65. VÁNDORGYŰLÉS, KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS 2018.09.12-14.

A5 Szekció – Műszaki végzettségű munkaerő hiányának kezelése az iparágban 2018.09.13.

8394 Alsópáhok, Kölcsey Ferenc u. 6.

szita.istvan@c-help.hu

+36 30 9691348

SZITA ISTVÁN

MŰSZAKI MÉRNÖK - INFORMATIKUS

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

VÉGZETTSÉGEK

2017 - 2018	Szakmérnöki diploma napelemes rendszerek létesítése szakon Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest
1997 - 1999	Rendszer informatikus felsőfokú szakképzettség PATE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Szaktanácsadási, Továbbképzési és Informatikai Központ, Keszthely
1994 - 1996	Számítógép-programozó középfokú szakképzettség Számalk Rendszerház Rt. Oktató és Konzultációs Központ, Zalaegerszeg
1982 - 1985	Okleveles gépészmérnöki diploma Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola, Budapest
1978 - 1982	Mechanikai műszerész Ganz Ábrahám Gépészeti Szakközépiskola, Zalaegerszeg

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

TANFOLYAMOK

- AutoCAD tanfolyamok
- ArchiCAD tanfolyamok
- Hardver gyártók szemináriumai
- Multimédiafejlesztés (Adobe After Effects, Flash)
- Website fejlesztés
- Digitális fotó, videó (Adobe Premier, Photoshop)
- Implementing and Managing Microsoft Exchange Server
- Managing and Maitaining Microsoft Windows Server Environment
- Administering a Microsoft SQL Server Database
- Introduction to Web Development with Microsoft Visual Studio
- Cisco IP Telephony Managing
- Magyar Napelem Napkollektor Szövetség tanfolyamok

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

MUNKAHELYEK

2012 - Jelen	informatikus, műszaki osztályvezető, főmérnök Zala Megyei Rendőr-főkapitányság, Zalaegerszeg
2004 - 2012	informatikai osztályvezető Zala Megyei Közgyűlés Hivatala, Zalaegerszeg
1999 - 2004	ügyvezető C-Help Bt., Alsópáhok
1998 - 1999	üzletág vezető Steke Kft., Keszthely
1988 - 1998	műszaki vezető, rendszergazda BM Szanatórium, Hévíz

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

ZMRFK 499,8 kWp teljesítményű napelemes kiserőmű tervezése

2018

Intézményi konzulens neve: Dr. Novothny Ferenc
címzetes egyetemi tanár

Külső konzulens neve: Nagy János
villamosmérnök

NAPELEMES KISERŐMŰ ALAP ADATATAINAK BEMUTATÁSA

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Tervezés pontos helye:
Zala Megyei Rendőr-főkapitányság
8900 Zalaegerszeg
Balatoni u. 4.

GPS koordináták:
Szélesség: É=46,846°
Hosszúság: K=16,850°

Tengerszint feletti magasság: 148 m

Éves energiafogyasztás 3 év átlagában: 450000 kWh/év

NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

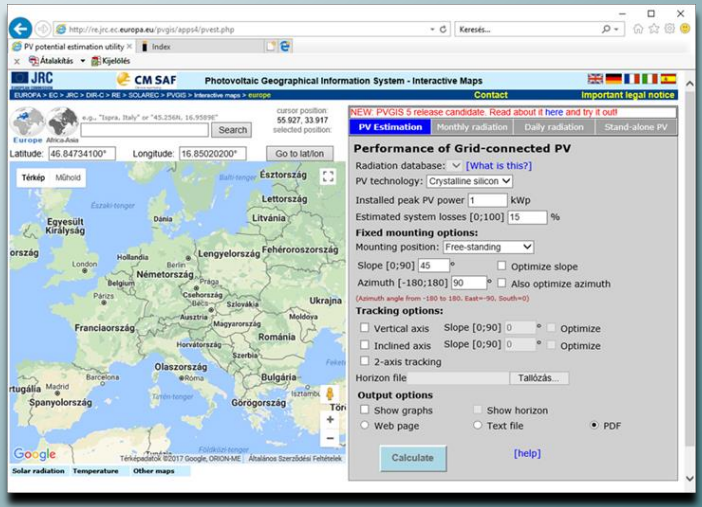
DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

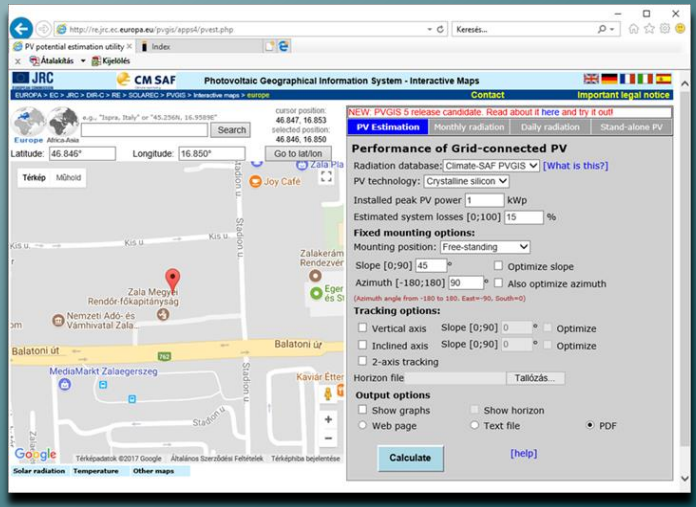
SZITA ISTVÁN

Napelemes rendszer tervezése energiatermelési előrejelzés alapján:

EU fotovoltaikus projektje 1981-től gyűjt földrajzi eloszlásban besugárzási adatokat

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

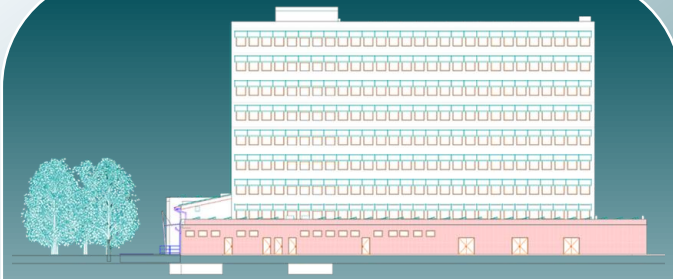




NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

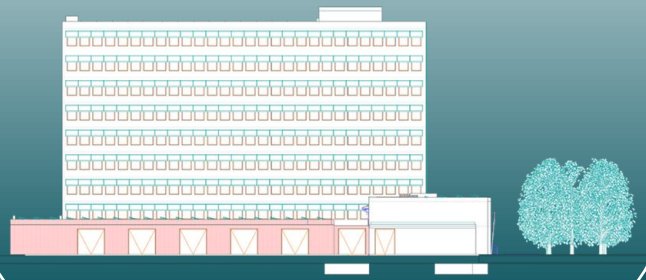
DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN



Napellenzőként, keleti tájolás
szolár panelek egyedi tartóra
dőlésszög 45°
859 kWh/év/kWp
224 db napelem
67,2 kWp

Napellenzőként, nyugati tájolás
szolár panelek egyedi tartóra
dőlésszög 45°
868 kWh/év/kWp
220 db napelem
66,0 kWp



NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

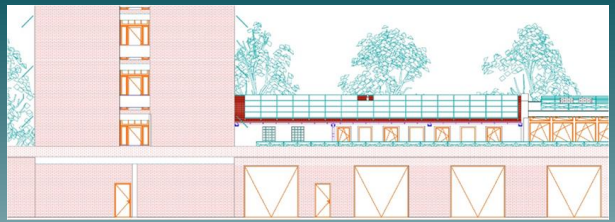
Homlokzati elemként, déli tájolás
szolár panelek függőleges burkolatra
dőlésszög 90°
760 kWh/év/kWp
135 db napelem
40,5 kWp

Sátortető, déli tájolás
szolár panelek lindab burkolatra
dőlésszög 12°
1070 kWh/év/kWp
72 db napelem
21,6 kWp

NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN



Sátortető, északi tájolás

szolár panelek lindab burkolatra

dőlésszög 12°

859 kWh/év/kWp

67 db napelem

20,1 kWp

Lapostető, déli tájolás

szolár panelek Schweizer tartón

dőlésszög 15°

1080 kWh/év/kWp

948 db napelem

284,4 kWp

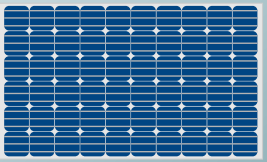
NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Napelem modulok típusa:

KIOTO SMART KPV ME NEC 300 Wp mono solar napelem



Napelem modulok száma, mérete:

1666 db napelem összesen
1222 db 1666 x 992 x 40 mm
444 db 1600 x 1033 x 40 mm

Hozam STC körülmények között

Megnevezés	Tájolás	Dőlésszög	Mennyiség [db]	Napelem névleges teljesít-ménye [W]	Napelemek névleges összteljesít-ménye [kWp]	Napelem termelés [kwh/kWp/év]	Napelem termelés összesen [kWh/év]
Napellenző-keleti	90°	45°	224	300	67,20	859	57,72
Napellenző-nyugati	-90°	45°	220	300	66,00	868	57,29
Homlokzati elem déli	0°	90°	135	300	40,50	760	30,78
Sátortető-déli	0°	12°	72	300	21,60	1070	23,11
Sátortető-északi	180°	12°	67	300	20,10	859	17,27
Lapostető-déli	0°	15°	948	300	284,40	1080	307,15
Összesen			1666		499,80		493,32

NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Inverterek gyártója:

A Smart rendszereket is fejlesztő HUAWEI

Inverterek típusai a stringek alapján:

Smart String SUN2000-33KTL-A
2 db

Smart String SUN2000-36KTL
7 db

Smart String SUN2000-42KTL
5 db

Hozam nem STC körülmények között

Megnevezés	Tájolás	Dőlésszög	Mennyiség db	Napelem (hőmérsékleti tényezővel) teljesítménye W	Napelemek (hőmérséleti tényezővel) összteljesítménye kWp	Napelem termelés kwh/kWp/év	Napelem termelés össesen kWh/év
Napellenző-keleti	90°	45°	224	349,95	78,39	859	67,34
Napellenző-nyugati	-90°	45°	220	349,95	76,99	868	66,83
Homlokzati elem déli	0°	90°	135	349,95	47,24	760	35,90
Sátortető-déli	0°	12°	72	349,95	25,20	1 070	26,96
Sátortető-északi	180°	12°	67	349,95	23,45	859	20,14
Lapostető-déli	0°	15°	948	349,95	331,75	1 080	358,29
Összesen			1 666		583,02		575,46

NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Energiatermelés előre jelzéssel tervezett rendszer méretezéssel történő ellenőrzése

A kiválasztott inverterek DC bemeneti feszültsége

1100 V / 36,4 V =.30,2 => 30 napelem modul lehet maximálisan stringenként, a kiválasztott inverterekhez (Huawei SUN2000-33KTL-A, Huawei SUN2000-36KTL, Huawei SUN2000-42KTL) 8 string csatlakoztatható.

Üzemi feszültség változása (U_{max}) – (hőmérséleti együttható –U_{oc}: -90,7 mV/°C)

+70 °C => -90,7 mV/°C x (70-25) °C = -4,1 V

-20 °C => -90,7 mV/°C x (-20-25) °C = +4,1 V

Névleges feszültség – U_{mpp}: 32,28 V

U_{max} = 32,28 V + 4,1 V = 36,4 V / modul (-20 °C)

Üzemi áram változása (I_{max}) – (hőmérséleti együttható –I_{sc}: 2,85 mA/°C)

+70 °C => 2,85 mA/°C x (70-25) °C = +128,2 mA

-20 °C => 2,85 mA/°C x (-20-25) °C = -128,2 mA

Maximális üzemi áram – I_{mpp}: 9,29 A

I_{max} = 9,29 A + 0,128 A = 9,4 A / modul (+70 °C)

NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

PV modul, PV string maximális rövidzárási árama: $I_{SC\ MAX} = K_I \times I_{SC\ STC}$

Jelen esetben: $I_{SC\ MAX}$ = 1,25 x 9,69 A = **12,1 A**

A kiválasztott inverterek maximális DC bemeneti áramerőssége munkapontonként (MPPT)

SUN2000-KTL33 stringek esetében: I_{max} = 9,418 A x 8 = 75,344 A

Munkapont alapján megengedett áram: I_{max} = 22 A x 4 = 88 A

Munkapont alapján zárlati áram: I_{sc} = 30 A x 4 = 120 A

SUN2000-KTL36 stringek esetében: I_{max} = 9,418 A x 8 = 75,344 A

Munkapont alapján megengedett áram: I_{max} = 22 A x 4 = 88 A

Munkapont alapján zárlati áram: I_{sc} = 30 A x 4 = 120 A

SUN2000-KTL42 stringek esetében: I_{max} = 9,418 A x 8 = 75,344 A

Munkapont alapján megengedett áram: I_{max} = 22 A x 4 = 88 A

Munkapont alapján zárlati áram: I_{sc} = 30 A x 4 = 120 A

NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Inverter – DC oldal munkaponti feszültség és áram tartománya

Úgy kell összeállítani a napelem modulokat és stringeket, hogy az inverter üzemidejének a lehető legnagyobb részében a munkaponti tartományán belül működjön

200 V (U_{mpp} minimun) ≤ U ≤ **1000 V** (U_{mpp} maximum)

azonban soha ne kerüljön a bemeneteire nagyobb feszültség és áram, mint a maximum határértéke munkapontonként

UOC < **1100 V** (U_{DC} maximun) és I < **22 A** (I_{DC} maximum)

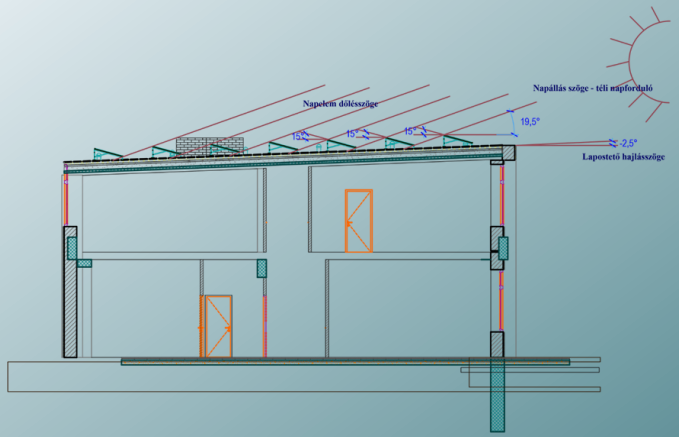
NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Napelemes kiserőmű méretezése a kiválasztott energiatermelő elemek ismeretében

Telepítési és tartószerkezeti tervezés



A kiválasztott napelem gyártó ajánlása alapján a **Schweizer MSP-FR-S** déli tájolású lapostetős változata 15°-s dőlésszögű, egy hosszútávon tartós kiváló megoldás a napelem rendszer rögzítésére

Terhelés **négyzetméterenként 97 kg** a megengedett 400 kg-hoz képest.

A minimális sortávolság meghatározása

Sortávolság egyenes lapos tető során:

$tg\alpha = a/T \Rightarrow T = a/tg\alpha = 257/tg19{,}5° =$

$= 534/0{,}354 = 726$ mm

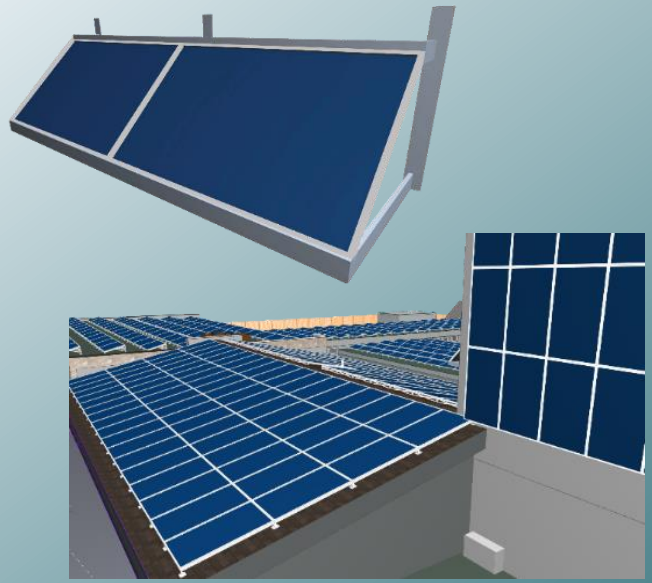
Gyakorlati kialakítás mindenhol **1000 mm**

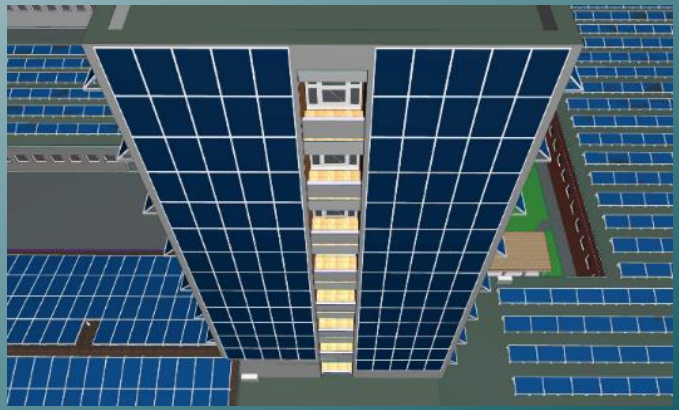
NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Napellenzős, lapostetős, sátortetős és homlokzati napelem tartószerkezetek





NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

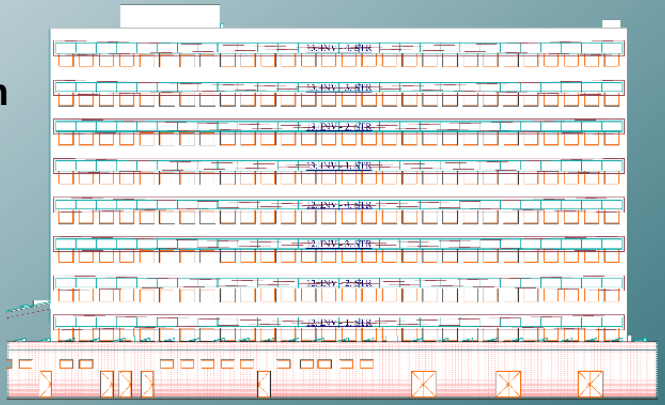
SZITA ISTVÁN

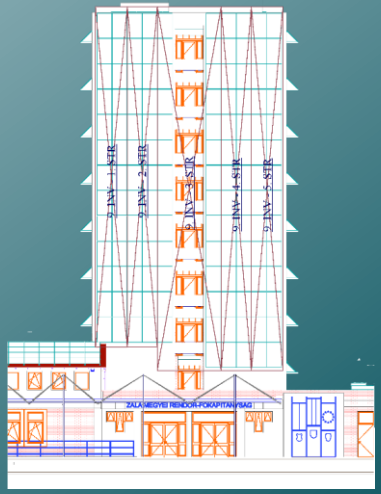
Inverterek, stringek elosztási tervei

1666 db KIOTO SMART napelem

71 db string

14 db Huawei Smart String Inverter





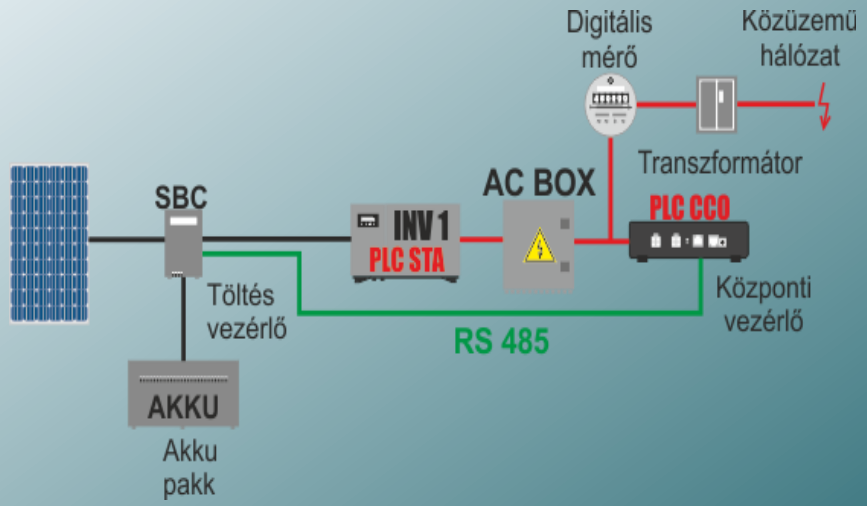
NAPELEMES KISERŐMŰ BEÉPÍTENDŐ ELEMEINEK TERVEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Napelem stringek, modulszámok és akkumulátoros energiatároló tervezése

Energiatárolás elsődleges célja az éjszaki üzemhez szükséges villamosenergia biztosítása



Schneider Electric
Exide Technologies
akkupakkal

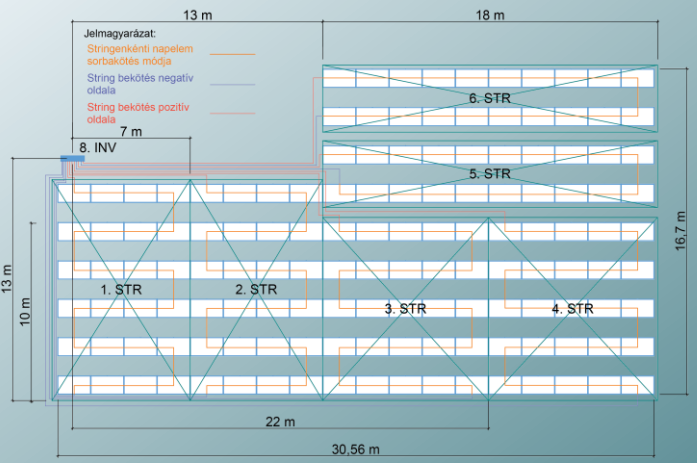
Akár string feszültség méretű energiatárolók fogadása (650-1000V)

NAPELEMES KISERŐMŰ AC/DC OLDA-LI KÁBELEZÉSI TERVE, MÉRETEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

DC oldali kábelezés tervezése



DC oldali kábelezés méretezése

Megengedett feszültségesés %-os értéke:

ε [%] = 1%

Megengedett feszültségesés:

e'[V] = (ε/100)*(Un/2)

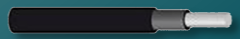
Számított kábel keresztmetszet:

Asz [mm2] = ϱ/e'*l*I

DC oldali kábeléinek keresztmetszete

6 mm2

Solár kábel - ónozott réz, UV álló, dupla védelemmel, piros – fekete kivitelben

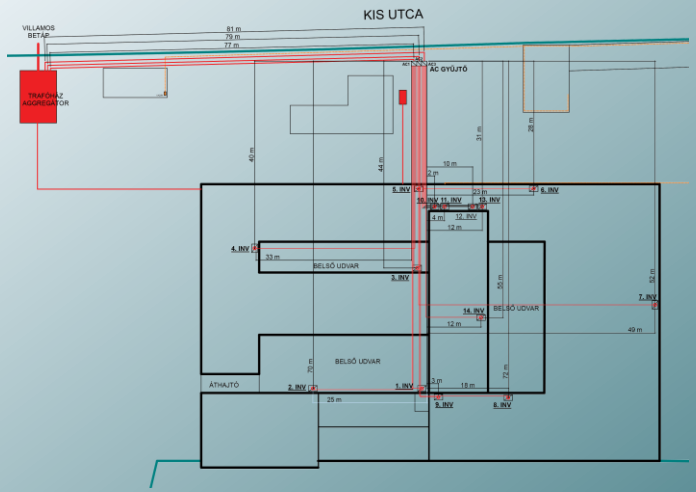


NAPELEMES KISERŐMŰ AC/DC OLDA-LI KÁBELEZÉSI TERVE, MÉRETEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

AC oldali kábelezés tervezése



AC oldali kábelezés méretezése

Megengedett feszültségesés %-os értéke:

ε [%] = 1%

Megengedett feszültségesés:

e'[V] = 0,75*(ε/100)*(Un/√3)

Számított kábel keresztmetszet:

Asz [mm²] = ϱ/e'*I*l

AC oldal kábeléinek – az inverterek és az AC gyűjtők közötti szakaszon – **keresztmetszete 50 mm²**

Kábel típus: NYY-J 4x50 /SM 0,6/1KV FEKETE kisfeszültségű réz erőátviteli kábel

AC oldal kábeléinek – az AC gyűjtők és a Transzformátor kábelfogadó közötti szakaszon – **keresztmetszete 240 mm²**

Kábel típus: NYY-J 4x240 /SM 0,6/1KV FEKETE kisfeszültségű réz erőátviteli kábel

NAPELEMES KISERŐMŰ TÚLFESZÜLTSÉG VÉDELME, VILLÁMVÉDELME, EPH

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Túlfeszültség védelem DC oldal

A napelemes kiserőmű DC oldali string köreit a DC oldal védelmére az MSZ EN 62305 szabványnak megfelelően létező villámvédelem esetében 1+2. típusú túlfeszültség védelemmel és DC leválasztó kapcsolóval kell ellátni.

Túlfeszültség védelem AC oldal

A napelemes kiserőmű AC oldali köreit az AC oldal védelmére szintén túlfeszültség védelemmel kell ellátni. Ezt a védelmet több helyen is meg kell tenni mivel nagyok a kábel hosszok. Védelmet kell elhelyezni az inverternél az AC gyűjtőnél, valamint a transzformátor kábel fogadójánál.

NAPELEMES KISERŐMŰ TÚLFESZÜLTSÉG VÉDELME, VILLÁMVÉDELME, EPH

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

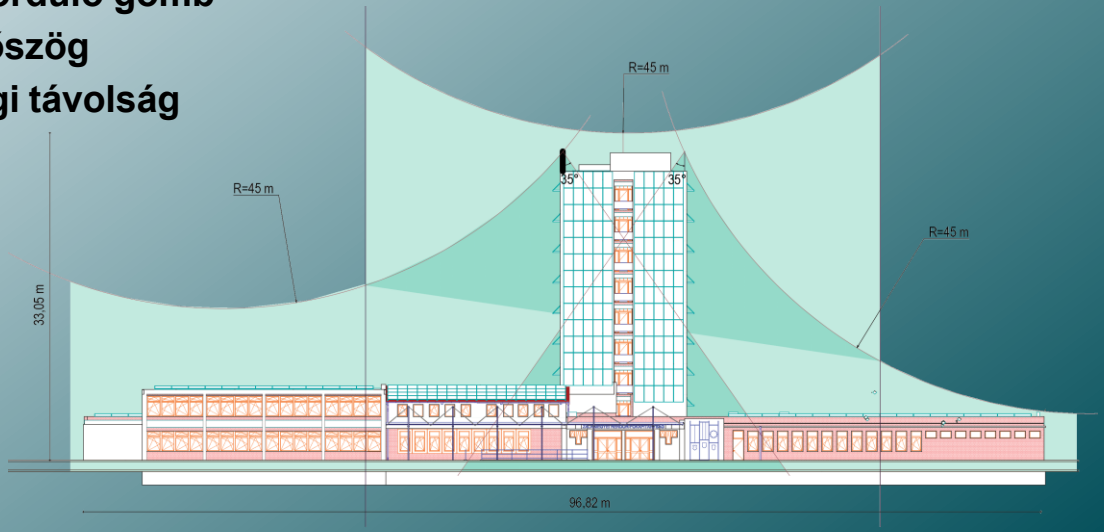
Jelenlegi villámvédelmi rendszer ellenőrzése

LPS III védelmi fokozat

45 m sugarú gördülő gömb

35°védőszög

”s” biztonsági távolság



NAPELEMES KISERŐMŰ TÚLFESZÜLTSÉG VÉDELME, VILLÁMVÉDELME, EPH

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Napelemes kiserőmű EPH tervezés

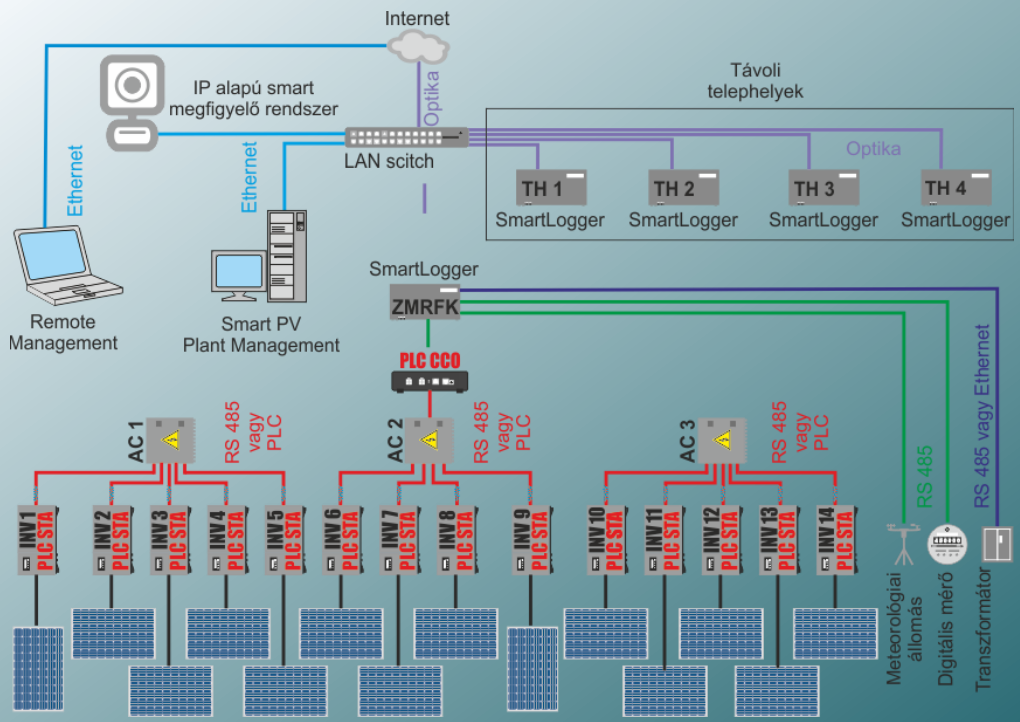
A napelemes rendszer egyenpotenciálra hozása fontos feladat.

Minden napelem tartószerkezetet össze kell kötni egy önállóan kialakított EPH rendszerben, mivel az inverterek a napelem táblák közelében vannak elhelyezve, az inverterek AC oldala közvetlen közelségbe, egyidejűleg megérinthető távolságra kerül a napelem szerkezetével. Az EPH rendszert inverterenként kell önállóan kialakítani. Minden inverter önálló EPH rendszerét földelővel kell ellátni.

NAPELEMES KISERŐMŰ MONITORING RENDSZER TERVE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

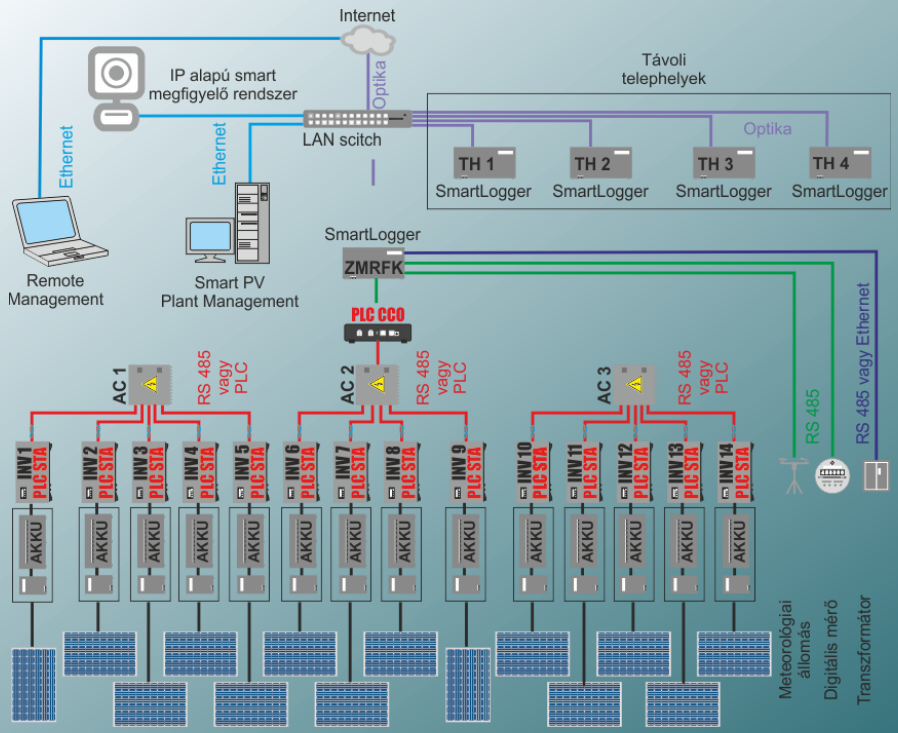


Teljes rendszer PLC vezérelt, a központon kívül található 4 telephely is PLC vezérelt az optikai hálózaton keresztül.

NAPELEMES KISERŐMŰ MONITORING RENDSZER TERVE AKKUS TÁROLÓVAL

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN



Az akkumulátoros tárolás alkalmazásával **zsinórtermelés valósítható** meg.

NAPELEMES KISERŐMŰ ENERGETIKAI MODELLEZÉSE

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN

Napelemes kiserőmű gazdasági mutatói

500 000 kWh éves költsége **20 000 000 Ft**

Rendszer beruházási költsége: **272 636 214 Ft**

Megtérülési idő: **13,6 év**

Rendszer beruházási költsége akkumulátoros tárolással: **342 636 214 Ft**

A rendszer várható élettartama alatt megtermelt energia díja a jelenlegi árakon: **943 166 250 Ft**

Az élettartam alatt a rendszer üzemeltetés költsége (inverter javítás, csere stb.): **73 068 944 Ft**

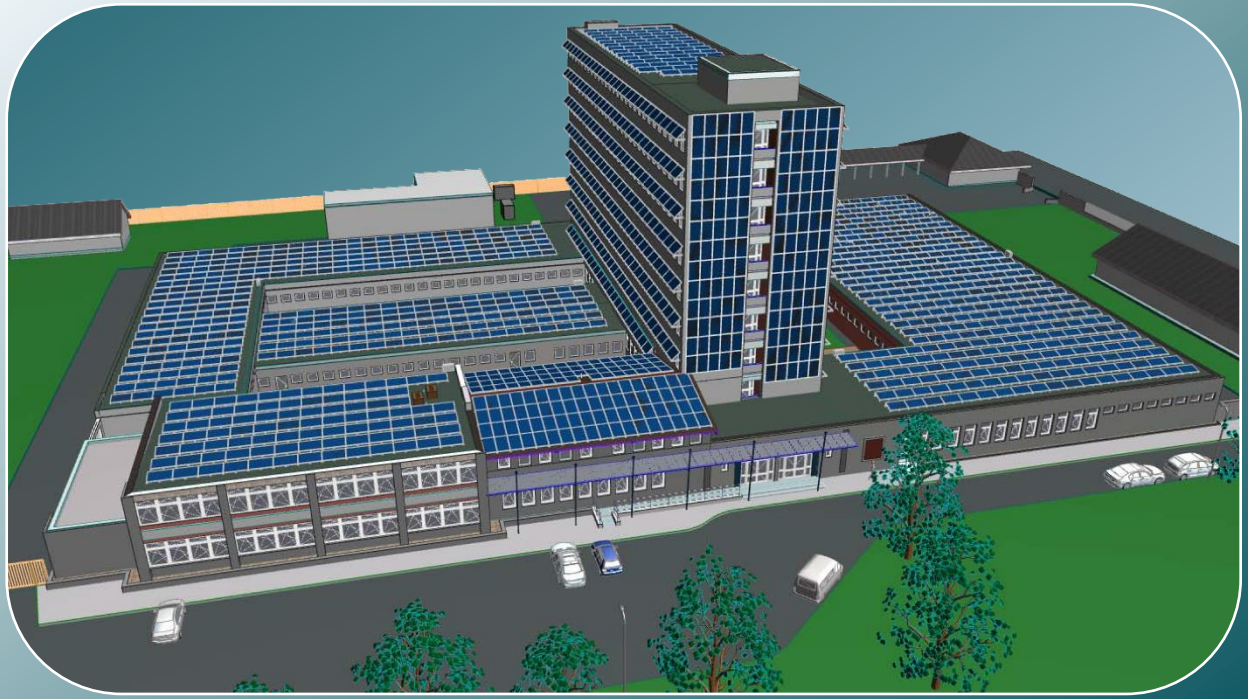
Az élettartam alatt a rendszer által tisztán megtermelt energia díja: **625 761 942 Ft**

Az élettartam alatt kifizetendő villamos energia díja: **1 000 000 000 Ft (1 milliárd forint)**

NAPELEMES KISERŐMŰ TERVEINEK MEGVALÓSULÁSA

DIPLOMATERV PÁLYÁZAT

SZITA ISTVÁN



KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!