek közül a Symo 7.0-3M típusú készülék képes két munkapont kezelésére, kimeneti teljesítménye 7kW. Szolgáltatói engedéllyel rendelkezik.

A Fronius Symo 7.0 -3M DC villamos paraméterei:

A FRONIUS SYMO MŰSZAKI ADATAI (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

BEMENETI ADATOK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
MPP-Tracker száma			2	
Max. bemeneti áram ($I_{dc\ max\ 1} / I_{dc\ max\ 2}$)		16,0 A / 16,0 A		
Modulmező max. rövidzárlati áramerőssége (MPP ₁ /MPP ₂)		24,0 A / 24,0 A		
Bemeneti feszültség DC ($U_{dc\ min} - U_{dc\ max}$)		150 - 1000 V		
Betáplálási indulófeszültség ($U_{dc\ start}$)		200 V		
Használható MPP feszültségtartomány		150 - 800 V		
DC-csatlakozók száma		2+2		
Max. PV generátorteljesítmény ($P_{dc\ max}$)	10,0 kW _{peak}	12,0 kW _{peak}	14,0 kW _{peak}	16,4 kW _{peak}

KIMENETI ADATOK	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Névleges AC teljesítmény ($P_{ac,r}$)	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Max. kimeneti teljesítmény	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
AC - kimeneti áram ($I_{ac\ nom}$)	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Hálózati csatlakozás (feszültségtartomány)	3-NPE 400 V / 230 V vagy 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)			
Frekvencia	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Torzítási tényező	< 3 %			
Teljesítménytényező ($\cos \phi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind. / cap.			

[23]

A paraméterek, amihez a napelemet kell választani:

$I_{dc\ max} = 16\ A$ – a string maximális áramerőssége.

$U_{dc\ max} = 1.000\ V$ – a string maximális feszültsége

$U_{dc\ start} = 200\ V$ – a string minimális feszültsége

Max PV generátor teljesítmény – 14 kW_p – a napelemes DC teljesítmény maximális értéke

A napelem típus kiválasztása:

A napelemes tető tervezés és kiosztás során már eldöntöttem, hogy 420 W_p méretű, 1722*1134*30-as méretű napelemek lesznek a kiválasztottak. A napelemes összehasonlító elemzés során arra a következtetésre jutottam, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható gyártmányok műszaki paramétereikben minimálisan különböznek. Mivel a tető tervezés kapcsán a modellező szoftverben a Risen 420WriseN-os modelljével dolgoztam, megvizsgálom a paramétereit, hogy alkalmas-e a kiválasztott inverterhez.

A Risen Tier 1-es gyártó, monokristályos napelem, 120 cellás, 1500V maximális feszültségre méretezve, hatásfoka 21,8%.

15. ábra A Risen RSM 40-8- 395-420 napelem család villamos paraméterei:

ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM40-8-395M	RSM40-8-400M	RSM40-8-405M	RSM40-8-410M	RSM40-8-415M	RSM40-8-420M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	395	400	405	410	415	420
Open Circuit Voltage-Voc(V)	41.00	41.30	41.60	41.90	42.20	42.49
Short Circuit Current-Isc(A)	12.27	12.34	12.40	12.47	12.53	12.59
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	34.14	34.39	34.64	34.89	35.14	35.38
Maximum Power Current-Impp(A)	11.58	11.64	11.70	11.76	11.82	11.88
Module Efficiency (%) ★	20.5	20.8	21.1	21.3	21.6	21.8

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

[24]

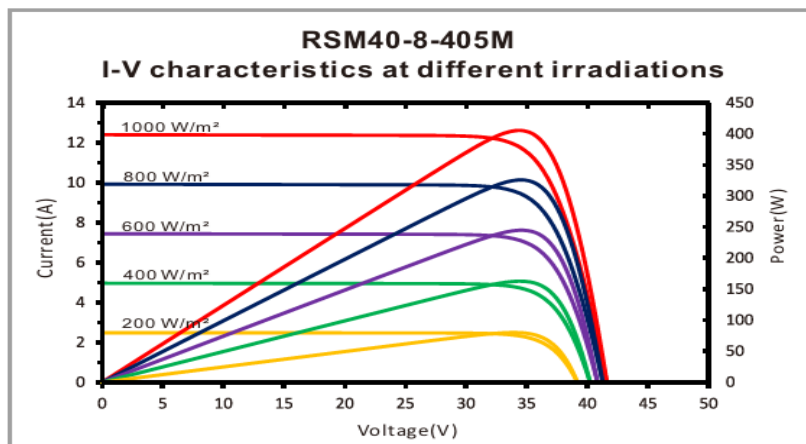
16. ábra A napelem hőmérsékleti együtthatói:

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

[24]

17. ábra A napelem I-U, P-U karakterisztikája:



[24]

Az inverter méretezéshez szükséges paraméterek:

$U_{oc} = 42.49 \text{ V}$ – üresjáráti feszültség STC körülmények között

$I_{sc} = 12.59 \text{ A}$ – rövidzárási áram STC paraméterek között

Temp coff of $V_{oc} = -0.25\%/C$ - a feszültség hőmérsékleti együtthatója

Temp coff $I_{sc} = 0.04 \text{ } \%/C$ az áram hőmérsékleti együtthatója

A stringek méretezés:

A stringek méretezésekor az adatlap paraméterei alapján számolom ki a határértékeket.

Panel hőmérséklet Magyarországon:

T_{min} Minimális hőmérséklet: $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$, T_{max} - Maximális hőmérséklet $+70 \text{ } ^\circ\text{C}$

A string maximális árama = a napelem maximális áramával = $I_{sc} (70 \text{ } ^\circ\text{C})$

A string maximális feszültsége = x db * napelem maximális feszültsége = x db * $U_{oc} (-10 \text{ } ^\circ\text{C})$

Az induló feszültség legkisebb értéke a x db * napelem üresjárási feszültség maximális üzemi hőmérsékleten kalkulálva = x db * $U_{oc} (70 \text{ } ^\circ\text{C})$

A szélsőértékek számításához az STC-n megadott adatokat a hőmérsékleti együtthatókkal korrigálva át kell számítani.

[25]

DK- 1. string – 6 panel sorban kötve

$$I_{\max 1} = I_{sc}(STC) * (1 + T_{coi} * T_{\max} - T_{stc}) = 12.59 * (1 + 0,04/100 * 45) = 12.81 \text{ A}$$

$$U_{\max 1} = 6 * U_{oc}(STC) * (1 + T_{cou} * T_{\min} - T_{stc}) = 6 * 42.49 * (1 + (-0.25/100) * (-35)) = 277.25 \text{ V}$$

$$U_{\min 1} = 6 * U_{oc}(STC) * (1 + T_{cou} * T_{\max} - T_{stc}) = 6 * 42.49 * (1 + (-0.25/100 * 45)) = 226.25 \text{ V}$$

DNY-i 2. string – 15 panel sorban kötve

$$I_{\max 2} = I_{sc}(STC) * (1 + T_{coi} * T_{\max} - T_{stc}) = 12.59 * (1 + 0,04/100 * 45) = 12.81 \text{ A}$$

$$U_{\max 2} = 15 * U_{oc}(STC) * (1 + T_{cou} * T_{\min} - T_{stc}) = 15 * 42.49 * (1 + (-0.25/100) * (-35)) = 693.13 \text{ V}$$

$$U_{\min 2} = 15 * U_{oc}(STC) * (1 + T_{cou} * T_{\max} - T_{stc}) = 15 * 42.49 * (1 + (-0.25/100 * 45)) = 565.63 \text{ V}$$

A kapott értékeket az inverter értékeivel összehasonlítva:

$$I_{dc \max} = 16 \text{ A} > I_{\max} = 12.81 \text{ A}$$

$$U_{dc \max} = 1.000 \text{ V} > U_{\max 1} = 277.25 \text{ V}$$

$$U_{dc \max} = 1.000 \text{ V} > U_{\max 2} = 693.13 \text{ V}$$

$$U_{dc \text{ start}} = 200 \text{ V} < U_{\min 1} = 226.25 \text{ V}$$

$$U_{dc \text{ start}} = 200 \text{ V} < U_{\min 1} = 565.63 \text{ V}$$

A feszültségek a munkaponti feszültségtartományon is belül vannak (150-800V).

Így a stringek paraméterei az inverter paramétereken belül vannak, tehát a konfiguráció működőképes a hőmérsékleti szélsőértékek között.

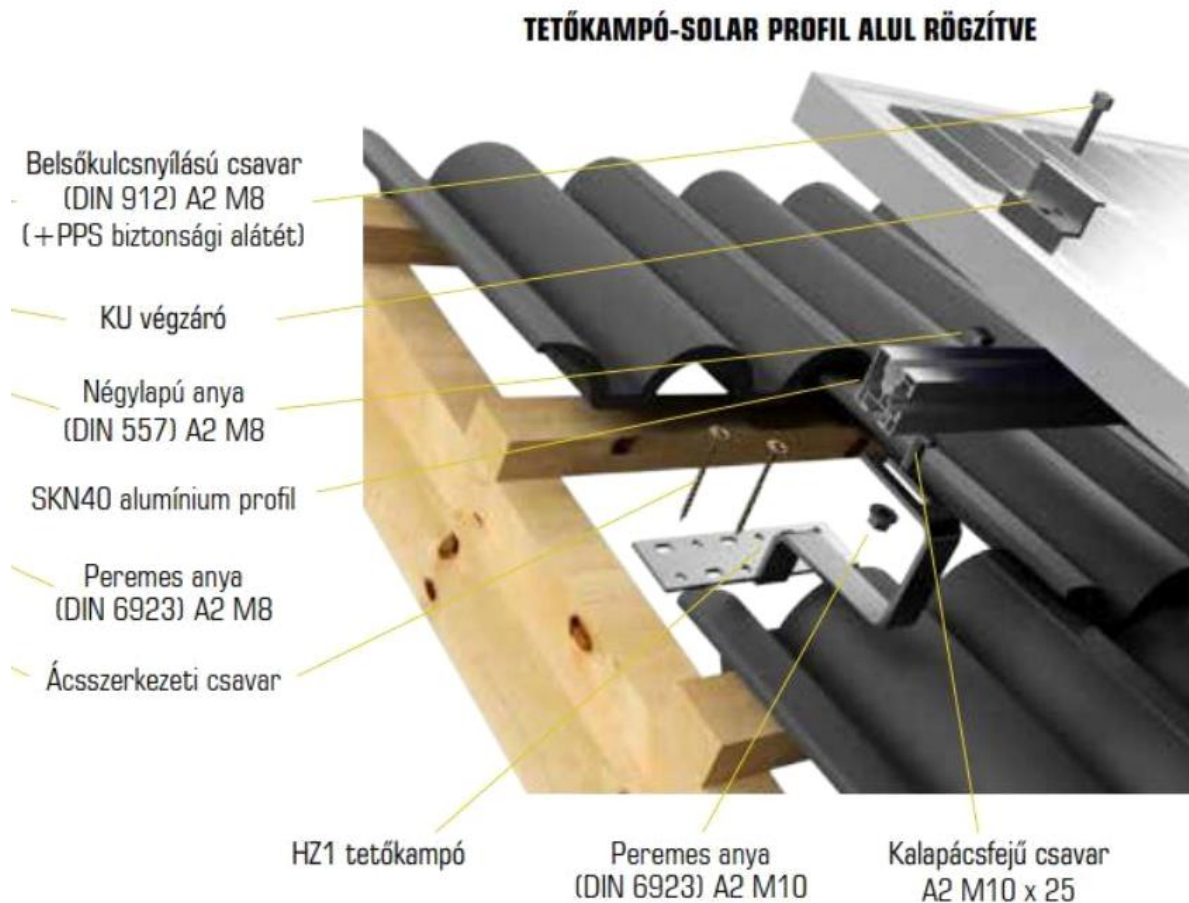
vi. Tartószerkezet kiválasztása, méretezése

A tartószerkezet a tetőszerkezethez és a fedéshez választom ki. Méretezni nem szükséges, csak a kiosztás alapján megtervezni, a méretezésért a tartószerkezet gyártója felelős..

A tetőszerkezet hagyományos fedélszék és szarufa, ellenléc, tetőléc, cserépfedés kialakítású. Szarufa mérete a tervek alapján 10x15 cm, a cserép Creaton Cantus .

Gyártmányként a Visimpex győri hazai gyártó tartószerkezetét választom és kikeres a fenti cseréptípushoz illeszkedő rögzítést, és a gyártótól kérek ajánlatot méretezéssel. A gyártó a tetőszerkezetnek és a sínek alátámasztási követelményeinek megfelelő méretben és darabszámban megadja a tervet, rögzítő elemekkel és csavarokkal együtt.

18.. ábra Tartószerkezet rögzítése



[26]

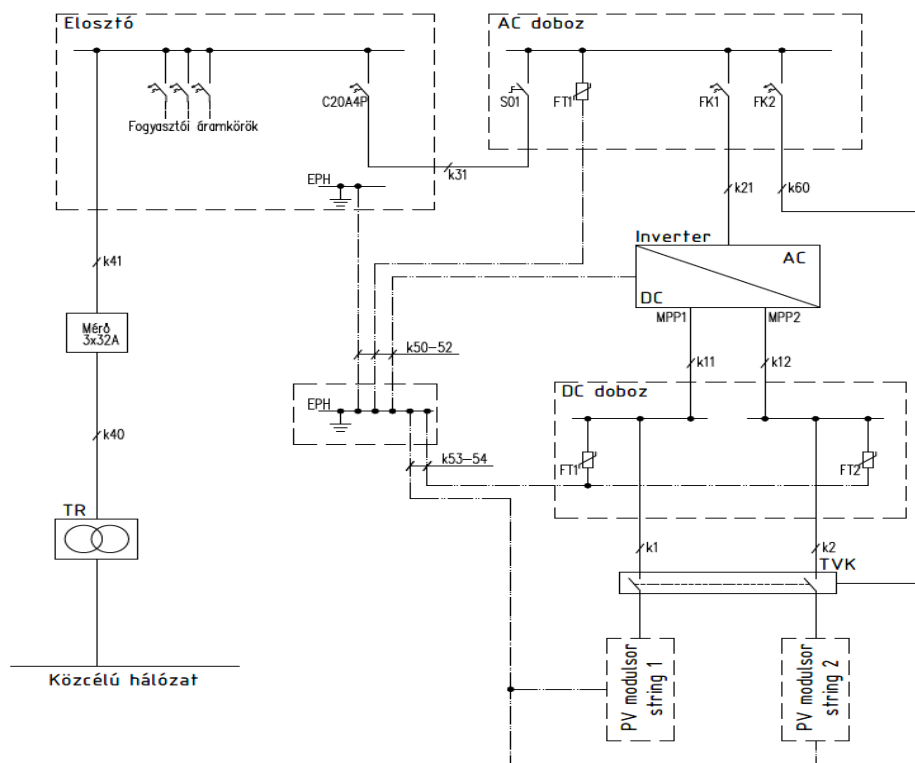
vii. Kiviteli terv készítése

A kiviteli terv tartalmazza a kivitelezéshez szükséges mélységű rendszerdokumentációt. Ez erőmű típusonként változó mélységű részletezettséget jelent.

Ennek elemei: napelemes rendszer villamos egyvonalú terve – stringek kialakítása, DC oldali kábelezés, DC oldali védelem, inverter, AC oldali védelem, AC oldali kábelek

Az alábbiakban a kiviteli terv kivonatát mutatom be.

19. ábra Egyvonalas HMKE terv:

**Kábelezés:**

k1, k2 DC – 4 mm² solar kábel, nyomvonal hossza 15m

k11, k12 DC lengőkábelek, 1 m, MC4-el szerelve

k60 AC – MT3x1.5mm – 15m ;

k21 AC MT 5x6mm² – 1m; k31 AC MT 5x6mm² – 5m

k50-54 – MKH 1x16mm² zöld sárga

Védelmi eszközök:

A védelmeket a Villám és Hibavédelem tantárgyakban tanultak alapján tervezem meg.

DC oldali védelemként, mivel az épületre villámvédelem tervezett T1+T2 karakterisztikával rendelkező túlfeszültség levezetőt teszek, Un 1000V, – FT1, FT2.

A hosszú nyomvonal miatt az OTSZ és TVMI előírásoknak megfelelő tűzeseti leválasztót tervezek a DC oldal feszültségmentesítése céljából –TVK. A DC oldali leválasztó kapcsolót pedig az inverter kapcsolója látja el.

AC oldalon túláram védelmet, túlfeszültség levezetőt és leválasztó kapcsolót tervezek. A túlfesz levezetők T1+T2 típusúak, U_n 280V, levezető képesség 40kA, a túláram védelmi eszköz 4p 10A C karakterisztika, a szakaszoló kapcsoló 4p 25 A.

5. TOVÁBB FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

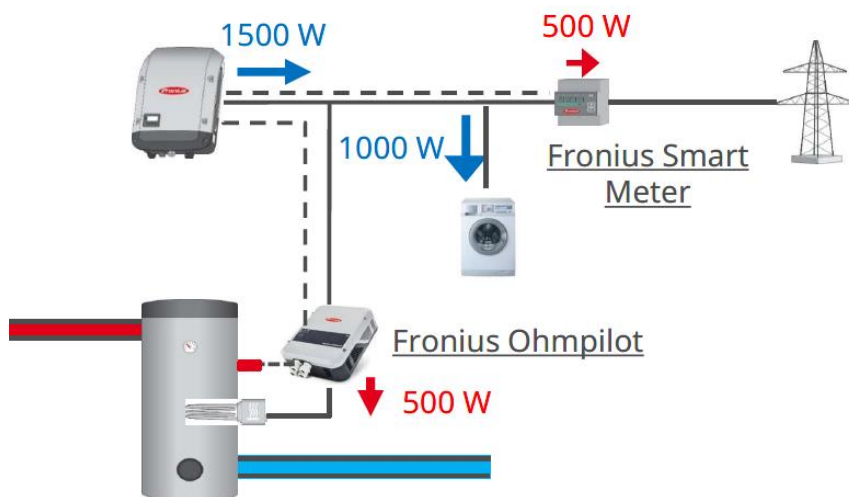
a. Energiafogyasztás optimalizálási lehetőségek

A fogyasztás, energiafelhasználás optimalizálására mind a hőszivattyú mind az inverter gyártók rendelkeznek további megoldásokkal, amelyek arra alapulnak, hogy a két berendezés felügyeleti szoftverei kommunikálnak egymással vagy egyéb kiegészítő berendezésekkel összehangolható a naperőmű fölös energiájának felhasználása a háztartás vagy a hőszivattyú számára.

Egy ilyen megoldás az inverterek kiegészítő berendezései, amit általában Ohmpilot névvel illetnek a gyártók. A termék azt a célt szolgálja, hogy ohmikus terhelést kapcsol be vagy ki, a napenergia termelés függvényében. A kiválasztott Fronius inverter mellé is implementálható a Fronius Ohmpilot terméke. Ez a berendezés RS485 MODBUS protokoll segítségével kommunikál az inverterrel. Az eszköz egy invertert tartalmaz, melynek teljesítmény leadása szabályozható a megtermelt, de el nem fogyasztott napenergia függvényében. A rendszer működtetéséhez még egy Smart-mérő szükséges, amely a hálózati betáplálási pontban van felszerelve, szintén össze van kötve RS485 vagy Ethernet hálózati protokollal az inverterrel és érzékeli, az energia áramlás irányát.

Az Ohmpilot berendezés kimenetére terhelésként a hőszivattyú HMV tartályában lévő fűtőpatront csatlakoztathatjuk. Így megoldható, hogy a melegvíz a napenergia segítségével készüljön abban az esetben, ha az erőművünk többet termel, mint amennyi az ingatlan fogyasztóinak ellátását fedezi.

19..ábra Melegvíz ellőállítás napenergia segítségével



[28]

b. Okosotthon integráció

Az energiamenedzsment következő szintje, amikor a hőszivattyú és az inverter felügyeleti rendszerét beintegráljuk egy okosotthon rendszerbe vagy energiamenedzsment céljából okosotthon alkalmazást telepítünk.

Olyan SmartHome alkalmazást kell választani, amely már előre megírt interfésszel rendelkezik az inverter és hőszivattyú típust illetően. Ebben az esetben nem csak információ nyerhető ki a vezérlés céljára, hanem beavatkozást is lehetővé tesz, szabályozási funkcionalitást is kapunk.

Ez a megoldás sokkal több lehetőséget ad terhelések bekapcsolására, mint az előző pontban mutatott megoldás. Az okosotthon alkalmazás figyeli az inverter termelését és a háztartás fogyasztását és a rendszerbekötött fogyasztókat a saját távvezérelt kapcsolói segítségével ki vagy be tudja kapcsolni. Pl. ha melegvíz már kész, be tudja kapcsolni a bekészített mosogatógépet.

Egy okosotthon rendszer inputként tudja kezelni a meteorológiai előrejelzéseket, és a várható napsütéstől függően döntést hozhat, hogy fogyasztók bekapcsolására vagy akkumulátor töltésre használja a rendelkezésre álló napenergiát.

A Home Assistant alkalmazás alkalmas Fronius és Daikin eszközök integrálására.

[29]

6. ÖSSZEGZÉS

Összegzés képpen számítással ellenőrzöm, hogy a megtervezett hőszivattyús fűtés és napelemes erőművi termelés mekkora energiahatékonyságot jelent.

A hőszivattyús fűtés és HMKE erőmű eredőjeként az ingatlan várható éves fogyasztása a 4.d.ii pontban kiszámított 10.550 kWh és a 4.d.v-ben a szimulációval becsült 3.930 kWh eredőjeként 6.620 kWh érték.

Amennyiben hagyományos fűtéssel, pl. elektromos kazánnal, vagy konvekciós villanyradiátorral fűtenénk és nem szerelnénk napelemes erőművet, az épület villamos fogyasztása annyi lenne több, mint amennyit a hőszivattyú COP arányos megtakarítása jelent. Megismételve a 4.d.ii pont szerinti számítást, ez az érték: 32.477 kWh lenne.

A hőszivattyú és napelem alkalmazásával az épület villamosenergia fogyasztása kb 1/5-ére csökkenthető, tehát az épület energiatakarékos és részben megújuló energiával ellátott.

I. Irodalomjegyzék

- [1] MNNSZ, „Magyar Napelem és Napkollektor Szövetség,” MNNSZ, 9 február 2021. [Online]. Available: <https://www.mnnsz.hu/haztartasi-meretu-kiseromuvek-hmke-engedelyezes/>. [Hozzáférés dátuma: 3 november 2023].
- [2] EON Hungária Zrt, „EON Elosztói Szabályzat,” 8 november 2023. [Online]. Available: <https://www.eon.hu/hu/rolunk/vallalatcsoport/kozlemenyek/szabalyzatok-jogszabalyok/aram/eloszttoi-szabalyzat.html>. [Hozzáférés dátuma: 3 december 2023].
- [3] Magyar Mérnök Kamara, „Tervek tartalmi követelményei,” 2014. [Online]. Available: <https://hbmkm.hu/repository/217/tervek-tartalmi-kovetelmenyei-1kotet.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 4 december 2023].
- [4] M. Gergő, „futes-terv.hu,” Okos Épületek Kft, 5 január 2021. [Online]. Available: <https://futes-terv.hu/futesi-hoszukseglet-szamitas/>. [Hozzáférés dátuma: 4 december 2023].
- [5] Ariston, „Ariston boylerek műszaki adatai,” Ariston Holding, 2021. [Online]. Available: <https://www.ariston.com/hu-hu/termek/vizmelegitok/elektromos/velis-evo#contactusform>. [Hozzáférés dátuma: 2 december 2023].
- [6] P. dr. Kádár, „A hőszivattyú,” in *Különleges energiaforrások - A hőszivattyú és a geotermikus energia felhasználása jegyzet*, Budapest, Óbudai Egyetem, 2016, p. 3.
- [7] Hüperion Kereskedelmi Kft, „netkazan.hu,” Hüperion Kereskedelmi Kft, 6 július 2023. [Online]. Available: https://netkazan.hu/szotar/24/futesi-eloremeno_viz_. [Hozzáférés dátuma: 29 november 2023].
- [8] F. dr. Toldy, Termikus üzemtan jegyzet, Budapest: BME, 1986.
- [9] Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészet ágazat, „e-gepesz.hu,” 27 július 2022. [Online]. Available: <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/18673-levego-viz-hoszivattyu-mindig-energiahatekony-a-rendszer..> [Hozzáférés dátuma: 1 december 2023].
- [10] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS, „eur-lex.europa.eu - (EU) 2017/1369 rendelete,” 28 július 2017. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1369>. [Hozzáférés dátuma: 4 december 2023].
- [11] Samsung, „Samsung Heating,” 2023. [Online]. Available: <https://www.samsung.com/hu/business/climate/heating/>. [Hozzáférés dátuma: 5 december 2023].
- [12] Daikin, Daikin Altherma 3 EPGA-D 11-14-16 kW Termék katalógus, Budapest: Daikin Hungary Kft, 2019.
- [13] Immergas, MAGIS Hercules Pro és Pro Mini termékfüzet, Budapest: Immergas Hungária Kft., 2023/08.

- [14] GREE ELECTRIC APPLIANCES, :gree-versati-iii-aio-1-2-legujabb-service-manual-compressed.pdf, Zhuhai,Guangdong, China: Gree China, 2023.
- [15] Wagner Solar Hungária Kft., „Napelemtermelés,” 2021. [Online]. Available: <https://wagnersolar.hu/napelem-termeles-online-napi-es-eves-termelesi-adatokkal/>. [Hozzáférés dátuma: 20 11 2023].
- [16] MVM Zrt, „MVM Éves Fogysztás,” 30 12 2022. [Online]. Available: <https://www.mvmnext.hu/aram/pages/aloldal.jsp?id=550565>. [Hozzáférés dátuma: 20 11 2023].
- [17] Powerie Csatat, „A hőszivattyú fogyasztása,” 7 augusztus 2023. [Online]. Available: <https://www.powerie.hu/a-hoszivattyu-fogyasztasa-es-koltsegei-minden-amit-tudni-akartal-281>. [Hozzáférés dátuma: 20 november 2023].
- [18] BSM Márkabolt, „A hűtő fogyasztása,” [Online]. Available: <https://www.bsmarkabolt.hu/szaktanacsadas/hutoszekreny-valasztas/huto-fogyasztasa-energiaosztalyok>. [Hozzáférés dátuma: 20 november 2023].
- [19] MVM Zrt, „Mire elég néhány kW,” 2023. [Online]. Available: <https://www.mvmnext.hu/aram/pages/aloldal.jsp?id=819>. [Hozzáférés dátuma: 22 november 2023].
- [20] D. Biermeier, „Best Solar Panels for your home,” 6 december 2023. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/home-improvement/solar/most-efficient-solar-panels/>. [Hozzáférés dátuma: 12 december 2023].
- [21] Eon Hungaria Zrt, „Inverterlista változása,” 1 augusztus 2023. [Online]. Available: <https://www.eon.hu/hu/hmke/hmke-hirek/inverterlista-valtozasa.html>. [Hozzáférés dátuma: 2 december 2023].
- [22] Solaredge Academy, „Power Optimizers,” 2023. [Online]. Available: <https://edgeacademy.solaredge.com/learn/courses/8/solaredge-fundamentals-training/lessons/723/boost-your-pv-system-with-solaredges-power-optimizer-118-minutes>. [Hozzáférés dátuma: 2 december 2023].
- [23] Fronius GMBH, „Fronius Symo Műszaki adatok,” 2023. [Online]. Available: <https://www.fronius.com/hu-hu/hungary/napenergia/telepitok-partner/muszaki-adatok/minden-term%C3%A9k/inverterek/fronius-symo/fronius-symo-6-0-3-m>. [Hozzáférés dátuma: 3 december 2023].
- [24] RISEN ENERGY CO., LTD., „Risen RSM 40-8-395-420 datasheet,” 2023. [Online]. Available: https://solar.hu/wp-content/uploads/2022/03/400W_307266_RSM40-8-390-410M-G5.3-IEC1500V-30mm-2021H1-3-HU-1.pdf. [Hozzáférés dátuma: 3 december 2023].
- [25] EU Solar Zrt, „Napelemes string méretezési feladatok,” in *Kisteljesítményű Solar Erőművek Karbantartója tanfolyami jegyzet*, Pécs, EU Solar Zrt, 2022.

- [26] Visimpex Kft, „Szerelési utasítás Solar Cseréptető tartószerkezetekhez,” in *Szerelési utasítás*, Győr, Visimpex Kft, 2022, p. 2.
- [27] Fronius GMBH, „Használati melegvíz a Fronius Ohmpilot-al,” in *Telepítés és Üzembehelyezés tanfolyami anyag*, Kecskemét, 2023, 2023, p. 196.
- [28] Fronius GMBH, „Fűtés napelemes rendszerekkel,” Fronius GMBH, 2023. [Online]. Available: <https://www.fronius.com/hu-hu/hungary/napenergia/otthon/termek-es-megoldasok/futes-napelemes-rendszerrel>. [Hozzáférés dátuma: 10 december 2023].
- [29] Home Assistant, „Integrations,” Home Assistant, 2023. [Online]. Available: <https://www.home-assistant.io/integrations>. [Hozzáférés dátuma: 11 december 2023].

7. MELLÉKLET

a. Engedély nélkül végezhető felújítás

A [312/2012. \(XI. 8.\) Korm. rendelet](#) 1. számú melléklete tartalmazza az építési engedély nélkül végezhető tevékenységek felsorolását

1.	Építmény átalakítása, felújítása, helyreállítása, korszerűsítése, homlokzatának megváltoztatása , kivéve zárt sorú vagy ikres beépítésű építmény esetén, ha e tevékenységek a csatlakozó építmény alapozását vagy tartószerkezetét is érintik.[2] [3] [4].
1a.	Meglévő építmény hasznos alapterületet nem növelő bővítése , kivéve a lapostetőű épület magastetővel történő bővítését[5]
2.	Meglévő építmény utólagos hőszigetelése , homlokzati nyílászáró cseréje, a homlokzatfelület színezése, a homlokzat felületképzésének megváltoztatása [6].
3.	Meglévő építményben új égéstermék-elvezető kémény létesítése.[7]
4.	Új, önálló (homlokzati falhoz rögzített vagy szabadon álló) égéstermék-elvezető kémény építése, melynek magassága a 6,0 m-t nem haladja meg [8].
5.	Kizárólag az épület homlokzatához rögzített elötető, védőtető , ernyőszerkezet építése, elhelyezése[9]
6.	Épületben az önálló rendeltetési egységek számának változtatása .

b. Engedélyezési tervek – bemenő adat a hőszivattyú és HMKE tervezéshez

