

Biztonságtechnikai eszközök áramellátása fotovoltaikus kiserőmű segítségével

**OE-BGK
2013.**

**Arnóczy Milán
002014/FI38878/B**

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Egy rendszer összeállítása.....	5
1.1 Alkalmazhatósági területek.....	5
1.2 A napelemek története.....	8
1.3 A napelemek jövője.....	10
1.4 Fotovoltaikus modul típusok.....	11
1.5 A napelemek hatásfoka.....	12
1.6 A termelt energia tárolása.....	14
1.7 Töltésvezérlők.....	17
1.8 230V/50Hz AC előállítása.....	19
1.9 A kamerák képének továbbítása.....	20
1.9.1 A mobil adatátviteli hálózat használata.....	20
1.9.2 A rádiójel használata.....	23
1.10 Kamerák kiválasztása.....	25
2. A három megfigyelni kívánt terület és a passzív infrás rendszer.....	28
2.1 Tanösvény.....	28
2.2 Bányaterület.....	36
2.3 Katasztrófa súlytott területek megfigyelése.....	44
2.4 Épület passzív infrás védelme.....	49
Befejezés.....	52
Irodalomjegyzék.....	54

BEVEZETÉS

A fotovoltaikus – hétköznapi néven napelemes – energiát használó rendszerek ritkák, talán nem is véletlenül, mivel kevés olyan hely van, ahol kiépítésük indokolt. Ám ez nem jelenti azt, hogy kevésbé fontosak a biztonságtechnika széles palettáján, mégis viszonylag kevés információ áll rendelkezésre ezekről a speciális rendszerekről.

A témakörben található anyagok tanulmányozása után egy viszonylag egyszerű, általános ismertetőt írok, amely feltárja, hogy egy ilyen rendszer miből áll, hogyan működik, majd néhány konkrét példát mutatok be.

A napelemes rendszerek ára csökkenő trendet mutat kWh-ra vetítve, ezért talán egyre inkább megfontolandó az olyan létesítmények felszerelése napelemes biztonsági rendszerrel, ahol egyéb áramforrás nincs.

Szakdolgozatom elkészítésénél a következő célokat tűztem ki:

- Feldolgozni a rendelkezésre álló szakirodalmakat és internetes szakirodalmakat.
- Bemutatni a rendszer alkalmazhatósági területeit.
- Bemutatni a jelenleg piacon megtalálható főbb fotovoltaikus modul típusokat, azok előnyeit, hátrányait.
- Bemutatni a napelemek fejlődésének történetét.
- Röviden bemutatni a közeljövőben várható fejlesztéseket, azok hatását, következményeit.
- Bemutatni a napelemes rendszer eszközeinek sajátosságát, azok méretezési számításait.

- Bemutatni egy fikcionális tanösvény és egy bányaterület kamerás megfigyelésére vonatkozó igényeit.
- Megtervezni egy tanösvény, egy bányaterület bekamerázásához szükséges rendszert.
- Megtervezni katasztrófa súlytotta területekre mobil megfigyelési pontokat.
- Méretezési számításokat végezni egy általános passzív infrás védelem áramellátásához szükséges napelem rendszerre vonatkozóan.
- Feltárni a rendszerek kritikus pontjait.
- A számítások során meghatározni a szükséges napelem teljesítményt, akkumulátor kapacitást, és a rendszerhez invertert választani.
- A rendszer költségeinek körübelüli meghatározását.

A célok megvalósítása érdekében:

- Felkutatom, és legjobb tudásom szerint feldolgozom a rendelkezésre álló irodalmakat.

Az internetes irodalom 2013. január 6-án elérhető volt.

Az irodalmi kutatást 2012 december 29-én zártam le.

1. EGY RENDSZER ÖSSZEÁLLÍTÁSA

Ebben a fejezetben bemutatom a rendszer alkalmazhatósági területeit, szót ejtek a napelemek történelméről, jövőjéről, majd kitérek a rendszer legfontosabb elemeire, és bemutatom a rájuk vonatkozó méretezési számításokat.

1.1 Alkalmazhatósági területek

- Olyan helyszínek, ahol nincs kiépítve villamos hálózat és annak létrehozása irreálisan magas költségekkel járna.
- Esetlegesen moduláris rendszer bérbeadása.
- Igény a "többszörös vezeték nélkülségre" (rádió mint adatátviteli eszköz), általában a mobilitás miatt.

Talán nem is gondolnánk, de még mindig sok olyan hely van, ahol nincs elektromos hálózat. Ennek ellenére a villamos energia nélküli területen sűrűn található olyan létesítmény, érték, esetlegesen tevékenység, amit meg kell figyelnünk. Ilyen helyek lehetnek például¹: erdészetek, halgazdaságok, tájvédelmi területek, illegális hulladéklerakó helyek, idegenforgalmi látványosságok, katasztrófa sújtotta területek, bányák, építkezési területek, méhészetek, időszakos rendezvények, katonai létesítmények, repterek.

Objektum védelme során nem minden esetben oldható meg az élőerős őrzés, mivel az hosszútávon nem lenne kifizetődő. Ilyen esetekben jöhet szóba egy olyan rendszer, amely képes megfigyelni az adott védendő terület kiemelten fontos pontjait.

Illetéktelen behatolás, rongálás, tiltásba ütköző tevékenység esetén persze kénytelenek vagyunk beavatkozni. Az efféle távoli felügyelet egyetlen hátránya az élőerős őrzési

¹ A lista a <http://nador.hu/> weboldalon található, letöltés: 2012.12.11

megoldással szemben az észlelés, és a beavatkozás közti nagyobb időintervallum. Ennek elléne egy adott terület megfigyelésére akár elegendő lehet egy távoli központban tartózkodó személy, aki figyelemmel kíséri a képernyőjén megjelenő riasztásokat, esetlegesen kameraképeket. Értelemszerűen költséghatékonyá csak akkor válik a folyamat, ha egy személy több területet tud megfigyelni egyszerre, mint amennyit egy őr képes lenne biztosítani.

Teljeskörű szolgáltatásként, mindenféle rendkívüli esemény jelentkeztekor ez az alkalmazott értesíti a megfelelő kollégát, vagy éppen a rendőrséget, attól függően, hogy mi történt – valamilyen hibajelzés, gyanús tevékenység, esetlegesen bűncselekmény.

Egy másik szolgáltatási lehetőség a rendszer bérbeadása, például építkezésekre. Léteznek olyan építkezések, ahol az épületkomplexum elemei időben egymás után épülnek fel. Itt nincs szükség sok kamerára, azonban a megfigyelési pontok sűrű változása miatt nem célszerű egy megfigyelőrendszer kialakítása.

Egy ilyen rendszerrel az építkezésen követhető, visszanézhető az építők munkája, az építőanyagok felhasználása, a gépek, munkaeszközök kezelése. Ezzel biztosíthatóvá válik a semmittevés minimalizálása, az éppen szükséges mennyiségű építőanyag használata, a gépek rendeltetésszerű üzemeltetése, és nem utolsósorban az esetleges lopások is rögzítésre kerülnek, az éjszakai, nem dolgozói lopásokat is beleértve.

A bérbeadható rendszert azonban úgy célszerű megépíteni, hogy – ésszerű határokon belül – bővíthető legyen. Így az eszközcsatlakoztatási pontokat sem szabad 100%-osan kihasználni. Ezáltal a megrendelői igények szerint képesek vagyunk egy-két plusz kamerát, vagy egyéb kis áramfelvételű eszközt csatlakoztatni a rendszerhez. Mivel a rendszer télre van méretezve, így télen más eszközt nem lehet csatlakoztatni, ez a lehetőség csak nyáron, és kellően napos tavaszi/őszi időkben áll fent. Egy-két plusz készülék csatlakoztatása a rendszerre már akkora túlméretezést igényelne a napelem modulokat, a töltésvezérlőt, és az akkumulátorokat illetően, hogy az irreálisan megnövelné az árakat.

A másik példa a bérbeadható rendszerre a katasztrófák súlytotta területek megfigyelése. Sajnos időről időre mindig történik valamilyen szerencsétlenség, amely viszonylag nagy

területet sújt. Függetlenül attól, hogy némely esetekben a villamos hálózat is leáll, sürgőssé válhat egy megfigyelő rendszer kiépítése, mely rögzíti a helyszínen történeteket.

Ilyenkor nincs idő egy kamerarendszert letelepíteni, és kábelezni, nem beszélve arról, hogy a terület nagysága – ezzel együtt a szükséges megfigyelési pontok száma is – igen képlékeny az idő előrehaladtával.

A legtöbb helyszínen egyszerűen, és gyorsan biztosítható a mobil, napelemes megfigyelési pontok telepítése, melyekkel rögzíthetők az esetleges bűncselekmények, mint például a fosztogatás. Továbbá előny lehet a visszatartó hatás is, hiszen az arc takarásával megkísérelt bűncselekmények elkövetőjének igencsak sietnie kellene, ha még a rendőrség megérkezte előtt szeretne távozni a helyszínről.

A különböző helyszíneknek különböző rendszerigényeik vannak, természetesen nem csak a mobil pontok számának igényét illetően. Egy általánosnak mondható, falusi környezetben ugyanis nem jellemzőek a sűrűn épített, magas, árnyékot vető épületek, és a kereszteződések sem zsúfoltak.

Egy utca közepére telepített kamera egy faluban lehet együtt a napelemmel, egy nagyobb városban azonban az épületek kitakarják a napot, így a kamera és a kereszteződésben – vagy más napsütötte helyen – elhelyezkedő napelem között kábelezésre van szükség, és természetesen valamiféle plusz állványra magának a kamerának.

Arra alkalmas tetőkre is telepíthető a rendszer, ha megoldható, hogy a kamera onnét jól belássa a rá bízott területet. Ez a megoldás azonban a kamera megfelelő rögzítésének nehézsége miatt, és a tetők különbözőségéből adódóan nem feltétlen kifizetődő.

1.2 A napelemek története²

Az 1860-as években Willoughby Smith, a Trans-Atlantic Telegraph egyik dolgozója egy véletlen során fedezte fel a kristályos szelén azon tulajdonságát, miszerint az sötétben alig, míg megvilágítás esetén jól vezeti az áramot .

Smith csupán a tenger alatti telekommunikációs kábelek hibáinak keresésére szeretett volna egy olcsó megoldást találni. A kísérletei során a segédje hívta fel arra a figyelmét, hogy az anyag véleménye szerint nappal, és éjszaka nem egyformán viselkedik. A szelénnel kapcsolatos kísérletek következményeképpen írt rövid publikáció felkeltette Európa tudósainak figyelmét.

Kicsivel később William Grylls Adams, brit professzor és tanítványa Richard E. Day, a szelén ellenállásának vizsgálata során megfigyelték, hogy csak és kizárólag a fény hatására, elektromos áram kezd áramlani a szilárd anyagban. Ezt a jelenséget nevezték el fotovoltaikus elektromosságnak.

Az első napelem 1885-ben, New Yorkban látta meg a napvilágot, Charles Fritts munkája eredményeként. Ő egy táblán egy szelén réteget vont be vékony, félig áttetsző aranyfilmmel. Ezzel a megoldással Fritts képes volt folyamatosan áramot termelni, és akkor úgy vélte, hogy a jövőben a fotovoltaikus áramtermelés képes lesz versenybe szállni a széntüzelésű elektomos erőművekkel. A megalkotott napelem modult így el is juttatta Ernst Werner von Siemensnek, aki ezidőtájt szintén folytatott kísérleteket a szelénnel kapcsolatban. Siemenset nagyon érdekelte a fotovillamosság, de annak ellenére, hogy támogatta az ezzel kapcsolatos kutatásokat, a jelenségre senki sem tudott igazi magyarázatot adni.

2 A napelemek története fejezetet a 2009.11.28-án, a www.napelemek.blog.hu oldalon megjelent "A napelemek története" c. cikk alapján írtam. A forrás:

http://napelemek.blog.hu/2009/11/28/napelem_tortenelem_1_resz

http://napelemek.blog.hu/2009/11/28/napelem_tortenelem_2_resz

Letöltés: 2012.12.12

Ezt követően a tudomány más áramtermelő megoldások felé fordult, míg 1905-ben Einstein közzétette a Napból érkező, akkor még quanta-nak nevezett energiacsomagokról szóló tanulmányát. Ez új lendületet adott a kutatásoknak, így kicsivel több mint tíz év múlva rájöttek, a miértekre, hogy a fotonok miként szakítják le a félvezető anyagok gyengén kötődő elektronjait az atomok körüli pályájukról.

Ennek ellenére a napelemek mégsem kezdtek jelentősen fejlődni, mivel az akkori kutatások, és főleg az azokhoz használt anyagok igen drágák voltak. Emellett azt is belátták, hogy az akkori napelemek soha nem fogják visszahozni az árukat. Így az akkori kísérletezések után már csak az 50-es években kezdtek el újra foglalkozni a témával.

Ekkor kísérleteztek a szilícium tranzisztorokkal az amerikai Bell Laboratories munkatársai, Calvin Fuller és Gerald Pearson. Ők voltak az elsők, akik jól működő tranzisztorokat készítettek. A kísérletek során azt állapították meg, hogy a szilícium galliummal vegyítve pozitív, és lithiummal bevonva negatív töltésűvé válik, és ezek együttesen állandó elektromos mezőt hoznak létre.

Darryl Chapin eközben az akkumulátorokkal és az áramellátási alternatívákkal foglalkozott, mert az akkori-száraz cellás akkumulátorok nem bírták a trópusi környezeti viszonyokat. Ezért Chapin előterjesztésére kutatás indult a napelemes megoldások vonalán is. Először ezek a vizsgálatok is a szelénnel kezdődtek, majd Pearson azt javasolta Chapinnek, hogy próbáljanak meg szelén helyett szilíciumot használni. Az anyagváltás után 1.8%-os javulás jelentkezett hatásfok terén, az első 0.5%-os érték helyett 2.3%-os hatásfokot értek el. Az ebből fakadó fellelkesedés következményeképpen Chapin kitűzte magának az 5.7%-os hatásfok elérését, ami már elegendő lett volna az akkumulátorok töltéséhez.

Itt újabb akadályba ütközött a fejlődés, főként azért, mert a fényes felületű szilícium a napfény nagy részét visszaverte. Így Chapin kénytelen volt kifejleszteni egy olyan megoldást, ami lecsökkenti a tükröződés mértékét. Matt, de átlátszó műanyaggal vonta be a szilícium fényes felületét, így 4%-hoz közeli értékre ugrott a hatásfok.

Ez még mindig csak a kétharmada volt a majdnem 6%-os célnak, azonban a Bell akkori riválisa, az RCA, bejelentett egy saját fejlesztést. Mivel viszont az ő megoldásuk radioaktív volt, ezért nem is nyert teret, nem volt használható a mindennapokban. Chapin mellé viszont áthelyezték Fullert, hogy hamarabb megelőzzék az RCA-t.

Fuller, révén, hogy kémikus volt, néhány hónapon belül Chapin több problémájára is megoldást talált. A szilícium arzénal és boronnal való kezelésével méginkább lecsökkentette a fényvisszaverődés mértékét. 1954-ben 3 cellát teszteltek, és az egyik már majdnem 6%-os hatásfok elérésére volt képes. A sikertől felbuzdulva Pearson is csatlakozott a pároshoz, és miután megismételhetően produkálták az értékeket, nagyon nagy jövőt láttak a fotovoltaiikus megoldásokban.

1954 április 25-én mutatta be a publikum számára a napelemeit a Bell. A New York Times az első oldalán írt a cég eredményeiről, arról tudósítva, hogy a Nap végtelen energiáját mostmár a civilizáció szolgálatába állíthatjuk. Innentől kezdődött el lassacskán a napelemek felhasználása.

1.3 A napelemek jövője³

Egy 2012. október 17-én megjelent cikk szerint, az amerikai Bandgap Engineering igen jó úton halad egy új típusú napelem kifejlesztéséhez. A megoldásukkal, a szilícium nanoszálak használatával akár kétszeresére is nőhet az energiatermelés a hagyományos szilícium napelemekkel szemben.

A vállalat szerint a nanoszálakat már most elő lehet állítani, a meglévő gyártási eszközökkel. Az általuk használt eljárással készített napelemek a cellák fényelnyelő képességén javítanak. A beszámoló szerint ezzel elérhető, hogy vékonyabb szilícium réteget kelljen felhasználni, és a most használt drága ezüst vezetőkeket rézre cserélhessék. Ezáltal az anyagköltségek csökkenthetőek, ezzel gyorsítva a családi házaknál használt villamosenergia hálózatra kötött napelemek megtérülési idejét.

3 A napelemek jövője fejezetet a 2012.10.17-én, www.mernokbazis.hu oldalon megjelent "Megkétszerezik a napelemek hatásfokát" c. cikk alapján írtam. A forrás: <http://www.mernokbazis.hu/cikkek/megkeszerezik-a-napelemek-hatasfokat>

1.4 Fotovoltaikus modul típusok

Minden napelem a fénysugárzás energiáját alakítja villamos energiává. A folyamat alapja az, hogy amikor a fény elnyelődik, mozgásképes töltött részecskéket hoz létre, és ezeket az atomokat hozzuk mozgásba. Anyaguk mindig valamilyen félvezető, az energiaátalakítás is ebben a félvezető anyagban megy végbe. A napelemekkel ellentétben a fotovoltaikus elemek árnyékban is képesek áram előállítására. A jelenleg legismertebb napelem típusok:

– Egykristályos szilícium napelemek:

Ezek drágák, viszont cserébe hatékonyak. A modern panelek hatásfoka 15-21%, laboratóriumi körülmények között 25%.

– Polikristályos szilícium napelemek:

Ezek hatásfoka 15% körüli. Az egykristályos szilícium napelemtől csak a gyártási eljárásban különbözik. Az alacsonyabb hatásfok a nagyobb kristályhiba sűrűség miatt áll fent.

– Amorf szilícium (vékonyréteg) napelemek:

Hatásfoka ennek a típusnak a legrosszabb, viszont az ára kompenzálja ezt – emiatt olyan helyeken alkalmazzák, mikor nagy telepítési felület áll rendelkezésre.

– Szerves anyagokból (polimerekből) készült napelemek:

Olcsó, hatásfoka csekély, 5% körüli.

A napelemeket beépíthetjük fixen, vagy mozgathatóan – két tengelyű forgatással akár 30%-al is növelhető a megtermelt energia.

A napelemekből nyerhető maximális teljesítmény három tényezőtől függ. Az általunk választott, napelemre csatolt terheléstől, a fény folyamatosan változó beesési szögétől (ennek hátrányát helyesen megválasztott beépítési szöggel minimalizáljuk), és a fény intenzitásától – értelemszerűen ez mindig adott, tőlünk független.

1.5 A napelemek hatásfoka

A hatásfok százalékosan fejezi ki, hogy a napelem a napenergiának mekkora részét alakítja át villamos energiává.

A hatásfok képlete:

$$\eta = P_m / E \times A_c$$

- P_m a leadott maximális teljesítmény,
- E a napsugárzás energiája,
- A_c a napelem felülete.

Az inverter a nap folyamán állandóan változó környezeti körülmények miatt változó teljesítményen üzemel. Az európai hatásfok a különböző teljesítményeken mért hatásfokok súlyozott összege az idő függvényében. A súlyozás mérési eredmények alapján került meghatározásra.

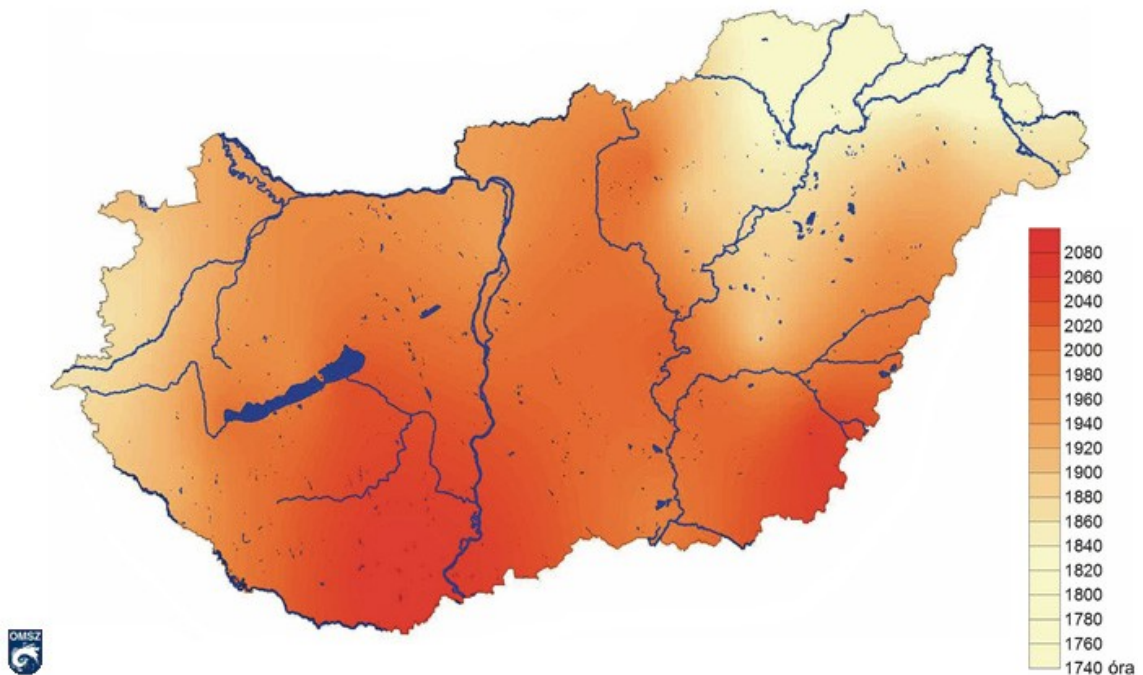
$$\eta_{EU} = 0,03 \times \eta_{5\%} + 0,06 \times \eta_{10\%} + 0,13 \times \eta_{20\%} + 0,1 \times \eta_{30\%} + 0,48 \times \eta_{50\%} + 0,2 \times \eta_{100\%}$$

Csúcsteljesítmény – W_p (Watt peak) – alatt a fotovoltikus modulok teljesítményét értjük, 1000 W/m^2 besugárzáskor, 25°C hőmérsékleten, AM 1,5 légtisztasági értéknél.

Az AM – Air Mass, azaz légréteg – légkör tisztasági tényező értéke Közép-Európában 1.5. Az évszakoktól függően a napsugárzás a Föld légkörének a szélén $1.367 \pm 3\% \text{ W/m}^2$. Az AM=0 érték ezt a sugárzást jelöli, azt mutatva, hogy a fény még csak 0 légkör távolságot haladt a Föld légkörében. Az AM=1 érték azt mutatja, hogy a fény az egyenlítőre merőlegesen érkezve, a felszínig jutva egy légkör távolságot tett meg.

A Föld atmoszféráján való áthaladás során a fény szétszóródik és elnyelődik, így a felszínre érkező napsugárzás körülbelül 1000 W/m^2 , feltéve, hogy tiszta az égbolt. Közép-Európában a napsugárzás évközben az AM=1.5 értéket is eléri, a nem merőlegesen beeső napsugarak következményeképpen.

A napi szinten megtermelt energia, télen a legkevesebb, mivel ekkor a legkevesebb a napsütéses órák száma. Így a mi rendszerünk igényeit figyelembe véve a téli beesési szöghöz igazítottan kell telepítenünk a napelemeket.



1. ábra

Évi napsütéses órák száma Magyarországon (1971-2000 átlaga alapján)⁴

4 Forrás: Országos Meteorológiai szolgálat - Magyarország napsugárzás, napfénytartam és felhőzet viszonyai -

http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/

Hazánkban decemberben a napsütéses órák száma 40.2 óra, ez napi átlagban mérve 1.3 óra. Ez az adat később, a méretezési számolásokhoz szükséges.

A téltre optimalizált rendszerünknel a napelemeknek déli irányú tájolásra, és a vízszintestől számítva 60° -os szögben való megdöntésre van szüksége. Nyárra optimalizált rendszereknél ugyanezen vízszintessel bezárt szög 35° -os, tavasztól ősziig működtetett rendszereknél pedig 45° .

1.6 A termelt energia tárolása

A napelemes rendszerünk lehet sziget üzemű, vagy lehet hálózatra csatlakoztatott. A hálózatra csatlakoztatott megoldás lényege, hogy a felesleges energia nem kerül elraktározásra, hanem úgymond eladjuk az áramszolgáltatónknak, egy kétirányú, szaldós villanyóra segítségével. Azonban ha a napelem modulok nem tudnak igényeinknek megfelelő mennyiségű áramot termelni, vagy épp este van, akkor kénytelenek vagyunk a villamosenergia hálózatot használatba venni.

Ezt a megoldást értelemszerűen nem választhatjuk, hiszen a kamerarendszer számára mindenkor biztosítani kell az áramot, és az alkalmazási területen nem áll rendelkezésre semmiféle elektromos hálózat. Így, a folyamatos működés érdekében a nappal megtermelt energiát el kell tárolnunk. Az energia tárolása egyszerűen akkumulátorok segítségével történik.

A speciálisan napelemhez gyártott akkumulátorok úgy vannak kialakítva, hogy jól viseljék a megújuló energiát hasznosító rendszer miatt folyamatosan fennálló töltési-kisütési ciklusokat. Ezek az akkumulátorok súlyban is eltérnek a gépjárművekben használt savas ólomakkumulátoroktól. Míg az autóakkumulátorok egy-másfél év alatt használhatatlanná válnának, ezeket a speciális energiatároló eszközöket elegendő – használatától függően – hat-tíz évnyi üzem után cserélni. Szigetüzemű rendszerünkhöz zselés akkumulátorok is választhatóak, ezek a borsos felárért cserébe gondozásmentességet biztosítanak.

Mielőtt rátérnénk a szükséges akkumulátor kapacitás számítására, a tisztában kell lennünk az akkumulátorok adatlapjain megadott szám adatok jelentésével.

Az akkumulátorok kapacitását Ah, azaz Amper-órában mérik. Ahhoz, hogy megértsük mit is jelent ez az érték, át kell alakítanunk Watt-órába:

$$Wh = Ah \times V$$

ahol V az akkumulátor feszültsége.

Így például egy 20 Ah-s, 12 V-os akkumulátornál 240 Wh-t kapunk. Ez azt jelenti, hogy elméletben az egység 240 W-ot tud kiszolgálni 1 órán keresztül, vagy 120 W-ot 2 órán keresztül, és így tovább.

Az akkumulátorok adatlapján általában találunk valamilyen kisülési időtartamra vonatkozó adatot. Alap esetben egy akkumulátor kapacitása egy óras kisülés esetére van megadva. Mivel azonban a legtöbb felhasználási esetben a kisülés ennél hosszabb idő alatt megy végbe, szokás megadni valamilyen C/x értéket. Ez általában C/5, C/10, vagy C/20. Ez azt jelenti, hogy egy 80Ah kapacitású akkumulátor – C/20 értéket feltételezve – 2A áramerősségű kisütést húsz órán keresztül képes biztosítani. Minél gyorsabb a kisülés, annál kisebb lesz a kapacitás, az előbb említett akkumulátor 80A-es kisülési áramerősség mellett valószínűleg csak 20-30 perc alatt teljesen lemerülne.⁵

A szükséges akkumulátor kapacitás számításakor alapvetően négy fontos dolgot kell figyelembe venni:

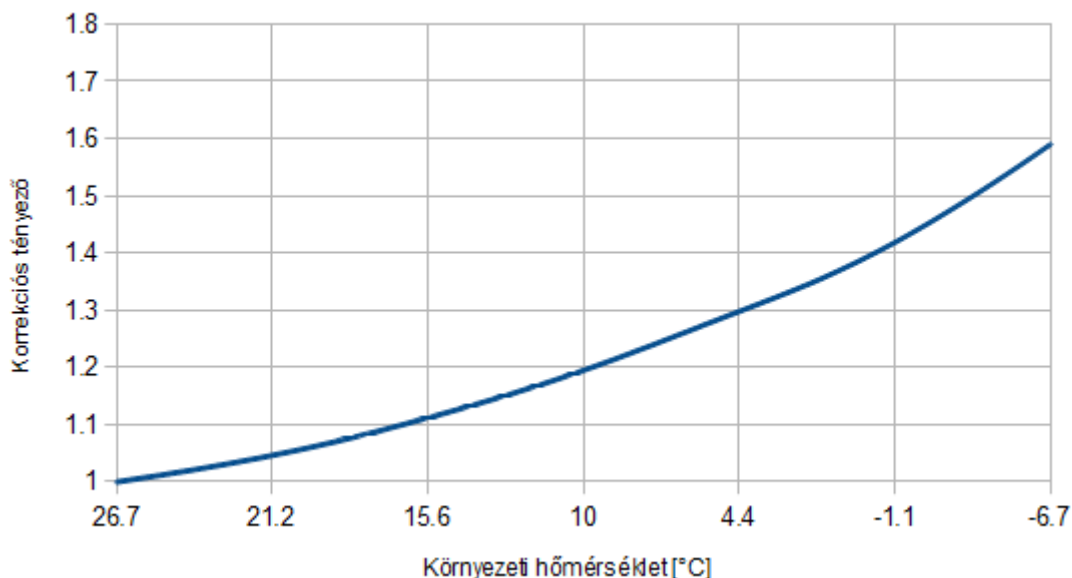
- a rendszerre csatlakoztatott készülékek napi energiaigénye Wh-ban;
- a kívánt tartalék napok száma;
- a maximálisan megengedhető lemerítés mértéke;
- a legalacsonyabb várható napi környezeti átlaghőmérséklet, amit az akkumulátorok tapasztalnak.

⁵ A példát a cameronsoftware.com Battery Physics c. ismertetőjéből vettem át - http://www.cameronsoftware.com/ev/EV_BatteryPhysics.html

Felhős, esős, rossz idő esetére három nap tartalék ajánlott, mikor a napelem modulok igen csekély mértékben látják csak el energiával a rendszerünket. Ezzel a napsütéses órák lecsökkenésének számát tudjuk kompenzálni. Tartósan kedvezőtlen idő esetén az arra képes inverterre csatlakoztatható generátorral tudjuk kiegészíteni a szükséges energiamennyiséget, és ezzel együtt tölteni az akkumulátorokat. Méretezéskor a három tartalék napot háromszoros szorzó használatával biztosítjuk.

Az akkumulátor hosszú élettartamát csak úgy tudjuk biztosítani, ha a benne tárolt energia maximum 50%-át használjuk el, mielőtt újból tölteni kezdenénk. Emiatt a számítás során kétszeres szorzót kell használjunk.

A következő lépésben a téli átlaghőmérséklet alapján meg kell határoznunk a környezeti hőmérsékletből adódó szorzószámunkat. Mivel Magyarországon januárban $-4-7\text{ °C}$ az átlaghőmérséklet, az általunk használt szorzószám 1.6 lesz, a következő diagram alapján.



1. diagram

Korrektív tényező a környezeti hőmérséklet függvényében⁶

A sorosan csatlakoztatott akkumulátoroknál a feszültség összeadódik, párhuzamosan csatlakoztatva pedig a kapacitás nő.

⁶ Saját készítésű diagram - az adatok forrása: http://www.wholesalesolar.com/battery_sizing.html

1.7 Töltésvezérlők

Az akkumulátorok töltéséhez a napelem modul és az akkumulátorok közé ún. töltésvezérlőt kell beépíteni. A korszerű töltésvezérlők szabályozzák a töltést és emellett védelmet nyújtanak a túltöltés, és a mélykisülés ellen is.

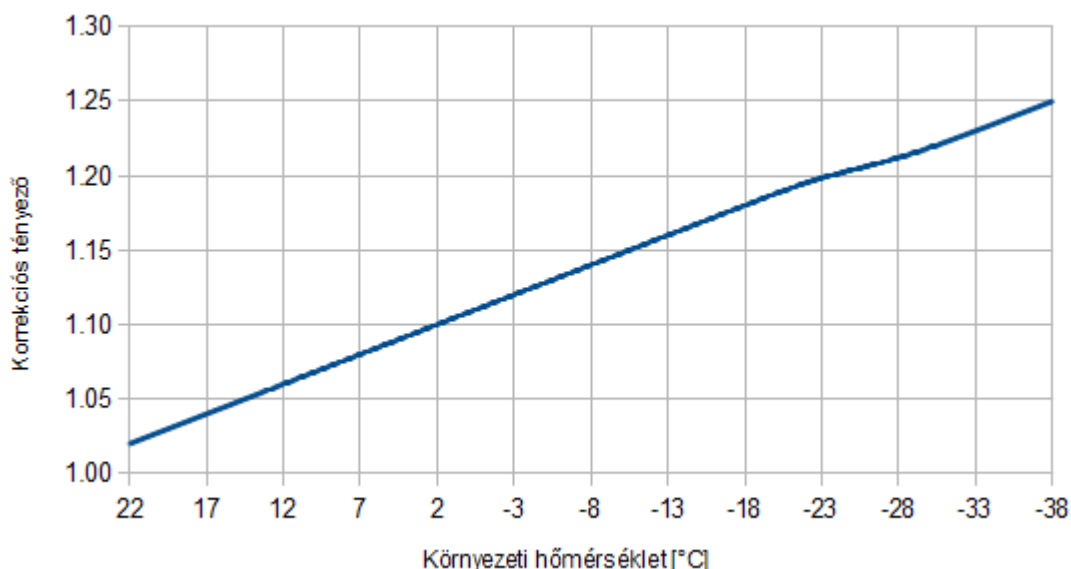
A legtöbb töltésvezérlőn található DC fogyasztói kimenet is, így arra rá lehet kötni bármit, aminek az egység által biztosított feszültség elegendő. Ezzel a kimenettel nem lehet mélykisütni az akkumulátort, mert az eszköz egy bizonyos töltöttségi szint alatt lekapcsolja ezt a kimenetet. Mi ezt a szintet nem érhetjük el, hiszen soha nem állhat le a rendszerünk. Emiatt van szükség megfelelő méretezésre nem csak a napelem modulok, hanem az akkumulátorok terén is.

Az új töltésvezérlők MPPT⁷, azaz Maximális Munkapont Keresési algoritmussal rendelkeznek. Ez az elnevezés arra utal, hogy egy mikroprocesszor úgy vezérli a töltést, hogy a hozzá csatlakoztatott napelem moduljainkból a lehető legtöbb energiát tudja kinyerni.

Töltésvezérlőnk méretezésekor két dologra kell nagyon odafigyelnünk, mégpedig a napelem modulok nyitott áramköri feszültségére, és a maximálisan szükséges töltési áramra.

A napelem modulok nyitott áramköri feszültségét, a V_{OC} -t a kiválasztott eszköz adatlapjáról kell leolvasnunk, ez minden esetben meg van adva. A sorosan csatlakoztatott napelem modulok ezen feszültsége egyszerűen összeadandó, és a várható minimálisan fellépő környezeti hőmérséklethez tartozó korrekciós tényezővel beszorzandó. Legalább ekkora feszültséget elviselő töltésvezérlőt kell választanunk.

7 Maximal Power Point Tracking



2. diagram

Környezeti hőmérsékletekhez tartozó korrekciós tényezők⁸

A valaha mért legalacsonyabb hőmérséklet hazánkban 1940. február 16-án, Miskolc közelében -35 °C volt⁹, így a méretezési számolásoknál 1.23-as korrekciós tényezővel számolunk, ez elég nagy biztonsággal elegendő lesz.

A szükséges töltési áramot a napelem modulok összteljesítménye alapján kell meghatározni. Az W -ban feltüntetett összteljesítményt el kell osztanunk a töltésvezérlőhöz kapcsolódó akkumulátor csoport V -ban mért feszültségével. A kapott eredményt ezen kívül 1.25-el be kell szoroznunk. Erre azért van szükség, mert bizonyos körülmények között a napelem modulok nagyobb teljesítmény leadására képesek, mint az papíron meg van adva, ezért szükség van a 25%-os túlméretezésre.¹⁰

8 Saját készítésű diagram - az adatok a National Electrical Code 2008-as kiadásának ([ISBN 978-0877657903](#)) 690.7-es táblázatából származnak

9 A hőmérsékleti adat forrása az FN.hu Hidegrekordok Magyarországon c. cikke: http://fn.hir24.hu/csucsfoogyaszt/2010/01/25/hidegrekordok_magyarorszagon/

10 Ezt a szorzót a solar.wiseowlnetworks.us oldalon található, Solar Power Math Problems c. cikkből - <http://solar.wiseowlnetworks.us/solar-math-html>, és a sunsglobal.com-on található How to Size a Solar Charge Controllers (sic!) c. PDF fájlból - <http://www.sunsglobal.com/faq/How%20to%20Size%20a%20Solar%20Charge%20Controllers.pdf> néztem.

1.8 230V/50Hz AC előállítása

A napelem modul egyenáramából váltakozó áramot kell előállítanunk, hiszen rendszerünknek erre is szüksége lesz. Az átalakítást az ún. inverter végzi, a lehető legkisebb vesztség mellett. Így a 230V váltakozó áramot igénylő eszközöket erre az egységre csatlakoztatjuk. Egyes készülékek emellett megjelenítik a termelt áram mennyiségét, és egyéb adatokat is.

Az invertert a rendszerhez kell méretezni. A kisebb rendszereket egyfázisú inverterekkel, a nagyobbakat háromfázisú inverterekkel kell szerelni. Számunkra elegendők az egy fázissal rendelkező típusok is.

Sziget üzemű rendszerekhez az, inverterre csatlakoztatott készülékek által felvett teljesítmények összege alapján, és azok beindításakor jelentkező hirtelen többlet teljesítmény felvétel figyelembe vételével kell megválasztanunk az eszközt. Utóbbi az általunk használt eszközöknél elhanyagolható, így ezzel nem kell számolnunk, csak akkor, ha olyan készülékeket is szeretnének üzemeltetni a rendszerről, mint például egy porszívó, mikrohullámú sütő, vagy mosógép, amik induláskor lényegesen nagyobb teljesítményt vesznek fel.

Fontos, hogy az inverter bemeneti feszültsége megegyezzen a hozzá csatlakoztatott akkumulátor csoport feszültségével.

Figyelni kell még arra is, hogy a választott inverter ne módosított szinuszos jelet adjon le, ezzel ugyanis a kamerák nem tudnak dolgozni. Számunkra a tiszta szinuszhullámot generáló készülékek szükségesek.

Általánosságban elmondható, hogy az inverterek EU hatásfoka 95%. Az Euro-hatásfok címszó alatt megadott százalékos értékek az átlagos európai üzemelés és időjárás mellett elért hatásfokok. A maximális hatásfok csupán egy elméleti érték, amelyet valós körülmények között sosem fogunk elérni – legalábbis tartósan – mivel ezt a hatásfokot csak tökéletes besugárzás és hőmérséklet esetén kapjuk.

Az inverter megválasztásakor fontos még, hogy ne beltéri modellt keressünk. A legtöbb termékre 5 év garancia áll rendelkezésre, a várható élettartam pedig szintén rendre 10-15 év – ennyivel könnyebb a választás.

1.9 A kamerák képének továbbítása

A kamerák képét nem minden esetben rögzíthetjük helyben, mivel megeshet, hogy egy esetleges behatolás során elviszik a rögzítő egységet, legyen az SD kártya a kamerában, vagy egy komplett felvevő egység az építményen belül.

Ezért szükség van a vezeték nélküli jelátvitelre, és ezzel együtt egy távoli helyen való rögzítésre. Erre jelenleg két megoldás létezik.

Az egyik, hogy létező 3G hálózat esetén a kamerákat csatlakoztatjuk egy olyan routerre, ami képes egy, a mobilinternet szolgáltatótól kapott "USB stick"-en, vagy SIM kártyán keresztül internetes kapcsolatot biztosítani.

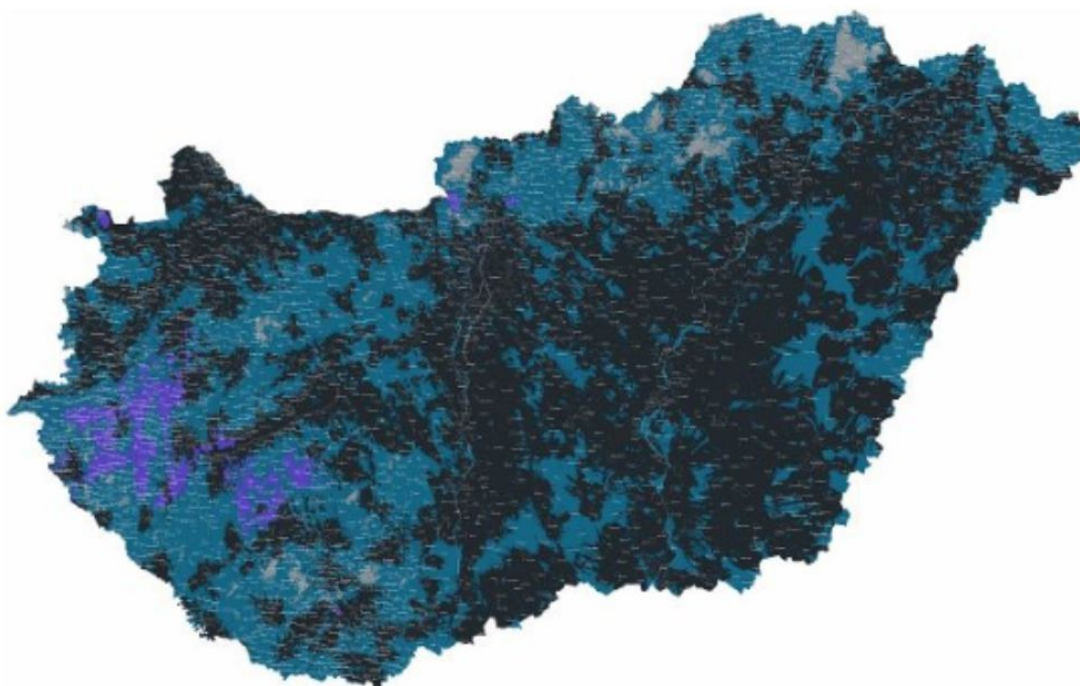
A másik megoldás a rádiófrekvenciás jeltovábbítás, melyhez szükséges egy switch, melyre csatlakoztatjuk a kamerákat, és egy antenna, mely az 5Ghz-es tartományban kommunikál.

1.9.1 A mobil adatátviteli hálózat használata

A 3G, azaz a harmadik generációs, széles sávú mobil adatátviteli hálózat már lehetőséget ad a kameraképek továbbítására. Az interneten talált forrás szerint¹¹ ez a legegyszerűbben, zökkenőmentesen, a Telenor által szolgáltatott mobilinternet csomag választásával oldható meg.

¹¹ <http://onlinecamera.net/20110321-kameras-megfigyeles-mobil-internet-halozaton-tp-link-tl-mr3420-router-es-telenor-zte-mf110-usb-modem-beallitasa> – 2012.12.03-ig bezárólag

A legnagyobb, jelenleg elérhető¹² mobilinternet csomag *elméletben* 60 Mbit letöltési, és 10 Mbit feltöltési sebességet, és 30 GB adatforgalmat kínál. A 30 GB adatforgalom elérése esetén, a szerződés szerint a letöltési és a feltöltési sávszélességet egyaránt 32 kbps-re korlátozza. Továbbá a sávszélességre vonatkozó adatokat illetően a hangsúly az elméletben szón van, hiszen az elérhető sebesség több mindentől függ, mint pl. a lefedettség, vagy a hálózat kihasználtsága. Emiatt a szerződési feltételek között azt olvashatjuk, hogy a garantált le, illetve feltöltési sebesség 0, azaz nulla Mbit/s.



2. ábra

Telenor mobilinternet lefedettség –

színmagyarázat: szürke-nincs; kék-2G; lila-3G; fekete-DC-HSPA+¹³

A mobil internetes megoldáshoz a következő listában felsorolt eszközökre van szükségünk.

– **Routerre**, mely képes:

– USB stick mobilinternet támogatására.

¹² Ezek az adatok álltak rendelkezésre 2012.12.03-án.

¹³ A kép forrása: www.telenor.hu/internet/lefedettseg – letöltés: 2012.12.03

- Port forwardingra.
- DynDNS támogatására.
- **Mobilinternet előfizetésre.**
- **Kiegészítő antennára, gyenge jel esetén.**
- **DynDNS hosztnév regisztrálása.**

Ezt a megoldást használva képesek vagyunk interneten keresztül megfigyelni a kamerák képét, akár még okostelefonon keresztül is. Ez mindenképpen hasznos, mert megfelelő eszközök esetén megoldható, hogy mozgás érzékelésekor SMS/push e-mail értesítést küldjön a rendszer a telefonunkra. Így akkor is rá tudunk pillantani a kameráinkra, ha épp úton vagyunk, ezáltal gyorsan képesek vagyunk meghozni a döntést, miszerint szükséges-e a beavatkozás, esetlegesen a rendőrség értesítése. Erre a témára a későbbiek során térek majd ki.

A kamerakép rögzítése ugyan megoldható lenne a 3G – vagy gyorsabb felöltési sebességet biztosító - hálózatot használva, de több okból kifolyólag ez a megoldás kevésbé életszerű. A lefedettség országunk területén nem egységes, így nem mindenütt érhető el a maximális, névleges sávszélesség. Emiatt kénytelenek vagyunk kevesebb képet küldeni másodpercenként. Több, megapixeles felbontású kamera esetén sajnos méginkább csökkentenünk kell ezt az értéket, így növelve a kimaradó időt, amikor nem tudjuk visszanézni, hogy mi történt.

Emellett ha elérjük a szerződésben előírt havi adatforgalmat, lekorlátozzák a sávszélességet. Így, ha a hónap elején az igényeiknek megfelelő fps-el tudunk rögzíteni, mert elegendő hozzá az elérhető sávszélesség, a havi limit elérése után ismét jelentkezik az előbbi probléma.

DynDNS hosztnév regisztrálása

Amennyiben az internet szolgáltatója nem biztosít számunkra fix IP címet, akkor szükségünk van DynDNS hosztnév regisztrálására. Ezt például a www.dyndns.com

weboldalon tehetjük meg. Ehhez számunkra a "DynDNS Pro" csomag megvásárlása szükséges, mely jelenleg¹⁴ egy évre \$20-os áron érhető el. Ezzel biztosítjuk, hogy az esetleges újracsatlakozáskor történő IP cím változás esetén is elérhetőek legyenek a kamerák az általunk választott címről.

Kiegészítő antenna csatlakoztatása a mobilinternet USB stickhez

Gyenge jel esetén egy kiegészítő antennával megpróbálhatunk javítani a helyzeten, az elérhető eredmény azonban előre nem meghatározható. Az antenna csatlakoztatásához szükségünk van egy univerzális 3G/4G képes antenna adapterre, melyet az USB stickünkre tudunk rögzíteni – ezek többsége tépőzáras, vagy csak simán rászorítós, így nem kell ragasztókkal rongálnunk a készülékünket. Ha ezzel megvagyunk, már csak csatlakoztatnunk kell az adapterre a 3G/4G képes antennánkat. Az interneten több vásárlói véleményt is átolvasva a legtöbb tapasztalat pozitív, így saját tapasztalatok hiányában azt a következtetést vontam le, hogy egy ilyen kiegészítés mindenképp jó hatást gyakorolna a rendszerünkre.

1.9.2 A rádiójel használata

A rádiójelen történő továbbításhoz a kamerákat csatlakoztatnunk kell egy olyan eszközre, ami képes továbbítani a kamerák képét ily módon, majd a másik oldalon, ahol a képrögzítés történik, szükségünk van egy olyan eszközre, ami ezeket a jeleket képes fogadni.

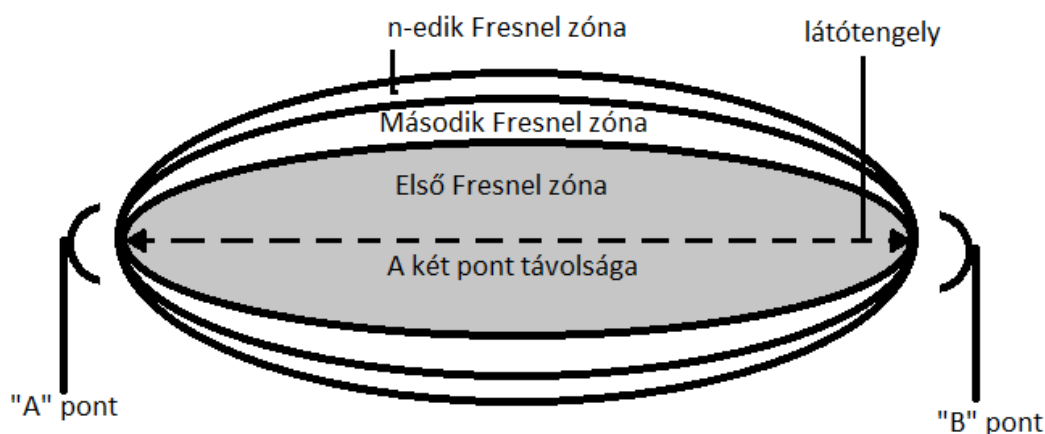
Ez a gyakorlatban úgy néz ki, hogy a kameráinkat switchekre csatlakoztatjuk Ethernet kábelekkel, majd a switchünket csatlakoztatjuk a kiválasztott rádiós eszközre. A másik oldalon a rádiós eszközt egy NVR-hez (Network Video Recorder) csatlakoztatjuk, ami rögzíti a kameraképeket. Az NVR-hez a számítógépet csatlakoztatva tudjuk kihasználni az NVR-ünk funkcióit.

¹⁴ Ezek az adatok álltak rendelkezésre a www.dyndns.com oldalon 2012.12.03-án.

Fontos megjegyezni, hogy az NVR-ek többsége nem képes minden IP kamerát kezelni, így a kiválasztáskor alaposan át kell nézni a támogatott eszközök listáját.

Az ily módon történő összeköttetésre több eszközt is találunk, mely megfelel az elvárásainknak, azonban néhány dolgot fontos tudnunk.

Tervezéskor fontos felmérni lehetőségeinket az eszközök elhelyezését illetően, ugyanis a két pont között kiemelten fontos az optikai rálátás. Így ügyelnünk kell arra, hogy a két pont között ne legyen semmilyen akadály. Emellett tartsuk észben, hogy a mikrohullámoknak a terjedése nem egyenes vonalú – a két pont között ún. Fresnel-zónával jellemezhető. Ez a következőképpen néz ki:



3. ábra¹⁵

A két antenna közötti Fresnel-zóna

A legfontosabb az első Fresnel-zóna akadálymentessége, mivel az energia körülbelül 90%-a itt halad át.

A frekvencia, amin érdemes továbbítani a kamerák képét, az 5GHz-es, hazánkban szabad frekvenciatartomány. Ezt indokolja a nagyobb maximális sávszélesség, és az, hogy a 2.4GHz-es tartományt sok más eszköz is használja – telefonok, otthoni Wi-Fi hálózatok -, így könnyen interferencia léphet fel, amit mi nem engedhetünk meg.

¹⁵ - saját készítésű ábra

Ugyan felmerülhet a kérdés, hogy ha a "semmi közepén" van a bekamerázott területünk, akkor ott ki telefonál, és hol találunk Wi-Fi hálózatot. Azonban ne felejtsük el, hogy a videorögzítőnk, és ezáltal az egyik antenna olyan helyen lesz, ahol szolgáltató által biztosított villamos hálózat áll rendelkezésre, így valószínűleg épületünk környékén lesznek családi házak, egyéb létesítmények is. A szabadon használható 5GHz-es mikrohullámú csatornát használva akár a város központjába is interferenciától mentesen továbbíthatjuk a kameraképeket. Ehhez viszont nagy valószínűséggel közbenső átjátszó állomásokra van szükség, hogy az antennák közötti optikai rálátás feltétele teljesülhessen.

1.10 Kamerák kiválasztása

"2009 őszétől a rendőrség és a közterület-felügyelet rendelkezik azzal a felhatalmazással, hogy közterületen térfigyelő kamerákat üzemeltessen. A vagyonvédelmi törvény (Vvtv.) 26. § (2) bekezdése kifejezetten tiltja, hogy a vagyonőr közterületen megfigyelő rendszert alkalmazzon."¹⁶

A piacon jelenleg rengetegféle kamerát találunk, így a könnyebb választás érdekében először a kamerákkal szemben támasztott igények és elvárások alapján le kell szűkítenünk a kört.

Alapvetően kétféle típust különböztetünk meg, analóg, és IP kamerákat. Igaz, hogy az IP kamerák drágábbak, a kábelezésük olcsóbb, és a használható funkciók, de főleg a képminőség terén sokkal többet nyújtanak analóg társaiknál.

Az általunk felállított feladat ellátásához mindenféleképpen olyan készülékre van szükségünk, ami kültérre lett kialakítva. Ezek nem áznak be, jobban viselik az időjárás viszontagságait. Azt, hogy mennyire védett egy kamera, az IP kódja alapján tudjuk ellenőrizni. Az IP kód az Ingress Protection Rating rövidítése, magyarul behatolás védelmi értékelés. Ezt általában az IP xy formában adják meg, ahol az első szám az érintés és az idegen testek elleni védelmi szintre, a második pedig a vízállósági szintre

¹⁶ forrás: http://www.adatvedelmiszakerto.hu/2010/05/a-kameras-megfigyeles_adatvedelem/

utal. Kültérre szükséges az IP65/IP66-os védettségi szint, ami a por behatolása, és bármilyen irányból érkező, erős vízsugár ellen védelmet biztosít.

A mozgásérzékelés csak akkor fontos, ha a kamerának belső, zárt teret kell megfigyelnie, mivel a jelenleg kültéren szinte lehetetlen úgy beállítani ezt a funkciót, hogy a szél által mozgatott faágak, és hasonlók ki legyenek szűrve, míg a tényleges behatolás esetén elinduljon a rögzítés. Ha egy belső teret, például egy előszobát figyel a kamera, akkor ennek a funkciónak az alkalmazásával sávszélességet és tárhelyet takarítunk meg.

Az építkezések megfigyeléséhez esetlegesen szóba jöhet egy-egy speed dome kamera. Megfelelő elhelyezés biztosítása mellett jól jöhet például az anyagmozgatások, gyanús személyek követése.

A sötétben való üzemeléshez infraledes kamerákra – vagy megfelelő éjszakai világításra - van szükségünk. Fontos az IR távolság, ami arra utal, hogy normál időjárási körülmények között milyen távolsáig használható az éjjellátó funkció.

A kamera felbontása mindenféleképpen legyen legalább 1 megapixeles. Ez a legtöbb esetben biztosítja a felismerhetőséget kültéren is, hiszen a távolabbi dolgokra is megfelelő mértékben rá tudunk nagyítani, anélkül, hogy túlzottan pixelesé válna a kép.

Mivel a rendszer télen is kell, hogy üzemeljen, fontos, hogy ellenőrizzük a feltüntetett működési hőmérséklettartományt. Magyarországon az átlaghőmérséklet januárban a legalacsonyabb, $-4-7\text{ °C}$ körüli. Így a kültéren elhelyezett kamerákat fűthető kameraházban kell elhelyezni. A hazánkban jelentkező nyári forróságot a készülékek elviselik, kapható azonban olyan kameraház, amely egy beépített ventilátor segítségével csökkenti a burkolaton belüli hőmérsékletet.

A sávszélesség és a tárolóhely optimális kihasználása érdekében a H.264 formátumú videotömörítés mindenképpen előnyt jelent.

A szükséges akkumulátor kapacitásának és a napelem modul szükséges teljesítményének kiszámolásához szükségünk van még a kamera maximális fogyasztási adatára is. Kisebb fogyasztású eszközök választásával a rendszer egészének ára akkor is

csökken, ha egyébként az úgymond energiatakarékos készülékekért felárat fizetünk, természetesen ésszerű kereteken belül.

Sok más funkció létezik, és sok más adat meg van adva egy-egy kamera specifikációs adatlapján, de számunkra a fent említett dolgok a legfontosabbak.

2. A HÁROM MEGFIGYELNI KÍVÁNT TERÜLET ÉS A PASSZÍV INFRÁS RENDSZER

Ebben a fejezetben bemutatom a három megfigyelni kívánt területet, azok elhelyezkedését, sajátosságait, egyéb igényeit, majd a végén egy általánosnak mondható passzív infrás rendszer eszközigényeit. A három terület kidolgozási sorrendben: egy tanösvény, egy bányaterület, és katasztrófa súlytott terület.

2.1 Tanösvény

Egy tanösvény megfigyelését kell biztosítani szabálysértések, bűncselekmények (például rongálás, eltulajdonítás, személtelés, garázdaság stb.) rögzítése céljából. A megfigyelés következtében a kikapcsolódni vágyó közönség számára biztonságosabbá, használhatóbbá válik a terület és ennek köszönhetően többen fogják látogatni. Itt a következő igények lépnek fel:

- A tanösvény egész hosszán történő megfigyelés.
- Éjjeli világítás biztosítása.

A tanösvény 500 méter hosszú deszkaösvény, ártéri erdő területén található. A megfigyelni kívánt terület így nem széles, hanem hosszú. A kamerákat egymástól 50 méter távolságra lévő oszlopokra tartom célszerűnek elhelyezni, úgy, hogy azok a deszkaösvény rájuk eső részét teljes egészében beláthatóvá tegyék. Az éjjeli világítást hálózati időzítővel megoldva az oszlopokra kell helyezni. A mozgásérzékelő lámpák PIR érzékelője folyosó karakterisztikájú kell, hogy legyen, mert csak így biztosítható a rájuk eső rész mozgásainak érzékelése.

Az oszlopok kiválasztásakor figyelembe kell venni azt, hogy azok szinte egész évben

vízben fognak állni. A napelem modulokat a tanösvény közepén található, fedett rész tetejére kell szerelni, megfelelő tartószerkezet használatával. A tető dél felé néz, vízszintestől mért szöge a déli oldalon 60° .

Az UTP kábelek maximális hossza elméletben 100 méter, így kénytelenek vagyunk Ethernet kiterjesztő eszközöket használni. A maximális távolság így már számunkra megfelelő mértékben növelhető lesz. A kábeleket a deszkaösvény alatt kell elvezetnünk, a célra megfelelő védőcsövekben. A védőcsöveket úgy kell rögzíteni, hogy az ellenálljon az árvíz esetén megjelenő hordaléknak.

A tanösvény mellett fák találhatóak, ezért kifejezetten ügyelni kell arra, hogy a napelem modulokat úgy helyezzük el, hogy azok egyáltalán ne, vagy csak a lehető legkisebb mértékben, rövid időre legyenek árnyékban a nap folyamán. Emellett ha lehetséges, a kábelezési költségek csökkentése érdekében a deszkaösvény hosszának felénél érdemes elhelyezni a rendszer szívet.

A mikrohullámú rádiós továbbító egységet szintén úgy kell elhelyezni, hogy annak a már említett Fresnel zónájába ne lógjon bele semmi.

A feladat elvégzéséhez így először az oszlopokat kell kiépíteni, majd ezután kezdődhet a többi eszköz szerelése. A kamerákat tartó oszlopok a deszkaösvény magasságától mérve 3 méter magasra kell, hogy érjenek. Így a kamerákat az oszlopok tetejére, a lámpákat pedig a kamerák alá fél méterrel kell rögzíteni, úgy irányítva, hogy mindkettő az általuk figyelt szakasz vége felé nézzen.

A napelem modulokat a pihenő tetejére kell szerelni, az antennának azonban egy magasabbra nyúló antenna szükséges, amely biztosítja az első Fresnel-zóna akadálymentességét.

A switch, a hálózati időzítő, az akkumulátor, a töltésvezérlő, és az inverter a napelem modulok alatti zárható szekrényben foglal majd helyet, körülbelül 2.5 méteres magasságban. A szekrénynek vandálbiztosnak kell, hogy legyen.

A kamerák, és a hozzájuk tartozó kiegészítők:

- 10 db Aventura CAM-IPM-2X-DNP típusú kamera.
- 2 megapixel, H.264 videó tömörítési formátum.
- 10 db Aventura CAM-HS-605HB fűthető kameraház, egyenáramú kivitel.
- 10 db Aventura CAM-BKT-205HS típusú tartókonzol.

Estéenként csak ritkán látogatják a tanösvényt, ezért a kamera nem rendelkezik IR világítással. A megfelelő éjszakai bevilágítottság biztosításáról kültéri mozgásérzékelős lámpák gondoskodnak, melyek nappal a hálózati időzítő használata miatt nem kapcsolnak be, így kímélve a rendszerünket.

A kültérre megválasztott lámpák:

- 10 db ALEGA 150W-os kültéri, mozgásérzékelős lámpa, IP44 szabványú burkolattal.
- 1 db HQ digitális időzítő / TIMER-10.

Mint már említettem, szükség van az UTP kábelek által szabott 100 méteres maximális hossz kibővítésére, erre a következő készülékeket választottam ki:

- 6 db Enable-IT 828 Ethernet bővítő.
- 568.2 méter CAT5e UTP kábel.
- 34 db RJ-45-ös csatlakozó.
- Ezeket az eredményeket a következőképpen kaptam:

A napelem modulhoz legközelebb lévő két kamera mindenféle egyéb eszköz nélkül közvetlenül a switchhez csatlakoztatható, egy-egy 30.7 méteres vezetékkel. Ez önmagában négy darab csatlakozót igényel.

Távolságuk vízszintes irányban 25-25 méter, függőleges irányban pedig 2×2.5 méter, és 2×3 méter.

A szerelésre, hajlításokra egyenként 20 cm plusszal számoltam.

A rendszer napelem moduloktól balra és jobbra lévő része megegyezik, ezért a számolás menetét csak az egyik irányban írom le, az egyszerűség kedvéért.

A középponttól számított második kamera távolsága vízszintes irányban 75 méter. Ehhez hozzájön a szekrénytől számított 2.5 méter, majd a kameraoszlopon újabb 3 méter. Ennek a kábelnek az egyik oldala a switchre, a másik oldala pedig egy Enable-IT 828-asra csatlakozik. Az eszköznek két PoE-s kimenete van, így az egyik kimenetre csatlakoztatott kábel a kamerába, a másik pedig a következő, napelem moduloktól távolabbi kamera felé indulva megint csak egy Enable-IT 828-asra csatlakozik. Ehhez szükségünk van 50 méter plusz 2×3 méter vezetékre.

Így ez eddig 1 db 80.5 méteres kábelt igényel az első Enable-IT 828-as kiterjesztőhöz, majd onnan 1 db 30 centiméteres vezeték a kameráig, és 1 db 56 méteres vezeték a következő kiterjesztő eszközig.

Itt megintcsak szükségünk van egy 30 centiméteres vezetékre a kamerához, és egy újabb 56 méteres vezetékhez a következő kiterjesztőig.

Az utolsó előtti kamerához szintén kell egy 30 centiméteres vezeték, majd megint egy 56 méteres vezeték az utolsó kamerához.

Itt plusz hosszt nem számoltam, mivel a kiterjesztők körülbelül 85 mm-es szélessége, és a kamerához csatlakoztatott 30 cm-es kábel elég játékot kell adjon ahhoz, hogy a vezetékek feszülés nélkül fussanak végig.

Így a következő hosszúságú kábelekre van szükség mindkét oldalt figyelembe véve:

– 2 db 80.5 méteres.

– 6 db 56 méteres.

– 6 db 30 centiméteres.

Ezek a kábelek összesen 28 darab csatlakozót igényelnek.

Az antenna és a switch csatlakoztatásához egy 8 méteres kábel szükséges.

A javított állapot a központ felé egy Ubiquiti Nanostation Nano M5 nevű eszközt választva oldjuk meg. A switch, amit a feladathoz választok, egy 5 portos Ubiquiti ToughSwitch. Erre csatlakoztatjuk a négy UTP kábelt, amelyek a kamerákhoz vezetnek, majd csatlakoztatjuk az antennát – ügyelve arra, hogy a switchen a PoE-et engedélyezzük az antenna, és az Ethernet kiterjesztő által használt portokon.

A következő lépés az akkumulátor szükséges kapacitásának meghatározása.

A szükséges kapacitás meghatározásához ezért először ki kell számolnunk a rendszerre csatlakoztatott eszközök energiaigényét.

Egész nap üzemelő készülékek:

– Aventura CAM-IPM-2X-DNP – max. 4 W.

– Aventura CAM-HS-605HB – max. 6 W.

– Ubiquiti ToughSwitch – 5 W + max. 11.5 W / PoE engedélyezett port.

– Ubiquiti Nanostation Nano M5 – max. 8 W – PoE portról.

– Enable-IT 828 – max. 1 W / készülék – 3 W / lánc – PoE portról.

A mozgásérzékelős lámpákból – 150 W – előreláthatólag maximum 3 darab üzemel egyszerre, összesen maximum 2 órán keresztül. A két óra üzembe a "téves", kisállatok okozta felkapcsolások is beleszámítanak.

A fűthető kameraház természetesen nem biztos, hogy egész nap üzemel, de mint már említettem, alapvető szabály, hogy a legkevésbé kedvező esetet kell vizsgálni.

Így a következő számítások alapján:

$$10 \times 4 W \times 24 h + 10 \times 6 W \times 24 h + (5 + 8 + 2 \times 3) W \times 24 h + 150 W \times 2 h = 3156 Wh$$

3156 Wh / nap fogyasztást generálnak a készülékeink.

A három nap tartalék biztosítása miatt, a számolás egyszerűségéért 3200 Wh-ra kerekített mennyiséget 3-al kell megszoroznunk.

$$3200 Wh \times 3 = 9600 Wh$$

Mivel biztosítani szeretnénk, hogy a legrosszabb esetben is csak 50%-ig merüljön az akkumulátorunk, így a 9600 Wh-t még meg kell szorozzuk 2-vel. Így 19200 Wh-t kapunk eredményül. Ezt a téli hőmérsékletek miatti korrekciós tényezővel szorozva:

$$19200 Wh \times 1.6 = 30720 Wh$$

A kapott értéket az inverter bemeneti feszültségével – esetünkben 48 V-al – elosztva megkapjuk az összesen szükséges akkumulátor kapacitást.

$$30720 Wh / 48 V = 640 Ah$$

A választott akkumulátor a Rolls Surette 12-Cs-11Ps 12 V-os, 357 Ah-s modellje. Hogy megkapjuk a párhuzamosan összekötendő akkumulátorok számát, a 640 Ah-t el kell osztanunk azt általunk választott egység Ah adatával, felfele kerekítve, a következő egész számra.

$$640 Ah / 357 Ah = 1.79$$

Az inverter bemeneti feszültségét elosztva az akkumulátor feszültségével, megkapjuk a sorosan összekötendő akkumulátorok számát.

$$48 V / 12 V = 4$$

Így összesen 4×2 , azaz 8 darab ilyen akkumulátort igényel a rendszer.

A következő lépés a napelem modulok kiválasztása.

Az előbb kiszámolt 3200 Wh igényünknek megfelelően, 80% hatásfokkal számolva, 1.3 óra napos idő mellett:

$$3200 \text{ Wh} \times 1.2 / 1.3 \text{ h} = 2954 \text{ W}$$

összteljesítményű napelem modulokra van szükségünk.

Az egyszerűség kedvéért ezt a számot 3000 W-ra kerekítjük. A feladathoz kiválasztott, 250 Wp teljesítményű Suntech STP250-20/Wd modulból így 12 darab szükséges, ami összesen 3000 Wp összesített teljesítményt produkál. A modul nyitott áramköri feszültsége 37.4 V.

A két csoport akkumulátorhoz két töltésvezérlőre van szükség, minden egyes töltésvezérlőhöz hat darab napelem modult csatlakoztatva. Egy napelem csoport három-három sorba kötött modulból áll. Így a bemeneti feszültség amit a töltésvezérlőnek el kell viselnie:

$$112.2 \text{ V} \times 1.23 = 138 \text{ V}$$

Az egy töltésvezérlőre jutó teljesítmény:

$$1500 \text{ Wp} / 48 \text{ V} = 31.25 \text{ A}$$

A kiválasztott töltésvezérlő a Midnite Solar Classic 150 MPPT, melynek maximális bemeneti feszültsége 150 V, töltési árama 96 A. Két darab ilyen típusú töltésvezérlő képes egymással párhuzamosan dolgozni, így a töltés megfelelő.

Egyszerre maximum 568 W teljesítményre van szükségünk, ehhez mérten kell a következő lépést, az inverter választását elvégeznünk. Ezt az adatot a szükséges akkumulátor kapacitás meghatározásánál lévő listában található adatok alapján kaptam.

A kiválasztott inverter a Samlex S 600W 48V Heavy Duty modellje.

Árbecslés:

A készülékek árait interneten ellenőriztem, az amerikai dollárt 220 Ft-ra, az angol fontot 360 Ft-ra az Eurót pedig 291 Ft-ra váltottam, 2013.01.01-én a Magyar Nemzeti Bank

oldalán ezek az adatok álltak rendelkezésre.

A rendszer körübelüli költségei:

– Samlex S 600W 48V Heavy Duty Inverter		- \$328
– Midnite Solar Classic 150 MPPT	× 2 db	- \$639 / db
– Suntech STP250-20/Wd	× 12 db	- \$247 / db
– Rolls Surrette 12-Cs-11Ps	× 8 db	- \$1 033 / db
– Aventura CAM-IPM-2X-DNP	× 10 db	- \$998 / db
– Aventura CAM-HS-605HB	× 10 db	- \$20 / db
– Aventura CAM-BKT-205HS	× 10 db	- \$28 / db
– ALEGA 150W kültéri lámpa	× 10 db	- 6 370 Ft / db
– Ubiquiti ToughSwitch		- \$91
– Ubiquiti Nanostation Nano M5		- 24 117 Ft
– HQ digitális időzítő / TIMER-10		- 2 950 Ft
– Enable-IT 828	× 6 db	- \$299 / db
– Kolink CAT5e UTP kábel	× 570 m	- kb. 73.6 Ft / m
– PANDUIT MP588-L UTP RJ45	× 28 db	- kb. 175 Ft / db
– RÜLSTEIN RJ45 törésgátló	× 28 db	- kb. 30 Ft / db

Ez összesen 5 677 619 Ft. Az ár nem tartalmazza a vezetékeket, a DC oldali túlfeszültségvédelmi eszközöket, sem a rögzítő szerkezetet, és a védőburkolatokat/szekrényeket. A közművek bevezetése a területre azonban szintén nagy összegű beruházás lenne, és a látképet is sokkal inkább elcsúfítaná.

Az akkumulátorok várhatóan 10 évig képesek megfelelő kapacitás mellett üzemelni. A napelem modulok 25 évig biztosan elegendő energiát képesek termelni. Az akkumulátorok tíz évenkénti cseréje körülbelül 1 800 000 Ft.

Ez az összeg soknak tűnhet, azonban sajnos manapság egyre több olyan esetről hallhatunk, hogy valaki eltűnik, vagy erőszakos bűncselekmény áldozatává válik. Egy ilyen, mondhatni civilizációtól távol eső helyszínen az előbb említett események nagyobb valószínűséggel történhetnek meg.

Több, mint valószínű, hogy a rendszer a beruházási költségeket nem hozza vissza, de a rongálás, és a szemetelés azonban így szinte teljes mértékben kivédhető, és ez 25 év távlatában sok pénzt takaríthat meg. Talán a szemetelés/rongálás esetén kiszabott több tízezer forintos büntetéseknek is társadalomformáló hatása lehet. A rendszer árát egyébként a villamos költségek jelenlétének hiánya is kompenzálja.

2.2 Bányaterület

Az egyik megfigyelni kívánt hely egy külszíni bányaterület, ahol szükség van:

- a bányához vezető út megfigyelésére.
- a bányászati tevékenység megfigyelésére két ponton, ami az idő függvényében mindig változik.

A kiépítést indokolja az elektromos hálózat hiánya, annak magas kiépítési költségei. Emellett két kamera helye is viszonylag sűrűn változik, így a mobilitás is fontos szemponttá válik.

A bányához vezető utat figyelő kamera mellett egy porta helyezkedik el. Itt a nap 24 órájában biztonsági őr áll szolgálatban. Erre mindenképp szükség van, hiszen a bányászathoz szükséges veszélyes anyagok tárolása helyben történik. Emiatt a területet nem elegendő csak bekamerázni, és illetéktelen behatolás esetén oda őröt küldeni. Ezért a

veszélyes anyagokat a porta mellett tároljuk úgy, hogy a portából a tároló egyetlen bejáratára a biztonsági őr rálát.

Mivel a portán az év minden napján biztonsági őr tartózkodik, a felvételek rögzítése akár helyben is megoldható lenne, de mivel a bánya egy hegy oldalában helyezkedik el, és a központra a rálátás egyszerűen biztosítható, így ez nem lenne célszerű megoldás. Ennek oka egyszerű – egy antenna sokkal kisebb áramfelvétellel üzemel, mint egy komplett felvevő rendszer. Így a méretezés során kisebb teljesítményű eszközökre lesz szükség, csökkentve ezzel a kiépítési költségeket.

A porta fűtéséről télen egy vegyestüzelésű kazán gondoskodik, hiszen a napelemes rendszerrel ez nem lenne kifizetődő.

A két mobil megfigyelő pont kialakítása során fontos a minél nagyobb felbontású kamera választása, mivel a munkálat egészét csak két kamera rögzít. Értelemszerűen emiatt a mobil pontokat is mindig úgy célszerű elhelyezni, hogy azok a rájuk eső részt teljes egészében belássák.

A mobil pontokra csak napközben van szükség, mivel este nem folynak munkálatok, így azok az éjszakára lekapcsolhatóak.

A fix megfigyelési pont eszközigénye és teljesítményfelvétele:

- 1 db Aventura CAM-IPM-13X-DNPC típusú kamera - max. 10 W
- 1.3 megapixel, H.264 videó tömörítési formátum
- 1 db Aventura CAM-HS-605HB fűthető kameraház, DC kivitel - max. 6 W
- 1 db Aventura CAM-BKT-205HS típusú tartókonzol
- 1 db ALEGA 150W-os kültéri mozgásérzékelős lámpa, IP44 szabványú burkolattal
- 1 db Ubiquiti ToughSwitch - 5 W + max. 11.5 W / PoE engedélyezett port
- 1 db Ubiquiti Nanostation Nano M5 - max. 8 W

– 1 db Ubiquiti Rocket M5 - max. 8 W

– 1 db Ubiquiti airMAX Omni AMO-5G10 antenna

Ezen adatok alapján kiszámítjuk az eszközök által generált fogyasztást:

$$6 W \times 24 h + 150 W \times 0.5 h + (5 W + 10 W + 8 W + 8 W) \times 24 h = 963 Wh$$

A megrendelő igénye ezenfelül egy rádió, és egy 32W-os energiatakarékos izzó ellátása, mely megfelelő környezetet teremt a biztonsági őrnek a portán. Egy Panasonic SC-HC15 típusú Hi-Fi feltüntetett fogyasztási adata normál használat mellett 12 W. A fűtésről a téli időszakban vegyestüzelésű kályha gondoskodik. A rádió egész napos használata, és a téli, átlagosnak mondható, délután 4-től reggel 8-ig felkapcsolt lámpa fogyasztása:

$$12 W \times 24 + 32 W \times 16 = 800 Wh$$

Összesítve, majd felfelé kerekítve 1800 Wh-val számolunk. A három nap tartalék és az akkumulátor élettartamokat biztosító kétszeres szorzó után 10800 Wh-t kapunk eredményül. A hőmérséklet szorzó itt szintén 1.6, mint a tanösvénynél, így az akkumulátor kapacitását a 17280 Wh-s értékből számítjuk.

48 V-os bemeneti feszültséggel rendelkező invertert használva:

$$17280 Wh / 48 V = 360 Ah$$

360 Ah akkumulátor kapacitásra van szükségünk. A feladathoz választott akkumulátor a Rolls Surrette S530, mely 6V-os, és 400 Ah-s.

Párhuzamosan összekötendő akkumulátorok száma:

$$360 Ah / 400 Ah = 0.9$$

Sorosan összekötendő akkumulátorok száma:

$$48 V / 6 V = 8$$

A számolások alapján 8 ilyen akkumulátort kell sorba kötnünk.

A napelem modulok szükséges összteljesítménye:

$$1800 \text{ Wh} \times 1.2 / 1.3 \text{ h} = 1662 \text{ W}$$

285 Wp teljesítményű Suntech STP285-24/Vd típusú napelem modulokból így hat darabra van szükségünk. A modul nyitott áramköri feszültsége 44.9 V.

$$1662 \text{ W} / 285 \text{ W} = 5.8$$

A hat napelem modul így összesen 1710 Wp teljesítményt képes leadni. Ezeket úgy csatlakoztatjuk egymáshoz, hogy 3-3 modul legyen egymással párhuzamosan kötve. Ebből adódóan a napelem panel nyitott áramköri feszültsége:

$$3 \times 44.9 \text{ V} \times 1.23 = 165.68 \text{ V}$$

A töltésvezérlő minimálisan szükséges töltési áramerőssége a kiszámított adatok alapján:

$$1710 \text{ Wp} / 48 \text{ V} \times 1.25 = 44.53 \text{ A}$$

A feladatra kiválasztott készülék a MidNite Solar Classic Lite 200. Ennek a modellnek a töltési áramerőssége 79 A, és az általa maximálisan elviselt bemeneti feszültség 200 V.

A rendszerre csatlakoztatott készülékek összteljesítménye 231 W, az akkumulátorok feszültsége pedig 48 V. A választott inverter így a SAMS-600R-148, melynek bemeneti feszültsége 42-60 V, teljesítménye pedig 600 W. *(Megj.: ez feleslegesen soknak tűnhet, de 48 V-os, megbízható modellek közül ez volt a legkisebb teljesítményű, amit találtam.)*

A mobil megfigyelési pont eszközigénye és teljesítményfelvétele:

- 1 db Aventura CAM-IPM-3X-DNP típusú kamera – max 8.5 W
 - 3 megapixel, H.264 videó tömörítési formátum
- 1 db Aventura CAM-HS-605HB fűthető kameraház, DC kivitel - max. 6 W
- 1 db Aventura CAM-BKT-205HS típusú tartókonzol

– 1 db Ubiquiti Nanostation Nano M5 - max. 8 W

Switchre itt nincs szükség, ugyanis a kamera, és az antenna adatterről kapja az áramot, és az antenna másik bemenetére egy darab kamera minden további nélkül csatlakoztatható így is. Switchre akkor lenne csak szükség, ha kettő, vagy több kamerát szeretnénk rá csatlakoztatni.

Ezen adatok alapján kiszámítjuk az eszközök által generált fogyasztást:

$$8.5 W \times 12 h + 6 W \times 24 h + 8 W \times 12 h = 342 Wh$$

A kamera, és az antenna – feltételezve, hogy kikapcsolás után nem veszítik el a beállításait – elegendő, ha napi 12 órát üzemelnek, mivel este nem folynak bányászati tevékenységek. A lekapcsolás egy kapcsolható hálózati hosszabbítóval egyszerűen megoldható. Ezt a feladatot célszerű a biztonsági őrre bízni.

A fűthető kameraháznak lehetséges, hogy egész nap üzemelnie kell, ezért ezt egy, a kapcsolható hosszabbítótól elkülönített áramforrásra kell csatlakoztatni.

A kerekítés, három nap tartalék, az akkumulátor élettartamot biztosító szorzók, és a téli hőmérséklet miatti korrekciós tényezők után az akkumulátor szükséges kapacitását a következő értékből számítjuk:

$$350 Wh \times 3 \times 2 \times 1.6 = 3360 Wh$$

24 V-os bemeneti feszültségen üzemelő invertert használva a szükséges kapacitás:

$$3360 Wh / 24 V = 140 Ah$$

A kiválasztott akkumulátor ennek tudatában a 12 V-os, gondozásmentes, 200 Ah-s kapacitású Universal Battery UB4D. Ennek kapacitása elsőre túlzásnak tűnhet, de ne felejtsük el, hogy a 22.5 W-os teljesítmény felvétele a rendszer készülékeinek 12 órán át jelentkezik, és mint már ahogyan az akkumulátoroknál említettem, rövidebb kisütés mellett a kapacitás kevesebb a 20 órás, 200 Ah-s feltüntetett értéknél.

Párhuzamosan összekötendő akkumulátorok száma:

$$140 \text{ Ah} / 200 \text{ Ah} = 0.7$$

Sorosan összekötendő akkumulátorok száma:

$$24 \text{ V} / 12 \text{ V} = 2$$

A számítások alapján két akkumulátort kell sorba kötnünk.

A napelem modulok szükséges összteljesítménye:

$$342 \text{ Wh} \times 1.2 / 1.3 \text{ h} = 315.7 \text{ W}$$

Ha már csak napi 23 és fél órát üzemel a kameraház fűtése, ami teljesen reális, elegendő egy darab Kyocera KD315GX-LPB 315 Wp teljesítményű, 49.2 V nyitott áramköri feszültségű napelem modul. A napelem modul nyitott áramköri feszültsége a korrekciós tényezővel beszorozva:

$$49.2 \text{ V} \times 1.23 = 60.5 \text{ V}$$

A töltésvezérlő minimálisan szükséges töltési áramerőssége a kiszámított adatok alapján:

$$315 \text{ Wp} / 24 \text{ V} \times 1.25 = 16.41 \text{ A}$$

A rendszerhez választott töltésvezérlő így ezek alapján a Steca Solarix MPPT 2010. Ennek a modellnek a töltési áramerőssége 20 A, és az általa maximálisan elviselt bemeneti feszültség 100 V.

A rendszerre csatlakoztatott készülékek összteljesítménye 22.5 W, az akkumulátorok feszültsége pedig 24 V. A választott inverter így a Phocos SI-350, melynek bemeneti feszültsége 21-32 V, teljesítménye pedig 350 W.

Árbeclés:***Fix pont:***

– Aventura CAM-IPM-13X-DNPC		- \$714
– Aventura CAM-HS-605HB		- \$20
– Aventura CAM-BKT-205HS		- \$28
– ALEGA 150W kültéri lámpa		- 6370 Ft
– Ubiquiti ToughSwitch		- \$91
– Ubiquiti Nanostation Nano M5		- 24 117 Ft
– Ubiquiti Rocket M5		- 24 371 Ft
– Ubiquiti airMAX Omni AMO-5G10		- 32 118 Ft
– Rolls Surrette S530	× 8	- \$350
– Suntech STP285-24/Vd	× 6	- \$279
– MidNite Solar Classic Lite 200		- \$520
– SAMS-600R-148		- \$328

A fix pont eszközeinek költsége összesen 1 445 476 Ft.

Mobil pont :

– Aventura CAM-IPM-3X-DNP		- \$1 650
– Aventura CAM-HS-605HB		- \$20
– Aventura CAM-BKT-205HS		- \$28
– Ubiquiti Nanostation Nano M5		- 24 117 Ft

– Universal Battery UB4D	× 2	- \$393/db
– Kyocera KD315GX-LPB		- \$400
– Steca Solarix MPPT 2010		- 215 €
– Phocos SI-350		- 220 €

Ez összesen 785 182 Ft / mobil pont. Ha a kamerát olyanra cserélnénk, mint amelyet a fix megfigyelési ponton is alkalmazunk – 1.3 megapixelet a mostani 3 megapixeles változat helyett – akkor a rendszer ára 579 262 Ft-ra csökken, azonban 1.5 W-al többet fogyaszt ez a kamera, és így már nem biztos, hogy télen kellő energiát képes előállítani a rendszer többi része.

Ebben az árban még nincs benne sem a vezetékek, DC oldali túlfeszültségvédelmi eszközök, sem az állvány ára. Kábelhossz szükséglet számításokat konkrét állvány adatok hiányában nem is lehet végezni, viszont úgyis csak egy darab, viszonylag rövid Ethernet kábelre van itt szükség, ami boltban megkapható, körülbelül 1 000 Ft / 5 m, CAT-5e kábel esetén, csatlakozókkal együtt, készre szerelve.

Bár azt nem tudom, hogy a szélnek mennyire állna ellen, de az Ultimate Support TS-110B típusú hangszóró állványa lehet, hogy megfelel a feladatra. Magasságra, szélességre, és súlyra elméletileg bőven elbírja a napelem, a kamera, és az antenna súlyát. Ennek az állványnak az ára \$170, azaz körülbelül 37 400 Ft. Ez az adat becslésnek jó, még akkor is, ha az előzőleg említett állvány nem használható. Ha egy rugós teleszkópos állványt ennyiért árulnak, gondolom 50 000 Ft-ért már egy vállalkozó biztosan legyárt egy megfelelően méretezett állványt.

A töltésvezérlőt, az akkumulátort, és az invertert érdemes egy zárható szekrénybe szerelni. Egy, a napelem modul fölé nyúló, de azt nem árnyékoló csőre kell az antennát szerelni, ésszerű határokon belül lehetőleg minél magasabbra. Mivel a napelem modul mindig dél felé kell hogy nézzen, így az antennát a rendszer áthelyezése esetén a fix ponton található fogadó antenna felé kell irányítani. Amennyiben a rálátás nem megoldható, átjátszó állomás telepítése szükséges, mely fogadja a jelet, és továbbítja a

fix pont felé. Az átjátszó állomást a katasztrófa súlytotta területek című részben tárgyalom.

A fix ponton a napelemek felszerelhetőek a porta tetejére, megfelelő tartókonzolk használatával. A mobil pontok irányából érkező rádiójelek fogadására való antennát, és a központ felé kommunikáló antennát lehetőség szerint minél magasabbra kell elhelyezni, de mint mindig, itt is a legfontosabb az első Fresnel-zóna akadálymentessége.

Ezeknek a tanácsoknak a betartásával a rendszer biztosan megbízhatóan üzemel. A rendszer ára természetesen nagyban függ a kiválasztott készülékek árától és meg lehetne próbálni más akkumulátor feszültségeket is. Azonban gyakorlati tapasztalat hiányában, a témában való rengeteg cikk, fórum, ismertető, és egyéb irodalom olvasása után számomra így tűnt kézenfekvőnek a választás.

2.3 Katasztrófa súlytotta területek megfigyelése

A katasztrófa súlytotta területekre a következő rendszereket tartom érdeemesnek megtervezésre: 2 megapixeles megfigyelési pont IR kamerával, 2 megapixeles megfigyelési pont, 2 megapixeles megfigyelési pont 240 m vezetékkel, átjátszó állomás.

Az éjszaka is használható IR kamerákat akkor érdeemes használni, ha a katasztrófa súlytotta területet este is felügyelet alatt kell tartani, és nincs megfelelő éjszakai világítás. Azonban ezeknek a készülékeknek tiszta idő mellett is csak 30 méter a látótávolságuk, így célszerű a megfigyelt terület külső gyűrűjén használni ezeket az rendszereket, és nem kívánt személyek észlelése esetén egy helyben tartózkodó őrséget riasztani. Ezzel az őrség létszáma, és így annak költségei csökkenthetőek.

Az IR LED-ek nélküli kamerás rendszereket napközben lehet megfigyelésre használni, a katasztrófa súlytotta területek, ellátó sátrak, a katasztrófa felszámolásához szükséges eszközök figyelemmel kísérésére alkalmasak.

Mint már az alkalmazhatósági területekről szóló fejezetben említettem, a 240 méter vezetékkel ellátott rendszer ott alkalmazható, ahol a kívánt telepítési pont valamilyen okból kifolyólag árnyékban van.

Átjátszó állomás

Az átjátszó állomás tartalmaz egy Ubiquiti Nanostation Nano M5, egy Ubiquiti Rocket M5, és egy Ubiquiti airMAX Omni AMO-5G10 készüléket. Az átjátszó állomás adott esetben telepíthető árammal ellátott helyre is, így megspórolva a napelemes rendszer költségeit. Napelemes rendszerre azonban méretezési számítások szükségesek.

Fogyasztás:

$$8 W \times 24 h + 8 W \times 24 h = 384 Wh$$

Akkumulátor méretezése:

$$384 Wh \times 3 \times 2 \times 1.6 = 3686.4 Wh$$

$$3686.4 Wh / 24 V = 153.6 Ah$$

A kiválasztott akkumulátor a Surrette Rolls 12 V 200Ah Series 4000 Deep Cycle típusú egység. Ebből két darabot kell sorba kötni, a 24 V feszültség elérése végett.

A napelem modulok szükséges összteljesítménye:

$$384 Wh \times 1.2 / 1.3 h = 354 W$$

A választott napelem modul így a GWL/Sunny-230P, mely 230 Wp teljesítményű, nyitott áramköri feszültsége 36.8 V. Ebből két darab kell, sorba kötve. A napelem modul nyitott áramköri feszültsége a korrekciós tényezővel beszorozva:

$$36.8 V \times 2 \times 1.23 = 90.53 V$$

A töltésvezérlő minimálisan szükséges töltési áramerőssége a kiszámított adatok alapján:

$$460 Wp / 24 V \times 1.25 = 23.96 A$$

A feladatra kiválasztott készülék a MidNite Solar Classic Lite 200. Ennek a modellnek a töltési áramerőssége 79 A, és az általa maximálisan elviselt bemeneti feszültség 200 V.

A rendszerre csatlakoztatott készülékek összteljesítménye 16 W, az akkumulátorok feszültsége pedig 24 V. A választott inverter így a Phocos SI-350, melynek bemeneti feszültsége 21-32 V, teljesítménye pedig 350 W.

A napelem rendszer körübelüli ára:

– GWL/Sunny-230P napelem modul	×2	- 139 € / db
– Surette Rolls 12 V 200Ah Series 4000	×2	- 325 € / db
– Phocos SI-350		- 220 €
– MidNite Solar Classic Lite 200		- \$520

Ez összesen: 448 468 Ft.

Az antennák körübelüli ára:

– Ubiquiti Nanostation Nano M5	- 24 117 Ft
– Ubiquiti Rocket M5	- 24 371 Ft
– Ubiquiti airMAX Omni AMO-5G10	- 32 118 Ft

Az antennákkal együtt a rendszer ára: 529 074 Ft.

2 megapixeles IR kamerás rendszer

Egy Aventura CAM-IPM-2B-29IR (Max. 9.5 W) típusú kamerával, és az azt befogadni képes 2B OHS-504-es típusú, fűthető kameraházzal (Max. 6 W), és egy Ubiquiti Nanostation Nano M5 antennával (Max. 8 W) a fogyasztás:

$$9.5 W \times 24 h + 6 W \times 24 h + 8 W \times 24 h = 564 Wh$$

Akkumulátor méretezése:

$$564 \text{ Wh} \times 3 \times 2 \times 1.6 = 5414.4 \text{ Wh}$$

$$5414.4 / 24 \text{ V} = 225.6 \text{ Ah}$$

A kiválasztott akkumulátor a Surrrette Rolls 12 V 125 Ah Series 4000 Deep Cycle típusú egység. Ebből két sort kell párhuzamosan kötni, soronként két egységgel a 24 V feszültség, és a 250 Ah kapacitás elérése végett.

A napelem modulok szükséges összteljesítménye:

$$564 \text{ Wh} \times 1.2 / 1.3 \text{ h} = 520.62 \text{ W}$$

A választott napelem modul így a Suntech STP285-24/Vd, mely 285 Wp teljesítményű, nyitott áramköri feszültsége 44.9 V. Ebből két darab kell, sorba kötve. A napelem modul nyitott áramköri feszültsége a korrekciós tényezővel beszorozva:

$$44.9 \text{ V} \times 2 \times 1.23 = 110.45 \text{ V}$$

A töltésvezérlő minimálisan szükséges töltési áramerőssége a kiszámított adatok alapján:

$$570 \text{ Wp} / 24 \text{ V} \times 1.25 = 29.69 \text{ A}$$

A feladatra kiválasztott készülék a MidNite Solar Classic Lite 200. Ennek a modellnek a töltési áramerőssége 79 A, és az általa maximálisan elviselt bemeneti feszültség 200 V.

A rendszerre csatlakoztatott készülékek összteljesítménye 23.5 W, az akkumulátorok feszültsége pedig 24 V. A választott inverter így a Phocos SI-350, melynek bemeneti feszültsége 21-32 V, teljesítménye pedig 350 W.

A rendszer körübelüli ára:

– Aventura CAM-IPM-2B-29IR	- \$1 040
– 2B OHS-504 fűthető kameraház	-\$40

– Ubiquiti Nanostation Nano M5		- 24 117 Ft
– Surrette Rolls 12V 125Ah Series 4000	× 4	- £215 / db
– Suntech STP285-24/Vd	× 2	-\$279 / db
– MidNite Solar Classic Lite 200		-\$520
– Phocos SI-350		- 220 €

Ez összesen 848 380 Ft.

2 megapixeles rendszer

Itt a használt kamera az Aventura CAM-IPM-2X-DNP, melynek maximális fogyasztása 4 W. Az Aventura CAM-HS-605HB fűthető kamerához 6 W-ot, az Ubiquiti Nanostation Nano M5 antenna pedig 8 W-ot fogyaszt. Ez összesen 16 W, melyet az átjátszó állomásra méretezett rendszer képes ellátni.

A napelemes részen túli eszközök körübelüli ára:

– Ubiquiti Nanostation Nano M5		- 24 117 Ft
– Aventura CAM-IPM-2X-DNP		- \$998
– Aventura CAM-HS-605HB		- \$20
– Aventura CAM-BKT-205HS		- \$28

Így összesen a rendszer ára: 702 705 Ft.

2 megapixeles rendszer 240 m CAT5e vezetékkel

Ennek a rendszernek az eszközigénye annyiban bővül az előzőhöz képest, hogy a kamerának is szüksége van állványra, és a kábeleket valamilyen strapabíró, de viszonylag könnyen hajlítható csőben kell végighúzni. Az Ethernet kiterjesztőnél szükség van egy szintén strapabíró dobozra. Az Enable-IT 828-as eszköz csupán 1 W többleteljesítményt igényel, így ezt is képesek vagyunk a bányaterületnél megtervezett

mobil pontra csatlakoztatni. A rendszer összesen 17 W fogyasztását az átjátszó állomáshoz tervezett rendszer képes ellátni.

Az előző rendszerhez képest a plusz költségek:

– Enable-IT 828		- \$299
– Kolink CAT5e UTP kábel	× 240 m	- kb. 73.6 Ft /m

Ezek alapján a rendszer ára körülbelül 786 149 Ft.

Az árak nem tartalmazzák a vezetékeket, a DC oldali túlfeszültségvédelmi eszközöket, sem az állványt, és a védőburkolatokat/szekrényeket.

2.4 Épület passzív infrás védelme

Egy olyan épület passzív infrákkal való védelme, ahol egyébként a közelben nincs áram, megoldható napelemek használatával is.

Egy átlagosnak mondható helyszín felszerelése:

– DSC PC1616 központ		- 2 W
– DSC PK5508 LED kezelőpanel		- 1 W
– 5 db DSC LC100 PI Passzív infra mozgásérzékelő		- 0.15 W
– Tell Ecoline GSM kommunikátor		- 1 W

Az eszközök által generált fogyasztás:

$$(2 W + 1 W + (5 \times 0.15 W) + 1 W) \times 24 h = 114 Wh$$

Akkumulátor méretezése:

$$114 \text{ Wh} \times 3 \times 2 \times 1.6 = 1094.4 \text{ Wh}$$

$$1094.4 \text{ Wh} / 12 \text{ V} = 91.2 \text{ Ah}$$

A kiválasztott akkumulátor így az Ritar RA-12-100SD. Ennek kapacitása 100 Ah., feszültsége 12 V.

A napelem modulok szükséges összteljesítménye:

$$114 \text{ Wh} \times 1.2 / 1.3 \text{ h} = 105.2 \text{ W}$$

A kiválasztott modul így a Sunwize SW-S55P, mely 55 Wp teljesítményű, nyitott áramköri feszültsége pedig 22 V. Ebből kettő darabot kell sorba kötni.

A nyitott áramköri feszültség a korrekciós tényezővel beszorozva:

$$22 \text{ V} \times 2 \times 1.23 = 54.12 \text{ V}$$

A töltésvezérlő minimálisan szükséges töltési áramerőssége a kiszámított adatok alapján:

$$110 \text{ Wp} / 12 \text{ V} \times 1.25 = 11.46 \text{ A}$$

A kiválasztott készülék ezek alapján a Tracer 2215 150V 20A. Ez 150 V bemeneti feszültséget, és 20 A töltési áramerősséget képes ellátni.

A rendszerre csatlakoztatott készülékek összteljesítménye kerekítve 5 W, az akkumulátor feszültsége pedig 12 V. A választott inverter így a Phocos SI-350, melynek bemeneti feszültsége 10.5-16 V, teljesítménye pedig 350 W. Kisebbit sajnos nem találtam, ami szigetüzemű, és 230 V-ot állít elő.

A napelem rendszer körübelüli ára:

– Phocos SI-350	- 220 €
– Tracer 2215 150V 20A.	- \$123

– Sunwize SW-S55P	- \$252
– Ritar RA-12-100SD	- \$279

Ez összesen 263 340 Ft.

Ez nem tartalmazza a riasztóközpont, és a többi készülék árát, sem a vezetékek, DC oldali túlfeszültségvédelmi eszközök árát, és a napelem modulok rögzítőszerkezetének költségeit, de ennyi pénzért már biztos vannak olyan emberek, akik egy ilyen megoldást választanak, főleg, ha azt nézzük, hogy a nyáron megtermelt többletenergiát más eszközök üzemeltetésére (mint pl. világítás, rádió) is fel lehet használni.

BEFEJEZÉS

A szakdolgozatom írása alatt sok új elméleti tapasztalatot szereztem, és rájöttem arra, hogy egy rendszer pontos és komplett méretezése rengeteg előkészületet, információt, és nem utolsósorban ismeretet igényel.

A rendszert nem alkotóelemenként, hanem egy egységként kell kezelni, amely teljes egészében képlékeny, és szinte minden alkotóelem függ a többi alkotóelemtől. Emiatt szükséges minden információ egy ilyen rendszer megtervezéséhez, a felhasználás helyétől, körülményeitől kezdve egészen a rá csatlakoztatott készülékek specifikációjáig.

Csakis az összes rendelkezésre álló adat ismeretében lehet egy rendszert az utolsó alkotóelemig megtervezni, így a számítások során a vezetékek, DC oldali túlfeszültségvédelmi eszközök, és egyéb apró alkotóelemek méretezésébe nem mentem bele, mert az több ismeretet igényelne, mint amennyivel rendelkezek.

Ennek ellenére általánosságban a számítási feladatok jól rávilágítanak a rendszer előnyeire, és hátrányaira, és véleményem szerint jól bemutatják annak komplexitását.

A mobil pontok számomra drágának tűnnek ahhoz, hogy alkalmazásuk széles körben elterjedjen. Azonban pl. egy legelő villanypásztorának, és az ahhoz kapcsolódó raktárnak a térvédelme reális feladatnak tűnik.

Azonban a napelemes rendszerek fejlődése hozhat a későbbiek folyamán akkora árcsökkenést, hogy érdemes legyen elgondolkodni akár a mobil pontok széleskörű használatát illetően is.

Szakdolgozatom elkészítése folyamán a következőket teljesítettem:

- Felkutattam és feldolgoztam a rendelkezésre álló irodalmakat.
- Bemutattam a rendszer alkalmazhatósági területeit.

- Bemutattam a jelenleg piacon megtalálható főbb fotovoltaiikus modul típusokat, azok előnyeit, hátrányait.
- Bemutattam a napelemek fejlődésének történetét.
- Röviden bemutattam a közeljövőben várható fejlesztéseket, azok hatását, következményeit.
- Bemutattam a napelemes rendszer eszközeinek sajátosságát, azok méretezési számításait.
- Bemutattam egy fikcionális tanösvény és egy bányaterület kamerás megfigyelésére vonatkozó igényeit.
- Megterveztem egy tanösvény, egy bányaterület bekamerázásához szükséges rendszert.
- Megterveztem katasztrófa súlytotta területekre mobil megfigyelési pontokat.
- Méretezési számításokat végeztem egy általános passzív infrás védelem áramellátásához szükséges napelem rendszerre vonatkozóan.
- A számítások során meghatároztam a szükséges napelem teljesítményt, akkumulátor kapacitást, és a rendszerhez invertert választani.
- Meghatároztam a rendszer körübelüli költségeit.
- Rávilágítottam a rendszer kritikus pontjaira.

IRODALOMJEGYZÉK

Felhasznált irodalom:

[1] okosolart.com – Napsugárzás

<http://www.okosolart.com/index.php?site=napkollektor/napsugarzas>

letöltés: 2012.12.29, 13. oldal

[2] solar-facts.com – Wiring Your Panels

<http://www.solar-facts.com/panels/panel-wiring.php>

letöltés: 2012.12.16, 38. oldal

[3] altestore.com – Off-grid calculator

http://www.altestore.com/store/calculators/off_grid_calculator/

letöltés: 2012.12.01, 33. oldal

[4] solartisnapkollektor.hu – Napenergia Magyarországon

<http://solartisnapkollektor.hu/napenergia-magyarorszagon.php>

letöltés: 2012.12.03, 13. oldal

[5] mnnsz.hu – Szolár szótár

<http://www.mnnsz.hu/szolar-segedletek/7842-2/>

letöltés: 2012.11.15, 13. oldal

[6] forrest.hu – Megfigyelő rendszerek

<http://www.forrest.hu/szolgaltatasok/megfigyelo-rendszerek>

letöltés: 2012.11.18, 25. oldal

[7] adatvedelmiszakerto.hu – A kamerás megfigyelés és az adatvédelem

http://www.adatvedelmiszakerto.hu/2010/05/a-kameras-megfigyeles_adatvedelem/

letöltés: 2012.11.18, 25. oldal

[8] napelemek.blog.hu – Vékonyrétegű napelemek: az "új" technológia

http://napelemek.blog.hu/2009/11/25/vekonyretegu_napelemek_fejlodo_technologia

letöltés: 2012.11.20, 10. oldal

[9] monitoryourassets.com – Amir Majidimehr – Understanding Analog and IP TV CCTV Cameras

<http://www.monitoryourassets.com/ip-vs-analog/>

letöltés: 2012.11.15, 25. oldal

[10] discount-security-cameras.net –Analog vs. IP Technologies

<http://www.discount-security-cameras.net/analog-vs-ip-technology.aspx>

letöltés: 2012.11.15, 25. oldal

[11] cesvision.hu –Tudástár

<http://www.cesvision.hu/tudastar.html>

letöltés: 2012.11.15, 25. oldal

[12] forum.ubnt.com –Surveillance, IP Cameras, Monitoring Center, AirMAX Equipment

<http://forum.ubnt.com/showthread.php?p=393303>

letöltés: 2012.11.16, 23. oldal

[13] http://wiki.ubnt.com –Planning a wisp solar powered tower

http://wiki.ubnt.com/Planning_a_wisp_solar_powered_tower

letöltés: 2012.11.17, 32. oldal

[14] wi-fiplanet.com - Joseph Moran –5 Pros and Cons to 5 GHz Wi-Fi Routers

<http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/5-pros-and-cons-to-5-ghz-wi-fi-routers.html>

letöltés: 2012.11.17, 20. oldal

[15] wiki.ham.hu –Fresnel zóna

http://wiki.ham.hu/index.php/Fresnel_zóna

letöltés: 2012.11.20, 24. oldal

[16] forum.ubnt.com –Powering Nanostation M5 with Solar Power

<http://forum.ubnt.com/showthread.php?t=59507>

letöltés: 2012.11.21, 32. oldal

[17] enerzytech.com – Battery Bank Sizing, Solar Power FAQ , Glossary : Solar Energy, Solar PV Panels, Types of Solar PV Systems, Solar PV System Sizing

<http://www.enerzytech.com/resources/articles>

letöltés: 2012.11.22, 14. oldal

[18] solartechnologia.hu –Napelemek működése és alkalmazása

<http://solartechnologia.hu/napelemes-rendszerek.html>

letöltés: 2012.11.23, 12. oldal

[19] wholesalesolar.com –Battery Bank Sizing Worksheet

http://www.wholesalesolar.com/battery_sizing.html

letöltés: 2012.12.10, 33. oldal

[20] solartechnology.co.uk –How to calculate your solar power requirements

<http://www.solartechnology.co.uk/how-to-calculate-your-solar-power-requirements.htm>

letöltés: 2012.11.25, 14. oldal

[21] longsgap.com –How to Choose a Battery or Batteries to Match Your Solar -Wind System

<http://www.longsgap.com/SolarWind/Batteries.html>

letöltés: 2012.11.26, 14. oldal

[22] freesunpower.com – Basic Tutorials

<http://www.freesunpower.com/tutorials.php>

letöltés: 2012.11.26, 17. oldal

[23] midnitesolar.com –Classic Sizing Tool

<http://www.midnitesolar.com/sizingTool/index.php>

letöltés: 2012.11.27, 34. oldal

[24] solarpaneltalk.com – Solar Panel Hookup. Series or Parallel

<http://www.solarpaneltalk.com/showthread.php?46-Solar-Panel-Hookup-Series-or-Parallel>

letöltés: 2012.12.22, 34. oldal

[25] napelemklub.hu –Bodnár István –Napelemek tudománya érthető nyelven, a napelemek tájolása

<http://www.napelemklub.hu/Napelem/Napelemek-tudomanya-ertheto-nyelven-a-napelemek-tajolasa>

letöltés: 2012.11.11, 14. oldal