

MATERIAL MËSIMOR

NË MBËSHTETJE TË INSTRUKTORËVE/MËSUESVE QË TRAJTOJNË

MODULIN

INSTALIMI, MIRËMBAJTJA DHE RIPARIMI I IMPIANTEVE FOTOVOLTAIKE

TË PROFILIT MËSIMOR

“INSTALIM ELEKTRIK CIVIL DHE INDUSTRIAL”, NIVELI II (KL.12)

REZULTATET MËSIMORE (RM) TË MODULIT JANË:

RM1: NXËNËSI PËRSHKRUAN NDËRTIMIN DHE FUNKSIONIMIN E IMPIANTIT FOTOVOLTAIK

RM2: NXËNËSI PËRZGJEDH TIPIN DHE ELEMENTËT E IMPIANTIT FOTOVOLTAIK

RM3: NXËNËSI INSTALON IMPIANTIN FOTOVOLTAIK

RM4: NXËNËSI MIRËMBAN DHE RIPARON IMPIANTIN FOTOVOLTAIK

MATERIAL MËSIMOR

“INSTALIM ELEKTRIK CIVIL DHE INDUSTRIAL”, NIVELI II (KL.12)

Autorët

MSc. Besim Islami

MSc. Dritan Profka

Me bashkëpunimin e

Shkollës Teknike Elektrike: Gjergj Canco, Tiranë

Shkollës së Mesme Profesionale Armen Broci, Shkodër

Moderuar nga

AKAFP

Me Iniciative dhe Koordinuar nga

CeLIM Shqipëri

Financuar nga

Fondacioni Cariplo

Nën Kujdesin e

Cooperazione Italiana allo sviluppo

Grafika & Përgatitja për shtyp

Graphic Revolution Albania

NËNTOR 2013

TABELA PËRMBLEDHËSE

1. NXËNËSI PËRSHKRUAN NDËRTIMIN DHE FUNKSIONIMIN E IMPIANTIT FOTOVOLTAIK (PV).....	6
1.1 Klima dhe rrezatimi diellor.....	6
1.1.1 Rrezatimiglobal.....	6
1.1.2 Të dhënat për rrezatimin diellor.....	7
1.1.3 Instrumentet e matjes.....	8
1.2 Rrezatimi diellor direkt dhe difuz.....	9
1.2.1 Rrezatimi i drejtpërdrejtë.....	9
1.3 Rrezatimi diellor mbi një sipërfaqe të rrafshët horizontale dhe të pjerrët.....	10
1.3.1 Matjet shumëvjeçare të rrezatimit diellor në Shqipëri.....	11
1.3.2 Përcaktimi i rrezatimit në rrafshin e pjerrët.....	12
1.4 Fotoefekti.....	15
1.5 Impianti fotovoltaik (PV), parimi i punës.....	15
1.6 Komponentët e impanteve PV.....	16
1.6.1 Qeliza, moduli, paneli dhe rreshti fotovoltaik.....	16
1.6.2 Rregullatori i karikimit, inverteri dhe bateria.....	18
1.7 Ngarkesa DC dhe ngarkesa AC.....	19
1.8 Modulet PV monokristaline, polikristaline, amorge dhe mikroamorge.....	19
1.8.1 Modulet Fotovoltaike Monokristaline.....	19
1.8.2 Modulet Fotovoltaike Polikristalin.....	19
1.8.3 Teknika ndërtuese e moduleve fotovoltaik mono dhe polikristalin.....	20
1.8.4 Modulet fotovoltaike me silic Amorf.....	20
1.8.5 Modulet fotovoltaike mikroamorge.....	20
1.8.6 Rendimenti.....	20
1.8.7 Karakteristikat elektrike të modulit fotovoltaik.....	21
1.8.8 Variacionet e karakteristikave Rrymë-Tension.....	21
1.9 Lidhja e moduleve PV në seri, paralel dhe në lidhje mikse (të përzier).....	22
1.10 Inverterat monofazorë dhe trefazorë.....	23
1.11 Lidhja e inverterave sipas rreshtave në linjë monofazore, linjë trefazore dhe lidhja e inverterave të centralizuar.....	24
1.11.1 MPPT (Fuqia maksimale e regjistruar).....	24
1.11.2 Inverterat në varg.....	24
1.11.3 Inverterat e centralizuar.....	25
1.12 Sistemi i akumulimit të energjisë elektrike. Bateritë dhe llojet e tyre.....	26
1.12.1 Bateritë dhe kriteret e përzgjedhjes së tyre.....	26
1.12.2 Lidhja e Baterive në SERI.....	26
1.12.3 Lidhja e Baterive në PARALEL.....	26
1.12.4 Lidhja SERI dhe PARALEL e baterive.....	27
1.12.5 Përzgjedhja e nivelit të voltazhit të sistemit të baterive.....	27
1.13 Llojet e impianteve PV.....	27
1.13.1 Impiantet PV të integruara me karikim baterie.....	28
1.13.2 Impiantet PV me përdorim gjatë ditës.....	28
1.13.3 Impiantet PV me rrymë direkte dhe bateri.....	28
1.13.4 Impiantet PV që furnizojnë ngarkesa DC dhe AC.....	29
1.13.5 Impiantet PV të lidhura me rrjetin e kompanisë elektrike.....	29
1.13.6 Sistemet PV hibride.....	30
1.14 Lidhja e impianteve PV me konsumatorin.....	31
1.14.1 Lidhja e impiantit PV në mënyrë ishullore.....	31
1.14.2 Lidhja e impiantit PV paralel me rrjetin.....	31
1.15 Këndi i orientimit dhe i pjerrësimit të paneleve PV.....	31
1.16 Eficienca e impianteve PV dhe klasifikimi i humbjeve të ndryshme të sistemit.....	33
1.17 Leximi dhe interpretimi i skemave dhe shënimeve teknike dhe elektrike që lidhen me instalimin e paneleve PV.....	34
1.17.1 Të dhënat e përgjithshme të impiantit fotovoltaik.....	34
1.17.2 Masat mbrojtëse.....	34

1.17.3	Njësitë fotovoltaike.....	36
1.17.4	Përcjellësat për lidhjen midis moduleve fotovoltaike dhe inverterave.....	37
1.17.5	Inverterat.....	37
1.17.6	Lidhja paralel me rrjetin.....	38
1.17.7	Sistemi mbikqyerjes/supervizionit.....	38
1.18	Përlllogaritje të thjeshta ekonomike për kostot dhe efektivitetin e impianteve PV.....	38
1.19	Përfitimet mjedisore nga prodhimi i energjisë elektrike me impiante PV.....	39
1.20	Rregullat e sigurimit teknik dhe të ruajtjes së mjedisit gjatë instalimit, mirëmbajtjes dhe riparimit të impiantit PV.....	39
2.	NXËNËSI PËRZGJEDH TIPIN DHE ELEMENTËT E IMPIANTIT FOTOVOLTAIK (PV).....	42
2.1	Faktorët që konsiderohen kur përzgjidhen elementet e impiantit PV.....	42
2.2	Leximi dhe interpretimi i katalogëve dhe manualeve të impianteve PV.....	42
2.3	Përcaktimi i llojit të impiantit PV.....	42
2.4	Përzgjedhja e paneleve PV dhe përcaktimi i lidhjes ndërmjet tyre.....	43
2.5	Përzgjedhja e inverterit dhe përcaktimi i mënyrës së lidhjes me panelet PV.....	43
2.6	Përzgjedhja e sistemit të akumulimit/baterive.....	43
2.7	Përcaktimi i lidhjes së impiantit PV me konsumatorin e energjisë elektrike.....	43
3.	NXËNËSI INSTALON IMPIANTIN FOTOVOLTAIK (PV).....	44
3.1	Përzgjedhja e skemës së instalimit të impiantit PV.....	44
3.2	Vizatimi i skemës së instalimit të impiantit PV.....	44
3.3	Analiza e skemës së instalimit të impiantit PV.....	44
3.4	Analiza e objektit ku do të instalohet impianti PV.....	44
3.5	Përzgjedhja e veglave, pajisjeve dhe instrumenteve të nevojshme për instalimin e impiantit PV.....	45
3.6	Përzgjedhja e materialeve të nevojshme për instalimin e impiantit PV.....	45
3.7	Parapërgatitja e vendit ku do të montohet impianti PV.....	45
3.8	Përcaktimi i dimensioneve të strukturave mbajtëse.....	45
3.9	Përcaktimi i distancës së rreshtit nga rreshti, për të shmangur hijezimin e moduleve.....	46
3.10	Montimi i moduleve PV.....	47
3.11	Montimi i paneleve PV në çati, në soletë, në tokë, në fasadë, etj.....	48
3.12	Lidhja e moduleve PV midis tyre.....	52
3.13	Instalimi i përcjellësve elektrikë nga fusha e paneleve deri te inverteri dhe te sistemi i akumulimit.....	52
3.14	Instalimi i inverterave të llojeve të ndryshme (njëfazor edhe trefazor).....	53
3.15	Instalimi i sistemit të akumulimit, sipas modeleve dhe kapaciteteve të baterive.....	53
3.16	Lidhja e impiantit PV me konsumatorin, sipas llojeve të lidhjeve.....	53
3.17	Rregullat e sigurimit teknik dhe të ruajtjes së mjedisit gjatë instalimit të impiantit PV.....	53
3.18	Këshillimi i përdoruesit për mirëfunksionimin dhe mirëmbajtjen e impiantit PV.....	53
4.	NXËNËSI MIRËMBAN DHE RIPARON IMPIANTIN FOTOVOLTAIK (PV).....	54
4.1	Defektet kryesore dhe më të shpeshta të impianteve PV:.....	54
4.2	Mirëmbajtja e impiantit PV.....	54
4.3	Këshillimi i përdoruesit për mirëfunksionimin dhe mirëmbajtjen e impiantit PV.....	54



LISTA E SHKURTIMEVE

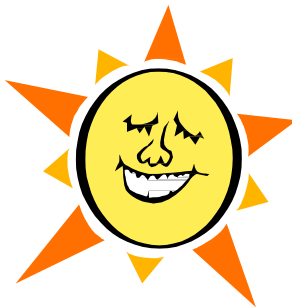
ENREL	Energy Reliability
KKKBNK	Konventës Kuadër të Kombeve të Bashkuara për Ndryshimet Klimatike
KN	Këmbyes Nxehhtësie
MPPT	Maximal Power Point Tracking
PURPA	Akti i Politikave Rregullatore të Entit Publik në USA

1. NXËNËSI PËRSHKRUAN NDËRTIMIN DHE FUNKSIONIMIN E IMPIANTIT FOTOVOLTAIK (PV)

1.1 KLIMA DHE RREZATIMI DIELLOR

Dielli është prodhuesi kryesor i energjisë në sistemin tonë diellor. Ai ka formën e një topi dhe në qendrën e tij ndodh vazhdimisht shkrirja nukleare. Një pjesë e vogël e energjisë së prodhuar në Diell vjen në Tokë dhe bën të mundur që në planetin tonë të ketë jetë. Rrezatimi diellor drejton të gjitha ciklet dhe proceset natyrore, të tilla si: shiun, erën, fotosintezën, rrymat oqeanike dhe shumë të tjera, të cilat janë të rëndësishme për jetën. Nevoja botërore për energji ka qenë mbështetur që nga fillimi në energjinë diellore. Të gjitha lëndët djegëse fosile (nafta, gazi, qymyri) janë energji e shndërruar diellore.

Konstantja Diellore - 1360 W/m^2



Rrezatimi Global varion nga $800 - 1000 \text{ W/m}^2$

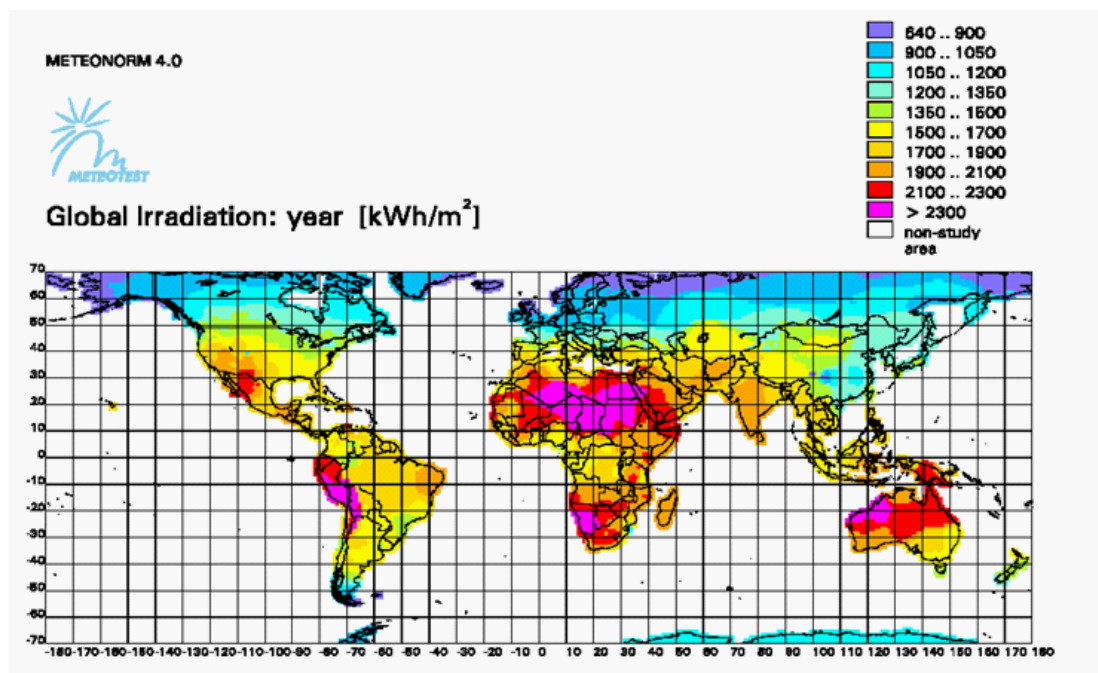
Figura 1: Konstantja Diellore dhe Rrezatimi Global

Intensiteti i rrezatimit prej rreth 6000°C i sipërfaqes së diellit është i barabartë me $70\,000$ deri në $80\,000 \text{ kW/m}^2$. Planeti ynë merr vetëm një pjesëz të vogël të kësaj energjie. Pavarësisht nga kjo, energjia që vjen nga rrezatimi diellor në një vit është afërsisht $200.000.000$ miliardë kWh; kjo është më shumë se 10.000 herë më e madhe se nevoja vjetore botërore për energji.

Intensiteti i rrezatimit diellor jashtë atmosferës është mesatarisht 1360 W/m^2 (konstantja diellore). Kur rrezatimi diellor depërton përmes atmosferës, një pjesë e rrezatimit humbet, kështu që në një ditë vere me diell, me qiell të kthjellët, në tokë mund të arrijë afërsisht 800 deri në 1000 W/m^2 (rrezatimi global).

1.1.1 RREZATIMI GLOBAL

Kohëzgjatja e dritës së diellit dhe po ashtu edhe intensiteti i saj varet nga periudha kohore e vitit, kushtet e motit dhe, natyrisht, edhe nga vendndodhja gjeografike. Kështu, në rajonet e jugut të SHBA-së, sasia e rrezatimit global vjetor në një sipërfaqe horizontale mund të arrijë mbi $2200 \text{ [kWh/m}^2\text{]}$. Në Evropën Veriore, vlerat maksimale janë $1100 \text{ [kWh/m}^2\text{]}$.



*Figura 2: Vlerat mesatare vjetore të rrezatimit global në tokë
[Burimi: Meteonorm]*

Në varësi të vendndodhjes gjeografike, rrezatimi global vjetor në një sipërfaqe horizontale mund të ndryshojë nga 1100 (Evropë) deri në 2200 [kWh/m²] (Amerikë e Jugut, Afrikë, Australi).

1.1.2 TË DHËNAT PËR RREZATIMIN DIELLOR

Zakonisht, të dhënat që disponohen për rrezatimin janë ato për sipërfaqet horizontale, duke përfshirë rrezatimin e drejtpërdrejtë dhe atë difuz dhe maten me piranometra. Pjesa më e madhe e këtyre instrumenteve sigurojnë regjistrime të rrezatimit si funksion të kohës dhe nuk sigurojnë vetë një mënyrë të integritit të regjistrimeve. Të dhënat regjistrohen në një formë të ngjashme me atë të treguar në **figurën 3**, e cila tregon rrezatimin global në një sipërfaqe horizontale dhe në një sipërfaqe të pjerrët me një kënd 45° për dy ditë të kthjellëta, në gjerësi gjeografike 47°. Gjithashtu, tregohen edhe raporti i rrezatimit difuz dhe temperaturat e mjedisit.

Të dhënat për rrezatimin diellor sigurohen nga stacionet meteorologjike dhe janë zakonisht pjesë e programeve të simulimit. Një bazë të dhënash globale meteorologjike për energjinë diellore sigurohet nga METEONORM-i, e cila është një bazë të dhënash globale klimatologjike e kombinuar me një gjenerator sintetik të motit. Rezultatet janë metoda klimatologjike dhe seritë kohore të viteve tipike për çdo pikë në tokë.

Për informacion të mëtejshëm, shihni:

<http://www.meteotest.ch>

<http://www.retscreen.net>

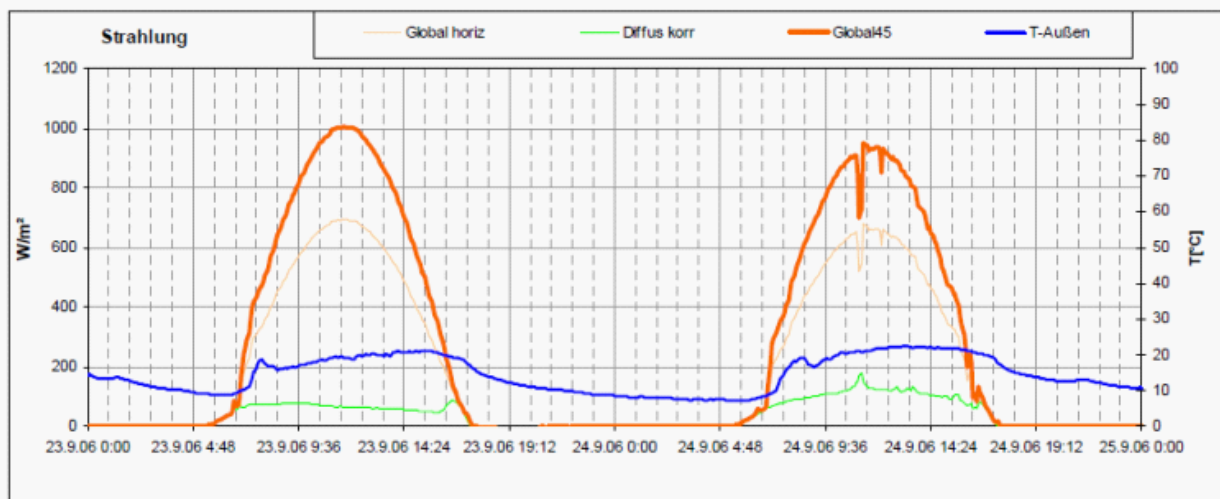


Figura 3: Rrezatimi global në një sipërfaqe horizontale dhe një të pjerrët me një kënd 45° për dy ditë të thjellëta, në gjerësi gjeografike 47°.

[Burimi: ENREL]

1.1.3 INSTRUMENTET E MATJES

Regjistruesi i dritës diellore:

Një instrument që përdoret gjerësisht për matjen e kohëzgjatjes së dritës së diellit është regjistruesi Campbell-Stokes i dritës së diellit (**Figura 4_1**). Ai përbëhet nga një sferë e qëndrueshme qelqi që shërben si lente, e cila prodhon një imazh të diellit në sipërfaqen e kundërt të sferës. Përqark pjesës së duhur të sferës është montuar një rrip letre e djegshme dhe imazhi diellor krijon një shenjë me anë të djegies mbi letër, sa herë që rrezatimi i rrezes është mbi nivelin kritik. Nëse dielli është i mbuluar nga retë, vija në letër është e ndërprerë. Gjatësia e pjesëzave të djegura të letrës jep një tregues të kohëzgjatjes së dritës së ndritshme të diellit.



Figura 4: Regjistruesi i dritës diellore (1)

Piranometër (2)

MacSolar (3)

Piranometri:

Piranometrat janë instrumente për matjen e rrezatimit global (direkt dhe difuz). Këto janë instrumentet që përdoren gjerësisht kudo në botë. Detektorët e këtyre instrumenteve duhet të kenë një reagim të pavarur nga gjatësia e valës së rrezatimit mbi spektrin e energjisë diellore.

Detektorët e shumicës së piranometrave janë të mbuluar me një ose dy shtresa mbështjellëse hemisferike prej qelqi që shërbejnë për t'i mbrojtur ata nga ndikimet e mjedisit. Detektorët e shndërrojnë rrezatimin diellor në voltazh elektrik, i cili është tregues për rrezatimin diellor.

Instrumente të tjera më të kushtueshme përdorin një qelizë fotovoltaike diellore si marrës për të realizuar matjen e rrezatimit global. Ato përdorin efektin fotovoltaik për të përcaktuar rrezatimin global (p.sh., MacSolar-i, **Figura 4_3**).

Piranometri bardhë e zi:

Piranometri bardhë e zi përbëhet nga elemente termike bardhë e zi në formën e një ylli. Ndryshimet e temperaturës ndërmjet sipërfaqeve bardhë e zi rezultojnë në tension termik, i cili është treguesi për rrezatimin diellor.

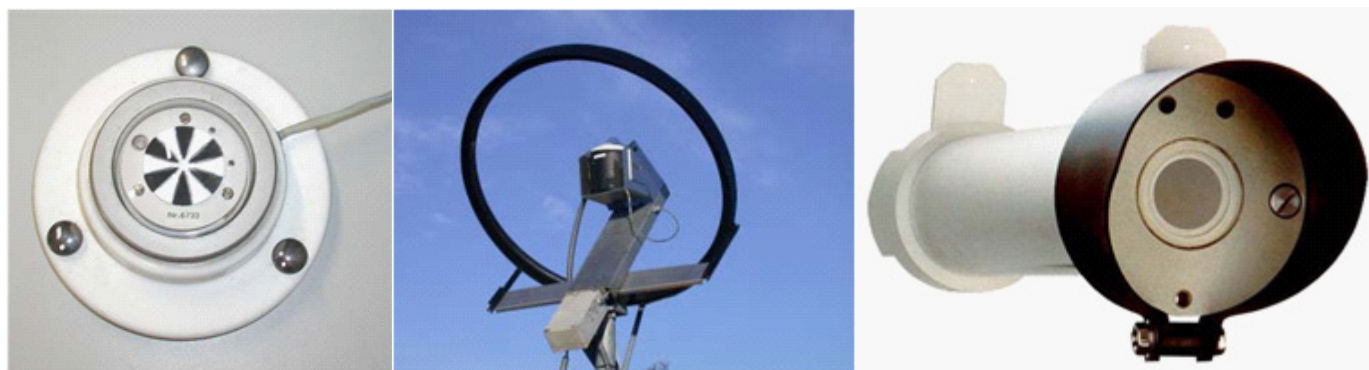


Figura 5: Piranometër bardhë e zi Piranometër me unazë hijezuese Pireliometri

Matjet e rrezatimit difuz mund të bëhen me piranometra, me anë të hijezimit të instrumentit nga rrezatimi direkt (i rrezes). Kjo kryhet me anë të një unaze hijezuese. Unaza përdoret për të mundësuar regjistrimin e vazhdueshëm të rrezatimit difuz, pa domosdoshmërinë e pozicionimit të vazhdueshëm të aparatit hijezues. Rregullimet duhet të bëhen vetëm për ndryshimin e pjerrësisë. Kjo mund të kryhet një herë në disa ditë.

Pireliometri:

Pireliometri është një instrument që përdor një detektor të kalibruar për matjen e rrezatimit diellor nga dielli dhe të një pjese të vogël të qiellit për qark diellit në pjerrësi normale. Ai përdoret për matjen e rrezatimit direkt.

1.2 RREZATIMI DIELLOR DIREKT DHE DIFUZ

Rrezatimi global përbëhet nga rrezatimi direkt dhe ai i difuz. Rrezatimi direkt diellor është përbërësi që vjen nga drejtimi i diellit. Përbërësi i rrezatimit difuz krijohet kur rrezet direkte diellore shpërndahen në atmosferë në të gjitha drejtimet nga molekulat dhe grimcat e ndryshme, domethënë, rrezatimi bëhet indirekt. Sasia e rrezatimit difuz varet nga kushtet klimatike dhe gjeografike. Rrezatimi global dhe raporti i rrezatimit difuz ndikohen shumë nga retë, kushtet e atmosferës (për shembull, shtresat e tymit dhe të pluhurit mbi qytetet e mëdha) dhe gjatësia e rrugës së rrezeve përmes atmosferës.

	Qiell i pastër, blu	Re të shpërndara	Qiell i vrenjtur
Rrezatimi diellor [W/m^2]	600 - 1000	200 – 400	50 - 150
Fraksioni difuz [%]	10 - 20	20 – 80	80 - 100

Tabela 1: Rrezatimi global dhe koeficienti i shpërndarjes, në varësi të kushteve të reve

Sa më e madhe të jetë sasia e rrezatimit difuz, aq më e vogël është përmbajtja me energji e rrezatimit global diellor.

1.2.1 RREZATIMI I DREJTPËRDREJTË

Rrezatimi diellor i drejtpërdrejtë, ose i quajtur ndryshe "rrezatim direkt", është rrezatimi diellor që merret nga dielli pa u shpërndarë nga atmosfera.

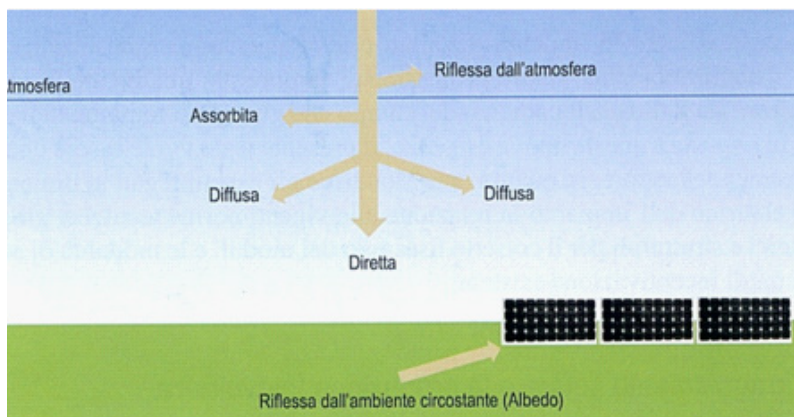
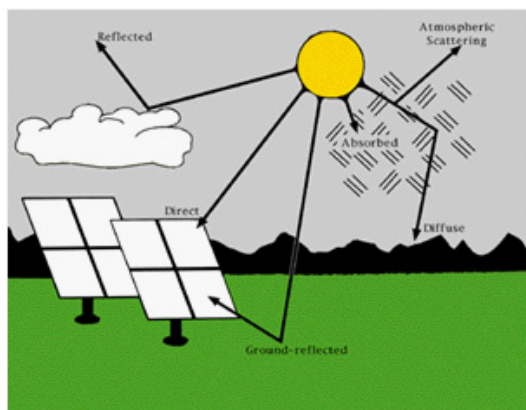


Figura 6: Një pjesë e rrezatimit diellor që hyn në atmosferën e Tokës përthithet dhe shpërndahet. Rrezatimi i drejtpërdrejtë i përqendruar vjen në vijë direkte nga dielli. Rrezatimi difuz shpërndahet nga rrezja direkte prej molekulave, aerosolëve dhe reve. Shuma e rrezatimit të drejtpërdrejtë të përqendruar, atij difuz dhe e rrezatimit të reflektuar në tokë që arrin në sipërfaqe quhet rrezatim total ose rrezatim global diellor.

[Burimi: ENREL]

1.3 RREZATIMI DIELLOR MBI NJË SIPËRFAQE TË RRAFSHËT HORIZONTAL DHE TË PJERRËT

Normalisht në çdo vend të botës (edhe në Shqipëri) Institutet e Metereologjisë realizojnë matjen e rrezatimit në rrafshin horizontal, për pasojë njihet vetëm rrezatimi global në një sipërfaqe horizontale, ndërkohë që kolektorët diellorë janë zakonisht të pjerrët. Në mënyrë që të llogaritet efikasiteti i një kolektori dhe sasia aktuale e energjisë diellore të grumbulluar, kërkohet të dihet rrezatimi diellor në sipërfaqen e rrafshët të kolektorit diellor.

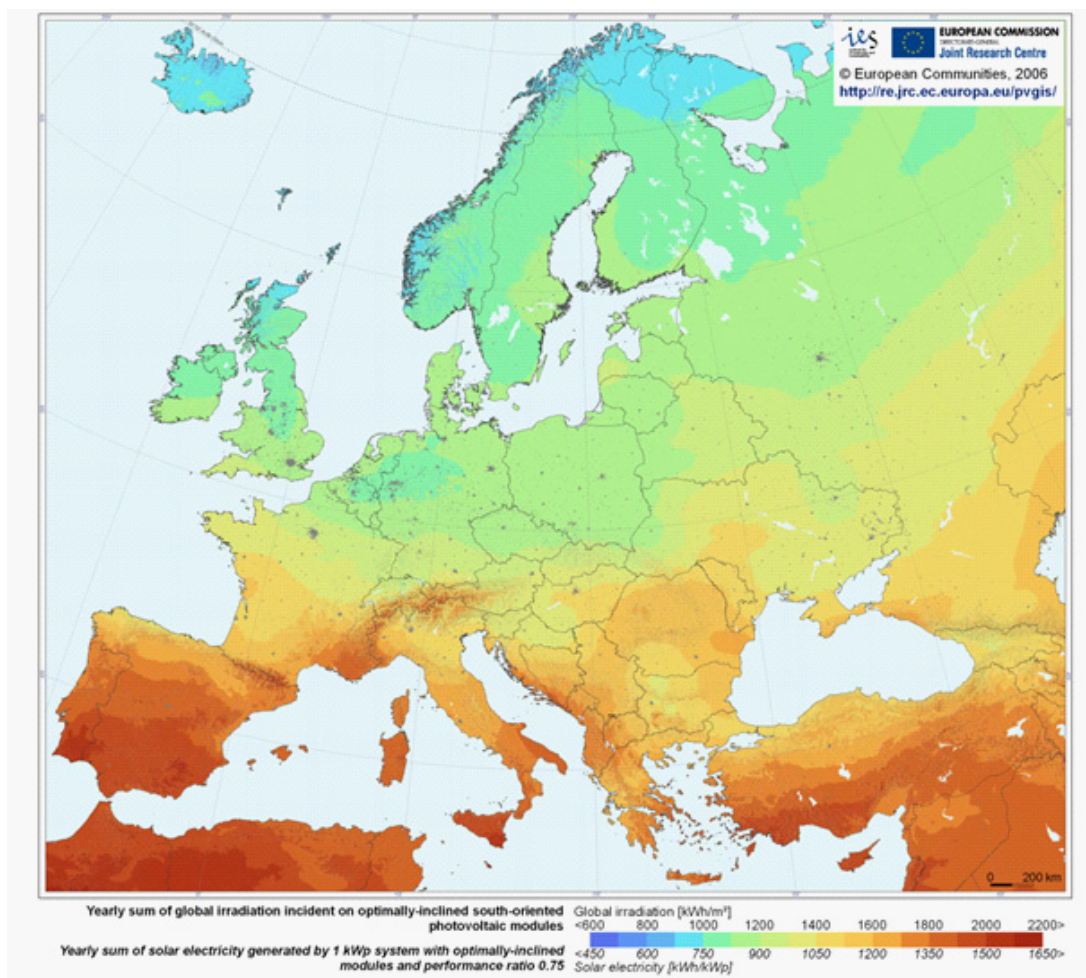


Figura 7: Harta e rrezatimit Global në Evropë [kWh/m²]

[Burimi: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eur.htm#AL>]

Është e rëndësishme të theksohet se rrezatimi në sipërfaqe të pjerrët është më i lartë se rrezatimi në një faqe horizontale.

1.3.1 MATJET SHUMËVJEÇARE TË RREZATIMIT DIELLOR NË SHQIPËRI

Territori i Shqipërisë shtrihet në pjesën perëndimore të Gadishullit të Ballkanit në bregun lindor të detit Adriatik dhe Jon. Ajo është e vendosur në mes gjerësive 39°38' - 42°38' dhe gjatësive 19°16' - 21°04'. Falë kësaj pozite gjeografike, Shqipëria i përket rripit të klimës mesdhetare me verë të nxehtë e të thatë, me ditë të gjata me diell dhe dimër të butë me rreshje të bollshme. Nisur nga sa thamë më sipër, territori i Republikës së Shqipërisë është ndarë në 4 zona kryesore klimatike, ku luhatjet e elementëve klimatike brenda tyre janë në kufij relativisht të vegjël. Këto zona emërtohen si më poshtë:

- Zona Mesdhetare Fushore;
- Zona Mesdhetare Kodrinore;
- Zona mesdhetare Paramalore;
- Zona Mesdhetare Malore.

Instituti Hidrometeorologjik ka nxjerrë rezultate në bazë të trajtimit klimatologjiko-statistikor të informacionit aktinometrik dhe heliografik për vlerësimin e shpërndarjes territoriale të rrezatimit diellor. Këto vlerësime janë mbështetur sipas kushteve tona klimatike dhe duke marrë parasysh gjithashtu serinë kohore prej 15 vjetësh të vëzhgimit të drejtpërdrejtë në 26 stacione aktinometrike dhe seritë kohore prej 30 vjetësh vëzhgim për kohëzgjatjen e rrezeve të diellit.

Në territorin e vendit tonë kemi një potencial energjetik diellor të konsiderueshëm, ku shumë zona të saj i ekspozohen një rrezatimi që shkon nga 1.185 – 1.700 [kWh/m²/ vit]. Vlen të përmendet që pjesa perëndimore e Shqipërisë, veçanërisht jug perëndimi i saj ka një energji diellore të konsiderueshme. Në **Figurën 8**, izolinja 1500 [kWh/m²] në vit e ndan në dy pjesë pothuajse të barabarta territorin e Shqipërisë.

Vlerësimet tregojnë se rajonet më të favorizuara për potencial natyror energjetik janë përsëri rajonet perëndimore të vendit tonë. Shpërndarja territoriale e diellëzimit (sasisë së orëve me diell) dhe sidomos ajo e diellëzimit relativ, që në të tilla raste perdoret si tregues sasior i vranësirës, është në të gjithë territorin rreth 2400 orë, ndërsa në pjesën perëndimore është mbi 2500 orë dhe në fushën e Myzeqesë arrin mbi 2700 orë (**Figura 9**). Në pjesën verilindore të vendit diellëzimi kap vlera mjaft të vogla. Kështu p.sh në qytetin e Kukësit sasia vjetore e orëve me diell është më pak se 2000 orë.

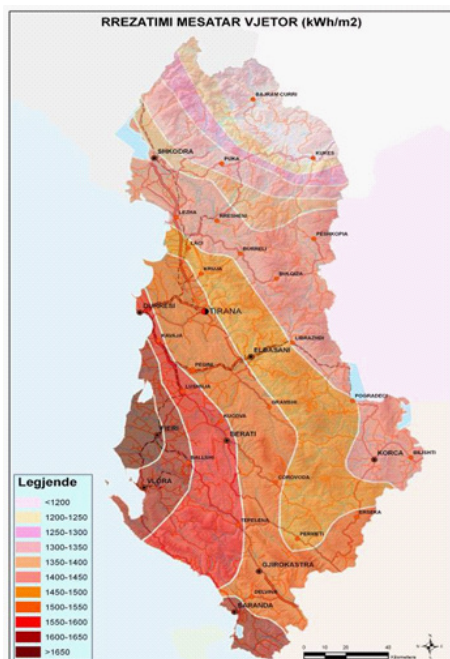


Figura 8: Rrezatimi diellor [kWh/m² vit] në Shqipëri

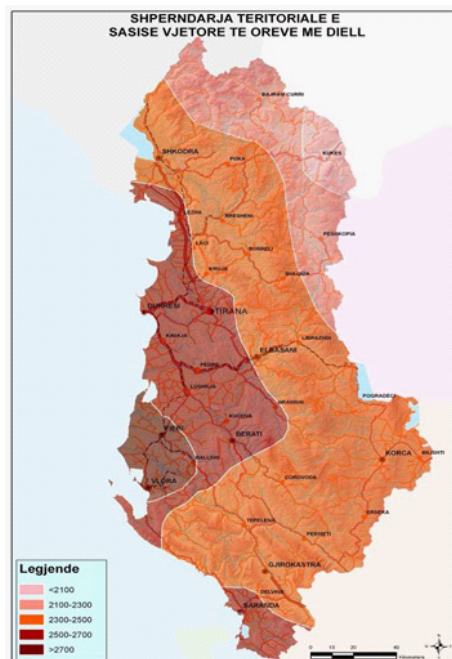


Figura 9: Orët me diell [orë/vit] në Shqipëri

Vlerat më të larta të sasive ditore të rrezatimit diellor vërehen në periudhën e ngrohtë të vitit dhe sidomos në muajt e verës. Konkretisht në muajin dhjetor sasia ditore e rrezatimit diellor është rreth 2,3 [kWh/m²/ditë], ndërsa në muajin korrik kjo vlerë është rreth 8,03 [kWh/m²/ditë]. Diellëzimi ditor në pjesën perëndimore të Shqipërisë është më shumë se 5,5 orë. Përrjashtim bëjnë vetëm tre muajt e dimrit. Theksojmë se në praktikën e shfrytëzimit të energjisë diellore “ditë të mira” konsiderohen ditët me diellëzim ditor jo më të vogël se 5,5 orë. Gjithashtu janë kryer llogaritjet e “diteve të këqija” (ditë të tilla quhen ato të cilat diellëzimi ditor është më i vogël se 1,5 orë). Analiza e këtij parametri konfirmon se pjesa perëndimore e Shqipërisë është më e favorshme se pjesa e brendshme e saj në pikëpamje të shfrytëzimit të energjisë diellore. Në vendin tonë, numri i ditëve me diell ndryshon nga një mesatare 240-260 ditë në vit deri në një maksimum 280-300 ditë në vit, në pjesën jugperëndimore.

Në tabelën e mëposhtme jepet rrezatimi diellor ditor për disa qytete të Shqipërisë:

Muajt / Qytetet	Shkodër	Peshkopi	Tiranë	Vlorë	Ersekë	Sarandë
Janar	1,70	1,55	1,80	2,15	1,90	1,90
Shkurt	2,30	2,30	2,50	2,85	2,70	2,40
Mars	3,35	3,25	3,40	3,9	3,40	3,60
Prill	4,50	4,15	4,20	5,00	4,40	4,80
Maj	5,45	5,25	5,55	6,05	5,60	5,80
Qershor	6,10	5,85	6,40	6,80	6,40	6,80
Korrik	6,50	6,25	6,70	7,20	6,80	6,10
Gusht	5,55	5,45	6,05	6,40	5,90	4,80
Shtator	4,45	4,35	4,70	5,15	4,70	3,60
Tetor	2,90	2,90	3,20	3,50	3,10	3,20
Nëntor	2,10	1,85	2,15	2,40	2,10	2,10
Dhjetor	1,70	1,50	1,75	1,85	1,80	1,80

Tabela 3: Rrezatimi diellor ditor [kWh/m²/ditë]

[Burimi : Instituti i Hidro-Meteorologjisë]

1.3.2 PËRCAKTIMI I RREZATIMIT NË RRAFSHIN E PJERRËT

Rekomandimi bazë është që panelet diellore të instalohen sipas këndit vjetor optimal dhe në këtë rast arrihet të përfitohet 93.6% e energjisë maksimale diellore, ndërsa nëse panelet diellore vendosen sipas këndit veror dhe pastaj ndryshohen sipas këndit dimëror do të arrihet të përfitohet 96.3% e energjisë maksimale diellore. Ndryshimi i këndit nuk është me leverdi financiare (pasi do të kërkonte struktura shumë të sofistikuar) gjë e cila do të rriste koston e sistemit në mënyrë të konsiderueshme. Më poshtë jepen vlera rekomanduese për disa qytete të Shqipërisë për instalimin panelve diellore, nëse favorizohet vera, dimri apo komplet viti.

Këndi Optimal	Shkodra	Durrësi	Tirana	Vlora	Peshkopia	Saranda
Vjetor:	38,57	38,33	37,87	37,72	37,43	36,23
Veror:	29,53	29,24	28,98	28,78	28,24	27,40
Dimëror:	57,72	57,67	57,29	57,22	57,20	55,52

Tabela 4: Vlerat e këndeve optimale për vendosjen e paneleve fotovoltaik

Është e rëndësishme të theksohet se rrezatimi në sipërfaqe të pjerrët është më i lartë se rrezatimi në një sipërfaqe horizontale. Me të dhënat për secilin rajon të rrezatimit të energjisë diellore, të dy stacioneve, në rrafshin optimal të tyre, janë përgaditur grafikët e mëposhtëm, të rrezatimeve orare për çdo ditë përfaqësuese, të çdo muaji për periudhën verore, dimërore dhe atë vjetore. Të dhënat këto që janë baza e

llogaritjeve të sistemeve fotovoltaike, përsa lidhet me fuqinë e centralit si dhe sasinë e energjisë që prodhon sistemi në çdo orë të vitit.

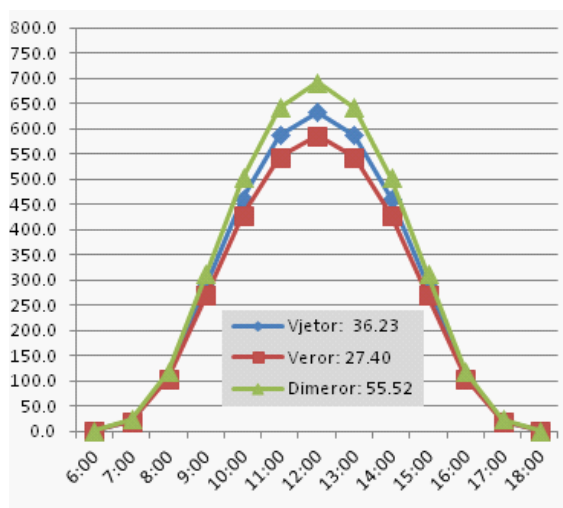


Figura 5: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m2] për ditën përfaqësuese të Janarit

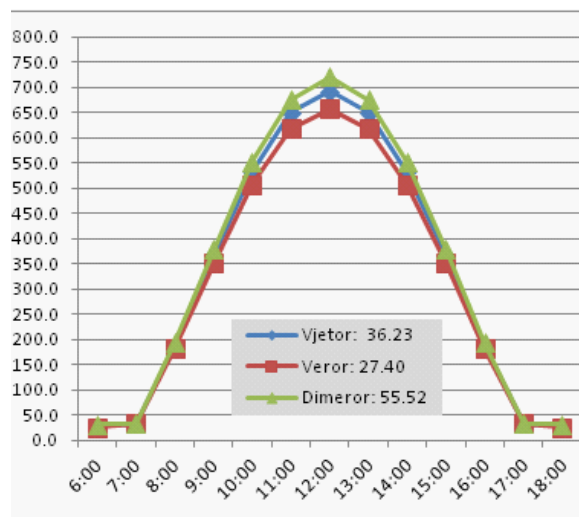


Figura 6: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m2] për ditën përfaqësuese të Shkurtit

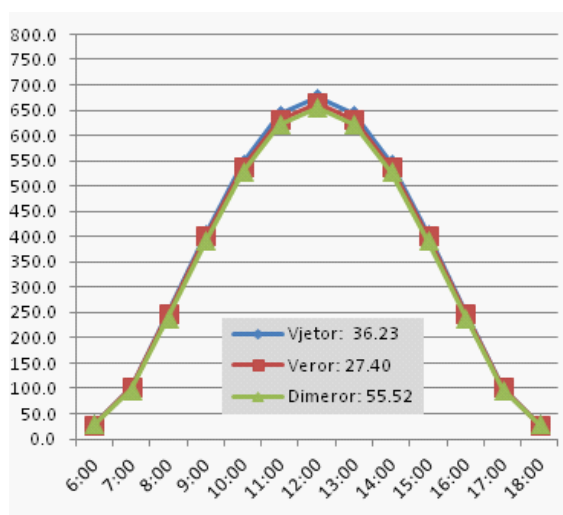


Figura 7: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m2] për ditën përfaqësuese të Marsit

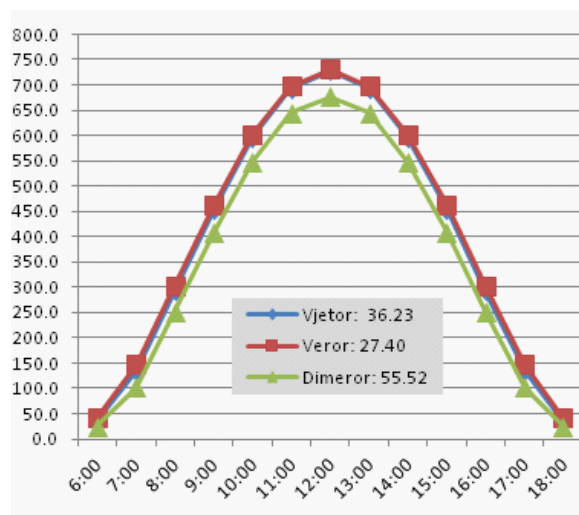


Figura 8: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m2] për ditën përfaqësuese të Prillit

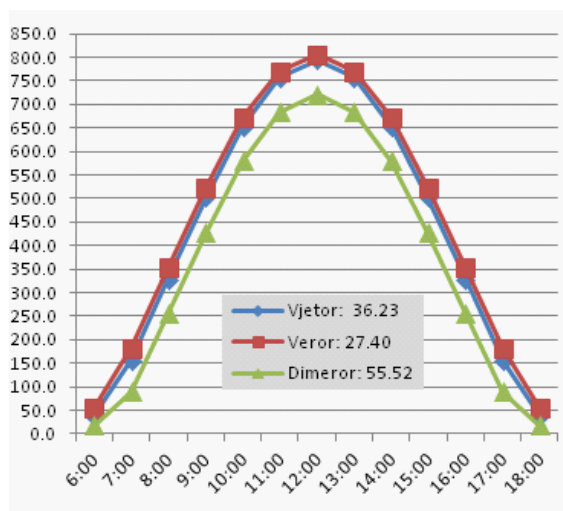


Figura 9: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m2] për ditën përfaqësuese të Majit

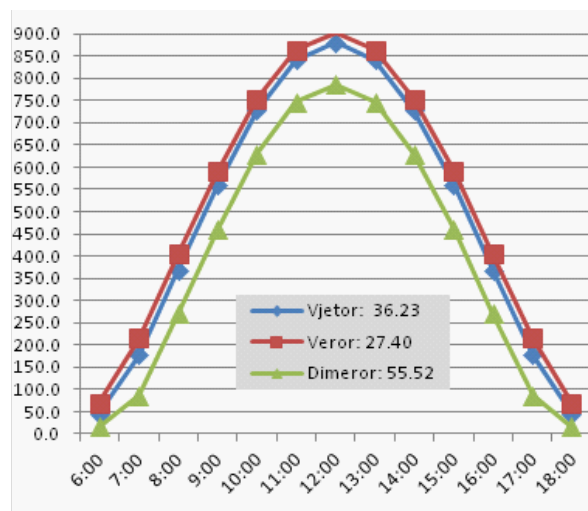


Figura 10: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m2] për ditën përfaqësuese të Qershorit

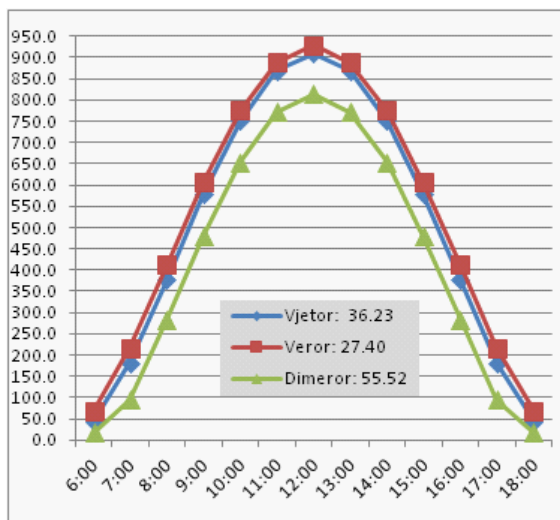


Figura 16: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m²] për ditën përfaqësuese të Korrikut

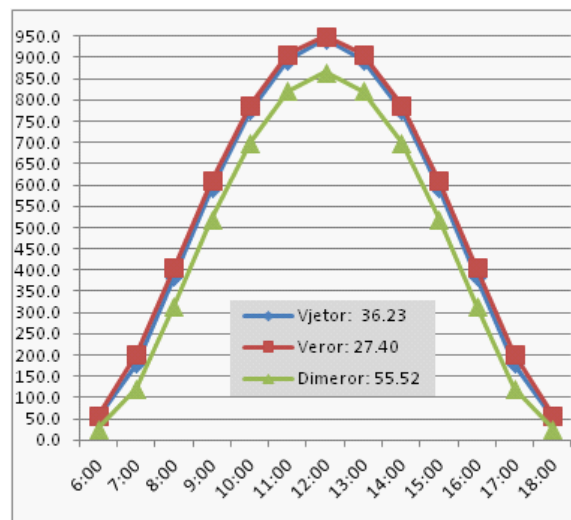


Figura 17: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m²] për ditën përfaqësuese të Gushtit

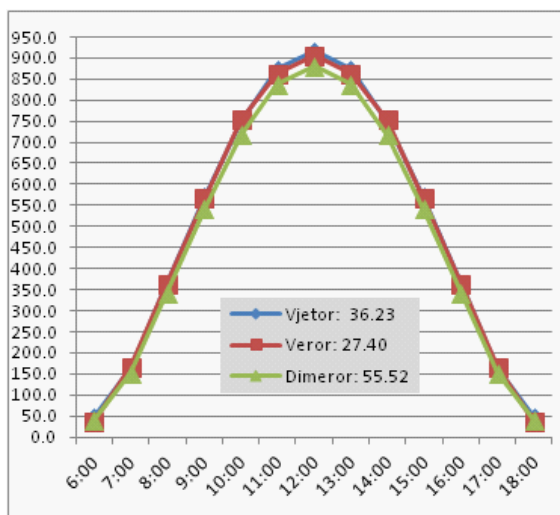


Figura 18: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m²] për ditën përfaqësuese të Shtatorit

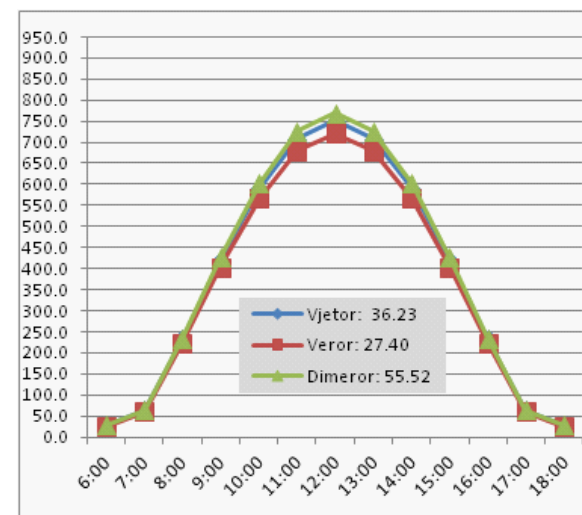


Figura 19: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m²] për ditën përfaqësuese të Tetorit

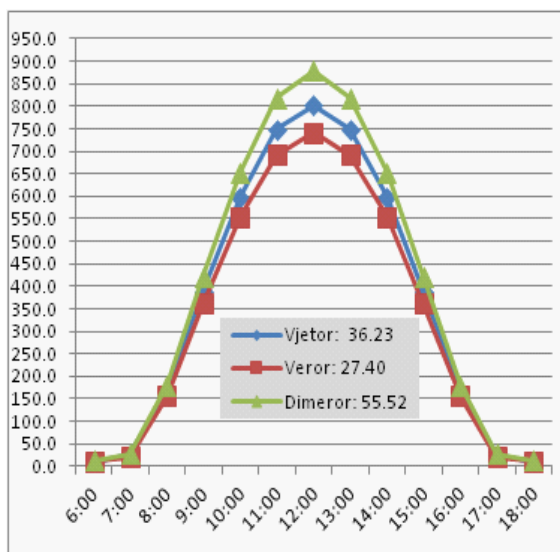


Figura 20: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m²] për ditën përfaqësuese të Nëntorit

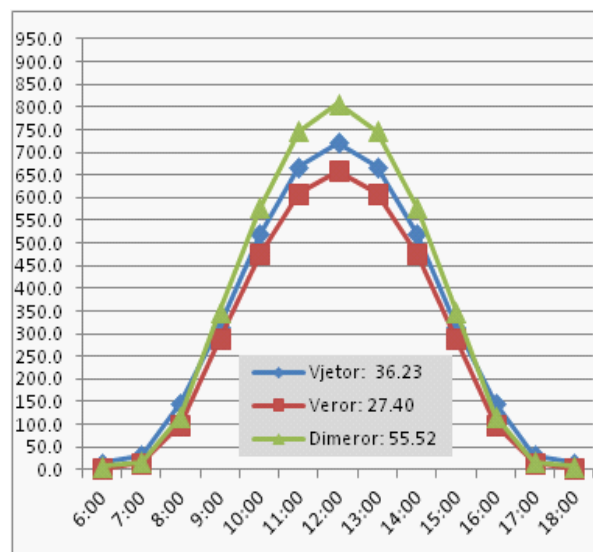


Figura 21: Rrezatimi mesatar shumëvjeçar orar diellor [kJ/m²] për ditën përfaqësuese të Dhjetorit

1.4 FOTOEFEKTI

E shprehur në mënyrë të saktë, të gjitha format e energjisë në tokë kanë rrjedhur dhe rrjedhin nga Rrezatimi Diellor. Format e energjive të zakonshme siç janë lëndët energjitike fosile, energjinë potenciale të tyre e kanë krijuar duke magazinuar energji nga thithja e rrezatimit diellor. Me kalimin e kohës karakteristikat e tyre kanë ndryshuar, dhe në kohën e sotme kanë arritur të transformohen në forma tepër të përqëndruara. Është evidente që këto forma energjie të përqëndruara, të cilat janë duke u përdorur me një shkallë të lartë shfrytëzimi, do të shterojnë jo shumë vonë për shkak të rritjes së popullatës në tokë dhe rritjes së standardit të jetesës. Gjendja energjitike do të vijë vazhdimisht duke u acaruar prandaj, tendenca e sotme është që të furnizohet një pjesë e nevojave për energji sa më shpejt që të jetë e mundur prej energjisë rrezatuese që vazhdimisht vjen nga dielli. Pra njerëzimi duhet të mbështetet në burimet e pashtershme të energjisë. Energjia është faktori bazë i mundësisë për të kryer punë dhe është treguesi kryesor në të gjitha vendet e industrializuara.

Burimi i rrezatimit në tokë është prezenca e rrezatimit diellor të prodhuar prej reaktorit të diellit, me procesin e fuzionit nuklear që zhvillohet në bërthamën e diellit, i cili ndodhet 151.000.000 km larg tokës, duke na dhuruar në mënyrë bujare një burim energjie praktikisht të pashtershëm. Jashtë atmosferës së tokës, në mungesë të ajrit dhe të gazeve të ndryshëm, rrezatimi diellor ka vlerën 1367 W/m^2 . Kjo madhësi quhet Konstantja Diellore. Mbi sipërfaqen e tokës kur dielli ndodhet në zenith, për shkak të absorbimit të rrezatimit diellor nga gazet CO_2 , avujve të ujit, ozonit etj, energjia fotonike e disponueshme që mund të konvertohet në energji elektrike ka vlerën 1000 W/m^2 . Me zhvendosjen e diellit me një kënd alfa (alfa është këndi prej pozicionit të diellit kundrejt pingules mbi sipërfaqen e tokës në shqyrtim) madhësia e rrezatimi zvogëlohet me faktorin $\cos(\alpha)$.

Prodhimi i energjisë elektrike prej rrezatimit diellor për herë të parë u mundësua me shpikjen e qelizës fotovoltaike në USA, në laboratorët “Bell”, në vitin 1954. Për herë të parë ajo gjeti zbatim në hapsirën kozmike, në satelitët e dërguar rreth tokës. Funksionimi i tyre tregoi se ato ishin shumë të sigurt në punë, ndërsa për përdorim në tokë kostoja e tyre ishte shumë e lartë.

Gjatë krizës së parë energjitike të shkaktuar nga rritja drastike e çmimit të naftës, u nxit përdorimi i qelizave fotovoltaike për prodhim të energjisë elektrike. Në këtë mënyrë fotovoltaika u vendos në fokusin e vëmendjes të kërkimeve tekniko-shkencore të cilat vunë si detyra kryesore:

- Përmirësimin e rendimentit;
- Zvogëlimin e koston;
- Rritjen e sigurisë në punë.

Këto tri kërkesa mbeten të rëndësishme edhe në kushtet e sotme, panvarësisht nga përparimet e jashtëzakonshme të kryera në shfrytëzimin e energjisë diellore për të prodhuar energji elektrike.

Fjala “fotovoltaik” vjen nga bashkimi i fjalës greke PHOTO (dritë) me mbiemrin e fizikantit Alessandro VOLTA. Fotovoltaika është një teknologji që lejon të transformohet drejtpërdrejt rrezatimi diellor në energji elektrike, duke shfrytëzuar Efektin Fotovoltaik i cili u zbulua që prej vitit 1839 nga fizikanti Alexander-Edmond Becquerel. Ky efekt bazohet në cilësinë që kanë disa materiale gjysëmpërcjellës, të trajtuar në mënyrë të tillë që të gjenerojnë energji elektrike, nëse absorbojnë një pjesë të energjisë rrezatuese diellore që godet sipërfaqen e tyre.

1.5 IMPIANTI FOTOVOLTAIK (PV), PARIMI I PUNËS

Gjatë dy dekadave të fundit, sistemet e paneleve fotovoltaike (të përbëra nga material gjysëm-përçues, në shumicën e rasteve prej silici) që prodhojnë energji elektrike me rrymë të vazhduar nga energjia e rrezatimit diellor, kanë bërë një progres të rëndësishëm dhe kanë evoluar nga përdorimi vetëm në udhëtimet në hapësirë, në një burim energjie që mund të përdoret gjerësisht në Tokë. Sistemet fotovoltaike janë me të vërtetë mjete elegante dhe tërheqëse për prodhimin e energjisë elektrike në vend, direkt nga energjia diel-

lore, përmes një moduli panelesh fotovoltaike, pa probleme për prodhimin e energjisë ose ndotje të mjedisit, pa pjesë lëvizëse e zhurmë dhe pa nevojë për ndonjë mirëmbajtje të veçantë. Sistemet fotovoltaike janë gjithashtu mjete jashtëzakonisht të adaptueshme - e njëjta teknologji mund të përdoret në disa drejtime si: pompim uji, elektrifikim të zonave rurale, telekomunikim, sinjalizim detar, sisteme grumbullimi të dhënash, ndriçim rrugor, energji elektrike për ndërtesa, deri në prodhim energjie elektrike përmes centraleve me fuqi disa MW të lidhur me rrjetin.

Një nga masat për reduktimin e krizës energjetike në Shqipëri mund të jetë futja e sistemeve të paneleve fotovoltaike që duhet të aplikohen atje ku janë të leverdisshëm dhe të realizueshëm. Në vendet ku rrjeti elektrik nuk ekziston, sistemet e paneleve fotovoltaike mund të jenë teknikisht të mundshëm dhe të leverdisshëm në krahasim me gjeneratorët dizel, si njësi të veçuara. Kjo bëhet më prioritare duke patur parasysh faktin që vitet e fundit në Shqipëri është zhvilluar një treg shumë i madh për gjeneratorë dizel. Është vlerësuar se janë instaluar gjeneratorë me një fuqi rreth 80 MW. Duhet theksuar se gjeneratorë të tillë kontribuojnë në keqësimin e ndotjes, rritjen e zhurmës, etj. Sistemet e paneleve fotovoltaike duhen konsideruar si një mundësi për furnizim me energji elektrike për konsumatorët ose vendet që kërkojnë më shumë se 1 - 2 kilometra linjë elektrike nga pika e lidhjes më të afërt.

Nga ana tjetër, në kushtet e ndryshimit të tarifave të energjisë elektrike në Shqipëri (rritja e çmimit të energjisë elektrike), sistemet e paneleve fotovoltaike bëhen edhe me interesante, sidomos në një të ardhme të afërt. Sot, tendenca e tregut botëror për sistemet e paneleve fotovoltaike është ulja e çmimit dhe rritja e efikasitetit të tyre, në masë të tillë që ta bëjë energjinë diellore tërheqëse në krahasim me burimet tradicionale të prodhimit të energjisë. Kjo bëhet edhe më e vertetë nëse merret në konsideratë rritja e kostos së sistemeve tradicionale të prodhimit të energjisë elektrike për arsye të masave detyruese kundër ndotjes së mjedisit prej tyre.

1.6 KOMPONENTËT E IMPIANTEVE PV

Studimi dhe kuptimi i bazave të funksionimit të sistemeve të paneleve fotovoltaike është shumë i nevojshëm për përcaktimin nëse dhe kur është e përshtatshme të përdoret një sistem PV.

Komponentët kryesorë të një impianti fotovoltaik janë: panelet diellore, inverteri, bateria dhe rregullatori i karikimit. Më poshtë do t'i shohim me hollësi secilin prej këtyre komponentëve.

1.6.1 QELIZA, MODULI, PANELI DHE RRESHTI FOTOVOLTAIK

Dispozitivi më elementar i aftë për të konvertuar energjinë diellore në energji elektrike është **Qeliza Fotovoltaike**. Përmasat e qelizës fotovoltaike janë zakonisht 12,5*12,5cm. Tensioni i vazhduar i një qelize PV varet nga lloji i gjysëmpërcjellësit. Për Silicin është 0,5-0,6 volt. Nëse këto qeliza do të ishin Monokristaline ($\eta = 16\%$, 10cm*10cm) atëherë do të sigurohej një fuqi prej 1,6 W me rrymë të vazhduar 2,6A. Fuqia e një qelize PV është e varur nga temperatura. Nëse temperatura në qelizën PV është më e lartë se temperatura e kërkuar fuqia dhe rendimenti i saj ulen. Në qelizat PV të silicit fuqia zvogëlohet me 0,5 % për çdo gradë temperature më tepër. Për qelizat amorfe të silicit kemi një ulje prej 0,25 % për çdo gradë temperature më tepër. Duke bashkuar disa qeliza në seri dhe paralel, rritet tensioni dhe rryma.

Sistemet PV, të projektuara për prodhimin e energjisë elektrike, kanë si pjesë thelbësore të tyre qelizat fotovoltaike të treguara në **Figurën 22**. Qelizat fotovoltaike konvertojnë direkt dritën e diellit në energji elektrike. Një qelizë fotovoltaike ose siç quhet dendur një qelizë diellore ka zakonisht si element bazë silicin, i cili prodhohet nga rëra. Një gjysëmpërçues i hollë, i prodhuar në formë valeri apo filmi, trajtohet posaçërisht për të formuar një fushë elektrike, në njërin anë positive dhe në tjetrën negative. Kur energjia që vjen nga drita e diellit ngroh qelizën, në materialin gjysëmpërçues elektronet çlirohen nga atomet. Kjo krijon një rrymë elektrike. Zakonisht, çdo qelizë fotovoltaike mund të gjenerojë afërsisht 1 "Wat" energji elektrike.

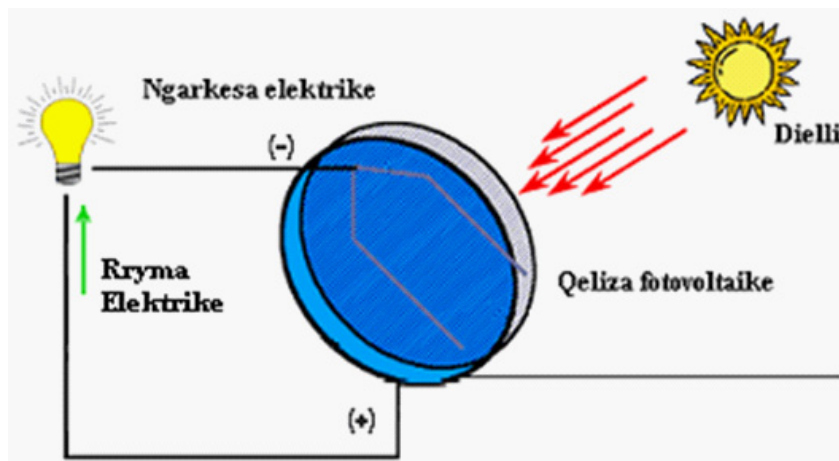


Figura 22: Paraqitja skematike e një Qelize Fotovoltaike

Për shkak të tensionit të ulet të prodhuar nga një qelizë fotovoltaike (zakonisht e barabartë me 0,5V), bëhet lidhja e disa qelizave në seri duke krijuar një “grup qelizash” që quhet **Modul Fotovoltaik**. Modulet fotovoltaike (dendur quhen panele fotovoltaike) janë të përbërë nga një numër qelizash të lidhura së bashku, dhe të montuara e të mbyllura në një kornizë që mbron qelizat fotovoltaike nga mjedisi rrethues. Modulet e paneleve fotovoltaike janë ndërtuar në mënyrë të atillë që të furnizojnë me energji elektrike në një voltazh të caktuar, zakonisht 12 volt. Sistemet e paneleve fotovoltaike janë shumë të besueshëm e të qëndrueshëm, dhe zakonisht kanë një garanci prej 20 deri 30 vjetësh.

Sistemet fotovoltaike prodhohen në formë modulesh, prandaj fuqia e elektrike e prodhuar prej tyre mund të përdoret për qëllime të ndryshme, duke filluar nga konsumatorë të vegjël (orë, makinë llogaritëse, karikues baterish) deri në konsumatorë shumë të mëdhenj. Për më shumë sistemet fotovoltaike ofrojnë kushte zgjerime suplementare në mënyra shumë më të thjeshta sesa mund ta bëjnë burimet me lëndë djegëse fosile apo bërthamore të cilët për të qenë të zbatueshëm nga ana ekonomike duhet të instalohen me fuqi shumë të mëdha.

Në kushte optimale, në qoftë se fluksi rrezatues godet sipërfaqen e modulit pingul mbi sipërfaqen aktive të tij, dhe intensiteti rrezatues është 1000 W/m^2 , ai prodhon fuqinë nominale të shprehur në Wat. Kjo fuqi emërtohet si “Fuqia në pik – W_p ” dhe është karakteristikë kryesore për çdo tip moduli.

Modulet bashkohen së bashku duke krijuar kështu një Komplet apo **Sistem Fotovoltaik**. Energjia e prodhuar nga Sistemet Fotovoltaike mund ose të ruhet (në sistemin e baterive) ose të përdoret direkt (pra centralet fotovoltaike mund të punojnë në formë ishulli/Centrali i pavarur) duke furnizuar direkt konsumatorët, ose energjia që prodhohet mund të injektohet në një rrjet të energjisë elektrike, i cili merr energji elektrike edhe nga centralet e tjerë dhe nga vetë sistemi PV (centrale të lidhur me rrjetin e shpërndarjes), ose të kombinohet me një ose disa gjeneratorë shtëpiakë të energjisë elektrike për të kaluar ose për t’u transportuar në një rrjet të vogël (centralet hibride). Paraqitja skematike e një qelize, moduli, dhe kompleti të paneleve fotovoltaike janë treguar në **Figurën 23**.

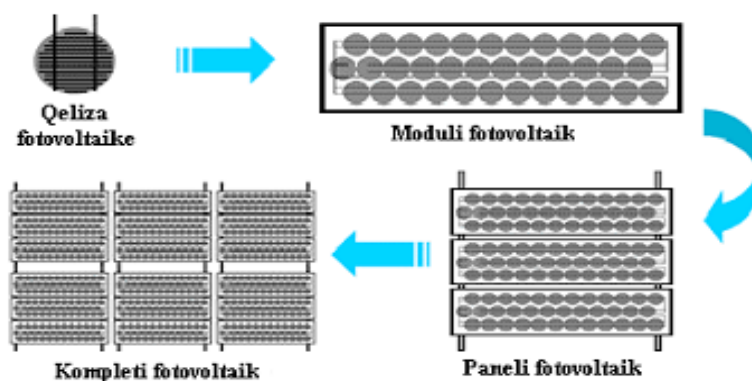


Figura 23: Qeliza, Moduli, dhe Sistemi i Paneleve Fotovoltaike

1.6.2 RREGULLATORI I KARIKIMIT, INVERTERI DHE BATERIA

Megjithëse një sistem fotovoltaiik prodhon energji elektrike kur është i ekspozuar nën dritën e diellit, duhen një numër pajisjesh të tjera që të transmetojnë, kontrollojnë, konvertojnë, shpërndajnë dhe të depozitojnë energjinë elektrike të prodhuar nga sistemi i paneleve fotovoltaike. Paraqitja skematike e një sistemi fotovoltaiik është treguar në **Figurën 24**.

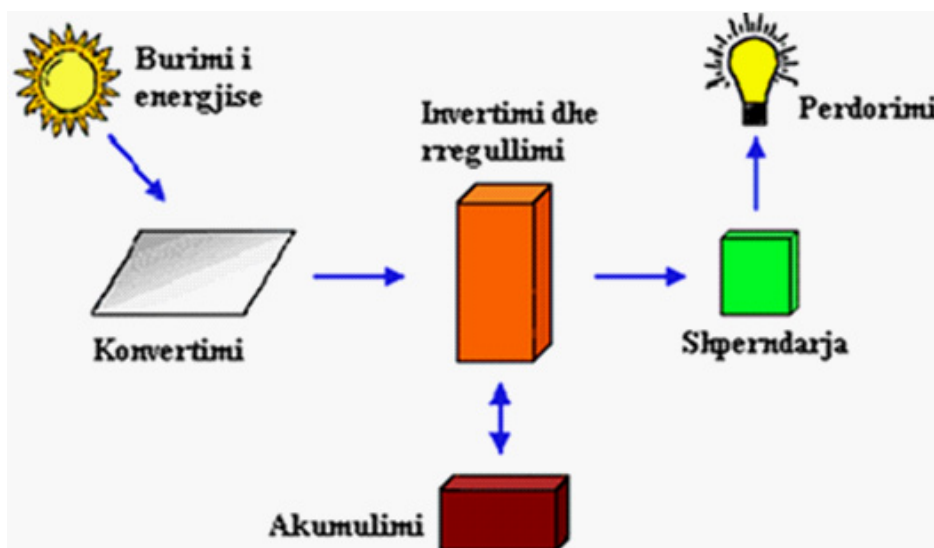


Figura 24: Paraqitja skematike e një Sistemi të Paneleve Fotovoltaike

Në varësi të kërkesave ndaj sistemit të paneleve fotovoltaike, ky sistem mund të përbëhet nga një inverter (DC - AC), bateri, rregullatorë të sistemit dhe të baterive, dhe/ose burim ndihmës energjie. Në raste të veçanta, paisje për balancimin e sistemit, përfshirë instalimet, mbingarkesën, mbrojtjen nga rritja e rrymës elektrike dhe mekanizmin e çkycjes, si edhe paisje të tjera të përpunimit dhe garantimit të një fuqie të kërkuar mund gjithashtu të jenë pjesë përbërëse të një sistemi të paneleve fotovoltaike.

Një sistem PV i vogël mund të sigurojë energji për një konsumator të vetëm, ose për një pajisje/sistem të izoluar (të veçantë) si psh. një llampë apo ndonjë konsumator energjie elektrike. Sistemet fotovoltaike të mëdha mund të sigurojnë energji për disa konsumatorë dhe në shumicën dërrmuese të rasteve ato e injektojnë energjinë elektrike të prodhuar në rrjetin shpërndarës.

Energjia e prodhuar nga një modul në përgjithësi nuk është e mjaftueshme për të plotësuar nevojat e një shtëpie apo biznesi, për këtë arsye bëhet bashkimi ose lidhja e moduleve duke krijuar kështu një zinxhir apo sistem qelizash fotovoltaike. Shumica e sistemeve fotovoltaike (ose centraleve fotovoltaike kur bëhet fjalë për sisteme me fuqi të instaluar prej më shumë se 200 kW) përdorin një inverter për të konvertuar energjinë e prodhuar si rrymë e vazhduar nga modulet në energji elektrike alternative që mund të përdoret në shtëpitë dhe bizneset tona për të gjitha përdorimet që nga ndezja e llambave deri tek venia në punë e motorrave elektrike, etj. Modulet në një sistem fotovoltaiik në fillim janë të lidhur në seri në mënyrë që të sigurojnë tensionin e dëshiruar, rreshtat individuale pastaj lidhen në paralel, duke bërë që sistemet të prodhojnë më tepër energji elektrike dhe për të arritur fuqinë e kërkuar nga ana e investitorëve. Panelet tipike renditen nga më pak se 100 Watt deri në 400 Watt. Fuqia e Sistemeve Fotovoltaike matet si shumë e fuqive të qelizave/ paneleve, moduleve, njësive të cilat të gjitha së bashku janë dhënë në W, kW, MW.

Në sistemet e paneleve fotovoltaike, në mënyrë të përgjithshme, bateritë përdoren me synimin për të akumuluar energjinë elektrike të prodhuar nga kompleti i sistemit fotovoltaiik gjatë ditës, për të furnizuar me energji elektrike kur është e nevojshme, gjatë natës dhe në periudhat me kohë të vrenjtur. Shpesh përdoret një kontrollues ngarkese për të kontrolluar rrjedhjen e rrymës për në bateri dhe prej saj, për të mbrojtur këtë të fundit nga mbingarkesa ose shkarkimi i plotë, ose edhe për kontrollin e funksioneve të tjera. Kontrolluesi i ngarkesës mund gjithashtu të monitorojë gjendjen e funksionimit të sistemit të paneleve fotovoltaike.

1.7 NGARKESA DC DHE NGARKESA AC

Energjia elektrike mund të jetë me Rrymë Alternative (AC) ose me Rrymë Direkte (DC). Në rastin e rrymës alternative AC, rryma rrjedh nëpër një drejtim për një periudhë të shkurtër kohe dhe më pas ndryshon drejtimin e rrjedhës në kahun tjetër përsëri për një periudhë të kohe. Voltazhi për rrymën alternative, ndryshon gjatë gjithë kohës. Rryma Direkte DC rrjedh vetëm sipas një drejtimi dhe voltazhi qëndron konstant. Instalimet paneleve diellore mund të punojnë me rrymë DC, sipas rrymës së marrë nga panelet diellore, por mund të punojnë edhe me rrymë AC duke përdorur një inverter ndërmjet paneleve dhe konsumatorit.

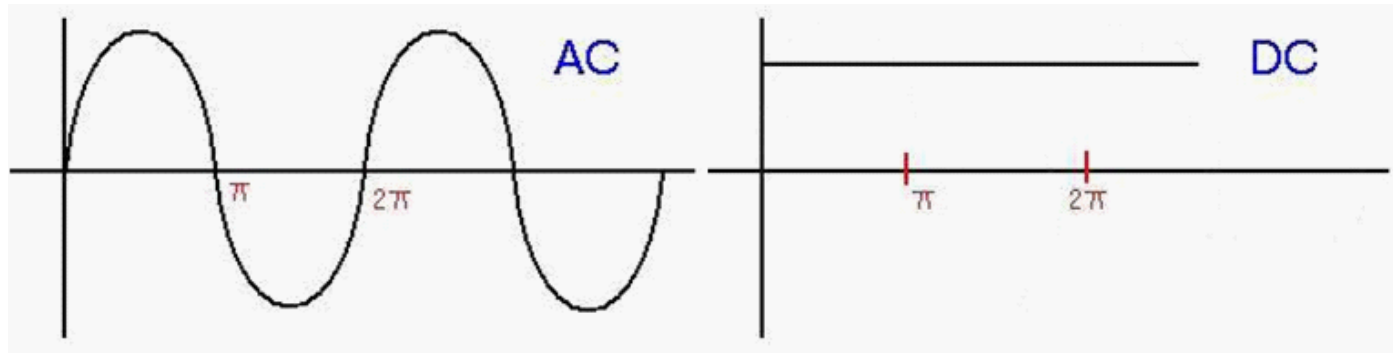


Figura 25: Paraqitja skematike e Rrymës Alternative (AC) dhe Rrymës Direkte (DC)

Në varësi të konsumatorit, apo të pajisjeve që përdor një konsumator, nëse ato përdorin rrymë DC atëherë kemi një konsumator me Ngarkesë DC. Nëse konsumatori përdor pajisje me rrymë AC atëherë kemi një konsumator me Ngarkesë AC. Sigurisht një konsumator mund të ketë edhe pajisje me rrymë AC edhe pasjije me rrymë DC, duke rezultuar me Ngarkesë AC dhe Ngarkesë DC njëkohësisht. Në këto raste, impianti Fotovoltaik mund të projektohet për të mbajtur vetëm ngarkesën DC, duke mos përdorur inverter DC-AC.

1.8 MODULET PV MONOKRISTALINE, POLIKRISTALINE, AMORFE DHE MIKROAMORFE

Elementi gjysëmpërcjellës më i përdorur në modulet fotovoltaike është silici, në tri forma të ndryshme: Monokristalin me rendiment afro 16 %; Polikristalin me rendiment 13% dhe ai Amorf me rendiment 8%. Aktualisht ka filluar prodhimi industrial i gjeneratës më të sukseshme të moduleve fotovoltaike, i të ashtuquajturëve module me "tre filma", të cilët kanë arritur rendiment shumë të lartë deri në 31%.

1.8.1 MODULET FOTOVOLTAIKE MONOKRISTALINE

Në brendësi të familjes së moduleve fotovoltaike të tipit kristalin ndodhen modulet monokristalin. Këto janë të realizuara me qeliza të prodhuara me strukturë kristaline homogjene (monokristal), në të cilën mundësohet realizimi i lidhjes p-n. Një kristal i vetëm silici ndërton qelizën e një moduli silici monokristalin. Linja perfekte e atomeve të silicit në gjendje të pastër garanton një përcjellshmëri maksimale. Forma e kësaj celule është tetë-këndore, me ngjyrë blu të errët, dhe rendimenti i saj shkon nga 14-16%. Moduli monokristalin ka përparësi në rrezatimin diellor të drejtëpërdrejtë dhe përdorimi i tij bëhet për instalime në impiante me kushte rrezatimi optimale me temperaturë të mesme dhe të ventiluara mirë. Çdo qelizë fotovoltaike është e lidhur në sipërfaqe me një material përçues i nevojshëm për drejtimin e elektroneve; çdo qelizë e vetme është e lidhur në seri me qeliza të tjera të mesme që formojnë modulet e lidhura në seri ose paralel sipas rastit. Busbarët kanalizojnë elektronet e dalë nga moduli për të na dhënë të ashtuquajturin efekt fotovoltaike.

1.8.2 MODULET FOTOVOLTAIKE POLIKRISTALIN

Modulet fotovoltaike polikristalin bëjnë pjesë në familjen e moduleve të tipit kristalin dhe realizohen me qeliza të prodhuara nga strukturë e cila nuk është homogjene por e organizuar në pjesë të rregullta. Për prodhimin e qelizave të tilla përdoret procesi i riciklimit të pjesëve elektronike me bazë silici, për të patur një përbërje kristaline kompakte. Një bashkim i shumë kristaleve krijon qelizën e një moduli polikristalin ose

multikristalin. Rendimenti shkon nga 12% në 14%, dhe qelizat janë në formë kuadrati me ngjyre blu të plotë. Moduli polikristalin favorizon rrezatimin shpërndarës. Nga kjo rrjedh që tipe të tilla modulesh përdoren për ato instalime të sistemeve fotovoltaike me kushte rrezatimi jo optimale për shkak të mjegullës dhe qiell pjesërisht mbuluar nga retë. Edhe modulet polikristaline ndikohen nga temperatura, e cila bën që të ulet efienca në rast rritjeje të saj. Teknikat ndërtuese të moduleve fotovoltaik polikristaline janë analoge me ato të moduleve monokristaline si rrjedhojë çdo qelizë fotovoltaike është e lidhur në sipërfaqe me një rrjet të përbërë nga materiali përcjellës i nevojshëm për të drejtuar elektrone dhe secila qelizë është e lidhur në seri me qeliza të tjera duke formuar qarqe elektrike në seri dhe paralel.

1.8.3 TEKNIKA NDËRTUESE E MODULEVE FOTOVOLTAIK MONO DHE POLIKRISTALIN

Ndërtimi i një moduli kristalin, i cili përdor qeliza monokristaline apo polikristaline parashikon një sërë vep- rimesh apo aktiviteteve që garantojnë jetëgjatësinë dhe sigurinë e modulit apo të sistemit fotovoltaik. Qelizat fotovoltaike të përshkrura në paragrafet e mësipërme janë të formuara nga shtresa të EVA (Ethylene Vinyl Acetate) që nëpërmjet një procesi të termofusionit i transformojnë në një masë inerte të nevojshme për izo- limin e qelizave nga lagështia dhe elektriciteti. Sipërfaqja e sipërme e modulit është e përbërë nga një xham, ndërsa sipërfaqja e poshtme (ajo që ndodhet nga prapa) është e përbërë nga një shtresë mbrojtëse. Në pjesën e poshtme të modulit gjendet kutia e bashkimit që përmban diodën e bypas-it të modulit. Pasi është plotësuar cikli i prodhimit, çdo modul që prodhohet në kushte standarde kalon në procesin e verifikimit të fuqisë nominale të tij.

1.8.4 MODULET FOTOVOLTAIKE ME SILIC AMORF

Kjo teknologji kërkon sasi më të vogël silici sesa celulat e tipit mono dhe polikristalin, ndërkaq trashësia e silicit është në nivelet e mikroni. Në termin e bilancit energjistik module të tilla rezultojnë më të mira sesa teknologjitë e tjera ndërkaq faza prodhuese parashikon një rendiment me vlera deri në 10% . Avantazhi krye- sor i teknologjisë amorge i përfaqësohet nga paraqitja e mirë edhe në kushtet e një rrezatimi jo optimal, falë aftësisë të "kapë" rrezatimin e shpërndarë; në kushte të një qielli me re, mjegull dhe ekspozim jo optimal, si dhe në instalimet që mund të gjenden pjesërisht të hijezuara nga objekte të ndryshme, moduli fotovoltaik amorf rezulton me performancë më të lartë se modulet kristalin. Avantazhe të tjera të teknologjisë amorge janë të diktuar nga dobia e materialit që lejon përshtatjen e modulit në çdo tip të sipërfaqes, duke lejuar që edhe linja të drejta edhe linja jo uniforme; mund të furnizohen nga ndërrmarjet prodhuese edhe pa sisteme mbështetëse të paracaktuara, për të lejuar instalimin në vende me sipërfaqe me kthesa apo jo të drejta/ plane.

1.8.5 MODULET FOTOVOLTAIKE MIKROAMORFE

Modulet fotovoltaike mikroamorge bazohen në një strukturë të përbërë nga një shtresë e hollë silici amorf dhe një shtresë të hollë e poshtme me silic monokristalin. Tipa të tillë modulesh janë krijuar për të pasur rendiment më të lartë në temperatura të larta dhe në kushtet e mbizotërimit të rrezatimit shpërndarës. Modulet mikroamorge rezistojnë më pak se modulet të tipit kristalor në rast hijëzimi të pjesshëm, duke lejuar maksimizimin e instalimeve në kontekste me kushte të rrezatimit jo optimal. Moduli mikroamorf ka këto avantazhe: përveçse garanton efektin fotovoltaik me një gjerësi më të madhe të spektrit diellor; filmi i sipërm në silic amorf absorbon dhe konverton pjesën e energjisë diellore që i përket spektrit visual, ndërsa filmi infe- rior në silic kristalin absorbon dhe konverton gamën e rrezeve të karakterizuara nga gjatësia e valës spostuar kundrejt rrezeve infra të kuqe. Një teknologji e tillë rezulton e duhura për të gjitha instalimet jo-optimale për modulet e tipit "kristalin", si mbulime të pjesshme dhe hijezime të vazhdueshme, plane të kapura me një ndotje shumë të ulët. Përveç kësaj, instalime të tilla janë të përshtatshme për zona me kushte klimatike të veçanta si mjegull dhe re, ku komponenti i rrezatimit difuz mbizotëron mbi atë direkt.

1.8.6 RENDIMENTI

Rendimenti është raporti midis energjisë së harxhuar gjatë prodhimit me energjinë e prodhuar gjatë gjithë

jetëgjatësisë së qelizës fotovoltaike gjatë ciklit të tij. Modulet fotovoltaike të tipit amorf kërkojnë një impinjim të vogël energjie për realizimin e tyre pra kanë një kosto prodhimi më të vogël.

1.8.7 KARAKTERISTIKAT ELEKTRIKE TË MODULIT FOTOVOLTAIK

Modulet fotovoltaike janë një grup qelizash fotovoltaike të bashkuara mekanikisht dhe të lidhura elektrikisht. Tensioni total i qelizave në seri jepet nga shuma e tyre, ndërsa rryma totale është analoge me rrymën e një qelize të vetme. Qelizat e lidhura në mënyrë paralele japin një rrymë të barabartë me shumën e rrymave në paralel, ndërsa tensioni midis qelizave në paralel është i njëjtë me atë të qelizës. Modulet fotovoltaike nuk janë gjë tjetër veçse kombinime qelizash në seri dhe në paralel, prandaj sjellja elektrike e një moduli në një shkallë të gjerë është analoge me sjelljen elektrike të qelizave të veçanta. Siç shpjegohet në paragrafet e mëparshme sjellja e një qelize fotovoltaike ndikohet nga vlera e rrezatimit, por edhe nga vlera e temperaturës.

Një qelizë fotovoltaike nëse ekspozohet në rrezatimin diellor sillet si një gjenerator rryme funksionimi i të cilit mund të përshkruhet përmes karakteristikave tension – rrymë. Fuqia maksimale e një moduli fotovoltaik në kushte specifike rrezatimi dhe temperature matet në Wat-Pik (W_p). Standardet Ndërkombëtare parashikojnë si kusht standard referuar një temperature 25°C dhe një rrezatimi 1000 W/m².

1.8.8 VARIACIONET E KARAKTERISTIKAVE RRYMË-TENSION

Rrezatimi diellor në një modul fotovoltaik influencon në mënyrë të drejtpërdrejtë në karakteristikat rrymë-tension, ndërkaj duke u rritur rrezatimi, tensioni mbetet thajse konstant ndërsa rryma rritet. Kjo ndodh sepse rrezatimi që vepron mbi qelizat e modulit krijon një rritje fotonesh dhe si rrjedhojë të ngarkesave elektrike. Është mirë të theksohet se nëse rritet temperatura, tensioni në boshllëk i një moduli zvogëlohet, ndërsa rryma rri thajse konstante. Për këtë arsye, kur analizohet një fushë fotovoltaike, sidomos në fazë të dimensionit dhe projektimit është mirë që të vlerësohen në mënyrë të kujdesshme temperaturat ekstreme në atë zonë. Në sesionet në vijim ku do të përshkruhen dimensionet e impianteve do të shikojmë që një nga verifikimet për t'u bërë ka të bëjë me temperaturën minimale në atë zonë, në kushtet e një tensioni maksimal. Për të bërë vlerësime të tilla ndërtuesit e moduleve fotovoltaike vendosin në skadat teknike të produktit koeficientin e temperaturës tipike për modulën që tregon variacionin e fuqisë së prodhuar në përqindje për çdo gradë të diferencës së temperaturës të qelizës nga vlera e temperaturës nominale e operimit të qelizës). Në **Figurën 26** paraqitet variacioni karakteristikave rrymë – tension të një qelize fotovoltaike në funksion të rrezatimit diellor dhe të temperaturës së qelizës.

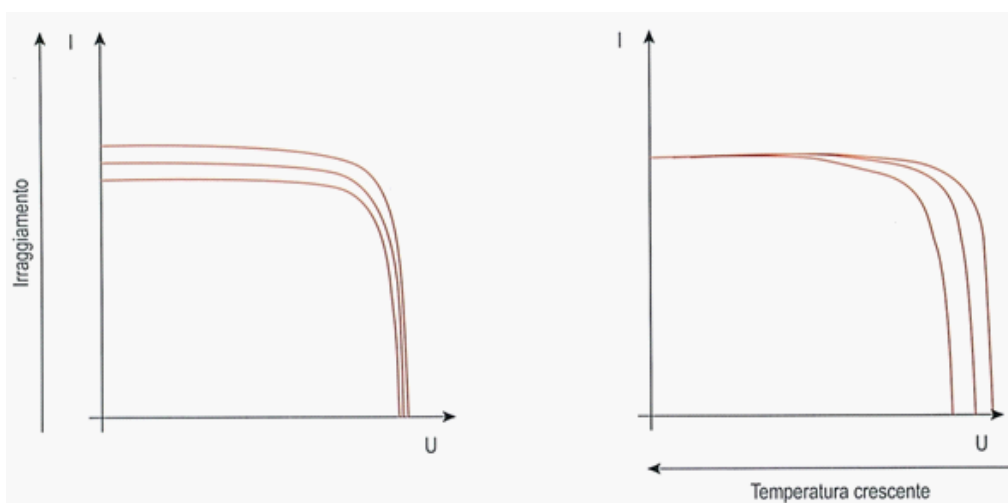


Figura 26: Variacioni i karakteristikës Rrymë-Tension

1.9 LIDHJA E MODULEVE PV NË SERI, PARALEL DHE NË LIDHJE MIKSE (TË PËRZIER)

Module fotovoltaike dhe bateritë janë si blloqe ndërtimi. Duke qenë se çdo modul PV dhe bateri ka një voltazh dhe amperazh të caktuar, ato mund të lidhen për të marrë voltazhin dhe rrymën e kërkuar.

Lidhja SERI

Nëse burime të voltazhit lidhen në seri, voltazhi rritet, ndërsa amperazhi mbetet i njëjtë. Lidhja seri bëhet duke lidhur polin pozitiv (+) të burimit të parë me atë negativ (-) të burimit tjetër. Qarqet në seri mund të ilustronhen mirë me anë të elektrikëve të dorës, bateritë e të cilit lidhen në seri për të përfutur një voltazh më të lartë, për të ndriçuar një llambë me të njëjtin voltazh, të cilën një bateri e vetme nuk mund ta furnizojë. Ja disa nga rregullat e lidhjes seri:

- Rryma është e njëjtë në të gjitha pjesët e qarikut;
- Bateritë në lidhjen seri lidhen: poli pozitiv me atë negativ të baterisë tjetër. Voltazhi i lidhjes seri do jetë i barabartë me shumën e voltazhit të të gjithë baterive.

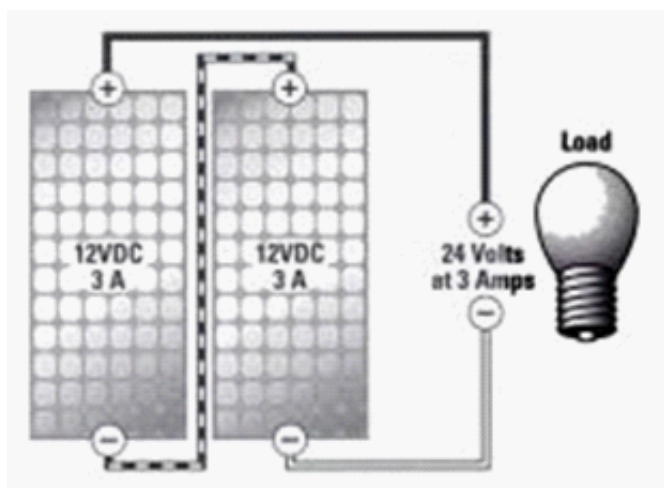


Figura 27: Module PV të lidhura në SERI

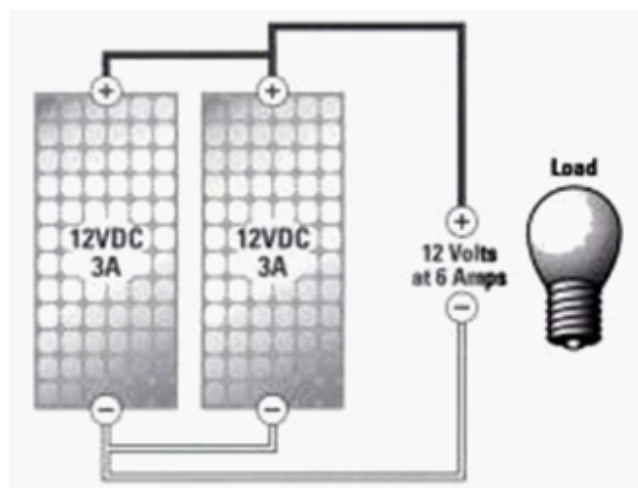


Figura 28: Module PV të lidhura në PARALEL

Lidhja PARALEL

Nëse burimet apo ngarkesat lidhen në paralel, voltazhi mbetet i njëjtë kurse rryma është e barabartë me shumatoren e rrymave përkatëse. Pra lidhja në paralel rrit amperazhin dhe mban konstant voltazhin. Lidhja paralele bëhet duke lidhur polin pozitiv të burimit të parë me polin pozitiv të burimit të dytë dhe polin negativ të burimit të parë me polin negativ të burimit të dytë. Bateritë lidhen në paralel për të rritur amperazhin e tyre, që sjell rritjen e kapacitetit stokues të tyre dhe zgjat kohën e punës.

Lidhja mikse SERI dhe PARALEL

Sistemet mund të përdorin një lidhje mikse në seri dhe paralel për të marrë voltazhin dhe amperazhin e caktuar. Në **Figurën 29**, katër module 3A/12V secila janë lidhur me lidhje seri dhe paralel. Dy module janë lidhur me nj-tj në seri duke rritur voltazhin në 24 V. Të dy këto grupe janë lidhur në paralel duke na dhënë një amperazh prej 6 A në fund. Në fund lidhja rezulton me 24V/6A, me rrymë direkte DC.

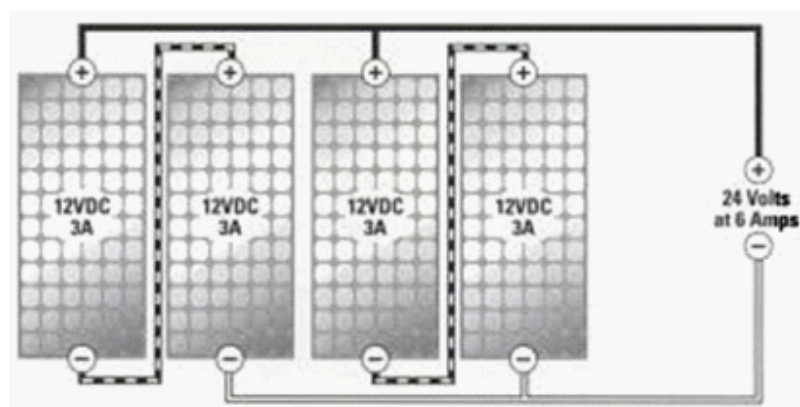


Figura 29: Module PV të lidhura në SERI dhe PARALEL

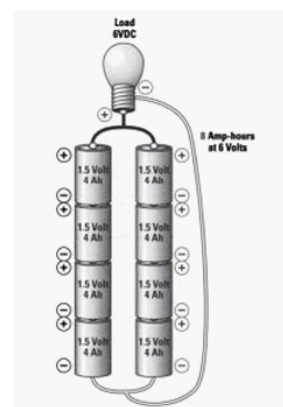


Figura 30: Bateria të lidhura në SERI dhe PARALEL

Avantazhet e lidhjes paralele mund të paraqiten fare mirë me lidhjen e baterive të një elektriku dore. Në rastin mësimor kemi katër bateri të lidhura seri me njëra-tjetrën, duke na dhënë në fund 6V/4A. Në rast se duam ta dyfishojmë kohën e ndriçimit të baterive atëherë duhet të bëjmë një lidhje paralele me një katërshe tjetër të lidhur në seri me njëra-tjetrën, duke na dhënë në fund 6V/8A, duke dyfishuar kështu kohën e përdorimit të elektrikut të dorës.

Në të njëjtën mënyrë si lidhjet e moduleve PV apo lidhjet e baterive, edhe ngarkesat të lidhura në seri, paralel apo në lidhje mikse veprojnë në mënyrë të njëjtë. Në **Figurën 31**, dy ngarkesa me nga 6V janë lidhur në seri. Nëse njëra nga ngarkesat digjet, rezultati do jetë një qark i hapur. Ngarkesat e lidhura në seri japin një rënie të voltazhit të barabartë me shumën e secilës ngarkese, ndërsa rryma mbetet e njëjtë në çdo pikë të qarkut. Këshillohet që të shmangen lidhjet e ngarkesave në seri.

Nëse ngarkesat lidhen në paralel, atëherë rënia e voltazhit do jetë e njëjtë në të gjitha ngarkesat, aq sa është voltazhi i burimit. Rryma e thithur nga burimi rritet sa herë shtohet një ngarkesë tjetër në paralel. Të gjitha ngarkesat lidhen në paralel për këto dy shkaqe:

- Çdo ngarkesë mund të kontrollohet lehtë në mënyrë individuale;
- Duke shtuar më shumë ngarkesa nuk ndikohet në voltazhin e ngarkesave të tjera ekzistuese.

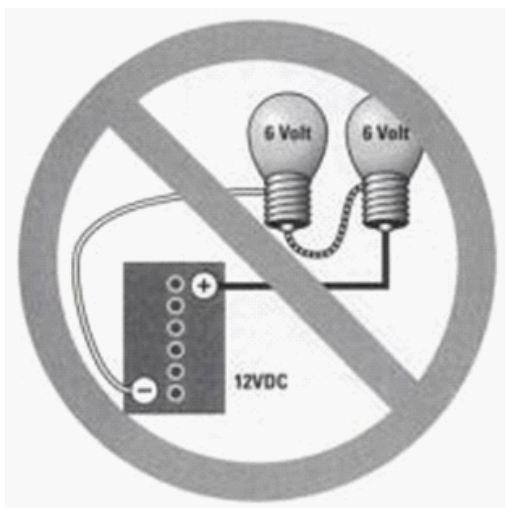


Figura 31: Mos i lidh kurrë ngarkesat në SERI

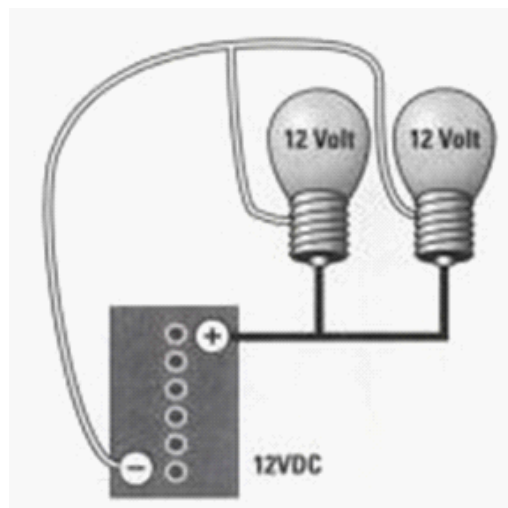


Figura 32: Ngarkesa të lidhura në PARALEL

1.10 INVERTERAT MONOFAZORË DHE TREFAZORË

Një sistem fotovoltaik është në gjendje të prodhojë rrymë elektrike të tipit DC që duhet të transformohet më pas në rrymë alternative AC, për furnizimin e ngarkesave ose për futjen e rrymës në rrjetin kombëtar. Pjesa më e madhe e sistemeve fotovoltaike parashikon vendosjen paralel me rrjetin dhe si rrjedhojë kërkon ndryshimin i rrymës DC të dalë nga modulet në rrymë alternative AC nëpërmjet inverterit.

Inverterat janë realizuar për të maksimizuar kthimin e rrymës së vazhdueshme në rrymë alternative nëpërmjet algoritmeve të kundërta të llogaritjes të quajtura MPPT (Maximum Power Point Tracking) në mënyrë që të punojnë me vlera tensionesh të ndryshueshëm dhe të ndjekin me kujdes pikën e fuqisë maksimale të disponueshme nga grupi fotovoltaik. Inverteri mund të konsiderohet zemra e një impianti fotovoltaik sepse funksionimi korrekt i tij është përgjegjës për performancën e të gjithë sistemit. Rrezatimi diellor në fushën fotovoltaike është i ndryshueshëm gjatë ditës prandaj ky prodhon ose gjeneron vlera tensionesh të ndryshueshme në fund të rreshtit me module PV. Një fenomen i tillë është më i theksuar në ditë me një mot të ndryshueshëm dhe në vende me një hijëzim të pjesshëm. Inverteri disponon një ose më shumë MPPT për të ndarë fushën fotovoltaike sipas hijëzimeve ekzistuese. Eficenca e kthimit varet si nga karakteristikat e përputhshmërisë midis fushës fotovoltaike të realizuar dhe inverterit, ashtu edhe nga temperaturat në të cilat ai punon.

Inverterat kanë marrë një përhapje të gjerë kohët e fundit dhe në treg kanë hyrë produkte inverterash nga ato me fuqi të vogël në ato të mëdha, të quajtur edhe invertera qëndror me teknika për të rritur efikasitetin e impiantit dhe të thjeshtësojë realizimin e gjithë arkitekturës elektrike. Klasifikimi më i madh që i bëhet inverterave është ai që dallon inverterat njëfazor nga ato trefazor. Në çdo rast inverterat duhet të jenë të shoqëruar nga një certifikim nga ana e prodhuesit (shenja CE) për konformitetin në lidhje me direktivat 2006/05/CE në bazë tensioni 2004/108/CE në përputhshmëri elektromagnetike, përveç normave CEN EN 50178. Impiantet mbi 20 kWp duhet të parashikojnë ndarjen metalike midis rrjetit publik në rrymë alternative dhe pjesës me rrymë të vazhdueshme dhe nyja kyçe për këtë detyrë është inverteri. Një ndarje e tillë duhet të bëhet nëpërmjet një transformatori që mund të jetë jashtë ose brenda pajisjes/sistemit të inverterit.

1.11 LIDHJA E INVERTERAVE SIPAS RRESHTAVE NË LINJË MONOFAZORE, LINJË TREFAZORE DHE LIDHJA E INVERTERAVE TË CENTRALIZUAR

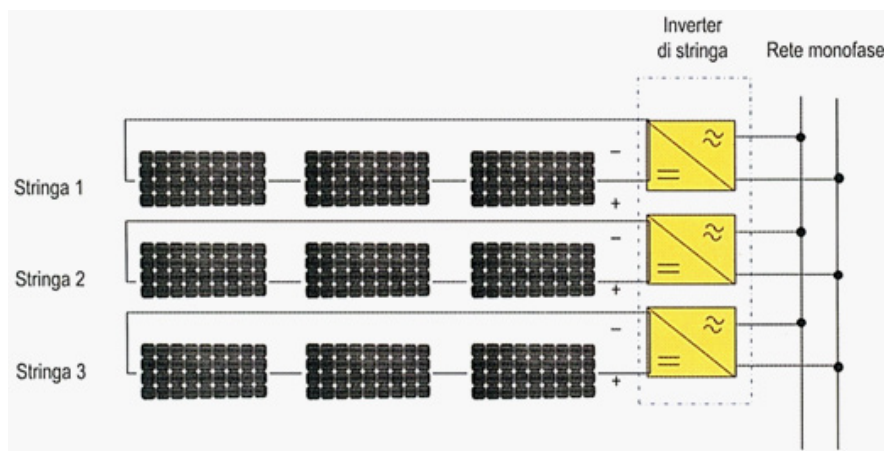
1.11.1 MPPT (FUQIA MAKSIMALE E REGJISTRUAR)

Maksimizimi i energjisë së prodhuar nga impianti fotovoltaik parashikon që gjeneratori të jetë në gjendje të përshtatet ngarkesës për të vënë në punë kapacitetin e rrezeve të diellit sa më afër pikës së fuqisë maksimale. Për të bërë këtë kompanitë prodhuese të inverterave kanë futur brenda konvertuesve të tyre algoritme të kundërta në gjendje që të optimizojnë kapjen e rrezatimit diellor në funksion të karakteristikave të ndryshueshme të rrymës dhe tensionit të gjeneratorit fotovoltaik. Inverterat me kapacitet të rrezatimit diellor lejojnë optimizimin e prodhimit edhe në kushtet e tipit tranzitor që janë periodike në modulet fotovoltaike. Për të bërë këtë inverteri duhet të përshtasë frekuencën dhe të sinkronizojë tensionin me atë të rrjetit dhe të respektojë kushtet e lidhjes në paralel të përshkrura në kodet e Transmetimit dhe të Shpërndarjes të çdo vendi. Veprime të tilla janë të lidhura me faktin që tensioni që hyn dhe çdo inverter do të jetë një zgjedhje e pranueshme midis tensioneve minimale dhe maksimale në brendësi të të cilit është në gjendje të vërë në punë MPPT e tij.

Në fazë projekti është e nevojshme të zgjidhet një inverter me efikasitet dhe besueshmëri të lartë. Pjesa më e madhe e inverterave të kohëve të fundit përdor gjysmëpërçues të tipit IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) ose MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).

1.11.2 INVERTERAT NË VARG

Me invertera në varg nënkuptohet ai konfigurim impiantistik në të cilin çdo varg, formuar nga më shumë module në seri ka një inverter që mund të jetë njëfazor ose trefazor. Duke kombinuar një numër të përshtatshëm inverterash në tre faza është e mundur krijimi i impianteve në çfarëdo fuqie.



Figurën 33: Paraqitja skematike e inverterave në paralel në rrjet monofazë

Në **Figurën 33** paraqitet skematizimi i një konfigurimi të një impianti me invertera në varg nga ku vërtetohet që çdo rresht modulesh përfundon tek inverteri. Në skemën e sjellë vargjet janë përbërë nga tre module fotovoltaike në seri dhe i gjithë sistemi fotovoltaik është i përbërë nga tre invertera në paralel midis tyre të

lidhur me një rrjet të tipit një fazor.

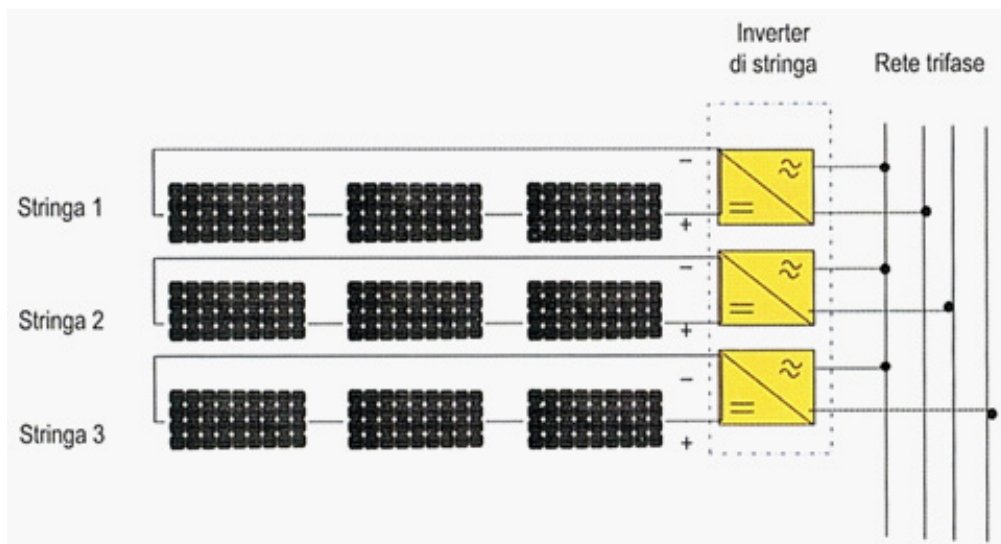


Figura 34: Paraqitja skematike e lidhjes së inverterave monofazë në një rrjet trefazor

Figura 34 paraqet një skematizim të ngjashëm zbatuar në një rrjet të tipit trefazor. Në një tipologji të tillë impiantesh ku mund të përdoren invertera një fazor duhet pasur kujdes të mos kalohet ç'ekuilibri në fazat e treguara nga drejtuesi i rrjetit. Për impiante të tipit trefazor është e pranueshme të lidhen, ndërmjet fazave dhe neutrit, gjeneratorë njëfazor me fuqi jo të njëjtë, të tilla që ç'ekuilibrimi total në çfarëdo kushtesh (diferenca midis fuqisë së instaluar në fazën me më shumë prodhim dhe asaj më pak) të mos kalojë 6 kW.

1.11.3 INVERTERAT E CENTRALIZUAR

Inverterat e centralizuar janë kryesisht të përdorur në zgjidhje impiantistike me fuqi të mesme ose të madhe, ku të gjithë rreshtat e fushës fotovoltaike të përbëra nga një numër homogjen modulesh fotovoltaike të lidhura midis tyre në seri të lidhen në paralel në një fushë të caktuar dhe në fund formojnë një gjenerator fotovoltaik të drejtuar nga një inverter i vetëm. Avantazhet e një zgjedhje të tillë janë të lidhura me një reduktim të koston impiantistike por ato zbatohen vetëm në kushtet në të cilat fusha fotovoltaike karakterizohet nga kushte të paraqitjes së rrezatimit homogjen; kushte të tilla janë thelbësore për funksionimin e një impianti fotovoltaik me inverter të centralizuar. Në kushtet kur modulet shtrihen në plane me orientime në hije të pjesshme është mirë të përdoren inverterat varg. Në **Figurën 35** paraqitet skema e një inverteri të centralizuar të lidhur në paralel me një rrjet trefazor.



Figura 35: Paraqitja skematike e një inverteri të centralizuar të lidhur në një rrjet trefazor

1.12 SISTEMI I AKUMULIMIT TË ENERGJISË ELEKTRIKE. BATERITË DHE LLOJET E TYRE

1.12.1 BATERITË DHE KRITERET E PËRZGJEDHJES SË TYRE

Dizenjimi i sistemit të baterive dhe përzgjedhja e tyre kalon përmes një procesi ku duhet të merren shumë vendime, pasi zgjedhja e baterisë së duhur për një impiant PV varet nga shumë faktor. Nuk ka një bateri specifike që të jetë për të gjithë aplikimet PV. Prandaj, dizenjuesit e sistemit të baterive, duhet të kenë njohuritë e duhura mbi përzgjedhjen e baterive, të dinë të dallojnë tipet e ndryshme të baterive dhe të fitojnë përvojë nëpërmjet instalimeve të bëra prej tyre.

1.12.2 LIDHJA E BATERIVE NË SERI

Bateritë e lidhura në një qark në seri kanë vetëm një rrugëku rrjedh rryma. Bateritë vendosen në seri duke lidhur polin negativ të baterisë së parë me polin pozitiv të baterisë së dytë, polin negativ të baterisë së dytë me polin pozitiv të baterisë së tretë, dhe kështu me radhë për të gjitha bateritë e sistemit. Për bateri të njëjta të lidhura në seri, voltazhi total është i barabartë me shumën e voltazheve të çdo baterie, kurse kapaciteti total është sa kapaciteti i një baterie të vetme. Nëse lidhen bateri me kapacitete të ndryshme, atëherë kapaciteti i sistemit të baterive është i limituar të jetë sa kapaciteti minimal i njëres prej baterive. **Figura 36** ilustron lidhjen në seri të dy baterive të njëjta.

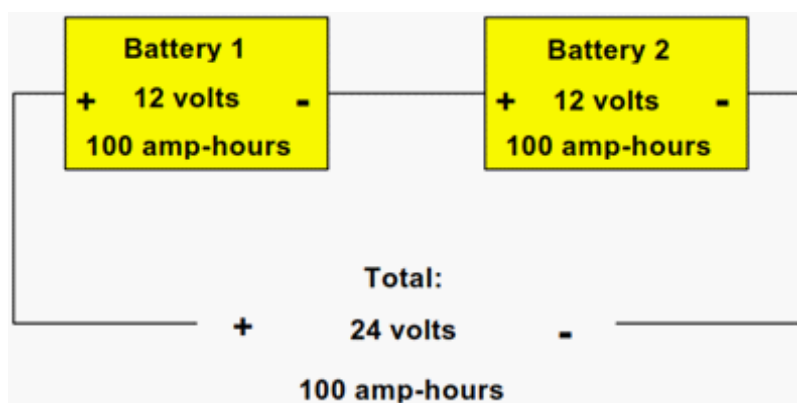


Figura 36: Lidhja në seri e baterive

1.12.3 LIDHJA E BATERIVE NË PARALEL

Bateritë e lidhura në paralel kanë më shumë se një rrugë ku mund të rrjedhë rryma, në varësi të numrit të degëve paralele. Bateritë lidhen në paralel duke lidhur së bashku polet pozitive nga njëra anë dhe polet negative nga ana tjetër. Për bateri të njëjta të lidhura në paralel, voltazhi në të gjithë qarkun është i njëjtë me voltazhin e të gjithas degëve, dhe kapaciteti total është i barabartë me shumën e kapaciteteve të çdo baterie. **Figura 37** ilustron lidhjen në paralel të dy baterive.

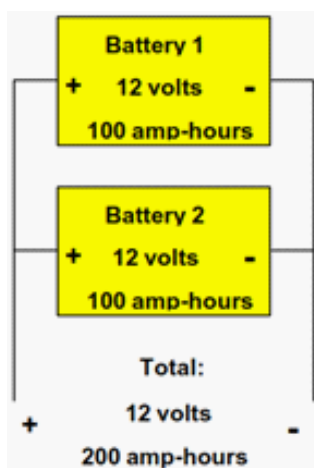


Figura 37: Lidhja në paralel e baterive

1.12.4 LIDHJA SERI DHE PARALEL E BATERIVE

Në përgjithësi, prodhuesit e baterive rekomandojnë që bateritë e tyre të operojnë në sa më pak rreshta paralele që të jetë e mundur. Nëse bëhen shumë lidhje në paralel të baterive, do të ketë ndryshime të vogla të tensionit ndërmjet qarqeve paralele për shkak të gjatësisë së kabujve, rezistencës dhe shtrëngimit të lidhjeve. Këto diferenca në voltazh mund të çojnë në mospërputhje në trajtimin që i bëhet çdo baterie, duke shkaktuar kapacitete të pabarabarta ndërmjet baterive. Bateritë të cilat kanë një rezistencë të ulët ndaj burimit të karikimit, do të karikohen në një masë më të lartë sesa ato që kanë një rezistencë më të madhe. Këto të fundit do fillojnë të degradohen më shpejt.

Kërkesa e kapacitetit të baterive si dhe madhësia dhe voltazhi i baterive të përzgjedhura diktojnë lidhjen në seri apo paralel për një impiant PV të marrë në konsideratë. Kur bateritë duhet të lidhen në paralel, lidhja ndërmjet sistemit të baterive dhe paneleve diellore duhet të bëhet në anë të kundërta, pra lidhja e poleve pozitive nga njëra anë dhe lidhja e poleve negative nga ana tjetër, për të përmirësuar barazinë e karikimit/shkarikimit të çdo baterie, siç edhe është paraqitur në **Figurën 38**.

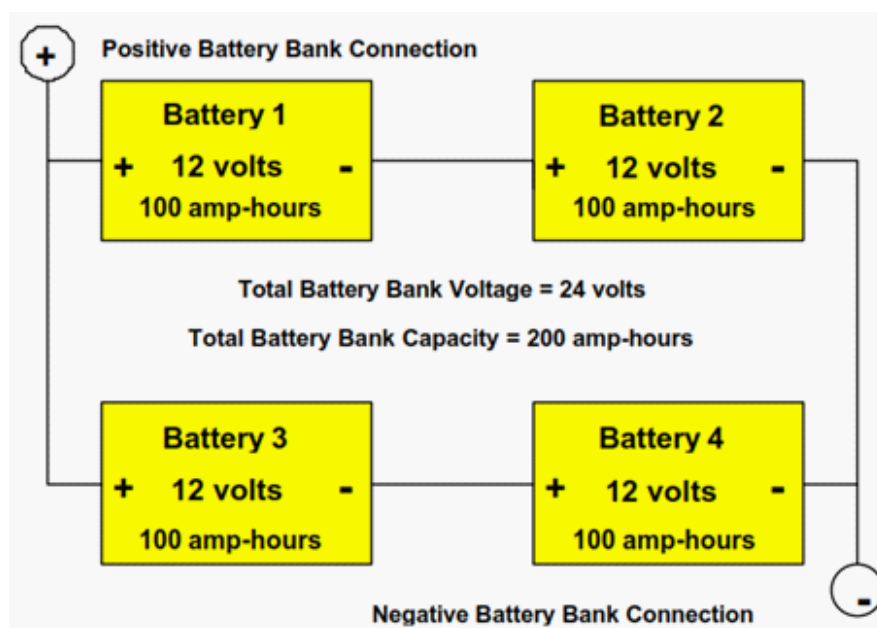


Figura 38: Lidhja mikse e baterive

1.12.5 PËRZGJEDHJA E NIVELIT TË VOLTAZHIT TË SISTEMIT TË BATERIVE

Përzgjedhja e nivelit të voltazhit të sistemit të baterive diktohet shpesh nga niveli i voltazhit të ngarkesës së kërkuar, por shpesh për sistemet PV ishullore niveli i voltazhit është 12 ose 24 V. Për kërkesë më të lartë, ku nevojitet një sasi më e madhe panelesh PV, është më mirë për të kaluar në një nivel voltazhi më të lartë për të ulur nivelin e amperazhit. Psh, një ngarkesë 120 W DC që operon me 12V, thith 10A, por nëse do operonte me 24V atëherë do thithte vetëm 5A. Sa më i ulët amperazhi aq më e ulët kosto për kabujt, siguresat, dhe pajisje të tjera të impiantit PV.

1.13 LLOJET E IMPIANTEVE PV

Sistemet PV mund të konfigurohen në shumë mënyra. P.sh., shumë sisteme rezidenciale përdorin bateri për të ruajtur energjinë dhe për ta përdorur gjatë natës për furnizim të pajisjeve. Në kontrast me to, pompimi i ujit është një proces që ndodh gjatë ditës dhe nuk ka nevojë për pajisje për të ruajtur energjinë si bateritë. Një sistem komercial më i madh do të ketë gjithashtu një inverter për të furnizuar pajisje me rrymë alternative AC, por një sistem në një shtëpi të lëvizshme do të ketë vetëm pajisje me rrymë direkte DC dhe nuk ka nevojë për inverter. Disa sisteme lidhen me rrjetin shpërndarës të energjisë elektrike, ndërsa disa të tjerë operojnë në mënyrë të pavarur.

1.13.1 IMPIANTET PV TË INTEGRUARA ME KARIKIM BATERIE

Këto sisteme i përmbledhin të gjithë komponentët, përfshirë edhe pajisjen e konsumit, në një paketë. Ky sistem mund të jetë ekonomik kur zëvendëson një sistem me bateri. Pajisje të vogla, të kompletuara me një bateri të rikarikueshme dhe një karikues PV të baterisë, janë shembuj të ngjashëm të këtij lloji. Ndrëqes me PV apo karikues me PV për bateri të radios kanë një potencial të lartë në tregun botëror. Kite për elektrik dore me PV, ora, radio mund të zëvendësojnë aktualisht pajisje të njëjta që aktualisht përdorin bateri të shtrenjta dhe që në fund përfundojnë në plehra.

1.13.2 IMPIANTET PV ME PËRDORIM GJATË DITËS

Sistemi më i thjeshtë dhe më pak i kushtueshëm janë sistemet PV të dizenuar për përdorim gjatë ditës. Këto sisteme konsistojnë në module të lidhura me pajisje që punojnë me rrymë direkte DC, pa pajisje për ruajtjen e energjisë. Kur dielli bie mbi këto module, pajisja konsumon energjinë e prodhuar prej tyre. Sa më i lartë rrezatimi diellor, aq më e madhe fuqia e marrë dhe kapaciteti i ngarkesës.

Shembuj të sistemeve PV me përdorim gjatë ditës përfshijnë:

- Pompimi i ujit në zona të pa-aksesueshme në rezervuarë.
- Operimi i ventilatorëve apo pompave të qarkullimit për të shpërndarë energjinë termike, për të qarkulluar pompën në një sistem termik diellor apo për sistemet e ventilimit.
- Pajisje të veçanta si makinat llogaritëse apo lodra të cilat furnizohen me energji diellore.

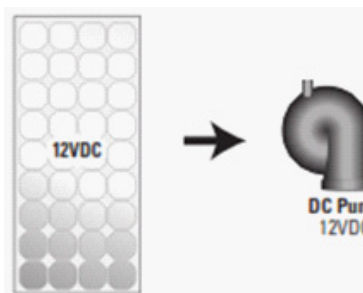


Figura 39: Paraqitja e një sistemi PV me përdorim gjatë ditës (Day Use PV System)

1.13.3 IMPIANTET PV ME RRYMË DIREKTE DHE BATERI

Për të operuar ngarkesa gjatë natës apo në ditë me re, sistemet PV duhet të kenë një pajisje për të ruajtur energjinë elektrike dhe bateritë janë zgjidhja më e mirë e deritanishme. Ngarkesa e kërkuar mund të furnizohet nga bateria gjatë ditës dhe natës, në mënyrë të vazhdueshme apo të ndërprerë, pavarësisht nga kushtet klimatike. Si shtesë, bateritë kanë kapacitetin e duhur për të furnizuar rrymë me kapacitet të lartë, për një kohë të shkurtër duke i dhënë mundësi sistemit të startojë motorrë të mëdhenj apo për të performuar detyra të tjera të vështira. Komponentet bazë të këtij sistemi janë, një modulë PV, një rregullator karikimi, bateri dhe pajisjet e konsumit (ngarkesa elektrike e sistemit).

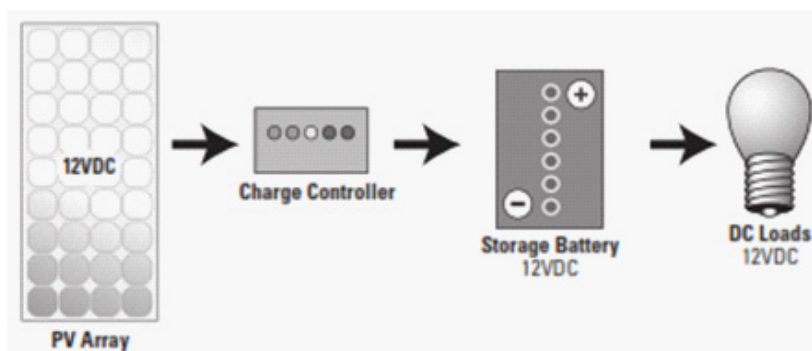


Figura 40: Sistemet PV me rrymë direkte dhe bateri (DC PV system with batteries)

Një modul baterish mund të variojë nga disa bateri të vogla të elektrikëve të dorës në seri baterish industriale. Bateritë me cikël të thellë janë dizenuar për t'i rezistuar shkarkimit të thellë dhe më pas karikimit kur ka diell (bateritë konvencionale të përdorura për makinat nuk përrputhen mirë me sistemet PV dhe do të kenë për pasojë jetëgjatësi të ulët). Madhësia dhe konfigurimi i baterive varet nga voltazhi i operimit dhe përdorimi gjatë natës. Në përmasimin e tyre duhen të merren parasysh edhe kushtet klimatike të vendit. Numri i moduleve PV duhet të zgjidhet në mënyrë adekuate për të rikarikuar bateritë gjatë ditës.

Bateritë nuk duhet të shkarkohen shumë apo të mbingarkohen, në të dy rastet mund t'i dëmtojë ato keqas. Rregullatori i karikimit parandalon që bateria të mbingarkohet duke shkëputur automatikisht modulën PV nga bateritë kur ato janë të karikuara plotësisht. Shumica e rregullatorëve të karikimit parandalojnë gjithashtu që bateritë të arrijnë nivele të ulëta të shkarkimit të baterisë duke shkëputur furnizimin me rrymë direkte DC. Për të siguruar një kontroll të mirë të karikimit është një pikë kritike për t'u realizuar në të gjithë sistemet PV.

1.13.4 IMPIANTET PV QË FURNIZOJNË NGARKESA DC DHE AC

Modulët PV prodhojnë lehtësisht energji elektrike DC, por shumë pajisje kërkojnë rrymë alternative AC. Sistemet PV me rrymë direkte që duhet të furnizojnë ngarkesa AC duhet të përdorin një inverter për ta kthyer energjinë elektrike nga DC në AC. Inverterat paraqesin fleksibilitet dhe leverdishmëri në sistemet PV, por shtojnë gjithashtu kompleksitetin e gjërave dhe koston. Për vetë shkakun se pajisjet me AC prodhohen në masë, ato ofrojnë një gamë të gjerë selektimi, kosto më të ulët si dhe siguri më të lartë se pajisjet me DC. Invertera me cilësi të lartë janë të tregtueshëm tashmë në një gamë të gjerë kapacitetesh.

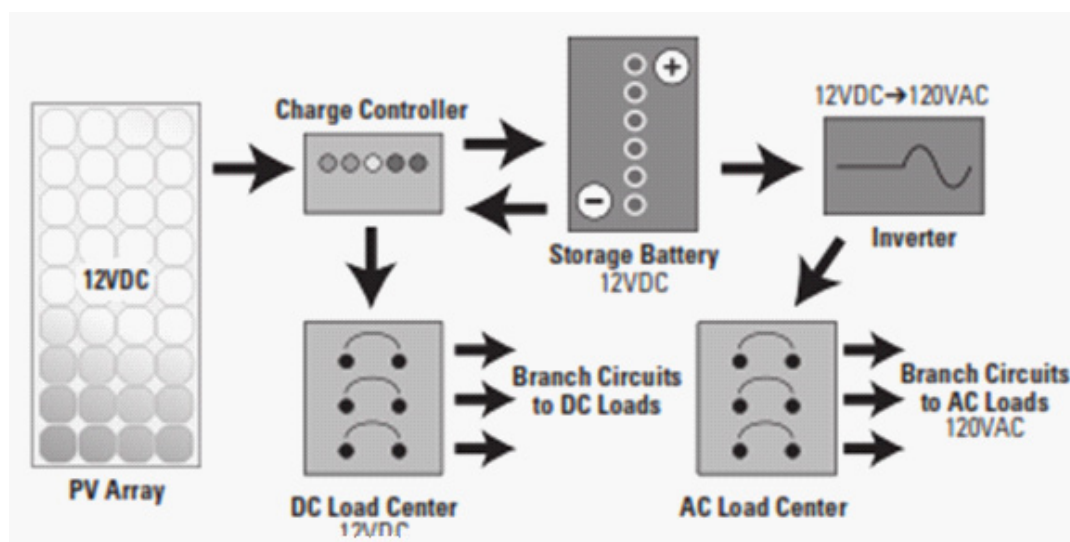


Figure 41: System PV që furnizon ngarkesa DC dhe AC

1.13.5 IMPIANTET PV TË LIDHURA ME RRJETIN E KOMPANISË ELEKTRIKE

Sistemet PV që lidhen me rrjetin e shpërndarjes të kompanisë elektrike (utility-connected, grid-tie, or line-tie systems), nuk kanë nevojë për bateri për të ruajtur energjinë elektrike pasi rrjeti elektrik shërben si rezervë fuqie. Në vend që të ruhet energji shtesë që nuk përdoret gjatë ditës, pronarët e sistemeve PV e shesin energjinë shtesë që kanë tek kompania elektrike nëpërmjet një inverteri të dizenuar posaçërisht për këtë. Kur këta pronarë kanë më tepër nevojë për energji elektrike nga sa prodhon sistemi PV, mund ta marrin këtë energji shtesë nga rrjeti (**Figura 42**).

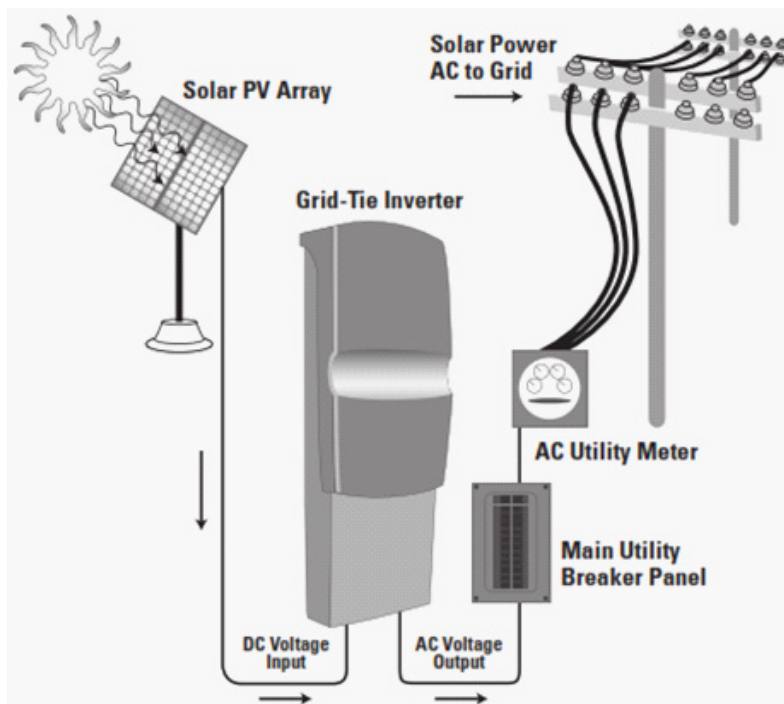


Figura 42: Sistemet PV të lidhura me rrjetin e kompanisë elektrike pa bateri.

Nëse ka ndërprerje të energjisë elektrike, inverteri automatikisht fiket dhe nuk do të kalojë energjinë e prodhuar nga sistemet PV në rrjet. Kjo siguron sigurinë e punonjësve të rrjetit. Për shkakun se pronarët e sistemeve PV të lidhura me rrjetin e kompanisë nuk kanë energji elektrike në rastet e ndërprerjes së energjisë nga rrjeti, shpesh këta lloj sistemesh shoqërohen me bateri në mënyrë që të sigurohet energji në rastet e ndërprerjes së energjisë së rrjetit.

Akti i Politikave Rregullatore të Entit Publik në USA (PURPA), i vitit 1978, obligon ndërmarrjen elektrike publike që të blejë energjinë e prodhuar nga prodhues të vegjël të kualifikuar. Kompania duhet t'i paguajë këta prodhues të vegjël në bazë të "kostos së shmangur" ose koston që kompania publike nuk duhet të paguajë për ta gjeneruar këtë fuqi vetë. Terma dhe kushte shtesë janë vendosur për këto blerje të energjisë dhe të tillat ndryshojnë nga njëri shtet në tjetrin.

Disa kompani publike ofrojnë "netmetering" konsumatorëve të tyre, duke përdorur vetëm një matës i cili mund të masë edhe kur konsumatori thith nga rrjeti edhe kur konsumatori hedh energji në rrjet. Të tillë prodhues/konsumatorë paguajnë ose paguhen në bazë të vlerës neto të matur në matës. "Net-metering" është i dëshiruar nga prodhuesit e pavarur, pasi kështu mund ta shesin energjinë elektrike me të njëjtin çmim pakice që edhe e blejnë nga kompania publike e energjisë elektrike.

1.13.6 SISTEMET PV HIBRIDE

Shumica e njerëzve nuk e përdorin sistemin PV të vetëm, por përdorin një sistem hibrid duke integruar një sistem tjetër fuqie, duke ulur në mënyrë të ndjeshme koston fillestare. Forma më e zakonshme të tillë sistemeve hibride janë integrimi i gjeneratorëve me gaz apo dizel. Për të plotësuar të gjithë ngarkesën me një sistem PV do të thotë që rreshti i paneleve dhe bateritë duhet të plotësojnë ngarkesën pik, pra në rastin më të keq të kushteve klimatike. Kjo do të thotë që bateritë duhet të jenë aq të mëdha sa të përballojnë të tilla pajisje si makinat larëse, makinat tharëse dhe pajisje të tjera. Një gjenerator mund të prodhojë energjinë shtesë në ditët me re ose gjatë ditëve me ngarkesë më të lartë se zakonisht, duke ngarkuar edhe bateritë në të njëjtën kohë. Një sistem hibrid ofron siguri pasi ka dy sisteme të pavarur karikimi në punë.

Një tjetër variant është integrimi i një turbine ere me sistemin PV. Ky variant ka kuptim në vende ku ka erë në rastet pa diell. Në këtë rast, ditët njëra pas tjetrës pa diell nuk janë problematike për sa kohë turbina e erës siguron energji. Për të patur një siguri dhe fleksibilitet më të lartë, përfshihet edhe një gjenerator në sistemin hibrid PV/Erë. Në sistem i tillë hibrid PV/Erë/Gjenerator ka gjithashtu avantazhe edhe mbi sistemin hibrid PV/Gjenerator, duke shtuar përfitimin e të paturit të një burimi të tretë për karikim të baterive.

1.14 LIDHJA E IMPIANTEVE PV ME KONSUMATORIN

1.14.1 LIDHJA E IMPIANTIT PV NË MËNYRË ISHULLORE

Në mbarë botën instalimi i sistemeve PV në mënyrë ishullore është instalimi më përhapur. Kjo është arsyeja pse u krijuan panelet fotovoltaike: për të siguruar energji elektrike në një vend ku nuk kishte një burim më të thjeshtë të mundshëm.

Nëse bëhet fjalë për të furnizuar një makinë llogaritëse, një dritë apo një shtëpi të tërë, sistemet e lidhura në mënyrë ishullore funksionojnë të gjitha njëloj. Panelet gjenerojnë energjinë elektrike, e cila ruhet në një bateri dhe përdoret sipas nevojës. Zakonisht sistemet e lidhura në mënyrë ishullore janë sisteme të vogla, zakonisht nën 1 kW.

Çdokush mund të përfitojë nga një sistem i lidhur në mënyrë ishullore, madje nëse mendon për të planifikuar një sistem të madh, është shpesh një ide e mirë për ta filluar me një sistem të vogël të lidhur në mënyrë ishullore në fillim. Mëso bazat dhe ndërto dijet mbi këto baza.

1.14.2 LIDHJA E IMPIANTIT PV PARALEL ME RRJETIN

Sistemet PV të lidhura me rrjetin po fitojnë popullaritet në Evropë dhe USA. Kjo për shkak të granteve për të reduktuar koston fillestare të instalimit të sistemeve të tilla nga qeveritë e vendeve të ndryshme si dhe prej mundësisë për të shitur energjinë elektrike tek kompania shpërndarëse në rastin e vendosjes së një Tarife Fikse.

Skemat e Tarifave Fikse variojnë nga vendi në vend dhe nuk janë të pranishme gjithandej. Aktualisht Shqipëria nuk ka një tarifë fikse për sistemet PV, por vetëm për Hidrocentralet e Vegjël. Në ato vende ku janë vendosur tashmë, kompania shpërndarëse e energjisë elektrike e blen energjinë elektrike nga prodhuesit e sistemeve PV me tarifën fikse të fiksuar për kWh. Ka nga ato vende që çmimi i tarifës fikse vendoset nga vetë kompania shpërndarëse.

Në sistemet e lidhura me rrjetin, shtëpia juaj furnizohet nga sistemi elektrik diellor gjatë ditës. Nëse prodhohet më tepër energji sesa kërkesa, atëherë kjo energji e tepërt kalohet në rrjet. Gjatë mbrëmjes dhe gjatë natës, kur sistemi juaj nuk funksionon, ju blini energji elektrike nga rrjeti si normalisht.

Avantazhi i sistemeve të lidhura me rrjetin është se ju reduktoni varësinë nga kompanitë e mëdhaja shpërndarëse të energjisë elektrike dhe siguron pjesën më të madhe të energjisë në mënyrë miqësore me mjedisin. Disavantazhi është se në rastet kur bie rrjeti, edhe energjia e prodhuar nga sistemi juaj ndërpritet.

Sistemet e lidhura me rrjetin mund të punojnë shumë mirë edhe në klimë të nxehtë me diell, atëherë kur edhe koncidon piku i kërkesës për energji elektrike për shkak të pajisjeve të kondicionimit me rrezatimin diellor të disponueshëm. Sistemet e lidhura me rrjetin punojnë mirë edhe në ato raste kur pothuaj gjithë energjia e prodhuar përdoret nga vetë konsumatori.

1.15 KËNDI I ORIENTIMIT DHE I PJERRËSIMIT TË PANELEVE PV

Pjerrësia e planit ku do të vendosen panelet fotovoltaike do të ndikojë në produktivitetin e gjithë sistemit, meqenëse orientimi ka të bëjë direkt me numrin e orëve të rrezatimit që bien pingul me sipërfaqen e modulit. Që në fazën e projektimit, për të maksimalizuar produktivitetin e impiantit, duhet të merret në konsideratë pjerrësia e vendosjes së moduleve, për t'i vendosur ato në funksion të rrezatimit. Kjo nuk është gjithmonë e mundur sepse shpesh instalimi i moduleve fotovoltaike është i përcaktuar më parë sidomos nga pjerrësia e ndërtesave kur ato instalohen në to. Në raste të tilla të njohësh humbjet nga vendosja në një plan jo optimal është e rëndësishme për vlerësimin real të produktivitetit të moduleve. Në parim është mirë të merret në konsideratë gjatë instalimit të një sistemi fotovoltaik pozicionimi dhe pjerrësia, psh në Itali ky pozicionim është në këndin 30° (në detaje për zonat e ndryshme të vendit tonë jepet në sesionet përkatëse) për të përfituar numrin maksimal të orëve të rrezatimit nga modulet. Për të mbajtur sa më të lartë rrezatimin,

duke spostuar orientimin drejt lindjes apo perëndimit, pjerrësia e modulit duhet ndryshojë për të përfutur rrezatimin maksimal, siç tregohet në tabelën e mëposhtme. Në rast të një instalimi në lindje, pjerrësia optimale e moduleve nuk do të jetë 30° por midis 0° dhe 10°.

Pjerrësia	Orientimi				
	0	+15	+30	+45	+90
0°	100%	100%	100%	100%	100%
10°	106%	106%	105%	103%	99%
15°	109%	109%	107%	105%	96%
20°	110%	110%	108%	106%	95%
30°	112%	111%	109%	106%	91%
40°	111%	111%	108%	104%	86%
50°	108%	107%	104%	101%	81%
60°	102%	101%	99%	96%	76%
90°	72%	72%	71%	70%	56%

Tabela 7: Variacioni (në %) i rrezatimit diellor në sipërfaqe horizontale në funksion të pjerrësisë dhe orientimit

Vendosja e impiantit fotovoltaik ndaj këndit të azimutit përkufizohet si orientim; përgjithësisht një impiant fotovoltaik instalohet në jug ose në plane vendosjeje që variojnë nga lindja në perëndim (+45°). Orientimi i moduleve fotovoltaike ndikon në produktivitetin e impiantit fotovoltaike, siç tregohet në **Tabelën 7**, si pasojë e influencës në numrin e orëve të rrezatimit. Orientimi optimal varion në funksion të pjerrësisë së zgjedhur, pra nëse duhet instaluar në një fushë të hapur ose në një sipërfaqe të hapur pa pengesa. Optimizimi i produktivitetit është me vendosjen e moduleve në jug (0°) dhe me një pjerrësi që varion nga 25° në 35° në funksion të lartësisë mbi nivelin e detit dhe gjërësisë së vendit në të cilin janë vendosur modulet.

Në **Tabelën 8** tregohet përmbledhja e variacioneve të tilla, duke vendosur inklinimin (nga 0° në 90°) dhe orientimin (nga 0° në +90°) të sipërfaqes paraqitëse të moduleve fotovoltaike. Zbatimet e aplikimit të sistemeve fotovoltaike në lindje (+90°) dhe në perëndim (-90°) në bazë të të dhënave të tabelës të cilat mund të duken ekuivalente, por në realitet zbatimet në drejtim të lindjes regjistrojnë vlera me produktivitet më të madh se ato të perëndimit, në fakt në orët e para të ditës modulet fotovoltaike në drejtim të lindjes prodhojnë temperaturë të qelizës më të ulët.

Pjerrësia	Orientimi				
	0	+15	+30	+45	+90
0°	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
10°	1272,0	1272,0	1260,0	1236,0	1188,0
15°	1308,0	1308,0	1284,0	1260,0	1152,0
20°	1320,0	1320,0	1296,0	1272,0	1140,0
30°	1344,0	1332,0	1308,0	1272,0	1092,0
40°	1332,0	1332,0	1296,0	1248,0	1032,0
50°	1296,0	1284,0	1248,0	1212,0	972,0
60°	1224,0	1212,0	1188,0	1152,0	912,0
90°	864,0	864,0	852,0	840,0	672,0

Tabela 8: Variacioni i prodhimtarisë së një impianti hipotetik në gjendje për të gjeneruar 1200Wh/vit me një pjerrësi 0° në funksion të variacionit të orientimit dhe pjerrësisë

1.16 EFIÇIENCA E IMPIANTEVE PV DHE KLASIFIKIMI I HUMBJEVE TË NDRYSHME TË SISTEMIT

Një impiant fotovoltaik karakterizohet nga humbje të shumta të shkaktuara si nga faktorë të lidhur ngushtë me operimin e impiantit (si psh jo përputhje ndërmjet rrymës së vazhduar dhe alternative), ashtu edhe nga faktorët ambientale (temperatura, pluhura, etj). Më poshtë paraqiten tipologjitë kryesore të humbjeve në një sistem fotovoltaik.

Humbjet nga reflektimi

Humbjet nga reflektimi kanë të bëjnë me reflektimin e rrezeve nga zona në të cilën instalohet impianti. Shembuj të tillë janë aplikimet në zona të errëta dhe në ato zona me koeficientin albedo të ulët. Humbje të tilla ndikojnë në produktivitetin e impiantit sepse kanë të bëjnë me reduktimin e komponentit të rrezatimit diellor të reflektuar në modulet fotovoltaike.

Humbje nga hijezimi

Humbjet nga hijezimi ndodhin nga prezenca e hijeve të pjesshme në modulet fotovoltaike me një reduktim të rrezatimit diellor në fushën fotovoltaike. Një kusht i tillë është shkak për një tjetër humbje të sistemit të quajtura komplekse (që vijnë nga një sërë faktorësh).

Humbjet “Mismatching”

Humbjet “Mismatching” shkaktohen nga jo-homogjeniteti i karakteristikave elektrike të qelizave dhe të moduleve fotovoltaike që mund të varen nga ndryshimi i përbërjes së moduleve (kjo gjë ndodh në kushte të rralla, në të cilat modulet fotovoltaike kanë tolerance gjithnjë e më të vogël në prodhim që do të thotë se prodhimi është gjithmonë edhe më afër perfeksionit), nga pjerrësitë e ndryshme e vendosjes së planit dhe nga hijezime të pjesshme në zonën/fushën ku instalohen modulet fotovoltaike.

Në një rresht modulesh fotovoltaike të lidhur në seri duhet të merret në konsideratë fakti që nëse njëri nga modulet është objekt i hijezimit (i bie hija tërësisht apo pjesërisht) dhe për pasojë vlera aktuale e rrymës do të rezultojë më e ulët; për rrjedhojë të gjithë modulet e lidhura në seri në të njëjtin rresht do të karakterizohen nga rryma më e ulët prodhuar nga moduli që është objekt hijezimi. Ndërsa në rastin e dy rreshtave të lidhura në paralel me një nga rreshtat të vendosur në hije, tensioni i rreshtit që nuk është në hije do të limitohet nga rreshti që ndodhet në hije.

Humbje për shkak të temperaturës

Modulet fotovoltaike punojnë me një fuqi nominale prej 1000 W/m² dhe një temperaturë 25°C. Duke u rritur temperatura e mjedisit të jashtëm dhe për pasojë edhe e qelizës, modulet fotovoltaike reduktojnë rendimentin e tyre sepse ulët tensionin. Sakaq, instalimet që parashikojnë vendosjen e moduleve fotovoltaike në mënyrë totalisht të integruar regjistrojnë një konsistence reduktuese të produktivitetit të gjithë fushës fotovoltaike; ndërsa instalimet në të cilat ventilimi natyral i ambjentit kontribon në rifreskimin korrekt të moduleve do të kenë një produktivitet më të madh vjetor. Një vlerësim më i saktë i humbjeve të moduleve fotovoltaike në funksion të temperaturës, tregohet edhe në skadat teknike të moduleve (etiketën teknike të prodhimit), në të cilat prodhuesit paraqesin koeficientet e korrektimit si për vlerat e rrymës, ashtu edhe për vlerat e tensionit (në bazë të temperaturës të ambjentit të jashtëm).

Humbje në rrymën e vazhduar

Përgjithësisht humbjet në kuadrin me rrymë të vazhdueshme vlerësohen rreth 2% dhe ndodhin në të gjithë instalimet elektrike të sistemeve të ndryshme.

Humbje nga inverterat

Varen nga tipi i inverterit të përdorur (me apo pa transformator) dhe nga numri i inverterave të instaluar në një impiant fotovoltaik.

Humbje nga pluhurat

Humbjet nga pluhurat janë më të mëdha në vende me rreshje të pakta dhe kur modulet vihen në veprim afër rrugëve të këqija dhe/ose në vende me presencë të fortë të pluhurave ose smogut. Efienca e vërtetë e një fushe fotovoltaike merr në konsideratë shumën e të gjithë humbjeve të paraqitura në system dhe përgjithësisht varion nga 75% në 85%. Por një rol dominues në humbjet e luan faktori temperaturë dhe ndotja e

moduleve.

1.17 LEXIMI DHE INTERPRETIMI I SKEMAVE DHE SHËNIMEVE TEKNIKE DHE ELEKTRIKE QË LIDHEN ME INSTALIMIN E PANELEVE PV

Në këtë paragraf jepet shembulli i një impianti fotovoltaik me module fotovoltaike në qeliza amorfe dhe rasti tjetër me qeliza polikristalin të instaluar në një kabanon/repart të një sektori industrial të caktuar.

1.17.1 TË DHËNAT E PËRGJITHSHME TË IMPIANTIT FOTOVOLTAIK

Impianti karakterizohet nga një fuqi totale (fuqi e pikut) e barabartë me 32,334 kWp. Ndërtesa në të cilën është instaluar impianti është në Komunën Pian di Sco në provincën e Arezzo-s, afër një ndërmarrjeje që operon në sektorin e tekstilëve. Impianti është i përbërë nga 156 module fotovoltaik me qeliza amorfe, me fuqi nominale të barabartë me 144 Wp secila, dhe nga 42 module fotovoltaik polikristalin të fuqisë nominale 235 Wp secili; ky impiant do të lidhet në paralel me rrjetin shpërndarës të energjisë elektrike duke mbivendosur aparaturë konversioni. Modulet polikristaline do të instalohen në një strukturë speciale metalike fiksuar në një faqe të ndërtesës për realizimin e një elementi të ngjashëm me një ekran diellor, ndërsa modulet e qelizave prej amorfi do të instalohen mbi mbulesë. Impianti fotovoltaik është i lidhur me rrjetin shpërndarës elektrik ekzistues, karakteristikat e të cilit jepen si më poshtë:

- Rrjeti shpërndarës i ENEL-it;
- Sistemi i furnizimit trifazor;
- Gjendja neutrale e shpërndarës;
- Tensioni nominal prej 380 V;
- Frekuenca nominale prej 50 Hz;
- Rryma CTO-CTO e pretenduar ≤ 12 kA.

1.17.2 MASAT MBROJTËSE

I tërë impianti është i përbërë nga 3 invertera të pajisur me një transformator me frekuencë të ulët në brendësi të tyre dhe nga një inverter, i cili shoqërohet (siç kërkohet nga guida për lidhjet) me një transformator BT/BT të jashtëm. Përsa i përket inverterave të pajisur me transformator me frekuencë të ulët, përderisa transformatori i brendshëm për nga ndërtimi nuk paraqet pjesë aktive të lidhura në tokë, në rrjedhën e vetë inverterit (ana DC në rrymë të vazhdueshme) instalohet një sistem IT lokal; përsa i përket inverterit tjetër, duke qenë një transformator i izolimit të jashtëm (ana AC) të cilit qendra yll do të jetë lidhur në tokë, në rrjedhën e vetë transformatorit (ana DC në rrymë të vazhdueshme) instalohet një sistem TNS lokal; në drejtim të rrymës të inverterave, ose nga ana e rrjetit, bëhet fjalë për sistemin shpërndarës hartuar nga Enel, ose për një sistem TT.

Ana e rrymës së vazhdueshme

Mbrojtja kundër kontakteve direkte në pjesën në tension është realizuar përmes përdorimit të izoluesve që punojnë normalisht në temperaturë 20° të pershtatshme me ambientin e instalimit. Mbrojtja kundër kontakteve indirekt është e përfutur automatikisht; në fakt madhësia e lejuar e tolerancës së rrymës kapacitive, së bashku me vlerat e zakonshme të rezistencës të tokës, lejohet vetëm atëherë kur plotëson kushtin e mëposhtëm:

$$I_g * R_t \leq 120 \text{ V}$$

Gjithashtu, duhet theksuar se është prezente në të gjithë inverterat një sistem kontrolli i vazhdueshëm i izolimit të seksionit në rrymë të vazhdueshme që sinjalizon një rënie të aftësive izoluese dhe nëse kjo bie nën një nivel të caktuar realizohet menjëherë çaktivizimi i inverterit. Një sinjalizim i tillë lejon të gjendet dhe të zgjidhet shpejt defekti, duke evituar kështu vazhdimin e gjendjes së anomalisë për një kohë të pacaktuar. Për funksionimin korrekt të një sistemi të tillë, procesi i monitorimit do të jetë i nevojshëm të realizohet në mënyrë të vazhdueshme.

Ana e rrymës alternative

Mbrojtja kundër kontakteve direkt në pjesën me tension është realizuar përmes përdorimit të izoluesve që punojnë normalisht në temperaturë 20° të përshtatshme me ambjentin e instalimit. Mbrojtja kundër kontakteve indirekt është realizuar përmes ndërprerjes automatike të furnizimit, përftuar përmes instalimit të pajisjeve/releve të mbrojtjes diferenciale. Në fakt për këto raste do të duhet të plotësohet kushti përkatës duke kryer llogaritjet nëpërmjet formulës:

$$I_{dn} * R_t \leq 50 \text{ V}$$

Gjendja e pajisjeve/releve diferenciale duhet të jetë e verifikuar periodikisht në fazën e mirëmbajtjes, për të garantuar efencën e mbrojtjes së sistemit.

Përçuesat dhe kanalizimet

Seksionet e përçuesave janë dimensionuar për maksimumin e ngarkesës elektrike të transportuar nga për impiantin ku ato bëjnë pjesë, në funksion të tipit të instalimit, të numrit të përçuesve dhe nga rryma e qarkut të shkurtër që mund të transportojnë në rast defekti. Në gjendje të përhershme seksionet sigurojnë një jetëgjatësi të përçuesve dhe të izolimeve nënshuar efekteve termike të shkaktuar nga kalimi i rrymës elektrike për perioda të gjata dhe në kushte të zakonshme të operimit të impiantit. Verifikimi i mbi-ngarkesës është bërë duke analizuar nëse plotësohet kushti përkatës duke kryer llogaritjet nëpërmjet formulës:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{dhe} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

Për pjesën në rrymë të vazhdueshme, çdo qark që vjen nga një varg panelesh, përveç atyre që janë vënë në paralel në 2 vargje (**inverter 4**), mbrohet nga një siguresë me prerje të barabartë me vlerën inferiore midis $0,9 \cdot I_z$ dhe $2 \cdot I_{sc}$ (ku I_z është kapaciteti i kabullit në një tipologji instalimi dhe I_{sc} është rryma e qarkut të shkurtër të vargut të paneleve). Kjo lejon të mbrohet si qarku ashtu edhe vargu nga mbirryma. Qarqet në rrymë të vazhdueshme jo të mbrojtur nga ndërprerësit automatik ose siguresat kundër mbirrymës dhe qarkut të shkurtër I_b do të jenë të barabartë me rrymën nominale të moduleve fotovoltaike në përputhje me fuqinë e tyre. Në llogaritje është përdorur rryma e qarkut të shkurtër të moduleve, duke qenë kjo vlerë maksimale dhe e pakalueshme në çdo kusht veprimi, në mënyrë që të mbrojnë përçuesit edhe nga vetë qarku i shkurtër. Zgjedhja e kanalizimeve metalike lejon minimizimin e tensioneve të larta në përçues dhe garanton një rezistencë të lartë mekanike. Për të garantuar operim të mirë në rastin e çrregullimeve të detyruara është e nevojshme të realizohet tokëzimi edhe për kanalizimet metalike. Përçuesit e kontrollit dhe të supervizimit janë vendosur në përcjellës të ndryshëm nga ata që transportojnë përçuesit e fuqisë.

Mbrojtja nga mbingarkesa

Kabllo të qarqeve janë të mbrojtura veçmas kundër mbingarkesave përmes ndërprerjes automatike të qarkut kur ka mbingarkesë. Seksionet e përçuesve dhe izolueset janë të kordinuar me liruesit termike dhe magnetike të ndërprerësve për të evituar që mbingarkesat të shkaktojnë mbinxehje që është një fenomen shumë i rrezikshëm për konsumimin e izoluesve dhe për të evituar zjarret.

Mbrojtja nga qarku i shkurtër

Për pjesën e qarkut në rrymë të vazhdueshme, mbrojtja nga qarku i shkurtër është e siguar nga karakteristika tension – rrymë e moduleve fotovoltaike që limiton rrymën e qarkut të shkurtër në vlera pak më të larta se vlera e rrymës nominale. Në rastin kur verifikohet një qark i shkurtër në pjesën përcjellëse që lidh vargjet me hyrjen me kuadrin e fushës/rrjeshtit të moduleve fotovoltaike (vetëm në rastin kur kuadrët e fushës vendosen në paralel me shumë se dy vargje) verifikohet hapja e siguresave në kuadrët e fushës së njëjtë. Në llogaritjen e seksionit të përcjellësve është bërë një vlerësim i tillë. Për pjesën në rrymë të alternuar mbrojtja nga qarku i shkurtër është e siguar nga shkëputësi/ndarësi magnetik.

Pajisjet e seksionimit - Ana e DC (qarkut të rrymës së vazhduar)

Seksionimi i vargut fotovoltaik realizohet përmes ndërprerësit të manovrës – seksionatore, me një tension të përshtatshëm operativ. Qëllimi është të lejohet zgjidhja e vargut fotovoltaik për ndërhyrje gjatë kohës së mirëmbajtjes dhe për riparime të ndryshme. Në kuadrin e vargjeve ku janë instaluar çelësa/shkëputësit/ndarësit të tillë të ndërprerjes, duhet lënë një hapësirë e mjaftueshme për një instalim në të ardhmen të bobinave për transformatorët e rrymës.

Mbrojtja nga rrufetë

Mbrojtja kundër tensionit të lartë (që realizohet shpesh gjatë shkarkimit të rrufeve) është realizuar me shkarkues çelësa/shkëputës/ndarës SPD në gjendje të shkarkojnë tensionin e lartë dhe të evitojnë dëmet e aparaturave. Ata janë lidhur në impiantin e tokës me përcuesit të llogaritur me seksionin e duhur. Në rastin e shkarkuesve që janë në kuadret e paralelit (nga ana e qarkut DC) mund edhe të parashikohen mbrojtje shtesë të tyre të realizuara me siguresat e duhura. Gjendja e shkarkuesve duhet të verifikohet periodikisht në fazën e mirëmbajtjes së zakonshme (maksimumi çdo 12 muaj), për të garantuar efikasitetin e mbrojtjes.

Impiantet e tokëzimit

Në shërbim të mbrojtjes të pajisjeve të kontrollit e të izolimit përdoret impianti i tokëzimit në vendin e instalimit. Në rastin kur impianti i tokëzimit shfaq një rezistencë me vlerë shumë të lartë duhet të sigurohet në një ulje të njëjtë përmes shtimit në tokë të piketave të veçanta. Shufrat tokëzuese të futura në brendësi të kuadrit elektrik duhet të jenë të lidhura me impiantin e tokës të ndërtesës me përcjellësit e duhur siç tregohet në skemën një polare të projektimit. Seksioni i përcjellësit të tokës duhet të jetë i barabartë me atë të fazës.

1.17.3 NJËSITË FOTOVOLTAIKE

Modulet që janë përdorur janë të dy tipologjive të ndryshme dhe kanë karakteristika të treguara në vijim, zbatuar në kushte të një testimi përkatës.

Module fotovoltaike me qeliza amorfë

Tipi	Kryqëzim i trefishtë në amorf
Fuqia nominale	144W
Tensioni U_{MPP}	33 W
Tensioni në vakum U_{OC}	46,2 V
Rryma IMPP	4,36 A
Rryma e CTO-CTO I_{sc}	5,3 A
Koeficienti temperaturës dhe tensionit U_{OC}	-0,38%/°C
Koeficienti i temperaturës së rrymës I_{sc}	0,1%/°C
Koeficienti i temperaturës së fuqisë P_{MPP}	-0,21%/°C
Tensioni në boshllëk fillestar	51,3 V
Rryma e CTO-CTO fillestare	5,52 A
Përmasat (gjatësi * gjerësi * trashësi)	5486 * 394 * 16 mm
Tensioni maksimal i sistemit	1000 V

Modulet fotovoltaike polikristaline

Tipi	Kristaline
Fuqia nominale	235 W
Tensioni U_{MPP}	29,8 V
Tensioni në boshllëk U_{OC}	37,4 V
Rryma IMPP	7,9 A
Rryma e CTO-CTO I_{sc}	8,3 a
Koeficienti i temperaturës të tensionit U_{OC}	-0,32%/°C
Koeficienti i temperaturës së rrymës I_{sc}	0,011%/°C
Koeficienti i temperaturës të fuqisë P_{MPP}	-0,46%/°C
Përmasat (gjatësi * gjerësi * trashësi)	1665 * 991 * 38 mm
Tensioni maksimal i sistemit	1000 V

I gjithë impianti është i përbërë nga 2 fusha/zona fotovoltaike të ndara. Në fushën/zonën e parë realizohet me 156 panele me module amorge, dhe do të ketë në krye tre invertera (çdo inverter do të ketë 52 module); një fushë/zonë e dytë do të përbëhet nga 42 module me qeliza polikristalin dhe do të ketë në krye me një inverter të vetëm. Çdo inverter i fushës/zonës së parë (me modulet me qeliza të tipit amorf) ka 4 vargje të përbëra nga 13 module për çdonjerën, ndërsa inverteri tjetër (i fushës me module polikristaline) ka 2 vargje nga 21 module për çdonjerën. Fusha/zona fotovoltaike në kompleks është e përbërë nga 198 module për një total prej 32,334 kWp. E mira e bashkimit elektrik midis vargjeve dhe inverterave është verifikuar edhe me konfiguracionin të zhvilluar nga fabrika prodhuese e inverterave të zgjedhur/përdorur.

1.17.4 PËRCJELLËSAT PËR LIDHJEN MIDIS MODULEVE FOTOVOLTAIKE DHE INVERTERAVE

Përcjellsat e ardhur nga fushat fotovoltaike qëndrojnë në krye të kuadreve të fushës vendosur jashtë dhe në afërsi të inverterave. Duke filluar nga kuadret e fushave drejt inverterave përcuesit janë ndarë në seksione dhe janë të pajisura me shkarkues tensionesh të larta për mbrojtjen e inverterave.

1.17.5 INVERTERAT

Janë instaluar 3 invertera të fuqisë nominale 7,5 kWp për pjesën e impiantit fotovoltaik të realizuar me module fotovoltaike me qeliza amorge dhe një inverter i fuqisë nominale 10,2 kWp për pjesën e impiantit të realizuar me module polikristaline. Më poshtë paraqiten karakteristikat themelore për të tillë invertera.

Inverterat e përdorur për impiantit me qeliza polikristaline (hyrja CC).

Fuqia cc maksimale me $\cos\phi = 1$	10200 W
Tensioni në hyrje maksimal	1000 V
Vargu tensionit MPP	320-800 V
Tensioni nominal i hyrjes	600 V
Tensioni hyrës minimal	150 V
Tensioni hyrës i fillimit	188 V
Rryma hyrëse maksimale, hyrja A	22 A
Rryma hyrëse maksimale, hyrja B	11 A
Rryma maksimale e qarkut të shkurtër, hyrja A	33 A
Rryma maksimale e qarkut të shkurtër, hyrja B	12,5 A
Rryma e qarkut të shkurtër për varg, A	33,0A
Rryma maksimale e qarkut të shkurtër për varg, B	12,5A
Numri i hyrjeve MPP të pavarura	2
Vargje për hyrjen MPP, hyrja A	4
Vargje për hyrjen MPP, hyrja B	1

Inverter të përdorur për impiantet me qeliza polikristaline (hyrja CA).

Fuqia nominale në 230 V, 50Hz	10000 W
Fuqia maksimale e shfaqur	10000 W
Tensioni nominal i rrjetit	3/N/pe, 230-400 V
Vargu tensionit	160-280 V
Rryma nominale në 230 V	14,5 A
Rryma maksimale dalëse	16 A
Rryma maksimale e qarkut të shkurtër	0,05 kA
Frekuenca nominale e rrjetit	50 Hz

Inverter të përdorur për impiantet me qeliza amorf (hyrja CC).

Fuqia cc maksimale me $\cos^\circ = 1$	7500 W
Tensioni hyrës maksimal	800 V
Vargu tensionit MPP	335-560 V
Tensioni nominal hyrës	340 V
Tensioni minimal hyrës	290 V
Tensioni hyrës i fillimit	400 V
Rryma hyrëse maksimale	23 A
Numri i gjurmuesave MPP	1
Vargjet maksimale në paralel	4

Inverter të përdorur për pjesën e impiantit.

Fuqia nominale në 230 V, 50Hz	6650 W
Fuqia përkatëse maksimale W	7000 W
Varg tensioni V	180-260 V
Rryma nominale në 230 V	28,9 A
Rryma maksimale në dalje	31 A

1.17.6 LIDHJA PARALEL ME RRJETIN

Në afërsi të inverterave, gjithmonë nga jashtë, është parashikuar të instalohet Q_1 (kuadri paralel i inverterit), që vendos në paralel daljet AC të inverterave. Në një kuadër të tillë janë present pajisjet e seksionimit për çdo inverter, përveç pajisjes dhe mbrojtjes së ndërfaqes. Midis pajisjes mbrojtëse të ndërfaqes dhe pikës paralele të inverterave do të instalohet në kujdesje të filialit të shpërndarjes. Për një qëllim të tillë është përgatitur një ndarje e veçante siç kërkohet nga vete CEZ-i (Enel në Itali) të avancojë në fazë inspektimi. Në rrjedhën e Q_1 (ana e rrjetit) është përgatitur një përçues elektrik që do të kryesojë Q_0 (kuadrin gjeneral). Një kuadër i tillë është i integruar drejtpërdrejt në kuadrin gjeneral ekzistues në shërbim të impiantit elektrik aktual. Inverterat e përdorur për pjesën e impiantit, duke qenë një fazor, kanë nevojë për një lidhje suplementare në mënyrë që të aktivizojnë funksionimin e integruar, i cili limiton ç'ekuilibrimin e fuqisë të injektuar.

1.17.7 SISTEMI I MBIQYERJES/SUPERVIZIONIT

Është parashikuar një sistem kontrolli dhe mbikqyrjeje i të gjithë impiantit për t'u realizuar nga njësitë e dhëna nga prodhuesi i inverterave. Këto përmes një linje RS485, janë lidhur me të gjithë inverterat (që kanë skedën relative të ndërfaqes opsionale RS485) dhe kështu mund të ndodhë shkëmbimi i informacionit. Është e mundur ndërfaqëzimi me një kompjuter falë një lidhjeje me një kabëll USB; në çdo rast duhet të garantohet një lidhje internet në modul në mënyrë që informacionet mund t'i nisen automatikisht portalit dhe të analizohen në distancë.

1.18 PËRLOGARITJE TË THJESHTA EKONOMIKE PËR KOSTOT DHE EFEKTIVITETIN E IMPIANTEVE PV

Për vlerësimin e produktivitetit të një impianti fotovoltaik duhen marrë në konsideratë të dhënat e rrezatimit të vendit, plani i ekspozimit përveç arkitekturës elektrike të sistemit. Le të marrim në konsideratë një impiant fotovoltaik me fuqi nominale 1,61kWp i vendosur në një sipërfaqe me orientim 0° (pra plotësisht në jug) dhe me një pjerrësi 15° . Impianti do të instalohet mbi një sipërfaqe të mbuluar me tjegulla, në Firenze. Për të bërë vlerësimin korrekt të produktivitetit të impiantit bazohemi në një modul standard UNI 10349 me

një rrezatim vjetor në sipërfaqe horizontale, që për Firencën rezulton baraz me 1203 kWh/kWp e instaluar. Nëse plani i vendosjes rezulton me pjerrësi 15°, faktori korrigjues rezulton baraz me 107%. Përftohet pra një prodhim vjetor $1,61 \text{ kWp} \times 1203 \text{ kWh/kWp} \times 107\% = 2072,40 \text{ kWh}$. Një sistem i tillë vlerësimi nuk merr në konsideratë humbjet e sistemit të treguara mësipër; duke konsideruar që instalimi është në çati dhe që ambjenti nuk është objekt i ndonjë hijezimi, humbjet vlerësohen siç tregohet në **Tabelën 9**.

Përmbledhje e humbjeve të një impianti fotovoltaik	Vlerat
Fuqia pik e instaluar	1,61 kWp
Rendimenti i pritur i sistemit	82,30%
Vlerësimi i humbjeve totale të sistemit	18,75%
-Humbje nga reflektimi	2,00%
-Humbje nga hijezimi	0,50%
-Humbje nga mismatching	1,50%
-Humbje nga temperatura	4,25%
-Humbje në rrymën e vazhduar	2,00%
-Humbje në inverter	7,50%
-Humbje nga pluhurat	1,00%

Tabela 9: Tabela përmbledhëse e humbjeve në një impiant fotovoltaik

Mbështetur në tabelën e mësipërme përderisa humbja e përgjithshme e impiantit fotovoltaik është e barabartë me 18,75%, energjia e prodhuar në një vit do të jetë e barabartë me $0,823 \times 2072,04 \text{ kWh} = 1705,28 \text{ kWh}$. Një vlerësim i tillë merr në konsideratë të gjitha humbjet që mund të ndërhyjnë në sistem (siç tregohet në **Tabelën 9**) përfshirë dhe humbjet e shkaktuara nga transformimi i rrymës së vazhdueshme në rrymë alternative.

1.19 PËRFITIMET MJEDISORE NGA PRODHIMI I ENERGJISË ELEKTRIKE ME IMPIANTE PV

Energjia e prodhuar nga sistemet PV është shumë më e sigurtë dhe më miqësore me mjedisin krahasuar me sistemet konvencionale të prodhimit të energjisë nga l.d.fosile. Megjithatë edhe tek sistemet PV ka çështje që lidhen me mjedisin, sigurinë dhe shëndetin që vijnë nga prodhimi, përdorimi dhe çmontimin e tyre në fund të jetëgjatësisë të pajisjeve fotovoltaike. Prodhimi i pajisjeve elektronike është një proces që konsumon energji të lartë. Por modulet PV prodhojnë shumë më tepër energji përgjatë jetëgjatësisë së tyre, krahasuar me energjinë që duhet për prodhimin e tyre. Pika e takimit të energjisë arrihet pas 3-6 vjet.

Ashtu si dhe me çdo proces prodhimi, prodhimi i moduleve PV shpesh shoqërohet me rreziqe shëndetësore dhe mjedisore. Punonjësit mund t'i ekspozohen gazeve potencialisht eksplozivë dhe toksik, si hidruri i fosforit (PH₃-phospine), hidruri i borit (B₂H₆-diborane), Hidruri i Selenit (H₂Se-hydrogen deselenide) dhe komponimeve të kadmiumit. Prodhuesit kanë përparuar shumë në minimizimin e rreziqeve të punonjësve duke zbatuar procese industriale të mirëdizenuara dhe sisteme monitorimi.

Largimi i moduleve PV në fund të jetëgjatësisë së tyre paraqet rrezik minimal mjedisor. Jetëgjatësia e moduleve PV shkon në shumicën e rasteve në më shumë se 20 vjet. Shumica e komponentëve mund të riciklohen dhe ripërdoren (si p.sh. xhami, kasa plastike, kornizat e aluminit) por riciklimi i gjysmë-përçuesve është totalisht i limituar.

1.20 RREGULLAT E SIGURIMIT TEKNIK DHE TË RUAJTJES SË MJEDISIT GJATË INSTALIMIT, MIRËMBAJTJES DHE RIPARIMIT TË IMPIANTIT PV

Karakteristikë e veçantë në montimin e sistemeve me panele diellore janë punë e pazakonta mbi çati për shumë persona që merren me instalimin e tyre. Si rreziqet më të mëdha këtu mund të përmenden: rreziku i rënies së personave ose i materialeve nga çatia, si dhe shembja e çatisë.

Pajisjet e sigurisë për rastin e rrëzimit parashikojnë një mbrojtëse anësore ose një skelë për instaluesit mundësisht me një mur mbrojtës në anë të çatisë (figura 43 dhe 44).

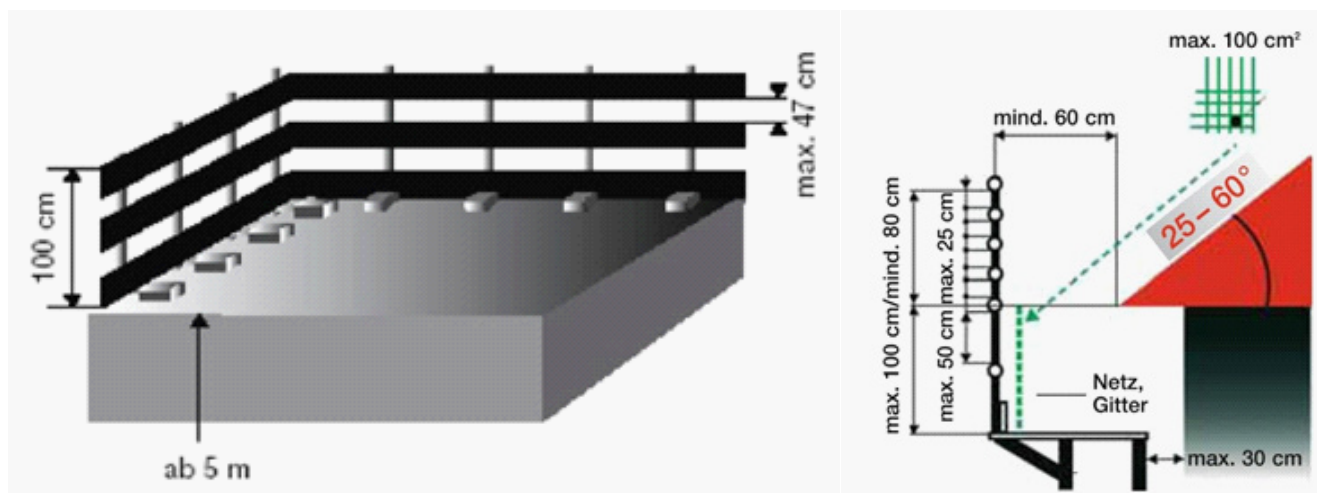


Figura 43: Mbrojtësja anësore në çatitë e sheshta (majtas) dhe Skela në strehën e një çatie të pjerrët (djathtas)

Për punët e shkurtra të montimit deri në dy ditë punë, lejohen masat e thjeshta të sigurisë, si p.sh. një mur mbajtës në çati. Gjithashtu të mundshme janë edhe pajisjet mbrojtëse me litarë, veçanërisht në punët e riparimit, të cilat nuk kërkojnë pajisje të kushtueshme sigurie.

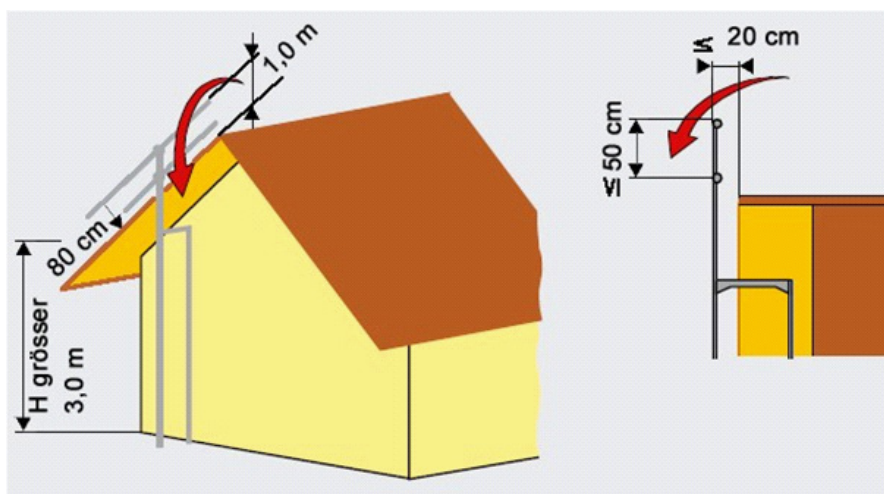


Figura 44: Pajisja mbrojtëse anësore.

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

Montuesit që lëvizin rregullisht mbi çati duhet të pajisjen me pajisje mbrojtëse personale. Këtu mund të përfshihen:

- Helmeta mbrojtëse;
- Syzet mbrojtëse;
- Kufje për Mbrojtjen e dëgjimit;
- Maska për Mbrojtjen e frymëmarrjes nga pluhuri;
- Doreza mbrojtëse;
- Mbrojtëset e gjunjëve;

Pajisjet mbrojtëse ndaj rrëzimit:

- Pajisjet e lidhjes me litarë;
- Pajisjet e litarëve me zbutës të rënies;
- Litari i sigurisë me shkurtuesin e tij me rrotullim dhe grepin e mbylljes;

Sipërfaqet e kufizuara të çatave me siguri ndaj shembjes duhen kryqëzuar me një rrugë kalimi, si në figurën më poshtë.

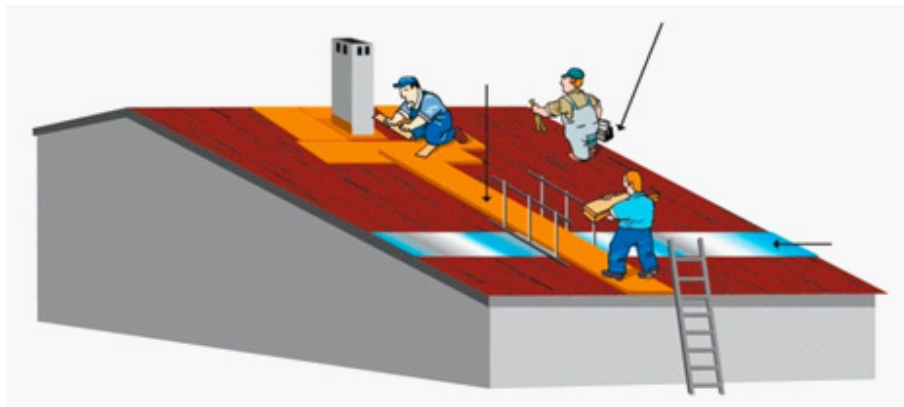


Figura 45: Rrugë kalimi për siguri ndaj shembjes.

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

Siguria në punë: Rregulla për bashkëpunëtorët

- Përpara fillimit të punës ne kontrollojmë nëse sipërfaqja e çatisë mund të shkelet dhe nëse është e sigurt ndaj shembjes. Nëse jo, ne shtrojmë një shteg kalimi;
- Gjatë punëve mbi çati sigurohemi gjithmonë sipas rregullave përkatëse;
- Ne ecim mbi çati duke përdorur vetëm këpucë të përshtatshme;
- Përpara se të punojmë në zona me kablllo elektrike të zbuluara, sigurohemi që rryma elektrike të jetë shkëputur prej tyre;
- Kostot për sigurinë në punë

Kostot për sigurinë në punë duhet të paraqiten më vete duke e sensibilizuar kështu klientin që siguria në punë është e domosdoshme dhe se duhen përmbushur përcaktimet ligjore. Nëse masat e sigurisë do të neglizhohen, atëherë klienti do të jetë përgjegjës për pasojat e mundshme. Aksidenti shkakton shumë lëndime dhe është shumë më i kushtueshëm sesa kostot për sigurinë në punë.

2. NXËNËSI PËRZGJEDH TIPIN DHE ELEMENTËT E IMPIANTIT FOTOVOLTAIK (PV)

2.1 FAKTORËT QË KONSIDEROHEN KUR PËRZGJIDHEN ELEMENTET E IMPIANTIT PV

Në përzgjedhjen e skemës së impiantit PV janë një sërë faktorësh që duhen analizuar si:

- i. Qëllimi i instalimit të impiantit PV, çfarë nevojash do plotësojë ky impiant?
- ii. Cila është kërkesa për energji e konsumatorit e cila kërkohet të mbulohet me anën e impiantit PV? A është kjo një ngarkesë me rrymë AC apo me rrymë DC? Nëse është me rrymë AC, a mund të ndryshohen pajisjet në pajisje DC? A duhet të ketë ndryshime në lidhjet elektrike të konsumatorit?
- iii. Ku do pozicionohen modulet PV, në tokë, mbi soletë, mbi çati, në fasadë? A ka nevojë për inverter? A ka nevojë për sistem akumulimi të energjisë elektrike? Ku do vendosen inverteri dhe sistemi i akumulimit?
- iv. Cila do jetë skema e instalimit të impiantit PV?
 - Impiant PV të integruara me karikim baterie;
 - Impiant PV me përdorim gjatë ditës;
 - Impiant PV me rrymë direkte dhe bateri;
 - Impiant PV që furnizon ngarkesa DC dhe AC;
 - Impiant PV i lidhur me rrjetin e kompanisë elektrike;
 - Sistem PV hibrid.
- v. Çfarë parametrash teknik duhet të plotësojnë elementet e sistemit PV të përzgjedhur për t'u përshtatur brenda skemës së instalimit?
- vi. Sa kushton çdo element i impiantit PV, sa kushton instalimi i gjithë impiantit?
- vii. Cila do jetë efienca e pritshme e sistemit? Sa kWh energji elektrike pritet të prodhojë një instalim i tillë?

2.2 LEXIMI DHE INTERPRETIMI I KATALOGËVE DHE MANUALEVE TË IMPIANTEVE PV

Çdo pajisje shoqërohet me katalogun e vet të përdorimit dhe instalimit. Përpara se të vendoset blerja e elementëve të impiantit PV duhet parë specifikimet teknike të dhëna nga prodhuesi i elementëve, nëse janë të njëjta me specifikimet e kërkuara në skemën e përzgjedhur. Instaluesi duhet të mësohet me leximin e specifikimeve teknike të katalogëve/manualeve dhe mënyrën e lidhjes së çdo pajisje.

Në manuale jepen gjithashtu mënyra të ndryshme instalimi dhe mënyra të ndryshme lidhje pajisjeve të një impianti PV. Duke njohur parimet e secilës pajisje, çdo instalues mund të jetë në gjendje të kompozojë sistemin sipas nevojës së kërkuar, duke respektuar njëkohësisht edhe kufizimet e secilit element më vete.

2.3 PËRCAKTIMI I LLOJIT TË IMPIANTIT PV

Në varësi të konsumatorit dhe kushteve që ai përcakton përcaktohet lloji i impiantit PV i cili do të përmbushë nevojat e këtij konsumatori. Për më tepër rreth llojeve të impianteve dhe mënyrave të tyre të lidhjeve, Shiko paragrafin 1.13.

2.4 PËRZGJEDHJA E PANELEVE PV DHE PËRCAKTIMI I LIDHJES NDËRMJET TYRE

Modulet PV mund të instalohen vertikalisht ose horizontalisht në varësi të konstruksionit mbajtës. Lidhja e moduleve me njëri-tjetrin mund të jetë në seri, paralel ose një lidhje mikse seri-paralel.

Nëse modulet PV lidhen në seri, voltazhi rritet, ndërsa amperazhi mbetet i njëjtë. Nëse modulet PV lidhen në paralel, voltazhi mbetet i njëjtë, ndërsa amperazhi rritet. Në varësi të voltazhit dhe amperazhit të kërkuar, modulet PV mund të lidhen në lidhje mikse, seri-paralel.

Duke patur parasysh rregullin e mësipërm, mund të përzgjidhen modulet PV. Paralelisht me përzgjedhjen, automatikisht përcaktohet edhe skema e lidhjes së moduleve PV, për të marrë fuqinë pik të dëshiruar.

Për më shumë rreth lidhjeve të moduleve PV, shiko paragrafin 1.9.

2.5 PËRZGJEDHJA E INVERTERIT DHE PËRCAKTIMI I MËNYRËS SË LIDHJES ME PANELET PV

Në varësi të lidhjes së moduleve PV të përcaktuar më parë, njohim tashmë voltazhin dhe amperazhin që marrim nga fusha e paneleve diellore. Nga ana tjetër kemi të përcaktuar edhe llojin e konsumatorit, AC ose DC ose kombinim i tyre. Nisur nga këto të dhëna mund të përzgjedhim inverterin e duhur.

Nëse fusha e paneleve është e madhe, kemi mundësi të zgjedhim nëse një inverter do mbulojë vetëm një rresht të paneleve apo me një inverter do mbulohet e gjitha fusha e paneleve.

Inverterat mund të jenë monofazë ose tre-fazor. Për më shumë informacion rreth inverterave dhe lidhjeve të tyre, shiko paragrafin 1.10 & 1.11.

2.6 PËRZGJEDHJA E SISTEMIT TË AKUMULIMIT/BATERIVE

Në varësi të lidhjes së moduleve PV të përcaktuar më parë, njohim tashmë voltazhin dhe amperazhin që marrim nga fusha e paneleve diellore. Duke ditur këto dy parametra mund të përcaktojmë tipin e baterive, sasinë dhe mënyrën e lidhjes së tyre në seri, paralele apo lidhje mikse për të marrë të njëjtin kapacitet karikues si voltazhi dhe amperazhi i fushës së paneleve diellore.

Për më shumë informacion rreth sistemit të akumulimit, shiko paragrafin 1.12.

2.7 PËRCAKTIMI I LIDHJES SË IMPIANTIT PV ME KONSUMATORIN E ENERGJISË ELEKTRIKE

Duke përcaktuar parametrat e mësipërm si lidhja e moduleve PV, sistemi i akumulimit, inverteri, etj., kemi përcaktuar automatikisht edhe lidhjen me konsumatorin. Siç edhe e kemi përmendur më sipër konsumatori mund të zgjedh të ketë ngarkesë AC, ngarkesë DC ose kombinim të këtyre të dyjave.

Në rast se konsumatori zgjedh të ketë vetëm ngarkesë DC, atëherë qarqet elektrike që do mbulohen nga panelet diellore lidhen direkt nga sistemi i akumulimit pa kaluar nëpër inverter.

Në rast se konsumatori zgjedh të ketë vetëm ngarkesë AC, atëherë qarqet elektrike që do mbulohen nga panelet diellore lidhen direkt nga dalja e inverterit.

Në rast se konsumatori zgjedh të ketë ngarkesë DC dhe AC, atëherë qarqet elektrike me ngarkesë DC lidhen direkt nga sistemi i akumulimit pa kaluar nëpër inverter, ndërsa qarqet elektrike me ngarkesë AC lidhen pas inverterit.

Në rastet e lidhjes së impiantit PV paralel me rrjetin, inverteri lidhet si me rrjetin e brendshëm ashtu edhe me rrjetin e kompanisë elektrike dhe nëse prodhohet energji më tepër sesa është kërkesa, atëherë kjo energji kalohet direkt në rrjetin shpërndarës të kompanisë elektrike.

3. NXËNËSI INSTALON IMPIANTIN FOTOVOLTAIK (PV)

3.1 PËRZGJEDHJA E SKEMËS SË INSTALIMIT TË IMPIANTIT PV

Në varësi të përzgjedhjes së elementëve të sistemit PV, të bërë më parë në kapitullin e dytë, mund të përcaktohet lehtë skema e instalimit të impiantit PV. Pra, mënyra e lidhjes së moduleve PV, lidhja e moduleve PV me sistemin e akumulimit, lidhja e sistemit të akumulimit me inverterin, si dhe lidhja e konsumatorit me inverterin ose direkt nga sistemi i akumulimit në rastet e ngarkesës DC.

3.2 VIZATIMI I SKEMËS SË INSTALIMIT TË IMPIANTIT PV

Sado e vogël dhe e qartë të jetë skema e përcaktuar për instalim e impiantit PV, këshillohet që gjithmonë të vizatohet një skemë paraprake duke ruajtur simbolet e secilit element të impiantit PV. Më poshtë jepet një skicë e thjeshtuar e një sistemi të lidhur në mënyrë ishullore.

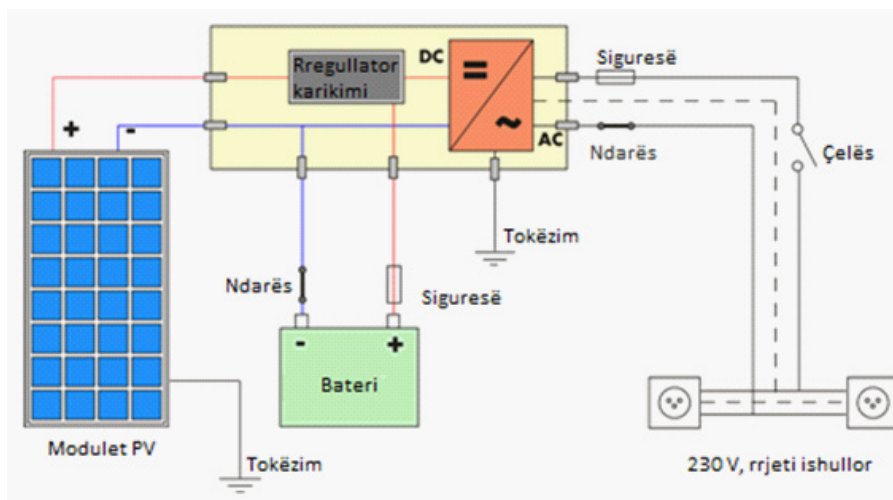


Figura 46: Skema e instalimit e një impianti PV të lidhur në mënyrë ishullore.

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

Në skemë rekomandohet që të shënohen gjithashtu edhe voltazhi dhe amperazhi i moduleve PV, sistemit të akumulimit, inverterit dhe qarqeve të konsumit.

3.3 ANALIZA E SKEMËS SË INSTALIMIT TË IMPIANTIT PV

Në rastet kur projekti i skemës së instaluar është bërë nga një inxhinier, instaluesi duhet të dijë të lexojë skemën dhe shënimet e bëra nga inxhinieri. Rekomandohet që përpara se të fillojë zbatimin e snjë skemë të tillë, që instaluesi të analizojë mirë-funkcionimin e skemës duke shqyrtuar të gjithë elementët që përbëjnë skemën e impiantit PV, në bazë të njohurive të fituara nga përvoja e vet personale.

Nëse ka gjëra të paqarta që dalin gjatë analizimit të skemës duhet kontaktuar inxhinieri projektues. Nëse për shkak të mos gjetjes në treg të elementeve të kërkuar, duhet të bëhet një ndryshim i skemës, është mirë që të merret më parë konfirmimi i inxhinierit projektues apo edhe e konsumatorit vetë nëse ndryshimi prek pjesën e konsumit.

3.4 ANALIZA E OBJEKTIT KU DO TË INSTALOHET IMPIANTI PV

Pasi të jetë përcaktuar skema e instalimit, analizohet edhe një herë me Investitorin instalimi i impiantit PV. Gjatë kësaj analizë, rishikohet edhe njëherë nëse vendi i përzgjedhur për vendosjen e paneleve është i përshtatshëm dhe i mjaftueshëm, rishikohet edhe njëherë vendi ku do të vendosen pajisjet e tjera ndihmëse si bateritë, inverteri, kontrolluesi i karikimit, etj.

Për të gjithë elementët rishikohen nëse ka ndonjë opsion instalimi më të mirë, duke u përqendruar më tepër tek modulet PV për të marrë maksimumin e energjisë së disponueshme nga dielli dhe për të shmangur hijezime të mundshme.

3.5 PËRZGJEDHJA E VEGLAVE, PAJISJEVE DHE INSTRUMENTEVE TË NEVOJSHME PËR INSTALIMIN E IMPIANTIT PV

Instaluesi duhet të jetë i pajisur me një set veglash të përshtatshme për të kryer instalimin e një impianti PV. Nga veglat më kryesore po përmendim:

- Pajisje matëse dhe kontrolluese për verifikimin e mundësive të instalimit dhe për përcaktimin e pozicionit të panelit PV, duke përfshirë metër, niveltregues, busull, etj;
- Vegla dhe pajisje pune si, trapano elektrike dore, vidator me koleksion puntosh për punime të ndryshme, komplete kaçavidash, komplete çelësash fiso dhe kriketo për bulonat, komplet pincash, gërrshërë, sharra, lima, zmerile, çekiç, presë për terminalet e përcjellësve elektrike, etj;
- Set veglash elektrike;
- Materiale për montimin e paneleve PV, vida, bulona, gozhdë, lloje të ndryshme; kapësesh të atrecuara për montimin e tyre;
- Instrumente të ndryshme matëse dhe kontrolluese;
- Aparate për matjen e rezistencës, tensionit, rrymës elektrike etj;
- Pajisje sigurie, duke përfshirë shenja paralajmërimi, syze dhe doreza pune, kuti ndihme të shpejtë, pajisje për ngritje peshash, litarë sigurimi për punime në lartësi, etj.

3.6 PËRZGJEDHJA E MATERIALEVE TË NEVOJSHME PËR INSTALIMIN E IMPIANTIT PV

Në varësi të skemës së përcaktuar, instaluesi përzgjedh materialet e nevojshme për të kryer instalimin e impiantit PV. Instaluesi përzgjedh:

- Modulet PV;
- Inverterin ose inverterat;
- Bateritë;
- Rregullatorin e karikimit;
- Kabuj të ndryshëm për realizimin e lidhjeve;
- Siguresa, çelësa, automat, kapikorda, etj;
- Pajisje të tjera elektrike ndihmëse, etj.

3.7 PARAPËRGATITJA E VENDIT KU DO TË MONTOHET IMPIANTI PV

Përpara se të fillohet instalimi i sistemit PV, instaluesi duhet të përgatisë vendin e punës së instalimit. Pasi ka marrë gjithë pajisjet dhe makineritë e nevojshme për instalim, instaluesi merr masat mbrojtëse sidomos nëse ka punime në çati duke ngritur skela dhe mbrojtëse anësore sipas masave të sigurisë të përshkruar në paragrafin 1. 21.

3.8 PËRCAKTIMI I DIMENSIONEVE TË STRUKTURAVE MBAJTËSE

Strukturat për mbështetjen e moduleve fotovoltaike luajnë një rol shumë të rëndësishëm gjatë fazës së instalimit; për të fiksuar në mënyrë korrekte modulet fotovoltaike duhen respektuar rregulla specifike për të garantuar në vite fiksimin e rregullt të sistemit fotovoltaike.

Modulet fotovoltaikë të instaluar me kornizë metalike përkatëse, falë karakteristikave të tyre ndërtuese, lejojnë një fiksime të lehtë në profile të tipit gjatësorë nëpërmjet terminaleve të përshtatshme. Gjeometria e vendosjes së profileve dhe pika relative e fiksimit të morsetave duhet të jenë në proporcion me modulin fotovoltaik në mënyrë që të mënjanojnë problemet me kornizën metalike në rast të ngarkesave të tipit të shpërndarë (si psh bora). Në Figurat 47 dhe 48 paraqiten skemat me gjeometrinë përkatëse që duhen respektuar për pozicionimin e saktë të profileve. Për të dimensionuar mirë sistemet e fiksimit duhen, përveç kësaj të kryhen verifikime në rast ere apo bore, për të fiksuar përfundimisht vendosjen.

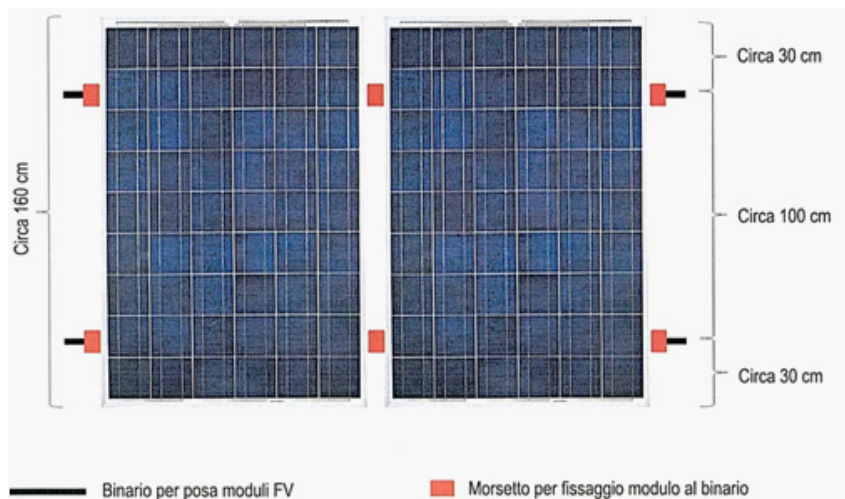


Figura 47: Paraqitja skematike për instalimin e moduleve fotovoltaike vertikalisht

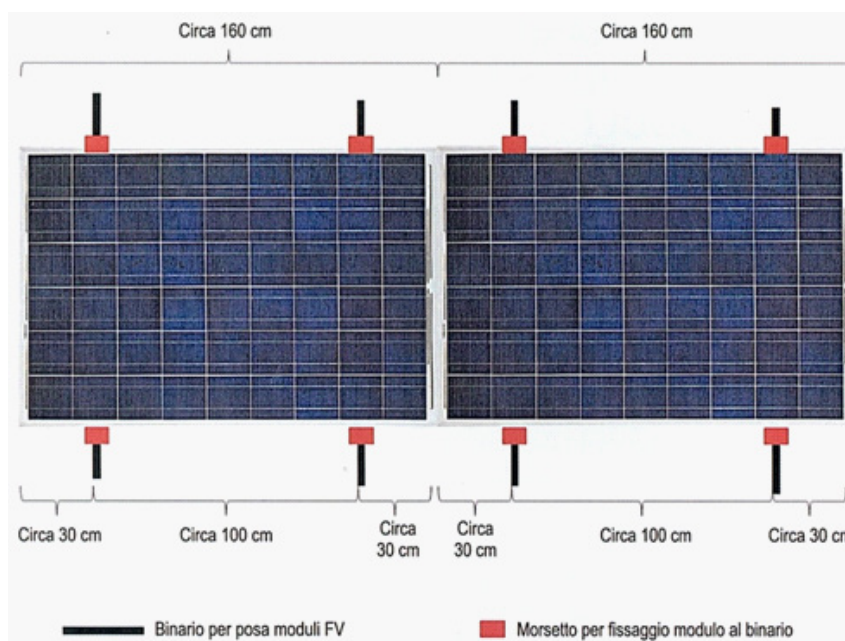


Figura 48: Paraqitja skematike për instalimin e moduleve fotovoltaike horizontalisht

Përgjithësisht për të reduktuar sa më shumë numrin e gropave, projektimi i strukturave mbështetëse bëhet duke llogaritur saktë numrin e gropave të nevojshme për montim në mënyrë që të reduktohet në maksimum numri i gropave.

3.9 PËRCAKTIMI I DISTANCËS SË RRESHTIT NGA RRESHTI, PËR TË SHMANGUR HIJEZIMIN E MODULEVE

Në rastin kur duhet të kryhet instalimi i një impianti fotovoltaik në një fushë të hapur në një mbulim të sheshtë ose në një terren të sheshtë me module të disponueshme në disa rreshta, duhet të procedohet në dimensionimin e saktë të distancës së vendosjes nga fundi i moduleve për të limituar problemin e hijëzimit midis rreshtave. Hijëzimi i një rreshti në tjetrin nuk mund të evitohet i gjithi në një nivel 100%, megjithatë ekzistojnë procedura për vendosjen më të mirë të moduleve. Përgjithësisht formula që përdoret për lloga-

ritje në të tilla raste është si më poshtë:

$$D = L * \cos(b) + \left(\frac{L * \sin(b) * \cos(g)}{g(a)} \right)$$

D = distanca midis rreshtave

b = këndi i pjerrësisë së vendosjes së paneleve fotovoltaike

a = lartësia diellore kritike përgjithësisht e barabartë me 20°

g = këndi i azimuth-it

Nga formula e dhënë përftohet distanca optimale midis rreshtave me garancitë që për lartësi diellore mbi 20° nuk do të ndodhi fenomeni i hijëzimit në modulet skajore. Në **Figurën 49** tregohen referimet e madhësive gjeometrike për formulën e cituar. Në kushtet në të cilat duhet instaluar në më shumë rreshta paralele module fotovoltaike të gjatësisë L = 1,65 m me një kënd instalimi prej 30° dhe orientim plotësisht drejt jugut, e një lartësi diellore kritike të barabartë me 20°, përftohet një distance D midis rreshtave e barabartë me:

$$D = L * \cos(b) + \left(\frac{L * \sin(b) * \cos(g)}{g(a)} \right) = 1,6 * \cos(30^\circ) + \left(\frac{1,6 * \sin(30^\circ) * \cos(0^\circ)}{g(20^\circ)} \right) = 3,2 \text{ m}$$

Distanca D optimale midis rreshtave do jetë: D = 3,72m.

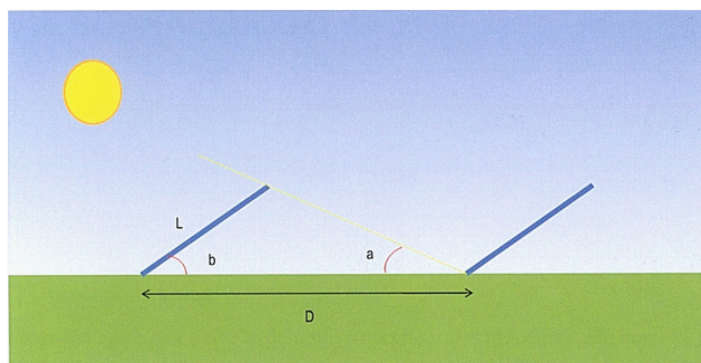


Figura 49: Paraqitja grafike e distancës ndërmjet rreshtave të paneleve PV, instaluar mbi sipërfaqe horizontale.

3.10 MONTIMI I MODULEVE PV

Në rastin më të thjeshtë të montimit modulet PV instalohen vertikalisht mbi dy shina paralele për çdo rresht modulesh të vendosura horizontalisht dhe të fiksuara në katër pika. Distanca ndërmjet dy shinave varet nga pozicionimi i trarëve të çatisë dhe nga specifikimet e prodhuesit të moduleve se ku duhet të fiksohen moduet.

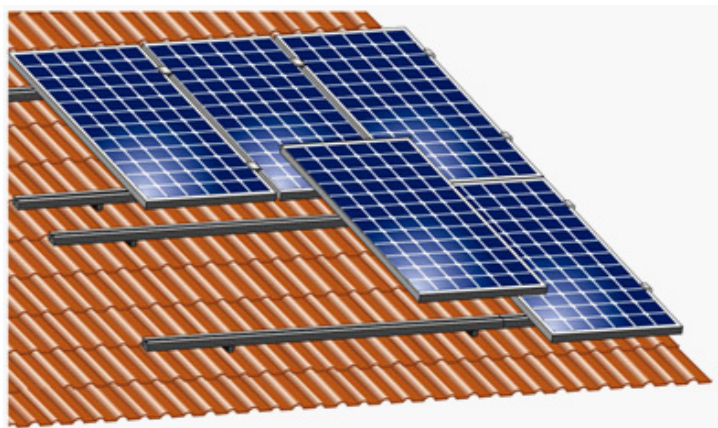


Figura 50: Montimi vertikal i moduleve në shina horizontale

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

Nëse modulet duhen instaluar horizontalisht ose nëse konstruksioni mbajtës i çatisë është në krahun e kundërt, është më pak e kushtueshme që shinat të fiksohen vertikalisht mbi çati.



Figura 51: Montimi horizontal i moduleve në shina vertikale

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

Kur nënkonstruksioni i çatisë nuk ofron vende të volitshme për fiksimin e shinave në distancën e duhur, ose kur sipërfaqja e çatisë nuk është uniforme, rekomandohet instalimi i një shine të dytë pingul me shinat e para. Kjo mënyrë instalimi e bën instalimin në çati më të lehtë.

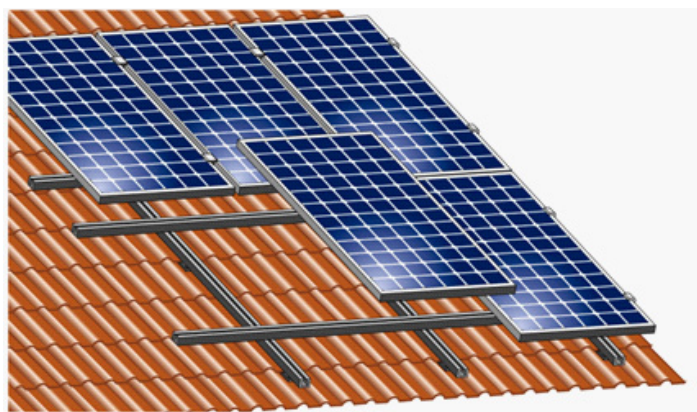


Figura 52: Montimi i moduleve PV me shina kryq.

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

Për sisteme që futen brenda shinave, kërkohet gjithashtu një montim me dy shina.

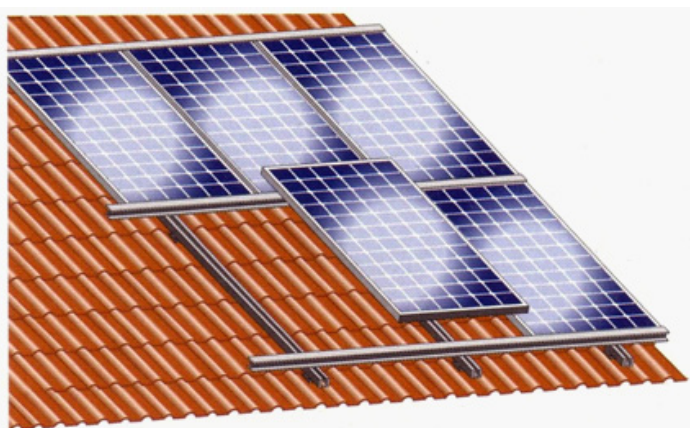


Figura 53: Sisteme që futen brenda shinave

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

3.11 MONTIMI I PANELEVE PV NË ÇATI, NË SOLETË, NË TOKË, NË FASADË, ETJ.

Impiantet në tokë

Impiantet fotovoltaike të instaluar në tokë e kanë të nevojshme strukturat për suportin e moduleve në

mënyrë që të garantojnë pjerrësinë korrekte në fushën e instaluar me module/njësi fotovoltaike duke parashikuar përdorimin trarëve të betonit special. Disa zbatime më të hershme parashikojnë përdorimin e strukturave të tipit monolite për realizimin e strukturave më të holla në gjendje të favorizojnë aktivitetet e ardhshme të mirëmbajtjes dhe pastrimit të vendit.

Sistemet në platformë mbi një kollonë (shtyllë)

Për fiksimin e moduleve fotovoltaike në tokë mund të parashikohet përdorimi i vidave speciale në mënyrë që të garantohet qëndrimi i impiantit edhe në kushtet e ngarkesës nga era dhe bora. Përcaktimi i numrit të vidave të nevojshme për fiksime për çdo rradhë të moduleve fotovoltaike bëhet duke marrë në konsideratë si tipologjinë e “valës” krijuar nga modulet fotovoltaike, ashtu dhe karakteristikat mekanike të terreneve në të cilat do të instalohet sistemi fotovoltaike. Duhet konsideruar gjithashtu edhe gjatësia e binarëve (profileve ku mbështeten modulet) si dhe baza e pikave të mbështetjes dhe karakteristikat e tyre mekanike.

Zgjedhja e tipologjisë së profilit duhet të jetë e bërë në funksion të pikave të fiksimit. Për zgjedhjen e materialeve këshillohet përdorimi i elementeve që kanë galvanizimin e duhur në nxehtësi, ndërsa për binarët (profilet) përgjithësisht përdoren elemente në përbërje alumini. Kur bëhet fjalë për struktura me lartësi për paraqitjen e moduleve fotovoltaike, zgjedhja e përmasave të vides (gjatësi, diametër dhe trashësi) varion në funksion të karakteristikave mekanike të terrenit.

Sistemet në çakull

Për fiksimin e moduleve fotovoltaike në tokë mund të përdoren sisteme me plinta; një zbatim i tillë lejon të mos përdoren makineri të veçanta (si makineri montuese të tipit special të blerë enkas për këtë qëllim (që janë me kosto shumë të lartë)) për realizimin e montimit të impiantit fotovoltaike, por kërkon që terreni të jetë kompakt dhe që plani i instalimit të jetë i fiksuar mirë për të gjithë modulet/njësitë. Përdorimi i një tipologjie të tillë fiksime është më pak i zakonshëm në kohët e fundit dhe zgjidhjet më të përdorura parashikojnë përdorimin e fiksimit të tyre në një kollonë/shtyllë dhe fiksimin e tyre me vida. Përsa i përket verifikimeve dhe dimensionimit duhet përcaktuar edhe procedura për dimensionimin e shtresës së çakullit; të supozohet instalimi i një impianti në një vend ku ngarkesat e erës dhe borës janë jo më të larta se vlerat e mëposhtme:

- Presioni i erës $P_v = 110 \text{ kg/m}^2$;
- Ngarkesa e borës $Q = 90 \text{ kg/m}^2$.

Vlerat e mësipërme merren në konsideratë sidomos duke konsideruar sipërfaqen e ekspozimit ndaj erës nga veriu dhe module të pjerrësuara më një kënd prej 30° . Për llogaritjen e saktë është e nevojshme të njihen dimensionet e modulit; duke ju referuar moduleve fotovoltaike standarde konsiderohet një gjeometri e barabartë me këto dimensione (gjerësi x gjatësi x trashësi) $1,65 \cdot 0,998 \cdot 0,05$ dhe për pasojë nga kjo sjell që sipërfaqia e një moduli/njësie të vetëm është e barabartë me $1,6467 \text{ m}^2$.

Duke menduar për fiksimin e një moduli/njësie të vetëm, janë të nevojshme 4 blloqe betoni; blloqet janë me bazë kuadrate $L = 0,40 \cdot 0,40 \cdot 0,20$; dhe peshon rreth 80 kg, kështu që pesha totale e të katër blloqeve është 320kg.

Pesha totale do të dalë nga shuma e peshës së modulit, të strukturave dhe të blloqeve. Duke konsideruar që moduli peshon rreth 32kg dhe që strukturat peshojnë rreth 15 kg, del që pesha totale e tij të rezultojë në 367 kg/m^2 . Më tej procedohet me verifikimin e forcave prerëse, duke llogaritur forcën e erës zbatuar në qendër të modulit fotovoltaike:

$$F_{\text{erë}} = 110 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,6467 \text{ m}^2 = 181,137 \text{ kg}, \quad \text{përafruar në } 181 \text{ kg}$$

Për përcaktimin e strukturës të nevojshme për të përballuar forcën prerëse në rast të fryrjes së erës në modulin fotovoltaike, merret në konsideratë forca e erës e barabartë me $F_{\text{erë}} = 181 \text{ kg}$ dhe me krah të strukturës sa $h/2$ në lidhje me gjeometritë e modulit, pra do të jetë $B_{\text{str.erë}} = 1,65 \text{ m} \cdot 0,5 = 0,825 \text{ m}$.

Si pasojë moment prerës do të jepet nga forca shumëzuar me krahun

$$M_{\text{prerës}} = 181 \text{ kg} \cdot 0,825 \text{ m} = 149,325 \text{ kgm}; \quad \text{përafruar në } 149 \text{ kgm}.$$

Përsa i përket vlerësimit të veprimeve stabilizuese, krahu stabilizues është i barabartë me

$$B_{stab} = 1,67 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,5 = 0,723 \text{ m.}$$

Krahu stabilizues i në pjesën e pasme do jetë i barabartë me 1,41 m .

Momenti i stabilizimit të modulit + strukturës do jetë: $47 \text{ kg} \cdot 0,723 \text{ m} = 33,981 \text{ kgm}$.

Momenti i stabilizimit në pjesën e pasme $= 160 \text{ kg} \cdot 1,41 \text{ m} = 225,6 \text{ kgm}$.

Prej këndeje del që momenti i stabilizimit total është i barabartë me shumën e momenteve stabilizues të llogaritur: $M_{stabilizimit\ total} = 33,981 \text{ kgm} + 225,6 \text{ kgm} = 259,581 \text{ kgm}$

Për të qenë të sigurt për verifikimin, kryhet në lidhje me koeficientët F të tabelës 2,61 të D.M. 14/01/2008 të gjendjes limite të trupit të ngurtë (EQU). Procedohet me verifikimin:

Momenti i stabilizimit total > Momenti ribaltant total

$$M_{stabilizimit\ total} = 259,581 \text{ kgm} \cdot 0,9 = 233,6229$$

$$M_{prerës\ total} = 149 \text{ kgm} \cdot 1,5 = 223,5 \text{ kgm}$$

$$233,6229 \text{ kgm} > 223,5 \text{ kgm}$$

Verifikimi rezulton i saktë. Përsa i përket verifikimeve për t'u bërë në profile duhet thënë që janë analoge me ato të nevojshme për sistemet e fiksimit në platform mbi shtylla.



Figura 54: Fiksimi i sistemeve PV në tokë me blloqe betoni

Impiantet mbi ndërtesa

Vendosja e moduleve fotovoltaike në çati varion në varësi të sipërfaqeve të vendosjes, e cila mund të jetë e sheshtë ose e pjerrët me stuktura të ndryshme. Me konkretisht, kur sipërfaqja e vendosjes është e sheshtë, teknikat për fiksimin e impjantit janë pothuajse të njëjta me ato të instalimit të impjantit në tokë, ndërsa për-sa i përket insalimeve në sipërfaqe të çatisë të pjerrët (mbi tjegulla) teknikat janë të ndryshme. Zakonisht kur instalohet një impjant në çatinë e pjerrët (mbi tjegulla) synohet të respektohet pjerrësia e saj; kjo tipologji instalimi parashikon se duhet të instalohet në mënyrë të tillë që të sigurojë një harmoni midis moduleve fotovoltaike dhe pjerrësisë së çatisë. Është mirë të specifikojmë që karakteristikat e vendosjes së moduleve fotovoltaike janë të lidhura ngushtë me regjimin e nxitjeve të sistemeve të tilla dhe më thelbësore në këtë drejtim është që këndi i pjerrësisë së çatisë të jetë sa më afër këndit optimal sidomos për faqet e çatisë në anën jugore.

Mbulimet e sheshta (ndërtesat me tarraca)

Me mbulime të sheshta (në ndërtesat me tarraca) do të kuptohet integrimi arkitektonik i impjantit fotovol-taik – një mbulesë me një pendencë deri në 5°. Në **Figurën 55** tregohet një zbatim në një çati të sheshtë dhe një zbatim në mbulim me trarë në Y. Përsa i përket prejektimit mekanik të strukturave, pa llogaritur në

këtë fazë kufizimet nga guida e integritimit arkitektonik në kujdesje të GSE, sistemi i fiksimit që do të përdoret parashikon formimin e trekëndeshave në të cilat vendosen binarë për suportimin e moduleve fotovoltaike. Verifikimet që duhen bërë janë pothuajse analoge me ato që kemi parë në paragrafet parardhës, përse i përket sistemimit me shtylla betoni/metalike. Duhet bërë vlerësimi i mbajtjes së ngarkesës që në fillim si dhe përcaktimi i strukturave që do të përdoren për mbajtjen e sistemeve fotovoltaike në këndet plotësisht të përcaktuara.

Aplikime moderne të moduleve në çati të rrafshta kanë të bëjnë me sisteme komplanare, të cilat nuk kërkojnë asnjë fiksion në mbulesë, por janë të adoptuara me këmbë të vogla në mënyrë që të mbështeten, duke respektuar disa parametra gjeometrike.

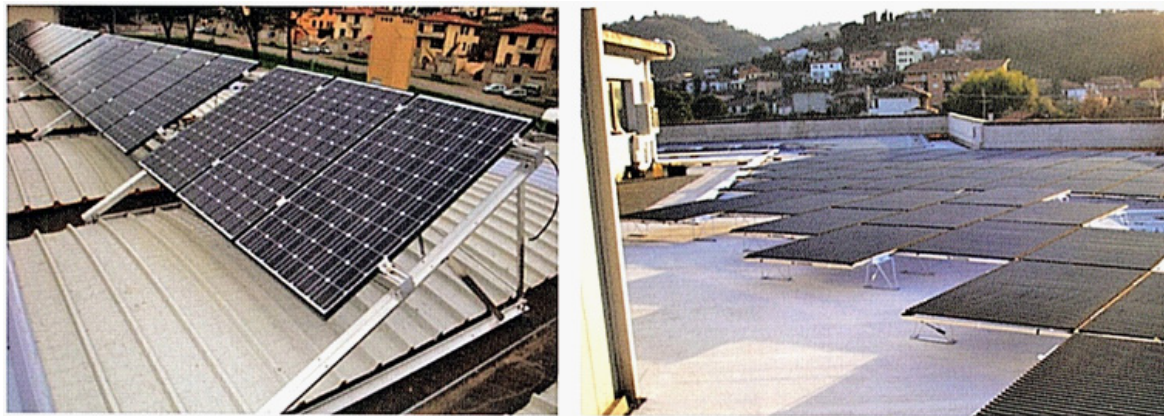


Figura 55: *Impianti mbi mbulesa industriale dhe mbi tarraca të sheshta*

Mbulime me çati të pjerrëta

Modulët fotovoltaike mund të vendosen mbi mbulesën e një çatie të pjerrët, mbi çati ose të e integruar brenda saj. Tipologjia e parë e instalimit parashikon përdorimin e grepave/bulonave/kapseve speciale në të cilat do të kapen binarët për mbështetjen e moduleve me strukturat ekzistuese të çatisë; tipologjia e dytë e instalimit parashikon heqjen e tjegullave/pllakave mbuluese në zonën për të cilën jemi të interesuar për të instaluar modulët fotovoltaike dhe instalimin e tyre nëpërmjet sistemeve të veçanta të fiksimit me trarët e çatisë. Mënyra e parë e instalimit kërkon si të nevojshme instalimin e një impianti fotovoltaik nëpërmjet grepave/bulonave/kapseve të lidhur me trarët ekzistues të çatisë dhe parashikon heqjen e përkohshme të disa tjegullave/pllakave për futjen e kapseve për t'u lidhur me trarët. Procedohet me fiksimin e duhur të grepave/bulonave/kapseve nëpërmjet lidhjes robuste të tyre dhe më pas mbushjen e hapësirave të hapura për këtë qëllim.

Këshillohet të ndërhyet në mënyrë të menjëhershme për të rivendosur hidroizolimën e duhur të mbulesës së çatisë menjëherë pasi të jenë vendosur grepat/bulonat/kapset të kapur në binarët e çatisë. Pasi janë fiksuar grepat/bulonat/kapset të kapur në binarët e çatisë ripozicionohen pllakat/tjegullat e hequra mbi to dhe vazhdohet me vendosjen e profileve/binarëve të strukturës mbështetëse të moduleve/njësive fotovoltaike. Pasi është bërë vendosja e profileve mund të procedohet me vendosjen e moduleve/njësive fotovoltaike dhe të fiksimit të tyre nëpërmjet morsetave speciale që janë pjesë e materialeve të furnizuara nga ana e shitësit/furnizuesit të sistemit fotovoltaik.



Figura 56: *Mënyra e fiksimit në çati*

Impiantet fotovoltaike të instaluar në fasadë

Modulët fotovoltaikë mund të vendosen edhe mbi fasadë; zbatime të tilla parashikojnë realizimin e një nën-strukturë për fiksimin që mund të realizohet edhe nëpërmjet paretëve transparente. Për të zgjidhur par-regullsitë e paretëve dhe lejinin e një instalimi të duhur, këshillohet të parashikohen të përdoren sisteme fiksimi me një gradë të mirë lirshmërie.



Figura 57: Shembuj instalimesh të moduleve PV në fasadë

3.12 LIDHJA E MODULEVE PV MIDIS TYRE

Lidhja e moduleve PV duhet të bëhet sipas skemës së përcaktuar më parë. Duhet bërë kujdes që të shmanget rrymat induktive që mund të vijnë nga shkarkimi i vetëtimave, duke minimizuar në maksimum kalimin kabujve lidhës. Më poshtë është paraqitur skematikisht lidhja korrekte dhe lidhja e bërë gabim e moduleve PV. Lidhja e parë lejon mundësinë e krijimit të fushave elektrostatische në rast shkarkesash elektrike.

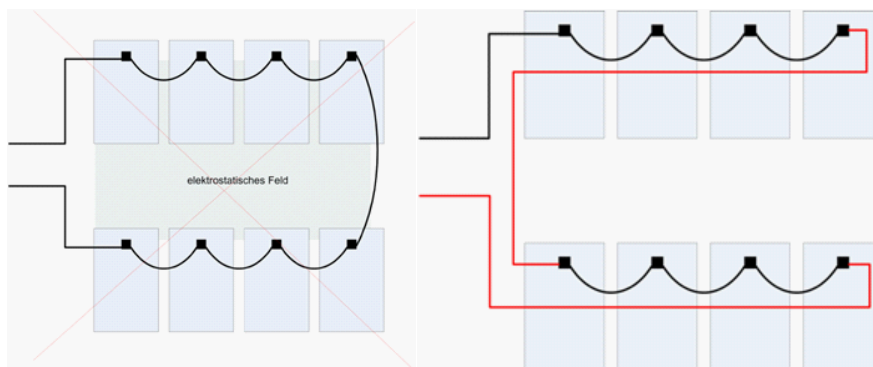


Figura 58: Lidhja e gabuar dhe korrekte e moduleve PV.

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

3.13 INSTALIMI I PËRCJELLËSVE ELEKTRIKË NGA FUSHA E PANELEVE DERI TE INVERTERI DHE TE SISTEMI I AKUMULIMIT

Lidhja e moduleve midis tyre dhe lidhja midis deri tek Inverteri dhe bateritë bëhet me kabuj PV. Këta kabuj janë me kopjo izolim, me mbrojtje kundra UV, fleksibël, dhe durojnë edhe në kushte moti ekstreme. Në parim këto kabuj bëhen me materiale jo-halogjenore dhe jo të djegshëm. Për të minimizuar humbjet, bëhet përzgjedhja e duhur e kabujve. (me përafërsi, 2A/mm).

Parametrat e kabujve PV:

- Rezistent ndaj temperaturave të ulëta dhe të larta (-20°... +100 °C);
- Mbrojtje kundra rrezatimit UV;
- Tensioni operativ në varësi të fushës së paneleve PV. (deri 1'000 V, DC)
- Seksioni në impiantet me voltazh të ulët dhe rrymë të lartë:
 - i. deri 4 A - 2,5 mm

- ii. deri 8 A - 4 mm
- iii. Për distanca të gjata - 6 mm

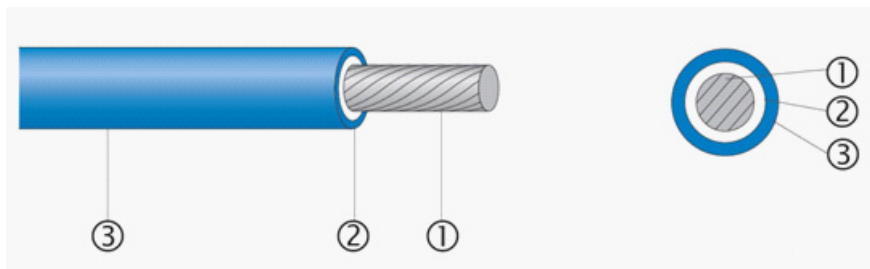


Figura 59: Mostër kabullit PV (1. Teli; 2. Izolimi; 3. Veshja plastike);

[Burimi: Solarstrom Basis, Swissolar]

3.14 INSTALIMI I INVERTERAVE TË LLOJEVE TË NDRYSHME (NJËFAZOR EDHE TREFAZOR)

Shiko paragrafin 1.10 & 1.11.

3.15 INSTALIMI I SISTEMIT TË AKUMULIMIT, SIPAS MODELEVE DHE KAPACITETEVE TË BATERIVE

Shiko paragrafin 1.12.

3.16 LIDHJA E IMPIANTIT PV ME KONSUMATORIN, SIPAS LLOJEVE TË LIDHJEVE

Shiko paragrafin 1.14.

3.17 RREGULLAT E SIGURIMIT TEKNIK DHE TË RUAJTJES SË MJEDISIT GJATË INSTALIMIT TË IMPIANTIT PV

Shiko paragrafin 1.21.

3.18 KËSHILLIMI I PËRDORUESIT PËR MIRËFUNKSIONIMIN DHE MIRËMBAJTJEN E IMPIANTIT PV

Instaluesi duhet t'i përkushtojë vëmendje edhe këshillimit të përdoruesit për mirëfunksionimin dhe mirëmbajtjen e impiantit PV. Prandaj duhet që investitori të njihet në princip me pajisjet e instaluara dhe funksionin e tyre. Nëse instalimi përfshin edhe një sistem akumulimi me bateri, rekomandohet që bateritë të mos shkaktohen deri në pikën e fundit, gjë e cila do ulte ndjeshëm kohën e përdorimit të baterive, por përdorimi i tyre të jetë brenda limiteve të përcaktuara nga prodhuesi i baterive.

Shpesh mbi modulet PV, depozitohen pluhura, kështu që duhet të këshillohet përdoruesi për një pastrim sistematik të moduleve PV, mundësisht gjatë mëngjesit apo gjatë mbrëmjes, kur ende nuk ka rënë rrezatimi mbi fushën e paneleve PV.

Në rastet kur sinjalizohet një mosfunksionim i mirë i impiantit PV nga pajisja e kontrollit të sistemit, përdoruesi duhet të kontaktojë instaluesin për t'i bërë të njohur problematikën, përpara se të ndërmarrë një hap të gabuar.

4. NXËNËSI MIRËMBAN DHE RIPARON IMPIANTIN FOTOVOLTAIK (PV)

4.1 DEFECTET KRYESORE DHE MË TË SHPESHTA TË IMPIANTEVE PV:

- Rënia e efijencës së paneleve, kryesisht prej papastërtive që mund të bien mbi të;
- Rënia e kapacitetit mbajtës të baterisë;
- Korrodimi i baterisë;
- Mbingarkimi i baterisë;
- Gazifikimi i baterisë;
- Dëmtimi i inverterit për shkak të temperaturës ose rrymës së lartë;
- Lirimi ose korrodimi i lidhjeve/poleve te panelet, te inverteri, te bateria etj;
- Qarqet e shkurtra;
- Zhveshja ose këputja e përcjellësve;
- Dëmtimi i strukturës mbajtëse të paneleve;
- Dëmtimi fizik i paneleve;
- Dëmtimi i pajisjeve mbrojtëse.

4.2 MIRËMBAJTJA E IMPIANTIT PV

- Kontrolli i pastërtisë së paneleve dhe pastrimi i tyre;
- Kontrolli i shtrëngimit të lidhjeve/poleve dhe shtrëngimi i tyre;
- Kontrolli i pastërtisë së baterive dhe pastrimi i tyre
- Kontrolli i sasisë dhe përqendrimit të elektrolitit të baterive dhe zëvendësimi ose rregullimi i sasisë dhe përqendrimit;
- Shkarkimi i plotë i baterisë për të ruajtur kapacitetin mbajtës të saj;
- Marrja e masave për mbrojtjen nga papastërtitë, zjarri, lagështia, qarqet e shkurtra dhe dëmtime të tjera;
- Kontrolli i pastërtisë së inverterit dhe pastrimi i tij me rrymë ajri.

4.3 KËSHILLIMI I PËRDORUESIT PËR MIRËFUNKSIONIMIN DHE MIRËMBAJTJEN E IMPIANTIT PV

Shiko paragrafin 3.22.

