



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve:

Benke Mátyás

2021.

Hallgató törzskönyvi száma:

T007950/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Benke Mátyás

Szaktervezési szám: SZD21090213455446

Törzskönyvi szám: T007950/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Innovatív energetikai megoldású családi ház tervezése

A dolgozat címe angolul: Designing a family house with innovative energy solution

A feladat részletezése: 1. Szakirodalom kutatás

2. Alkalmazott technológiák bemutatása

3. Berendezések kiválasztása

4. Tervezés

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 06.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

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, 2021. 12. 07.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	3
2. ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁK ÉS KÉSZÜLÉKEK BEMUTATÁSA.....	4
2.1. Napelemes rendszerek	4
2.1.1. Napsugárzás	4
2.1.2. Napelemek hátrányai és előnyei	5
2.1.3. Inverter.....	6
2.1.4. Napelemek és fajtái	7
2.2. Hőszivattyús rendszerek.....	8
2.2.1. Hőszivattyús rendszerek fajtái	9
2.2.2. Hőszivattyús rendszerek működési elv szerinti csoportosítása.....	9
2.3. Kandalló.....	10
2.4. Egyéb védelmi készülékek	11
2.4.1. Áramvédő kapcsoló.....	11
2.4.2. Kismegszakítók	13
2.4.3. Túlfeszültség védelem	16
2.4.4. Tűzeseti lekapcsoló.....	17
2.5. Egyéb készülékek.....	18
2.5.1. Elosztószekrény	18
3. ALKALMAZANDÓ BERENDZÉSEK KIVÁLASZTÁSA.....	20
3.1. Napelemes rendszer	20
3.1.1. Napelem.....	20
3.1.2. Inverter.....	20
3.2. Hőszivattyú	21
3.3. Kandalló.....	22
3.4. Egyéb védelmi készülékek:	23
3.4.1. Áramvédő kapcsoló.....	23
3.4.2. Kismegszakítók	23
3.4.3. Túlfeszültség védelem	24
3.4.4. Tűzeseti lekapcsoló.....	24
3.4.5. AC leválasztókapcsoló.....	24
3.5. Egyéb készülékek:.....	24

3.5.1.	Elosztó szekrény	24
3.5.2.	Vezetékek	25
4.	TERVEZÉS	26
4.1.	Helyiség lista fogyasztóival együtt	26
4.2.	Vezeték méretezés	28
4.2.1.	DC oldal, napelemek és a DC elosztódoboz közötti vezeték.....	28
4.2.2.	DC oldal, DC elosztódoboz és az inverter közötti vezeték	29
4.2.3.	AC oldal, invert és az AC elosztódoboz közötti vezeték.....	31
4.2.4.	AC oldal, AC elosztódoboz és a mérőóra közötti vezeték	32
4.2.5.	A mérőórát és az elosztó szekrényt összekötő vezeték	33
4.2.6.	Bojler áramkörének méretezése	35
4.2.7.	Hőszivattyú áramkörének méretezése	36
4.2.8.	Sütő áramkörének méretezése	38
4.2.9.	V-2 világítási áramkör méretezése	39
4.3.	Áramkörök	41
4.4.	Elosztószekrény tervezés	42
4.5.	Napelemes rendszer	43
4.6.	Alkalmazott szabványok.....	46
5.	ÖSSZEFOGLALÓ	47
6.	SUMMARY	48
7.	IRODALOMJEGYZÉK	49
8.	ÁBRA ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	53
9.	MELLÉKLETEK	55

1. BEVEZETÉS

A 21. század legégetőbb problémája a hatalmas környezetszennyezés következtében kialakult globális felmelegedés. Amikor 2018-ban jelentkeztem az egyetemre, elhatároztam, hogy valamilyen módon teszek e probléma ellen. A feladatomnak ezért, egy zéró energiaigényű családi ház tervezését választottam.

Magában a feladatban külön inspirált az, hogy ez egy megvalósított projekt lesz, ráadásul a saját házunk. Illetve az, hogy a későbbiekben is hasonló feladatokkal és projektekkel szeretnék foglalkozni, s ösztönözni a társadalmunkat arra, hogy kisebb ökológiai lábnyommal éljünk. Ha az emberek valamivel több pénzt és fáradságot fektetnének például megújuló energiaforrásokra, az világszinten kedvező eredménnyel járna: megújuló energiaforrások alkalmazásával megóvhatnánk élőhelyünket a teljes kizsákmányolástól és beszennyezésétől.

Mivel a világ energiaigénye erősen növekvő tendenciát mutat, az alternatív energiaforrások alkalmazása még égetőbb és fontosabb kérdés számunkra. Hazánk és az Európai Unió számos megújuló energiaforrás létesítésével és telepítésével kapcsolatos támogatást biztosít, ami igen figyelemre méltó.

Ha az energia biztosítására szolgáló megújuló energiaforrásokon túl, házunk/lakhelyünk energiaigényének csökkentésére is törekszünk, még többet elérhetünk. Ezen csökkentést a hőszigetelésre fordított különös figyelemmel, a korszerű, energiatakarékos háztartási gépek használatával, valamint az energiatakarékos fényforrások alkalmazásával érhetjük el.

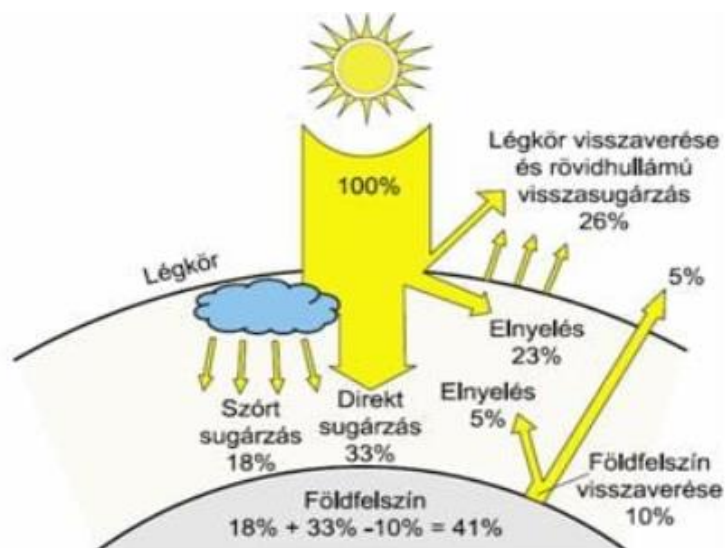
A dolgozat témája ennek okán, egy innovatív energetikai megoldású családi ház tervezése. Dolgozatomban a felhasználni kívánt energetikai megoldások mellett bemutatásra kerül az a tervező munka, melynek eredménye a ház villamos- és a telepítendő napelemes rendszer terve.

2. ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁK ÉS KÉSZÜLÉKEK BEMUTATÁSA

2.1. Napelemes rendszerek

2.1.1. Napsugárzás

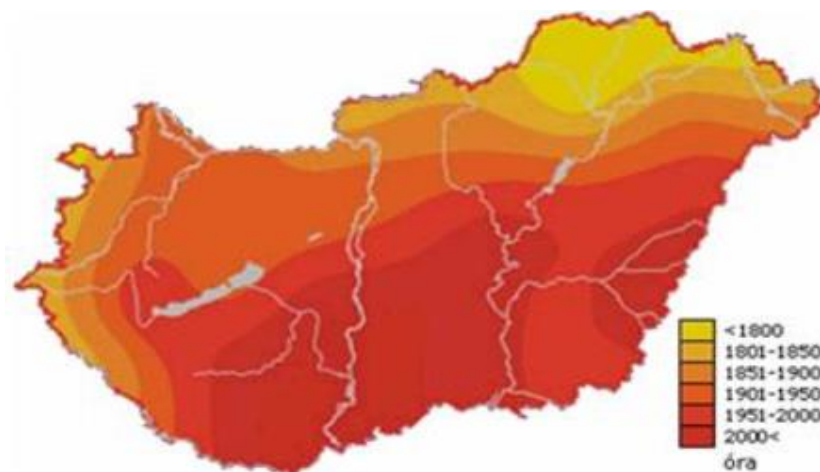
A Napból érkező napfény besugárzása jelentősen csökken a földfelszín eléréséig, ahol jelen esetben az felhasználásra kerül. Ez a folyamat tulajdonképpen a különböző veszteségek miatt adódik így. Ha a Napból érkező energiát 100 %-nak tekintjük, akkor ebből megközelítőleg 41 % éri el a földfelszínt, ugyanis a többi vagy reflektálódik, vagy valamilyen elnyelés során vesz el [nvsolar.hu, s.a.].



1. ábra A napsugárzás földi mérlege
nvsolar.hu, s.a.

Azt a bizonyos időtartamot, amíg a földfelszín közvetlen napsugárzás éri, napfénytartamnak nevezzük. A domborzati tényezők, a csillagászatilag lehetséges napfénytartam, valamint a felhőzet nagyban befolyásolja a napfénytartam mértékét. Hazánk legnaposabb és legkevésbé naposabb része között nincs nagy eltérés (~10%). A legnaposabb része a Duna-Tisza közének déli része, ahol valamivel 2000 óra feletti éves napsütés jellemző, míg a legkevésbé napos része az Alpokalja, ahol pedig éves szinten 1800 óra jellemző. Az évszakok változásával a legnaposabb területek összetétele is változik, míg nyáron az alacsonyabban fekvő területeken több a napos órák száma, télen ez a magasabban fekvő területekről mondható el. Ennek oka az, hogy télen gyakran

előforduló jelenség a köd, melynek okául az alacsonyabb területeket kevesebb napfény éri a hegységeinkkel szemben, melyek ezen ködsávok fölé érnek. Nyáron viszont a magasabban fekvő területekre jellemzőbb a borús, felhős időjárás melynek okán csökken a napsütötte órák száma az alacsonyabb területekkel szemben. Mivel Magyarországon nincs sok magas hegység, így ez akkora problémát, eltérést nem okoz, mint más országokban, de a különbség észlelhető [nvsolar.hu, s.a.].



2. ábra: Napsütötte órák száma
nvsolar.hu, s.a.

2.1.2. Napelemek hátrányai és előnyei

A napenergia alkalmazása mellett természetesen egyaránt vannak érvek és ellenérvek, bár fontos megállapítani, hogy szerencsére több mellette szóló érv van, mint ellene.

Használata mellett szól, hogy megújuló energiaforrás, így megóvhatjuk bolygónkat a kizsigerezéstől, hiszen a Nap még jó pár évig ellátja szolgálatát. A Föld erőforrásainak elhasználásán túl a környezetszennyezést is figyelembe kell vennünk manapság. A napelemek "működésük" közben nem bocsájtanak ki szennyező anyagot a környezet felé, tehát nem károsítják a környezetet. A panelek mellett szól még, hogy karbantartási költsége elenyésző, a gyártók sok évre szóló garanciával dolgoznak, valamint üzemelése nem von maga után zajt, ellentétben egy vízerőművel, így könnyen integrálható életünkbe. Magyarország fekvés szempontjából teljesen optimális a napenergia hasznosítására, de a világon szinte bárhol elérhető energiaforrás [napelemek-napkollektorok.hu, 2015].

Negatív tulajdonságnak róható fel, hogy termelése időszakos, valamint időjárásfüggő. Ez azt jelenti, hogy nyilvánvalóan a rendszer csak nappal termel, éjszaka nem. A termelést meghatározza az időjárás, ennek oka, hogy a panelek termelése felhős időben kevesebb, mint ragyogó napsütés esetén. Az időszakos szót lehet úgy is értelmezni, hogy télen kevesebb a napsütötte órák száma, mint nyáron, és a napsugarak beesési szöge is más, ennek hatására is változhat a termelés. A panelek előállítása nyilvánvalóan egy bizonyos mennyiségű káros anyag kibocsájtással jár, azonban ez nem számottevő. Napelemes rendszerek ellen szól még azon tény, hogy ezen rendszerek telepítése helyigényes. Természetesen nem egy háztartási méretű kis erőműé, amit akár tetőre helyezve is könnyen használhatunk, hanem nagyobb méretű napelem parkok, melyek feltehetően egy volt mezőgazdasági területre is épülhettek [napelemek-napkollektorok.hu, 2015.].

2.1.3. Inverter

A szolár panelek által megtermelt egyenáramot a számunkra használhatóbb váltakozó árammá kell alakítani, amely feladatot az inverter látja el. Ebből fakadóan egy napelemes rendszer elengedhetetlen eleme az inverter. A készülék lehet szigetüzemű, valamint hálózatra termelő. Mindkét esetben fontos, hogy az inverter a háztartási berendezéseinkhez, illetve az utóbbi esetben említett verzió esetében a szolgáltatói hálózatra csatlakozáshoz megfelelő minőségű árammá alakítsa át az erőmű által termelt egyenáramot. Magyarországon a szigetüzemű rendszerek még kevésbé elterjedtek néhány országhoz képest, ennél fogva a hazai piacon főként a hálózatra csatlakozó fajták elérhetőek. Azonban a szigetüzemű rendszereknek számos előnye van, például: olyan helyeken is alkalmazhatóak, ahol egyébként szolgáltatói ellátás nincsen (a hálózatra csatlakozó inverterek hálózati betápot igényelnek), valamint az áramszolgáltató, így nincsenek szigorú megkötései (230 V, 50 Hz, szinuszos jelalak) [napelemtanacsok.hu, s.a.].

Fontos dolog, hogy az invertert jól szellőző helyre kell tenni, mert a készülék könnyen melegedhet.

Néhány fogalom az inverterekkel kapcsolatban:

- Munkapont: Gyakorlatilag minden egyes külön tájolású panelcsoportot, vagyis stringet külön munkapontba kell kötni.
- Fázisszám: 1 vagy 3 fázisú lehet (1 fázisút maximum 5 kW-os rendszerig).

2.1.4. Napelemek és fajtái

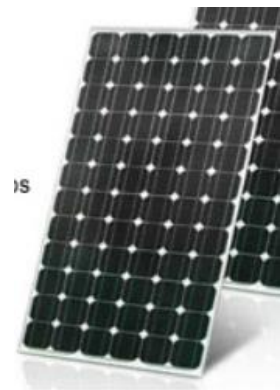
A napelemnek sok más alkalmazott neve is van, mint például fotovillamos elem, PV elem (photo-voltaikus). A napelem működési elve, hogy villamos energiává alakítja az elektromágneses sugárzást. „Az energiaátalakítás alapja, hogy a sugárzás elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektrokémiai potenciálok, illetve az elektron kilépési munkák különbözőségeiből adódó beépített elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít, vagyis elektromos áram jön létre.” Fontos megjegyezni, hogy ezen jelenség nem csak a természetes napfény esetén jön létre, hanem bármely megfelelő fényspektrumú fényforrás esetén is működik [hu.wikipedia.org, 2021].

Típusok:

- **Monokristályos:** Elektromos térben, henger alakúra kihúzzák a monokristályos szilíciumot, majd ez, egy tömbbe dermed meg, ezért is mono, vagyis egykristályos [napelem.net, s.a.].

Előállításuk rendkívül drága, azonban élettartama már több mint 30 év. Ezen típus nem tudja jól hasznosítani az „árnyékolt fényt”, inkább a „tiszt” napfényre tervezték. Hőre érzékeny.

Hatásfok: 15-18%



3. ábra: Monokristályos napelem napelem.net, s.a.

- **Polikristályos:** Az idő alatt, míg négyzet alakú tömbökbe öntik a polikristályos cellákat, a szilícium több kristályban dermed meg. Ezért is poli, vagyis többkristályos [napelem.net, s.a.].

Előállítása olcsóbb, mint a monokristályosé, élettartama azonban 20-25 évre tehető. Árnyékra szintén érzékeny. Hatásfok: 13-16%



4. ábra: Polikristályos napelem
napelem.net, s.a.

- **Vékonyréteg technológia (amorf):** Ennél a technológiánál a gyártás során az előzőekhez képest az a különbség, hogy nem tömbökből vágják a cellákat, hanem fizikai, vagy éppen kémiai lecsapatással viszik fel a félvezető réteget az üvegre vagy más hordozó felületre [napelem.net, s.a.].

Előállítása jelenleg a legolcsóbb, de élettartama kb. 20 év. Kevésbé érzékeny a hőre, valamint a szórt fényre.

Hatásfok: 6-10%



5. ábra: Vékonyrétegű technológia napelem.net, s.a.

2.2. Hőszivattyús rendszerek

„A hőszivattyú olyan berendezés – kalorikus gép –, mely arra szolgál, hogy az alacsonyabb hőmérsékletű környezetből hőt vonjon ki, és azt magasabb hőmérsékletű helyre szállítsa, majd leadja az ottani környezetnek. Használatának célja a hőenergiával való gazdálkodás, melynek során hűtési energiát fűtésben (pl. melegvíz-készítésben) fel lehet használni, illetve környezeti hőt lehet hasznosítani [hu.wikipedia.org, 2021.]”

A hőszivattyút akár hasonlíthatjuk egy speciális hűtőszekrényhez is, ami éppen fordítva működik, mint a hagyományos, hiszen működési elve hasonló elven alapszik, ez esetben a meleg oldalon leadott hőt hasznosítják. A hőszivattyúk ”teljesítményét”, valamint ”jóságát” a szezonális hatásfok mutatja, másnéven SCOP. Ez a mutató a befektetett villamos energia, valamint az előállított hőenergia arányát szezonális értékekkel korrigálja.

2.2.1. Hőszivattyús rendszerek fajtái

- **Levegő-víz hőszivattyú:** Ezen típus működési elvének lényege, hogy a kívánt energiával vizet melegítünk, amit pedig a levegőből tudunk kinyerni. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a beventillált meleg levegőt egy hőcserélőn vezetik át. A hőcserélő másik fele a vizes kört melegíti fel, s a folyamat végén a hidegebb levegő visszajut a környezetbe. Ebből fakadóan minél hidegebb a levegő hőmérséklete, annál kevésbé hatékony a hőszivattyú, mely nagyobb villamos energia fogyasztást eredményez.

Előnyei: a legolcsóbb és egyben legegyszerűbb hőszivattyús fűtési rendszer, melyet könnyen lehet telepíteni, akár már kész fűtési rendszerhez is, valamint sok helyen lehet alkalmazni [rifeng-hoszivattyu.hu, s.a.].

- **Víz-víz rendszerű hőszivattyú:** Azokat az energiákat, melyek a föld alatt, vagy a vízben raktározódnak, víz segítségével nyerhetjük ki, ezáltal mindkét oldalon víz lesz a közvetítő közeg. A víz-víz rendszerű hőszivattyúk csoportjába sokfajta típust sorolhatunk, ilyen például:

- talajszondás hőszivattyú,
- ásott vagy fűrt kutas hőszivattyúk,
- talajkollektoros hőszivattyúk,
- nyílt vízbe süllyesztett kollektorcsöves hőszivattyúk.

Ezen rendszerek előnye, hogy hűtésre is alkalmasak [rifeng-hoszivattyu.hu, s.a.].

2.2.2. Hőszivattyús rendszerek működési elv szerinti csoportosítása

- **Elektromos hőszivattyú:** A hőszivattyúk többsége kompresszorral működik. Ezen kompresszort többféle módon is lehet hajtani, az elektromos hőszivattyúk kompresszorát egy villanymotor hajtja.
- **Gázmotoros hőszivattyú:** A gázmotoros hőszivattyú működése csupán annyiban tér el az elektromostól, hogy a kompresszort egy gázmotor hajtja. Ezen típus primer-energetikai hatásfoka kiugróan magas.

- **Abszorpciós hőszivattyú:** „Működési elve az abszorpciós hűtőéhez hasonlítható. A földgáztüzelésű abszorpciós hőszivattyúban a körfolyamatot nem mechanikus (kompresszor) energia tartja működésben, hanem bevitt hőenergia, amit gáztüzeléssel biztosítunk. Tehát a földgáztüzelésű hőszivattyú egy kazán és egy abszorpciós hűtőgép kombinációja, amely egyaránt alkalmas fűtésre és hűtésre is, egyes típusai akár egyidejűleg is [ezermester.hu, s.a.]”

2.3. Kandalló

Kandallófajták közül hármat mutatnék be. Az első és egyben a legegyszerűbb, mondhatni hagyományos kandalló, a légfűtésű kandalló, ami lényegében a beáramló ”hideg” levegőt melegíti fel, és ezt a ”meleg” levegőt vagy felül engedi kiszállni, vagy akár egy szellőzőrendszer segítségével más helyiségekbe juttat el. A másik elterjedt típus a vízteres kandalló. E kandallótípus nem csak a levegőt melegíti, hanem vízcsöveket is. Alapvetőleg kettő kialakítási módja van a vízteres kandallóknak: zártrendszerű és nyíltrendszerű. A nyíltrendszernek a lényege, hogy a melegített vízcsövekben lévő víz hőjét egy hőcserélő segítségével átadjuk egy másik rendszer részére, ami ezt követően vagy a puffertartájba továbbítja az adott hőmennyiséget, vagy a fűtési rendszer használja fel. A zártrendszer annyiban tér el az előzőtől, hogy a fűtési rendszer közvetlenül a kandallótól kapja az adott hőmennyiséget. A vízteres kandallók nagy előnye, hogy a fűtési rendszerre is rá tud segíteni, így a kandallótól távolabb eső helyiségeket is könnyedén ki lehet fűteni. A rendszer könnyen applikálható, már meglévő fűtési rendszerhez is. Végezetül csak említésként tárgyalnám a gázfűtésű kandallót. Ez kimondottan nem gyakori.

Természetesen tüzelőanyag alapján is csoportosíthatjuk a kandallókat. Alapvetően három tüzelőanyag terjedt el: fa vagy fabrikett, pellet, valamint ritkább esetben szén.

Kialakítást tekintve léteznek zárt és nyílt égésterű kandallók is egyaránt, azonban utóbbi kisebb kapacitással bír, főként dizájn szerepe van nyitottságának [morokandallo.hu, s.a.].

2.4. Egyéb védelmi készülékek

2.4.1. Áramvédő kapcsoló

A Kirchhoff csomóponti törvényén alapuló áramvédő kapcsoló (ÁVK), vagy másnéven Fí-relé működési elve a következő: az üzemi vezetőket egy vasmag ablakán keresztül vezetjük, ami mágneses fluxust gerjeszt. Amennyiben a védendő berendezés megfelelően működik, az áramok pillanatnyi előjeles értékeinek összege nullát ad, tehát nincs gerjesztés. Azonban, ha berendezés testzárlatos, akkor az áram egy bizonyos része a védővezetőn, valamint a berendezés testén folyik vissza, így az áramok előjeles összege már nem zérus, és ezáltal gerjesztés jön létre. A gerjesztés hatására feszültség indukálódik és ha egy bizonyos áramértéket meghalad, amelyet egy áramrelé figyel, akkor abban az esetben a védelem aktiválódik [hu.wikipedia.org, 2021.].

A 230 voltos hálózatokon alkalmazott áramvédő kapcsolók 2 pólusúak (L, N), míg a 3 fázisú 400 voltos hálózatokon úgynevezett 4 pólusúak (L₁, L₂, L₃, N).

Az ÁVK-kat csoportosíthatjuk a szivárgóáram védelmi osztálya szerint:

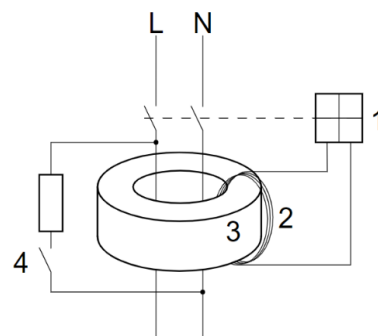
- A típus: Az "A" típusú áramvédő kapcsoló váltakozó áramra és pulzáló egyenáramra érzékeny.
- AC típus: Az "AC" típusú áramvédő kapcsoló csak szinuszos váltakozó áramra érzékeny.
- B típus: A "B" típusú áramvédő kapcsolókat változtatható fordulatszámú motorokhoz ajánlatos használni. A váltakozó áramrendszereken kívül egyenáramú rendszerek esetén is alkalmazzák.
- S típus: A szelektív áramvédő kapcsolók késleltetéssel vannak ellátva, így ugyanarra a hibaáramra később kapcsol le, mint a hagyományos.
- F típus: Az "F" típusú áramvédő kapcsolókat frekvenciaváltók esetén alkalmazzák [megaohm.hu, s.a.].

Felszerelésük 35 mm-es sínre történik, valamint IP00 védettséggel bírnak. Minden ÁVK-t célszerű időközönként (havonta) tesztelni, hiszen megbízhatóságuk évről-évre romlik.

Elvi kapcsolása a következő:

Idézet: „

1. Elektronika az áramváltóhoz
2. Áramváltó szekunder tekercs
3. Áramváltó transzformátor vasmag
4. Teszt kapcsoló [hu.wikipedia.org, 2021.]”

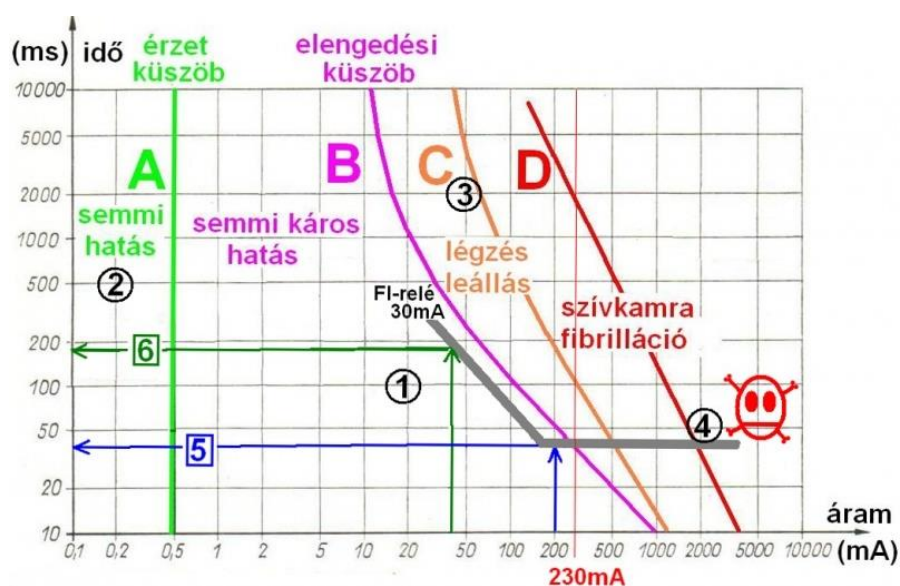


6. ábra: ÁVK elvi kapcsolása
hu.wikipedia.org, 2021.

Az ÁVK néhány fontos jellemzője:

- érzékenysége,
- névleges árama,
- az adott hálózat esetén 1 vagy 3 fázisú (pólusok száma),
- modulszám,
- szivárgóáram védelmi osztálya.

„Az IEC (Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság) által meghatározott ábra az áramütés lehetséges hatásairól [villanylap.hu, 2014.]”:

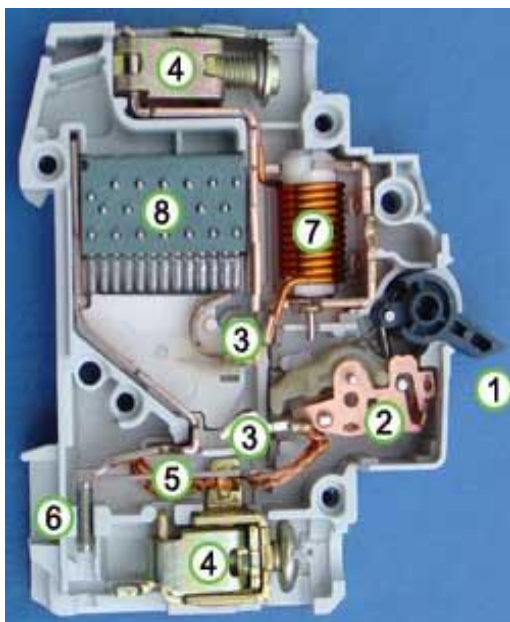


7. ábra: Áramütés lehetséges hatásai
villanylap.hu, 2014.

2.4.2. Kismegszakítók

A kismegszakítók olyan kapcsoló szerkezetek, amelyek rendelkeznek tartós túláram elleni és zárlati áram elleni védelemmel. A tartós túlterhelést egy bimetál segítségével kapcsolja le, a zárlati áram pedig egy elektromágnes segítségével oldja ki a reteszelő szerkezetet. Felszerelésük 35 mm-es sínre történik, valamint IP00 védeettséggel bírnak [megaohm.hu, s.a.].

Felépítésük:



8. ábra: Kismegszakító felépítése
hu.wikipedia.org, 2021.

Idézet: „

1. Működtető kar
2. Működtető szerkezet
3. Érintkezések
4. Csatlakozó csavarok
5. Bimetál-leválasztja az érintkezést, kisebb hosszabb távú túlterhelésekre
6. Kalibráló csavar-lehetővé teszi a gyártónak, hogy pontosan beállítsa a kioldóáramot, az eszköz összeszerelése után
7. Zárlati kioldó tekercs
8. Ívöltókamra [hu.wikipedia.org, 2021.]”

Vezetékvédő kismegszakítók kioldási karakterisztikája:

jelleggörbe	Termikus kioldó			Elektromágneses kioldó		
	kisebb vizsgáló áram I_1	nagyobb vizsgáló áram I_2	kioldási idő	tartás	kioldás	kioldási idő
B	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$> 1 \text{ h}$ $< 1 \text{ h}$	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$	$> 0,1 \text{ s}$ $< 0,1 \text{ s}$
C	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$> 1 \text{ h}$ $< 1 \text{ h}$	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$	$> 0,1 \text{ s}$ $< 0,1 \text{ s}$
D	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$> 1 \text{ h}$ $< 1 \text{ h}$	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$	$> 0,1 \text{ s}$ $< 0,1 \text{ s}$

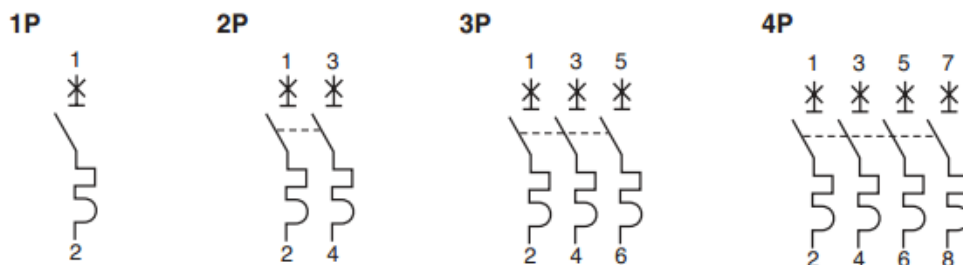
9. ábra: Vezetékvédő kismegszakítók kioldási karakterisztikája
Ism., 2020.

Kismegszakítók jelölései:

- a kismegszakító gyártója,
- típusszám,
- állapotjelző. Ha zöld az áramkör nyitva, ha piros, az áramkör zárva van,
- kioldási karakterisztika,
- névleges üzemi áram,
- névleges üzemi feszültség,
- névleges üzemi frekvenciája
- bekötési rajz,
- vonatkozó specifikációk, háztartási és ahhoz hasonló felhasználás esetén,
- a kismegszakító hálózati csatlakozó pontja,
- névleges zárlati áram kapcsoló, megszakító képesség (I_{cn}),
- kétállású kapcsolókar,
- a kismegszakító kétállású kapcsolója,
- CE jelölés tanúsítja, hogy a kismegszakító megfelel az európai előírásoknak [megaohm.hu, s.a.].

Fontos, hogy pólusszám alapján megkülönböztetjük őket, lehetnek 1,2,3, valamint 4 pólusúak.

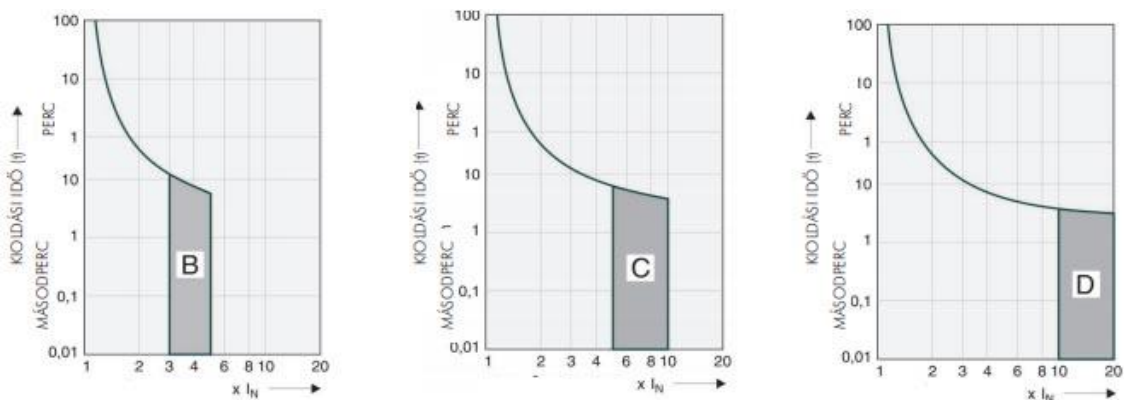
Bekötési rajzuk pólusszám alapján a következő:



10. ábra: Kismegszakítók bekötése pólusszám alapján
Ism., 2020

A kismegszakítókat 3 csoportra lehet osztani kioldási karakterisztikájuk alapján:

- „B jelű: B karakterisztikával rendelkező túláram védelmi készülék esetében a késleltetés nélküli elektromágneses gyorskioldó a névleges áram 3-5 szörösére van állítva. Vagyis egy B10-es kismegszakító esetében azt fogja jelenteni, hogy a késleltetés nélküli pillanatkioldó 30A és 50A közötti tartományban fog megszólalni. Jellemzően ohm-os fogyasztók túláram védelmére alkalmazhatóak, mint például elektromos tűzhely, hőtárolós vízmelegítő vagy elektromos fűtőkészülékek stb.
- C jelű: C karakterisztikával rendelkező kismegszakítók késleltetés nélküli gyors kioldója a névleges áramérték 5-10 -szeresére van állítva. Ez azt jelenti, hogy C10-es kismegszakító gyorskioldója 50A és 100A közötti tartományban fog megszólalni. C karakterisztikájú védelmi készüléket érdemes használni az induktív jellegű és kapcsoló üzemű tápegységekkel rendelkező fogyasztók vezetékvédelmére. A háztartásokban is számos induktív fogyasztó fordul elő, ilyen készülék például a mosógép és mosogatógép, légkondicionáló berendezés, szagelszívó berendezés, hűtőszekrény, mikrohullámú sütő stb.
- D jelű: D kioldási karakterisztika: D kioldási karakterisztika esetében a késleltetés nélküli kioldó már a névleges áramérték 10-20 -szorosára van állítva. Ebben az esetben a D10-es kismegszakító gyorskioldója már 100A és 200A közötti tartományban fog működésbe lépni. Elsősorban ipari felhasználása a jellemző. Fogyasztó csoportok vezetékvédelmére alkalmazzák. Háztartási jellegű felhasználása a legritkább esetekben lehet indokolt [megaohm.hu, s.a.]”



11. ábra: Kismegszakítók karakterisztikája
zipernowsky.hu, 2015.

2.4.3. Túlfeszültség védelem

Túlfeszültség védelmi eszközök esetén vannak korlátozó, illetve védelmi eszközök.

Korlátozó eszköz pedig:

- fémoxidos túlfeszültség korlátozó,
- szupresszor dióda,
- R-C csillapító tagos túlfeszültség korlátozó,

Védelmi eszköz lehet:

- túlfeszültség levezető,
- oltócső,
- szikraköz,
- nemesgáztöltésű túlfeszültség levezető [Ramocsa, 2019, 184].

Védelmi szint szerint pedig a következő fajták léteznek:

- T1 (régebben B),
- T2 (régebben C),
- T1+T2 (régebben B+C),
- T3 (régebben D).

Háztartási méretű épületek esetében a legkézenfekvőbb típusú védelmi készülék a T1+T2. Ennek nem csak helytakarékosági oka van, hanem gazdasági is. A T3 fokozatot kivéve, az összes többi (T1, T2, T1+T2) típust az elosztószekrényben helyezik el. A T3 típusú készüléket célszerű a védendő berendezésnél, vagy a készülékhez minél közelebb helyezni [legrand.hu, s.a.].

A 3x400/230 V 50 Hz-es hálózatok belső villám-, és túlfeszültségvédelmét több lépcső megvalósításával szükséges megoldani. A több fokozat azért kell, mert a villámimpulzus rendkívül nagy energiatartalmát csak több fokozatban tudjuk levezetni oly módon, hogy a maradék túlfeszültség kisebb legyen, mint a védendő készülék, vagy berendezés szigetelési szilárdsága. A túlfeszültség védelmi egységet az épületet ellátó fővezeték és az EPH-csomópont közé tanácsos elhelyezni [Ramocsa, 2019, 186.].

2.4.4. Tűzeseti lekapcsoló

A tűzeseti, vagy másnéven leválasztó kapcsoló alkalmazásának célja, hogy tűz esetén biztonságosan és egyben gyorsan tudjuk lekapcsolni a DC oldalt. Ennek főként az emberi élet fontossága ad jelentőséget, mind az épületen belül tartózkodók, és a tűzoltók esetében, de ezen felül anyagi oka is van. Modernebb inverterek már alapból rendelkeznek DC leválasztó kapcsolóval.

A kapcsolóknak működésük szerint 3 fajtája van:

- Feszültségcsökkenés esetén működők: A kapcsolók feszültségcsökkenés esetén lépnek működésbe. A piac "legolcsóbb" fajtájú lekapcsolója, ennek oka az, hogy automatikus visszakapcsolással nem rendelkeznek.
- Motoros tűzvédelmi kapcsolók: Ezen típus az előzőtől annyiban tér el, hogy már rendelkezik automatikus visszakapcsolással.
- Munkaáramú kioldású tűzvédelmi kapcsolók: A kapcsoló gerjesztés hatására old ki. Ez a típus két feltétellel üzemel megfelelően; ha működtethető a főbejáratról is a kapcsoló, valamint tűzálló kábeleket használunk. [napelem.blog.hu, 2018.]



17. ábra: Tűzvédelmi lekapcsoló
napelem.blog.hu, 2018.

2.5. Egyéb készülékek

2.5.1. Elosztószekrény

Az elosztószekrény egy olyan villamos készülék, ami a villamos energia elosztásához, a túláram védelmi készülékeket, kismegszakítókat, biztosítókat, kapcsolókat, reléket, nullavezető leszorítókat stb. tartalmazza. Ha a fogyasztói főelosztó tábla az épületen belül helyezkedik el, akkor ezt, a bejárat közelében szükséges elhelyezni. Az elosztószekrények lehetnek süllyesztettek, falon kívül felhelyezettek, illetve magasabb IP védettségű szinttel rendelkezők. Az elosztótáblákat jelölésekkel kell ellátni, hogy a készülékek hovatartozása szakképzetlen személy részére is félreérthetetlen legyen [Ramocsa, 2019, 57.].

Rendeltetés szerint léteznek:

- egy- vagy többfázisú,
- világítási és ipari,
- falra szerelhető vagy süllyesztett kivitelű,
- egy vagy több áramkörös [Ramocsa, 2019, 57.].

Az elosztótáblán megtalálható a 35 mm-es kalapsín, amire a moduláris sorolható készülékeket pattintjuk, valamint PE és N sín.

A leggyakoribb moduláris eszközök a következők:

- kismegszakító,
- áramvédő kapcsoló,
- mágneskapcsoló,
- leválasztó kapcsoló,
- impulzusrelé,
- erősáramú relé,
- lépcsőházi automata,
- csengőtranszformátor,
- túlfeszültség levezető [Ramocsa, 2019, 57.].



12. ábra: Elosztószekrény
elosztoszekreny.hu, s.a.

3. ALKALMAZANDÓ BERENDZÉSEK KIVÁLASZTÁSA

3.1. Napelemes rendszer

3.1.1. Napelem

Panelnek a BSD egy 0,395 kW-os monokristályos, fél cellás darabját választottam. Maga a panel 1002mm x 2008mm-es. Választásom azért esett a monokristályosra, mert a hosszútávú megtérülése jobb a polikristályossal szemben, valamint a telepítési hely nem árnyékos, így kifizetődőbb. Fontos szempont volt ezen kívül még a hosszú élettartam és a magas hatásfok, mely szintén a monokristályos panelekre jellemző. A gyártó által állított hatásfok több, mint 19,5%. A gyártó 90%-os teljesítményt garantál 10 évig, 80%-os teljesítményt pedig 25 évig.

A panel részletes adatai megtekinthetők a melléklet 3. oldalán.

A panelek betoncserépre lesznek rögzítve a következő módon, a következő szükséges anyagokkal:

- sín,
- síntoldó szett,
- facsavar,
- állítható kampó,
- univerzális végleszorító,
- univerzális köztes leszorító,
- csavar,
- anya,
- alátét.



13. ábra: Napelem rögzítése
napelemek.net, s.a.

3.1.2. Inverter

Inverternek az ABB egy 10 kW-os rendszerhez tartozó inverterét választottam, mivel a telepítendő rendszer 9,085 kW. A rendszerméretből fakadóan 3 fázisú inverter. Kettő tetőfelületre lesz napelem telepítve, így az inverter munkapontjainak száma 2. A választás során fontos kritérium volt a magas hatásfok.

Az inverter részletes adatai megtekinthetők a melléklet 4. oldalán.

Néhány technikai jellemző:

- Kimeneti teljesítmény: 11 kW
- $I_{be} = 34 \text{ A}$
- $U_{be} = 200 \text{ V} - 850 \text{ V}$
- Hatásfok: 97 %
- Munkapontok: 2 db
- Tömege: 41 kg



14. ábra: Inverter
new.abb.com, a.s.

3.2. Hőszivattyú

Hőszivattyúnak a Hitachi YUTAKI S COMBI RWD-2.5NWE típusát választottam. Maga a hőszivattyú egy 6 kW-os, 260 literes beépített tartályos darab. A választásom oka az volt, hogy energetikai számítások szerint a ház fűtési hőigénye 15 kW, amelyből 10 kW-ot a kandalló tesz ki, így kisebb ráhagyással a legnagyobb hidegben sem fog problémát okozni a ház melegen tartása. A levegő-víz hőszivattyú nem csak a fűtés-hűtésért felel, hanem a használati melegvíz előállításának egy részéért is felel. A legfontosabb oka annak, hogy ezt a típust választottam, hogy jelenleg a piacon ennek a típusnak van a legmagasabb szezonális hatásfoka ($SCOP=5,25$), de ezen kívül szempont volt még, hogy a későbbiekben, ha okosotthonra vágynánk, akkor ennek a típusnak van okosotthon csatlakozási lehetősége.

A hőszivattyú részletes adatai megtekinthetők a melléklet 14-15. oldalán.



15. ábra: Hőszivattyú beltéri és kültéri egysége
caloric.pl, s.a.

3.3. Kandalló

Kandallónak a Kratki Aquario Z10-es modelljét választottam. Ez egy vízteres kandalló, aminek oka az, hogy szükséges rásegítenie a használati melegvíz előállítására, valamint a távolabbi helyiségek fűtésére. Maga a kandalló 10 kW-os, ebből 7 kW megy a víztérhez, 3 kW pedig a kandalló üvegen át kibocsátott hőmennyiség. Hatásfoka 80-82 %-ra tehető, ami a kandallók között magas.



16. ábra: Vízteres kandalló
dobrykominek.com, s.a.

3.4. Egyéb védelmi készülékek:

3.4.1. Áramvédő kapcsoló

Az MSZ HD 60364-4-41:2018 szabvány alapján minden új villamos hálózat létesítésekor, valamint felújításakor 32A-ig kötelező ÁVK használata. A szabvány meghatározza még azt is, hogy lakóépületek esetén 30 mA hibaáram érzékenységu ÁVK-t kell alkalmazni. Készülék- választásnál figyelembe kellett venni, hogy 3 fázisú rendszerről van szó, tehát 4 pólusú készülékére van szükség, illetve a napelemes rendszer miatt B típusúnak kell lennie (DC hibaáramra is érzékeny). Ezek függvényében áramvédő kapcsolónak a következő jellemzőkkel ellátott Schneider A9Z51440 terméket választottam:

- Érzékenység: 30 mA
- I_n : 40 A
- Jelleggörbe: B
- Pólusszám: 4
- Névleges megszakító képesség: 6 kA

3.4.2. Kismegszakítók

Az MSZ EN 60364-4-43:2010 szabvány a túláram védelmi készülékeket tárgyalja. A különböző áramkörök részére más-más méretű és karakterisztikájú megszakítókat választottam. A világítási áramkörök részére B karakterisztikájú, 16 A-es megszakítókat választottam. Az erőátviteli áramkörök részére C karakterisztikájú (az esetleges induktív fogyasztók végett), 16 A-es megszakítókat, kültérre és a vizes helyiségekbe mind az erőátviteli és mind a világítási áramkörök, valamint a bojler áramkör részére 2 pólusú megszakítókat helyeztem el. A napelemes rendszer részére C karakterisztikájú 4 pólusú 16 A-es kismegszakítót helyeztem. A sütő részére 16 A-es B karakterisztikájú (mivel, hogy ohmos fogyasztó) 3 pólusú kismegszakítót terveztem.

3.4.3. Túlfeszültség védelem

- DC oldal: A Weidmüller VPU PV II 3 típusú készüléket választottam, mely II.-es védelmi fokozattal rendelkezik.
- AC oldal: Szintén a Weidmüller családból választottam, a VPU II. 3+1 300/50-es típusát. A készülék szintén II-es védelmi szinttel rendelkezik.

3.4.4. Tűzeseti lekapcsoló

DC leválasztó kapcsolónak a Santon típusú kapcsolót választottam. A leválasztó kapcsoló motorikus, tehát automata le- (3 ms-on belül) és visszakapcsolású áramszünet esetén, amely komoly érv emellett az eszköz mellett. További jellemzői, hogy 4 pólusú, valamint 2 sztring köthető rá, ami számomra fontos szempont. A lekapcsoló terhelhetősége 1000 V (DC) [tobuy.hu, s.a.].

3.4.5. AC leválasztókapcsoló

AC leválasztókapcsolónak a Socomec M1 3P 25A típusú készüléket választottam. Mivel a készülék csak 3 pólusú, ezért szükséges még alkalmazni egy pólusbővítőt, ami pedig a Socomec M1 1P 25A-es pólusbővítője.

3.5. Egyéb készülékek:

3.5.1. Elosztó szekrény

Elosztó szekrénynek egy 3 soros, 54 modulos szekrényt választottam. A kivitelezés 34 modul méretnyi moduláris eszközt igényel. Ezt a méretet érdemes 20 %-kal túlméretezni későbbi bővítés esetére. 20 %-os ráhagyással 41 modulos szekrényre lenne szükség, ezért választottam a következő méretet, az 54 modulost. A szekrény falba süllyeszthető kivitelű.

3.5.2. Vezetékek

A napelem panelekhez szolár kábeleket terveztem. A DC elosztó doboz és az inverter közé, az inverter és az AC doboz, valamint az AC doboz és a mérőóra közé vezetéket terveztem.

A kivitelezés során 2 fajta vezetéket alkalmaztam a ház alap áramköreihez; MT, valamint MKH vezetéket. Az áramköröket tekintve a világítási áramkörök $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ -es vezetékkel, míg az erőátviteli, bojler és redőny áramkörök $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ -es vezetékkel, a sütő és a hőszivattyú áramköre $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$ -es vezetékkel, valamint a napelemes rendszer áramköre $5 \times 4 \text{ mm}^2$ -es vezetékkel lett megvalósítva. A vezetékek típusa NYM-J.

MT kábel:

- Műanyag szigetelésű
- Tömör vezeték



18. ábra: MT kábel felépítése
vollervill.hu, s.a.

MKH kábel:

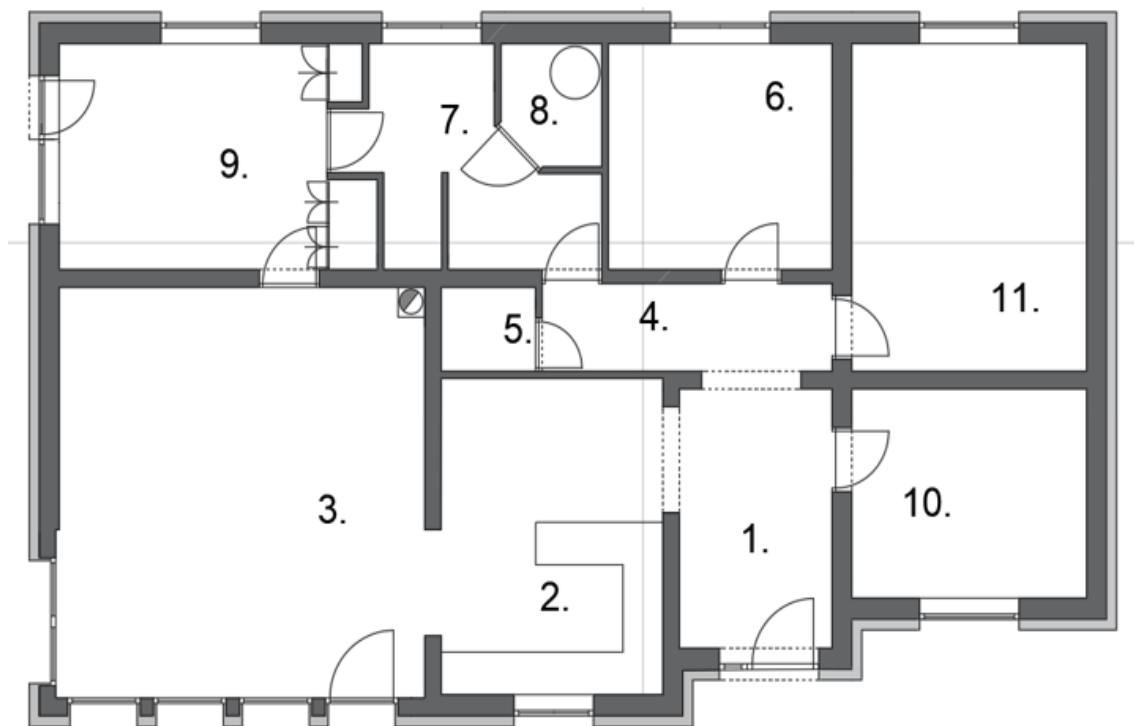
- Műanyag szigetelésű
- Különösen hajlékony



17. ábra: MKH kábel felépítése
ampertrade.hu, s.a.

4. TERVEZÉS

4.1. Helyiség lista fogyasztóival együtt



19. ábra: Ház alaprajz
Saját terv

1. Előszoba
2. Konyha
3. Nappali
4. Folyosó
5. WC
6. Kis szoba
7. Fürdő
8. Kazánház
9. Hálószoza
10. Közepes szoba
11. Nagyszoba

Helyiség megnevezése	Fogyasztó	Névleges teljesítmény [kW]	Mennyiség [db]
1.Helyiség (előszoba)	Spot lámpa	0,01	5
2.Helyiség (konyha)	Spot lámpa	0,01	8
	Sütő	7,2	1
	Hűtő	0,09	1
	Mikróhullámú sütő	0,8	1
	Szagelszívó ventilátor	0,4	1
	Mosogatógép	1	1
3.Helyiség (nappali)	Spot lámpa	0,01	6
	TV	0,15	1
	Csillár	0,04	1
4.Helyiség (folyosó)	Spot lámpa	0,01	3
5.Helyiség (wc)	Spot lámpa	0,01	1
	Szagelszívó ventilátor	0,02	1
6.Helyiség (kis szoba)	Spot lámpa	0,01	6
	TV	0,15	1
	Motoros redőny	0,12	1
7.Helyiség (fürdő)	Spot lámpa	0,01	7
	Szagelszívó ventilátor	0,025	1
8.Helyiség (kazánház)	Hőszivattyú	6	1
	Vízkeringtető szivattyú	0,01	1
	Vízkeringtető szivattyú	0,03	2
	Mosógép	1,3	1
	Szárítógép	1	1
	Bojler	1,5	1
	Spot lámpa	0,01	1
	Szagelszívó ventilátor	0,025	1

9.Helyiség (hálószoza)	Spot lámpa	0,01	8
	TV	0,12	1
	Motoros redőny	0,12	2
10.Helyiség (közepes szoba)	Spot lámpa	0,01	8
	TV	0,12	1
	Motoros redőny	0,12	1
11.Helyiség (nagyszoba)	Spot lámpa	0,01	8
	TV	0,12	1
	Motoros redőny	0,12	1
12.Kültér	Spot lámpa	0,01	20
	Hűtő	0,09	1

1. Táblázat: Helyiség lista fogyasztóival

4.2. Vezeték méretezés

A vezeték méretezést nézve a napelemes rendszert, a nagyobb fogyasztók egy részét, valamint a világítási áramkörök közül a legterheltebbet vezettem le. A többi áramkör méretezése során a levezetett számításokkal azonos módon és elven jártam el. A vezeték méretezéseket feszültségesésre végeztem el, mivel $\cos \varphi > 0,8$ [Dr. Novothny, 2010, 279.].

4.2.1. DC oldal, napelemek és a DC elosztódoboz közötti vezeték

Mivel kettő sztring lesz telepítve, ezért csak a terheltebb sztringre végeztem el a számítást, a különbség jókora, az egyiken 16, míg a másikon 7 db panel van. A szolárkábelek esetében a legkisebb alkalmazott kábelméret a 4 mm²-es. Erre az esetre feszültségeséssel vizsgálom a keresztmetszetet, hogy valóban elegendő-e, a következő módon:

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ϵ) 1%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_{mp}}{2}$$

Ahol:

e' - feszültség esés [V]

$\varepsilon = 1\%$ - megengedett feszültség esés [%]

$U_{mp} = 791,2$ V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = \frac{1}{100} * \frac{791,2}{2} = 3,96 \text{ V}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_{sc} * l_v$$

Ahol:

$I_{sc} = 10,35$ A - vezetéken átfolyható maximális terhelőáram [A]

$e' = 3,96$ V - feszültség esés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

$l_v = 35$ m - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm^2]

Ami:

$$A_{sz1} = \frac{1}{56 * 3,96} * 10,35 * 16 = 1,63 \text{ mm}^2$$

A sztring kábel esetén, így az alkalmazandó vezeték keresztmetszet (4 mm^2) nagyobb, mint számított, tehát megfelelő.

4.2.2. DC oldal, DC elosztódoboz és az inverter közötti vezeték

A DC elosztódoboz és az inverter között szintén 2 sztring kábel lesz, ezek közül, ahogy az előbb is, a jobban terheltre végzem el az ellenőrzést. A szolárkábelek esetében a legkisebb alkalmazott kábelméret a 4 mm^2 -es. Erre az esetre feszültségesséssel vizsgálom a keresztmetszetet a következő módon, ahogy az előző esetben is:

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_{mp}}{2}$$

Ahol:

e' - feszültség esés [V]

ε = 1% - megengedett feszültség esés [%]

U_{mp} = 791,2 V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = \frac{1}{100} * \frac{791,2}{2} = 3,96 \text{ V}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_{sc} * l_v$$

Ahol:

I_{sc} = 10,35 A - vezetéken átfolyható maximális terhelőáram [A]

e' = 3,96 V - feszültség esés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega mm^2}{m} \right]$

l_v = 1 m - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm²]

Ami:

$$A_{sz1} = \frac{1}{56 * 3,96} * 10,35 * 1 = 0,05 \text{ mm}^2$$

A sztring kábel esetén, így az alkalmazandó vezeték keresztmetszet (4 mm²) nagyobb, mint számított, tehát megfelelő.

4.2.3. AC oldal, invert és az AC elosztódoboz közötti vezeték

Az AC elosztódoboz és az inverter közötti vezeték az inverter maximális kimeneti teljesítményére méreteztem, hogy esetleges rendszerbővítés esetén ne legyen probléma.

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

Ahol:

e' - feszültség esés [V]

ε = 1,5% - megengedett feszültség esés [%]

U_n = 400 V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = 0,75 * \frac{1,5}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,60 \text{ V}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_n * l_v$$

Ahol:

I_n = 16 A - vezetéken átfolyható max. terhelőáram (inverter max. kimeneti árama) [A]

e' = 2,60 V - feszültség esés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega mm^2}{m} \right]$

l_v = 1 m - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm²]

Ami:

$$A_{sz1} = \frac{1,5}{56 * 2,60} * 16 * 1 = 0,11 \text{ mm}^2$$

Így az alkalmazandó vezető keresztmetszete 4 mm².

4.2.4. AC oldal, AC elosztódoboz és a mérőóra közötti vezeték

Az AC elosztódoboz és az inverter közötti vezeték az AC doboz maximális kimeneti áramára méreteztem, ez 16 A mivel 16 A-es túláram védelmi készülékkel van ellátva.

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

Ahol:

e' - feszültség esés [V]

ε = 1,5% - megengedett feszültség esés [%]

U_n = 400 V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = 0,75 * \frac{1,5}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,60 \text{ V}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_n * l_v$$

Ahol:

I_n = 16 A - vezetéken átfolyható max. terhelőáram (inverter max. kimeneti árama) [A]

e' = 2,60 V - feszültség esés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega mm^2}{m} \right]$

l_v = 35 m - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm²]

Ami:

$$A_{sz1} = \frac{1}{56 * 2,60} * 16 * 35 = 3,85 \text{ mm}^2$$

Így az alkalmazandó vezető keresztmetszete 4 mm².

4.2.5. A mérőórát és az elosztó szekrényt összekötő vezeték

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

Ahol:

e' - feszültségesés [V]

ε = 1,5% - megengedett feszültségesés [%]

U_n = 400 V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = 0,75 * \frac{1,5}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,60 \text{ V}$$

A következő lépés a vezeték wattos terhelő áramának meghatározása:

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n}$$

Ahol:

I_w - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

P = 16,54 kW - számított csatlakozási teljesítmény [kW]

U_n = 400 V - névleges feszültség [V]

A háztartás teljes beépített teljesítménye 23,63 kW, amely fentebb részletesen is látható az 1. táblázat-ban. A feltüntetett fogyasztókon felül még 3 kW-ot számoltam pluszban az esetleges egyéb fogyasztók részére, melyek használata alkalmi, és nem helyhez kötött (vasaló, porszívó stb.) Ez a 23,63 kW abban az esetben értendő, ha minden fogyasztó egyidejűleg üzemel. A való életben nem szokott ilyen előfordulni, a fogyasztók csak kis része üzemel egyidejűleg, ezért én a teljes teljesítmény 70%-át vettem maximumnak, ami előfordulhat.

Ezáltal a számított csatlakozási teljesítmény:

$$23,63 \text{ kW} * 0,7 = 16,54 \text{ kW}$$

A wattos terhelőáram így:

$$I_w = \frac{16540}{\sqrt{3} * 400} = 23,87 \text{ A}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_w * l_v$$

Ahol:

$I_w = 23,87 \text{ A}$ - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$e' = 2,60 \text{ V}$ - feszültségesés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

$l_v = 10 \text{ m}$ - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm^2]

Ami:

$$A_{sz} = \frac{1}{56 * 2,60} * 23,87 * 25 = 4,10 \text{ mm}^2$$

A tényleges keresztmetszet így (felfelé kerekítve) a következő szabványos vezeték keresztmetszet, ami: 6 mm^2 .

4.2.6. Bojler áramkörének méretezése

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{2}$$

Ahol:

e' - feszültségesés [V]

ε = 1,5% - megengedett feszültségesés [%]

U_n = 230 V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = \frac{1,5}{100} * \frac{230}{2} = 1,73 \text{ V}$$

A következő lépés a vezeték wattos terhelő áramának meghatározása:

$$I_w = \frac{P}{U_n}$$

Ahol:

I_w - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

P = 1,5 kW - felvett teljesítmény [kW]

U_n = 230 V - névleges feszültség [V]

A bojlernek saját áramköre van, az áramkör más fogyasztót nem táplál. A bojler teljesítménye 1,5 kW és a főelosztótól 15 m-re helyezkedik el.

A wattos terhelőáram így:

$$I_w = \frac{1500}{230} = 6,52 \text{ A}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{cu}}{e'} * I_w * l_v$$

Ahol:

$I_w = 6,52 \text{ A}$ - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$e' = 1,73 \text{ V}$ - feszültségesés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

$l_v = 15 \text{ m}$ - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm^2]

Ami:

$$A_{sz} = \frac{1}{56 * 1,73} * 6,52 * 20 = 1,35 \text{ mm}^2$$

A tényleges keresztmetszet így (felfelé kerekítve) a következő szabványos vezeték keresztmetszet lenne, ami: $1,5 \text{ mm}^2$, azonban a folyamatos igénybevétel miatt eggyel nagyobb méretet választottam, így $2,5 \text{ mm}^2$ az adott vezető keresztmetszete.

4.2.7. Hőszivattyú áramkörének méretezése

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

Ahol:

e' - feszültségesés [V]

$\varepsilon = 1\%$ - megengedett feszültségesés [%]

$U_n = 400 \text{ V}$ - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = 0,75 * \frac{1,5}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,60 \text{ V}$$

A következő lépés a vezeték wattos terhelő áramának meghatározása:

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n}$$

Ahol:

I_w - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$P = 6 \text{ kW}$ - felvett teljesítmény [kW]

$U_n = 400 \text{ V}$ - névleges feszültség [V]

A wattos terhelőáram így:

$$I_w = \frac{6000}{\sqrt{3} * 400} = 8,66 \text{ A}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_w * l_v$$

Ahol:

$I_w = 9,66 \text{ A}$ - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$e' = 2,60 \text{ V}$ - feszültségesés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

$l_v = 14 \text{ m}$ - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm^2]

Ami:

$$A_{sz} = \frac{1}{56 * 2,60} * 8,66 * 24 = 1,422 \text{ mm}^2$$

A tényleges keresztmetszet így (felfelé kerekítve) a következő szabványos vezeték keresztmetszet lenne, ami: $1,5 \text{ mm}^2$, azonban a folyamatos igénybevétel miatt eggyel nagyobb méretet választottam, így $2,5 \text{ mm}^2$ az adott vezető keresztmetszete.

4.2.8. Sütő áramkörének méretezése

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ε) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

Ahol:

e' - feszültségesés [V]

ε = 1% - megengedett feszültségesés [%]

U_n = 400 V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = 0,75 * \frac{1,5}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,60 \text{ V}$$

A következő lépés a vezeték wattos terhelő áramának meghatározása:

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n}$$

Ahol:

I_w - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

P = 7,2 kW - felvett teljesítmény [kW]

U_n = 400 V - névleges feszültség [V]

A wattos terhelőáram így:

$$I_w = \frac{7200}{\sqrt{3} * 400} = 10,40 \text{ A}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{cu}}{e'} * I_w * l_v$$

Ahol:

$I_w = 10,40$ A - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$e' = 2,60$ V - feszültségesés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega mm^2}{m} \right]$

$l_v = 14$ m - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm^2]

Ami:

$$A_{sz} = \frac{1}{56 * 2,60} * 10,40 * 20 = 1,43 \text{ mm}^2$$

A tényleges keresztmetszet így (felfelé kerekítve) a következő szabványos vezeték keresztmetszet lenne, ami: $1,5 \text{ mm}^2$, azonban fokozott igénybevétel miatt eggyel nagyobb méretet választottam, így $2,5 \text{ mm}^2$ az adott vezető keresztmetszete.

4.2.9. V-2 világítási áramkör méretezése

Azért választottam ezt a világítási áramkört, mivel ez mondható a legterheltebbnek, tehát ennek a többi áramkör vezetőjének keresztmetszete is elég kell, hogy legyen. A V-2 áramkör a kültéri világítást táplálja, így a hosszát tekintve is a leghosszabb.

A megengedett feszültségesés százalékos értéke (ϵ) 1,5%.

Ez voltban kifejezve:

$$e' = \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_n}{2}$$

Ahol:

e' - feszültségesés [V]

$\epsilon = 1,5\%$ - megengedett feszültségesés [%]

$U_n = 230$ V - névleges feszültség [V]

Ami:

$$e' = \frac{1,5}{100} * \frac{230}{2} = 1,73 \text{ V}$$

A következő lépés a vezeték wattos terhelő áramának meghatározása:

$$I_w = \frac{P}{U_n}$$

Ahol:

I_w - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$P = 0,2 \text{ kW}$ - felvett teljesítmény [kW]

$U_n = 230 \text{ V}$ - névleges feszültség [V]

A wattos terhelőáram így:

$$I_w = \frac{200}{230} = 0,87 \text{ A}$$

A vezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{sz} = \frac{\rho_{CU}}{e'} * I_w * l_v$$

Ahol:

$I_w = 0,87 \text{ A}$ - wattos terhelőáram a vezetéken [A]

$e' = 1,73 \text{ V}$ - feszültség esés [V]

ρ_{CU} - a réz vezető fajlagos ellenállása $\left[\frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

$l_v = 80 \text{ m}$ - vezeték hossza [m]

A_{sz} - a vezeték számított keresztmetszete [mm^2]

Ami:

$$A_{sz} = \frac{1}{56 * 1,73} * 0,87 * 80 = 0,72 \text{ mm}^2$$

A tényleges keresztmetszet így (felfelé kerekítve) a következő szabványos vezeték keresztmetszet lenne, ami: $1,5 \text{ mm}^2$.

4.3. Áramkörök

Az 1.-es táblázat alapján 4 fajta áramkört jelöltem ki. Kijelöltem 6 db világítási áramkört, melyeket 'V' betűvel jelöltem. Meghatároztam 8 db erőátviteli áramkört, amelyeket 'E' betűvel jelöltem. Azokat a háztartási, valamint gépészeti villamos fogyasztókat, amelyek huzamosabb ideig ugyanazon dugaszoló aljzatból vételezik a villamos energiát (például hűtő, mosógép stb.), több külön álló áramkörre osztottam, szám szerint 3 db ilyet hoztam létre. Ezeket fix erőátviteli áramköröknek neveztem, és 'EF'-el jelöltem. Ezen felül még elkülönítettem a fix bekötésű fogyasztók részére 5 db áramkört, s ezeket a 'F' betűvel jelöltem.

Az alábbi felsorolás az áramkörök és helyiségek, vagy fogyasztók közötti felosztást mutatja:

1. Világítási áramkörök:

- V-1: Fürdőszoba + szerviz helyiség + wc
- V-2: Kültér
- V-3: Nappali + hálószoza
- V-4: Előszoba + folyosó + középső szoba
- V-5: Konyha
- V-6 Kis szoba + nagyszoba

2. Erőátviteli áramkörök:

- E-1: Konyha
- E-2: Nappali
- E-3: Hálószoza
- E-4: Nagyszoba
- E-5: Kis szoba
- E-6: Középső szoba
- E-7: Fürdőszoba
- E-8: Kültér

3. Specifikus erőátviteli áramkörök:

- EF-1: Konyha
- EF-2: Szerviz helyiség
- EF-3: Szerviz helyiség
- EF-4: Szerviz helyiség
- EF-5: Szerviz helyiség

4. Fix bekötésű áramkörök:

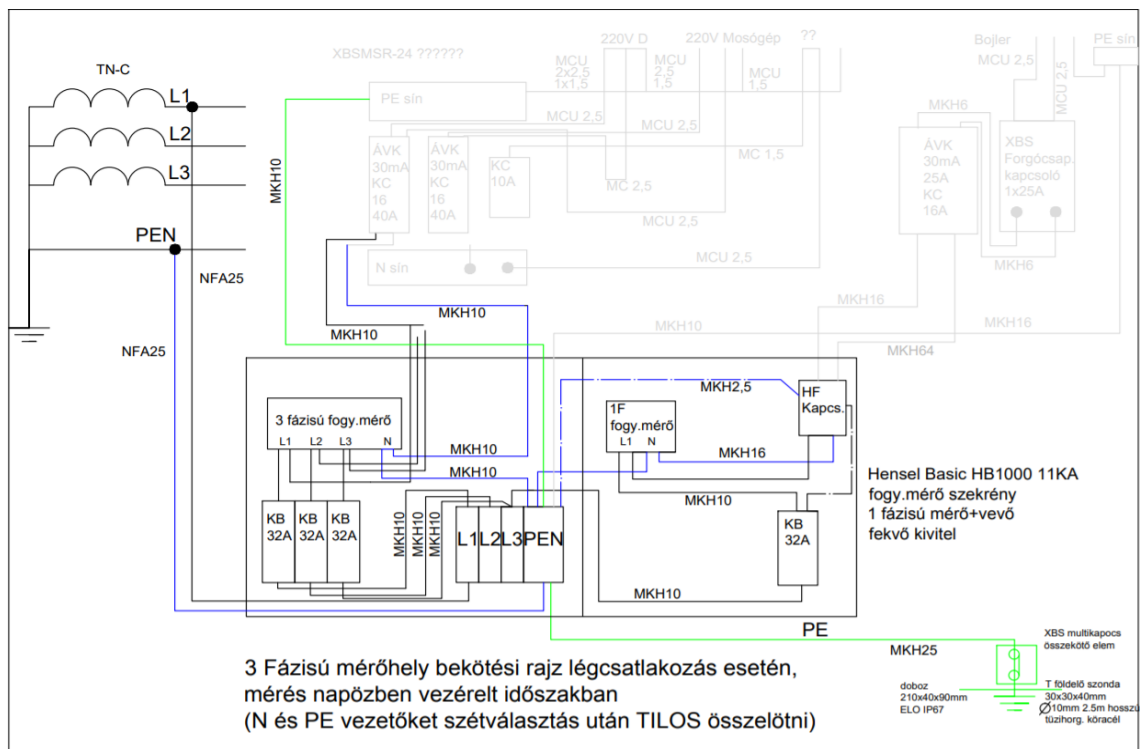
- F-1: Redőny
- F-2: Bojler
- F-3: Hőszivattyú
- F-4: Keringtető szivattyúk
- F-5: Sütő
- F-6: Napelemes rendszer

4.4. Elosztószekrény tervezés

A betáplálás 3 x 25 A, TNC légvezetékről történik. A 3 fázisú légvezetékről történő betáplálás esetén a mérőhely bekötési rajza a 21.-es ábrán látható. A hálózatra való csatlakozásnak követelményeiről az MSZ 447:2019. Csatlakozás kisfeszültségű, közcélú hálózatra nevű szabvány tájékoztat minden apró részletről. A mérőállás a telekhatár mentén lett elhelyezve, s a mérőórát követően 6 mm²-es védőcsőben elhelyezett földkábelben keresztül a főelosztótáblához 'továbbítjuk' a mért villamos energiát.

Az elosztószekrény tervezéséhez a Schrack Design programot használtam. A terveken látható a háromfázisú légvezetékről történő betáplálás, a fogyasztói mérőóra, az életvédelmi kapcsoló, a PEN vezető PE és N-re való szétválasztása, valamint az áramkörök kismegszakítói. A tervekben feltüntettem a vezetékek keresztmetszetét, típusát. Minden vezeték NYM-J típusú, keresztmetszetük főként 1,5 mm²-es, de a nagyobb fogyasztók esetén ez változó.

A pontos elosztószekrény tervek a melléklet 5-10. oldalakon találhatók.



20. ábra: 3 fázisú légvezetékéről történő betáplálás mért oldala
Ism., 2020.

Az elkészült alapszerelést szemléltető képek a melléklet 16-17. oldalán láthatóak. A képeken látható a lépésálló hőszigetelés alá helyezett, valamint a fali horonyba süllyesztett, védőcsövezés.

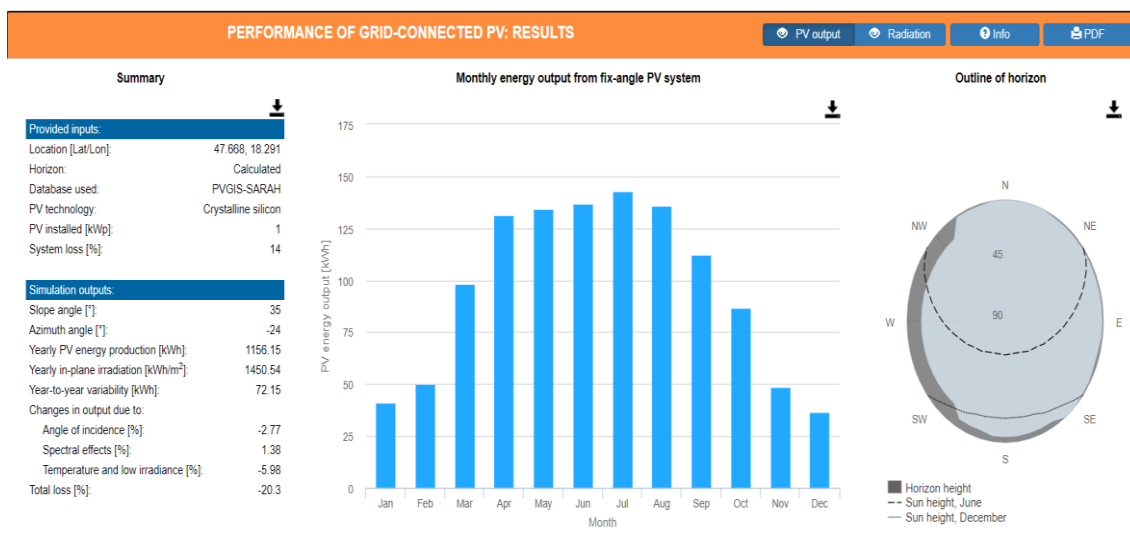
A melléklet 18. oldalán a mennyezetbe süllyesztett spot lámpák láthatóak. Az épületen belül minden fényforrást ilyen módon valósítottam meg.

4.5. Napelemes rendszer

A napelemes rendszert évi 10000 kWh becsült fogyasztásra terveztem. A tető, 2 napelem telepítésre alkalmas 30°-os dőlésű tetőfelülettel rendelkezik, egy +66°-os, valamint egy -24°-os tájolású tetők. A szükséges mennyiségű panelek számát a PVGIS program segítségével határoztam meg. A program, valamint a pontos koordináták, tető dőlése, veszteségi tényező és az Azimuth (tető tájolása) tudatában meghatározhatjuk az éves termelést, melyből könnyen kiszámolhatjuk, hány db panel szükséges a kívánt termeléshez [ec.europa.eu, s.a.].

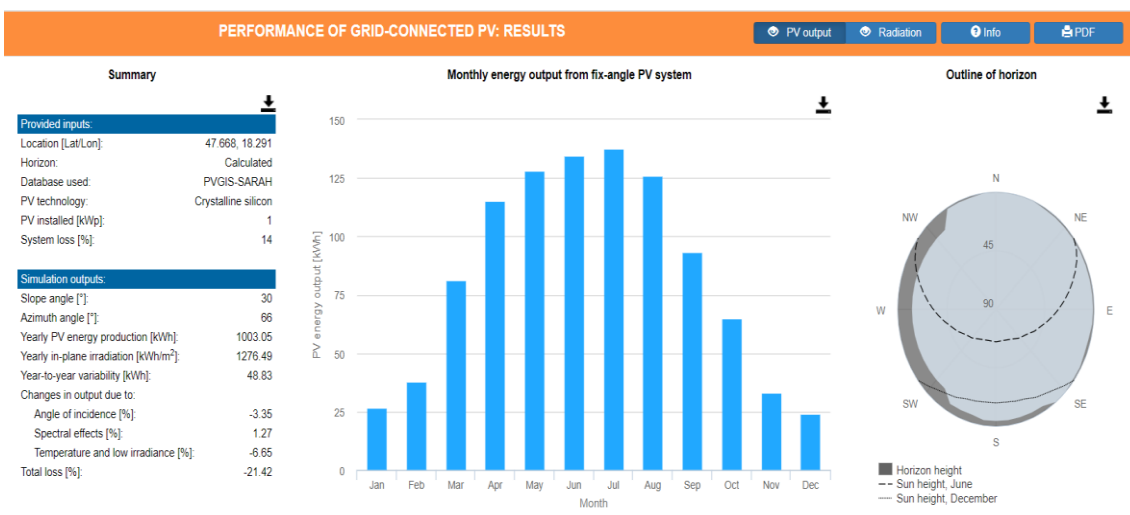
A két tető tájolása közötti különbség érezhető a termelésen:

-24°-os (oldalsó) tető:



22. ábra: Oldalsó tető
Saját ábra

+66°-os (hátsó) tető:



23. ábra: Hátsó tető
Saját ábra

Ahogy azt a 22.-as ábra is mutatja, az oldalsó tető 1156 kWp-et termel éves szinten, míg a hátsó tető csak 1003 kWp-et, ez a különbség nem kicsi, közel 15%-os az eltérés. Tehát célszerű minél több panelt helyezni az oldalsó tetőre.

Az oldalsó tetőre ebből legfeljebb 16 db panelt lehet feltenni a tetőfelület mérete miatt, ami 6320 kW-nyi rendszert jelent, a hátsó tetőre pedig 7 db panelt lehet felhelyezni, ami pedig 2765 kW-nyi rendszert jelent. A teljes napelemes rendszer, ami éves szinten megtermeli a 10000 kWh-át tehát 9085 W.

A teljes napelemes rendszer egyvonalas vázlata a melléklet 11. oldalán található.

A napelemek elosztását a melléklet 12. oldalán szereplő tervvel szemléltetem részletesen. Tervezés során 20 cm biztonsági távolságot elhagytam a tető széleitől, valamint a panelek között 2 cm-t. A paneleket a szalagcseréppel fedett tetőre sínrel és kampóval rögzítve kell felhelyezni. Minden panelt 2 db sínre szükséges rögzíteni, a síneket pedig a szarufákhoz facsavarral rögzíti.

A kivitelezéshez tartozó terv a melléklet 13. oldalán található.

Az inverter kiválasztásához az ABB Sizing Tool nevű segédprogramját használtam. A program működése roppant egyszerű, először a telepítés helyét meghatározom, majd a telepítendő panel részletes adatait megadva a rendszer méretéhez illő invertert kiválasztom. Ezt követően már csak a munkapontok számát kell beállítani, illetve azt, hogy egy String hány db panelből áll [stringsizer.abb.com, s.a.].

A program látványosan szemlélteti, ahogy az a 24.-es ábrán látható, hogy az adott elrendezéssel a kiválasztott inverter milyen mértékben van "túlhúzza":

PARALLEL MPPT													
Number of independent MPPT: 1													
Single MPPT	Strings in parallel	PV Panels/string											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
		1	4740 (12)	5530 (14)	6320 (16)	7110 (18)	7900 (20)	8690 (22)	9480 (24)	10270 (26)	11060 (28)	11850 (30)	12640 (32)
		2	4740 (12)	5530 (14)	6320 (16)	7110 (18)	7900 (20)	8690 (22)	9480 (24)	10270 (26)	11060 (28)	11850 (30)	12640 (32)
	Notes												
Number of panels:							DC Installed Power:						
Inverter utilization ratio:													

INDEPENDENT MPPT													
Number of independent MPPT: 2													
MPPT1	Strings in parallel	PV Panels/string											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
		1	2370 (6)	2765 (7)	3160 (8)	3555 (9)	3950 (10)	4345 (11)	4740 (12)	5135 (13)	5530 (14)	5925 (15)	6320 (16)
		2	4740 (12)	5530 (14)	6320 (16)	7110 (18)							
	Notes	- Number of parallel strings compatible with inverter connections.											
MPPT2	Strings in parallel	PV Panels/string											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
		1	2370 (6)	2765 (7)	3160 (8)	3555 (9)	3950 (10)	4345 (11)	4740 (12)	5135 (13)	5530 (14)	5925 (15)	6320 (16)
		2	4740 (12)	5530 (14)	6320 (16)	7110 (18)							
	Notes	- Designer Note: Reduce activation voltage to 296 V - Number of parallel strings compatible with inverter connections.											
Number of panels: 23							DC Installed Power: 9085						
Inverter utilization ratio:							>> Click here to generate the configuration report (pdf) <<						
PPV(INST,MPPT1)/PMPPTMAX: 97.2% PPV(INST,MPPT2)/PMPPTMAX: 42.5% PPV(INST)/PACR: 90.9% PPV(INST)/PACMAX: 82.6%													

24. ábra: Inverter terhelés
Saját ábra

4.6. Alkalmazott szabványok

A tervezés során a következő szabványokat vettem figyelembe:

MSZ 447:2019	Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakozás
MSZ HD 60364-4-41:2018	Áramütés elleni védelem
MSZ HD 60364-4-43:2010	Túláram védelem
MSZ HD 60364-4-442:2012	Túlfeszültségvédelem
MSZ HD 60364-5-52:2011	Kábel- és vezetékrendszerek. A kábel- és vezetékrendszerek megengedett áramai
MSZ HD 60364-7-701:2007	Helyiségek fürdőkáddal vagy zuhannyal
MSZ HD 60364-7-712:2016	Napelemes (PV) energiaellátó rendszerek
MSZ HD 60364-7-714:2013	Szabadtéri világítóberendezések

2. Táblázat: Alkalmazott szabványok

5. ÖSSZEFOGLALÓ

A dolgozat során először a napenergia fontosságát szemléltettem, majd az alkalmazott technológiákat foglaltam össze röviden. Ezt követően ezen berendezések kiválasztásának módjáról írtam, valamint a ténylegesen kiválasztott készüléket mutattam be. Legvégül az elvégzett tervező munka lépéseit ismertettem.

Először az elosztószekrényt és minden hozzá tartozó készüléket mutattam be, majd a fogyasztásmérő bekötése került megtervezésre. Ezt követően a kiválasztott napelem alapján egy becsült éves fogyasztásra a PVGIS segédprogram segítségével megbecsültem az éves termelést és így megterveztem a szükséges rendszerméretet. Ezután az ABB Sizing Tool alkalmazás segítségével pedig az adott rendszerhez megfelelő invertert kiválasztottam.

Elkészítésre került a napelem kiosztási terve, valamint a kiviteli terv is. Ezen felül elkészítettem a ház, valamint a teljes napelemes rendszer egyvonalas villamos tervét.

A kiválasztott családi ház a saját, a dolgozat készítésekor még félkész állapotban lévő, egyszintes családi házunk. A ház nettó alapterülete 125 m². A fűtést egy vízteres kandalló, valamint egy hőszivattyú biztosítja. A hőszigetelésre külön hangsúlyt fordítottunk, a B30-as téglára 15 cm homlokzati szigetelés került, a tetőteret 30 cm kőzetgyapottal borítottuk, valamint a nyílászárók háromrétegű üveggel rendelkeznek, így a hőszivattyút csak kiegészítő fűtésnek választottam. A használati melegvízről a vízteres kandallón kívül másodlagosan egy villanybojler gondoskodik. A megnövekedett fogyasztás kompenzálására a tetőre napelemet terveztem.

A tervezésen felül a kivitelezés során is részt vettem minden munkálatban, az alapozástól az ácsmunkákig. Villanyszerelési alapképesítségemnek köszönhetően a villanyszerelési munkálatokban is nagy szerepet vállalhattam, a kivitelezést magam valósíthattam meg; ezzel is mélyítve szakmai tudásomat. Az általam készített tervek alapján (melyet arra jogosult tervező mérnök aláírásával hitelesített) a villanyszerelés ún. alapszerelése 2021.02.15.-én már elkészült, a projekt várható végdátuma: 2022.03.10.

6. SUMMARY

Throughout this thesis first I presented the importance of solar energy, then I summarised the applied technologies in short. Following this, I illustrated the process by which these devices were selected, as well the concrete devices. Finally, I described the steps of the engineering work.

Firstly, the electrical distribution unit and all corporate devices, as well as the application of the consumption meter were designed. Subsequently, based on the selected solar cell, I estimated the annual production for an estimated annual consumption using the PVGIS utility and thus designed the required system size. In the followings, by the use of the ABB Sizing Tool programme, I selected the suitable inverter for the given system.

The allocation plan for the solar cells as well as the construction plan has been prepared. In addition, I designed the single-line electrical plan for the house as well as the entire solar system.

The family house chosen for this project, was our own, one-storey family house, which during the writing of the thesis, was still at a semi-finished stage. The net floorspace of the house is 125 m^2 . The heating is provided by a water fireplace and a heat pump. Special emphasis was placed on thermal insulation, the B30 brick was covered with 15 cm of facade insulation, the attic was covered with 30 cm of rock wool, and the windows have three layers of glass, therefore the heat pump was chosen to serve as only additional heating. Domestic hot water is provided by the water fireplace and an additional electric boiler. To compensate for the increased consumption, I designed a solar panel on the roof.

In addition to the design I also contributed to all the work during the construction, from the groundwork to the carpentry work. Owing to my primary qualification in electrical installation, I was able to take a significant role in the electrical installation work, and to carry out the construction myself; thereby deepening my professional experience. Based on the plans designed by me (certified by the signature of an authorized design engineer), the so-called basic installation of the electrical installation has already been completed in February 15, 2021, the expected end date of the project is March 10, 2022.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- ampertrade.hu, s.a. Mkh 6 mm² vezeték kék. Elérhető:
<https://www.ampertrade.hu/termek/mkh-6-mm2-vezetek-kek> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- caloric.pl, s.a. Hitachi. Elérhető: <https://caloric.pl/produkt/rwd-4-0nwe-ras-4-0whvnp/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- dobrykominek.com, s.a. Kratki. Elérhető:
<https://www.dobrykominek.com/wklady-kominkowe-z-plaszczem-wodnym/5279-wklad-kominkowy-kratki-aquario-z10-pw-glass.html>
[Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- Dr. Novothny F. (2010): Villamos energetika I. Budapest.
- ec.europa.eu, s.a. PVGIS. Elérhető:
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP [Hozzáférés dátuma: 2021.03.10.]
- elosztoszekreny.hu, s.a. Elosztószekrények. Elérhető:
https://elosztoszekreny.hu/Elosztoszekrenyek/Lakossagi_Elosztoszekreny/Elettr_oanali_lakossagi_elosztok [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- eltric.com, s.a. DEHNgurad. Elérhető:
<https://www.eltric.com/de/de/Produkte/Schalten-und-walten/%C3%9Cberspannungsschutz/Mittelschutz-Typ-2/pid.116.118/agid.1077785.1079295.1079297.1085730/ecm.ag/DEHNguard-Modularer-%C3%9Cberspannungsableiter-DG-M-TNS-ACI-275-FM.html>
[Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- ezmester.hu, s.a. Abszorpció hőszivattyúk. Elérhető:
https://ezmester.hu/cikk-4573/Abszorpcios_hoszivattyUk [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- hu.wikipedia.org, 2021. Áram-védőkapcsoló. Elérhető:
https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%81ram-v%C3%A9d%C5%91kapcsol%C3%B3#M%C5%B1k%C3%B6d%C3%A9si_elve [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]

- hu.wikipedia.org, 2021. Hőszivattyú. Elérhető:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C5%91szivatty%C3%BA> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- hu.wikipedia.org, 2021. Megszakító. Elérhető:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Megszak%C3%ADt%C3%B3> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- hu.wikipedia.org, 2021. Napelem. Elérhető:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- Ism., 2020. Villanyszerelői OKJ-s képzés. 2020. Budapest: Mátrix Oktatási Központ
- megaohm.hu, s.a. Kismegszakítók működése, beazonosítása és bekötése. Elérhető: <https://megaohm.hu/kismegszakito-mcb> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- megohm.hu, s.a. Az “AC” “A” “F” “B” és “B+” típusú fi-relék tulajdonságai és alkalmazásuk az épületvillamosság különböző területein. Elérhető:
<https://megaohm.hu/aram-vedokapcsolok/fi-rele-tipusok> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- morokandallo.hu, s.a. Kandalló fajtái. Elérhető:
<http://www.morokandallo.hu/kandallok-fajtai-tipusai> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- napelem.blog.hu, 2018. Miért és mikor van szükség a napelemes rendszereknél tűzvédelmi kapcsolóra? Elérhető:
https://napelem.blog.hu/2018/06/01/miert_es_mikor_van_szukseg_a_napelemes_rendszereknel_tuzvedelmi_kapcsolora [Hozzáférés dátuma: 2021.11.16.]
- napelem.net, s.a. Napelem típusok. Elérhető:
http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- napelem.net, s.a. Napelem típusok. Elérhető:
http://napelem.net/napelemes_rendszer/vekonyretegu_vekonyfilmes_napelem.php [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]

- napelemek.net, s.a. Napelemek rögzítése. Elérhető:
<https://www.napelemek.net/napelemek-rogzitese/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- napelemek-napkollektorok.hu, 2015. A napelemek előnyei és hátrányai. Elérhető: <https://www.napelemek-napkollektorok.hu/magazin/napenergia/a-napelemek-elonyei-es-hatranyai/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- napelemtanacsok.hu, s.a. Napelem Inverter Bemutatása. Elérhető:
<https://napelemtanacsok.hu/napelem-inverter/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- new.abb.com, a.s. Detailed information for: 3N819900000A. Elérhető:
<https://new.abb.com/products/6AGC003522/pvi-10-0-tl-outd-inverter>
[Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- nvsolar.hu, s.a. Napenergia Magyarországon. Elérhető:
<https://nvsolar.hu/napenergia-magyarorszagon/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- Ramocsa A. (2019): Villanyszerelés. 5. kiad. Kőszeg
- rifeng-hoszivattyu.hu, s.a. Hőszivattyú fajták ismertetése, összehasonlítása. Elérhető: <https://www.rifeng-hoszivattyu.hu/hoszivattyu-tipusok> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- stringsizer.abb.com, s.a. ABB Sizing Tool. Elérhető: <http://stringsizer.abb.com/>
[Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- tobuy.hu, s.a. Santon tűzeseti DC leválasztó automata 2MPPT kapcsoló. Elérhető: <https://www.tobuy.hu/Santon-Tuzeseti-DC-levalaszto-Automata-2-MPPT-kapc>
[Hozzáférés dátuma: 2021.11.16.]
- villanylap.hu, 2014. Áram-védőkapcsolók: védünk és szolgálunk! Elérhető:
<https://www.villanylap.hu/lapszamok/2014/szeptember/3251-aram-vedokapcsolok-%20%20vedunk-es-szolgalunk> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- vollervill.hu, s.a. MCU H07V-U 1x2,5 kék. Elérhető:
<https://www.vollervill.hu/MCU-H07V-U-1x25-kek> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]

- zipernowsky.hu, 2015 Mészáros Zsolt beszámolója... Elérhető:
http://www.zipernowsky.hu/~naszlaci/erasmus+/weblap2015-2016/mz/mz_b.htm [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]

8. ÁBRA ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK

- 1. ábra: nvsolar.hu Elérhető: <https://nvsolar.hu/napenergia-magyarorszagom/>
[Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- 1. táblázat: Saját táblázat
- 2. ábra: nvsolar.hu Elérhető: <https://nvsolar.hu/napenergia-magyarorszagom/>
[Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- 2. táblázat: Saját táblázat
- 3. ábra: napelem.net Elérhető:
http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- 4. ábra: napelem.net Elérhető:
http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- 5. ábra: napelem.net Elérhető:
http://napelem.net/napelemes_rendszer/vekonyretegu_vekonyfilmes_napelem.php [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- 6. ábra: hu.wikipedia.org Elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%81ram-v%C3%A9d%C5%91kapcsol%C3%B3#M%C5%B1k%C3%B6d%C3%A9si_elve [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- 7. ábra: villanylap.hu Elérhető:
<https://www.villanylap.hu/lapszamok/2014/szeptember/3251-aram-vedokapcsolok-%20vedunk-es-szolgalunk> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- 8. ábra: hu.wikipedia.org Elérhető:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Megszak%C3%ADt%C3%B3> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- 9. ábra: Ism., 2020. Villanyszerelői OKJ-s képzés. 2020. Budapest: Matriks Oktatási Központ
- 10. ábra: zipernowsky.hu Elérhető:
http://www.zipernowsky.hu/~naszlaci/erasmus+/weblap2015-2016/mz/mz_b.htm [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]

- 11. ábra: Ism., 2020. Villanyszerelői OKJ-s képzés. 2020. Budapest: Mátix Oktatási Központ
- 12. ábra: elosztoszekreny.hu Elérhető: https://elosztoszekreny.hu/Elosztoszekrenyek/Lakossagi_Elosztoszekreny/Elettr-ocanali_lakossagi_elosztok [Hozzáférés dátuma: 2021.03.17.]
- 13. ábra: napelemek.net Elérhető: <https://www.napelemek.net/napelemek-rogzitese/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.15.]
- 14. ábra: new.abb.com Elérhető: <https://new.abb.com/products/6AGC003522/pvi-10-0-tl-outd-inverter> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- 15. ábra: caloric.pl Elérhető: <https://caloric.pl/produkt/rwd-4-0nwe-ras-4-0whvnp/> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- 16. ábra: dobrykominek.com Elérhető: <https://www.dobrykominek.com/wklady-kominkowe-z-plaszczem-wodnym/5279-wklad-kominkowy-kratki-aquario-z10-pw-glass.html> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- 17. ábra: napelem.blog.hu Elérhető: https://napelem.blog.hu/2018/06/01/miert_es_mikor_van_szukseg_a_napelemes_rendszereknel_tuzvedelmi_kapcsolora [Hozzáférés dátuma: 2021.11.16.]
- 18. ábra: vollervill.hu Elérhető: <https://www.vollervill.hu/MCU-H07V-U-1x25-kek> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- 19. ábra: ampertrade.hu Elérhető: <https://www.ampertrade.hu/termek/mkh-6-mm2-vezetek-kek> [Hozzáférés dátuma: 2021.03.19.]
- 20. ábra: Saját ábra
- 21. ábra: Ism., 2020. Villanyszerelői OKJ-s képzés. 2020. Budapest: Mátix Oktatási Központ
- 22. ábra: Saját ábra
- 23. ábra: Saját ábra
- 24. ábra: Saját ábra

9. MELLÉKLETEK