

UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”

FAKULTETI I INXHINIERISE MEKANIKE

DEPARTAMENTI I TERMOENERGJETIKËS DHE TERMOTEKNIKËS



PUNIM DIPLOME MASTER

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Xhevat Berisha

Studenti:

Egzon Rukolli

Prishtinë, 2017

UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISE MEKANIKE
DEPARTAMENTI I TERMOENERGJETIKËS DHE TERMOTEKNIKËS



PUNIM DIPLOME MASTER

**“SHFRYTËZIMI I SISTEMEVE DIELLORE TERMIKE DHE
FOTOVOLTAIKE NË INDUSTRIJË E PËRPUNIMIT TË
QUMËSHTIT”**

***“THE USE OF SOLAR THERMAL AND PHOTOVOLTAIC
SYSTEMS IN THE DAIRY INDUSTRY”***

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Xhevat Berisha

Studenti:

Egzon Rukolli

Prishtinë, 2017

Tabela e përmbajtjes

HYRJE	6
1. ENERGJIA DIELLORE	7
1.1. TË DHËNAT THEMELORE PËR ENERGJINË DIELLORE	7
1.2. Energjia e rrezatimit diellore dhe intensiteti i saj.....	8
1.3. Konstanta diellore.....	10
1.4. Rrezatimi direkt dhe difuziv	11
1.5. Përfitimet nga energjia diellore	12
1.6. Shfrytëzimet e ndryshme nga energjia diellore.....	13
1.6.1. Shfrytëzimi termik	13
1.6.2. Shfrytëzimi fotovoltaik	13
1.7. Përparësitë e energjisë diellore	13
1.8. Mangësitë e energjisë diellore.....	14
2. SHFRYTËZIMI TERMIK I ENERGJISË DIELLORE	15
2.1. Rrezatimi i përgjithshëm global	15
2.2. Sistemet diellore për ngrohjen e ujit	18
2.2.1. Shfrytëzimi pasiv i energjisë diellore.....	18
2.2.2. Shfrytëzimi aktiv i energjisë diellore	20
2.3. Rrezatimi mbi sipërfaqen horizontale	24
2.4. Rrezatimi mbi sipërfaqen e rrafshet plane (të pjerrët)	25
2.5. Orientimi i sipërfaqes së kolektorit (kthimi kah Jugu).....	26
2.6. Orientimi dhe pjerrësia optimale e kolektorit diellorë.....	27
2.6.1. Orientimi i kolektorëve dhe këndi i azimutit.....	27
2.6.2. Këndi i pjerrësisë së kolektorëve.....	27
2.7. Kosova	28
2.7.1. Nën zonat klimatike të Kosovës	29
2.8. Rrezatimi i diellit gjatë vitit në Kosovë	30
3. PAJISJET PËR SHFRYTËZIMIN TERMIK TË ENERGJISË DIELLORE	31
3.1. Kolektorët diellorë	31
3.1.1. Pajisjet përbërëse të kolektorit	32
3.1.2. Parimi i punës së kolektorit diellorë.....	32
3.1.3. Shkalla e shfrytëzimit të kolektorit diellorë	33

3.1.4.	Lidhja e kolektorëve	33
3.2.	Akumuluesit termik (bojlerët diellorë)	34
3.3.	Pompa dhe pajisjet tjera (grupi i pompës)	35
3.4.	Rregullatori (kontrolluesi) automatik i panelit diellorë	36
3.5.	Ena e zgjerimit.....	37
3.6.	Gypi i dërgimit dhe kthimit (gypat).....	37
3.7.	Fluidi (mediumi) punues	38
4.	MATERIALET FOTOVOLTAIKE DHE KARAKTERISTIKAT ELEKTRIKE	40
4.1.	Hyrje.....	40
4.2.	Materialet gjysmëpërçuese	41
4.3.	Gjysmëpërçuesit e tipit "n" dhe "p"	42
4.4.	Kalimet p-n (diodat)	43
4.5.	Qelizat dhe modulet e një paneli fotovoltaik	45
4.6.	Gjenerimi fotovoltaik.....	46
4.7.	Qarku i thjeshte ekuivalent për një njësi fotovoltaike	47
4.8.	Ndikimi i temperaturës dhe diellit në lakoren rryme-tension.....	47
4.9.	Teknologjia kristalore e silicit	48
4.9.1.	Qeliza fotovoltaike prej silici monokristalin	49
4.9.2.	Qeliza fotovoltaike prej silici polikristalian.....	50
4.9.3.	Qeliza fotovoltaike prej silici amorf.....	51
4.9.4.	Qelizat fotovoltaike me film të hollë	52
4.9.5.	Qelizat CIS-CuInSe ₂ (Copper-Indium-diselinide) dhe CIGS -CuInGaSe ₂ (Copper Indium Gallium diselinide)	53
4.9.6.	Qelizat me film të hollë Kadmiumi-Teluri (CdTe)	54
4.10.	Galiumi - Arseni (GaAs)	55
5.	SISTEMI FOTOVOLTAIK	56
5.1.	Përgjithësisht mbi sistemet fotovoltaike	56
5.2.	Lakorja rrymë-tension për ngarkesën e qelizës diellore fotovoltaike	57
5.3.	Lakorja I-V e baterisë së qelizës diellore fotovoltaike	58
5.4.	Lakorja I-V për orë e qelizës diellore fotovoltaike	59
5.5.	Lidhja në rrjet dhe funksionimi i sistemit fotovolatik.....	59
5.6.	Fuqia nominale DC dhe AC e qelizës diellore fotovoltaike	59

5.7. Shembulli i projektimit të pompave të lidhura në sistemin fotovoltaik.....	60
6. EKONOMIA E SISTEMEVE TERMIKE DHE FOTOVOLTAIKE.....	62
7. MIRËMBAJTJA E SISTEMEVE TERMIKE DHE FOTOTVOLTAIKE	65
7.1. Mirëmbajtja	65
7.2. Mirëmbajtja e paneleve diellore termike	66
7.3. Mirëmbajtja e paneleve diellore fotovoltaike	67
8. MONITORIMI I SISTEMIT FOTOVOLTAIK 49.4 kW_p TË LIDHUR NË RRJETIN ELEKTRIK ..	72
PËRFUNDIM	82
LITERATURA	84

HYRJE

Energjia është element i rëndësishëm për zhvillimin e jetës. Në kohën e sotme, njerëzit janë të varur nga burimet e energjisë, por prodhimi tradicional i saj nga lëndët fosile (qymyri, gazi natyror dhe nafta) dhe energjia bërthamore çdo ditë e më shumë po rrezikon mjedisin.

Si rezultat i kësaj përdorimi i këtyre burimeve energjetike me kujdes dhe sa më ekonomikisht, zëvendësimi apo gjetja e alternativave tjera energjetike është e domosdoshme. Gjetja dhe shfrytëzimi i burimeve tjera për përfitimin e energjisë pa efekte negative ekologjike synohet të aplikohet.

Prodhimi i energjisë së ripërtëritshme (energji e diellit, ujit, erës, energji gjeotermike, e biomasës etj.), është një alternativë perspektive¹, dhe zvogëlimi i konsumit të energjisë nga lëndët fosile (qymyri, gazi natyror dhe nafta) dhe investimi në efikasitet të energjisë dhe energji të ripërtëritshme janë objektivat zhvillimore të vendeve të ndryshme të botës.

Në këtë punim do të trajtohen përparësitë edhe efikasiteti e rrezatimit diellor në kushtet e Kosovës. Përkatësisht do të analizohen dy format të cilat ne mundemi ta shfrytëzojmë energjinë diellore.

- Forma e parë përfshinë: shfrytëzimin termik të energjisë diellore e cila ka të bëjë me përdorimin e energjisë diellore për prodhimin e ujit të ngrohtë, për përdorim familjar dhe për mbështetjen e sistemit të ngrohjes si dhe pajisjet të cilat ne i shfrytëzojmë për shfrytëzimin e energjisë diellore termike (elementet përkatëse).
- Forma e dytë përfshinë: shfrytëzimin fotovoltaik të energjisë diellore e cila ka të bëjë me shndërrimin e drejtpërdrejtë të rrezatimit diellor në energji elektrike si dhe elementet prej të cilave përbehen panelet fotovoltaike.

Po ashtu, do të analizoj anën ekonomike, mënyrat dhe kohën e mirëmbajtjes së pajisjeve diellore termike dhe atyre fotovoltaike.

¹ http://www.greenpackonline.org/lessons/fyr_macedonia/shqip/09-1.pdf

1. ENERGJIA DIELLORE

1.1. TË DHËNAT THEMELORE PËR ENERGJINË DIELLORE

Dielli (në Latinisht: Sol) është ylli në qendër të Sistemit Diellor, për ne është ylli më i afërt dhe është burimi më i rëndësishëm për energji në Tokë. Ka formë sferike ku gjendja agregate e tij është plazma. Dielli nga Toka është larg 150 milion kilometra dhe diametri i tij është 109 herë më i madh se ai i Tokës, dhe masa e tij është rreth 330 000 herë më e madhe se Toka.

Ai përfshin rreth 99.86% të masës totale të Sistemit Diellor. Rreth tre të katërtat e masës së Diellit përbehen nga hidrogjeni, pjesa tjetër është më së shumti helium.

Dielli është i përbërë aktualisht me rreth 71,1% hidrogjen dhe 27,4% helium dhe pjesa tjetër përbëhet nga sasi të vogla elementesh të rënda. Kjo ndryshon ngadalë me kalimin e kohës, për shkak se Dielli konverton hidrogjenin në helium. Metalet më të bollshme janë të oksigjenit rreth 1% të masës së Diellit, karboni 0,3%, neoni 0,2% dhe hekur 0,2%. Dielli para konvertimeve masive ishte 71,1% hidrogjen, 27,4 % helium, dhe 1,5% metale.

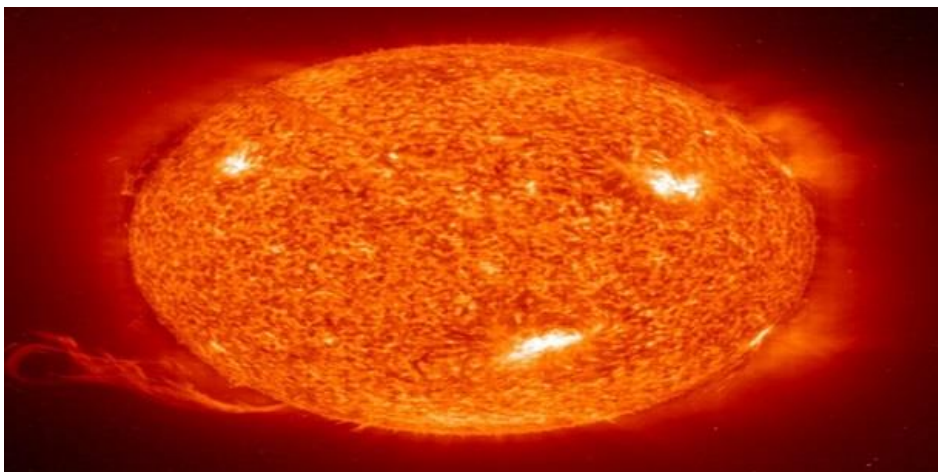


Fig.1.1. Dielli

Dielli është një prej më shumë se 100 miliard yjeve tjerë në galaktikën tonë. I klasifikuar në kategorinë G2 dhe shpesh referohet si xhuxh i verdhë. Dielli është objekti më i madh në sistemin diellor. Ai përmban më shumë se 99,8% të masës totale të Sistemit Diellor.

Tabela 1. Krahasimi i të dhënave të Diellit dhe Tokës

	Dielli	Toka	Njësia
Diametri	1 390 000	12 756	km
Masa	1.989×10^{30}	5.972×10^{24}	kg
Dendësia	1 400	5 513.4	kg/m ³
Vëllimi	1.41×10^{27}	1.083×10^{21}	m ³
Temperatura në sipërfaqe	5 537	-88/ +58	°C
Temperatura në bërthame	15 000 000	-	°C

Dielli ka prodhuar energji për miliarda vjet. Energjia diellore është energjia e rrezeve të Diellit (rrezatimi diellor) që arrin deri në Tokë. Kjo energji mund të kthehet në forma të tjera të energjisë, të tilla si nxehtësia dhe elektricitetit.

Vlerësohet se rezervat energjetike të Diellit janë $1.8 \cdot 10^{41}$ [MJ], ndërsa sasia vjetore e nxehtësisë që jep Dielli është $1.2 \cdot 10^{28}$ [MJ]. Nga del se rezervat energjetike të Diellit janë për $1.8 \cdot 10^{41} / 1.2 \cdot 10^{28} = 15 \cdot 10^{12}$ [vjet]².

Energjia që bie në tokë nga dielli përmes valëve elektromagnetike për dy javë është e barabartë me tërë lëndën e ngurtë dhe të lëngët që ne e shfrytëzojmë në Tokë.

Përmbi rreth katër miliard vjet dielli është furnizuesi më i mirë i energjisë. Një sasi të pandryshuar të energjisë së lirë ai do ta japë edhe për 10 miliardë vite të ardhshme.

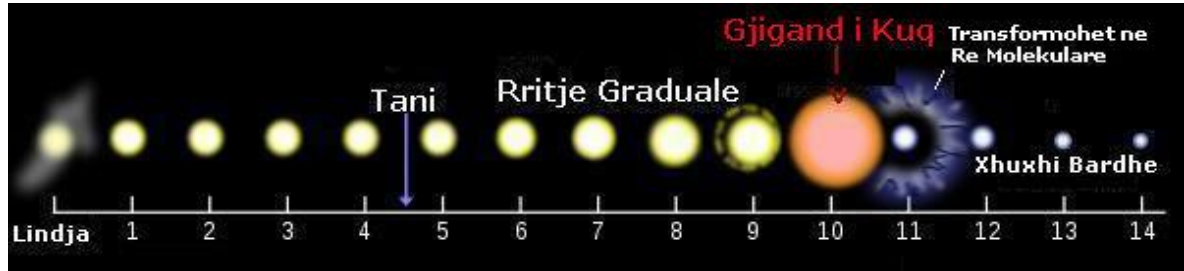


Fig. 1.2. Jeta e Diellit në përmbledhje

Në figurën e mësipërme është paraqitur jeta e Diellit nëpër vite dhe çdo numër në pjesën e poshtme paraqet 1 miliard vjet të jetës së tij.

1.2. Energjia e rrezatimit diellore dhe intensiteti i saj

E dimë se Dielli rrezaton sasi të madhe të energjisë, ku njëkohësisht është edhe prodhuesi kryesor i energjisë në sistemin tonë diellor. Rrezatimi nga sipërfaqja e tij është rreth 63500 kW/m^2 ose edhe më i madh.

Distanca e Tokës nga Dielli ndodhet përafërsisht rreth 150 milion kilometra, që për shkak të kësaj distance të gjatë, rrezatimi zvogëlohet në 1.37 kW/m^2 jashtë atmosferës (Figura 1.3.).

Kjo vlerë nuk është në funksion të kohës dhe për këtë arsye quhet konstantë diellore. Vlera maksimale e mundshme e konstantes diellore e cila bie mbi sipërfaqen e tokës është ajo që nuk dobësohet gjatë depërtimit të saj nëpër atmosferë. Kjo sasi e rrezatimit diellor, e cila arrin më në fund mbi sipërfaqen e Tokës, quhet sasi e tërë e rrezatimit të sipërfaqe së Tokës. Kjo energji e rrezatuar ka vlerë maksimale rreth 1.0 kW/m^2 dhe mund të ndahet në:

- **rrezatim direkt** - kur qielli është i kthjellët dhe kur rrezet e diellit bien direkt,
- **rrezatimi difuziv** (i shpërndarë) - veçanërisht kur drita e diellit shpërndahet dhe depërton nëpër mjegulla dhe
- **rrezatimi reflektiv** - reflektimi i rrezeve të diellit nga objektet rrethuese.³

² Krasniqi, F.(1997) Ngrohja dhe klimatizimi I. Prishtinë: Universiteti i Prishtinës. (Krasniqi, 1997, fq. 329–331)

³ B. Bernhard, F. Krebs, dhe F. Peter, 'Impulsprogramm stimulues kardial Bundesamt für Konjunkturfragen Diellore Warmwasser- ERZEUGUNG' 19 ch 2. Sonnenkollektor <<http://www.energie.ch/bfk/pacer/213D.pdf>>

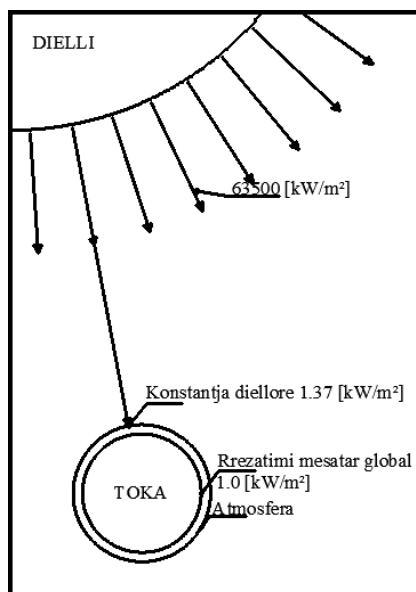


Fig. 1.3. Rrezatimi global ku përbehet nga: rrezatimi difuzor dhe rrezatimi direkt

Zakonisht, të dhënat që disponohen për rrezatimin janë ato për sipërfaqet horizontale, duke përfshirë rrezatimin e drejtpërdrejtë dhe atë difuziv 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 1.4., 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 raportin e rrezatimit difuziv 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.⁴

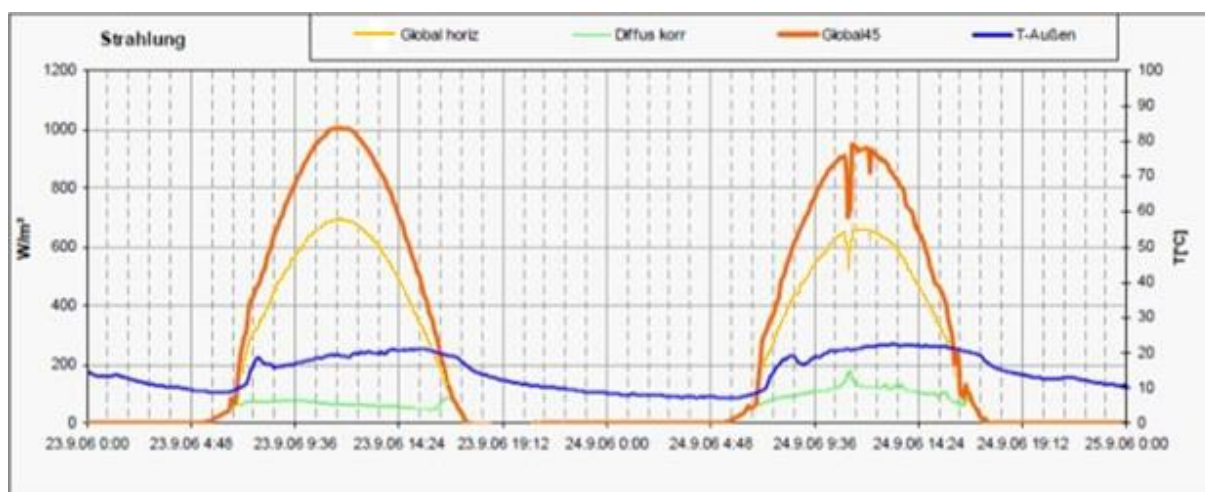


Fig. 1.4. Rrezatimi global në një sipërfaqe horizontale dhe një të pjerrët me një kënd 45° për dy ditë të kthjellëta, në gjerësi gjeografike 47° , [Burimi: ENREL]

⁴ B. Islami, D. Profka, 'Instalim elektrik civil dhe industrial', (Nëntor 2013) (Islami B., Profka D., fq. 7-8)

1.3. Konstanta diellore

Nëse toka nuk do të kishte mbështjellësin e ajrit, atëherë sipërfaqja normale e tokës do të rrezatohej prej diellit me nxehtësi prej afërsisht 1.37 kW/m^2 .

Fuqia e rrezatimit diellore që arrin normal me rrezet në $1 \text{ [m}^2\text{]}$ të sipërfaqes së jashtme të atmosferës së Tokës, quhet KONSTANTE DIELLORE.⁵ Vlera e saj është:

$$K_d = 1367 \text{ [W/m}^2\text{]} \cong 1.4 \text{ [kW/m}^2\text{]} \quad (1.1)$$

Rrezatimi i plotë përbëhet prej ajrit me gjatësi valore të ndryshme dhe intensitet të ndryshëm. Në figurën 1.5. shihet se maksimumi i rrezatimit është në zonën të ajrit, ku valët janë të dukshme për rreth afërsisht $\mu=0.5 \mu\text{m}$. Energjia e plotë praktikisht bartet në zonën e valëve prej 0.2 deri në $0.3 \mu\text{m}$. Sipërfaqja nën lakore (poshtë lakores) përfaqëson konstantën diellore.

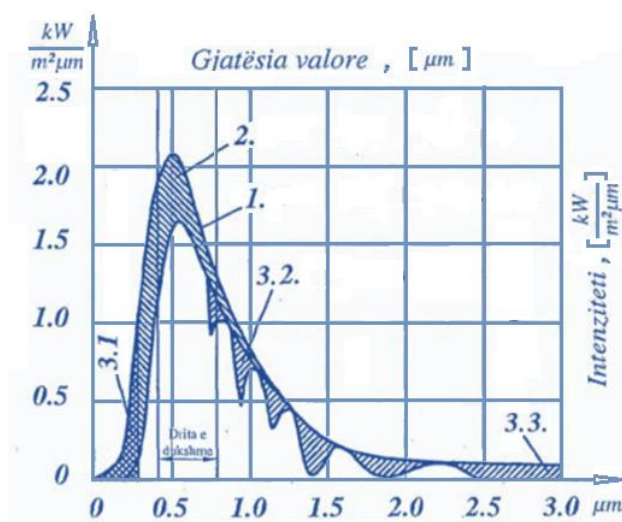


Fig. 1.5. Intensiteti i rrezatimit në funksion të gjatësia valore: 1. Intensiteti në kufirin e atmosferës, 2. Humbjet në shpërndarjen e ajrit, 3.1. Absorbimi përmes O_3 , 3.2. Absorbimi përmes H_2O , 3.3. Absorbimi përmes CO_2

Rrezatimi nëpër atmosferë shkakton dobësim të ndriçimit diellor për shkak të fenomeneve të ndryshme: shkapërderdhjes dhe reflektimit në molekulat e ajrit dhe përbërjet e ndryshme. Shpërndarja është aq më e madhe sa më e shkurtër të jetë gjatësia valore (prej këtu edhe pamja e qiellit është e kaltër).

Shpërndarja e energjisë në sipërfaqen e tokës është nga:

- rrezet ultraviolete ~ 6 %,
- rrezet e dukshme ~ 50 %,
- rrezet infra të kuqe ~ 44 %.

⁵ J. Duffie, Solar Engineering of Thermal Processes (Fourth Edition, Published simultaneously in Canada 2013) ch Solar Radiation (pg 3-5)

1.4. Rrezatimi direkt dhe difuziv

Rrezatimi i diellit ka një rëndësi të veçantë për jetën në tokë sidomos në përfitimin e energjisë elektrike dhe në teknikën e ngrohjes sepse përfaqëson një burim shtesë të energjisë edhe pse jo të qëndrueshëm.

Rrezatimi i përgjithshëm përbehet nga:

- rrezatimi direkt, dhe
- rrezatimi difuziv

Rrezatim direkt (i drejtpërdrejtë), Q_{dir} . - e quajmë atë lloj të rrezatimit nga Diellit i cili arrin direkt në sipërfaqen e Tokës i pa penguar.

Rrezatim difuziv, Q_{dif} . - e quajmë pjesën tjetër të rrezatimit, i cili shpërndahet në molekulat e ajrit kur kalon nëpër atmosferën e Tokës dhe arrin në sipërfaqe. Sasia e rrezatimit difuziv varet nga kushtet klimatike dhe gjeografike. Në rrezatimin difuzor bën pjesë edhe rrezatimi që reflektohet nga rrethina në sipërfaqen e shikuar (shtëpitë, muret, kodrinat, rrugët, etj.). Mesatarisht rrezatimi reflektues, Q_{ref} , është afër 20% e rrezatimit global.

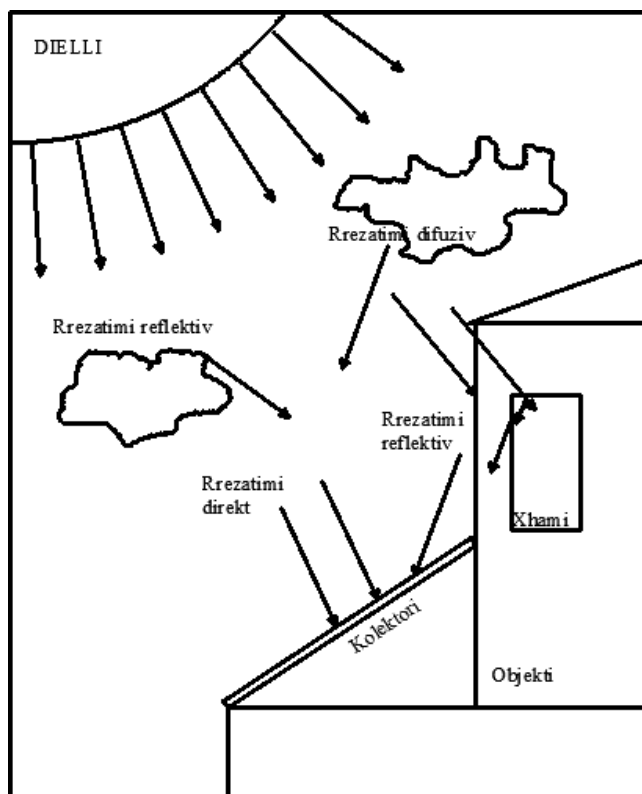


Fig. 1. 6. Shpërndarja e dritës së diellit në forma të ndryshme rrezatimi

Fuqia e rrezatimit të përgjithshëm Q_{rr} . në njësi për sipërfaqe të rrafshët në Tokë përbëhet prej fuqisë së rrezatimit direkt Q_{dir} . dhe fuqisë së rrezatimit difuzor Q_{dif} . pa ndikimin e mjedisit, pra:

$$Q_{rr} = Q_{dir} + Q_{dif}. \quad (1.2)$$

Sasia e totale e energjisë e cila mundë të emetohet nga dielli brenda një periudhë të caktuar kohore quhet **energji e rrezatimit global** G_{rr} , ose vetë rrezatimi global dhe përbehet nga energjia e rrezatimit direkt G_{dir} , dhe atij difuziv G_{dif} , pra:⁶

$$G_{rr} = G_{dir} + G_{dif}. \quad (1.3)$$

Energjia e rrezatimit global për një lokacion të caktuar ndryshon në varësi të pozitës gjeografike, motit dhe ndotjes së ajrit.

Në Kosovë rrezatimi globale në rrafshin horizontal mundë të merret rreth 1400 kWh/(m²,vit).

Tabela 2. Rrezatimi global, intensiteti i rrezatimit diellor në varësi të kushteve të reve

	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

Në figurën e mëposhtme është paraqitur rrezatimi diellor gjatë një dite të zakonshme ku kemi edhe re të cilat e pengojnë rrezatimin direkt që kemi ulje të sasisë së energjisë së pranuar nga kolektori diellor.

1.5. Përfitimet nga energjia diellore

Sipas akademik Fejzullah Krasniqi: “Një prej energjive të ripërtritshme është edhe energjia diellorë, pa energjinë diellorë nuk do të ekzistojshin edhe energjitë tjera të rinovueshme pra me një fjale energjia diellorë i kushtëzon të gjitha energjitë e tjera përkatësisht e kushtëzon të gjithë jetën në tokë”⁷.

Ne do ti përmendim disa prej përfitimeve nga energjia diellorë siç janë:

- **Kursimi i energjisë për ngrohjen e ujit**, në qoftë se ne përdorim kolektorët termik diellorë për ngrohjen e ujit për nevojat tona, atëherë ne kursejmë ambientin nga ndotja që ia kishim shkaktuar me përdorimin e ndonjë lëndë djegëse fosile.
- **Kursimi i energjisë për përdorimin e pajisjeve elektrike.**
- **Mirëmbajtja e lëndëve djegëse konvencionale**, çfarëdo pajisje që ndërtohen dhe përdoren ato kërkojnë edhe mirëmbajtjen e tyre.
- **Importet e ulëta të lëndëve djegëse**, nëse ne shfrytëzojmë energjinë diellorë nuk kemi nevojë për lëndë djegëse tjera (ose kemi nevojë për sasi me të vogël të tyre).
- **Më pak emetime të CO₂, SO₂, NO_x**, në krahasim me lëndë djegëse fosile që ne përdorim.
- **Punësimi në ndërtim – instalimi**, i paneleve diellorë termike dhe fotovoltaike ka koston e sajë, mirëpo edhe këto e kanë një mirëmbajtje për mos ulje të shkallës së shfrytëzimit ose nëse nuk mirëmbahen edhe këto dëmtohen para kohës së paraparë.

⁶ J. Duffie, Solar Engineering of Thermal Processes (Fourth Edition edn, Published simultaneously in Canada 2013) ch Solar Radiation (pg. 9-11)

⁷ Daikin Kosova, "Dokumentari - Climasan ' (YouTube 2014) <https://www.youtube.com/watch?v=23-5v9KRAX4> shikuar më datë: 4 dhjetor 2015

1.6. Shfrytëzimet e ndryshme nga energjia diellore

Kemi mënyra të ndryshme të shfrytëzimit të energjisë diellore mirëpo ne do të ndalemi ti analizojmë vetëm dy mënyra të shfrytëzimit të energjisë diellore të cilat në vendin tonë ja vlejné të shfrytëzohen për shkakë të kushteve të favorshme.

Kemi dy lloje të shfrytëzimit të energjisë diellore siç janë:

- shfrytëzimi termik dhe
- shfrytëzimi fotovoltaiik

1.6.1. Shfrytëzimi termik

Përdorimi i energjisë diellore për prodhimin e ujit të ngrohtë për përdorim familjar dhe për mbështetjen e sistemit të ngrohjes e cila mund të arrije gjer 20[%]. Në pjesën më të madhe shfrytëzimi termik shërben për furnizim të ndërtesës ku ndodhet sistemi.

- Kemi mënyra të ndryshme të shfrytëzimit termik siç janë:
- Ftohja me energji diellore
- Ngrohjen e ajrit për tharjen e barit
- Në rajonet me rrezatim të lartë diellor ndërtohen gjithashtu termocentrale me energji diellore, të cilët shfrytëzojnë rrezatimin diellor për t'i kthyer lëngjet në avull, i cili më pas vë në lëvizje turbinat për prodhimin e energjisë elektrike.

1.6.2. Shfrytëzimi fotovoltaiik

Ndërsa shfrytëzimi fotovoltaiike ose siç njihet ndryshe edhe si FV është shndërrimi i drejtpërdrejtë i rrezatimit diellor në energji elektrike.

1.7. Përparësitë e energjisë diellore

Nga jeta e përditshme e dimë se çmimet e elektricitetit, gazit natyror dhe lëndëve djegëse fosile të tjera janë të prirura për tu rritur vazhdimisht. Energjia diellore nga ana tjetër vjen për përdoruesit falas. Alternative me e mire ekonomike për prodhimin e energjisë, duke shmangur shfrytëzimin e lëndës djegëse, është energjia diellore.

Përparësitë e shfrytëzimit të energjisë diellore termike dhe fotovoltaiike janë:

- Është një burim i ripërtëritshme i energjisë. Prodhet për aq kohë sa zgjat dielli, d.m.th. për miliona vite në të ardhme.
- Energjia elektrike fitohet direkt nga energjia diellore.
- Panelet diellore janë të lehta për të instaluar në çati.
- Panelet diellore janë të qetë dhe të palëvizshëm. Kërkojnë shumë pak mirëmbajtje.
- Energjia diellore mund të prodhet aty ku rrezet e diellit janë të bollshme dhe në dispozicion.
- Është një burim i pastër i energjisë, nuk ka çlirim të dyoksidit të karbonit. Nuk paraqet kërcënim për mjedisin.

- Përparësitë ekonomike, pavarësisht nga kostoja e instalimit fillestar, gjenerimi i energjisë diellore dhe të përdorimi i saj është falas. Përdorimi i këtij burimi nuk faturohet.
- Përparësitë e FV është se kanë besueshmëri për një kohë të gjatë (shumica e prodhuesve të moduleve FV ofrojnë garanci prej 20 vitesh).
- Mbulojë një varg të gjerë aplikacionesh, nga pak Wat deri në disa MW.
- Prodhimi i energjisë zakonisht ndodhë në vendin e konsumimit në mënyrë që të shmangen kostot dhe humbjet gjatë transportimit.
- Shtrirja e sistemeve të FV lejon rregullimin e instalimit për nevojat e energjisë në të ardhmen.
- Zero emetime gjatë punës dhe punojnë tërësisht pa zhurmë.
- Kosto e lartë për ngrohjen e ujit me energji elektrike e zëvendësuar me panele termike.
- Nevoja për ujë të ngrohtë në periudhat e rrezatimit të lartë kërkon më pak akumulim.
- Sistemet sezonale me kosto të ulët kanë interes më ekonomik se sa sistemet më të shtrenjta që përdoren gjatë tërë vitit.
- Mirëmbajtja është e njëjtë në të gjitha sistemet hidraulike, por një teknik i kualifikuar do të jetë përgjegjës për mirëmbajtjen dhe riparimin e rregullt.

1.8. Mangësitë e energjisë diellore

Çdo pajisje që përdoret në jetën e përditshme ka përparësitë dhe mangësitë e saj mirëpo gjithherë përparësitë duhet ti kalojnë mangësitë e pajisjes.

Mangësitë e përdorimit të energjisë diellore janë:

- Kostoja fillestare e instalimit të kolektorëve termik diellore dhe qelizave diellore është mjaft e lartë. Megjithatë, një nevojë për të investuar vetëm në instalim, dhe më vonë në energjisë elektrike është falas.
- Energjia diellore nuk mund në mënyrë efektive të punojnë në vende të ftohta për shkak të mungesës së diellit.
- Ajo është më pak efektive në sezonet me shi dhe klime të ftohtë.
- Energjia diellore mund të prodhohet vetëm gjatë ditës, dhe jo natën.
- Për aplikime në shkallë të madhe, investimet janë më të mëdha dhe kostoja më e lartë, gjera të cilat nuk mund të përmbushen lehtë.

2. SHFRYTËZIMI TERMIK I ENERGJISË DIELLORE

2.1. Rrezatimi i përgjithshëm global

Me rrezatim diellor kuptojmë bartjen e energjisë rrezatuese prej burimit rrezatues në të gjitha anët në formë valësh të vijës së drejt. Rrezatimi diellor është i përbërë prej llojeve të dritës shumë-ngjyrash, të cilat përbëjnë spektrin diellor.

Spektri i plotë i diellit përbëhet prej tri pjesëve kryesore:

- pjesës ultraviolete,
- pjesës së dukshme dhe
- pjesës infra të kuqe.

Pjesët ultraviolete dhe infra të kuqe të spektrit janë të padukshme, ndërsa pjesa e dukshme e spektrit, është në të vërtetë dritë e shkëlqimit diellor.

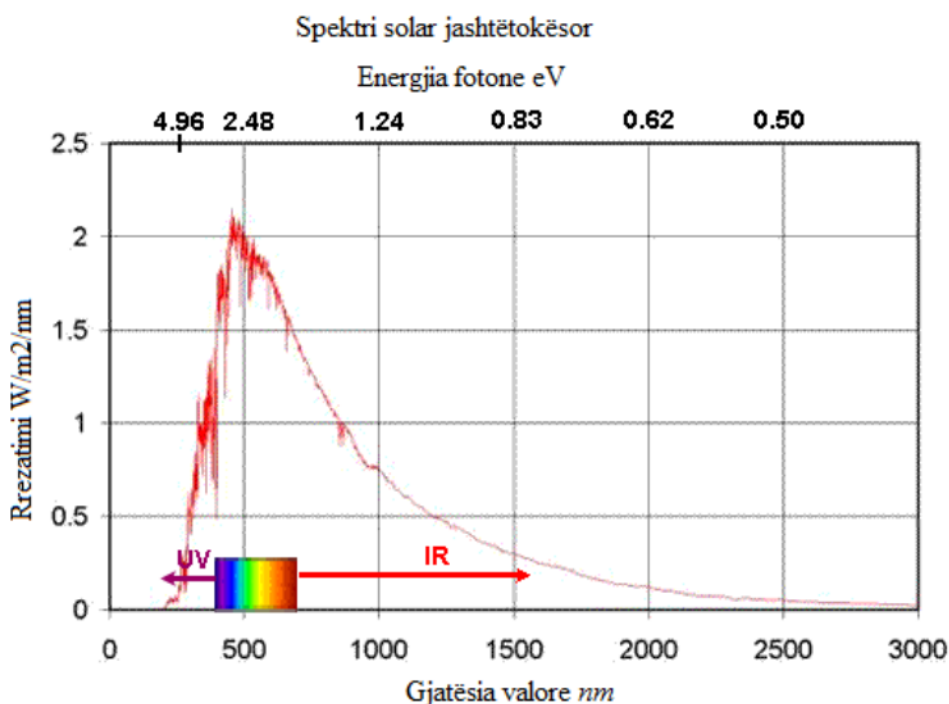


Fig. 2.1. Spektri i energjisë diellore që godet rrafshin, direkt përballë diellit, jashtë atmosferës së Tokës në distancë mesatare të Tokës nga Dielli

Pjesa e dritës së spektrit diellor përbëhet kryesisht prej 6 komponentëve të ngjyrosura, siç janë: vjollcë (violete), të kaltër, të gjelbër, të verdhë, portokalli dhe të kuqe. Pjesa ultraviolete e spektrit ka gjatësi më të vogël valësh, pjesa infra e kuqe ka gjatësi më të madhe valësh, ndërsa gjatësia e valëve të pjesës së dukshme të spektrit sipas gjatësisë së vet të valëve është në mes të valëve të pjesës ultraviolete dhe infra të kuqe të pjesës së spektrit.

Gjatësitë e valëve të pjesëve të veçanta të spektrit, sipas Foitzi-ut dhe Hinzpetr-it, janë dhënë në tabela 3.

Tabela 3. Gjatësitë e valëve

Zona valore	Vlera, μm (mikrometra)
Ultraviolete	0,20 ÷ 0,40
Dukshme	0,40 ÷ 0,75
Infra e kuqe	0,75 ÷ 24

Ndërsa sipas Sauberer-it e Hartel-it dhe disa autorëve të tjerë, gjatësia e valëve të pjesës infra të kuqe praktikisht përfundon në 3 μ . Pjesa e dukshme e spektrit, sipas Sauberer-it dhe Hartel-it, ka sipas ngjyrave përkatëse këto gjatësi valësh si në tabela 4.

Tabela 4.

Zona valore	Vlera, μm (mikrometra)
Ultraviolete	0,380 ÷ 0,436
Kaltër	0,436 ÷ 0,495
Blertë	0,495 ÷ 0,566
Verdhë	0,566 ÷ 0,589
Portokall	0,589 ÷ 0,627
Kuqe	0,627 ÷ 0,780

Pjesa ultraviolete e spektrit, me gjatësi valësh shumë të vogla, të padukshme për syrin e njeriut, ka efekt të fuqishëm kimik. Këto rreze veprojnë më fuqishëm në pllakën fotografike sesa rrezet prej pjesës së dukshme të spektrit, këto ndikojnë sa që disa materiale të ngjyrave të mbyllëta bëhen më të zbehta. Rrezet infra të kuqe të pjesës së spektrit kanë efekt më të vogël kimik, jo vetëm kundrejt rrezeve ultraviolete por edhe të rrezeve të pjesës së dukshme të spektrit. Mund të thuhet se me rritjen e gjatësisë së valëve të rrezeve të ndryshme, në spektrin e tërësishëm diellor, zvogëlohet efekti i tyre kimik. Rrezet infra të kuqe kanë efekt të shprehur të nxehtësisë. Tufa e përbërë kështu e rrezeve diellore (të dukshme dhe të padukshme) bie së pari mbi kufirin e lartë të atmosferës, dhe mandej kalon nëpër ajër deri në sipërfaqen e tokës.

Sasia e energjisë rrezatuese e diellit, e cila bie në kufirin e lartë të atmosferës, nuk arrin deri te sipërfaqja e tokës me tërë shumën e vet. Sepse rrezet e diellit duke kaluar nëpër ajër pësojnë disa ndryshme, të cilat varen prej vetive fizike të ajrit.

Si veti fizike të ajrit nënkuptohen:

- depërtueshmëria e ajrit për rrezatimin e diellit,
- tejdukshmëria e ajrit dhe
- përçueshmëria e nxehtësisë dhe temperaturës.

Në figurat 2.2 dhe 2.3 janë dhënë hartat e rrezatimit global diellor të Evropës dhe të Botës, ku shihet dallimi i madh në sasinë e rrezatimit për regjione të ndryshme gjeografike. Në Evrope sillet prej 800 kWh/m² në veri deri në 1750 kWh/m² në jug, ndërsa në Botë rrezatimi global diellor arrin vlerat deri në 2200 kWh/m².

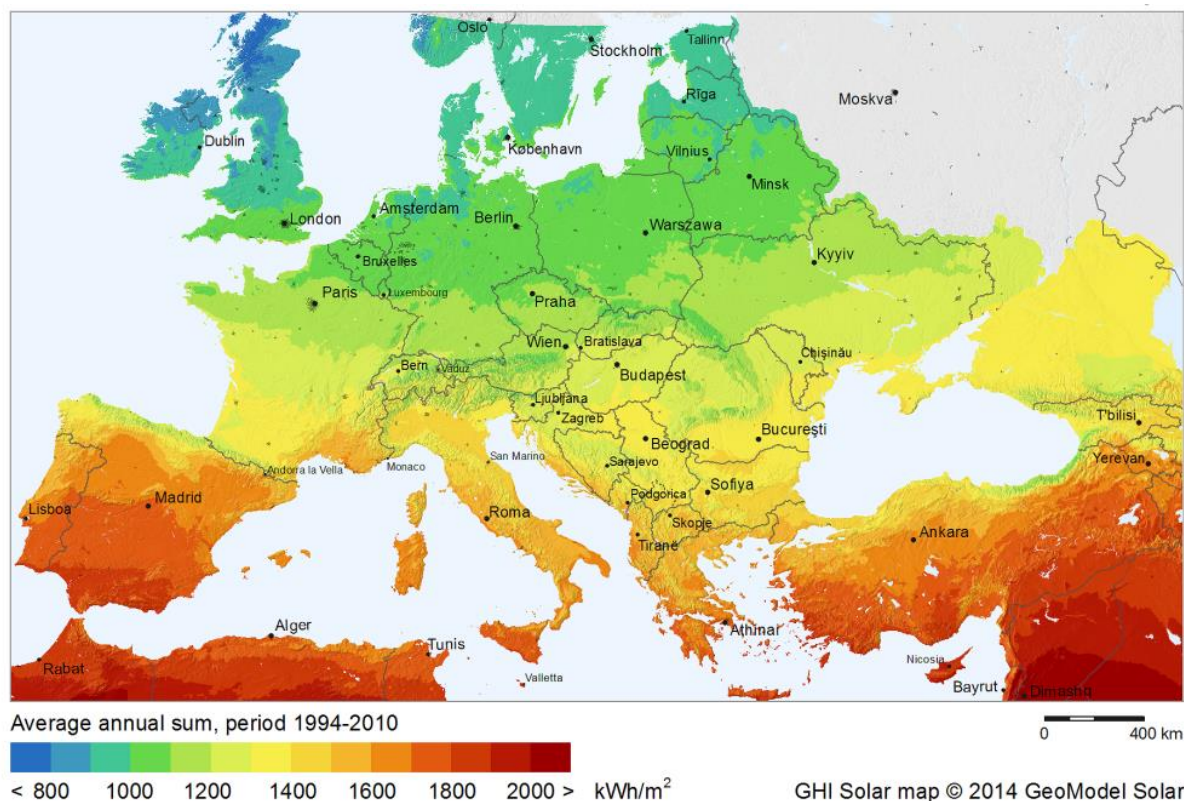


Fig. 2.2. Rrezatimi (global horizontal) diellor në Evropë⁸

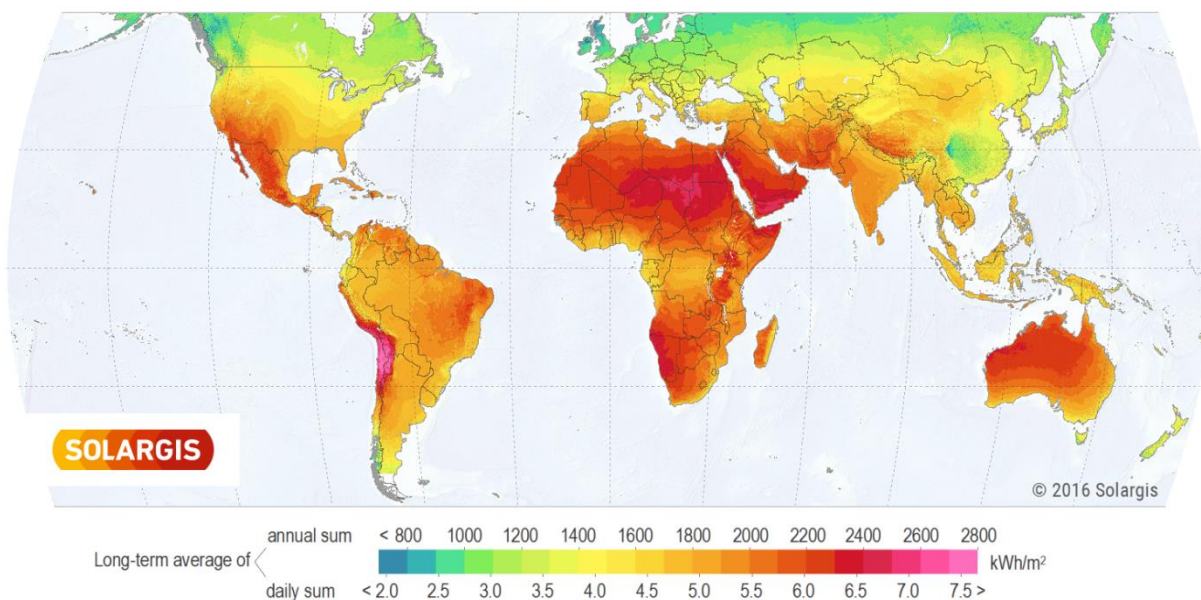


Fig. 2.3. Rrezatimi diellor horizontal në Botë⁹

⁸ <http://solargis.com/assets/graphic/free-map/GHI/Solargis-Europe-GHI-solar-resource-map-en.png>

⁹ <http://solargis.com/assets/graphic/free-map/DNI/Solargis-World-DNI-solar-resource-map-en.png>

2.2. Sistemet diellore për ngrohjen e ujit

Mund të themi se kërkesa më e popullarizuara për ngrohjen e ujit në shtëpitë është përmes sistemeve diellore. Popullariteti i këtyre sistemeve është i bazuar në faktin se këto sisteme janë relativisht të thjeshta dhe të qëndrueshme. Ky sistem punon me temperatura të ulëta.

Konsumi komerciale në botë për ngrohje e ujit në temperaturë të ulët vlerësohet të jetë rreth 10 EJ në vit për prodhimin e ujit të nxehtë, që është ekuivalent me 6 trilionë m² të sipërfaqes së kolektorit (Turkenburg, 2000).

Ekzistojnë dy lloje të sistemeve diellore për ngrohjen të ujit:

- **Sistemet e drejtpërdrejta apo të hapura**, në të cilën fluidi punues është ngrohur direkt në kolektor.
- **Sisteme të tërthorta ose të mbyllura**, në të cilën fluidi punues ngrohet në kolektorë diellore dhe atë nxehtësi të marrur në kolektor përmes bartësit të nxehtësisë ja sjellë këmbyesit të nxehtësisë në akumulues termik (bojler diellore) i cili ja kalon ujit sanitare.

Sistemet ndryshojnë gjithashtu në lidhje me mënyrën se si bëhet transferimi i nxehtësisë përmes fluidit punues:

- **Sistemet natyrore** (ose sistemet pasive).
- **Sistemet me qarkullim të detyruar** (ose sistemet aktive).

Kemi disa llojet të sistemeve të energjisë diellore që mund të përdoren për të ngrohur ujin e nxehtë, ku do ti përmendim disa që kanë përdorim me të gjere, siç janë:

a. **Shfrytëzimi pasiv i energjisë diellore** (sistemet pasive):

- Termosifon (direkte dhe indirekte),
- Arkitektura që shfrytëzon energjinë diellore,
- Shfrytëzimi i energjisë diellore për ndriçim.

b. **Shfrytëzimi aktiv i energjisë diellore** (sistemet aktive):

b.1 Shfrytëzimi termik ku hyjnë:

- Sistemet me qarkullimi të detyruar,
- Sistemet e ajrit - ngrohësi diellor i ajrit për shtëpi,
- Sistemet për ngrohjen e pishinave etj.

b.2 Shfrytëzimi fotovoltai (FV):

2.2.1. Shfrytëzimi pasiv i energjisë diellore

Për shfrytëzimin pasiv të energjisë diellore nuk nevojiten pajisje tjera të veçanta.

➤ **Termosifon**

Sistemet termosifon përdorin konveksionin natyror dhe punojnë pa kontrollues dhe pompë. Të sistemet e termosifonit, të treguar në figurat e mëposhtme, qarkullimi i fluidi bëhet nga forca e gravitetit.

Pra efekti i termosifonit ndodh sepse dendësia e ujit bie me rritjen e temperaturës. Qarkullimi fillon atëherë kur fluidi është më i nxehtë në kolektor se sa në akumulues, dhe sa ma të forta që të jenë rrezet e diellit aq më e madhe është diferenca e temperaturës në mes të akumuluesit dhe kolektorit. Në këtë mënyrë bëhet qarkullimi vetvetiu në mënyrë natyrale dhe pa ndihmën e ndonjë energjie të huaj (pompës) dhe pa pasur elemente të tjera dirigjuese plotësuese. Lëvizja e fluidit vazhdon për sa kohë që dielli është i ndritshëm. Gypat duhet të jenë të izoluar dhe për të parandaluar humbjen e nxehtësisë dhe të pjerrët për të parandaluar formimin në xhepat e ajrit, ku këto do të ndalojnë qarkullimin e fluidit.

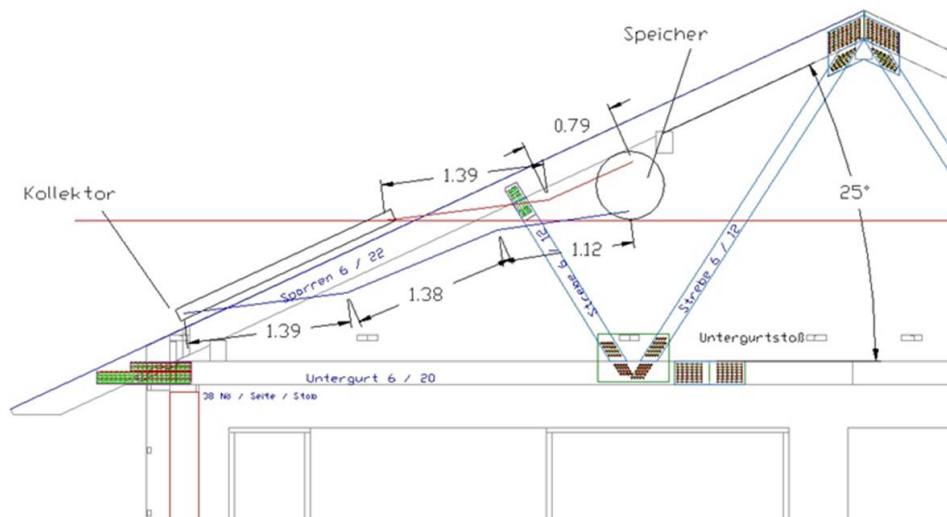


Fig. 2.4. Skema e montimit të termosifonit në Mitrovicë

Përparësitë e sistemeve termosifoneve janë se ato nuk mbështeten në pompa dhe nga kontrollorët, e që i bëjnë më të besueshme, dhe kanë një jetë më të gjatë se sa sistemet me qarkullim të detyruar. Për më tepër, ata nuk kërkojnë një furnizim elektrike për të vepruar dhe ata natyrisht rregulloj norma rrjedhin qarkullimit në fazën me nivelet e rrezatimit. Janë prej sistemeve me të lira.

Mangësia kryesor i sistemeve termosifon është se për shkak se rezervuarët e akumulimit duhen të jetë mbi kolektorë, e cila i bën ato jo shumë tërheqëse pra jo estetik.



Fig. 2.5. Vendosija e kolektorit diellore me gravitet në Mitrovicë



Fig. 2.6. Kolektori dhe bojleri

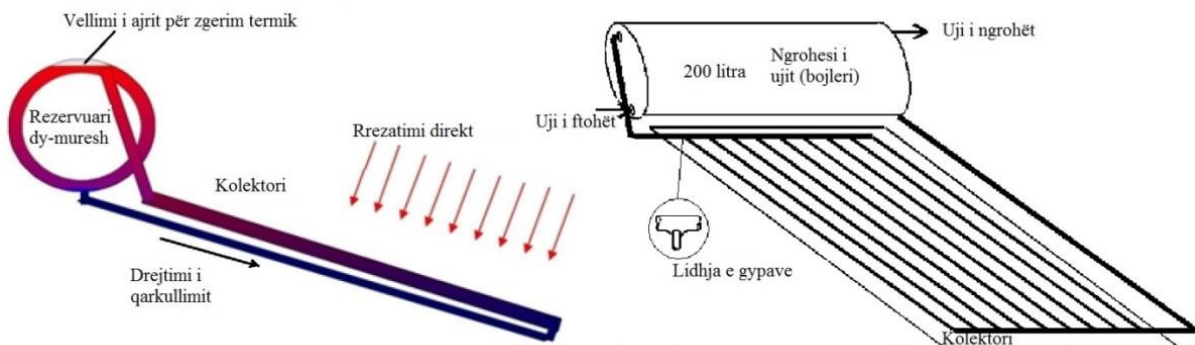


Fig. 2.7. Skema funksionale e termosifonit

➤ Arkitektura që shfrytëzon energjinë diellore

Arkitektura që shfrytëzon energjinë diellore ka si qëllim të përdorë rrezatimin diellor, mundësisht pa përdorimin e energjisë shtesë ose ndihmëse për ngrohjen e hapësirave, ku më e zakonshme është përdorimi pasiv i energjisë diellore, ku dielli direkt ngrohë dhomat tona përmes dritareve apo edhe mureve. Kështu nevoja për ngrohjen e një ndërtese mund të reduktohet shumë deri në jashtëzakonisht shumë.

Ngrohja e drejtpërdrejtë e ajrit nga rrezatimi diellor mund të jetë e dobishme për qëllimin e tharjes ose për ngrohjen e hapësirave të brendshme (që përdoren si ngrohje shtesë) normal nëse gjithmonë behën kalkulimet e duhura nëse gjithmonë investimet e arsyetojnë përfitimin.

➤ Shfrytëzimi i energjisë diellore për ndriçim

Fusha të tjera janë përdorimi i qëllimshëm i dritës së Diellit për ndriçim.

2.2.2. Shfrytëzimi aktiv i energjisë diellore

Shfrytëzim aktiv do të thotë kur energjia diellore shfrytëzohet për përdorim, me ndihmën e pajisjeve ose të sistemeve të ndryshme.

➤ Shfrytëzimi termik

Në sistemet aktive, si bartës i nxehtësisë nga kolektori gjer tek shfrytëzuesi mund të përdoret ujë apo ndonjë fluid tjetër (llojet e antifrizit) ose të sistemi i ngrohjes për pishina përdoret direkt uji i pishinave. Sistemet aktive janë zakonisht më të shtrenjta.

Përveç kësaj, sistemet aktive kërkojnë një hapësirë shtesë të nevojshme për pajisje si akumuluesi termik (bolileri diellore) për ujë të nxehtë.

Kemi disa llojet të sistemeve që bëjnë pjesë në këtë kategori si:

- a. sistemet me qarkullimi të detyruar,
- b. sistemet e ajrit - ngrohësi diellor i ajrit për shtëpi,
- b. sistemet për ngrohjen e pishinave etj.

Në rajonet me rrezatim të lartë diellor ndërtohen gjithashtu termocentrale me energji diellore, të cilët shfrytëzojnë rrezatimin diellor për t'i kthyer lëngjet në avull, i cili më pas vë në lëvizje turbinat për prodhimin e energjisë elektrike.

Pompat që përdoren për shumicën e sistemeve aktive, kanë shpenzime të ulëta ku kryesisht janë pompa centrifugale, të cilat shpenzojnë 30-50 W energji elektrike për të punuar.

Përdorimi i energjisë diellore për prodhimin e ujit të ngrohtë për përdorim familjar dhe për mbështetjen e sistemit të ngrohjes. Në pjesën më të madhe ajo i shërben furnizimit të ndërtesës ku ndodhet sistemi.

a. Sistemet me qarkullim të detyruar

Në figurën 2.8. është paraqitur një panel diellor termik i ujit me sistem të qarkullimit të detyruar si dhe funksionimi themelor i tij.

Ku parimi i punës së tij është: kolektorët diellor (2) absorbojnë rrezatimin diellor ku këtë rrezatim e transformon në nxehtësi dhe këtë nxehtësi e bartë përmes fluidit punues (glikol-ujë) nëpërmjet sistemit të gypave deri në rezervuar (1). Përzierja glikol-ujë është përdorur për të parandaluar dëmtimin nga ngrirja. Ai qarkullon nga një pompë qarkulluese (3) në mes të kolektorit dhe këmbyesit të nxehtësisë (4) të rezervuarit sa herë që temperatura në kolektorë është më e lartë se në rezervuar (1). Puna e pompës kontrollohet nga një kontrollues me dy sensorë termik në kolektor dhe në rezervuar.

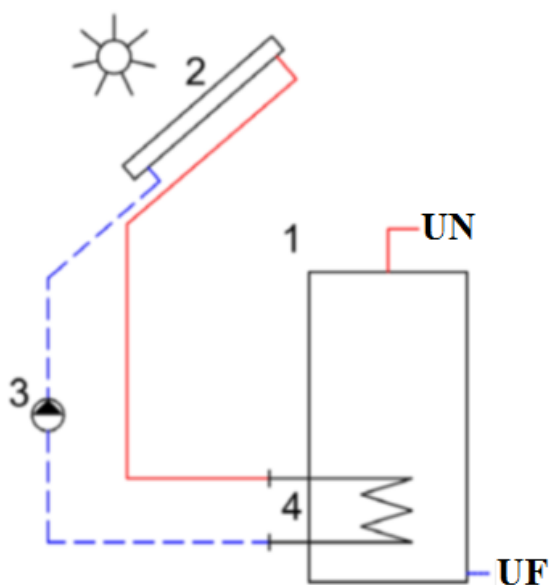


Fig. 2.8. Funksioni themelor i ngrohësit diellor të ujit me qarkullim të detyruar: UN - Uji i ngrohtë, UF - Uji i ftohtë, 1. Rezervuari, 2. Kolektori, 3. Pompa qarkulluese, 4. Këmbyesi i nxehtësisë

b. Sistemet e ajrit - ngrohësi diellor i ajrit për shtëpi

Ngrohja e drejtpërdrejtë e ajrit nga rrezatimi diellor mund të jetë për ngrohjen e hapësirave të brendshme.

Ajri ngrohet në një sipërfaqe të zezë që absorbon rrezatimin diellor, e cila është e mbuluar nga qelqi. Ajri i ngrohtë bartet zakonisht nga një ventilator në një kanal të izoluar i bërë nga druri apo fletët metalike.

Ekzistojnë kolektor ajri profesional (figura 2.9.) si njësi të mbyllura në dispozicion në treg (p.sh. Grammer Solar, www.grammer-solar.com). Kolektorët e ajrit gjithashtu mund të përdoren për ngrohjen e hapësirave, si pjesë e ndërtimit të shtëpive, siç është treguar në figurën 2.10.

Përparësitë e kolektorëve të ajrit:

- i mundshëm realizimi me investim të vogël,
- teknikë e besueshme dhe e thjeshtë.

Dobësitë e kolektorëve të ajrit:

- ruajtja e nxehtësisë me ajër është e limituar¹⁰.

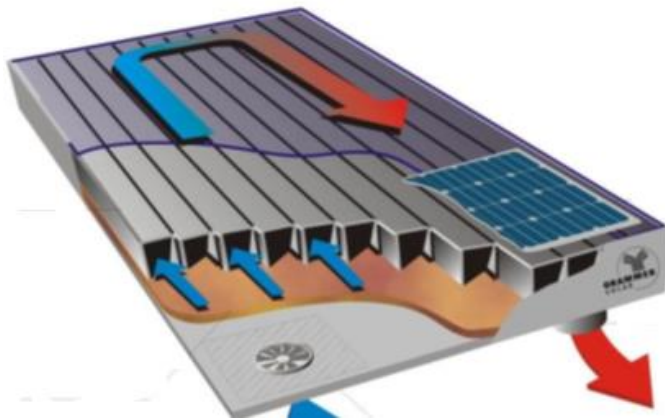


Fig. 2.9. Kolektor diellor nga ajri me ventilator të integruar dhe furnizim me energji elektrike me panel fotovoltaik¹¹

Përparësitë e këtij sistemi janë se ajrit nuk ngrihet, pra nuk ka nevojë të jetë i mbrojtur nga ngrirja, nuk avullon, është jo korrozivë dhe është pa pagesa. Përveç kësaj, sistemi është më kosto të arsyeshme, sepse nuk ka valvule të sigurisë apo enët e zgjerimit të cilat janë të nevojshme për sistemet me qarkullim të detyruar.

Të metat janë se për këto sisteme duhen kanale të ajrit dhe ventilatori për bartjen e ajrit nga kolektori në dhomë. Nëse e krahasojmë shpenzimin e pompave me ventilatorin atëherë ventilatorët janë shpenzues me të mëdhenj ndërsa sa i përket gypave dhe kanaleve, kanalet zënë hapësirë me të madhe se sa gypat për transportim të fluidit punues, si përfundim në këto dy pika sistemet diellore me ajër janë me të shtrenjta.

¹⁰ B. Sitzmann, '10' (2017) <<http://www.iadk.org/Portals/0/2013/Analiza%20e%20fizibilitetit%20p%C3%ABr%20energjin%C3%AB%20e%20rip%C3%ABrt%C3%ABritshme%20n%C3%AB%20bujq%C3%ABsi.pdf>>.

¹¹ Burimi: Grammer Solar; Gjermani

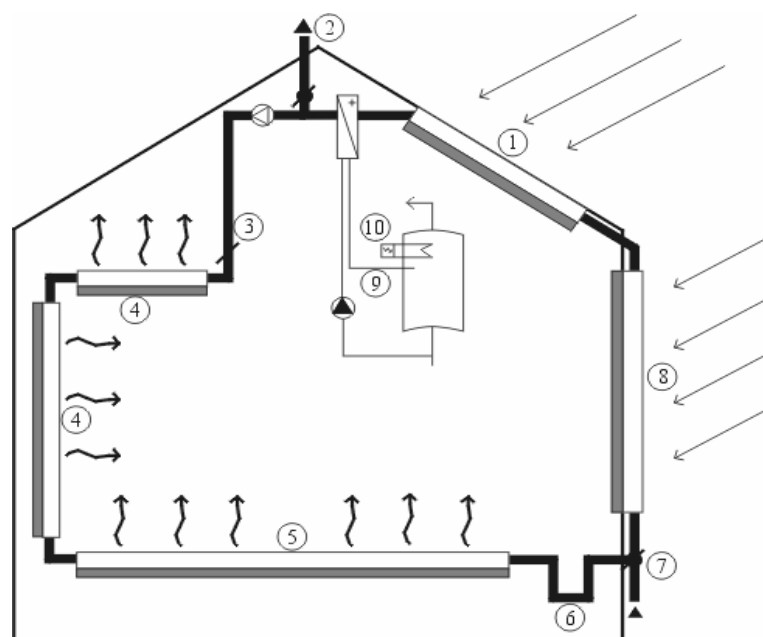


Fig. 2.10. Kolektor ajri i integruar për ngrohjen e hapësirës.

c. Sistemet për ngrohjen e pishinave

Sistemet për ngrohjen e pishinave nuk kërkojnë akumulues të veçantë për ruajtjen e nxehtësisë të marrur në kolektorë, sepse vetë pishina shërben si akumulues.

Të ky sistem përdoren kolektorët plastike pa veshje xhami që janë vetëm për ngrohjen e ujit të pishinave të hapura dhe është e preferushme të vendosen me ndonjë material që përthithë maksimalisht rrezet e diellit, vendi më i përshtatshëm është vendosja mbi kulmin e një ndërtese ndërsa temperaturat që arrijnë uji në këta kolektorë janë 20 deri në 35°C. Ndërsa temperatura në mungesë të qarkullimit mund të arrihet deri në 80°C.

Në shumicën e rasteve, përdoret pompa dhe filtri për pastrimin e ujit i cili shkon në kolektorë (gypat plastike) për tu ngrohur.

Lloji kryesor i gypit (kolektorit) që përdoret për ngrohjen e ujit në pishina është gypi plastike i ngurtë i zi nga polypropylene.

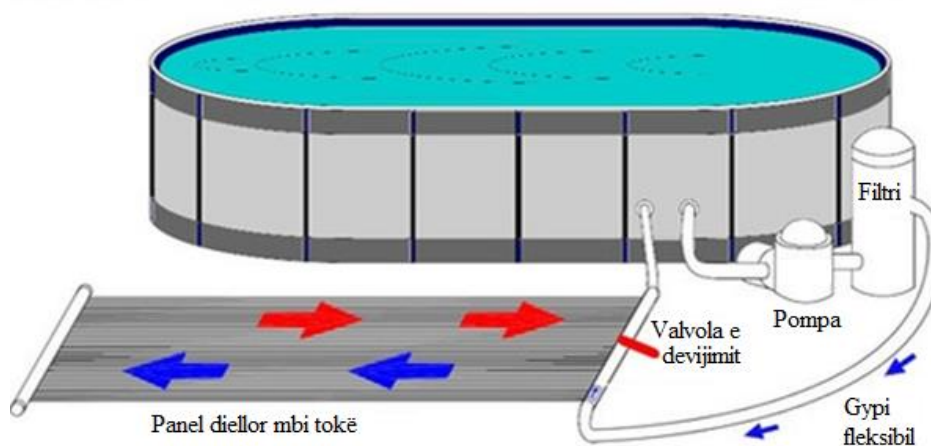


Fig. 2.11. Ngrohja e ujit të pishinës: 1 pompa, 2 filtri, 2 gypi i dërgimit-uji i ftohet dhe gypi i kthimit- uji i nxeht, 3 kolektori i shtrire në tokë

Shfrytëzimi fotovoltai

- Ky sistem benë shndërrimin e drejtpërdrejtë të rrezatimit diellor në energji elektrike.

2.3. Rrezatimi mbi sipërfaqen horizontale

Nga praktika e dimë se rrezatimi në sipërfaqe të pjerrët është më i lartë se rrezatimi horizontal për arsye se rrezet e diellit bien në një këndë të caktuar varësisht prej stinës ndërsa rendimenti maksimal i kolektorit diellore është atëherë kur rrezet bien pingul në kolektorë (në kënd të drejtë) kështu që kërkohet të dihet rrezatimi diellor në sipërfaqen e rrafshët të kolektorit diellor. Ndërsa Institutet e Meteorologjisë paraqesin matjen e rrezatimit në rrafshin horizontal, që njihet edhe si rrezatimi global në një sipërfaqe horizontale, ndërsa kolektorët diellore montohen në kënd të pjerrët për përthithjen maksimale të rrezeve të diellit.

Toka lëviz në një trajektore për rreth Diellit. Kjo lëvizje zgjat 365 ditë e 6 orë. Për këto gjashtë orë, për çdo katër vite ndodh kompensimi i tyre dhe fillohet me përsëritjen e ditëve të njëjta. Katër stinët e vitit ndodhin si rezultat i rrotullimit të Tokës përgjatë boshtit të saj, i cili është i devijuar për $23,3^\circ$ shkallë karshi sipërfaqes së rrafshët (planit).¹²

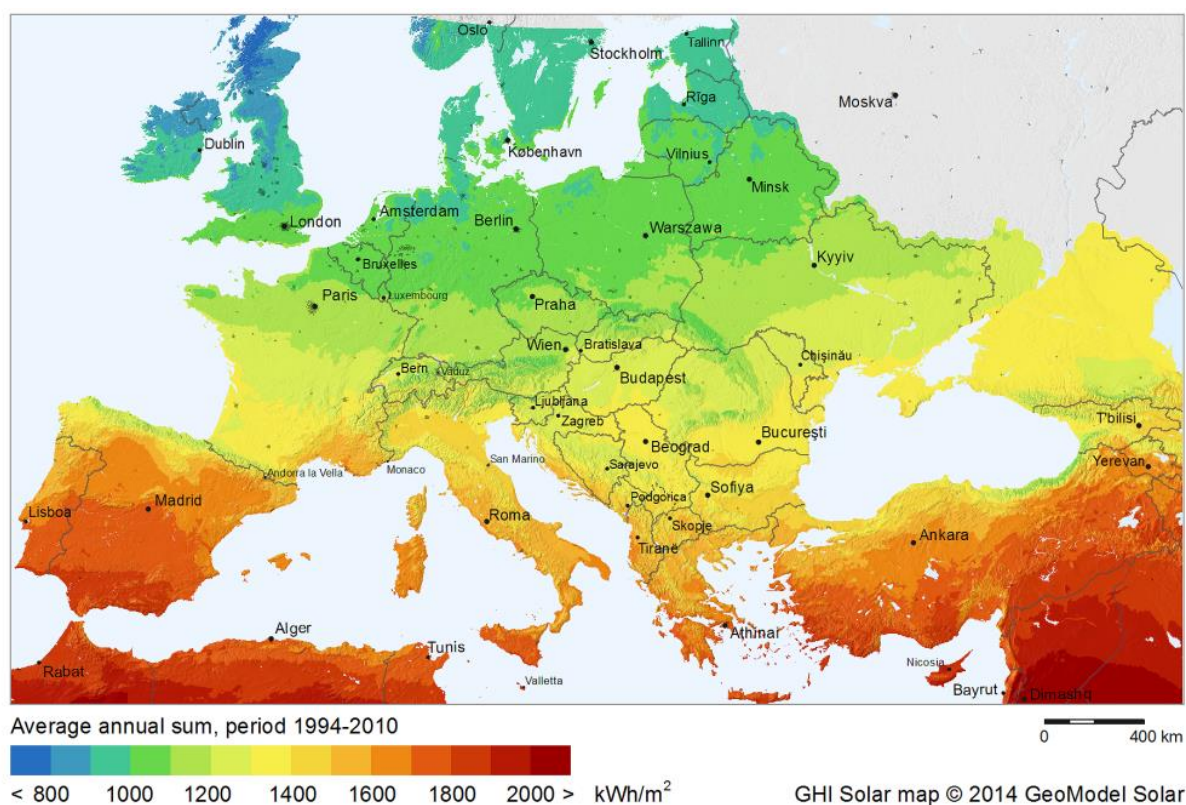


Fig. 2.12. Harta e rrezatimit horizontal në Evropë [kWh/m²]¹³

¹² B. Bernhard, F. Krebs, dhe F. Peter, 'Impulsprogramm stimulues kardiak Bundesamt für Konjunkturfragen Diellore Warmwasser- ERZEUGUNG' 13 ch 2. Meteorologische Grundlagen
<<http://www.energie.ch/bfk/pacer/213D.pdf>>

¹³ Burimi: <http://solargis.com/assets/graphic/free-map/GHI/Solargis-Europe-GHI-solar-resource-map-en.png>

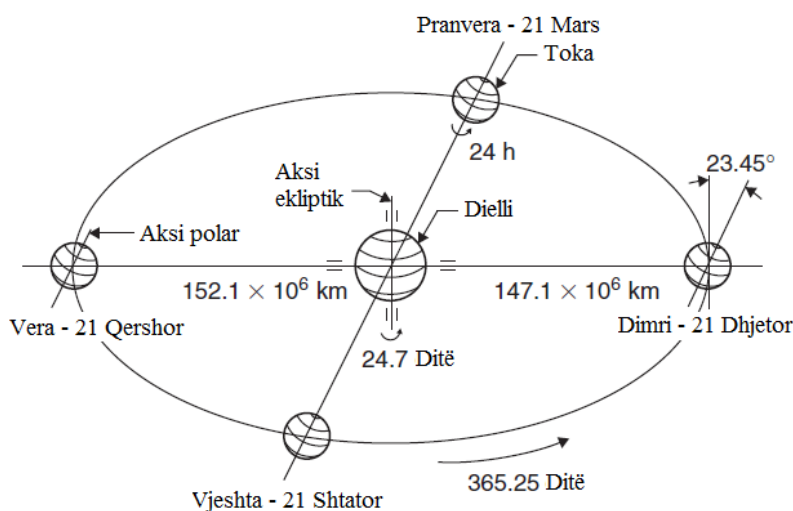


Fig. 2.13. Rrezatimi diellor Global

2.4. Rrezatimi mbi sipërfaqen e rrafshet plane (të 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 sofistikuara) gjë e cila do të rriste koston e sistemit në mënyrë të konsiderueshme. Është e rëndësishme të theksohet se rrezatimi në sipërfaqe të pjerrët është më i lartë se rrezatimi në një sipërfaqe horizontale.

Vlera e rekomanduar për Kosovë për instalimin paneleve diellore, nëse favorizohet vera është $(20-30)^\circ$, për dimër merret $(60-65)^\circ$ apo komplet vitin është $(35-45)^\circ$. Për gjatë rrugëtimit vjetor të Tokës rreth Diellit ndryshon lartësia maksimale e Diellit për 47° .

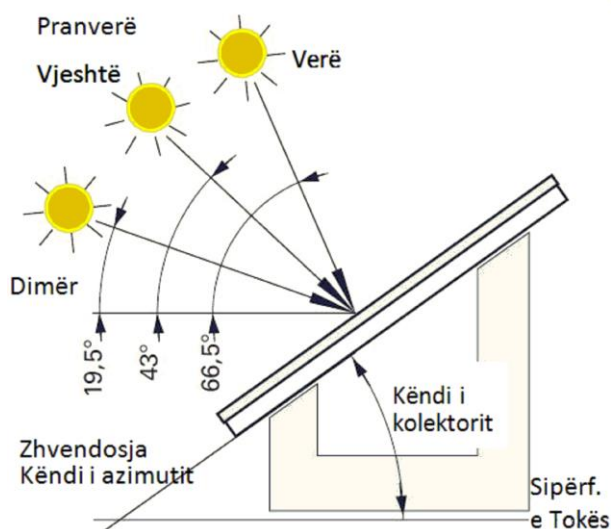


Fig. 2.14. Rrezatimi mbi sipërfaqen e rrafshët (plane)

Në mënyrë që të shfrytëzohet sa më mirë rrezatimi diellor, sipërfaqja e kolektorit duhet të qëndrojë normal në raport me këndin e rënies së rrezeve të Diellit (si në figurën 2.14.). Por, meqë pozita e Diellit ndryshon gjithmonë, kjo është e pamundur. Këndi i sipërfaqes së

kolektorit për këtë arsye vendoset normal në këndin e rënies së rrezeve të Diellit atëherë kur rrezatimi diellor është më i fuqishëm¹⁴.

2.5. Orientimi i sipërfaqes së kolektorit (kthimi kah Jugu)

Këndi i orientimit të sipërfaqes, e cila ndryshe quhet edhe si azimuth, përcakton kthimin e kësaj sipërfaqe nga JUGU (si në figurë).

Përcaktim:

Orientimi i saktë në drejtim të LINDJES = -90° Orientimi i saktë në drejtim të JUGUT = 0°
Orientimi i saktë në drejtim të PERENDIMIT = $+90^\circ$

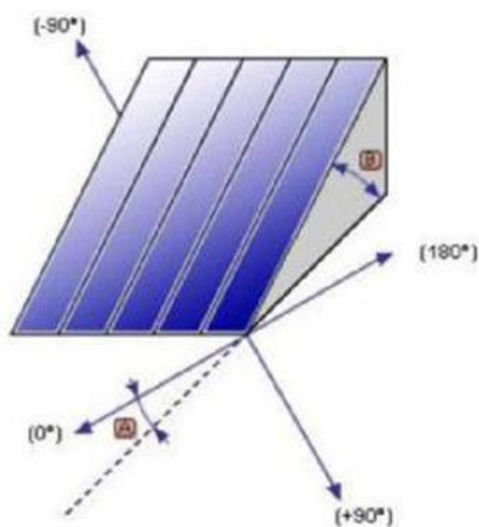


Fig. 2.15. Orientimi i kolektorit diellor

Sipërfaqja që është orientuar nga JUGU mund të absorbojë sasinë më të madhe të energjisë diellore. Sipërfaqja që është orientuar nga LINDJA mund të absorbojë sasinë më të madhe të energjisë diellore në mëngjes dhe pasdite. Ndërsa, sipërfaqja e orientuar nga PERENDIMI, mund të absorbojë sasinë më të madhe të energjisë diellore vonë pasdite dhe në mbrëmje.

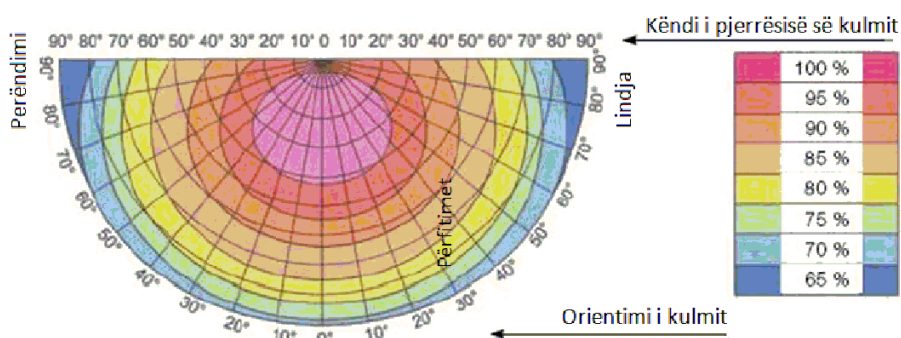


Fig. 2.16. Ndikimi i orientimit, këndi i pjerrësisë dhe hijezimi në absorbimin e rrezatimit diellor

¹⁴ B. Bernhard, F. Krebs, dhe F. Peter, 'Impulsprogramm stimulues kardiak Bundesamt für Konjunkturfagen Diellore Warmwasser - ERZEUGUNG' 15 ch 1. Sonnenkollektor <<http://www.energie.ch/bfk/pacer/213D.pdf>>

2.6. Orientimi dhe pjerrësia optimale e kolektorit diellorë

2.6.1. Orientimi i kolektorëve dhe këndi i azimitit

Orientimi i kolektorëve duhet të jetë i tillë që kolektori të jetë në gjendje që të absorbojë sa më shumë kohë gjatë ditës rrezet e diellit. Në hemisferën veriore, në të cilën gjendet Kosova, kolektorët duhet të orientohen kah jugu në azimut. Këndi i azimitit, është devijimi i rrafshit të kolektorit nga jugu, me kënd të rrafshit të kolektorit të orientuar kah jugu, këndi i azimitit është 0° . Meqë rrezatimi diellor është më intensiv në mesditë, rrafshi i kolektorit duhet të orientohet sa më afër që është e mundur nga jugu. Devijimi nga jugu deri në 45° në juglindje ose jugperëndim është i pranueshëm. Në këtë rast duhet të rritet sipërfaqja e kolektorëve në mënyrë që të kompensohen humbjet e krijuara nga devijimi nga këndi i azimitit.

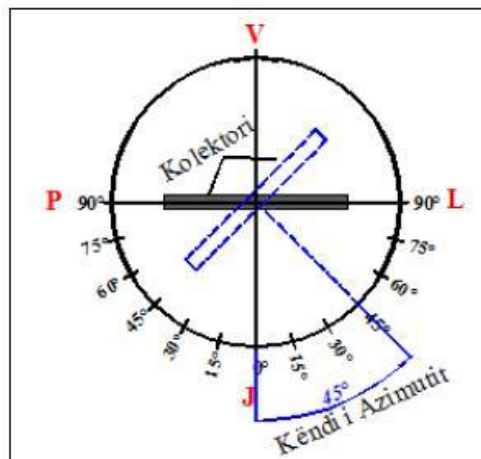


Fig. 2.17. Këndi i azimitit 45° nga lindja

2.6.2. Këndi i pjerrësisë së kolektorëve

Këndi i pjerrësisë është këndi midis rrafshit horizontal dhe kolektorit diellor, (shih figurën 2.18.). Për kolektorët e integruar në kulm, këndi është vetë këndi i kulmit i cili në këtë rast është edhe këndi i kolektorit. Sasia më e madhe e energjisë që e absorbon kolektori nga Dielli është kur kolektori është në kënd të drejtë me rrezet e diellit.

Në praktikë këndi i pjerrësisë së sipërfaqes së kolektorit ndërmjet 30° deri në 45° konsiderohet si ideal në periudha të ndryshme të vitit veprimi i rrezeve të diellit në tokë bëhet në kënde të ndryshme siç shihet në figurën 2.18.

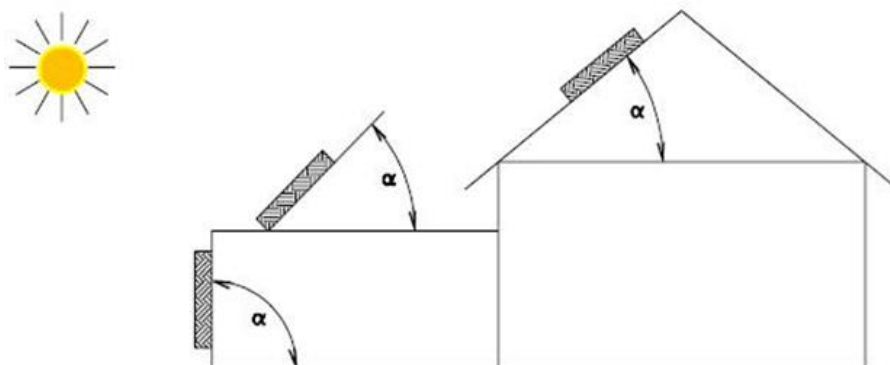


Fig. 2.18. Pozitat e kolektorit me këndin e pjerrësisë

Është me rëndësi të përmendet se këndi i kolektorit në krahasim me rrafshin horizontal nuk mund të jetë më i vogël se 20° pasi ka mundësi që kolektori, për shkak të pjerrësisë së vogël, të mbulohet me papastërti dhe uji i shiut nuk mund ta pastrojë atë.

Pra, zgjedhja e orientimit dhe këndit të pjerrësisë së kolektorëve diellorë apo moduleve fotovoltaike është çështja më e rëndësishme për të përmirësuar efikasitetin e këtyre kolektorëve dhe moduleve. Orientimi optimal i kolektorit diellor është ai nga Jugu, për Hemisferën Veriore. Ndërsa, këndi kundrejt rrafshit horizontal për të cilin totali mesatar mujor i rrezatimit diellor është maksimal quhet kënd optimal.

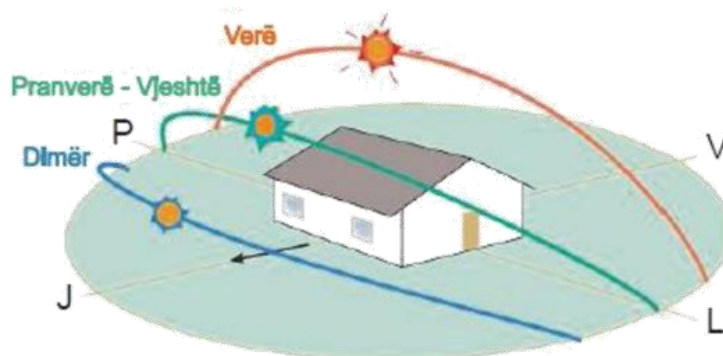


Fig. 2.19. Pozitat e diellit gjatë stinëve të vitit.

2.7. Kosova

Klima në Kosovë është i ndikuar nga klima kontinentale me mot shumë të nxehtë në muajt e verës, ku temperaturat mund të arrijnë mbi 40°C dhe mot të ftohtë në sezonin e dimrit. Temperaturat gjatë dimrit mund të bien nën -25°C .

Rrezatimi global sillet rreth 1400 kWh/m^2 në vit në Kosovë. Dallimi në rrezatim brenda vendit është në mes të 1200 dhe 1500 kWh/m^2 në vit. Pasi që rrezatimi global në mesatare është për 23% më i lartë se në një qytet mesatar në Evropë, regjioni është i përshtatshëm për përdorimin e energjisë diellore.

Potenciali i diellit në Kosovë

Kosova shtrihet në gjatësinë gjeografike prej $41^\circ 52'$ deri $43^\circ 16'$, gjerësinë gjeografike prej $19^\circ 59'$ deri $21^\circ 16'$. Rrezatimi diellor në Kosovë vlerësohet të jetë ndërmjet 1500 dhe 1650 kWh/m^2 në vit. Me afërsisht 278 ditë me diell, Kosova mund të konsiderohet si një vend që ka predispozita të qarta për shfrytëzimin të këtij burimi. Po ashtu, edhe intensiteti i rrezeve gjatë këtyre ditëve konsiderohet të jetë i ngjashëm me vendet të cilat vetëm kanë filluar të instalojnë panele solare. Bazuar në pozitën gjeografike dhe kushtet klimatike të Kosovës, energjia diellore mund të shfrytëzohet në masë të konsiderueshme për ngrohjen e ujit sanitar dhe për prodhim të energjisë fotovoltaike. Sipas të dhënave nga Zyra e Rregullatorit të Energjisë në Kosovë, vlerësohet të këtë mundësi të prodhimit të energjisë nga dielli afërsisht 1100 kWh deri 1250 kWh për m^2 në vit. Kurse sipas Ministrisë së Zhvillimit Ekonomik të Kosovës, rrezatimi diellor në vendin tonë vlerësohet të jetë ndërmjet 1500 dhe 1650 kWh/m^2 në vit. Kjo arrihet poqë se kolektori diellor është i vendosur në pozitë ideale. Vonesat e aprovimit të tarifave nxitëse për energjinë elektrike nga dielli e kanë pamundësuar zhvillimin e prodhimit të kësaj energjie shumë të rëndësishme për zhvillimin ekonomik¹⁵.

¹⁵ http://www.kas.de/wf/doc/kas_38172-1522-33-30.pdf?140626104636

2.7.1. Nën zonat klimatike të Kosovës

Sipas intensitetit të rrezatimit diellor, Kosova mund të ndahet në katër breza apo zona të diellore me rrezatim të përafërt, si në figurën 2.20. Dihet që Kosova është e vogël nga pikëpamja e madhësisë së territorit.

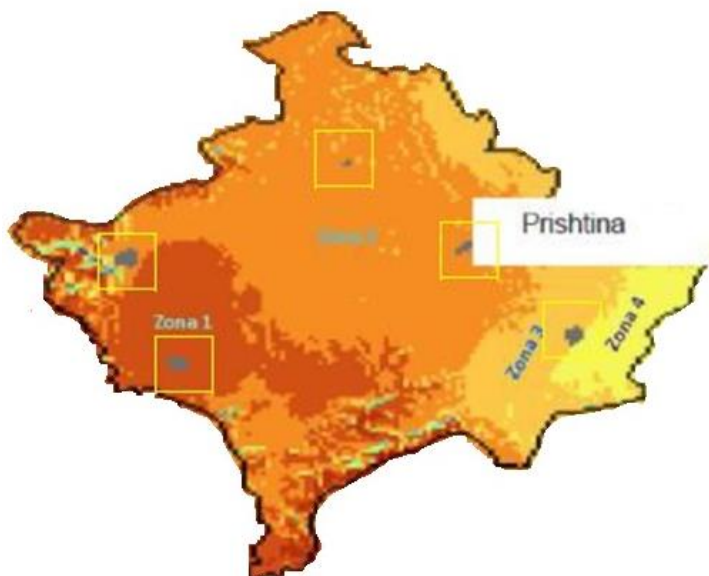


Fig. 2.20. Rrezatimi diellor horizontal në Kosovë sipas nënzonave klimatike

Ndërkohë shpërndarja e densitetit të popullsisë është më e madhe në zonën qendrore dhe perëndimore se sa atë lindore të Kosovës. Prandaj edhe ndarja në tri zona është një përafrim i pranueshëm, meqë rrezatimi diellor në Zonën 3 dhe Zonën 4 nuk ndryshon shumë, si dhe mundësitë për të shfrytëzuar gjerësisht energjinë diellore në Zonën 4 (e cila është më e vogla sa i takon sipërfaqes) nuk janë aq të mëdha praktikisht. Ndarja e komunave sipas zonave të intensitetit të rrezatimit diellor paraqitet në tabelën 5.

Tabela 5. Ndarja e komunave të Kosovës sipas nënzonave klimatike

Nr.	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
1	Pejë	Prizren	Podujevë	Gjilan
2	Deçan	Dragash	Novobërdë	Viti
3	Gjakovë	Mitrovicë	Kamenicë	Kaçanik
4	Kline	Skenderaj	Istog	Shtërpçë
5	Rahovec	Glllogoc	Zubin Potok	
6	Suharekë	Obiliq	Leposaviq	
7	Malishevë	Fushë Kosovë	Zveçan	
8		Lipjan	Vushtrri	
9		Shtime		
10		Prishtinë		
11		Ferizaj		

2.8. Rrezatimi i diellit gjatë vitit në Kosovë

Rrezatimi diellor: 1400 kWh/m² vit

Në vazhdim po japim të dhënat për tri qytete të Kosovës:

- Prishtinën,
- Prizrenin dhe
- Pejën.

Orë me diell në vit:

- Prishtina 2153,2 orë,
- Prizreni 2131.8 orë dhe
- Peja 1974 orë

Mesatarja e tyre: 2086,3 orë me diell në vit

➤ **Numri mesatar i orëve me diell të përlogaritura për një ditë:**

- Prishtina 5,9 orë me diell në ditë,
- Prizreni 5,8 orë me diell në ditë dhe
- Peja 5,4 orë me diell në ditë.

Mesatarja e tyre: 5,7 orë me diell në ditë.

Frekuenca (shpeshtësia) e ditëve pa diell:

- Prishtina 43,2 ditë fare pa diell,
- Prizreni 57,7 ditë fare pa diell dhe
- Peja 60,3 ditë fare pa diell.

Mesatarja e tyre: 53,7ditë fare pa diell (Nëse shprehet në përqindje 14,71 %).

Frekuenat (shpeshtësia) e ditëve të kthjellëta me mbulesë të qiellit:

Shuma vjetore:

- Prishtina 113,8 ditë ose 31,2 %,
- Prizreni 120,3 ditë ose 32,9 % dhe
- Peja 119,3 ditë ose 32,6 %.

Mesatarja e tyre: 117,8 ditë ose 32,2 %.

3. PAJISJET PËR SHFRYTËZIMIN TERMIK TË ENERGJISË DIELLORË

Ekzistojnë disa mënyra të shfrytëzimit të energjisë diellore, ku në këtë kapitull do të ndalemi vetëm të shfrytëzimi termik i energjisë diellore ku njëherit është edhe mënyra me e lehtë e shfrytëzimit të energjisë diellore.

Kemi dy lloje sistemesh, sistemi me:

- **Pompa qarkulluese** (ku lëvizja e fluidit punues bëhet përmes pompës) dhe
- **Qarkullimi nga forca e gravitetit** (ku fluidi i ngrohte më peshë specifike të zvogëluar në krahasim me fluidin e ftohte, ngritët lart gjatë ngrohjes në kolektor dhe rrjedh lartë kah akumuluesi, deri sa në anën tjetër fluidi i ftohtë prej akumuluesit rrjedh në kolektor. Qarkullimi fillon atëherë kur fluidi është më i nxehte në kolektor se sa në akumulues, dhe sa ma të forta që të jenë rrezet e diellit aq më e madhe është diferenca e temperaturës në mes të akumuluesit dhe kolektorit. Në këtë mënyrë bëhet qarkullimi vetvetiu në mënyrë ideale dhe pa ndihmën e ndonjë energjie të huaj (pompës) dhe pa pasur elemente të tjera dirigjuese plotësuese).

Pajisjet kryesore të shfrytëzimit termik të energjisë diellore janë:

- Kolektorët diellore,
- Akumuluesit termik (bojlerët diellore),
- Pompa dhe pajisjet tjera,
- Rregullatori (kontrolluesi),
- Ena e zgjerimit etj.

3.1. Kolektorët diellorë

Kolektori diellore luan rolin e burimit të nxehtësisë, ku është pjesa themelore e sistemeve diellore termike dhe shërben për kapjen e rrezatimit diellor. Ai përthith rrezet e diellit dhe bënë shndërrimin e tyre në nxehtësi dhe përmes fluidit (p.sh. ujit, glykolit ose përzierjes së ujit me glykol) bënë transmetimin e kësaj nxehtësie të marrur nga dielli deri të akumuluesi, ku akumuluesi luan rolin e ftohësit i cili nxehtësinë e marrur nga kolektori ja bartë ujit sanitar të cilin ne e përdorim për nevoja të ndryshme. Rrezatimi diellor është energjia në formën e rrezatimit elektromagnetik nga rrezatimi infra i kuq (i gjatë) tek rrezatimi ultravjollcë gjatësi vale (e shkurtër).

Ekzistojnë kolektorë të llojeve të ndryshme, ne do ti cekim vetëm ata që kanë përdorim më të gjerë siç janë:

- Kolektorët e rrafshët,
- Kolektorët gyporë me vakum,
- Absorbuesi i pishinave



Fig. 3.1. a) kolektori i rrafshët, b) kolektori gyporë me vakum dhe c) absorbuesi i pishinave

3.1.1. Pajisjet përbërëse të kolektorit

Pjesët përbërës të kolektorit diellore janë:

1. Xhami diellorë,
2. Rrezatimi i cili reflektohet nga xhami diellorë,
3. Rrezatimi i cili reflektohet nga absorbuesi,
4. Absorbuesi,
5. Izolimi termik,
6. Pllaka e poshtme,
7. Korniza,
8. Hermetizuesi (mbyllësi),
9. Vrima për ventilim¹⁶.

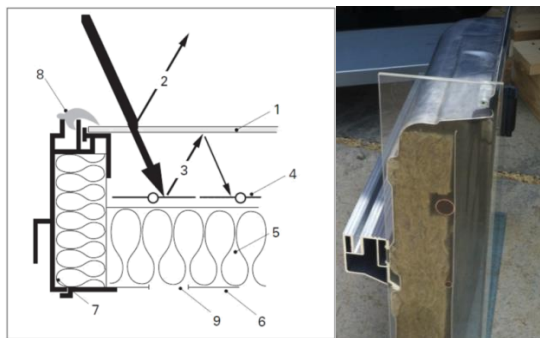


Fig. 3.2. Elementet e kolektorit të rrafshet.

3.1.2. Parimi i punës së kolektorit diellorë

Kolektorët diellorë janë pajisje që shërbejnë për shndërrimin e energjisë diellore në energji termike. Kolektorët diellorë diellore përbehet prej tri elementeve që kanë rëndësi me të madhe dhe luajnë rolin kryesorë siç janë: përthithësi, izolimi termik dhe xhami.

Nëse ka diell dhe moti është i kthjellët atëherë do të kemi shkallën maksimale të shfrytëzimit të kolektorit diellore. Rruga e rrezeve të diellit është kjo: kalon nëpër xhamin solar i cili është i ndërtuar në atë mënyrë që mos të lejoj rrezet e diellit të kthehen mbrapsht, pasi të kalojnë xhamin solar e rrezet e godasin përthithësin i cili absorbon rrezet e diellit dhe njëkohësisht ngrohet. Përthithësi përbëhet prej një sere gypash, nëpër të cilin rrymon fluidi punues si bartës i nxehtësisë, i cili nxehtësinë e marrur në kolektor e bartë në akumulues dhe akumuluesi ja kalon ujit sanitare për shfrytëzim. Nuk është e mundur që e tërë sasia e nxehtësisë që akumulohet në kolektor t'i dorëzohet mediumit të punës për shkak të humbjeve.

¹⁶ B. Bernhard, F. Krebs, dhe Fl. Peter, 'Impulsprogramm stimulus kardiac Bundesamt für Konjunkturfragen Diellore Warmwasser- ERZEUGUNG' 19 ch 2. Sonnenkollektor <<http://www.energie.ch/bfk/pacer/213D.pdf>>

Ekzistojnë tri lloje të humbjeve të nxehtësisë:

- **Me përcjellshmëri termike:** ngrohja e materialeve të ngurta dhe kontakti i tyre me trupa të ftohtë,
- **Me konveksion:** ngrohja e ajrit dhe këmbimi i tij me ajrin e ftohtë,
- **Me rrezatim:** trupi i ngrohtë i cili emeton rrezatim infra të kuq.

Në mënyrë që në kolektor energjia e përfituar të shfrytëzohet sa më maksimalisht dhe me sa më pak humbje duhet të ekzistojë izolimi i caktuar termik. Vakumi mund të konsiderohet izolator i mirë. Korniza duhet që të jetë e mbrojtur nga uji.

3.1.3. Shkalla e shfrytëzimit të kolektorit diellorë

Shkalla e shfrytëzimit të kolektorit diellorë paraqet raportin ndërmjet fuqisë së dobishme në kolektorin diellorë dhe fuqisë rrezatuese diellorë në Tokë:

$$\eta = \frac{Q_d}{Q_{rr}} \quad (3.1)$$

Q_d , [kW] - Fuqia e dobishme e kolektorit diellorë,

Q_{rr} , [kW] - Fuqia e rrezatimit në Tokë.

3.1.4. Lidhja e kolektorëve

Për të arritur sipërfaqe me të madhe absorbuese (ngrohëse) bëhet lidhja e kolektorëve mes tyre në mënyra të ndryshme.

Lidhja mund të bëhet në tri mënyra:

- Lidhja e kolektorëve diellorë në seri,
- Lidhje e kolektorëve diellorë në paralel dhe
- Lidhje të kombinuar.

Varësisht nga mënyra e shfrytëzimit të paneleve diellorë përzgjidhet edhe mënyra e përshtatshme e lidhjeve. Nëse kemi dy apo me tepër kolektorë atëherë mund edhe t'i lidhim ata në mënyra të ndryshme:

- lidhja e kolektorëve në seri bëhet në ato raste kur ne dëshirojmë që të arrijmë temperatura me të larta të fluidit punues, ndërsa të
- lidhja e kolektorëve në mënyrë paralele bëhet në ato raste kur dëshirojmë ta ngrohim fluidin punues në mënyrë uniforme. Në figurat vijuese janë paraqitur format e lidhjeve të kolektorëve diellorë ndërmjet tyre. Lidhja e kolektorëve:

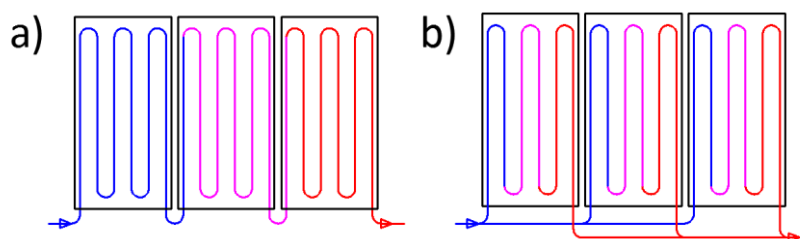


Fig. 3.3. Lidhja e kolektorëve: a) lidhja në seri dhe b) lidhja e kolektorëve në paralele

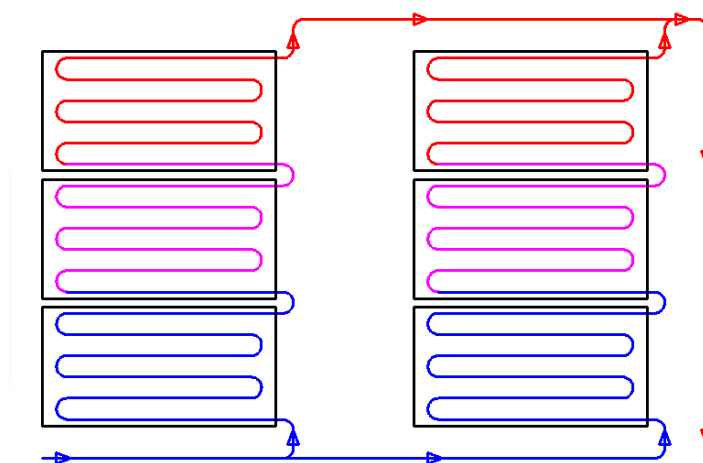


Fig. 3.4. Lidhja e kolektorëve: kombinim i lidhjes seri dhe paralele.

3.2. Akumuluesit termik (bojlerët diellorë)

Akumuluesi termik ka për detyrë që tërë sasinë e nxehtësinë të marrur në kolektorë diellorë, e të bartur përmes fluidit punues në dhe përmes këmbyesit të nxehtësisë në akumulues t'ia bartë ujit sanitare.

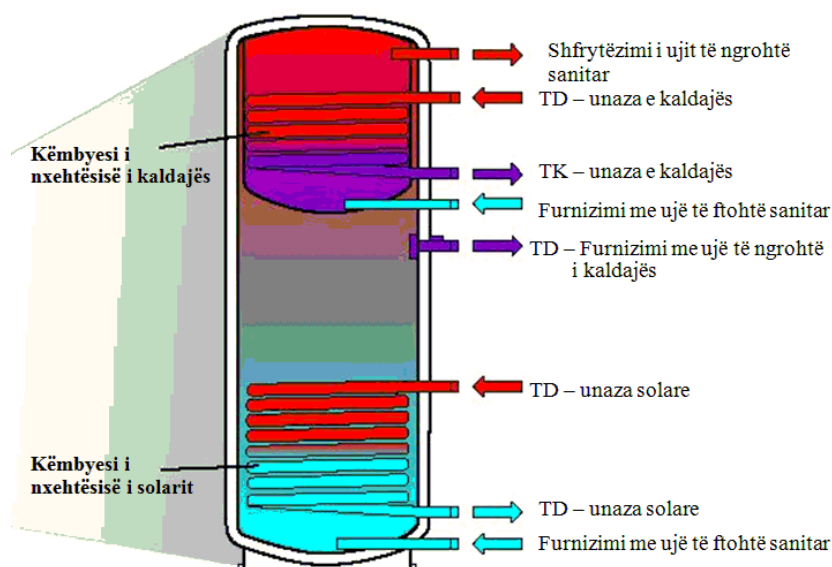


Fig. 3.5. Akumuluesit termik (Bojler) i kombinuar i pasqyruar në prerje

Llogaritja e madhësisë së akumuluesit termik varet nga kërkesat, të cilat duhet të plotësohen me anë të sistemit me energji diellore. Preferohet që akumuluesi termik të jete më i madhe

se sa që nevojitet për shkaqe sigurie dhe mundësisht që ti mbulojë shpenzimet gjatë 24 orëve.

Lidhjet e gypave në akumuluesit termik në qoftes nuk janë të rregulluara ashtu si duhet bëhen harxhime (humbje) të mëdha të energjisë. Të gjitha lidhjet duhet të jenë të lëshuara poshtë deri në 20 cm (në formën e shkronjës U që të eliminohen humbjet e nxehtësisë ose ndryshe siç quhet krijimi i sifonit në lidhjet e rezervuarit).

Në figurën 3.5. është paraqitur akumuluesit termik (bojler i kombinuar) i pasqyruar në prerje si dhe të gjitha lidhjet së për çfarë shërbejnë.

3.3. Pompa dhe pajisjet tjera (grupi i pompës)

Nëse kolektorët termik diellore janë të vendosura mbi akumulues, atëherë pompa është e domosdoshme.

Pompat janë pajisje që shërbejnë për transportimin e fluidit punues (bartësit të nxehtësisë) në lartësi dhe në largësi të ndryshme. Pompat për sistemin diellore janë të prodhuara sipas sistemit me rotor të lagur prandaj nuk kane organe mbyllëse e nuk kërkojnë mirëmbajtje.

Pompat instalohen në gypin e dërgimit, në mes të dy valvulave ndërprerës në raste të dëmtimeve të ndërrohen lehtësisht.



Fig. 3.6. Pompa dhe elementet tjera të nevojshme: 1. Pompa, 2. Matësi i qarkullimit, 3. Valvula sferike me holander, 4. Manometri, 5. Valvula e sigurisë, 6. Termometri, 7. Valvula jokthyesë, 8. Valvula për mbushje dhe zbrazje, 9. Filtri i papastërtive, 10. Valvula për ç'ajrosje.

- Matësi i qarkullimit – tregon sasinë e qarkullimit të fluidit.
- Valvula sferike me holander – mundëson çmontimin e pjesëve të sistemit për mirëmbajtje.
- Manometri – shërben për mbikëqyrjen e presionit në sistem.
- Valvula e sigurisë – mbron pjesët e sistemit nga mbi presioni.
- Termometri – tregon vlerat e temperaturave në dalje dhe në kthim.
- Valvula jokthyesë – pengon qarkullimin mbrapsht kur pompa është e fikur.

- Valvula për mbushje dhe zbrazje – mundësojnë pastrimin e detyruar me pompë shtesë, mbushjen dhe zbrazjen e sistemit, si dhe duhet vendoset në piken me të ulet të sistemit.
- Filtri i papastërtive – grumbullon papastërtitë nga sistemi i qarkullimit, veçanërisht është i nevojshëm në sistemet e mëdha.
- Valvula për ç'ajrosje – mundëson nxjerrjen e të gjithë ajrit të grumbulluar.

3.4. Rregullatori (kontrolluesi) automatik i panelit diellorë

Kontrolluesi automatik i kolektorit diellor ka për detyrë të kujdeset për funksionimin e saktë të sistemit. Për të arritur funksionimin normal dhe në parametrat e kërkuar atëherë duhet pasur kujdes që senzoret të cilët e informojnë kontrolluesin të jenë të vendosur në mënyrë të drejtë dhe mos të ndikohen nga ambienti i jashtëm për arsye së nëse ndikohen atëherë vlerat e sjellura nga senzoret nuk janë të sakta.

Në bazë të temperaturës që programohet të funksionoj sistemi atëherë edhe puna kryhet mbi ato të dhëna, pompa ndizet (fiket) në atë rast kur sensori i cili është i vendosur në kolektor i jep kontrollorit sinjalin që temperatura ka arritur vlerën e dëshiruar.

Është e rëndësishme që kontrolluesi automatik të përdoret lehtësisht dhe që funksionet të mund të shihen. Ndërsa rregullimet në kontrolluesi automatik të panelit diellor duhet të kryhen sipas udhëzimeve të prodhuesit

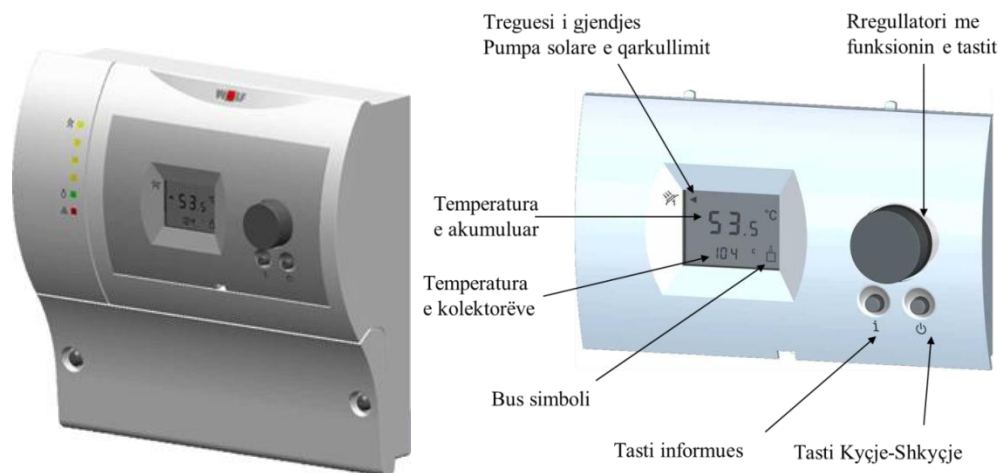


Fig. 3.7. Kontrolluesi automatik i panelit diellorë "Moduli solar SM1/2"

Detyrat kryesore të kontrolluesit automatik në një sistem panelesh diellore janë:

- Mbrojtja e sistemit,
- Dirigjimi i pompës përmes rregullimit të numrit të rrotullimeve,
- Tregues i vlerave reale të temperaturës në kolektorë,
- Identifikimi i sasisë së nevojshme të energjisë,
- Mbrojtja nga tejnxejja,
- Mbikëqyrja e sistemit,
- Matja e rendimentit etj.

3.5. Ena e zgjerimit

Ena e zgjerimit është një pajisje e cila ka një funksion shumë të madhe në funksionimin e sistemit të paneleve diellore termike, lirisht mundë të themi se nëse nuk kishë me qenë ena e zgjerimit as sistemi diellore nuk kish funksionuar.

Ena e zgjerimit ka për detyrë që ta mbaje presionin në kufijtë e lejuar pasi që me rritjen e temperaturës në kolektorin diellore proporcionalisht rritet edhe vëllimi i fluidit punues në sistem që do të thotë rritet edhe presioni në sistemi diellore për shkak të bymimit të fluidit punues pasi që është sistemi i mbyllur. Dhe kështu e tërë sasia e fluidit punues cila rritet në sistem zhvendoset në enën e zgjerimit, ndërsa kur bie temperatura prape kthehet në gjendjen e mëparshme. Ena e zgjerimit preferohet të vendoset në gypin e dërgimit dhe para pompës pasi që temperatura në këtë gypin është me e ulët, ku kemi edhe jetëgjatësi me të madhe të sajë dhe kyçja me sistemin është mirë të bëhet gjithmonë nga pjesa e epërme (membrana të këtë kyçje me rrjetin nga ana e sipërme e jo nga ana e poshtme) për shkak të rritjes se jetëgjatësisë.

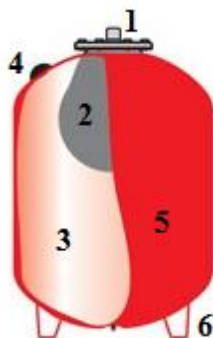


Fig. 3.8. Ena e zgjerimit e tipit te mbyllur: 1. kyçja me instalimi, 2. membrana (fluidi punues), 3. zona e ajrit ose azotit, 4. ventili për testim, 5. pjesa metalike, 6. Këmbët.

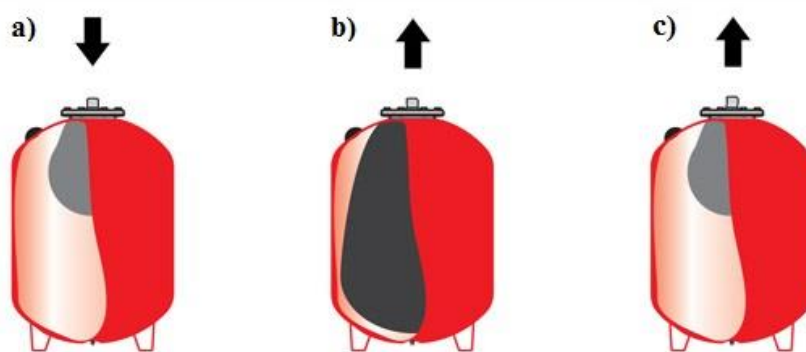


Fig. 3.9. Ena e zgjerimit në gjendje të ngarkuar: a) para fillimi të punës, b) në gjendje pune, c) pas përfundimit të punës.

3.6. Gypi i dërgimit dhe kthimit (gypat)

Për dallim prej sistemeve të ngrohjes ku gypi dërgues është gypi me fluid punues të ngrohët, ndërsa të panelet diellore termike gypi i dërgimit është gypi me fluid punues me temperaturë me të ulët se temperatura e kthimit.

Në gypin e dërgimit vendoset: ena e zgjerimit, ventili sigurues, termo-manometri ventili për mbushje zbrazje, valvolat përkatëse si dhe pompa qarkulluese e cila e merr e fluidin punues nga akumuluesi i nxehtësisë dhe e dërgon të kolektorët diellore termik për tu ngrohur.

Ndërsa gypi kthyes të panelet termike diellore është gypi cili bartë fluidin punues të ngrohur në kolektorin diellore me temperaturë me të lartë dhe e sjelle në akumuluesin termik.

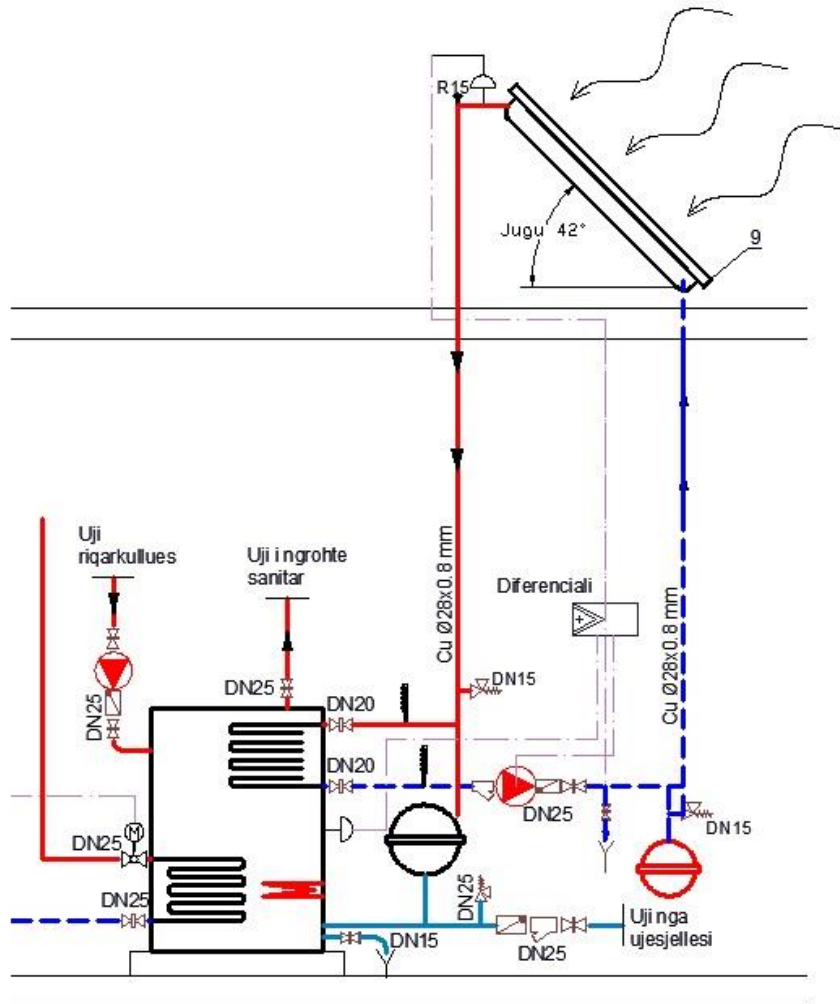


Fig. 3.10. Skema funksionale e një projekti diellore.

3.7. Fluidi (mediumi) punues

Fluidi (mediumi) punues është bartës i nxehtësisë që e merr nxehtësinë nga përthithësi (kolektori diellor) dhe atë e bartë të akumuluesi i nxehtësisë.

Fluidi punues, përveç transportimit të nxehtësisë, duhet të mbrojtë sistemin edhe nga:

- Mbrojtjen kundër ngrirjes,
- Mbrojtjen ndaj korrozionit,
- Rritjen e pikës së vlimit.

Ky lëngë varësisht nga vendi dhe temperaturat që mbizotërojnë në atë vende mund të jetë: uji, antifrizi ose përzierje e ujit me antifriz.

Uji përdoret në sisteme të hapura gjatë verës dhe në vende bregdetare ku temperaturat nuk arrijnë vlera negative p.sh. ujin që përdoret në pishina ku paraprakisht pastrohet dhe dërgohet për tu ngrohur në kolektor dhe pasi që të ngrohet kthehet në pishinë. Mirëpo duhet pasur kujdes për arsye se të sistemi me ujë ndodhe shtresimi i karbonateve në muret e gypave nëse uji ngrohet mbi 60 [°C], ashtu që pas një kohe bie edhe efikasiteti i kolektorit diellorë dhe rritet rezistenca e qarkullimit të ujit në sistem.

Antifrizi ka gjetur përdorime shumë të madhe në sistemin e shfrytëzimit të energjisë diellore, nuk ngrihet në temperatura të ulta nga -30°C gjer në -40°C varësisht nga deklarimi i prodhueseve që garanton për këto vlera. Të gjitha llojet e antifrizit janë të prodhuara mbi bazën e etilen glykolit, që d.m.th. është i helmueshëm, prandaj nuk lejohet përdorimi i drejtpërdrejt i tij në ujin sanitar¹⁷.

Të ne përdoret një përzjerje e ujit me glykolin. Përdoren etilen glykole ose propilen glykole nga prodhues të ndryshëm.

Etilen glykoli - Ky ka cilësitë më të mira fizike nga të gjithë transferuesit e nxehtësisë që përdoren për sistemet me kolektorë diellorë. E metë i tij është toksiciteti. I cili bën pjesë në kategorinë e 4-të të helmeve.

Propilen glykoli - Cilësitë fizike janë pak më të këqija sesa të etilen glykoli. Përparësia e tij është që propilen glykoli nuk është helmues.

Toksikologjia - Të dy glykolet që përdoren në sistemet e shfrytëzimit të energjisë diellore përmbajnë pengues të korrozionit. Këto mund të jenë edhe helmues. Ofrohen gjithashtu edhe transferues nxehtësie plotësisht jo toksikë për panelet diellore, por këta janë shumë të kushtueshëm.

Në figurën e mëposhtme është dhënë fluidi punues i lëngshëm për panele diellore me sasia 20 litra dhe përzjerje të gatshme ku temperatura e punës së tij është deri në -28 ° C.



Fig. 3.11. Fluid punues nga Vaillant i lëngshëm: Propilen glykol 42% dhe 58% ujë.

¹⁷ Krasniqi, F. (1997) Ngrohja dhe klimatizimi I. Prishtinë: Universiteti i Prishtinës. (Krasniqi, 1997, fq. 335)

4. MATERIALET FOTOVOLTAIKE DHE KARAKTERISTIKAT ELEKTRIKE

4.1. Hyrje

Fjala “fotovoltaik” rrjedh nga bashkimi i fjalës greke Photo (dritë) me mbiemrin e fizikanit Alessandro Volta “PHOTO-VOLTA-IC”.

Fotovoltaika është një pajisje që është e aftë për të konvertuar energjisë të cilën e përthithë nëpërmjet rrezatimit diellor në një tension dhe rryme elektrike duke shfrytëzuar efektin fotovoltaik i cili u zbulua që prej vitit 1839 nga fizikani Alexander-Edmond Becquerel.

Forca që vjen nga dielli për panelet fotovoltaikeve, në sipërfaqen e tokës është rreth 6000 herë më shumë se sa totali i kërkesave tona për energji.

Por, qysh nga viti 1839 për herë të parë u vërejt ndikimi i dritës në sipërfaqe të materialeve dhe shkëputja e elektroneve - **efekti fotovoltaik** nga Alexandre-Edmond Becquerel (fizikan francez), i cili kryesisht kishte studiuar spektrin e diellit.

Në eksperimentin e tij ai kishte marrë klorurin e argjendit (AgCl) e kishte vendosur në një përzierje acidike në të cilën kishte futur elektodat e platiniumit të cilat kanë gjeneruar tension me çka ishte regjistruar për herë të parë *efekti fotovoltaik*.

Në vitin 1876, Adams dhe Day ishin të parët që studiuuan efektin fotovoltaik në trupa të ngurtë. Ata ndërtuan qelizat nga seleni me shkalle të shfrytëzimit nga 1% deri në 2%, ku këto qelizat janë përdorur dhe përdoren edhe sot në industrinë e fotografisë.

Si pjesë e zhvillimit të teorisë kuantike, Albert Einstein publikoi një shpjegim teorik të efektit fotovoltaik në vitin 1904, që mori çmimin Nobel në vitin 1923.

Nga vitet 1940 dhe 1950, shkencëtari polak Czochralski filloi të përdorë gjeneratën e parë të fotovoltaikeve vetme me kristale silikonit ku kjo teknikë vazhdon të dominojë në industrinë fotovoltaike edhe sot.

Në vitet 1950 ka pasur disa përpjekje për ti futur në treg FVs, por kostoja e tyre ishte e lartë. Në vitin 1954, në SHBA në Laboratorin Bell është prezantuar një celulë diellore silici me një efikasitet prej 4-6%.

Aplikimi i parë i celuleve diellore është bërë në vitin 1958 në hapësirë nga SHBA kur filloi punën sateliti i parë solar (Vanguard I), i cili ka përdorur një burim të energjisë elektrike përmes përdorimit të celuleve diellore.

Sa iu përket ndërtimit të qelizave fotovoltaike për përdorimin e tyre në anije hapësinore, kostoja është shumë pak e rëndësishme në krahasim me peshën dhe besueshmërinë, prandaj qelizat diellore kanë luajtur një rol të rëndësishëm në sigurimin e energjisë për bordin dhe satelitë në anijet e tjera të hapësirës.

Si përfundim vetëm me shfaqjen e krizave të reja energjetike si ajo në 1970, u nxit përdorimi i qelizave fotovoltaike për prodhim të energjisë elektrike, ku fokusi i kërkimeve ishte përmirësimi i rendimentit dhe zvogëlimi i kostos së pajisjes.

Aktualisht, sot teknologjia lejon konvertimin në energji elektrike vetëm të 8-16% të energjisë diellore të përthithur nga paneli fotovoltaik, kurse panelet diellore termike arrijnë të përdorin energjinë diellore me rendimente mbi 80%. Një aspekt tjetër i paneleve fotovoltaike është çmimi akoma tepër i shtrenjtë.

Kapaciteti total i paneleve fotovoltaike te instaluar në fund të vitit 2014 në nivel global arriti në vlerën 177 GW.

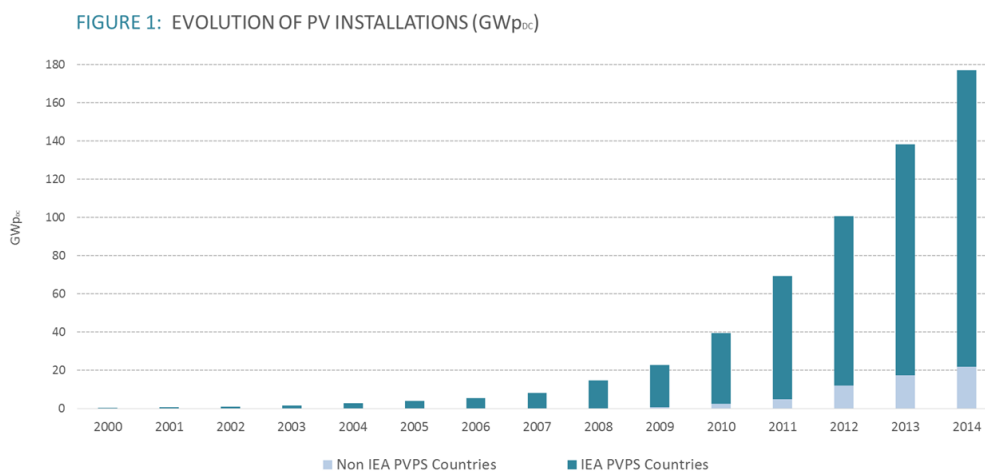


Fig. 4.1. Kapaciteti total i instaluar në fund të vitit 2014 në nivel global arriti në të paktën 177 GW.¹⁸

4.2. Materialet gjysmëpërçuese

Fjala gjysmëpërçues përbehet prej dy fjalëve, ku fjala “gjysmë” përdoret për diçka që është në mes të dy kufijve ndërsa termi “përçues” përdoret për materialet që karakterizohen me rrjedhje të ngarkesave elektrike nën veprimin e tensionit të jashtëm. Nëse gjysmëpërçuesi merret si materiali ai ka përçueshmëri diku në mes të izolatorit dhe përçuesit. E kundërta e përçueshmërisë së materialit është rezistenca e tij ndaj rrjedhjes së ngarkesave ose rrymës.

Si materiale gjysmëpërçuese bëjnë pjesë elementet e grupit të katërt të sistemit periodik, ku prej tyre interesim shumë të madhe kanë zgjuar germaniumi (Ge) dhe silici (Si) për disa arsye. Ku Silic kristalorë dhe i pastër merret edhe si pike fillestare referuese për shumicën e gjeneratës aktuale të pajisjeve fotovoltaike në botë, si dhe pothuajse të gjitha llojet e gjysmëpërçuesve. Germanium është një tjetër element i grupit të IV, dhe gjithashtu ai është përdorur si një gjysmëpërçues në disa pajisje elektronike.

Elemente të tjera që luajnë rol të rëndësishëm në fotovoltaike janë: bori dhe fosfori, nga grupet III dhe V, të cilët i janë shtuar silikonit për të bërë më FVs, galium dhe arseniki përdoren të qelizat diellore GaAs, ndërsa kadmiumi dhe telur janë përdorur në qelizat CdTe.

Njëra ndër arsyt më të rëndësishme është fakti se këto elemente mund të fabrikohen në një nivel shumë të lartë të pastërtisë (ku ky nivel sot arrihet deri në $1:10 \times 10^{10}$), nivel i domosdoshëm, sepse me ndryshimin e nivelit të pastërtisë ndryshojnë vetit elektrike të materialit. P.sh. nëse në materialin e pastër të silicit shtohet $1:1 \times 10^6$ pjesë të papastërtisë, materiali ndryshon nga përçuesi relativisht i dobët në përçues të mirë të elektricitetit. Pra, kur të punohet me mediumin gjysmëpërçues kemi të bëjmë me spektër të ri të niveleve krahasuese. Mundësia e ndryshimit të dukshëm të karakteristikave të materialit me këtë proces, i cili është i njohur si “doping” (futje) është edhe një arsye tjetër për të cilën germaniumi dhe silici kanë zgjuar shumë interesim.

¹⁸ Report IEA FVPS T1-26:2015

Në Figurën 4.2. është paraqitur struktura atomike: a) e germaniumit dhe b) e silicit, ku atomi i germaniumit ka 32 elektrone orbitale ndërsa ai i silicit 14 elektrone orbitale. Në të dy rastet, në shtresën e fundit janë nga katër elektrone (në shtresën valente) që është karakteristike e elementeve të grupit të katërt të sistemit periodik. Potenciali (potenciali jonizues) që nevojitet për zhvendosjen e cilitdo nga këto katër elektrone valente është më i ulët se potenciali i nevojshëm për cilindo elektron tjetër të strukturës atomike¹⁹.

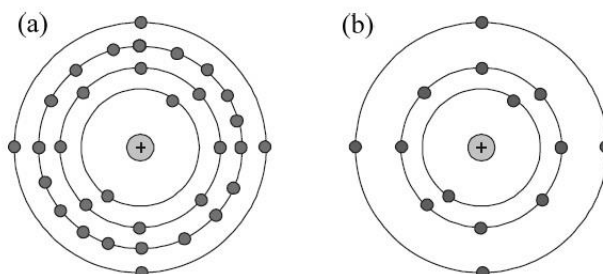


Fig. 4.2. Struktura atomike: a) e germaniumit dhe b) e silicit.

4.3. Gjysmëpërçuesit e tipit "n" dhe "p"

Materialet kryesore gjysmëpërçuese janë Silici dhe Germanumi. Ekzistojnë dy tipe materialesh me rëndësi të jashtëzakonshme në prodhimin e pajisjeve gjysmëpërcjellëse: **gjysmëpërçuesit e tipit "n"** dhe **gjysmëpërçuesit e tipit "p"**. Karakteristikat e materialeve gjysmëpërcjellës mund të ndryshojnë duke shtuar atome të jashtëm (papastërti) brenda materialit relativisht të pastër.

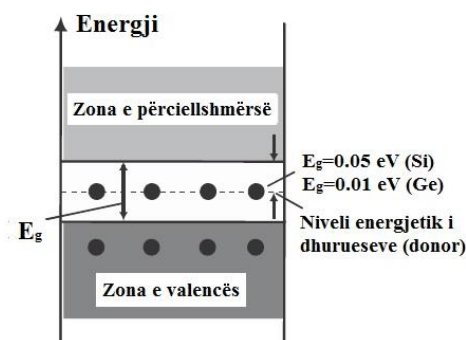


Fig. 4.3. Efekti i atomeve dhuruese në strukturën e zonave energjetike

Në strukturën zonore të gjysmëpërçuesve, vihen re dy zona kryesore, **zona e valencës** dhe **zona e përcjellshmërisë**. Në gjysmëpërçuesit e pa dopuar, zona e valencës është e mbushur me elektrone. Me rritjen e temperaturës disa elektrone në zonën e valencës arrijnë të përftojnë energji termike me të madhe se energjia e zonës së ndaluar dhe kështu ata kalojnë në zonën e përcjellshmërisë. Këto elektrone tashme janë elektrone të lira të cilat mund të formojnë rrymë elektrike duke kthyer materialin në një përcjellës.

Gjysmëpërçuesit e tipit "n": Çdo atom në shtresën e saj të jashtme ka katër elektrone valente, ku secili prej tyre lidhet me elektronin e valencës së atomit fqinje. Kur elektronet janë të lidhura në çifte nuk përcjellin rryme elektrike dhe nuk lejon lëvizjen e tyre. Një ndryshim sado i vogël i strukturës së tyre e cila mund të shkaktohet nga dopimi me disa

¹⁹ M. Limani, Q. Kabashi - Elektronika (gjysmëpërçuesit fq. 1-4)

elemente tre ose pese valente, bën që të prishet lidhja kovalente e strukturës së pastër dhe të krijojë mundësi përcjellëse të rrymës. Le të marrim rastin kur në materialin e pastër katër valent janë futur “papastërti” pese valente, siç mund të jenë: fosfori, arseniuku, antinomi etj.

Atomi i Antimonit (Sb) në këtë rast quhet papastërti donor (dhurues), sepse ai dhuron një elektron që është i lirë të lëvizë. Prandaj, kur shtohet një papastërti donor në gjysmëpërçues, krijohen vetëm elektrone të lira pa gjenerimin e vrimave. Ky proces pra quhet procesi i dopingut. Siç shihet në fig. 4.4.a., një elektron i shtresës së fundit mbetet i palidhur në çiftet e lidhjes kovalente. Ky elektron i palidhur shkakton rrjedhjen e rrymës elektrike, ku mbartësit kryesorë të rrymës janë elektronet. Në këtë rast kemi të bëjmë me një gjysmëpërçues të tipit "n", ku mbartësit kryesorë të përcjellshmërisë janë elektronet.

Gjysmëpërçuesit e tipit "p": Në rastin kur në materialin e pastër katër valent janë futur papastërti tri valente, siç mund të jetë bori, indiumi apo galiumi. Këto “papastërti” quhen pranues ose akseptore. Fig 4.4.b. Në këto raste nuk kemi lidhjen e një elektroni me atomin e Silicit pasi atomi i papastërtisë ka një elektron më pak (kuptohet vrimat nuk lëvizin por janë elektronet, por me marrëveshje e quajmë si një lëvizje e vrimave). Në këtë mënyrë mund të përftohet rrjedhja e rrymës elektrike e formuar në këtë rast si mbartës rryme kryesore vrimat. Në këtë rast gjysmëpërçuesi është i tipit "p", pasi ka një elektron më pak në shtresën e jashtme. Kështu kemi një vend të paplotësuar e cila quhet vrimë. Kjo vrimë krijon mundësinë që të mbushet me një elektron tjetër dhe ai elektron që mbush atë vrimë, pas tij le një vend bosh, pra një vrimë, e cila mbushet nga një elektron tjetër e kështu me radhe, kështu kemi një spostim të vrimave, mbartës kryesorë të përcjellshmërisë janë vrimat.²⁰

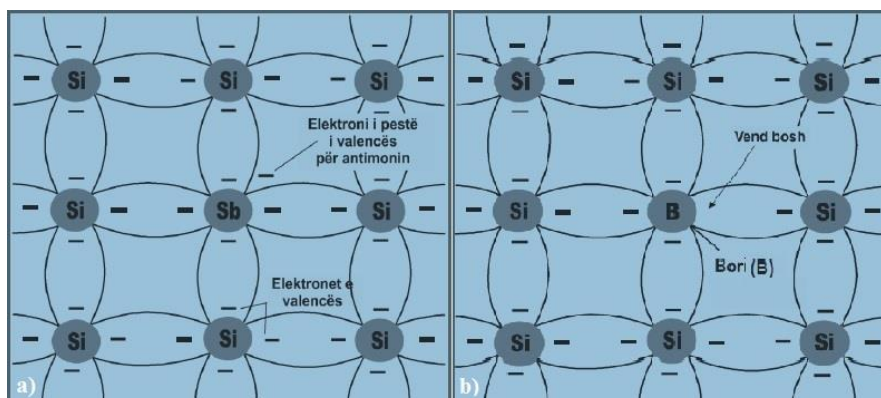


Fig. 4.4. a) gjysmëpërçuesi i tipit "n" dhe b) gjysmëpërçuesi i tipit "p"

4.4. Kalimet p-n (diodat)

Kalimi p-n: Le të shohim se çfarë ndodh nëse vendosim në kontakt me njeri tjetrin një gjysmëpërçues të tipit "n" dhe një gjysmëpërçues të tipit "p". Në materialet e tipit "n" mbartësit kryesorë janë elektronet dhe janë treguar me shenjen (-). Materialet e tipit "p", mbartësit kryesorë janë vrimat dhe janë treguar me shenjen (+).

Në figurën 4.5 tregohet një **bashkim p-n**. Meqë përqendrimi i vrimave është më i lartë në zonën "p" dhe më i ulët në zonën "n", vrimat do të difuzohen përmes bashkimit nga ana "p" në anën "n", elektronet difuzojnë përmes bashkimit nga ana "n" në anën "p". Këto dy

²⁰ E. Shyti, N. Hoxha - Fizika e Fotovoltaikëve, Sistemet Fotovoltaike Materialet Fotovoltaike dhe teknikat e Prodhimit

komponentë rryme formojnë së bashku rryme difuzioni I_D , drejtimi i së cilës është nga ana p tek n, siç tregohet ne figurën 4.5. Vrimat që kalojnë në bashkimin p-n dhe hyjnë në zonën "n" rikombinohen shume shpejt me elektronet që gjenden me shumice në këtë zone, si rrjedhojë e rikombinimit, vrimat dhe një pjese e elektroneve të lira, në zonën "n" do të zhduken nga qarkullimi. Kjo sjell që disa nga ngarkesat pozitive të lidhura (jone pozitive) të mos neutralizohen nga elektronet e lira dhe pikërisht kjo ngarkese quhet e pambuluar. Meqenëse rikombinimi ndodh në afërsi të bashkimit, atëherë do të kemi një zone shume afër bashkimit që do të jetë e varfër me elektronet e lira dhe që do të përmbaje ngarkesa pozitive të palidhura. Kjo zone quhet **zona e varfëruar**. Elektronet që difuzojnë përmes bashkimit dhe hyjnë në zonën "p" do të rikombinohen shpejt me vrimat që janë me shumice në zonën "p" dhe kështu do të zhduken. Kjo do të shkaktojë gjithashtu zhdukjen e vrimave në afërsi të bashkimit në zonën "p". Kështu do të kemi edhe këtu krijimin e një zone me ngarkesa negative të lidhura (jone negative). Për rrjedhojë në materialin "p" do të kemi një zonë afër bashkimit të varfëruar nga vrimat dhe që përmban ngarkesa negative të lidhura të pambuluara.

Pra rrjedh që në të dyja anët e **bashkimit p-n** ekziston një zone e varfëruar nga mbartësit e lire, të cilët shoqërohen në anën "n" të këtij bashkimi me ngarkesa të lidhura pozitivisht dhe në anën "p" me ngarkesa të lidhura negativisht. Ngarkesat në të dyja anët e bashkimit shfaqen në zonën e varfëruar një **fushë elektrike** që vendoset në këtë rajon, si rrjedhojë në zonën e ndaluar do na shfaqet një diferencë potenciali midis skajeve të kësaj zone duke formuar në anën "n" një tension pozitiv.

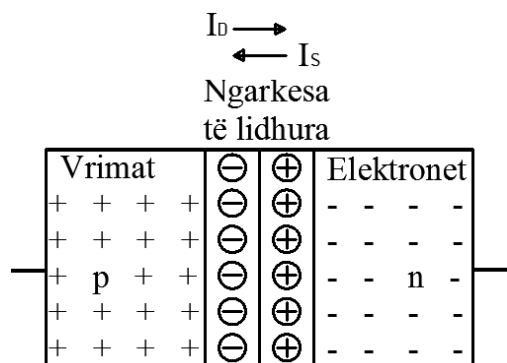


Fig. 4.5. Kalimi p-n

Fusha elektrike që rezulton e pranishme në zonën e varfëruar do të kundërshtojë difuzionin e mëtejshëm të vrimave për tek zona "n" dhe të elektroneve në zonën "p". Rënia e tensionit në zonën e varfëruar vepron si një barriere potenciale, e cila duhet të kalojë nga vrimat me qëllim për t'i rikombinuar me elektronet në zonën "n", si dhe të elektroneve që duhet të kalojnë për t'u rikombinuar në zonën "p".

Në **bashkimin p-n** përveç komponentit të rrymës I_D që shkaktohet nga difuzioni, ekziston edhe një komponent tjetër për shkak të bartësve të pakicës që kapërcejnë kalimin si rrjedhojë e fushës elektrike të krijuar, e cila quhet rryma e përcjellshmërisë. Në këtë mënyrë disa nga vrimat e gjeneruara termikash në anën "n" të materialit do të difuzojnë përmes materialit "n" deri tek skaji i zonës së varfëruar dhe kalojnë drejt anës "p" të materialit. Në mënyrë të ngjashme elektronet e pakicës që janë gjeneruar teorikisht në anën "p" të materialit difuzojnë në këtë zone deri sa të arrijnë në skajin e zonës së varfëruar, ku përshpejtohen nga fusha elektrike e krijuar dhe kapërcejnë zonën e varfëruar duke arritur në anën "n" të materialit. Këto dy komponentë rryme, elektronet që lëvizin nga "p" në "n" për

shkak të fushës elektrike, si dhe vrimat nga "n" në "p" të mbledhura së bashku formojnë rrymën e përcjellshmërisë I_s , drejtimi i të cilës është nga ana "n" në "p"²¹.

4.5. Qelizat dhe modulet e një paneli fotovoltaik

Materialit bazë që e ndërtojnë panelin fotovoltaik janë: **Qelizat fotovoltaike** – e konvertojnë drejtpërdrejt dritën e diellit në energji elektrike. Qelizat diellore janë të kombinuara në mënyrë tipike në module që mbajnë rreth 40 qeliza, ku 10 prej tyre janë të montuar në vargje FV. Çdo qelizë fotovoltaike mund të gjenerojë afërsisht 1 Wat energji elektrike me nja tensionit të ulet me 0,5V.



Fig. 4.6. Qeliza fotovoltaike

Modulet fotovoltaike – janë të përbërë nga një numër qelizash të lidhura në seri së bashku ku formojnë modulin fotovoltaik, ku janë të montuara e të mbyllura në një kornizë për tu mbrojtur nga mjedisi rrethues. Modulet janë të dizajnuara për të furnizuar me elektricitet në një tension të caktuar. Modulet e paneleve fotovoltaike janë ndërtuar në mënyrë të atillë që të furnizojnë me energji elektrike në një voltazh të caktuar, zakonisht 12 volt.

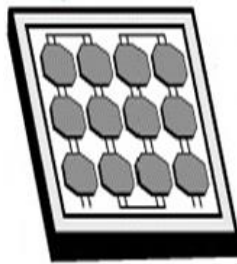


Fig. 4.7. Moduli fotovoltaik

Panelet fotovoltaike – modulet bashkohen së bashku duke krijuar kështu një panel fotovoltaik. Sa më e madhe të jetë zona e modulit ose panelit aq më shumë elektricitet do të prodhohet. Energjia e prodhuar nga sistemet fotovoltaike mund ose të ruhet (në sistemin e baterive) ose të përdoret direkt duke furnizuar direkt konsumatorët, ose energjia që prodhohet mund të injektohet në një rrjet të energjisë elektrike.



Fig. 4.8. Paneli fotovoltaik.

²¹ E. Shyti, N. Hoxha - Fizika e Fotovoltaikeve, Sistemet Fotovoltaike Materialet Fotovoltaike dhe teknikat e Prodhimit

4.6. Gjenerimi fotovoltaik

Sistemet fotovoltaike bëjnë shndërrimin e energjisë diellore në energji elektrike, pa ndotje të mjedisit përmes një moduli panelesh fotovoltaike, të cilat përbehen nga një grup qelizash fotovoltaike të bashkuara mekanikisht dhe të lidhura elektrikisht.

Një foton me gjatësi valore të shkurtër e të mjaftueshëm dhe me energji të lartë e të mjaftueshme mund të shkaktojë që një elektron në një material fotovoltaik të çlirohet nga atomi që mban atë. Në qoftë se është dhënë një fushë elektrike aty pranë, ato elektronet mund të drejtohen drejt një kontakti metalik ku ata mund të shfaqet si një rrymë elektrike.

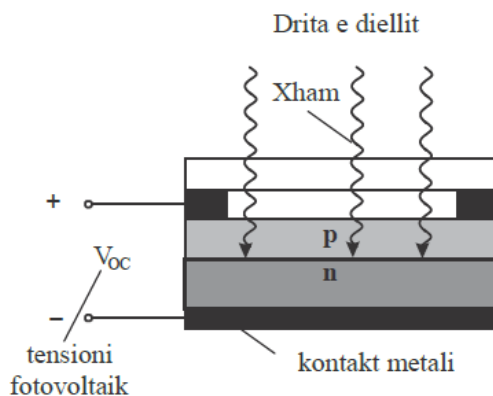


Fig. 4.9. Paraqitja më e thjeshtë e ndërtimit të një qelize diellore.

Shndërrimi i energjisë ndodh përmes tri shtresave: Shtresa e parë është e përbërë nga gjysmëpërçuesi i tipit *n*. Shtresa e dytë e përben bashkimin p-n. Shtresa e tretë është e përbërë nga gjysmëpërçuesi i tipit *p*. Gjithashtu mbi to duhen vendosur edhe dy shtresa të tilla që lejojnë rrymën elektrike të rrjedhë jashtë nëpër qelizë. Shtresat e kontaktit elektrik janë të përbëra nga përcjellës të mirë metalik. Ato vendosen në mënyrë të tillë që një numër sa më i madh i fotoneve të energjisë së dritës të arrijnë bashkimin. Një foton i energjisë së dritës godet panelin dhe mund të përplasë me një elektron valence duke bërë që ai të largohet nga atomi mëmë në sajë të energjisë së tepërt që krijohet. Në shtresën tip *p* elektronet e krijuara janë mbartës pakice (minoritarë) dhe do të lëvizin lirshëm përmes bashkimit p-n edhe pse tensioni i zbatuar është 0. Njëllëj mund të arsyetojmë edhe për vrimat që krijohen në shtresën e gjysmëpërcjellësit *n*. Si rezultat krijohet një rritje e lëvizjes së mbartësve të pakicës, e cila është e kundërt me lëvizjen konvencionale të rrymës në kalimin p-n.

Qeliza fotovoltaike funksionojnë si diodat duke mos e lënë elektronet të kthehen mbrapsht, por i detyron të lëvizin vetëm në një drejtim duke krijuar rrymë, si në figurën 4.9:

V_{oc} është tensioni në dalje të baterisë kur qarku është i hapur.

Tensioni total i qelizave në seri jepet nga shuma e tyre (tensioni i tyre mbledhet), si në figurën 4.10.a. ndërsa rryma totale është analoge (e ngjashme) me rrymën e një qelize të vetme.

Qelizat e lidhura në mënyrë paralele japin një rrymë të barabartë me shumën e rrymave në paralel (përfitojmë një rrymë më të madhe), si në figurën 4.10.b. ndërsa tensioni midis qelizave në paralel është i njëjtë me atë të qelizës. Pra qelizat lidhen në seri ose paralel për të arritur një rrymë ose tension të dëshiruar maksimal.

Sipas Standardeve Ndërkombëtare operimi optimal i sistemit FV llogaritet, në qoftë se rrezet e diellit godasin sipërfaqen e modulit pingul mbi sipërfaqen aktive të tij, ku intensiteti rrezatues është 1000 W/m^2 me një temperaturë 25°C , ku ai prodhon fuqinë nominale të shprehur në Wat. Kjo fuqi emërtohet si “**Fuqia në pik – W_p** ” (Wat-Pik, W_p) dhe është karakteristikë kryesore për çdo tip moduli.

Rruga që ndiqet për transformimin e energjisë diellore në energji elektrike është: 1. Një panel diellor e kthen energjinë diellore në një sasi të përdorueshme rryme të vazhduar. 2. Më pas rryma e vazhduar mund të futet në një inverter (konvertues DC-AC). 3. Inverteri kthen tensionin e vazhduar në 120V ose 240V AC, që nevojitet për të vënë në punë pajisjet elektro-shtëpiake. 4. Elektriciteti më pas shpërndahet në të gjithë shtëpinë. 4.1. Ajo pjesë e tij që nuk përdoret do të ruhet për përdorim të mëvonshëm²².

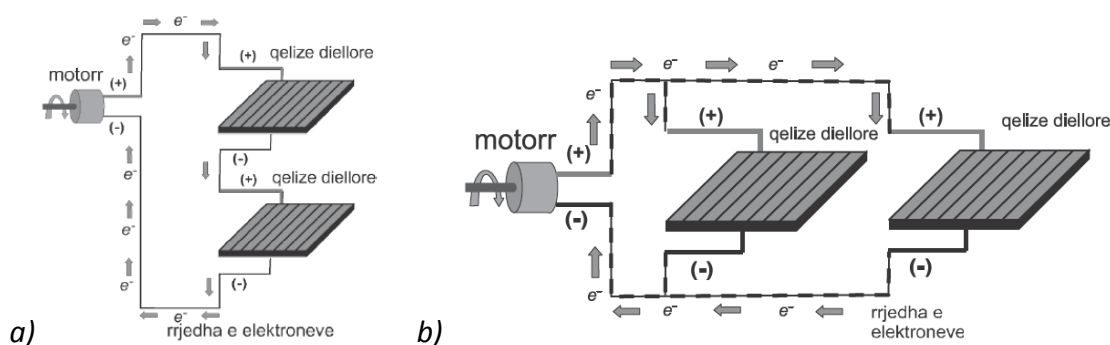


Fig. 4.10. a) Qelizat diellore në seri b) Qelizat diellore në paralel

4.7. Qarku i thjeshtë ekuivalent për një njësi fotovoltaike

Qarku ekuivalent dhe simboli skematik i një qelize diellore fotovoltaike është:

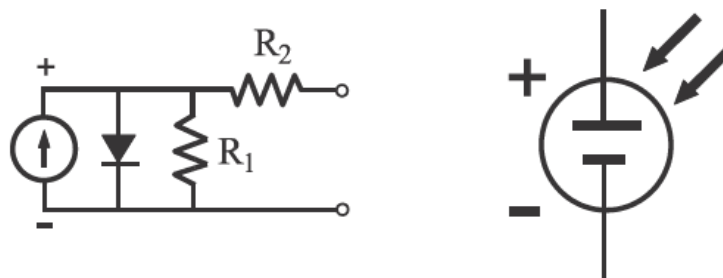


Fig. 4.11. Qarku ekuivalent dhe simboli skematik i një qelize diellore

Në praktikë asnjë qelizë diellore nuk është ideale, kështu që gjatë funksionimit të tyre kane edhe humbje që ne mund ti emërtojmë edhe si rezistenca të modulit në seri dhe në paralel. Qelizat diellore zakonisht lidhen me njëra tjetrën për të formuar modulet fotovoltaike.

4.8. Ndikimi i temperaturës dhe diellit në lakoren rryme-tension

Një qelize fotovoltaike është në funksion të rrezatimit dhe temperaturës, ku nëse i ekspozohet rrezatimit diellor punon si një gjenerator rryme funksionimi i të cilit mund të

²² L. Toti - Elektronika 1, Kapitulli I - Diodat dhe llojet e tyre (fq. 57-59)

përshkruhet përmes karakteristikave tension – rrymë, ku me rritjen e rrezatimit tensioni mbetet pothuajse konstant ndërsa rritet rryma e prodhuar.

Nëse rritet temperatura, tensioni i një moduli zvogëlohet, ndërsa rryma mbetet konstante. Për këtë arsye, kur dëshirojmë të projektojmë dhe të dimensionojmë një panel fotovoltaik për ndonjë objekt, është mirë që të vlerësohen në mënyrë të kujdesshme temperaturat ekstreme në atë zonë. P.sh. duhen bërë matjet e temperaturës minimale të asaj zone, në kushtet e një tensioni maksimal.

Fuqia e një qelize fotovoltaike është në funksion të temperaturës. Nëse temperatura në qelizën fotovoltaike është më e lartë se temperatura e kërkuar fuqia dhe rendimenti i saj ulen. Në qelizat fotovoltaike të silicit fuqia zvogëlohet me 0,5 % për çdo gradë temperature më tepër. Për qelizat amorfë 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.²³

Në figurën 4.12. paraqitet variacioni karakteristikave rrymë-tension të një qelize fotovoltaike në funksion të rrezatimit diellor dhe të temperaturës së qelizës.

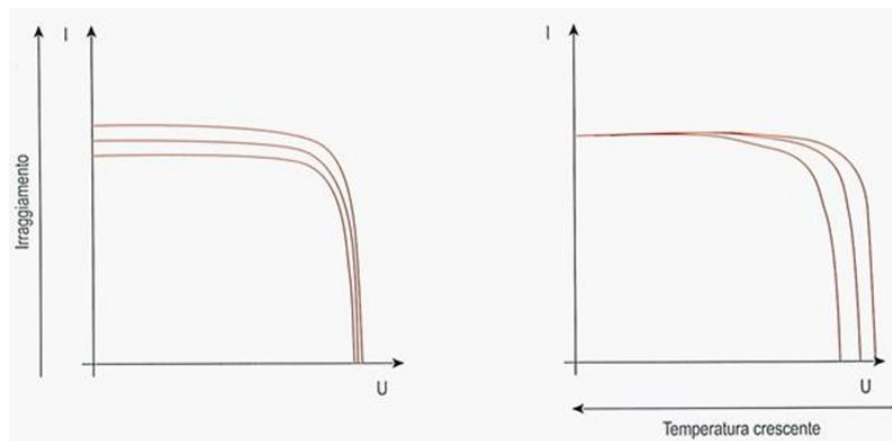


Fig. 4.12. Variacioni i karakteristikës Rrymë – Tension, modeli BMU- 260/265

4.9. Teknologjia kristalore e silicit

Pothuajse 90% e paneleve fotovoltaike në botërore sot bazohen në materialet nga silikoni. Në vitin 2011, rreth 95% e të gjitha dërgesave nga prodhuesit e SHBA-së të paneleve diellore në sektorin e banesave ishin nga silic kristalor. Silic përdorur në FV merr shumë forma. Silic si material për FVs përdoret në shumë forma. Dallimi kryesor është pastërtia e silikonit.

Por pastërtia e silikoni do të thotë, që qelizat diellore do të konvertonin energjinë diellore (rrezet e diellit) në energji elektrike (efekti fotovoltaik) në efikasitet me të lartë.

Efikasiteti i paneleve diellore shkon krahë për krahë me pastërtinë, por proceset e përdorur për të rritur pastërtinë e silikonit janë të shtrenjta.

Ka një numër mënyrash për të kategorizuar panelet fotovoltaike.

Një ndarje në dy pjesë është në bazë të trashësisë së gjysmëpërçues:

- Qelizat fotovoltaike nga silikon kristalor me trashësi prej 200-500 μm dhe
- Qelizat fotovoltaike më film hollë me trashësi prej 1-10 μm .

²³ B. Islami, D. Profka, Instalim, mirëmbajtja dhe riparimi i impianteve FV, (fq 16-21, publikuar: Nëntor 2013)

Qelizat fotovoltaike me film hollë kërkojnë shumë më pak material gjysmëpërçues dhe janë më të lehta për prodhimin, në mënyrë që ata kanë potencial për të qenë më të lira se qelizat e trasha. Efikasiteti i paneleve fotovoltaike me film të hollë ishte rreth 50 % me i ulët se sa i paneleve fotovoltaike me trashësi 200-500 μm dhe ishin me të shtrenjta. Në të ardhmen e afërt ata madje mund të dominojnë shitjet FV.

Elementi gjysmëpërcjellës më i përdorur në modulet fotovoltaike është silici, në tri forma të ndryshme:

- Monokristalin me rendiment afro 16 %;
- Polikristalin me rendiment 13% dhe
- Amorf me rendiment 8%.

Aktualisht ka filluar prodhimi industrial i gjeneratës më të suksesshme të moduleve fotovoltaike, i të ashtuquajturve module me "tre filma", të cilët kanë arritur rendiment shumë të lartë deri në 31%.²⁴

4.9.1. Qeliza fotovoltaike prej silici monokristalin

Silici monokristalin përftohet me proces të shkrirjes duke filluar nga kristalet e silicit me një pastërti të lartë, që mbas shkrirjes, lihen të ftohen në kontakt me një bërthame kristali ku gjatë ftohjes, ai ngurtësohet në formën e një shufre cilindrike monokristalin me diametër 13–20 cm me një gjatësi që mund të arrijë në 200 cm. Ku shufra pritët me sharra speciale dhe në feta të quajtura vafer me trashësi 250 – 350 μm .

Qeliza fotovoltaike prej silici monokristalin janë 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 perfektë 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%.



Fig. 4.13. Pamja e një panele diellor monokristalin dhe qelize diellore

Moduli monokristalin ka përparësi në rrezatimin diellor të drejtpërdrejtë dhe përdorimi i tij bëhet për instalime në impiante me kushte rrezatimi optimale me temperaturë të mesme

²⁴ B. Islami, D. Profka, "Instalim, mirëmbajtja dhe riparimi i impianteve FV", (fq. 19)

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 fotovoltaik.

Përparësitë:

- Panelet diellore monokristalane kanë shkallën më të lartë të efikasitetit pasi ato janë bërë nga silikoni më cilësi të lartë. Normat e efikasitetit sillet prej 15-20%. Sipas SunPower me Seri E20 panelet diellore monokristalane sigurojnë efikasitet deri në 20.1%.
- Prodhimi i tyre ka kosto të lartë.
- Panelet diellore monokristalane kanë një garanci 25 vjeçare.
- Kanë performancë me të mirë se sa panelet polikristalane për të punuar me rrezatim të dobët dhe në temperatura të ulëta.

Të metat:

- Panelet diellore monokristalane janë më të shtrenjta.
- Nëse paneli diellor është i mbuluar pjesërisht me hije, pluhur apo dëborë, i tërë qark mund të prishet.
- Procesi Czochralski është përdorur për të prodhuar silic monokristalin, ku një sasi e konsiderueshme e silikonit origjinale përfundon si mbetje.
- Panelet diellore monokristalane priren të jenë më efikase në mot të ftohtë, performanca mund të ulet me ngritjen e temperaturës.²⁵

4.9.2. Qeliza fotovoltaike prej silici polikristalian

Panelet e para diellore nga silikoni polikristalian, janë njohur si Polysilicon (p-Si) dhe multi-kristalor silic (mc-Si), janë futur në treg në 1981.

Pasi që modulet fotovoltaike polikristalane nuk kanë strukture homogjene. Për prodhimin e qelizave të tilla përdoret procesi i riciklimit të pjesëve elektronike me bazë silici, për të pasur 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 polikristalian 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 polikristalane ndikohen nga temperatura, e cila bën që të ulet efienca në rast rritjeje të saj.

²⁵ http://www.solarflex.co.za/PDF%20FILES/Flexible%20Panel%20Brochures%20Manual%20and%20Datasheets/Solar_Panel_Types.pdf



Fig. 4.14. Pamja e një moduli polikristalor

Përparësitë:

- Procesi i përdorur për të bërë silicin polikristalian është më i thjeshtë dhe ka kosto më të ulët, ku kjo zvogëlon sasinë mbetjeve të silikonit.
- Panelet diellore polikristalian kanë tolerancë më të lartë të ngrohjes dhe për këtë arsye punojnë më mirë se panelet monokristaline në temperatura të larta.
- Kane veti më të mira se sa modulet monokristalore për rrezatim direkt (intensiv).
- Ngrohja e paneleve diellore mund të ndikojë në performanca e paneleve diellore polikristalane dhe shkurtojnë jetëgjatësinë e tyre.

Të metat:

- Efikasiteti i paneleve diellore polikristalian zakonisht është 13-16%. Për shkak të pastërtisë më të ulët silic, panele diellore polikristalian nuk janë mjaft të efikas si panelet monokristalane diellore.
- Për prodhim të njëjtë të energjisë elektrike nga panelet polikristalane me ato monokristalane duhet të kemi sipërfaqe më të madhe se sa ato monokristalane.
- Panelet diellore monokristalane dhe ato të filmit të hollë janë më të hijshme (estetike) pasi që ata kanë një dukje më uniforme në krahasim me ato polikristalane që duken me pika-pika dhe ngjyre të kaltër.

4.9.3. Qeliza fotovoltaike prej silici amorf

Për shkak të prodhimit të ulët të energjisë elektrike, qeliza diellore nga silikon amorf kanë qenë në përdorim vetëm për aplikime të vogla ose për kalkulatorë të vegjël (të gjepit).

Megjithatë, zbulimet e fundit i kanë bërë qelizat prej silici amorf të jenë më tërheqëse në shkallë më të gjerë. Me një teknikë të prodhimit të quajtur "stacking", disa shtresa të qelizat diellore të silici amorf mund të kombinohen, e cila rezulton në norma më të larta të efikasitetit (zakonisht rreth 6 - 10%). Ku vetëm 1% e silikonit të përdorur në qeliza diellore mono dhe poli kristalore është e nevojshme për qelizat diellore të silikon amorf ndërsa trashësia e silicit është në mikronë.

Avantazhi kryesor i teknologjisë amorfe i përfaqësuar 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.

Në ndryshim nga teknologjia kristaline, në të cilin materiali shfaqet i ngurte në forme fetash (vafer) me trashësi deri në disa qindra mikron, në këtë rast materiali shfaqet në formë gazi me avantazhin që mund të depozitohet në shtresa pak mikronësh dhe në një shumëllojshmëri sipërfaqesh mbështetëse.

Përparësitë e tjera të teknologjisë amorfe janë të diktuara 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 ndërmarrjet prodhuese edhe pa sisteme mbështetëse të paracaktuara, për të lejuar instalimin në vende me sipërfaqe me kthesa apo jo të drejta/plane.

Aspekti estetik i këtyre filmave është tërheqës me mundësinë e realizimit të ndërtimit të moduleve fleksibele për përdorime arkitektonike ose në zëvendësimin e elementeve të ndërtimit. Amorfi humbet me pak se 10% të rendimentit të fuqisë të deklaruar nga konstruktori 300 – 400 orët e para të përdorimit.



Fig. 4.15. Silici amorf.

4.9.4. Qelizat fotovoltaike me film të hollë

Pas viteve të tetëdhjeta filloi hulumtimi intensiv në zhvillimin e teknologjisë film i hollë. Qelizat fotovoltaike me film të hollë përdoren kryesisht prej disa lloje të teknologjive, duke përfshirë silici amorf, indiumi i bakrit diselenid (CIS) dhe kadmium teluri (CdTe), ku si materiale gjysmëpërcjellëse (jo gjithmonë është prezent silici).

Depozitimi i një gazi lejon përfitimin e menjëhershëm të një përdorimi të vogël të materialëve aktive ku trashësia reduktohet nga 300 mikronë në qelizat kristalore në 4–5 mikronë në ato me film të hollë. Veç kësaj, procesi i prodhimit të filmave të hollë lejon një reduktim të fazave të punës. Trashësi e teknologjisë së filmit të hollë ndryshon nga një manometër në dhjetëra mikrometra, shumë më e hollë se teknologjia paraprake, përkatësisht e gjeneratës së parë të qelizave diellore të silicit kristalor (c-Si), që përdor një fletë të hollë të materialit gjysmëpërçues deri në 200 μm .

Materialet gjysmëpërçuese përfitohen në procesin e avullimit në shtresa të holla me kosto mjaft të ulët dhe veti të mira optike (zakonisht xhami). Për shkak të koeficientit të lartë

absorbues të dritës filmi me trashësi 1-6 μm është i mjaftueshëm për efekt të mirë fotovoltaik. Procesi i avullimit zhvillohet në temperatura mes 200 dhe 600 $^{\circ}\text{C}$.

Sasia më e vogël e materialit gjysmëpërçues dhe energjia më e ulët e ndërtimit i bën ata që ende të jenë teknologji konkurruese të silikonit kristalorë.

4.9.5. Qelizat CIS-CuInSe₂ (Copper-Indium-diselinide) dhe CIGS -CuInGaSe₂ (Copper Indium Gallium diselinide)

Shtresa e këtyre fotoqelulave përbëhet nga Bakri (Cu), Indiumi (In) dhe Seleni (Se) në përzierje Cu-In-Se₂ që krijohet me avullimin e tyre në furra me temperatura 500 deri 600 $^{\circ}\text{C}$.

Përderisa celulat kristalore kanë trashësi 200-300 μm këto CIS kanë trashësi vetëm 2-3 μm . Prandaj mund të ndërtohen edhe në formë shiriti apo mbështjellësi të ndryshëm të objekteve dhe ambalazheve. Këto qeliza përdorin nënshtresa me kosto të ulët. Këto prodhime kanë demonstruar besueshmëri të larta në përdorim të jashtëm dhe një eficiencë të stabilizuar në kohë, të dyja teknologjitë kane treguar karakteristika të larta elektrike. Modelet CIS janë tashme në treg.

CIS për here të parë del në skenën e fotovoltaikeve në 1980 me një efikasitet prej (9 – 11) % ku këto foto-celula kanë një përparësi pasi që nuk kanë fare degradim gjatë kohës janë më të përdorurat. Thuajse pas një dekade këto celula u avancuan me tutje ku u shtuan edhe një element tjetër përkatësisht galiumi CIGS dhe akoma me e vone CIGSS (me shtimin e sqfurit), është një derivat që lejon rritjen e efijencës elektrike të shndërrimit dhe prapë nuk kemi rënie të fuqisë.

Inxhinieria kimike–fizike e pajisjeve CIS – CIGS është parashikuar të përdorë materiale bazë pak a shume të kushtueshëm edhe pse arrin rezultate të mira edhe me materiale të një cilësie mesatare. Veçantia e të qenit e ndërtuar mbi nënshtresa edhe fleksibel, e bëjnë tërheqëse për përdorimet arkitektonike në të ardhmen.

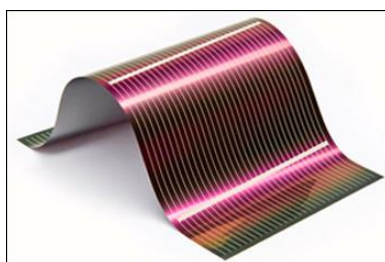


Fig. 4.16. Pamja e një moduli me shtresë të hollë filmi – CIGS.

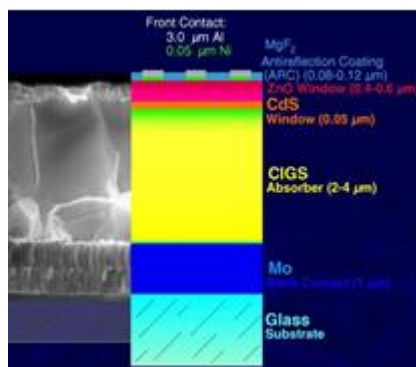


Fig. 4.17. Pamja e një modeli të ndërtimit të modulit me shtresë të hollë filmi – CIGS.

4.9.6. Qelizat me film të hollë Kadmiumi-Teluri (CdTe)

Kadmium-Teluri (CdTe) është shembulli më i suksesshëm i një komponimi fotovoltaiik i cili gjendet në kolonën II-VI të tabelës së Mendelejevit.

Procesi i prodhimit është i thjeshtë, ku merret një qelizë me karakteristika të mira rezistence mekanike dhe ndaj reagimeve termike. Procesi përcaktohet si “sublimim në hapësira të mbyllura” dhe lejon ndërtimin e qelizave me rendiment me të madhe se 15%.

Qeliza tipike CdTe ndërtohet me katër shtresa dhe tre bashkime elektrike për të përmirësuar karakteristikat e thithjes së spektrit diellor, e megjithatë kjo qelizë mund të realizohet me një trashësi shumë të vogël që ndihmon në uljen e kostos. Trashësia e shtresës sillet nga 3.5 mikronë, por në kohët e fundit trashësia sillet prej 5 – 10 mikronë.

Energjia e përfituar nga CdTe është 1.44 eV, e cila e rendite atë afër vlerës optimale për qelizave tokësor. Qelizat laboratorike me film të hollë të tipit *n-CdS / p-CdTe* me materiale të ndryshme në secilën anë të kryqëzimi kanë rendiment i cili i afrohet 16% dhe në modulet prototipe kanë arritur një rendiment mbi 9%.

Secili produkt i cili prodhohet dhe tenton të futet në treg është rregull që të ketë performancë më të mirë se produkti aktual i cili përdoret ose nëse çmimi është më i lartë se produkti i njëjtë në treg atëherë produkti i ri duhet ta arsyetoj vlerën e vet (koston e lartë). Pasi që pajisjet tjera si *x-Si*, ku të cilat edhe kanë rendiment me të lartë që i bën ato me tërheqëse për prodhimin në masë. Ndërsa qelizat CdTe janë përdorur për vite me radhe për kalkulatorët e xhep bëra nga Texas Instruments, ndërsa sa i përket moduleve fotovoltaike ato ende nuk kanë hyrë me sukses në treg.



Fig. 4.18. Kalkulatorë për llogaritje nga kompani Texas Instruments

Një aspekt i qelizave CdTe që ka nevojë të shqyrtohet me kujdes është rrezik potencial për shëndetin e njeriut dhe mjedisin lidhur me kadmium. Kadmium është një substancë shumë toksike, dhe është kategorizuar për njeriun si kancerogjen i mundshëm. Përdorimi i kadmiumit gjatë prodhimit të qelizave CdTe duhet të monitorohet me kujdes dhe të kontrollohet për të mbrojtur shëndetin e punëtorëve.

Mbetjet e kadmiumit të prodhuar gjatë procesit të prodhimit duhet të mbahen jashtë mjedisit dhe duhet të riciklohen. Atëherë lind pyetja se çfarë masa janë të nevojshme module herë janë prodhuar dhe instaluar. Modulet *CdS/CdTe* përmbajnë rreth 6 g kadmiumit për metër katror të sipërfaqes, por kjo sasi e Kadiumit është e izoluar plotësisht brenda e modulit kështu që ajo nuk duhet të paraqes ndonjë rrezik në rrethana normale.

Nëse panelet fotovoltaike nga *CdTe* janë të montuara mbi kulmin e shtëpisë dhe në rast se kulmi përfshihet nga flaka dhe supozojmë se një person gjendet aty dhe ai do të thithë atë ajër i cili është i përzier me kadium atëherë me të vërtet do të jete një rrezik i madhe për shëndetin e atij personi. Por gjasat e dikujt për të thithur kadmium përkatësisht një dozë vdekjeprurëse të tymit është konsideruar pamundur, kështu që nuk cilësohet i rrezikshëm.

4.10. Galiumi - Arseni (GaAs)

Galium është element i grupit të III-të, i cili çiftëzohet me Arsenik, i cili është ne grupi V-të, ku mund të përdoren për të bërë panelet fotovoltaike nga galium-arseni (GaAs). Galium-arseni e përbenë një teknologji të zhvilluar dhe për shkak të interesit komercial të këtij materiali për përthithjen e dritës.

Është struktura e tij e cila e bën që rrezet e diellit të zhyten shumë shpejt në të. Qelizat më efikase diellore të bëra deri më sot kanë qenë të bazuar në këtë material. Në fakt, efikasiteti teorik maksimale i qelizave diellore GaAs, pa përqendrimi diellore, është arritur deri 29%, dhe me përqendrim është arritur efikasiteti deri në 39% (Bube, 1998).

Kjo do të thotë se ajo mund të prodhojë pothuajse 2÷2.5 herë më shumë fuqi se një FVs me sipërfaqe të njëjtë. Mirëpo kostoja e lartë e këtij materiali e kufizon përdorimi e tij nga njerëzit. Kjo ka kufizuar përdorimin e saj vetëm për aplikimet në hapësirë dhe ushtri.

Në krahasim me qelizat e silic, efikasiteti i GaAs është relativisht i pandjeshëm ndaj temperaturave të rritura, e cila i ndihmon ata të kryejnë punën më mirë se x-Si nën rrezet e diellit. Ata janë edhe më pak të prekur nga rrezatimi kozmik, dhe si teknologji e filmit të hollë ata janë të lehtë, ku kjo u jep atyre një avantazh në aplikimet hapësirë²⁶.

²⁶ https://www.researchgate.net/publication/304064541_Solar_cell_efficiency_tables_version_48_Solar_cell_efficiency_tables_version_48

5. SISTEMI FOTOVOLTAIK

5.1. Përgjithësisht mbi sistemet fotovoltaike

Fokusi i këtij kapitulli është në analizën dhe projektimin e fotovoltaike. Sistemet që konfigurohen me se shpeshti janë tre:

- Sistemet ku fuqia merret direkt nga rrjeti,
- Sistemet që vetë i ngarkojnë bateritë dhe
- Sistemet me gjenerator (në rast nevojë) nëse ndërpritet furnizimi i energjisë.

Figura 5.1 tregon një diagram të thjeshtuar të këtyre sistemeve FV ku bëjnë furnizimin me energji të një ndërtese.

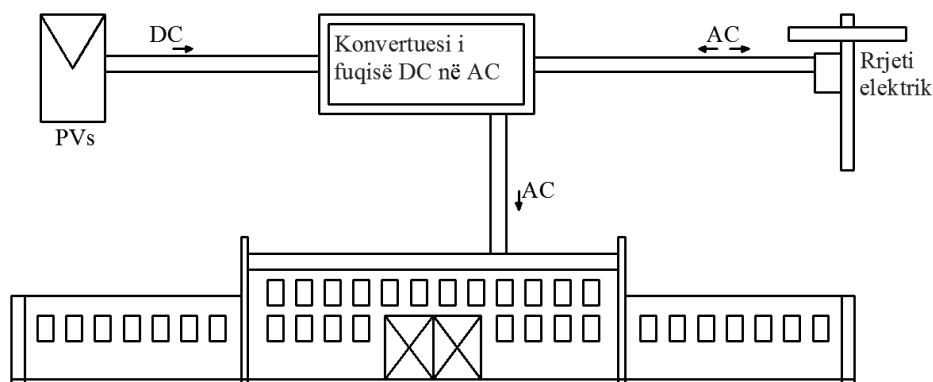


Fig. 5.1. Lidhja e thjesht e një sistemi FV me rrjet

Sistemi fotovoltaik jep fuqi DC me një fuqi të konvertuar në njësinë që konverton fuqinë DC në AC dhe atë fuqi ja jep shpenzuesit.

Nëse panelet fotovoltaike marrin me pak fuqi se sa është e nevojshme për ngarkesë, atëherë sistemi tërheq fuqi shtesë nga rrjeti, kështu që sistemi gjithmonë do të jete i kënaqur. Në qoftë se, në çdo moment, FV furnizohet me fuqi me shume se sa është e nevojshme, atëherë tejkalimi i fuqisë do të kthehet mbi rrjet, potencialisht njehsori elektrik do të lëviz prapa.

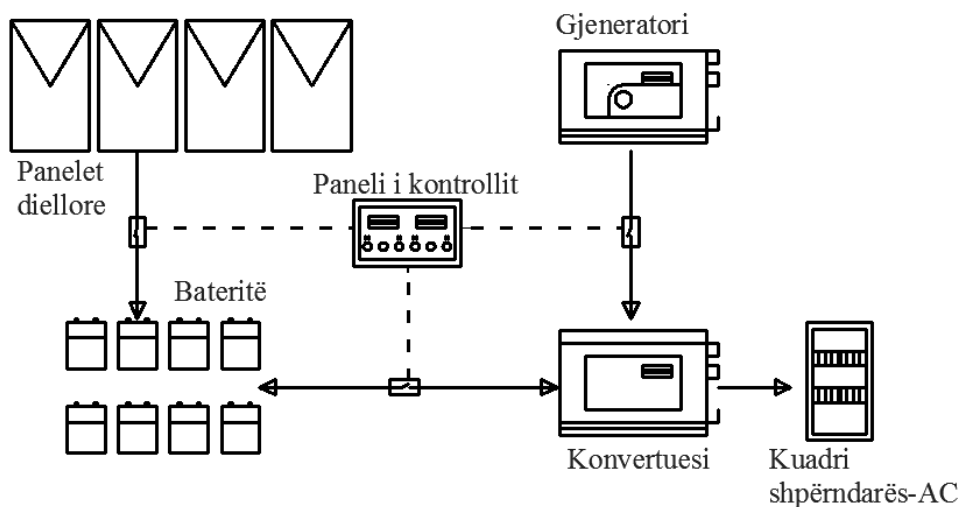


Fig. 5.2. Shembull i sistemit FV me gjeneratorë (në rast nevojë)

Rrjetet e lidhura me sistemet FV kanë një numër të attributeve të dëshirueshme aftësia e tyre për të furnizuar me energji elektrike gjatë mesit të ditës, kur shërbimet janë më norma me të larta, rrit vlerën ekonomike të kilovatit për orë të tyre ku të gjitha këto attribute kontribuojnë në efektivitetin e kostos së këtyre sistemeve.

Figura 5.2. tregon sistemin e dytë, e cila është një rrjet jashtë funksioni, sistemin për ruajtjen e baterisë dhe një gjenerator në rast nevojë.

5.2. Lakorja rrymë-tension për ngarkesën e qelizës diellore fotovoltaike

Kur lakorja I-V për një qelizë (modulit) fotovoltaike, ku kombinimet e rrymës dhe tensionit që janë të lejueshme nën kushtet ekzistuese të ambientit. Ky përcaktim është një funksion i ngarkesës në të cilën sistemi FV do ta japë fuqinë siç është paraqitur në figurën 5.3.

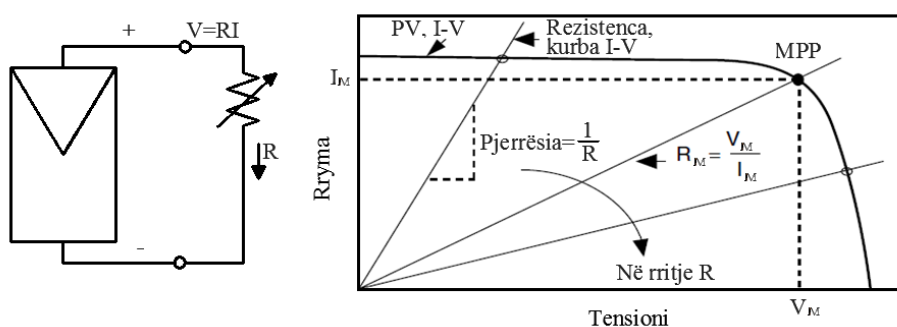


Fig. 5.3. Lakorja e rezistencës në funksion të rrymës dhe tensionit

Për të ilustruar rëndësinë dhe nevojën e lakores së ngarkesës, e konsiderojnë një rezistencë të thjeshtë siç tregohet në figurën 5.4. Për ngarkesën kemi:

$$V = R \cdot I \quad \text{ose} \quad I = \frac{V}{R} \quad (5.1)$$

e cila paraqet një lakore me pjerrtësi që shprehet $1/R$ ku R paraqet pikën operative të punës.

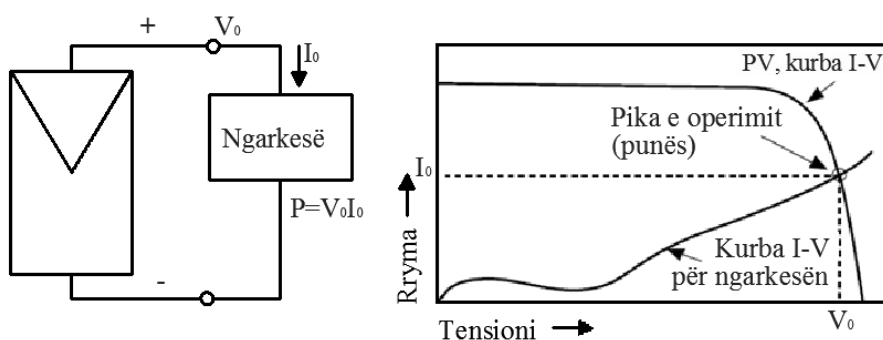


Fig. 5.4. Lakorja e rrymës në funksion të tensionit, pika operative e punës

Që fuqia të dorëzohen në çdo ngarkesë është prodhimi i rrymës dhe tensionit, ku do të jetë një vlerë e veçantë e rezistencës që do të rezultojë në fuqi maksimale.

$$R_M = \frac{V_M}{I_M} \quad (5.2)$$

ku V_M dhe I_M janë tensionit dhe rryma në pikën e fuqisë maksimale (MPP)

5.3. Lakorja I-V e baterisë së qelizës diellore fotovoltaike

Që sistemi FV të sigurojë energji gjatë orëve të ditës edhe pse shumë pajisje kërkojnë energji edhe kur dielli nuk rrezon, shpesh është e nevojshme një metodë për ruajtjen e energjisë, ku energjia ruhet në bateri për përdorim sa herë që është e nevojshme. Një bateri ideale është ajo bateri në të cilin tensioni mbetet konstante pa marrë parasysh sa rryme është tërhequr dhe do të ketë lakoren I-V të qelizës diellore fotovoltaike siç është paraqitur në figurën 5.5.

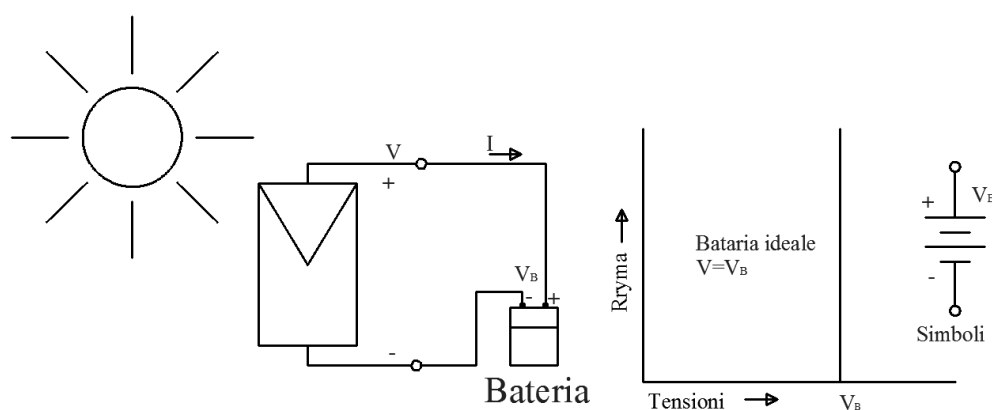


Fig. 5.5. Një bateri ideale ku vertikalisht është paraqitur rryma, lakorja karakteristike e tensionit

Një bateri ideale, në anën tjetër ka rezistencën e brendshme dhe është modeluar shpesh me një qark ekuivalent i përbërë nga një tension V_B në seri me një rezistencë të brendshme R_i , siç është paraqitur në figurën 5.6.

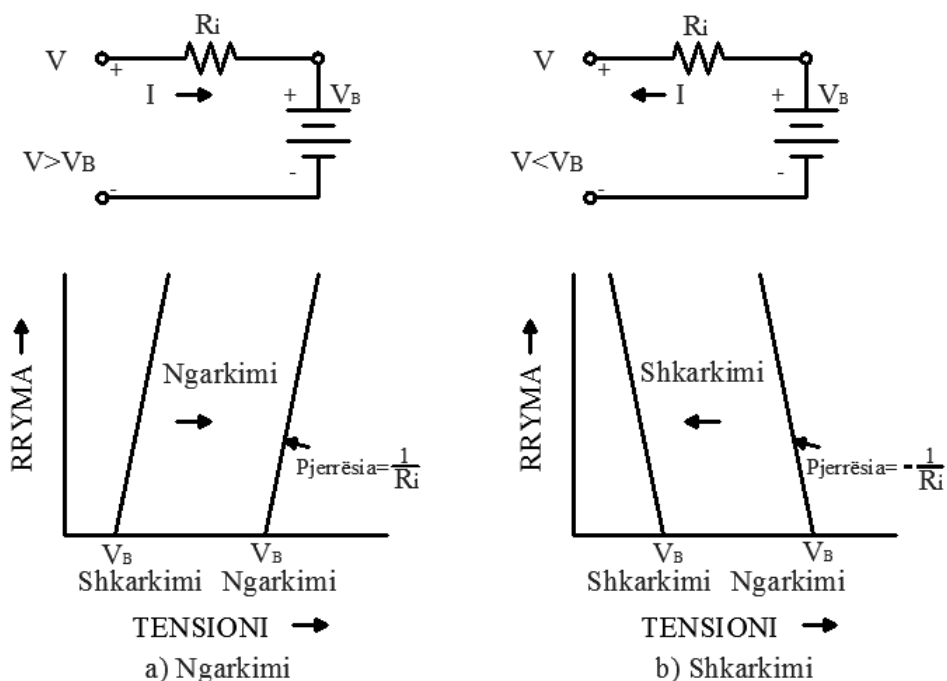


Fig. 5.6. Ngarkimi dhe shkarkimi i baterisë ideale

Ku mund të shkruajmë

$$I = V_B + R_i \quad (5.3)$$

5.4. Lakorja I-V për orë e qelizës diellore fotovoltaike

Në një ditë tipike me diell, temperatura e ambientit dhe rrezet e diellit kur janë vazhdimisht në dispozicion, kjo do të thotë, që lakorja I-V për orë në një sistem FV është vazhdimisht e ndryshueshme dhe pika operative për çdo ngarkesë do të caktohet nga rrezet e diellit që do të bien.

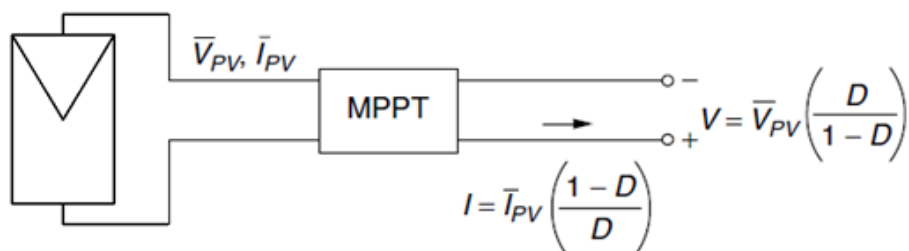


Fig. 5.7. MPPT e sistemit FV për tensione dhe rrymat në vlerat e dhura për ngarkesës.

5.5. Lidhja në rrjet dhe funksionimi i sistemit fotovoltaik

Sistemet fotovoltaike të montuara në ndërtesa janë duke u bërë gjithnjë e më popullore si për nga çmimet e ulëta, infrastruktura dhe instalimi dhe janë më të përdorshme. Siç është paraqitur në figurën 5.8. komponentët kryesorë në një rrjet të lidhur janë:

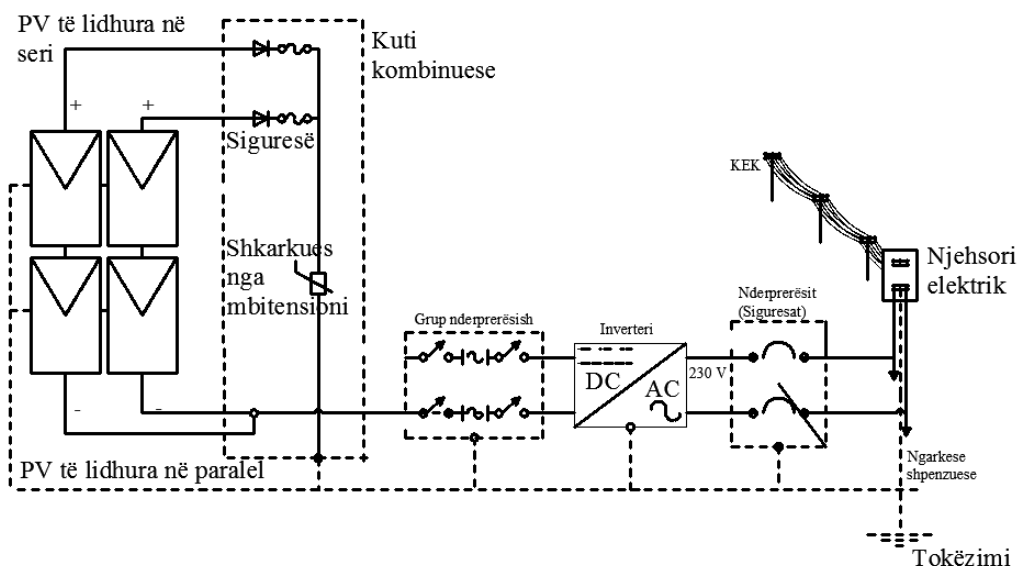


Fig. 5.8. Komponentët kryesorë në një sistem FV të rrjetit të lidhur duke përdorur vetëm një inverter.

5.6. Fuqia nominale DC dhe AC e qelizës diellore fotovoltaike

Sistemet e rrjetit të lidhur përbëhen nga një grup i moduleve dhe një inverteri i cili shërben për të kthyer energjinë nga DC në AC.

Kur një sistem solar fotovoltaik (FV) është vënë në fushë, fuqia aktuale AC e dorëzuar gjatë një dite me diell është quajtur P_{AC} , dhe mund të përfaqësohet si produkt:

$$P_{AC} = P_{DC,STC} \cdot (\text{Efikasiteti i konvertimit}) \quad (5.4)$$

Ku $P_{DC,STC}$ është fuqia DC e marrë nga grupi i moduleve sipas standardeve nominale të testuara. Efikasiteti i konvertimit llogaritet për efikasitetin inverter, grumbulluesit, mospërputhjet e moduleve dhe dallimet në kushtet e ambientit. Edhe në diell të plotë, ndikimi i këtyre humbjeve mund të lehtë ta ulë prodhimin e energjisë nga (20-40) %.

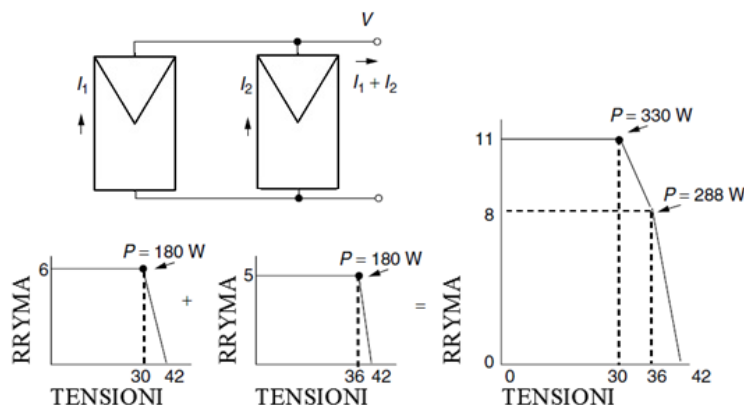


Fig. 5.9. Ilustrimi i humbjeve për shkak të mospërputhjes së moduleve. Secili modul është renditur në 180 W, por kombinimi paralel jep vetëm 330 W në pikën maksimale të energjisë.

5.7. Shembulli i projektimit të pompave të lidhura në sistemin fotovoltaik

Kabllot e standardizuara kryesisht mund të jenë ato që përdoren në tensionin maksimal të lejuar të rrymës së vazhduar prej 1,8 kV dhe në spektrin e temperaturave prej -40°C deri në +90°C. Izolimi i kabllave duhet të jetë i tillë që t'i përballojë ngarkesave termike dhe mekanike si dhe rrezatimit UV, reshjeve acidike etj.

Lidhja e kabllave duhet të bëhet në mënyrë shumë të kujdesshme.

Kërkohet që gjatë lidhjeve apo vazhdimit të kabllave të përdoren kuti të veçanta të izoluar me nyje lidhëse 4-6 mm² si dhe të çdo lidhje nuk lejohet të ketë humbje më shumë se 1%.

Lloji i kabllos mund të llogaritet me shprehjen:

$$K = \frac{2 \cdot L \cdot I}{U \cdot k \cdot (3\%)}$$

L = Gjatësia e thjeshtë e kabllos në, [m],

I = Rryma në, [A],

U = Tensioni në, [V],

k = përcjellja e elektricitetit të bakrit ($k = 56 \left[\frac{m}{\Omega mm^2} \right]$),

3% = Humbja e lejuar e tensionit.

Shembull: Nëse një pompë 12 V duhet të vihet në funksion nga një akumulator në distancë prej 24 m. Humbjet në kablo nuk duhet të kalojnë 3%. Cilin lloj të kabllor duhet ta zgjedhim?

$$I = \frac{P}{U} = \frac{85 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 7.083 \text{ A}$$

$$K = \frac{2 \cdot 24[m] \cdot 7.083[A]}{(3\%) \cdot 12[V] \cdot 56\left[\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}\right]} = 16.86 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Në rast të 230V me të dhënat lartë do të na duhej një kablo prej 0.86 mm!

Shihet se të linjat e gjata për harxhuesit me 12V do të na duheshin kablo shume të mëdha për të minimizuar humbjet.

Prandaj zakonisht është më e arsyeshme të vendoset një inverter dhe të përdoren harxhues të zakonshëm 230V.

6. EKONOMIA E SISTEMEVE TERMIKE DHE FOTOVOLTAIKE

Energjia diellore fillon nga dielli. Burimet e energjisë diellore janë afër 86 000 TW, ndërsa bota aktualisht po i shfrytëzon vetëm 15 TW²⁷. Kosova, ka një pozicion strategjik gjeografik, ku ndriçimi i diellit është i lartë përkatësisht me rrezatimi diellor 1400 kWh/m² vit dhe karakterizohet me përafërsisht 295 ditë në vit me diell apo (si mesatare 2086 orë diell në vit ± 5% varësisht nga vendi), mesatarja e orëve me diell për ditë është 8 orë. Panelet diellore, kane rendësi jo vetëm për ngrohjen e brendshme gjatë stinëve të ftohta, por edhe për përdorimin e ujit sanitar, janë një zgjedhje e duhur, në kushtet kur energjia elektrike ka kosto më të lartë dhe ende nuk kemi një sistem gazi të mirëfilltë.

Përdorimi i paneleve diellore konsiderohet në të gjithë botën si energjia e gjelbër, një hap i domosdoshëm në mbrojtjen e mjedisit dhe mirëfunksionimit të jetesës në planet.

Shembull:

Për një familje katër anëtarësh, nëse uji në kolektorë duhet të ngrohet për $\Delta t = 35 [^{\circ}\text{C}]$ të përcaktohet:

- sipërfaqja e kolektorit diellor për plotësimin e nevojave me ujë sanitar,
- kalkulimi i sasisë së njëjtë të ujit me panele fotovoltaike,
- numri i paneleve termike dhe fotovoltaike për të dhëna të njëjta.

Zgjidhje:

Shpenzimi mesatar i ujit sanitar për një person zakonisht merret 50 [l/24h për anëtar].

Shpenzimi vjetor i ujit sanitar për katër anëtarë është:

$$V = 4 \cdot 50 \cdot 365 = 73000 [l] = 73 [m^3]$$

Energjia termike për ngrohjen e kësaj sasive të ujit (200 l në ditë) për nevoja sanitare është:

$$Q = V \cdot c_w \cdot \Delta t = 73 \cdot 1.16 \cdot 35 = 2963.8 [kWh/vit]$$

Nëse supozojmë se 80% të energjisë termike mbulohet nga energjia diellore do të kemi:

$$Q_{ed} = 0.8 \cdot Q = 0.8 \cdot 2963.8 = 2371.04 [kWh/vit]$$

Nga $1 [m^2]$ e sipërfaqes së kolektorit diellor, kur merren parasysh rendimenti i kolektorit diellor dhe rendimenti i këmbyesit diellor të vendosur në bojler gjatë një viti mund të merren rreth $Q_{kd}^{vit} = 525 [kWh/m^2 vit]$. Në këtë mënyrë del sipërfaqja e nevojshme e kolektorëve diellorë:

$$S_{kd} = \frac{Q_{ed}}{Q_{kd}^{vit}} = \frac{2371.04}{525} \approx 4.52 [m^2]$$

Pasi që paneli të cilën ne do e marrim në shqyrtim ka këto të dhëna atëherë fitojmë numrin e paneleve termike.

²⁷ I. Krasniqi, F. Krasniqi, "Energjetika dhe mjedisi për zhvillim të qëndrueshëm", 30 tetor 2013 (fq. 216-218)

$$n_{kd} = \frac{S_{ed}}{S_{neto}} = \frac{4.52}{2.35} \approx 1.92 \text{ panela}$$

Pra për plotësimin e nevojave të parapara atëherë mjaftojnë 2 panele Auro Therm.

Tabela 6. Me të dhënat për panelin termik (Auro Therm pro VFK 125/3) dhe fotovoltaiik (BISOL BMU 260)

Panelet diellore	Dimensionet [mm]	Sipërfaqja [m ²] (bruto /neto)	Pesha [kg]	Shfrytëzimi [%]	Emetimi ε [%]
Auro Therm PRO VFK 125/3	2033x80x1233	2,51/2,35	38	90	10
BISOLBMU 260	1649/40/991	1.63	18.5	15.9	0

Sasia e nxehtësisë që përthithin kolektori diellor termik gjatë gjithë vitit është:

Q=2467.2 [kWh] që për këtë sasi do te kalkulohet paneli fotovoltaike.

Për këtë sasi të nxehtësisë së nevojshme Q=2 467,2 [kWh] nga (Photovoltaic Geographical Information System)²⁸ është i nevojshëm një sistem fotovoltaiik me një: fuqia nominale të sistemit PV: **2.0 kW**, i cili gjate viti llogaritet të prodhoje **Q=2 520 [kWh]** që e tejkalon për 53 [kWh] panelin termik.

Për këtë sistem na duhen 8 panele fotovoltaike BISOL-BMU-260

Apo në sipërfaqe që është:

$$S_{kol} = n \cdot S_k = 8 \cdot 1.63 [m^2] = 13,04 [m^2]$$

Çmimi i një paneli diellore termik sillet nga 350 Euro deri në 1 000 Euro për metër katrore.

Çmimi i një paneli fotovoltaike varet nga më shumë faktorë. Faktori më i rëndësishëm për vlerësimin e shpenzimeve në lidhje me përfitimet është madhësia e sistemit.

Sistemi me kapacitet prej 2 kW, i cili do të plotësonte nevojat e pothuajse një familje apo amvisërie të tërë, me efektivitet të lartë të energjisë, do të kushtonte 3000 deri në 5000 euro për kW-at kapacitetin e instaluar.

Sistemi me kapacitet prej 5 kW i cili i mbulon nevojat e një familje të madhe konvencionale do të kushtonte nga 12 500 në 20 000 Euro, ose 2,5-4 Euro për vat e kapacitetit të instaluar.

Këto çmime janë një vlerësim i përafërt. Firmat vendore që punojnë me sistemet FV mund të japin informacione më të sakta.

Sistemet diellore më së miri dalin për nga çmimi nëse ato kombinohen, përkatësisht shfrytëzimi i energjisë diellore të kombinuar (shfrytëzimi termike dhe ai fotovoltaiik do të kishte një kosto me të ulët se sa vetëm njeri sistem përkatësisht sistemi fotovoltaiik, për shkak të rendimentit me të ulte të paneleve fotovoltaike. Pra koston e lartë për ngrohjen e ujit me energji elektrike e zëvendësojmë me panele termike, dhe kështu kemi përdorimin efikas të energjisë, ku kjo u vërtetu edhe nga shembulli paraprak.

²⁸ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

Tabela 7. Sipërfaqja e nevojshme e paneleve fotovoltaike për kapacitet të caktuar në m² varësisht nga madhësia e sistemit dhe efikasiteti i paneleve

Sipërfaqja e nevojshme e paneleve fotovoltaike për kapacitet të caktuar në m ²							
Efikasiteti i modulit FV (%)	Kapaciteti i panelit fotovoltaik (vat)						
	100 W	250 W	500 W	1000 W	2000 W	4000 W	10 000 W
4	2,8	7	14	28	55,7	111,5	278,7
8	1,4	3,5	7	14	28	55,7	139,3
12	0,9	2,3	4,6	9,3	18,6	37	93
16	0,7	1,9	3,7	7,4	14,9	29,7	74,3

Për shembull, që të prodhohen 2 kW nga një sistem me efikasitet prej 12%, nevojiten 18,6 m² sipërfaqe të disponueshme në panelet FV.

Gjenerimi i energjisë nga fotovoltaike

Një sistem i vlerësuar i FV 3 kWp, i cili zë një sipërfaqe prej përafërsisht 30 m², është në gjendje të prodhojë 3600 kWh/në vit.

Kjo sasi korrespondon me kursimet në prodhim prej 3,6 ton CO₂, sasi ekuivalente me energjinë e prodhuar nga qymyri për djegie.

Sasia e energjisë së prodhuar është e mjaftueshme për të plotësuar nevojat e një shtëpie mesatare.

7. MIRËMBAJTJA E SISTEMEVE TERMIKE DHE FOTOTVOLTAIKE

7.1. Mirëmbajtja

Sikur të gjitha pajisjet elektrike edhe panelet diellore duhet të mirëmbahen në mënyrë të rregullt dhe të kujdesshme. Mirëmbajtja e duhur siguron dhe rrit jetën e paneleve diellore për aq kohë sa të jetë e mundur. Sistemet diellore kërkojnë mirëmbajtje me të vogël në krahasim me sistemet e tjera elektrike.

Defektet kryesore dhe më të shpeshta të sistemit termike dhe fotovoltaike janë:

- rënia e efijencës së paneleve, kryesisht prej papastërtive që mund të bien mbi të,
- lirimi ose korrodimi i lidhjeve në kontrollor, pompë si dhe në sensorë,
- qarqet e shkurtra në kontrollor dhe pompë,
- dëmtimi i gypave dhe izolimit,
- rënia e kapacitetit mbajtës të baterisë,
- korrodimi i baterisë, mbingarkimi i baterisë dhe gazifikimi i baterisë,
- dëmtimi i inverterit për shkak të temperaturës ose rrymës së lartë,
- lirimi ose korrodimi i lidhjeve/poleve të panelet, të inverteri, të bateria etj.,
- qarqet e shkurtra,
- zhveshja ose këputja e përcjellësve,
- dëmtimi i strukturës mbajtëse të paneleve,
- dëmtimi fizik i paneleve,
- dëmtimi i pajisjeve mbrojtëse.

Mirëmbajtja e sistemit termik dhe fotovoltaike:

- kontrolli i pastërtisë së paneleve dhe pastrimi i tyre,
- kontrolli i fluidit punues,
- kontrolli i gypave dhe izolimit,
- kontrolli i pompës dhe elementeve tjera,
- kontrollimi i të gjitha pjesëve metalike për ndryshk,
- marrja e masave për mbrojtjen nga papastërtitë, zjarri, lagështia, qarqet e shkurtra dhe dëmtime të tjera etj.
- 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,
- kontrolli i pastërtisë së inverterit dhe pastrimi i tij me rrymë ajri, etj.

7.2. Mirëmbajtja e paneleve diellore termike

Kontrolli i pastërtisë së paneleve dhe pastrimi i tyre - Një herë në muaj duhet pastruar kolektorin diellore nga papastërtitë. Pastrimet periodike mund të jenë të nevojshme në vende të thata dhe ato me ajër të pluhurosur. Nëse kolektori mbushet me pluhur kemi pengim të rrezeve dhe krijojmë hije në përthithës ku kjo ndikon në rënie të performancës së kolektorit, për këtë arsye xhami i pastër i kolektorit diellore lejon për të mbajtur performancën termike në një nivel të lartë. Pastrimi është elaboruar me hollësisht në pjesën **mirëmbajtja e paneleve diellore fotovoltaike**.

Gjithashtu çdo vit, duhet kontrolluar për mbulimin e sipërfaqes së kolektorit nga hijet gjatë ditës (në mëngjes, mesditë, dhe në pasdite) nëse kolektori është i mbuluar nga ndonjë objekt i çfarëdoshëm si: rritja e bimësisë me kalimin e kohës ose rindërtimi mbi ndërtesë apo pronë ngjitur mund t'i zër dritën kolektorit dhe kjo do të ndikojë në masë të madhe në performancën e kolektorit diellore.

Fluidi punues - Fluidi për transferim të nxehtësisë duhet të ndërrohet çdo 3-5 vjet përndryshe sistemi do të fillojë të humbasë mbrojtjen nga korrozioni dhe uljen e pikës së ngrirjes. Përbërja kimike e fluidit për transferim të nxehtësisë mund të ndryshojë me kalimin e kohës. Cilësia e tij duhet të monitorohet në baza periodike të paktën një herë në vit. Pas verës dhe para dimrit duhet kontrolluar fluidin termik për të shikuar performancën e tij. Për të testuar nivelin e pH-së, përdorni një kontrollor dixhital ose ndonjë lloj tjetër të pajisjes për këtë punë.

Nëse është vërejtur ndonjë rrjedhje e fluidit (glykolit), apo rënie e presioni, duhet informoni instaluesin kompetent menjëherë për të diagnostifikuar shkallen e problemit dhe duhet evituar atë rrjedhje për të ruajtur sistemin nga ndonjë dëmtim tjetër.

Gypat dhe izolimi termik - Çdo vjet, të gjitha gypat duhet të kontrollohen për rrjedhje në kthesa, ventila, dhe mbyllesa. Nëse izolimi i jashtëm është dëmtuar duhet të riparohen ose të zëvendësohet për arsye se ndikon në uljen e performancës së kolektorit diellore, ku pastaj kemi humbje të energjisë.

Instalimet elektrike, lidhjet dhe sennzorët - Çdo vjet, duhet të kontrolloni instalime elektrike, lidhjet dhe sensorët. Duhet shikuar për shenja nga mbinxehja, ndryshimi i ngjyrës së kablove, korrozioni ose lidhjeve të lirshme. Çdo instalime elektrike të dëmtuara duhet të riparohen ose zëvendësohen.

Pastrimi i akumuluesit termik - Është e rekomanduar që rezervari të pastrohet tërësisht një herë në vit. Me kontrollet e rregullta të mjeshtrit, do të garantoni një funksionim normal dhe një jetë të gjatë të depozitat. Pas kontrollit bëhet verifikimi i konsumimit të anodës mbrojtëse kundër korrozionit dhe sipas nevojës pastrohet guri i ujit, i cili në varësi nga cilësia, sasia dhe temperatura e ujit të shpenzuar, akumulohet në brendinë e depozitit. Pas kontrollit të depozitit mjeshtri ju tregon gjendjen akumuluesit dhe nëse çdo gjë është në rregull atëherë do t'ju preferoj edhe datën e kontrollit vijues.

Shufra e Anodës (kundër gëlqeres) në akumuluesin termik - Shufra nga anoda duhet të kontrollohet dy herë, në vitin e parë të instalimit dhe pas vitit të parë rekomandohet të paktën një herë në çdo vit në interval kohore të njëjta. Rekomandohet për të kontrolluar shufrën gjashtë muaj pasi që është instaluar sistemi diellore. Nëse shufra anode është hargjuar (konsumuar) është koha për të zëvendësuar me një shufër të re.

Shtypja e fluidit punues në sistem - Duhet kontrolluar matësi i presioni (manometri) çdo muaj. Ajo nuk duhet të bjerë nën 0.5 bar nga vlera që ju është caktuar sistemit në fillim. Ky është numër një tregues se ka një problem me sistemin tuaj.

Ena e zgjerimit - Çdo vit duhet të kontrollohet gjendja e enës së zgjerimit. Duhet kontrolluar për të parë nëse membrana është dëmtuar dhe kjo bëhet duke e shtypur ventilin për testim në pjesën e poshtme të enës. Nëse ena e zgjerimit është në rregull atëherë kemi një dalje të shpejt të ajrit. Nëse nga ventili për testim kemi rrjedhje të fluidit atëherë duhet zëvendësuar membranën. Duhet kontaktuar një mjeshtër të kualifikuar për panele diellore nëse rezervuari ka nevojë për zëvendësim.

Pompa - Pompa ka funksion kryesor në panelet diellore dhe për këtë arsye ajo duhet monitoruar vazhdimisht nëse është duke punuar. Duhet kontrolluar kur dielli është duke rrezatuar mbi sipërfaqet e paneleve dhe nëse ajo është duke punuar e kuptojmë me ane të dridhjeve me një intensitet të vogël që e shkakton gjatë punës dhe kjo vërehet me ane të prekjes me dorë nga ana jonë, nëse nuk ka dridhje atëherë duhet marrim masat e nevojshme për riparim ose ndërrim varësisht se çfarë na rekomandon mjeshtëri.

7.3. Mirëmbajtja e paneleve diellore fotovoltaike

Nëse panelet diellore janë të pista mund të humbin rreth 7-8 % të efikasitetit të tyre si pasojë e mbulimit me pluhur. Po ashtu edhe mbeturinat e ambientit si letra, gjethe etj. ndikojnë direkt në efikasitetin e tyre prandaj kërkohet pastrimi i vazhdueshëm i paneleve.

Gjatë instalimit të paneleve diellore shpesh mund të parashtrohet pyetja se si të mbrohen nga goditjet e rrufesë. Duhet dalluar mbrojtjen e jashtme dhe të brendshme.

Mbrojtja e jashtme ka të bëjë me mbrojtjen e paneleve diellore direkt nga rrufeja dhe djegia e tyre. Kjo realizohet përmes rrufepritësve të cilët vendosen në distancë të caktuar jo shumë afër dhe duhet që lidhjet mekanike me pjesë metalike të paneleve të jenë sa më larg.

Mbrojtja e brendshme mund të realizohet edhe me anë të siguresave elektrike.

Lajmërimi i të ashtuquajturave pika të nxehta. Gjatë krijimit të lidhjeve në mes të celulave, nëse lidhja nuk është realizuar si duhet mund të vjen deri te nxehja dhe shkëputja e ndonjë foto-celule që do të kishte pasojë katastrofave, pasi që prishja e vetëm një qelize do të bënte të papërdorshëm komplet panelin.

➤ Mirëmbajtja baterive

Bateria është një pajisje e cila përdoret për të ruajtur dhe mbushur me rryme elektrike nga panelet fotovoltaike. Në figurat e mëposhtme tregohen dy lloje të zakonshme të baterive që përdoren në instalimet diellore.

Bateritë duhet që rregullisht të mirëmbahen për të zgjatur jetën e tyre, siç janë:

- Kontrollimi dhe pastrimi i rregullt.
- Kontrollimi i nivelit të elektroliteve (nuk kërkohet për baterinë Gel).

Mbajtja e baterisë në një gjendje të ngarkuar.



Fig. 7.1 Bateria Gel e mbyllur; Fig. 7.2 Bateria me acid plumbi – Cikël i thelle i mbushjes.

➤ **Kontrollimi dhe pastrim i baterive**

Një kontroll i vazhदार duhet të bëhet për të vlerësuar gjendjen e përgjithshme të baterive të sistemit. Duhet kontrolloni për ndonjë rrjedhje të elektroliteve, të çara në bateri, ose korrozioni në lidhësit (klima). Bateritë duhet të jenë të pastërta, të thata e pa elektrolite dhe mbetje korrozioni. Korrozioni në lidhëset (klemat) e baterisë duket si një shtresë e bardhë rreth lidhësve (klemave) të baterisë. Pastrimi duhet të bëhet një herë në muaj.



Fig. 7.3 Efektet e mungesës së mirëmbajtjes

Masat paraprake që duhet të merret para kryerjes së mirëmbajtjes së baterisë janë:

- Gjatë kryerjes së mirëmbajtjes së baterisë duhet të jeni të pajisur me syzet e sigurisë.
- Duhet të vishen doreza mbrojtëse dhe doreza kimike-rezistente nga goma për të parandaluar kontaktin me acidin e baterisë.
- Nëse ka derdhje të acidit, duhet zgjedhur për të neutralizuar acidin me ujë apo soda bi-karbonat.
- Për të kryer mirëmbajtjen duhet përdoren mjete izoluese kur e trajtojmë atë.
- Procedurat e pastrimit të baterisë janë:
- Fikni ose bëni shkëputjen e të gjitha ngarkesave në sistem. Ndalni panelet diellore nga ngarkimi (mbushja e baterive). Pastaj ndalni ndërprerësin nga banka e baterisë.
- Duhet të sigurohemi që kapakët mbi bateri të janë mbyllur dhe të shtrënguar për të mbajtur baterinë larg nga çdo papastërti. Pastrojeni baterinë me një leckë të lagur.

➤ **Kontrollimi nivelin elektroliteve**

Mirëmbajtja e baterisë përfshin kontrollin e nivelit të qelizave për elektrolit si dhe vëllimin e acidit saktë një herë në muaj. Qelizat duhet të lihet prapa në nivelin e acidit origjinal i cili është $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ " nën pjesën e poshtme të çarë të xhakëtës dhe (tub brenda qelizave bateri me lojëra elektronike në çdo anë). Testimi për gravitetin specifik të elektroliteve në bateri është një mënyrë e saktë për të matur dhe krahasuar gjendjen e ngarkuar me çdo qelizë individuale.



Fig. 7.4 Mbushja e baterisë

Procesi i kontrollimit të elektroliteve gravitetit specifik i për një "Cikël i thellë i mbushjes" bateri me acid plumbi është dhënë më poshtë:

1. Së pari, hiqni kapakët nga çdo qelizë një në një kohë.
2. Nxjerrni sasinë e lëngut përmes hidrometrit.
3. Merrni vlerat reale të lexuara nga hidrometri përkatësisht rezultatet.
4. Nuk bënë të përziejmë lëngjet e baterive të ndryshme.

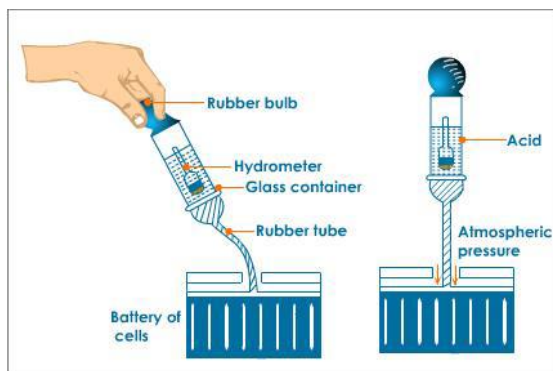


Fig. 7.5 Procedura e nxjerrjes së rezultateve

Tabela më poshtë tregon gjendjen e ngarkuar të baterisë në nivele të ndryshme të peshës (gravitetit) specifik. Tensionet e treguara më poshtë janë për bateri 12V dhe 6V.

Tabela 8.

Gjendja e baterisë	Pesha specifike	Voltazha – 12V	Voltazha – 6V
100 %	1.265	12.7	6.3
75 %	1.225	12.4	6.2
50 %	1.190	12.2	6.1
25 %	1.155	12.0	6.0
E zbrazur	1.120	11.9	6.0

Leximet e peshës specifike të çdo qelizë duhet të regjistrohen dhe mbahen në një fletë.

➤ **Mbajtja e baterisë së ngarkuar - Voltazhi**

Një tjetër masë e rëndësishme në përcaktimin gjendjen e baterisë e ngarkuar është tensioni i baterisë. Pas matjes së tensionit të çdo bateri, duhet të regjistrohen dhe mbahen në një fletë.

Alarmi i baterisë

1. Sistemi diellor ka një alarm për të vizual dhe zanor për të njoftuar për gjendjen e ulët të baterisë së ngarkuar. Kur gjendja e baterisë ngarkuar bie në 50% alarmi do të shkaktonte një sirenë që do të tingëllojë për 10 minuta.
2. Sinjalizues do të ndalet automatikisht, por do të fillojë përsëri çdo 10 minuta.
3. Ndalni dritat lidhur me sistemin diellor për të shmangur përkeqësimin e baterisë.

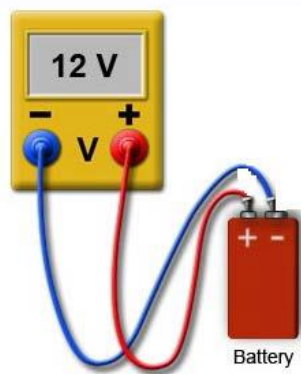


Fig. 7.6 Kontrolli gjatë mbushjes

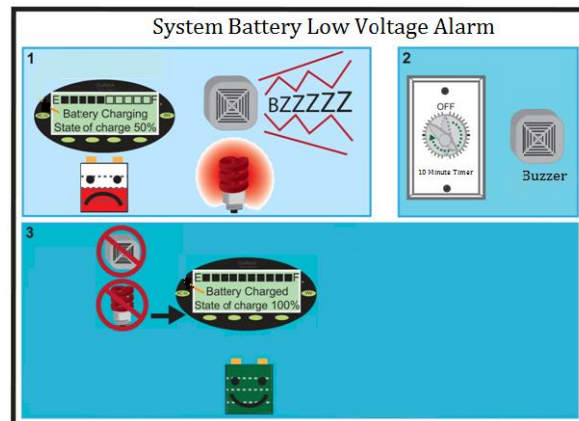


Fig. 7.7 Paraqitja e alarmit në ekranin e inverterit

Mirëmbajtja e paneleve diellore

Mirëmbajtja dhe inspektimin i paneleve diellore duhet të kryhet për të siguruar funksionimin optimal të paneleve diellore. Kjo mund të bëhet duke e mbajtur sipërfaqen e modulit të pastër.



Fig. 7.8 Pastrimi i paneleve

- Për të hequr pluhurin dhe papastërtitë nga modulet, moduli munde të pastrohet me ujë. Nëse moduli është mbuluar nga mbetjet e shpezëve të cilat janë të vështira për të hequr, modulet mund të pastrohen me ujë të ftohtë dhe me ndonjë sfungjer pa dëmtuar panelet.

Nuk bënë të përdoret furçë metalike për të pastruar sipërfaqen diellore të paneleve apo ndonjë lloj të detergjenteve.

- Një vështrim vizual i moduleve për të kontrolluar modulet për dëmtime të moduleve të tilla si çarje, ashkla në sipërfaqe, depërtim i ujit dhe njollë etj. Nëse vërehet ndonjë dëmtim, duhet pasur parasysh vendndodhjen e tij nëse dëmtimi është i madhe duhet intervenuar dhe të merren shënime, nëse nuk ka ndikim në funksionimin e penales atëherë ai duhet të vëzhgohet vazhdimisht deri në evitimin e tij.
- Duhet të kontrollohen kornizat e paneleve gjendja e bulonave për shkak të ndryshkut për të siguruar panelet. Kutitë duhet të kontrollohen për të siguruar që telat nuk janë përtypur nga brejtësit ose insektet.

Inverter

Operacionet e mirëmbajtjes duhet të kryhet me pajisje të shkëputur nga rrjeti, përveç nëse tregohet ndryshe në manualin e pajisjes. Pas ndaljes, duhet pritur të paktën 10 minuta që pajisja të ftohet dhe të ketë zbratur tërë energjinë (elektrostatike dhe tensionin) e akumuluar.

Mirëmbajtja rutinore - Pastroni pajisjen të paktën një herë në vit, në veçanti, skaji i poshtëm në kutinë e instalimeve përmes të cilit kalon ajri për ftohje. Nëse është e mundur, përdorni një pastrues të përshtatshëm për të hequr mbeturinat.

Çdo vit ose në rast mosfunksionimi, kontrolloni ngushtësinë e prizave për hapjen e kabllor, montimin e lidhësve dhe kapakëve të përparme. Pajisje e lirshme mund të lejojnë kullimin e ujit në pajisje brenda, duke çuar në qark të shkurtër për shkak të lagështirës së lartë.

Çdo viti duhet të kontrollohet këto gjera: kontrolloni rrugën e ajrit për ftohjes dhe për bllokime, kontrolloni operacionin e ventilatorit të ftohjes së brendshme, kontrolloni të gjitha lidhjet elektrike duke përdorur një kamera infra të kuqe ose ekuivalent për të përcaktuar pikat e nxehta (kontrolloni vlerën e çiftit për çdo lidhje të treguar), kontrolloni lidhëset e presionit AC të qarkut të prodhimit të inverterit, kontrolloni lidhësit e presionit DC të qarkut të hyrjes së inverterit, kontrolloni të gjitha vendet e lidhjeve për shenja të temperaturës së lartë aktuale etj. Çdo 3 vjet hiqni dhe zëvendësoni baterinë rezervë të memories.

Instalimet dhe Lidhjet

Instalimet elektrike duhet të kontrollohet për ndonjë çarje, prishje ose dëmtim të izolimit. Duhet shikuar nëse në kuti (orman) nuk ka brejtës dhe insekte. Gjithashtu shikojmë lidhjet për korrozion dhe ndonjë djegie eventuale. Nëse është gjetur ndonjë dëmtim, konsultohuni me instaluesin sa më shpejt që të jetë e mundur. Të gjitha telat duhet të jetë kontrolluar për të siguruar që ata nuk janë thyer apo dëmtuar.

8. MONITORIMI I SISTEMIT FOTOVOLTAIK 49.4 kWp TË LIDHUR NË RRJETIN ELEKTRIK

Për të kuptuar me mirë dhe elaboruar këtë është i domosdoshëm përshkrimi i një shembulli praktik. Sistemi fotovoltaik është instaluar me qëllimi të reduktimit të emetimit të gazrave dhe substancave ndotës. Kjo mund të arrihet duke shfrytëzuar burime alternative të energjisë së ripërteritshme dhe duke zvogëluar përdorimin e lendeve djegëse. Në mesin e sistemeve të ndryshme të energjisë së ripërteritshme, sistemet fotovoltaike janë me premtuese duke marrë parasysh cilësinë e vete sistemit, duke ulur shpenzimet dhe duke kufizuar kërkesën për mirëmbajtje. Këto sistemet ofrojnë edhe opsionin Off-Grid i cili është shumë i përshtatshëm për vendet në të cilat është shumë e vështirë lidhja në linjat tradicionale elektrike.

Në punim prezantohen rezultate e fituara nga monitorimi i sistemi fotovoltaik të lidhur në rrjetin elektrike me fuqi 49.4 kWp i cili është instaluar në kulmin e pjerrët të Fabrikës për përpunimin e qumështit në Qumështoren "DRENA" në Skenderaj. Monitorimi i sistemit është bërë në periudhën nga 19 Korriku 2016 deri në 30 Prill 2017, nëse e tërë energjia e prodhuar nga panelet fotovoltaike nuk është e nevojshme për fabrikën atëherë kjo pjese e mbetur e energjisë elektrike që nuk shfrytëzohet në fabrikë i jepet rrjetit aktual të energjisë elektrike për arsye se puna e prodhimit të fabrikës fillon në orën 8:00 ndërsa panelet fotovoltaike efikasitetin maksimal e kanë në mes orës 12:00 dhe 13:00. Ky sistem përbëhet nga lloji i paneleve fotovoltaike të tipit polikristalian.

Gjatë kësaj periudhe janë matur dhe analizuar këta parametra ditor dhe mujor të sistemit: gjenerimi i energjisë elektrike nga sistemi, temperatura e ajrit, lagështia relative dhe shpejtësia e erës (monitorimi i sistemit është bërë vetëm gjatë ditës). Nga të dhënat e grumbulluar është llogaritur gjenerimi i tërë i energjisë elektrike, temperatura mesatare mujore e ajrit dhe shpejtësia mesatare mujore e erës.

Përshkrimi i sistemit fotovoltaike

Impianti fotovoltaik me kapacitet prej 49.4 kWp ndodhet në Skenderaj. Gjegjësisht në vendin: 42°45'13" në veri, 20°47'20" në lindje, në lartësi 609 metra. Sistemi i instaluar është pjesë e projektit për uljen e shpenzimeve mujore në fabrikë i cili është i lidhur në rrjetin elektrik të energjisë elektrike.

Ky sistem përbëhet nga panelet fotovoltaike, inverteret dhe pajisjet e tjera të nevojshme. Sistemi ka fuqinë maksimale 49.4 kWp. Sistemi përbëhet prej 190 panele fotovoltaike të prodhuesit BISOL, të cilët janë të lidhur në dy inverter me nga 19 panele në seri dhe 5 grupe paralele polikristalore. Panelet e tipit polikristalor kanë këto karakteristika (BISOL Premium Series BMU 260, me fuqinë nominale të pikut 260 Wp dhe efikasitet 15.9%). Pra qelizat lidhen në seri dhe paralel për të arritur një rrymë dhe tension maksimal. Grupet e paneleve janë montuar në kulm të objektit të qumështores "DRENA" në Skenderaj, të kthyer në anën jugore dhe në pjerrësinë 30°. Kjo pozitë e palëvizshme është përzgjedh pasi ky sistem mund të punoj gjatë tërë vitit dhe me kosto më të ulët se sa sistemi lëvizës i cili përcjell trajektoren e diellit gjatë ditës dhe vitit. Panelet fotovoltaike të montuara në kulm janë treguar në figurën 8.1.



Fig. 8.1 Panelet fotovoltaike të montuara në kulm të Qumështores “DRENA”

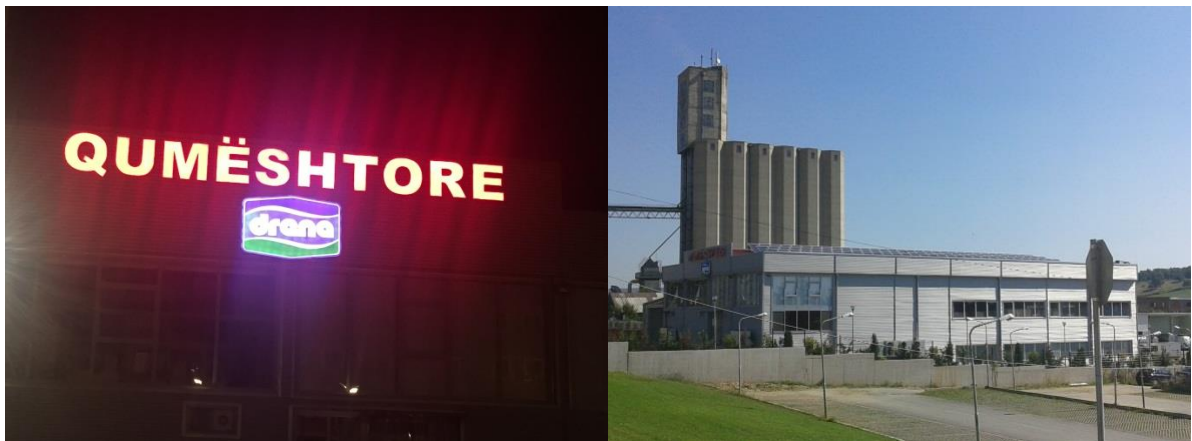


Fig. 8.2 Qumështorja “DRENA” objekti ku janë vendosur panelet fotovoltaike



Fig. 8.3 Inverteret ABB TRIO-27.6-TL-OUTD-S2 -400

Të dy Inverterët janë të njëjtë për nga specifikacionet mirëpo inverteri nga ana e majtë (Inverteri I-rë) është i lidhur me pjesën e poshtme të paneleve në kulm, në këtë inverter janë të lidhura 95 panele ndërsa inverteri nga ana e djathtë (Inverteri II-të) është i lidhur me pjesën e sipërme të paneleve që shihen në figurën 8.1. ku edhe në këtë Inverter janë të kyçura 95 panele sikurse në skemën e instalimit.

Edhe psenë kulm janë të vendosure 190 panele, ku përbehen prej 6 rreshtave, ku secili rresht ka nga 32 panele me përjashtim në rreshtin e fundit ku janë vetëm 30 panele. Është respektuar rregulla e vendosjes sipas skemës funksionale së paneleve (sikurse në figurën 8.6.) ku janë të lidhura me 5 rreshta në paralel ku secili rresht ka nga 19 panele në seri.

Specifikat elektrike të Inverterit AAB TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400

AAB SOLAR INERTER		
DC – Rryma Konstante		
$V_{DC,max}$	- Tensioni absolute maksimal i hyrjes DC	1000 V
$V_{DC,MPP}$	- Tensionit i rrymës në piken e punës në hyrje DC	200-950 V
$V_{DC,Full Power}$	- Tensionit maksimal në varg (lidhja në seri)	500-800 V
$I_{SC,max}$	- Rryma maksimale e hyrjes DC për çdo MPPT	2x32 A
$V_{DC,max}$	- Tensioni i qarkut të hapur	2x40 A
Model: TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400		
AC – Rryma Alternative		
V_{ACr}	-Tensioni i rrjetit AC të vlerësuar	400 V 30
f_r	- Frekuenca e vlerësuar e prodhimit	50 Hz
$P_{ACr}(\cos\phi=1)$	- Fuqia e vlerësuar nga AC	27600 W @ 45°C amb.
$P_{ACr}(\cos\phi=\pm 0.9)$	- Fuqia e vlerësuar nga AC me humbje	27600 W @ 45°C amb.
$V_{AC,max}$	- Tensioni maksimal i rrjetit AC të vlerësuar	45 A

Të dhënat elektrike të panelit fotovoltaik BISOL-BMU 260 Wp (1000 W/m², 25°C):

Lloji i Modulit	BMU 260
P_{MPP} , [W]	- Fuqia maksimale në piken e punës 260
I_{SC} , [A]	- Intensiteti i qarkut të shkurtër 9.00
V_{OC} , [V]	- Tensioni i qarkut të hapur 39.0
I_{MPP} , [A]	- Intensiteti i rrymës në piken e punës 8.60
V_{MPP} , [V]	- Tensioni i rrymës në piken e punës 30.2
η_c [%]	- Efikasiteti i qelizës diellore 17.8
η_M [%]	- Efikasiteti i modulit (panelit) 15.9
Toleranca e prodhimit të energjisë	0 / + 5 W
Maksimumi i rrymës në drejtim të kundërt	18 a
Tensioni maksimal i sistemit	1,000 V (Aplikim Klasa A)

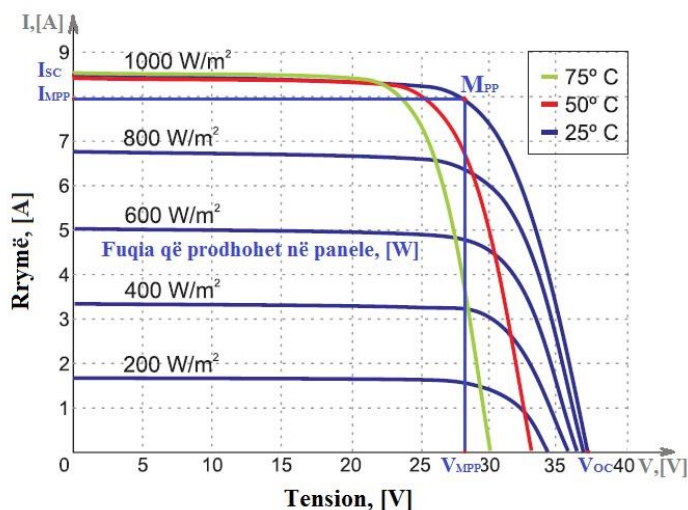


Fig. 8.4 Lakorja rryme tension e paneles fotovoltaike

Këndi i vendosjes së kolektorëve

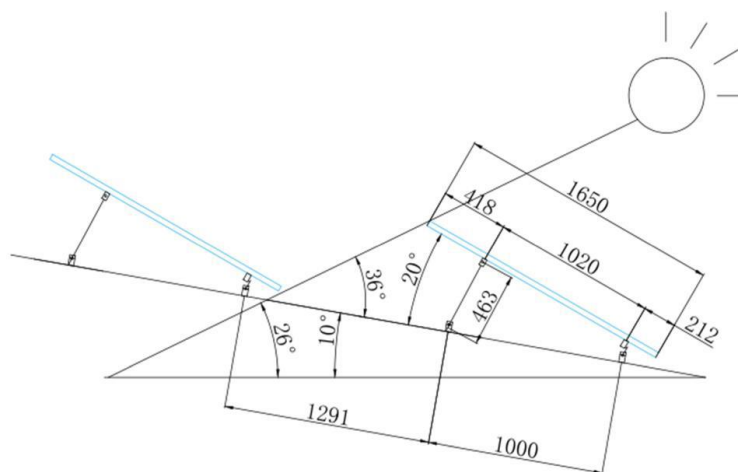


Fig. 8.5 Këndi i vendosjes së paneleve mbi kulmin e Qumështores “DRENA”

Siç shihet në figurën e mësipërme kulmi ku janë të vendosura 190 panele ka një pjerrësi 10°, që është shtuar edhe për 20° kështu që është arritur pjerrësia totale e kolektorit në 30°. Nga skema me lartë shihet pozicioni i diellit që është marrë nga data 21 dhjetor, përkatësisht kur dielli është në pikën me të ulet, rreth 26°.

Sistemi i fiksimit të paneleve të instaluar ofron një qëndrueshmëri dhe stabilitet ndaj kushteve mjedisore. Sistemi është përshtatur për nevoja të instalimeve në impiante fotovoltaike, dhe po ashtu ofron edhe amortizim të mire ndaj dridhjeve që shkaktohen nga erërat dhe kushtet tjera mjedisore.

Rrezatimi

Tek sistemet solare me rrezatim diellore kuptojmë prodhimin e energjisë prej panelet nga rrezatimi i diellit pra në kWh/m².

Në figurën e mëposhtëm shihet harta globale e rrezatimit, statistikë kjo e marre në bazë të parametrave të qiellit të hapur, dhe paneleve në kënd prej 30° të kthyer nga Jugu.

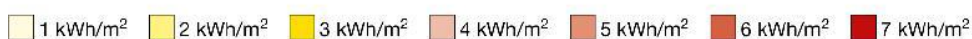
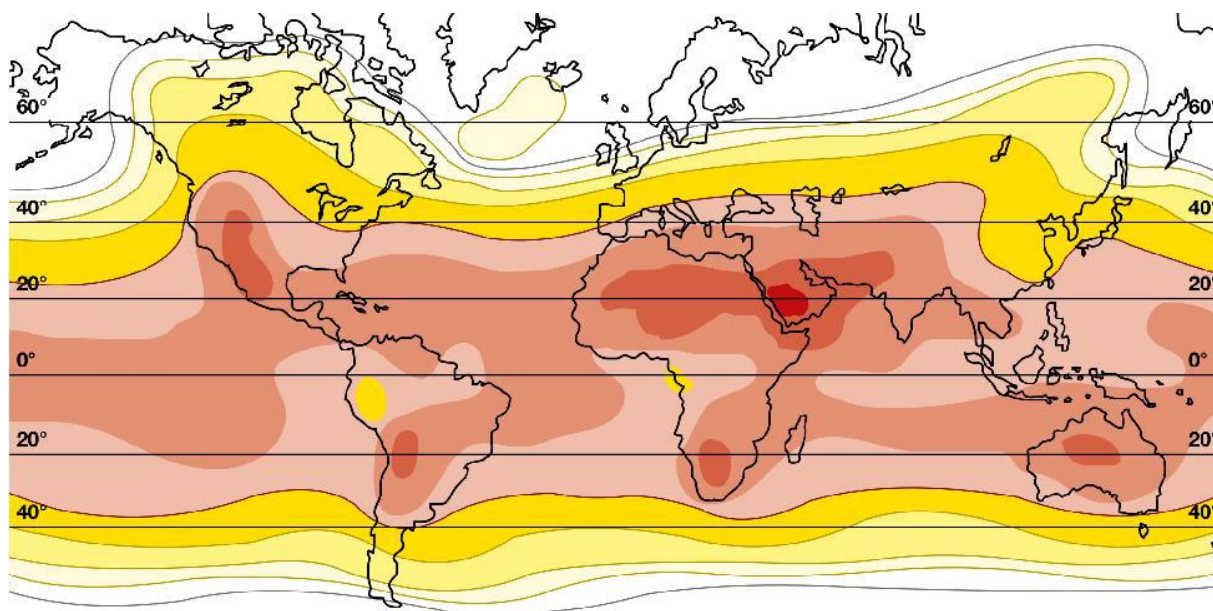


Fig. 8.6 Harta globale e rrezatimit në vendin tonë, me rrezatimi është rreth 4kWh/m².

Skema e Instalimit

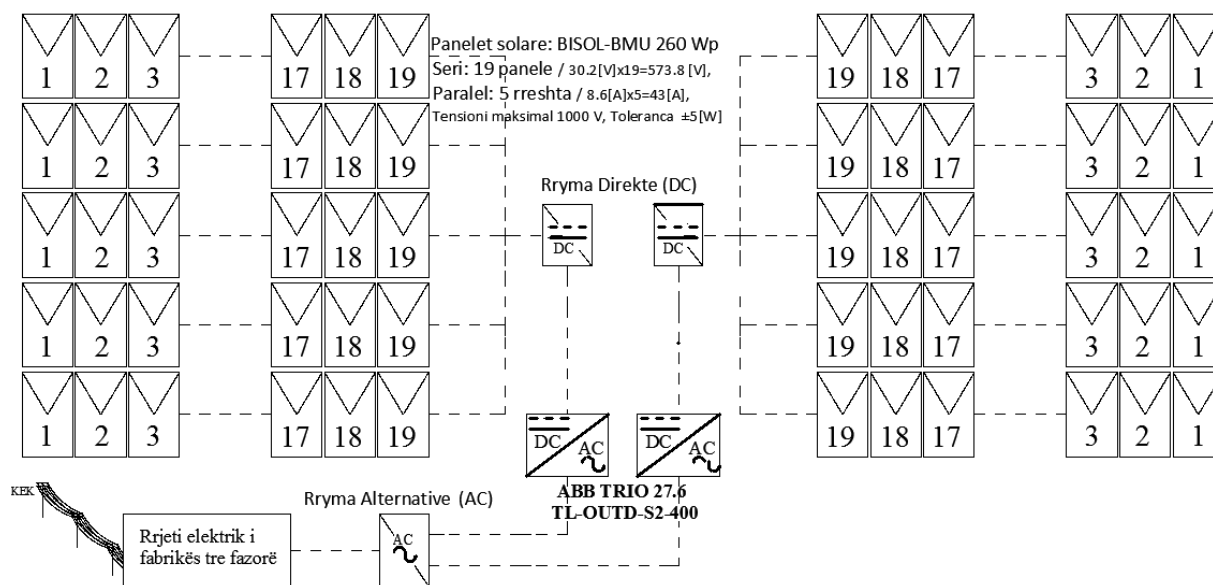


Fig. 8.7 Skema e instalimit te sistemit fotovoltaike 49.4 kWp

Sistemi fotovoltaik përbehet prej 190 paneleve polikristaliane të tipit BISOL-BMU 260, ku këto panele janë lidhur në mënyrë të atillë që të arrihet prodhimi maksimal i energjisë elektrike.

Rezultatet dhe diskutimet

Sistemi për grumbullimin e të dhënave përbëhet nga dy shndërruesit ABB TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400. Nga matësi profesional i temperaturës nga prodhuesi OREGON dhe modeli: WMR200.

Gjatë kësaj periudhe nga 19 Korrikut 2016 deri në 30 Prill 2017 janë mbledhur të dhënat për motin dhe prodhimin e energjisë elektrike nga monitorimi i sistemit fotovoltaiik, të cilat do të prezantohen në vijim.

Në tabelën 9. janë paraqitur të dhënat nga monitorimi i prodhimit të energjisë elektrike nga panelet diellore në periudhën 19 Korrik 2016 deri në 20 nëntor 2016 ku vetëm të dhënat për gjenerim të energjisë elektrike janë marrur nga panelet, ndërsa sa i përket të dhënave tjera janë marrur nga Instituti Hidrometeorologjik i Kosovës për qytetin e Prishtinës për vitin 2016 që edhe është i përafërt me qytetin e Skenderajt.

Në tabelën 10. janë paraqitur të dhënat nga monitorimi i prodhimit të energjisë elektrike nga panelet diellore në periudhën 21 nëntor 2016 deri me 30 Prill 2017 si dhe të dhënat e paraqitura në tabelën 10. temperatura është përcjelle nga matësi profesional i temperaturës nga prodhuesi OREGON dhe modeli: WMR200 ku kjo pajisje është e vendosur në qytetin e Skenderajt përkatësisht në lokacionin 42°44'41" në veri dhe 20°46'55" në lindje dhe me lartësi mbidetare 679 metra. Janë përcjellë temperatura, lagështia relative si dhe shpejtësia e erës.

Sistemi fotovoltaiik i monitoruar nga 19 Korriku 2016 deri në 30 Prill 2017 ka prodhuar 30045 kWh, andaj edhe mund të pritët që ky sistem gjatë një viti të prodhojë diku rreth 48000 kWh. Gjithashtu, nga rezultatet e fituara vërehet se temperatura e paneleve varet edhe nga niveli i rrezatimit të diellit dhe se me rritjen e nivelit të rrezatimit rritet edhe temperatura e paneleve, por me rritjen e rrezatimit, atëherë temperatura do të zvogëlohet. Temperatura e panelit gjithashtu varet edhe nga shpejtësia e erës, me rritjen e shpejtësisë së erës temperatura zvogëlohet.

Duke pasur parasysh pozitën gjeografike të Kosovës dhe rrezatimin mesatar të diellit relativisht të lartë, këto sisteme fotovoltaiike do të tregojnë parametra ma të mirë të gjenerimit të energjisë elektrike në krahasim me disa shtete të BE-së. Por si pengesë kryesore në instalimin e këtyre sistemeve është kostoja e lartë instaluese. Shtetet e ndryshme të BE kanë aplikuar politika të ndryshme për nxitur investitorët për të investuar në këtë teknologji të prodhimit të energjisë së ripërtërishme me zbatimin e tarifave Feed-in të energjisë elektrike.

Tabela 9.

Viti	Muaji	Periudha ditore	Fuqia [kW]	Fuqia për muaj [kW]	Temperatura e ajrit [°C]			Lagështia relative [%]	Shpejtësia mes. e erës [m/s]	Koha me diell [h]
					Min	Max	Mes			
2016	Korrik	19 deri 20	147	2875	14.4	28.4	21.7	59	1.1	259.1
		21 deri 31	2728							
	Gusht	1 deri 10	2119	6658	13	26.8	20	65	0.7	223.8
		11 deri 20	2363							
		21 deri 31	2176							
	Shtator	1 deri 10	1373	4734	9.8	22.8	16.1	75	0.9	171.9
		11 deri 20	1680							
		21 deri 30	1681							
	Tetor	1 deri 10	909	2204	6.2	15.5	10.4	86	2	90.5
		11 deri 20	751							
		21 deri 31	544							
	Nëntor	1 deri 10	279	512	0.8	9.7	4.6	88	1.4	71.4
11 deri 20		233								

Tabela 10.

Viti	Muaji	Periudha ditore	Fuqia [kW]	Fuqia për muaj [kW]	Temperatura e ajrit [°C]			Lagështia relative [%]			Shpejtësia e erës [m/s]			Koha me diell [h]
					9:00	12:00	15:00	9:00	12:00	15:00	9:00	12:00	15:00	
2016	Nëntor	21 deri 30	219	219	0	2.65	2.4	44.5	49.7	34.2	4.3	4.4	3.8	35.7
	Dhjetor	1 deri 10	189	559	-1.4	7.6	6.5	51.7	29.3	9	0.8	1.5	1.1	101.2
		11 deri 20	174		0.4	4.9	1.2	43.3	17.6	35.2	2.1	1.9	1	
		21 deri 31	196		-1.7	6.4	2.6	32	19.3	26.5	2.3	1.4	3.5	
2017	Janar	1 deri 10	73	266	-2.8	4.2	1.3	42	28	38	1.6	1.8	3.1	67.87
		11 deri 20	57		-4.2	0.4	0.8	66	52.6	54	1.8	2.9	2.9	
		21 deri 31	136		-3.9	4.5	-2.5	61.8	28.8	45	0.5	1	2.2	
	Shkurt	1 deri 10	425	1786	4.6	8.5	8.4	53.8	40	55	1.1	2.2	2.9	113.3
		11 deri 20	546		3.8	10.4	10.9	41	45	16	1.5	2.4	0.9	
		21 deri 28	815		9.6	18.6	12.2	39.7	6	39	1.8	1.5	1	
	Mars	1 deri 10	1185	4856	7.6	15.2	15.8	51	18	24	0.8	1.2	2.1	130
		11 deri 20	1393		6.9	15.3	12.4	40.5	16.8	32	1.2	2.1	1	
		21 deri 31	2278		13.1	20.2	14.5	30.5	4	24	1.8	1.1	3.1	
	Prill	1 deri 10	1674	5376	4.8	10.7	13.3	44	20	10	1.6	1.6	2.6	199
		11 deri 20	1771		6.5	7.8	14.7	75	11	5	1.9	2.7	2.4	
		21 deri 30	1931		4.8	6.9	11.7	35	4	8	1.6	1.8	4.1	

Zyra e Rregullatorit për Energji (ZRRE)²⁹, në pajtim me kompetencat dhe obligimet e përkufizuara në Ligjin për Rregullatorin e Energjisë, Ligjin për Energji³⁰ dhe Ligjin për Energji Elektrike³¹, ka filluar konsultimet publike për nivelin (çmimin) e tarifave nxitëse për energjinë solare (fotovoltaike). Në këtë dokument ZRRE ka paraqitur metodologjinë e përcaktimit të tarifave nxitëse dhe vlerësimet e ZRRE-së për tarifën nxitëse për energjinë solare. Gjatë përgatitjes së këtij dokumenti IFC ka mbështetur ZRRE-në në zhvillim të modelit për kalkulimin e tarifave nxitëse, si dhe ka ndihmuar ZRRE-në gjatë mbledhjes së të dhënave relevante të cilat kanë qenë të nevojshme për kalkulimet e tarifës nxitëse. Tarifat nxitëse janë një ndër stimujt kryesorë të investimit në prodhimin e energjisë elektrike nga burime të ripërtëritshme, dhe aplikohen në shumë shtete të BE-së, SHBA-të dhe më gjerë. Tarifat nxitëse të përcaktuara nga ZRRE-ja, i garantojnë investitorëve potencialë se sasia e energjisë e prodhuar nga burime të energjisë solare FV, do të ju blihet nga Furnizuesi Publik me çmim i cili mundëson kthimin e kostove të investimit dhe operimit. Për më tepër ZRRE në këtë dokument ka propozuar se blerja e energjisë së prodhuar nga burime të ripërtëritshme (BRE) e cila rregullohet nëpërmes Marrëveshjes së Blerjes së Energjisë për periudhe 10 vjeçare të zgjatet në 12 vjet.

Zyra e Rregullatorit për Energji ka rishqyrtuar dhe vlerësuar kornizën ekzistuese rregullative për promovimin e projekteve të energjisë nga burimet solare (fotovoltaike - FV) në Kosovë.

Për të mundësuar një zhvillim të më tejshëm të burimeve të ripërtëritshme ZRRE, përveç përcaktimit të nivelit të tarifave nxitëse ka shqyrtuar edhe kornizën rregullative që ka të bëjë me energjinë e ripërtëritshme, më saktësisht janë bërë përgatitje për të hapur procesin e rishqyrtim të: Marrëveshjeve standarde për blerjen e energjisë, të cilat do të jenë të përshtatshme për të gjitha teknologjitë e energjisë së ripërtëritshme, Kodeve aktuale të rrjetit dhe marrëveshjeve për kyçje në rrjet, për të sugjeruar përmirësim të sistemit aktual, si dhe sipas nevojës, hartimi i një marrëveshjeje të avancuar të kyçjes.

Dy rregullave kyçe për promovim të BRE-ve:

- (1) Rregulla për mbështetjen e energjisë elektrike për të cilën është lëshuar Çertifikata e Origjinës dhe procedurat për pranim në skemën mbështetëse, dhe
- (2) Rregulla për Krijimin e Sistemit të Çertifikatave të origjinës për energji elektrike të prodhuar nga burimet e ripërtëritshme.

Bazuar në Ligjin e Energjisë Neni 13/1, Ministria e Zhvillimit Ekonomik (MZHE) është përgjegjëse për përcaktimin e caqeve indikative për energjinë e prodhuar nga Burimet e Ripërtëritshme. Duke u bazuar në këto përgjegjësi MZHE ka lëshuar Udhëzimin Administrativ 01/2013, ku janë përcaktuar caqet indikative. Për më tepër MZHE ka hartuar edhe Planin Kombëtar të Veprimit për Energji të Ripërtëritshme, ku janë caktuar caqet e kapaciteteve gjeneruese të energjisë nga Burimet e Ripërtëritshme, të cilat do të mbështetën përmes tarifës nxitëse deri në vitin 2020.

Niveli i caqeve të përcaktuara për Burimet e ripërtëritshme të Energjisë dhe të pranuar në skemën mbështetëse është si në tabelën në vijim:

²⁹ Zyra e Rregullatorit për Energji <http://www.ero-ks.org/w/index.php/shqip/home-mainmenu-1>

³⁰ LIGJI Nr. 05/L -081 Për Energjinë http://ero-ks.org/2016/Ligjet/LIGJI_PER_ENERGJINE.pdf

³¹ LIGJI Nr. 05/L - 085 Për Energjinë Elektrike http://ero-ks.org/2016/Ligjet/LIGJI_P_për_Energji_ER_ENERGJINE_ELEKTRIKE.pdf

Tabela 3. Kapacitet e reja sipas caceve për konsum nga burimet e ripërtërishme të energjisë

Kapaciteti i Energjisë elektrike nga Burimet e ripërtërishme të energjisë								
Burimi primar i energjisë së ripërtërishme	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energjia fotovoltaike [MW]		3	4	6	7	8	9	10
Era [MW]	1.35	31.35	70	90	110	130	140	150
Hidrocentrale të vogla [MW]		60	140	150	150	180	200	240
Biomasa [MW]		2	4	6	8	10	12	14

Tarifat nxitëse (Feed-in) të përcaktuar për Burimet e Ripërtërishme të Energjisë

Tabela 4. Tarifat nxitëse të aplikueshme për energjinë elektrike të prodhuar nga burimet e ripërtërishme dhe të pranuar në Skemën mbështetëse

Niveli i tarifave nxitëse të aplikueshme për BRE	
Burimi primar i energjisë së ripërtërishme	Euro/MWh
Energjia fotovoltaike	136.40
Era	85.00
Hidrocentrale të vogla të reja	67.47
Biomasa	71.30

PËRFUNDIM

Një nga llojet e energjisë së ripërtëritshme është edhe energjia diellore, e cila është e pashtershme sepse dielli vazhdimisht prodhon energji. Përdorimi i lendeve djegëse fosile ka shkaktuar rritjen e di oksidit të karbonit në natyrë, e kjo është e dëmshme për mjedisin dhe për ne. Prandaj përdorimi i energjisë diellore dhe shfrytëzimi i saj përmes paneleve diellore ndihmon në ruajtjen e mjedisit duke mos ndotur ambientin sepse panelet diellore shfrytëzojnë diellin për të prodhuar energji i cili është i pastër .

Energjia diellore është e lire dhe gjithmonë do të jete në dispozicion për ne, prej nga rezulton se kostoja e instalimit të sistemin fotovoltaik do të jete e ulët dhe e arsyeshme në krahasim me format tjera të përfitimit të energjisë përkatësisht nga lendet djegëse fosile për arsye se:

- Kontribuon në ruajtjen e ambientit përkatësisht nuk ka lirim te elementeve të dëmshme siç janë NO_x, CO₂, hiri etj, ku vetëm kjo ka rendësi jetike dhe e arsyeton koston e lartë të investimit fillestarë,
- Përdorimi dhe mirëmbajtja e lehet e sistemeve termike dhe fotovoltaike,
- Në krahasim me Gjermaninë e cila prinë në Evropë për shfrytëzimin e energjisë diellore përkatësisht në sistemet fotovoltaike ne kemi kushte shume me të përshtatshme për shfrytëzimin e energjisë diellore që d.m.th. investim me pak dhe fitime me të mëdha.

Potenciali i rrezatimit diellor në Kosovë tregon mundësi të mira për futjen e teknologjive diellore, kryesisht për ngrohjen e ujit (dhe ngrohjen e hapësirës), por edhe për gjenerimin e energjisë elektrike për sisteme të vogla dhe sisteme të izoluar ku mungon rrjeti elektrik. Sot në të gjithë boten përdoret energjia diellore përmes paneleve diellore fotovoltaike të cilat mundësojnë që këtë energji ta shfrytëzojnë në secilën shtëpi ose institucion publik ose privat.

Ky punim mundë të shërbejë si një bazë e mirë e marrjes së informatave themelore për njerëzit që duan të merren me përdorimin e sistemeve termike dhe fotovoltaike. Jam munduar të paraqes parametrat themelorë që janë pjesë e një sistemi termike dhe fotovoltaik.

Në kapitullin e parë është trajtuar energjia diellore, mënyrat e shfrytëzimit të energjisë diellore, përparësitë dhe mangësitë e shfrytëzimit të energjisë diellore.

Në kapitullin e dytë dhe tretë është trajtuar shfrytëzimi termik i energjisë diellore dhe pajisjet e shfrytëzimit të energjisë diellore ku edhe është diskutuar për pajisjet në veçanti si kolektorin, akumuluesin termik, pompën, rregullatorin, enën e zgjerimit dhe fluidin punues.

Në kapitullin e katërt dhe të pestë janë prezantuar materialet, llojet e qelizave fotovoltaike, parimi i punës i një sistemi fotovoltaik, ndikimi i temperaturës në eficiencën e paneleve, si dhe lakorja rrymë-tension.

Në kapitullin e gjashtë vërtetohet hipoteza nëse përdoren të dy sistemet atëherë kemi shpenzim me të ultë ndërsa në kapitullin e shtatë flitet për mirëmbajtjen e sistemit termik dhe fotovoltaike dhe në kapitullin e tetë është dhënë analiza e sistemit fotovoltaik.

Kërkesa për energji vazhdimisht është në rritje. Po ashtu numri i sistemeve të instaluar që përdorin burime të rinovueshme të energjisë për çdo ditë është në rritje.

Vendin e parë në Evropë për instalime të paneleve fotovoltaike deri në vitin 2014 e zë Gjermania me 38.2 GW, e ndjekur nga Italia me 23.3 GW dhe Franca me 5.7 GW.

Arsyeja për këtë është që qeveria gjermane i jep një nxitje prej 0.5 €/kWh për 350 MW e parë të energjisë të prodhuar nga burimet e ripërtritshme të energjisë.

Ndërsa sa i përket hipotezës së shfrytëzimi i energjisë diellore të kombinuar (shfrytëzimi termike – për prodhimin e ujit të ngrohtë për përdorim familjar dhe për mbështetjen e sistemit të ngrohjes si dhe ai fotovoltaik – e cila ka të bëjë me shndërrimin e drejtpërdrejtë të rrezatimit diellor në energji elektrike) do të kishte një kosto me të ulet se sa vetëm njeri sistem përkatësisht sistemi fotovoltaik, kjo edhe vërtetohet për arsye se për 2 kW ujë të nxehtë na mjafton një panel diellore termik me 2.5 m² ndërsa nëse e përdorim sistemin fotovoltaike atëherë na u kish dashtë përafërsisht tetë panele fotovoltaike për sasi të njëjtë të ujit.

Republika e Kosovës ka ligj që rregullon përdorimin e energjisë fotovoltaike dhe shpresojmë aplikimin e tyre për përdorimin e sistemeve fotovoltaike. Sigurisht kjo do të ndikonte edhe në ruajtjen e ambientit.

LITERATURA

- [1] Gilbert M. Masters, John Wiley & Sons, Inc, "Renawble and Efficient Electric Power Systems", Stanford University, 2004.
- [2] Luciana Toti, "Elektronika 1", Grand Prind", Tiranë.
- [3] Francis M. Vanek, Louis D. Albright, "Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation", 2008.
- [4] Xhevat Berisha, "Fotovoltaiket dhe Celulat e Hidrogjenit", Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Prishtinë, (Ligjerata të autorizuara), Prishtinë, 2016.
- [5] Xhevat Berisha, "Burimet e Energjisë", Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Prishtinë, (Ligjerata të autorizuara), Prishtinë, 2016.
- [6] Report IEA FVPS T1-26:2015.
- [7] Esion Shyti, Noel Hoxha, "Fizika e Fotovoltaikeve", 2010.
- [8] Myzafere Limani, Qamil Kabashi, Elektronika, Fakulteti i Inxhinierisë Elektrike, Prishtinë, 2010.
- [9] Besim Islami, Dritan Profka: "Instalimi elektrik civil dhe industrial", Nëntor 2013.
- [10] Fejzullah Krasniqi, "Ngrohja dhe klimatizimi I", Universiteti i Prishtinës Prishtinë, (1997)
- [11] Fejzullah Krasniqi, Isuf Krasniqi, Nexhat Daci, "Energjetika dhe mjedisi për zhvillim të qëndrueshëm", Konferencë shkencore, 30 tetor 2013.
- [12] Blum Bernhard, Fritz Krebs, dhe Flück Peter, 'Impulsprogramm stimulues kardiak Bundesamt für Konjunkturfragen Diellore Warmwasser- ERZEUGUNG'.
- [13] John Duffie, Solar Engineering of Thermal Processes (William Beckman ed, Fourth Edition edn, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Published simultaneously in Canada 2013).
- [14] Daikin Kosova, "Dokumentari – Climasan
<https://www.youtube.com/watch?v=235v9KRAX4>, (YouTube 2014).
- [15] Sylë Tahirsylaj, "Disa veçori të rrezatimit të Diellit dhe shpejtësisë së erës ne Kosovë potencial energjetik natyror".
- [16] <http://solargis.info>.
- [17] Tetra Tech, Solar FV System Maintenance Guide, United States Agency for International Development , Prill 2013.
- [18] <https://www.caleffi.com/sites/default/files/file/na10105-0509.pdf>
- [19] Përvoja nga puna praktike 2013-2017.