

**PËRFITIMET EKONOMIKE DHE EKOLOGJIKE QË SJELL
PËRDORIMI I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE
NË SHQIPËRI**

LUÇIANA TOTI

Dorëzuar :

Universitetit Europian të Tiranës

Shkollës Doktorale

Në përmbushje të detyrimeve të programit të Doktoratës në

Menaxhim i Sistemeve të Informacionit, me profil Ekonomik, për marrjen e gradës
shkencore “Doktor”

Udhëheqës shkencor: Ph.D. Mimoza Durrësi

Numri i fjalëve: 52933

Tiranë, Shtator 2015

DEKLARATA E AUTORËSISË

Unë, e quajtura Luçiana Toti, deklaroj se studimi i bërë është punë origjinale e imja.

Jam njohur dhe marr përsipër të gjitha penalitetet, në rast të kundërt.

Deklaruesja

Luçiana TOTI

Tiranë, 12 Shtator 2015

ABSTRAKTI

Burimet tokësore të energjisë elektrike janë të fundme, ndërkohë nevojat që lindin nga rritja e popullsisë janë në rritje. Për këtë arsye njerëzimi i është drejtuar burimeve alternative dhe një burim i tillë i pashtershëm është energjia diellore. Përveç kësaj zgjidhja e problemeve të tjera madhore si: mbrojtja e mjedisit, çmimet e larta të furnizimit me energji elektrike, ruajtja e burimeve të Tokës, e bëjnë përdorimin e energjive alternative të rinovueshme, dhe konkretisht energjisë diellore të domosdoshme. Pyetjet kërkimore të shtruara për zgjidhje janë: Përse duhet të përdoren sistemet fotovoltaike në Shqipëri? Cilat janë përfitimet që vinë nga konvertimi i energjisë diellore në energji elektrike në kushtet e vendit tonë? A ekzistojnë kushtet e domosdoshme për aplikimin e kësaj teknologjie në Shqipëri?

Kriza energjitike ndërkombëtare si dhe integrimi në komunitetin European diktojnë përdorimin në shkallë të gjerë të energjive të rinovueshme në përgjithësi dhe të sistemeve fotovoltaike në vecanti.

Hipotezat e këtij punimi janë:

- 1. Sistemet fotovoltaike përfaqësojnë një formë të energjisë së rinovueshme shumë të përshtatshme dhe të leverdisshme ekonomikisht dhe ekologjikisht për vendin tonë.*
- 2. Implementimi i kësaj teknologjie në Shqipëri po ndeshet në sfida të kapërcyeshme ligjore, sociale dhe kulturore.*

Baza teorike e këtij punimi mbështetet në literaturën më bashkëkohore ndërkombëtare në këtë fushë. Sipas analizave të bëra, në kushtet e Shqipërisë ka vetëm studime fillestare në këtë drejtim, jo një studim teorik të mirëfilltë dhe analiza konkrete ekonomike dhe ekologjike, që vinë nga konvertimi i energjisë diellore në energjisë elektrike dhe përdorimi i sistemeve të tilla. Në këtë dizertacion është bërë analiza energjitike dhe ekonomike mbi mundësinë e shfrytëzimit të sistemeve fotovoltaike nga një Institucion Arsimor Shqiptar, konkretisht për Universitetin European të Tiranës; në ndriçimin e një rruge me gjatësi 2 km në periferi të qytetit të Tiranës; përdorimi i tyre në ndërtimin e një pajisjeje për vlerësimin e cilësisë së ajrit; si dhe mundësia e integritimit të këtyre

politikave në qeverisjen lokale. Studimi hedh idenë e ndërgjegjësimit në procesin e edukimit të nxënësve mbi nevojën e mbrojtjes së mjedisit, e cila ndikon drejtpërsëdrejti në jetën dhe shëndetin e njerëzve. Për këtë është hartuar kurrikula e duhur për projektimin, instalimin dhe mirëmbajtjen e sistemeve të tilla Gjithashtu në studim është përfshirë dhe mënyra strukturimit të të dhënave në lidhje me teknologjintë e prodhimit të paneleve fotovoltaike dhe parametrave teknikë të nevojshën në instalimin dhe përdorimin e tyre. Kjo ka një rëndësi të jashtëzakonshme kur bëhet fjalë për nxjerrjen e rezultateve në rang kombëtar dhe planifikimin e politikave nga Institucionet përgjegjëse për mbrojtjen e mjedisit, kursimin e burimeve natyrore, etj.

Metodat e përdorura për arritjen e qëllimit janë ato hulumtuese, matëse, analitike, krahasuese, implementuese, të cilat janë mbështetur në marrjen e informacionit në pika të ndryshme strategjike të përdorimit të tyre.

ABSTRACT

Terrestrial sources for the electricity production are decreasing, while the needs that arise from population growth are increasing. For this reason, humanity is directed alternative sources and one such source is inexhaustible solar energy. In addition the solution of other major problems such as protection of the environment, high prices of electric power supply, saving of the Earth resources make the use of solar energy really imperative. Questions about this study research are: Why photovoltaic systems must be used in Albania? What are the benefits that come from the conversion of solar energy into electricity in the conditions of our country? Are there conditions necessary for the application of this technology in Albania?

The hypothesis of this paper is:

Using solar energy with photovoltaic panels is a source with economic and environmental benefits for the world economy in general and Albania in particular.

The theoretical basis of this work relies on the contemporary international literature in this area. According the made analysis, in Albania conditions, has only initial studies in this direction, not a deepen theoretical study and the concrete economic and ecological analysis, coming from the conversion of solar energy in electricity and the use of them. In this work is made the energetic and economic analysis for an Albanian Education Institution, specifically for the European University of Tirana, as well as case study for lighting with photovoltaic panels of a road with 2 km length in the suburbs of Tirana, and the use of solar panels for the assessment of air quality.. The study takes the idea of awareness in education process of the pupils and students over the need to protect the environment, which directly affects the life and health of people. For this reason, it is drafted the proper curriculum for the design, installation and maintenance of such systems.

Also in the study is included the structured way of the collection data about production technologies of photovoltaic panels and needed technical parameters in the use and their installation. This is of extreme importance, when it comes to providing the nationally results and policy planning by the responsible institutions for environmental protection, conservation of natural resources, etc.

The used method to achieve the goal are investigative, analytical, comparative, implementation..

They have relied on receiving information at various points in their strategic use.

DEDIKIMI

Këtë punë ia dedikoj të ardhmes së fëmijëve të mi,
si dhe rritjes time profesionale dhe akademike
në disiplina të ndryshme shkencore.

FALENDERIME

Së pari dëshëroj të falenderoj Institucionin, ku unë po gradohem sot, UET, për mundësinë që më dha në realizimin e ëndrrës time, për nivelin e lartë akademik të stafit që ai posedon, dhe mbi të gjithë falenderoj udhëheqësen time shkencore, Ph.D. Mimoza Durrësi, e cila më drejtoi me përgjegjësi, korrektësi dhe profesionalizëm të lartë në këtë punim.

Falenderoj të gjitha Institucionet shtetërore dhe private, që më dhanë mundësinë të depërtoj në brendësi të procesit për mbledhjen e të dhënave dhe më transmetuan përvojën e tyre në këtë fushë, si: Ministrinë e Energjisë dhe Industrisë, AKBN, Kompaninë Elal, GIZ, Shoqërinë “Krijon”, etj.

Një mirënjohje e veçantë shkon për kolegët dhe drejtuesit e Institucionit, ku unë punoj, për mbështetjen dhe nxitjen që më dhanë deri në përfundimin e dizertacionit tim.

Falenderoj familjen time dhe të afërmit e mi, që më inkurajuan, më motivuan dhe sakrifikuan, që unë të përmbyllja me sukses studimet e mia në programin doktoral.

PËRMBAJTJA E LËNDËS

KAPITULLI I: HYRJE.....	1
1.1 Përcaktimi i problemeve dhe nënproblemeve.....	1
1.2 Përshkrimi i punimit sipas kapitujve.....	9
1.3 Disa koncepte të rëndësishme që lidhen me çështjen në diskutim.....	11
1.3.1 Energjia, koncepte bazë mbi të.....	11
1.3.2 Burimet e energjisë dhe problemet specifike	17
1.3.3 Kriza energjitike ndërkombëtare.....	26
1.3.4 Qelizat fotovoltaike.....	29
1.3.5 Historiku i zhvillimit të fotovoltaikeve.....	32
KAPITULLI II: BAZAT TEORIKE TË SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE.	38
<i>Pjesa e parë: Njohuri të përgjithshme mbi rrezatimin diellor</i>	<i>39</i>
2.1 Rrezatimit global në Tokë.....	41
2.2 Rrezatimi diellor në Europë.....	49
2.3 Rrezatim në rajone të ndryshme të Shqipërisë.....	50
2.4 Përcaktimi i rrezatimit optimal	54
2.5 Instrumente matës të rrezatimit diellor.....	55
<i>Pjesa e dytë: Koncepte fizike mbi gjysëmpërcjellësit.....</i>	<i>62</i>
2.6 Nivelet energjitike.....	63

2.7 Materialet gjysëmpërcjellës.....	64
2.8 Diodat gjysëmpërcjellëse.....	73
2.9 Fotodioda	81
<i>Pjesa e tretë: Sistemet fotovoltaike.....</i>	<i>90</i>
2.10 Ndërtimi dhe parimi i punës i qelizave diellore.....	91
2.11 Parametrat dhe karakteristika V-A e qelizave diellore.....	97
2.12 Rendimenti teorik.....	106
2.13 Qeliza të teknologjive të ndryshme.....	110
2.14 Mënyrat e lidhjes së qelizave diellore.....	116
2.15 Familja e karakteristikave të moduleve diellore.....	120
2.16 Mënyrat e vendosjes së moduleve diellore.....	123
2.17 Gjeneratorët fotovoltaike.....	129
2.18 Sistemet fotovoltaike të lidhura me rrjetin.....	143
2.19 Probleme sigurie.....	146
2.20 Sistemet fotovoltaike të pa lidhura me rrjetin (stand-alone systems.....	147
2.21 Mirëmbajtja e sistemeve fotovoltaike.....	164
KAPITULLI III: PËRDORIMI I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE NË BOTË.....	166
3.1 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike per vlerësimin e cilësisë së ajrit.....	166
3.2 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike tek motorrpompat.....	174
3.3 Përdorimi të ndryshme të sistemeve PV.....	176
KAPITULLI IV: PROJEKTIMI I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE.....	187
4.1 Pjesët kryesore të një sistemi fotovoltaike.....	188
4.2 Llogaritjet teknike për një sistem fotovoltaike të lidhur me rrjetin (on-grid).....	193

4.3 Projektimi i një RDMS për ruajtjen dhe manaxhimin e të dhënave në lidhje me përdorimitn e paneleve fotovoltaike.....	195
4.4 Rast studimor: projektimi i një sistemi fotovoltaiik në një institucion arsimor në Shqipëri, rasti i UET.....	206
4.5 Efienca financiare	221
4.6 Efienca ekologjike.....	223
KAPITULLI V: PËRDORIMI PRAKTIK I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE	
NË SHQIPËRI.....	227
5.1 Modeli i studimit.....	229
5.2 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike për ndriçimin publik.....	236
5.3 Vlerësimi i cilësisë së ajrit duke përdorur panele fotovoltaike.....	244
5.4 Integrimi i aplikimeve ne qeverisjen lokale.....	254
5.5 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike tek motorrpompat	260
5.6 Përdorime të tjera të sistemeve fotovoltaike në Shqipëri.....	261
5.7 Përfshirja e njohurive mbi sistemet fotovoltaike në kurrikulat e arsimit profesional në Shqipëri.....	271
5.8 Ligjshmëria dhe politikat qeverisëse.....	287
KAPITULLI VI: KONKLUZIONE DHE REKOMANDIME.....	
6.1 Rëndësia e studimit.....	294

6.2 Rekomandime.....	298
6.3 E ardhmja.....	299
Shtojcat.....	306
Bibliografia.....	328

LISTA E TABELAVE

Tabela 1.1 Faktori I konvertimit të burimeve të ndryshme energjisë në energji elektrike	13
Tabela 1.2 Potenciali vjetor i burimeve të rinovueshme i matur nga org. të ndryshme	24
Tabela 2.1 Karakteristika të Diellit dhe Tokës	41
Tabela 2.2: Rrezatimi global dhe rrezatimi difuz, në varësi të kushteve të reve	43
Tabela 2.3: Vlera mesatare e rrezatimit të përgjithshëm [$\text{Wh/m}^2 \cdot \text{dite}$] (IHM)	53
Tabela 2.4: Rrezatimi diellor ditor [$\text{kWh/m}^2/\text{ditë}$] (IHM)	54
Tabela 2.5 Vlerat e këndeve optimale për vendosjen e kolektoreve diellor ne Shqiperi, i shprehur ne gradë, (IHM)	54
Tabela 2.6 Klasat e saktësisë së piranometrave ISO 9060	58
Tabela 2.7 Lidhja mes piranometrave dhe sensorëve me qelizave diellore	58
Tabela 2.8 Krahasimi i rezistencave specifike të materialeve të ndryshme	66
Tabela 2.9 Krahasimi i teknologjive të prodhimit të qelizave diellore.	114
Tabela 2.10 Të dhënat specifike të disa tipeve të moduleve diellore	114
Tabela 2.11 Avantazhet dhe disavantazhet e tipeve të ndryshme të inverterave	137
Tabela 2.12 Të dhënat për dy kontrollorët diellorë të ndryshëm	157
Tabela 2.13 Konsumi nominal i një konsumatorit dhe koha ditore e punës për një shtëpi pushimi.	160
Tabela 2.14 Faktori I korrektimit për shkak të temperaturës në qytete të ndryshme	160

Tabela 2.15 Ndikimi i drejtimit dhe këndit të instalimit të moduleve të faktori i korrektimit	161
Tabela 3.1 Mënyra e lidhjes së pineve të sensorit të pluhurit	172
Tabela 4.1: Konsumi i energjisë elektrike nga UET për një vit kalendarik	208
Tabela 4.2 Preventivi i instalimit dhe furnizimit të një sistemi fotovoltaik të lidhur me rrjetin.	215
Tabela 4.3 Emetimi i gazeve gjatë prodhimit të moduleve fotovoltaike për teknologji të ndryshme (marrë nga (Fund))	225
Tabela 4.4 Ndotja e ajrit për teknologji të ndryshme të prodhimit të fotovoltaikëve	226
Tabela 5.1 Sasisë ditore të rrezatimit diellor që bie në sipërfaqen vertikale të ndërtesave në kWh/m ² për një periudhë një vjeçare	256
Tabela 5.2 a) Të dhënat mujore mbi intensitetin e rrezatimit diellor, të shprehura në kWh/m ² në muaj, b) numri i orëve dhe c) numri i ditëve me diell, të marra nga stacionet e qyteteve Fier, Lushnje dhe Kuçovë	257
Tabela 5.3 Zbatime të fotovoltaikëve në Shqipëri	270
Tabela 6.1 Tendencë e kostove të sistemit fotovoltaik dhe asaj të energjisë elektrike për vitet në vazhdim	301

LISTA E SHKURTIMEVE

Sisteme PV	Sisteme fotovoltaike, në të cilët ndodh shndërrimi i energjisë diellore në energji elektrike
EPIA	European Photovoltaic Industry Association
RES	Renewable Energy Source
UCTE	Unioni për Koordinimin e Transmetimit të Energjisë, organizata përgjegjëse për funksionimin dhe zhvillimin e rrjetit të transmetimit në kontinentin European.
EPBT	Photovoltaic Energy Payback Time
toe	tones oil equivalent
STC	Standard Test Conditions
MPP	Pika me fuqi maksimale në kurbë
DC	Direct Current, rrymë e vazhduar
AC	Alternative Current, rrymë alternative
ADC	Konvertues analog-dixhital, që bën shndërrimin e një sinjali analog në sinjal dixhital
PSD	Personal Sensing Devices

KAPITULLI I: HYRJE

Burimet e energjisë të përdorura deri më sot janë të shumëllojshme, por disa prej tyre krijojnë *ndotje të madhe* të planetit ose janë *burime të përkohshme energjie*. Për këto dy arsye njerëzimi po drejtohet nga përdorimi i energjive "te gjelbërta" dhe më afatgjatë.

Dielli është burimi kryesor i energjisë në Tokë. Avantazhi më i madh i energjisë diellore në krahasim me format e tjera të energjisë është fakti që është *burim i pastër energjie* dhe nuk shkakton ndotjen e mjedisit. Nga ana tjetër ai është burim i pashtershëm energjie.

Nevoja për energji në jetën tonë të përditshme është e padiskutueshme. Energjia vjen te ne në forma të ndryshme, si: në dritë, nxehtësi, elektricitet, etj. Një formë energjie mund të kthehet në një formë tjetër energjie. Në këtë studim jemi të interesuar se si mund të përftojme energji elektrike duke shfrytëzuar energjinë diellore.

1.1 Përcaktimi i problemeve dhe nënproblemeve

Energjia elektrike është shumë e rëndësishme në ndriçimin e ndërtesave dhe rrugëve, përdorimin e pajisjeve të ndryshme në industri e kudo në jetën e përditshme, pasi prodhimi dhe transmetimi i të mirave materiale, menaxhimi në mënyrë kompjuterike dhe komunikimi mbarëbotëror nuk mund të realizohen pa një burim energjie.

Nga ana tjetër, energjia elektrike shoqërohet me probleme ambjentaliste dhe sigurie.

Metodat aktuale për sigurimin e energjisë elektrike nisen nga burime të kufizuara, si naftë, gaz, qymyr, etj. Njëkohësiht çdo ditë përballemi jo vetëm me rritjen e çmimeve, por dhe me

problemet ambjentaliste që sjell djegja e tyre. Rritja e nivelit të oqeanëve dhe rritja e kushteve ekstreme të motit na sjell ndërmend katastrofën nukleare në Fukushima, e cila është vlerësuar si Katastrofa Industriale më e madhe në historinë e njerëzimit. Kjo do të thotë që zgjidhja nukleare nuk është rruga e duhur për përfitimin e energjisë në të ardhmen. Nuk mund të mos përmendim që një pjesë e njerëzimit rrezikohet edhe nga radiaktiviteti në këtë rast (Mertens, 2014).

Fatmirësisht për prodhimin e energjisë elektrike ka edhe zgjidhje të tjera alternative, si ***përdorimi i burimeve të rinovueshme të energjisë***, si biomasave, energjia diellore, fuqia e erës, etj. Në këtë dizertacion do të studiohet shndërrimi i energjisë së dritës së diellit në energji elektrike. Energjia e dritës së diellit është **e pashtershme** dhe **e pastër**. Drita e diellit që godet tokën për një orë është më e madhe se energjia e përdorur nga gjithë njerëzimi në një vit. Në përgjithësi energjia diellore përdoret nga natyra dhe njerëzimi, që nga rritja e bimëve deri në ngrohjen e ftohjen e ndërtesave, ngrohjen e ujit për përdorime industriale dhe shërbimi, për vënien në punë të motorrave dhe pompave, gjeneratorëve elektrik, dhe në shumë zbatime të tjera.

Konvertimi I energjisë diellore në energji elektrike realizohet me anën e sistemeve fotovoltaike dhe ky shndërrim sjell përfitime ekonomike dhe ekologjike të padiskutueshme. Në këtë dizertacion shihen qartë përparësitë e këtij konvertimi të konkretizuara me raste studimore në kushtet e vendit tonë.

Problematikat që ekzistojnë në jetën e përditshme, si: çmimi i lartë i energjisë elektrike, kursimi i burimeve tokësore, ruajtja e mjedisit, e bën të domosdoshëm shfrytëzimin e

energjisë diellore. Për fat të mirë Shqipëria ka avantazh përse i përket numrit të ditëve me diell në vit.

Kriza energjitike ndërkombëtare si dhe integrimi në komunitetin European diktojnë përdorimin në shkallë të gjerë të energjive të rinovueshme në përgjithësi dhe të sistemeve fotovoltaike në vecanti.

Hipotezat e këtij punimi janë:

- 1. Sistemet fotovoltaike përfaqësojnë një formë të energjisë së rinovueshme shumë të përshtatshme dhe të leverdisshme ekonomikisht dhe ekologjikisht për vendin tonë.*
- 2. Implementimi i kësaj teknologjie në Shqipëri po ndeshet në sfida të kapërcyeshme ligjore, sociale dhe kulturore.*

Pra nga përdorimi i paneleve diellore fitojmë një burim energjie me përfitim ekonomik dhe ekologjik për ekonominë botërore në përgjithësi dhe atë shqiptare në vecanti.

Në fund të studimit do vëme re se në vizionin tonë për botën, **energjia nuk është më shpenzim dhe ndotje.**

Pyetjet kërkimore të shtruara për zgjidhje janë:

- Përse duhet të përdoren sistemet fotovoltaike në Shqipëri?
- Cilat janë përfitimet që vinë nga konvertimi i energjisë diellore në energji elektrike në kushtet e vendit tonë?
- A egzistojnë kushtet e domosdoshme për aplikimin e kësaj teknologjie në Shqipëri?

Arësyeja e zhvillimit të këtij studimi është ndërgjegjësimi i mbarë opinionit publik, por jo vetëm, edhe politikave qeveritare, të kthejnë sytë nga shndërrimi i energjisë diellore në energji elektrike për arsye ekonomike, ekologjike dhe sociale, të cilat vinë të konkretizuara në këtë punim.

Rëndësia e punimit

Ky studim vjen si nevojë e munguar në kushtet e vendit tonë. Studimet e bëra deri tani kanë qënë të përcipta dhe nuk mund të krijojnë një perceptim të qartë dhe konkret mbi përfitimet që sjell shndërrimi i energjisë diellore në energji elektrike në Shqipëri. Ato janë mbështetur në analiza ekonomike, të cilat i referohen teknologjive, që u ka ikur kaluar koha (me rendiment më të ulët dhe kosto më të lartë), kostove të konsiderueshme për asistencë dhe kontroll mirëmbajtjeje, si dhe strukturave mbajtëse dhe baze materiale jobashkëkohore. Për këtë është e nevojshme të kryhen llogaritje të sakta teknike, si: fuqia e kërkuar për instalim, përcaktimi i pozicionit dhe sipërfaqes, koston së investimit, pra të zhvillohet një analizë ekonomike e detajuar për përdorimin e sistemeve fotovoltaike të teknologjive të fundit në sektorin e banesave dhe shërbimeve. Si shembull tepër efikas dhe i dobishëm është menduar të merret aplikimi i këtyre sistemeve në **Universitetin European të Tiranës**, për të vërtetuar vlefshmërinë dhe rëndësinë e studimit. Instalimi i tyre mund të bëhet në sipërfaqe të pashfrytëzueshme të Institucionit, si p.sh.mbi tarracat e godinave. Në përfundim të studimit, parashikohet të përmirësohen ndjeshëm këto aspekte:

- furnizimi i Institucionit me energji me kosto të ulët,
- mjedis sa më të shëndetshëm

- mungesë problemesh teknike në lidhje me furnizimin me energji elektrike nga rrjeti
- kursim të burimeve tokësore
- zhvillim social.

Po ashtu përfitimet e marra nga përdorimi i tyre shihet qartë në sektorin e shërbimeve dhe konkretisht në **ndriçimin rrugor** të një rruge 2 km të gjatë në periferi të Tiranës. Në përfundim të studimit do vëmë re që nga përdorimi i sistemeve fotovoltaike në ndriçimin rrugor shoqërohet me këto avantazhe: përparësi ekonomike, ndriçimi rrugor i pavarur nga OSHEE, shumë më pak mirëmbajtje, minimizohen aksidentet nga përcjellësit, burim i pastër energjie dhe mund të shfrytëzohet në zonat e thella rurale.

Institucionet qeveritare, si Ministria e Energjisë dhe Industrisë, nuk kanë informacion të detajuar mbi përdorimin e fotovoltaikeve në Shqipëri, pasi atyre u mungon një bazë të dhënash lidhur me problemin në fjalë. Për këtë arsye studimi përfshin edhe projektimin logjik dhe fizik të një **baze të dhënash të aplikueshme**, e gatshme për t'u shfrytëzuar nga Institucionet, që kanë nevojë për të. Egzistenca e DB shërben jo vetëm për të gjykuar mbi gjendjen aktuale mbi përdorimin, fuqinë e instaluar, teknologjinë, etj. e sistemeve fotovoltaike, por edhe për të parashikuar të ardhmen, në hartimin e politikave dhe strategjive të duhura.

Bashkimi Europian ka vendosur detyrime dhe ka dhënë sygjerime jo vetëm për vendet anëtare të BE, por edhe për vendet kandidate, si është Shqipëria. Para pak kohësh, Ministria Holandeze e Punëve të Jashtme, u përfshi në një diskutim dhe u tregua e gatshme për të ndihmuar qeverinë shqiptare mbi situatën në sektorin e energjisë dhe tregut. Ajo dha vlerësimin e saj mbi hapat e parë ku Ecofys mund të ofrojë mbështetje në këtë fushë. Në

takimet e zhvilluara u theksua se një nga nevojat e Shqipërisë në fushën e energjisë, për të kthyer politikat në instrumente zbatimi, është edukimi nëpërmjet kurrikulave trajnuese, certifikimi, arsimimi për të siguruar zhvillim afatgjatë. Në krijimin e “UET HR Club”, Forumi i universitetit me Burimet njerëzore, zoti Blendi Klosi, ministri i Punëve Sociale dhe Rinisë, tha:

“Ne trumbetojmë me forcë që edukimi të jetë i lidhur me tregun e punës. Në mundësitë e punësimit pas arsimit të lartë ne krijojmë disa kurse, kualifikime të specializuara për t’iu afruar tregut europian të punës” (Krijohet i "UET HR Club" forumi i universitetit me burimet njerëzore, 8.10.2015).

Në lidhje me këtë brenda këtij studimi përfshihet edhe **hartimi kurrikulës** dhe hapat që duhet të ndiqen për të gjithë trajnuesit dhe nxënësit e arsimit profesional të fushës.

Përdorimi i sistemeve fotovoltaike jo vetëm që nuk krijojnë probleme me ndotjen e ambjentit, por ato mund të shfrytëzohen edhe për ndërtimin e pajisjeve, që merren me vlerësimin e cilësisë së ajrit. Konkretisht është menduar **realizimi i qarkut praktik**, që ushqehet nga panele fotovoltaike, për përcaktimin e vlerës së lagështisë relative, temperaturës dhe nivelit të pluhurit në ambjent në kohë reale. Kosto e realizimit të këtij qarku është shumë herë më e ulët se pajisjet e fabrikuara dhe të gjetura në treg me të njëjtin funksion. Së fundmi për nga rëndësia e tij, ky studim veç **vlerave njohëse**, sjell **ide të reja** dhe **të konkretizuara** në lidhje me përdorimin e sistemeve fotovoltaike në Shqipëri. Përdorimi i sistemeve fotovoltaike luan rolin e një *karte elektronike* për vendin tonë, pra sillet si një sistem i sigurtë i aplikueshëm në treg, ndër të tjera në mundësinë e përdorimit të paneleve fotovoltaike si bateri në procesin e monitorimit të ndotjes së ajrit.

Literatura

Njohuritë e përgjithshme mbi këto koncepte janë fituar nga literatura më bashkëkohore në këtë drejtim, që kryesisht shprehin bazat teorike mbi sistemet fotovoltaike, teknologjitë dhe përdorimin e tyre në praktikë; nga studime të thelluara shkencore të fushës (nga Universitete të ndryshme në Gjermani, Zvicër, Kanada, Itali, etj.), si dhe nga faqe të ndryshme që japin zhvillimet më të fundit teknologjike në këtë fushë.

Zhvillimi i analizave ekonomike dhe energjitike është kryer duke kërkuar dhe marrë të dhëna e informacione nga Institucione Shtetërore dhe Private (Ministria e Energjitikës dhe Industrisë, Agjensia Kombëtare e Burimeve Natyrore, UET, GIZ, etj.), kompani private (ELAL, AEE, etj.) dhe rezidenca banimi dhe shërbimi në qytete të ndryshme të Shqipërisë.

Ndër autorët dhe tekstet më me zë të fushës janë Konrad Mertens (*Photovoltaics: Fundamentals, Technology and Practise*, 2014); Sean White (*Solar Photovoltaic Basic: A Study Guide for NABCEP Entry Level Exam*, 2015); Heinrich Haßler-Berlin Berne & John Wiley & Sons, L (*Photovoltaics System Design and Practice*, 2012); Haßler-Berlin, (*Photovoltaics, system design and practice*, Berne University of Applied Sciences, Switzerland, 2012); Robert Boylestad, Louis Nashelsky (*Electronic Devices and Circuit Theory*); Rifkin, J. (*The third industrial revolution*, 2011); Kalogirou (*Solar energy engineering: processes and systems*); Kaltschmitt, M. (*Renewable Energy: Technology, Economics and Environment*, Springer. 2007); Roger A. Messenger, Jerry Ventre (*Photovoltaic Systems Engineering*); etj.

Një pjesë e rëndësishme e punimit është mbështetur mbi të dhënat e marra dhe në kërkesat e paraqitura nga drejtuesit e fushës në Institucionet më të lartë qeveritare të lidhura me problemin. Për këtë arsye mendoj se ky studim do të zbardhë shumë çështje të lëna mënjanë nga mungesa e informacionit dhe do t'u shërbejë të gjithë studiuesve si themel për aplikimin e fotovoltaikeve në përshtatje me teknologjitë më bashkëkohore.

Kufizimet e punimit:

Në Maj të vitit 2013 u miratua ligji Nr 138/2013 mbi Burimet e Rinovueshme në Republikën e Shqipërisë, por këtij ligji i mungojnë aktet nënligjore, të nevojshme për zbatimin e tij në kushtet e Shqipërisë. Institucionet përgjegjëse duhet të hartojnë kërkesat teknike për sistemet e paneleve diellore që do të instalohen, si dhe procedurat specifike e kriteret që duhet të ndiqen në lidhje me zbatimin të këtyre detyrimeve dhe monitorimin e tyre.

Instalimi i sistemeve fotovoltaike ka kosto fillestare të lartë dhe kjo është një nga problemet kryesore në këtë fushë. Panelet fotovoltaike duhet të përjashtohen ose të lehtësohen nga politikat doganore, për këtë duhet ngritur zëri pranë Institucioneve përgjegjëse.

Përsa i përket anës teknike, testimi i sistemeve të paneleve diellore duhet të kryhet nga persona juridik të akredituar, si dhe duhet të miratohen skemat për instaluesit e sistemeve të paneleve diellore.

Metodologjia:

Ky studim bazohet në *metodën e hulumtimit, metodën e matjeve*, si: në matjen e rrezatimit diellor në qytete dhe muaj të ndryshëm, numrit të orëve me diell, etj.; metodën e

magazinimit të të dhënave, metodën e përpunimit matematikor të të dhënave, si: përcaktimin e kërkesave për fuqi të instaluar; analizat ekonomike, etj.; metodën e implementimit të rezultateve të marra nga analizat; metodën e krahasimit për teknologji të ndryshme; metodën e parashikimit. Rezultatet e punimit paraqiten në formë analitike dhe grafike.

1.2 Përshkrimi i punimit sipas kapitujve

Në këtë kapitull jepen njohuri të përgjithshme mbi energjinë, pse është rritur nevoja për të konsumuar energji, energjitë e shfrytëzuara nga njerëzimi në përgjithësi, problemet e tyre, kriza energjitike botërore, energjitë e reja alternative dhe më konkretisht ilustrohen fotovoltaiKET. Më pas vazhdohet me historikun e zhvillimit të qelizave fotovoltaike, si dhe një përshkrim i shkurtër mbi ecurinë e zhvillimit të tyre në vitet e fundit.

Në kapitullin e dytë bëhet shtjellimi i thelluar i literatuës në lidhje me sistemet fotovoltaike.

Ky kapitull konceptohet i ndarë në tre pjesë. Në pjesën e parë përfshihen konceptet fizike bazë mbi rrezatimin diellor (të dhëna në formë tabelare dhe grafike mbi rrezatimin diellor global, në Europë dhe në rajone të ndryshme të Shqipërisë, vlera konkrete mbi këndet e intalimit të kolektorëve diellor për të fituar rrezatimin optimal në disa prej qyteteve kryesore të vendit tonë), si dhe mbi qelizat diellore e sistemet fotovoltaike, parametrat specifik të tyre. Në këtë pjesë përmenden edhe aparatet matës, me të cilët bëhet matja e rrezatimit diellor, si regjistruesi i dritës diellore, piranometri, pireliometri, etj.

Në pjesën e dytë përfshihen njohuri mbi materialet gjysëmpërcjellës, diodat dhe fotodiodat, si dhe parametrat specifik të tyre.

Në pjesën e tretë analizohet skema strukturore dhe parimi i punës së qelizave diellore; madhësi të ndryshme fizike, varësia e punës së tyre nga temperatura, qeliza të teknologjive të ndryshme. Studimi vazhdon me bazat teorike të ndërtimit dhe lidhjes së sistemeve fotovoltaike, elementeve të tjerë përbërës dhe mirëmbajtjen e tyre.

Kapitulli i tretë analizon përdorimin e sistemeve fotovoltaike në botë për vlerësimin e cilësisë së ajrit, për vënien në punë të motorrpompave dhe, shkurtimisht, janë përmbledhur mjaft zbatime të tjera të tyre në jetën e përditshme, si në transportin urban, në pajisjet elektroshtëpiake, në pajisjet dekorative, etj.

Në kapitullin e katërt shtjellohet mënyra e projektimit të sistemeve fotovoltaike dhe specifikohen variablet e këtij studimi për sistemet on-grid dhe për ato off-grid, si dhe analizohet efienca financiare dhe ekologjike e përdorimit të sistemeve fotovoltaike. Konkretisht punimi përmban si rast studimor projektimin e sistemit fotovoltaike në një institucion arsimor të lartë në Shqipëri, Universitetin Europian të Tiranës.

Ky kapitull përfshin edhe projektimin konceptual, logjik dhe fizik të baze të dhënash për ruajtjen dhe menaxhimin e të dhënave në lidhje me përdorimin e paneleve fotovoltaike.

Në kapitullin e pestë analizohen përfitimet ekonomike dhe sociale që sjell përdorimi i sistemeve fotovoltaike në Shqipëri. Si model studimi është marrë njëri prej vendeve të rajonit, që është më pranë nesh, konkretisht Italia (Roma), pasi të dhënat klimaterike dhe gjeografike të Italisë janë të përafërta me ato të Shqipërisë.

Për të konkretizuar dobinë e tyre nga ana ekonomike janë analizuar disa raste, si në ndriçimin publik (në studim u mor fshati Prush i rrethit të Tiranës), në ndërtimin e pajisjeve

monitoruese të cilësisë së ajrit, për ushqimin e motorrpompave, si dhe përmbledhurazi janë treguar përdorime të tjera të sistemeve fotovoltaike në vendin tonë. Gjithashtu është parë me vend që këto njohuri të transmetohen edhe në kurrikulat e arsimit profesional, pasi kjo sjell ndërgjegjësimin e nxënësve dhe studentëve në lidhje me përmirësimin e cilësisë së ajrit dhe shfrytëzimin e burimeve të rinovueshme në Shqipëri. Ata duhet të dinë hapat e ndjekur për realizimin praktik të një sistemi fotovoltaike, problemet gjatë shfrytëzimit të sistemit dhe mirmbajtjen e tij.

Përsa i përket faktit se sa është i informuar komuniteti në Shqipëri mbi shfrytëzimin e sistemeve fotovoltaike, është përdorur një pyetësor rezultatet e të cilit janë përmbledhur brenda këtij kapitulli.

Gjatë studimit është trajtuar edhe mundësia e integritit të politikave mbi përdorimin e burimeve të rinovueshme në qeverisjen lokale, konkretisht kam parë mundësinë e aplikimit të sistemeve fotovoltaike në rrethin e Fierit.

Në fund të kësaj pjese të punimit është trajtuar ana ligjore në lidhje me përdorimin e BRE dhe kryesisht fotovoltaikeve.

Kapitulli i gjashtë përmbledh kontributin e këtij punimi në zhvillimin e vendit tonë dhe si parashikohet e ardhmja në fushën e aplikimit të sistemeve fotovoltaike. Brenda kësaj pjese unë kam paraqitur disa rekomandime me karakter politik-bërës në këtë drejtim.

1.3 Disa koncepte të rëndësishme që lidhen me çështjen në diskutim

1.3.1 Energjia dhe koncepte bazë mbi të

Gjatë procesit të edukimit tonë në fusha të ndryshme jemi njohur me energjinë potenciale, energjinë kinetike, energjinë e ruajtur në një kondensator, energjinë elektrike në një rezistencë, etj.

Energjia e një sistemi mund të ndryshojë duke shtuar ose transferuar punë, pra mund të themi që energjia është një punë e ruajtur. Max Planck (themeluesi i fizikës kuantike: 1858-1947) mendon që:

Energy is the ability of a system to bring outside effects (eg. heat, light) to bear, (Mertens, 2014).

Si njësi matëse të energjisë mund të përdoren:

$$1\text{J (Joule)} = 1\text{Ws} = 1\text{Nm} = 1\text{kg m/s}^2$$

Në shkencat inxhinierike energjia shprehet më së shumti me kilovatorë (kWh) dhe lidhja e saj me madhësitë e tjera është:

$$1\text{ kWh} = 1000\text{ Wh} = 1000\text{W} * 3600\text{s} = 3.6 * 10^6\text{Ws} = 3.6\text{ MWs} = 3.6\text{ MJ}.$$

Kur kemi për të shprehur sasi të mëdha energjie, mund të përdorim shumëfishat, si **k** (kilo me factor 10^3), **M** (Mega me factor 10^6), **G** (Giga me factor 10^9), **T** (Tera me factor 10^{12}), **P** (Peta me factor 10^{15}), **E** (Exa me factor 10^{18}).

Lëndët, që mbartin energji, si: qymyri, gazi, druri, etj. quhet energji primare; kjo energji duhet përpunuar për qëllime praktike. P.sh. nga djegia e naftës ose qymyrit fitohet avull i

nxehet, presioni i të cillit përdoret nga një gjenerator dhe kështu prodhohet energjia elektrike. Kjo energji është quajtur energji sekondare. Proçesi i shndërrimit të energjisë nga një formë në një formë tjetër shoqërohet me humbje të mëdha, kryesisht nga kabllo dhe pikat e transformimit; këto quhen *humbje të shpërndarjes*. Në fund energjia arrin te konsumatori fundor dhe kjo konsiderohet energji fundore, si në figurën e mëposhtme (1.1)

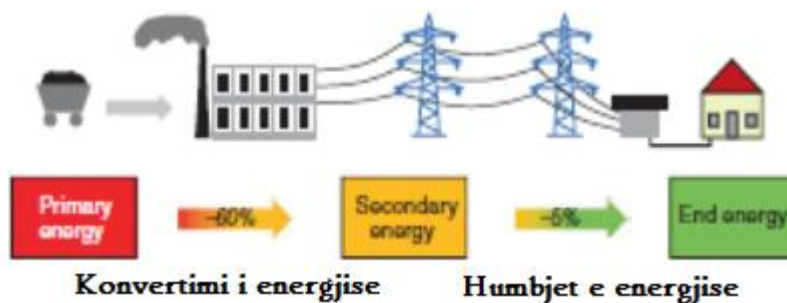


Fig.1.1 Shembull se si mund të fitohet energjia elektrike nga djegia e qymyrit

(Mertens, 2014, p. 5)

Në rastet e konvertimit të një energjie në energji elektrike vetëm rreth 1/3 e energjisë primare të përdorur arrin te konsumatori fundor (në prizë). P.sh. në rastin e ngrohjes me energji elektrike vetëm një e treta e energjisë primare është përdorur, ndërsa për ngrohjen me gaz modern është përdorur 90%. Energjia elektrike është e lehtë për t'u transportuar dhe lejon përdorimin e saj në makineri e pajisje të ndryshme.

Në industrinë energjitike përdoret njësia **toe (tonnes oil equivalent)** dhe i referohet faktorit të konvertimit 1 kg naftë bruto.

$$1 \text{ toe} = 1000 \text{ kg} \cdot 11.63 \text{ kWh/kg} = 11,630 \text{ kWh.}$$

Zakonisht: 1 m^3 gaz natyror $\approx 1 \text{ l}$ naftë $\approx 1 \text{ l}$ benzinë $\approx 1 \text{ kg}$ qymyr $\approx 2 \text{ kg}$ dru $\approx 10 \text{ kWh}$

Faktori i konvertimit të disa burimeve parësore në energji elektrike jepet përmbledhurazi në tabelën e mëposhtme (1.1):

Mbartësi I energjisë	Energjia që përmban (kWh)	Shënime
1 kg qymyr	8.14	
1 kg naftë bruto	11.63	Benzinë 8.7 kWh/liter, Naftë 9.8 kWh/liter
1 m ³ gaz natyror	8.82	
1 kg dru	4.3	Me 15% lagështi

Tabela 1.1 Faktori I konvertimit të burimeve të ndryshme energjisë në energji elektrike

(Kaltschmitt, 2007; Mertens, 2014)

Konsumi i energjisë primare, e shprehur në bilion toe, për vitet 1971-2007 në botë tregohet më poshtë (1.2):

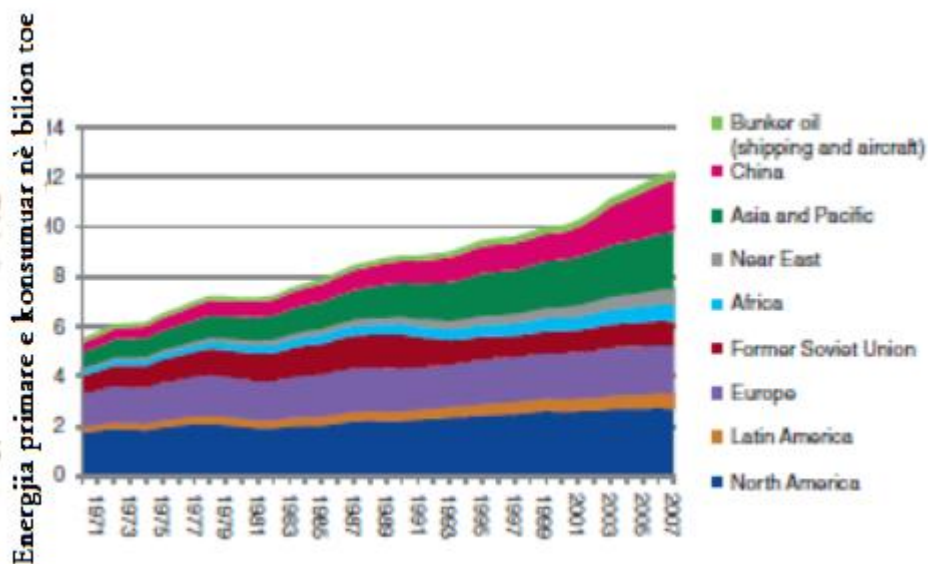


Fig.1.2 Rritja e kërkesave për energji primare që nga 1971

(International Energy Agency, December 19 2008; Mertens, 2014)

Si shihet në 2008 nevoja për energji është më tepër se dyfishi i nevojave në 1971.

Pse është rritur energjia e nevojshme ?

Faktorët që ndikojnë në rritjen e energjisë së konsumuar janë:

✚ rritja e numrit të popullësisë botërore

Në 40 vitet e fundit popullsia është dyfishuar dhe ka arritur në mbi 7 billion, ndërsa në 2030 pritet të shkojë në më shumë se 8 billion njerëz.

✚ rritja e standartit të jetesës

Gjermania ka nevojë për energji primare rreth 45 000kWh/kokë, ndërsa vendet me zhvillim më të ulët, p.sh. Bangladesh 1 500kWh/ kokë.

Rritja e konsumit të energjisë do të jetë e përballueshme, nëse:

- *Kujdesemi për kursimin e burimeve natyrore* (Tightening of resources).

Rezervat e naftës, gazit natyror janë të kufizuara, kjo çon në çmime të larta dhe drejt luftës për ndarjen e tyre. Ndryshimet klimaterike (dekompozimi i drurëve dhe bimëve apo djegia e drurit, qymyrit, gazit apo naftës shkakton dyoksid karboni CO₂, që çlirohet në atmosferë. Nga ana tjetër bimët rriten nëpërmjet fotosintezës, (greq. fos, foto-s = dritë; synthesis = bashkim), e cila është një proces i ndërlikuar që ndodh tek bimët, algat dhe disa baktere. Për të nevojiten dioksidi i karbonit dhe uji; burimi i energjisë është drita e diellit, dhe lëndët e fituara janë glukozja dhe oksigjeni. Ky është procesi më i rëndësishëm biokimik i shkëmbimit të lëndëve në tokë, ngaqë pothuajse gjithë jeta varet nga *fotosinteza*. Pra fotosinteza kryhet me marrjen e dioksidit të karbonit dhe duke liruar oksigjenin. Kryhet

vetëm gjatë ditës dhe në dritën e diellit. Ka rëndësi të madhe për shkak se oksigjeni (O_2) thithet nga të gjithë dhe fotosinteza është burimi kryesor që e liron atë nga bimët.

(wikipedia.org/wiki/)

- *Kujdesemi ndaj ndryshimeve klimaterike.*

Koncentrimi i CO_2 në atmosferë është shumë i rëndësishëm (më tepër se i gazeve të tjera) dhe ndikon në temperaturën e Tokës përmes efektit greenhouse. Drita e diellit, si e dukshme dhe ajo infrared, arrijnë përmes atmosferës dhe absorbohet nga toka (2). Kjo bën që sipërfaqja (3) të jetë e ngrohtë dhe të japë rrezatim të ngrohtë, e quajtur *black body source* (burim bluze) (4). Ky rrezatim përsëri absorbohet nga gazet (5) dhe shkon në ambient si nxehtësi (6). Energjia e nxehtësisë qëndron në atmosferë.

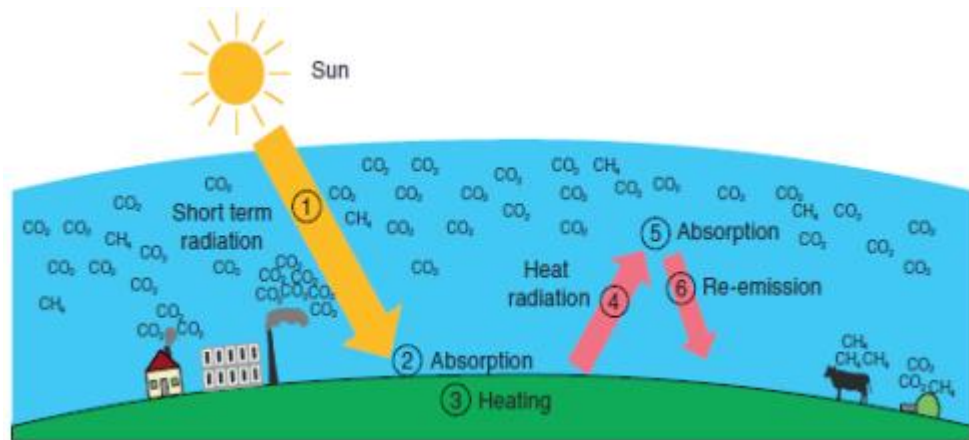


Fig. 1.3 Përshkrimi i efektit greenhouse, (Mertens, 2014)

Pa efektin *greenhouse*, temperaturat në tokë do ishin shumë të ulëta, por për shkak të efektit greenhouse natyral temperaturat arrijnë në vlerat mesatare $15^{\circ}C$. Emetimi shtesë i gazeve

CO₂, metan, etj, të shkaktuara nga njerëzit krijon efektin serë antropogjen, i cili shton ngrohjen. Industrializimi solli gjithashtu rritjen e temperaturave.

Rritja e temperaturave sjell zvogëlimin e akullnajave. Fenomenet ekstreme të motit lidhen me rritjen e temperaturave, të cilat gjithashtu çojnë në rritjen e nivelit të ujrave dhe zhvendosjen e kushteve të motit.

Marrëveshja e Kyoto në 1997 detyroi vendet e industrializuara të ulin efektin e emetimit të gazeve serë, për të kufizuar rritjen e temperaturave. Gjithashtu është shumë e rëndësishme rritja e efikasitetit të energjisë.

- *Probleme të ndryshme lidhur me sigurinë, radioaktivitetin, etj.*

Një sasi e konsiderueshme e CO₂ vjen për prodhimin e energjisë elektrike nga energjia bërthamore. Ngjarja e Fukushima në 2011 tregoi rrezikun që sjell një superkatastrofe. Nuk duhen anashkaluar dhe plot probleme që lidhen me mbrojtjen nga radioaktiviteti. Si pasojë e rritjes së fuqisë së konsumuar, nevojat e plotësuara nga burimet primare të energjisë për vitin 2008 tregohen grafikisht në figurën 1.4:

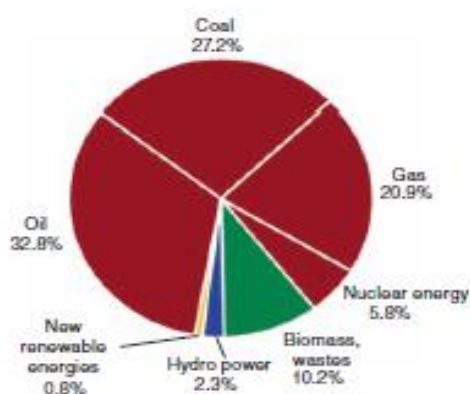


Fig. 1.4 Nevojat për energji nga burime të ndryshme

(Key World Energy Statistics., 2010), (Mertens, 2014)

1.3.2 Burimet e energjisë dhe problemet specifike

Burime e energjisë të përmendura më lart, si qymyri, nafta, gazi, drutë e zjarrit, energjia që merret nga djegia e mbetjeve të ngurta urbane dhe energjia bërthamore nga zbërthimi radioaktiv ne nivel historik jane te kufizuara, pra ***burime të shterëshme energjie***. Ato kanë dhënë dhe po japin kontributin më të madh për të plotësuar nevojat energjitike të cdo vendi. Përkundrejt të parave, burimet e energjisë gjeotermike dhe energjisë nga reaksionet e sintezës termobërthamore janë ***burime pothuajse të pashtershme*** në këndvështrimin historik.

Burime të rinovueshme energjie janë të gjithë ato që vazhdimisht arrijnë mbi sipërfaqen e tokës nga universi, ku futen: hidroenergjia, energjia diellore, energjia e erës, energjia e valëve të detit dhe energjia e baticës dhe zbaticës.

Burimi bazë I të gjitha formave të energjisë është dielli. **Nafta, qymyri, gazi natyral, druri** janë rezultat i procesit të fotosintezës, që vinë nga reaksione të ndërlikuara kimike. Madje era dhe rrymat e ajrit kanë si origjinë të tyre diellin, pasi ato janë shkaktuar nga diferenca e temperaturave në zona të ndryshme të tokës.

Në ditët tona problemi kryesor është që burimet e mësipërme të energjisë **janë të kufizuara** dhe konkretisht rezervat e naftës dhe gazit janë për rreth 40 vjet (për naftën) dhe rreth 60 vjet (për gazin); ndërsa rezervat e qymyrit mund të premtjnë për më shumë, por kërkohen investime të mëdha nga ana e transportit dhe shoqërohet me rreziqe gjeopolitike të mëdha (www9). Duke u nisur nga përdorimi i këtyre burimeve natyrore me rezerva të kufizuara, ne duhet herë pas here të përballemi **me rritjen e çmimit** të naftës, ndërkohë që rezervat

bien. Nisur nga ky arsyetim, pritet që edhe çmimi i energjisë të rritet në vitet në vazhdim. Këtij shqetësimi i shtojmë dhe faktin e **ndotjes** gjithnjë e **më të madhe të ambjentit** që vjen nga djegja e karburantit. Le të përmendim **disa burime** të ndryshme energjie të rinovueshme, si në figurën 1.5 (Energjia).

Hidroenergjia: Hidrocentralet bëjnë shndërrimin e energjisë potenciale të rëniës së ujit në energjinë mekanike me anë të turbinës hidraulike dhe pastaj gjeneratori shndërron energjinë mekanike në atë elektrike. Projektet hidrike zakonisht kanë një kosto fillestare kapitali të lartë, por kosto gjatë punës dhe mirëmbajtjes së tyre është e ulët. Sfidat kryesore janë reduktimi i rrezikut dhe rritja e besimit të investitorëve. Këto sfida zhvillohen kryesisht në vendet më pak të zhvilluara, ku financimet publike janë kryesisht ndërkombëtare.

Disa nga ndikimet më të rëndësishme janë ndryshimet në mjedis, në rezervat e peshkut dhe specieve të tjera, në cilësinë e ujit, etj. Rezervuarët hidroenergjitikë mund të krijojnë edhe mundësi shërbimi ekologjike, turizëm, peshkim, ujitje dhe siguri në furnizimin me ujë. Në zonat rurale, hidrocentralet mund të përdoren vetëm ose të lidhur në një mini-rrjet për të siguruar energji elektrike ose fuqinë mekanike për industrinë, bujqësinë, etj. Në varësi të rrethanave, ajo mund të luajë një rol të madh në elektrifikimin e zonave rurale.

Energjia e erës: Era krijohet nga diferencat e presionit atmosferik të marrë nga energjia diellore. Prej 175,000 TW të arritur në tokë, rreth 1200TW (0,7%) përdoret për sistemin e presionit atmosferik. Kjo fuqi krijon rezerva të energjisë kinetike prej 750 EJ për më shumë se 7 ditë (Kalogirou, Solar Energy Engineering-Processes and Systems, 2009), (Soerensen, 1979).

Mbi bazën e llogaritjeve matematikore, era mund të sigurojë një pjesë të energjisë elektrike nga nevojat botërore për energji elektrike. Nivel më i lartë shpejtësie ere do ishte i mundur, nëse shfrytëzohen zonat kodrinore ose përdoren tubacione topografike lokale. Në shumë vende energjia e erës konkuron me energjitë fosile dhe nukleare. Ajo zëvendëson lëndët djegëse fosile dhe ruan kapacitetin e bimëve të krijuara. Por nga ana tjetër duhet marrë parasysh edhe kërkesa për toka, impakti vizual, zhurmat, intertferencat në telekomunikacion dhe impakte të tjera në natyrë dhe në jetën e kafshëve.

Turbinat me erë bëjnë shndërrimin e energjisë kinetike të erës se energji mekanike, pra nga energjia kinetike e erës vihen në lëvizje një helikë të përbërë nga dy ose me shumë fletë, të lidhura mekanikisht me gjeneratorin elektrik.

Energjia gjeotermale është një formë e energjise se rinovueshme që gjenerohet nga burime gjeologjike të nxehta. Matje të kryera në thellësi të tokës tregojnë që temperatura e tokës qëndron relativisht konstante përgjatë vitit. Kjo ndodh se ndryshimet e temperaturës së sipërfaqes së tokës vinë duke u zvogëluar në thellësi për shkak të inercisë së lartë termike të dheut.

Burimet e energjisë gjeotermike janë të ndryshme dhe në përgjithësi ato varen nga kufinj të ndryshimit të temperaturave. Fuqia gjeotermike bazohet në teknologjinë e rrymave hidrotermike dhe duhet përdorur në ato zona, ku këto burime janë të favorshme.

Energjia gjeotermale është përdorur për mijëra vjet për larje, banjë dhe gatim. Më vonë energjia gjeotermale është shfrytëzuar në një shkallë të madhe për ngrohje, prodhim të energjisë elektrike dhe përdorime industriale.

Kostoja e projekteve gjeotermale dhe prodhimit e transportit të energjisë ndryshojnë në mënyrë të konsiderueshme nga vendi në vend dhe nga rajoni në rajon, në varësi të thellësisë, cilësisë, sasisë dhe vendndodhjes së burimit. Lëngjet gjeotermale përmbajnë një sasi të ndryshueshme të gazit (kryesisht azotit) dhe dioksidi i karbonit, plus disa sulfide hidrogjeni dhe pjesë më të vogla e amoniakut, merkurit, radonit dhe borit. Teknologjia për largimin e gazeve të dëmshme nuk ekziston. Disa probleme të tjera që sjell shfrytëzimi i këtyre burimeve janë: kostot e larta, shqetësime për popullsinë lokale, etj.

Energjia gjeotermale mund të përshtatet edhe me përdorimin e burimeve të tjera të rinovueshme si era, dielli, biomasa, hidroenergji, etj., duke ofruar furnizim të besueshëm dhe të sigurtë në ngrohje dhe energji elektrike. Përdorimi i tyre kërkon edukim dhe trajnim në terren, së bashku me përmirësimet e teknologjisë.

Disa tipe burimesh të rinovueshme tregohen në figurën 1.6.



a)



b)



c)

Fig.1.6 a) Hidrocentral; b) Shfrytëzimi I energjisë kinetike të erës; c) Sistemi gjeotermik
(Energjia)

Biomasa

Energjia biomasë nënkupton prodhimin e energjisë së të marrë nga materialet organike, të cilat ndahen në dy kategori:

- ✚ Biomasa e drurit. Lëndët e drurit, mbetjet dhe bashkë-produktet, produktet e papërpunuara të drurit, shelgjet, shkurret, etj.
- ✚ Biomasa jo-drusore. Mbetjet e kafshëve, produktet industriale dhe komunale nga procesi i ushqimit dhe të mbjellat si kallamsheqeri ose misri.

Biomasa, kryesisht mbetjet agrokulturore dhe industriale, është përdorur për prodhimin e energjisë elektrike (me anën e turbinave me avull), po ato kanë rezultuar me kosto të lartë dhe ineffiçente. Gjatë shfrytëzimit të tyre përballemi me disa rreziqe, si: zjarri, dëmtuesit, sulmet e insekteve, të cilat mund të reduktohen nëpërmjet menaxhimit të duhur, por ato nuk mund të eliminohen.

Me avancimin e teknologjisë, sistemi elektrik biomasë përdor turbinat me gaz, të cilat kanë efikasitet më të lartë dhe kosto më të ulët. Gjithashtu vlen të përmendet prodhimi i energjisë nga *biogazi*, sipas së cilës mbetjet e kafshëve mblidhen në një depozitë të veçantë dhe i shtohet oksigjen. Në këtë studim të biomasave duhen përmendur *biokarbutet*, edhe pse ato përdoren relativisht pak. Duhet menduar për strategji të tilla, që nxjerrin në pah përfitimet politike, ambientale, legislative dhe financiare që vijnë nga përdorimi i tyre.

Duke patur parasush se çmimi i naftës është i lartë dhe e vështirë se mund të ulet, kërkesa për biokarburantet do të rritet dhe do të sigurohet një rritje e konsiderueshme e investitorëve dhe pajisjeve të prodhimit.

Energjia e oqeanëve

Energjia e oqeanëve mund të përdoret në tre mënyra:

- Duke përdorur valet e oqeanëve, pra duke konvertuar energjinë e valëve
- Duke përdorur rrymat e larta dhe të ulëta të oqeanëve, pra duke konvertuar energjinë e rrymave
- Duke përdorur diferencën e temperaturave të ujit, pra duke konvertuar energjinë termike të oqeanëve

Burimi i energjisë së oqeanëve është superior (Kalogirou, Solar Energy Engineering-Processes and Systems, 2009), (Katofsky, 2008) mbi energjinë e erës dhe energjitë e tjera të rinovueshme, por sistemet oqeanike duhet të aplikojnë sisteme mekanike, që duhet të jenë të fuqishme dhe t'i rezistojnë mjedisit të ashpër detar.

Energjia bërthamore

Në Francë rreth 75% e energjisë elektrike prodhohet nga energjia bërthamore. Nga gjenerimi me kosto të ulët i energjisë elektrike nga energjia bërthamore, në këtë vend fitohet rreth 3 bilion euro në vit. Nga karburanti i riciklueshëm bërthamor fitohet rreth 17 % e elektricitetit (www.world-nuclear.org/info). Vendimi për t'iu referuar burimeve të rinovueshme, dhe kryesisht asaj bërthamore u mor nga qeveria franceze në vitin 1974, pas gjendjes *shock oil* që pësoi. Kjo solli rënien e importeve në vend dhe siguri më të madhe në furnizimin me energji. Nga ky vendim, Franca arriti në vendin me kosto më të ulët të energjisë në Europë dhe me nivelin më të ulët të CO₂ gjatë prodhimit të energjisë. Megjithatë nga viti 2014 e në vazhdim tentohet të rritet çmimi në euro për KWh. Në 2014 u

raportua nga Cour des Comptes, se kosto e prodhimit të fuqisë bërthamore është rritur 20% nga 2010 në 2013. Që prej viteve '70, Franca ka qënë eksportuesi më i madh i energjisë në botë.

Duke patur parasysh incidentin në Fukushima, në lidhje me sigurinë, në 2011 u zhvillua një rishikim 6-mujor i reaktorëve, nga i cili u propozua vendosja e një shtrese të re për mbrojtjen e strukturës dhe sigurimin e funksionalitetit të pajisjeve ndaj ngjarjeve të paparashikueshme, si: zjarri, tërmeti, kushtet e motit, etj. Atje, që prej vitit 2006 është ngritur organi përgjegjës për *sigurinë bërthamore* dhe *mbrojtjen radiologjike*, të cilat shihen si pika deliake të këtij problemi.

Energjia diellore është burim i pakufishëm energjie dhe përdoret për shëndërrim në energji nxehtësore për sistemet me ujë të ngrohtë dhe për centralet solare, ndërsa për shndërrim në energji elektrike përdoren sistemet fotovoltaike.

Ndonjëherë flitet për burim “virtual” të energjisë, po në fakt aty thjesht ndodh akumulimi i energjisë. Le të shohim një tabelë përmbledhëse (Tabela 1.2) mbi potencialin teknik vjetor të burimeve kryesore të energjive të rinovueshme, të kryera nga organizata të ndryshme në vite të ndryshme.

Renewable Energy Source	Technical Potential (EJ/yr)		
	WEA (2000)	Chum et al. (2011)	GEA (2012)
Geothermal energy ^{a,b}	5000	130–1420	810–1545
Direct solar energy ^{c,d}	> 1575	1575–50,000	62,000–280,000
Wind energy ^{d,e}	640	85–580	1250–2250
Biomass energy – land-based ^{d,e}	> 276	50–500	160–270
Hydropower ^e	50	50–52	50–60
Ocean energy ^{f,g}	not estimated	7–331	3240–10,500
TOTAL	> 7600	1900–52,800	76,500–294,500

Tabela 1.2 Potenciali vjetor i burimeve të rinovueshme i matur nga organizata të ndryshme
(Global Energy Assessment)

Në figurën 1.5 jepet paraqitja grafike mbi energjinë elektrike të fituar nga përdorimi i burimeve të rinovueshme të energjisë në kufinj global.

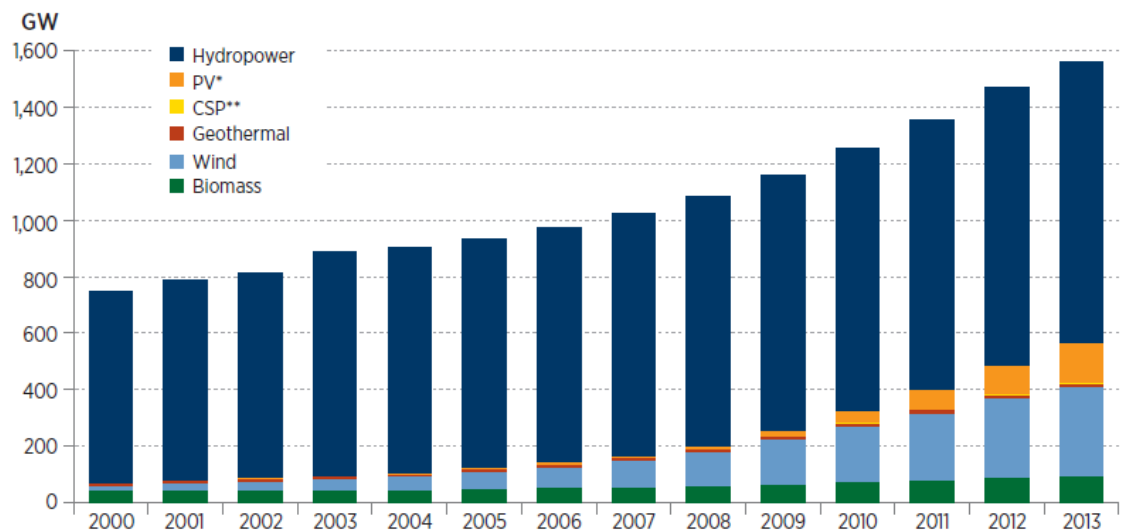


Fig 1.5 Energjia elektrike e fituar nga përdorimi i burimeve të rinovueshme të energjisë në kufinj global (U.S.Department of Energy, 2014)

Nga tabela 1.2 shihet qartë, që energjia diellore ka potencialin më të madh vjetor, por fakti se cili burim energjie duhet të përdoret, bazohet mbi kushtet ekonomike, ambientaliste dhe kushtet e sigurisë. Në vendin tonë për shkak të gjitha avantazheve gjeografike dhe klimaterike, duhet përdorur më tepër **energjia diellore**.

Energjia diellore, me anën e **kolektorëve termik**, shfrytëzohet për ngrohjen e ujit, I cili mund të përdoret për ngrohjen e banesave ose për nevojat hidrosanitare. Energjia diellore, gjithashtu, mund të shndërrohet direkt në energji elektrike me anën e **paneleve fotovoltaike**.

Mesatarisht, energjia e nevojshme për të prodhuar një panel fotovoltaiik është e barabartë me 5-10% të asaj që do të prodhojë gjatë funksionimit të saj. Nga studimet e bëra, në krahasim me fotovoltaiikët, biomasa kërkon 50 herë më shumë hapësira për të gjeneruar të njëjtën energji elektrike.

1.3.3 Kriza energjitike ndërkombëtare

Në fundin e shekullit të kaluar dhe fillimin e shekullit të ri, ekonomia botërore në përgjithësi dhe ajo shqiptare, në veçanti, përdori si burime energjie kryesisht burimet fosile. Qymyri, gazi natyror, nafta, etj. u përdorën për prodhimin e energjisë, për transport, në industri e kudo. Këto burime, si çdo burim tjetër natyror janë të kufizuara dhe pas disa vitesh prodhimi i energjisë nëpërmjet tyre, do vijë në rënie. P.sh. për naftën grafikisht (figura 1.6) mund të “flitet” si më poshtë: (<https://tranzicionshqiperi.wordpress.com/>).

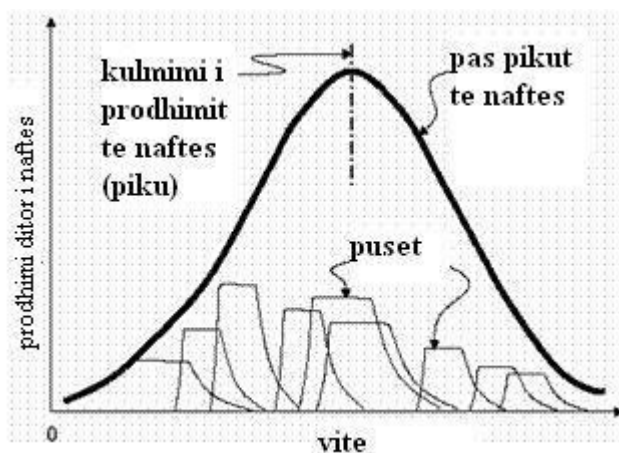


Fig. 1.6 Ecuria e prodhimit të naftës në vite

Sipas raportit të Agjensisë Ndërkombëtare të Energjisë në botë, i publikuar në vitin 2010, nafta konvencionale (nafta që prodhohet me metodat e zakonshme të nxjerrjes) ka arritur pikun tashmë në vitin 2006. Nafta në gjithë format e saj pritet të arrijë pikun në 2016-2018, gazi disi më vonë. Pas arritjes së një vlere maksimale të prodhimit dhe përdorimit të për naftës dhe gazit, tendenca shkon drejt pakësimit të tyre, derisa burimet fosile të mos jenë më burim i leverdisshëm energjie dhe lëndë të parë.

Për shkak të luhatjeve të shpejta në furnizimin me energji dhe lëndë të parë, e funksionimit të sistemit ekonomik të zhytur në borxhe, si dhe me kufinjtë e lartë të ndotjes së ambjentit, shkaktuan krizë ekonomike në të gjithë vendet e industrializuara, duke prekur dhe Shqipërinë.

Dikur energjia e lirë mundësoi industrializimin, urbanizimin dhe globalizimin, ndërsa në ditët tona pakësimi i energjisë mund të sjellë çindustrializim, çurbanizim dhe çglobalizim.

Nga këto informacione duket qartë varësia që kanë familjet tona, bizneset, qeverisja nga burimet fosile. Pavarësia nga energjia e marrë nga burimet fosile shkakton jo vetëm kapërcimin e krizës së zgjatur dhe të rëndë ekonomike, por dhe mbrojtjen e ambjentit nga ndryshimet klimatike, katastrofike dhe degradimin e vazhdueshëm të tij.

Sipas Agjencisë Ndërkombëtare të Energjisë njerëzimi ka 4 vjet kohë për të pakësuar masivisht emetimin e CO₂ në atmosferë, përndryshe ndryshimet klimatike bëhen të pakthyeshme dhe të rrezikshme.

Alternativa që sygjeron Agjencia Ndërkombëtare e Energjisë është kryesisht *jeta kursimtare*: kursimi i energjisë, i lëndëve të para etj. dhe *zhvillimi i energjive*

së rinovueshme (alternative), sidomos i burimeve të energjisë që e prodhojnë energjinë aty ku konsumohet, etj.

Analistët kanë arritur në përfundimin që ekonomia botërore do të jetë e paqëndrueshme, deri sa vendet industriale të heqin dorë nga “zakoni I lidhjes me naftën dhe me gazin” (www9). Vendet e pasura me energji, si Rusia, Irani dhe Venezuela kanë jo vetëm më shumë të ardhura për veprimtaritë e tyre, por edhe ndikim politik dhe tregtar më të madh mbi vendet që “ushqehen” prej tyre. P.sh. Rusia është furnizuesi më i madh me gaz I Europës Perëndimore dhe ballkanike dhe fuqia e saj në treg është dominuese, si nga ana ekonomike dhe ajo diplomatike, pra Rusia është në pozita shumë të forta. Ajo i ofron Kinës, Japonisë, Indisë dhe vendeve të BE, atë që Amerika nuk mund t’u ofrojë. Rusia eksporton 30% naftë dhe 44% gaz, dhe po rrit dita-ditës influencën e saj euroaziatike.

Kriza botërore e energjisë lidhet ngushtë me paqëndrueshmërinë e çmimit të naftës dhe raportin kërkesë/sasi të naftës. Për të gjitha këto arsye, sytë e gjithë botës janë kthyer nga burimet e rinovueshme të energjisë.

Burimet e rinovueshme mund të shihen si “any form of energy from solar, geophysical, or biological sources that is replenished by natural processes at a rate that equals or exceeds its rate of use” (Verbruggen et al., 2011).

Termi energji të reja të rinovueshme i referohet teknologjive bashkëkohore dhe mënyrave të konvertimit të energjisë nga një energji e rinovueshme në energji të përdorshme nga njerëzit.

Qelizat fotovoltaike

Termi fotovoltaike vjen nga kombinimi i fjalës greke *photos* (dritë, e dritës) me emrin e fizikantit italian Alessandro Volta (1745-1825), i cili zbuloi i pari funksionin elektro-kimik të baterisë dhe njësinë matëse të tensionit, Volt. Kudo shohim termin fotovoltaike, në kuptojmë që kemi të bëjmë me shndërrimin e dritës së diellit në energji elektrike (Mertens, 2014).

Elementet më të vegjël të paneleve fotovoltaike janë qelizat diellore, të cilat mund të kenë madhësi të ndryshme duke filluar që nga madhësia e një pulle deri në 5 inch (12 cm). Ato në përgjithësi janë ndërtuar me materiale *gjysëmpërcjellës*. Materialet *gjysëmpërcjellës* janë materiale që gëzojnë veti të ndërmjetme mes materialeve përcjellëse dhe atyre izoluese në kushte optimale pune. Më i përdorshmi prej materialeve *gjysëmpërcjellës* është silici.

Një qelizë diellore është e përbërë nga dy shtresa *gjysëmpërcjellëse*, njëra e tipit *p* dhe tjetra e tipit *n*. Bashkimi i tyre krijon *një kalim p-n*. Shtresa *gjysëmpërcjellëse* e tipit *p* dhe *n* formohet me anën e efektit të dopingut, sipas të cilit në kristalin e pastër të *Si* futen atome 3 valente për të formuar një shtresë të tipit *p*, ose atome 5 valente për të formuar një shtresë të tipit *n*. Ndryshe këto atome që prishin pastërtinë e kristalit të *Si*, quhen papastërti. Shtresat *gjysëmpërcjellëse* shoqërohen me kontakte metalike, të cilat lejojnë kalimin e rrymës në qark. Ndërtimi i një qelizë diellore tregohet më poshtë në figurën 1.7:

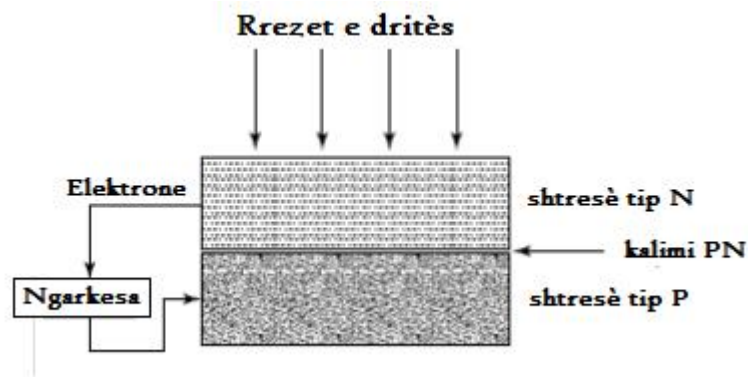


Fig. 1. 7 Ndërtimi i një qelizë diellore

Kur rrezet e dritës godasin qelizën diellore, elektronet shkëputen nga atomet mëmë dhe drejtohen drejt kontakteve metalike, duke krijuar një diferencë potenciali mes tyre. Levizja e elektroneve përmes kalimit p-n tregohet në figurën e mëposhtme (1.8):

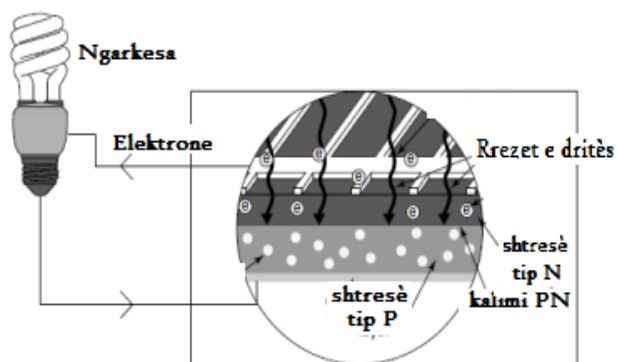


Fig. 1.8 Lëvizja e ngarkesave (Mayfield, 2010)

Diferenca e potencialit ose tensioni mes kontakteve është afro 0.5 V, ndërsa rryma që kalon në qark varet nga sasia e rrezatimit dhe sipërfaqja e qelizës. Ajo mund të jetë në kufinj të mes 0 -10 A. Për të fituar tension me vlerë më të mëdha mund të lidhim së bashku në grupe qeliza të tilla në seri duke krijuar module diellore. Nëse është e nevojshme të fitojmë tensione e fuqi më të madhe, modulet mund të lidhen së bashku duke formuar panele

diellore (figura 1.9), pra sa më shumë qeliza të lidhen së bashku, aq më shumë energji elektrike marrim. Panelet diellore lidhen me një inverter, i cili shndërron rrymën e vazhduar në rrymë alternative (konvertues DC-AC). Modulet diellore (fotovoltaike) në shumicën e rasteve kanë një fletë xhami në faqen ballore, që lejon kalimin e dritës dhe mbron gjysmëpërçuesin nga gërvishtjet e pluhurit apo faktoret e shumtë atmosferike.

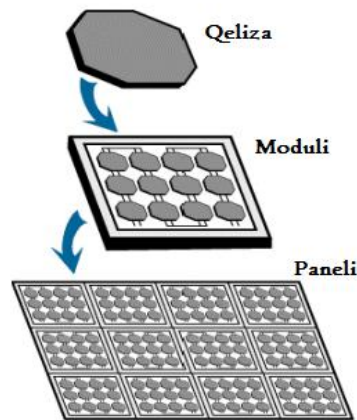


Fig.1.9 Qeliza, moduli dhe paneli diellor

Rendimenti i punës së qelizave diellore përcaktohet:

$$\eta = \frac{P_o(\text{elektrike})}{P_i(\text{energji e dritës})} \times 100\% = \frac{P_{\text{maksimale e pajisjes}}}{(\text{sipërfaqe në } m^2)(1000 \text{ W/m}^2)} \times 100\%$$

Në mënyrë të përmbledhur rruga që ndiqet gjatë transformimit të energjisë diellore në energji elektrike është kjo:

- Një panel diellor e kthen energjinë diellore në një diferencë potenciali të caktuar mes dy kontakteve metalike.

- Më pas tensioni i vazhduar zbatohet në një inverter (konvertues DC-AC)
- Inverteri kthen tensionin e vazhduar (DC) në tension alternativ (AC) 120V ose 240V, që nevojitet për të vënë në punë pajisjet elektroshtepiake.
- Elektriciteti më pas shpërndahet në të gjithë shtëpinë.
- Ajo pjesë e tij që nuk përdoret ruhet për përdorim të mëvonshëm ose kalon në rrjet.

Në figurën e mëposhtme (1.10) tregohet mënyra e lidhjes së paneleve fotovoltaike me sistemin elektrik të një banese.

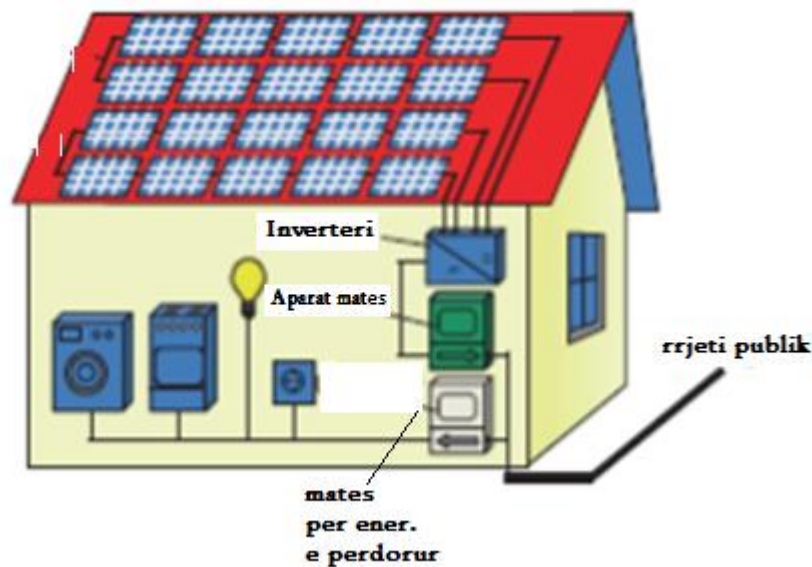


Fig. 1.10 Mënyra e lidhjes së paneleve fotovoltaike me sistemin elektrik të një banese.

(Mertens, 2014)

1.3.5 Historiku i evoluimit të qelizave diellore

Mundësia për të transformuar rrezet e diellit në energji elektrike daton në 1839, kur shkencëtari francez Becquerel zbuloi parimin fizik që qëndron në bazë të procesit të

konvertimit fotovoltaiik. Gjatë disa eksperimente me qelizat elektrolitike, ai vuri re formimin e një difference potencialesh në mes të dy elektrodave identike platinit, njëra e ndriçuar dhe tjetra në errësirë (Mertens, 2014).

Megjithatë, duhej pritur deri në gjysmën e dytë të vitit 1900, kur edhe filloi zhvillimi i saj teknologjik. Disa shkencëtarë studiuan lidhjen që ekzistonte mes dritës, materies dhe elektricitetit. Njëri prej tyre ishte Albert Einstein në vitin 1905, i cili shpjegoi si atomet marrin rrezatim elektromagnetik dhe si shkëputen elektronet. Ky proces u quajt efekti fotoelektrik dhe për këtë studim Einstein fitoi çmimin Nobel në vitin 1921. Pajisjet e para të ndërtuara me silic vërehen në fillim të viteve 40. Russell Ohl ishte i pari person që studioi një qelizë diellore, si ajo që përdorim sot. Ai punoi në Laboratorin Bell në New Jersey me qeliza prej Silici (silici gjendet në rërë ose në disa tipe gurësh). Ai i quajti ato “pajisje elektrike të ndjeshme ndaj dritës”. Pesë vjet më vonë ai mori patentë për këtë shpikje. Në pranverën e vitit 1953 duke studiuar silicin dhe aplikimet e mundshme të tij në elektronikë fizikanti Gerald Pearson, në laboratorin Bell, ndërtoi një qelizë diellore praktike me silic. Dy shkencëtarë të tjerë të Bell, Darryl Chapin dhe Calvin Fuller, perfeksionuan zbulimin e Pearson dhe realizuan qelizen e parë me sipërfaqe 2cm^2 dhe me efikasitet konvertimi përafërsisht 6%. Ajo u paraqit në publik në 25 Prill 1954 (figura 1.11). “New York Times” e publikoi në faqet e para dhe shkruajti se ishte arritur një prej dëshirave më të mëdha të njerëzimit- përdorimi i energjisë së pakufishme të diellit.



b)
Fig. 1.11 a) Shpikësit e qelizave të para “reale” diellore: Chapin, Fuller dhe Pearson;

b)Moduli i parë diellor në botë me 8 qeliza diellore

((Courtesy of AT&T Archives and History Center); Mertens, 2014)

Përdorimi i parë i rëndësishëm i tyre ishte në satelitët hapësinor në vitin 1958. Diametri i tij ishte 16 cm dhe u quajt “Grapefruit”. Pamja e tij tregohet në figurën 1.12.



Fig. 1.12 Pamja e satelitit të parë Vanguard (foto: NASA)

Nga '50 e deri në ditët e sotme qelizat diellore janë bërë gjithnjë e më të rëndësishme në prodhimin e energjisë elektrike nga burimet alternative. Këto elemente u njohën si një burim i rëndësishëm për anijet në vitet 1950. Zhvillimi i tyre mori hov për shkak të krizës së naftës në vitet 1970. Stacioni i parë i fuqishëm i aftë për të marrë fuqi prej 1MW me panele diellore u hap në Hesperia, Kaliforni në vitin 1982. Fundi i viteve '80 solli interes të

veçantë në fushën e fotovoltaikeve në USA, Japoni dhe Gjermani. Përdorimi i energjisë diellore është rritur 67% nga 2009-2010.

Ligji Moore për dyfishimin e numrit të tranzistorëve zë vend edhe për numrin e impianteve diellore (prodhimi ndaj koston). Në grafikët e mëposhtëm (figura 1.13) shihet që prodhimi i qelizave diellore dyfishohet brenda intervaleve kohore prej 2 vjetësh. Kosto përgjysmohet me rritjen e grumbullimit të energjisë diellore dhe këto standarte do të plotësohen, përmirësohen dhe do të aplikohen edhe në kushtet e vendit tonë .

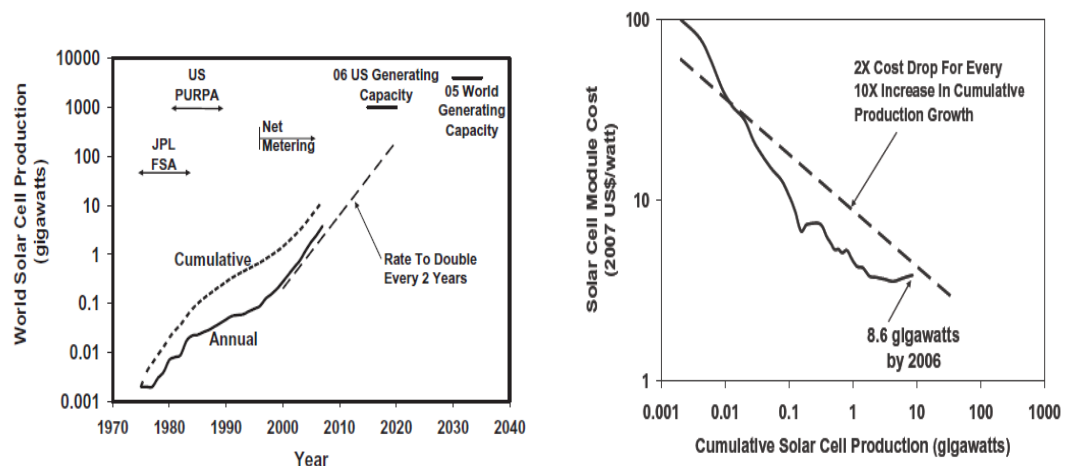


Fig. 1.13 Parashikimi mbi prodhimin e qelizave diellore dhe uljen e koston së tyre

Deri në vitin 2009, kapaciteti i sistemeve fotovoltaike të instaluar ishte 24-25 GWp, nga të cilat 21 GWp ishin të lidhur me rrjetin, ndërsa 3-4 GWp ishin të palidhur me rrjetin. Ato gjeneruan 30-35 TWh në këtë vit. Në vitin 2010 kapaciteti total i instaluar u bë 40 GWp dhe energjia e prodhuar shkoi në 50TWh (IIASA, 2012)(EPIA, 2011).

Nga studimet e bëra rezulton që në Amerikë do të rritet në 69% konsumi i energjisë elektrike në vitet 2050, nga të cilat 35% e saj do të fitohet nga energjitë primare, ndërsa për

vitin 2100 kjo shifër do të shkojë në 90%]. Komoto et al. ka bërë një analizë të detajuar të situatës dhe mendohet që kapaciteti total i PV të instaluar do jetë 100 TWp në 2050 dhe 133 TWp në 2100. (IIASA, 2012). Në figurën 14 tregohen kapaciteti PV të instaluar për më shumë se një dekadë. Në Gjermani kapaciteti total i paneleve fotovoltaikë të instaluar u rrit nga 76 MWp në vitin 2000 në 32GWp në 2012. Rreth 1/3 e paneleve PV të instaluar në gjithë botën janë instaluar në Gjermani. Në vend të dytë është Italia me 16 GWp. Rritja më e fuqishme ndodhi në Kinë, ku brenda një viti u instaluan nga 3.3 në 7 GWp.

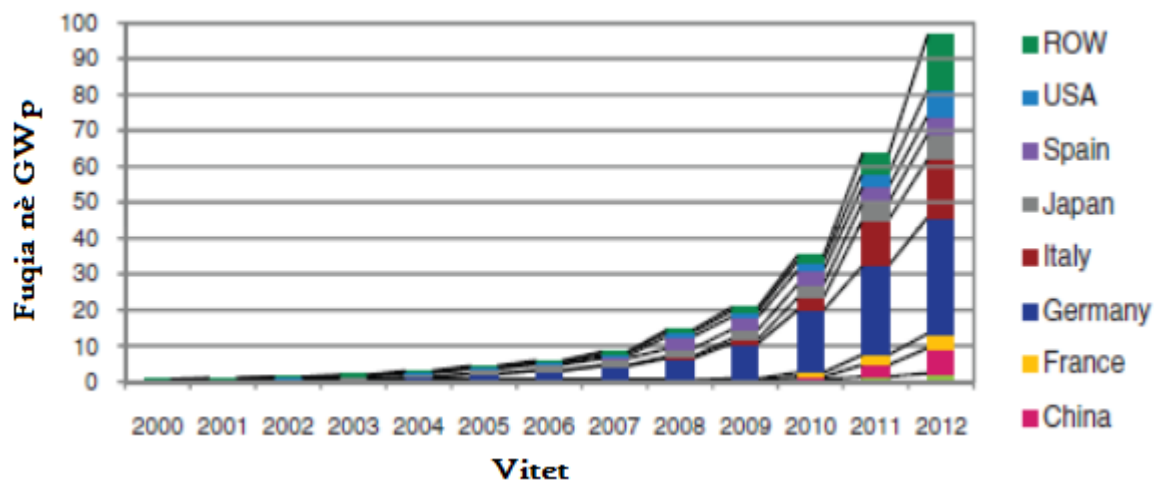


Fig. 1.14 Zhvillimi i tregut të fotovoltaikëve në mbarë botën në intervalin kohor (2000-2012) (International Energy Agency IEA Photovoltaic Power Systems Programme, www.iea-pvps.org, 2013) (Mertens, 2014)

Përfundimisht është tejet e dukshme rritja e shpejtë e paneleve fotovoltaike të instaluar në vitet e fundit. Kapaciteti i fotovoltaikëve të instaluar nga viti 2000 në 2012 arriti një rritje mesatare vjetore rreth 48%. Sipas Jeremy Rifkin. (Gerbeti) (Rifkin, 2011):

“every citizen could democratically produce his own energy and give any excess to other customers; it’s as if we’re talking about sharing files on the Internet¹. Actually, even if this perspective appears illusive, it is necessary to stress that distributed generation of electricity already exist and its improvement and development will ultimately lead to a decrease in the demand for fossil fuels.”

Për më shumë informacion rreth zhvillimit dhe ndikimit të tyre në uljen e konsumit të energjisë elektrike do flasim në kapitujt e ardhshëm.

KAPITULLI II: BAZAT TEORIKE TË SISTEMEVE

FOTOVOLTAIKE

Ky kapitull përmban bazën teorike të konceptimit, ndërtimit, funksionimit dhe parametrave specifikë të elementeve dhe sistemeve që po studiojmë. Ai është konceptuar i ndarë në tre pjesë.

Në pjesën e parë të këtij kapitulli janë trajtuar njohuri teorike bazë rreth Diellit, si prodhuesi kryesor i energjisë në Tokë dhe rrezatimin diellor global (vlerat mesatare vjetore dhe parametra të tjerë të tij), të paraqitura në mënyrë tabelare dhe grafike. Studimi vazhdon me rrezatimin diellor në Europë dhe në rajone të ndryshme të Shqipërisë. Të dhënat me vlerat e rrezatimit diellor në qytete të ndryshme të Shqipërisë për të gjithë muajt e vitit kalendarik janë përmbledhur në një tabelë nga IHM. Pas një studimi të përgjithshëm të situatës mbi energjinë diellorë dhe parametrat e tij në kushtet e Shqipërisë, në këtë pjesë tregohet qartë se sa të favorshme janë kushtet klimaterike për shndërrimin e energjisë diellore në energji elektrike dhe energji termike. Në këtë seksion përmenden edhe aparatet matës, me të cilët bëhet matja e rrezatimit diellor, si regjistruesi i dritës diellore, piranometri, pireliometri.

Shkurtimisht, *në pjesën e dytë* shtjellohen gjysëmpërcjellësit, diodat dhe fotodiodat, si dhe vetitë, ndërtimi dhe karakteristikat e tyre, ndërsa *në pjesën e tretë* ndërtimi, parimi i punës, karakteristikat dhe mënyrat e lidhjes së qelizave, moduleve dhe sistemeve fotovoltaike.

Pjesa e parë: Njohuri të përgjithshme mbi rrezatimin diellor

Drita e diellit është burimi kryesor i energjisë në tokë, që mund të shfrytëzohet nga shumë procese natyrore dhe sintetike. Procesi më i rëndësishëm është fotosinteza (figura 2.1) që përdoret nga bimët për të kapur energjinë e rrezatimit diellor.

Si u tha në kapitullin e parë, **fotosinteza** është shndërrimi i energjisë së dritës diellore në energji kimike nga organizmat e gjalla (www.wikipedia.org).



Fig. 2. 1 Fotosinteza

Dielli është prodhuesi kryesor i energjisë në sistemin tonë diellor. Rrezatimi diellor drejton të gjitha ciklet dhe proceset natyrore, të tilla si: shiun, erën, fotosintezën, rrymat oqeanike dhe shumë të tjera, të cilat janë të rëndësishme për jetën (Kalogirou, Solar energy engineering: processes and systems). Për këtë arsye ne duhet të përmendim dhe studiojmë disa karakteristika dhe specifika të tij. Le të përmendim disa veçori rreth tij:

- rreth 74% e diellit është hidrogjen, 25% është helium dhe pjesa tjetër elemente me të rëndë.
- dielli ka një temperaturë afërsisht 5500 K dhe jep ngjyrë të bardhë, por nga shpërndarja në hapësirë duket e verdhë.
- ai ka formën e një topi dhe në qendrën e tij ndodh vazhdimisht shkrirja nukleare.

Toka dhe Diell janë dy trupa hapësinor me distancë rreth 150 milion kilometra. Dielli rrezaton vazhdimisht me fuqi $P_{\text{SUN}} = 3.845 \cdot 10^{26} \text{ W}$ në të gjitha drejtimet, nga të cilat vetëm një pjesë shumë e vogël merret nga Toka. Toka konsiderohet si një sferë, e cila rrotullohet rreth diellit me një rreze $r = r_{\text{SE}}$ (figura 2.2)



Fig. 2.2 Distanca mes Diellit dhe Tokës

Densiteti i rrezatimit ose konstantja diellore llogaritet në këtë mënyrë:

$$E_s = \frac{\text{Fuqia e rrezatimit}}{\text{Sipërfaqja e sferes}} = \frac{P_{\text{Sun}}}{4 \cdot \pi \cdot r_{\text{SE}}^2} = \frac{3.845 \cdot 10^{26} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot (1.496 \cdot 10^{11} \text{ m})^2} = 1367 \text{ W/m}^2$$

Kjo tregon që sasia e energjisë së dritës e mbledhur në njësinë e kohës për një metër katror të ekspozuar ndaj diellit është 1367 W/m^2 . Si rezultat i ndikimit të atmosferës, vlera e

densitetit të energjisë reduktohet në 1000 W / m^2 në sipërfaqen e tokës. Disa karakteristika të Diellit dhe Tokës janë përmbledhur në tabelën e mëposhtme (2.1):

Madhesitë	Dielli	Toka
Diametri	$d_D = 1392520 \text{ km}$	$d_T = 12756 \text{ km}$
Temperatura e sipërfaqes	$T_D = 5778 \text{ K}$	$T_T = 288 \text{ K}$
Temperatura në qendër	15000000 K	6700 K
Fuqia e rrezatimit	$3.845 \cdot 10^{26} \text{ W}$	
Distanca Diell-Tokë	$r_{SE} = 149.6 \text{ Mi. km}$	

Tabela 2.1 Karakteristika të Diellit dhe Tokës

2.1 Rrezatimit global në tokë

Rrezatimi global në Tokë është i përbërë nga disa komponente. Rrezatimi diellor që merr Toka nga Dielli (rreth 61%), pa u shpërndarë në atmosferë, është *rrezatimi direkt*. Rrezatimi që krijohet nga shpërndarja dritës në atmosferë është *rrezatimi difuz*. Një pjesë e vogël rrezatimi vjen nga drejtime të ndryshme të qiellit dhe një pjesë tjetër është ajo e reflektuar. Këto pjesë i shtohen në përgjithësi rrezatimit difuz. Sasia e rrezatimit difuz varet nga kushtet klimatike dhe gjeografike.

Në përgjithësi shuma e rrezatimit diellor direkt dhe e rrezatimit diellor difuz quhet rrezatim e përgjithshëm ose *rrezatim diellor global*, pra:

$$E_{\text{përgj.}} = E_{\text{përgj.direkt}} + E_{\text{përgj.difuz}}$$

Në figurën 2.3 tregohet rrezatimi global si shumë e rrezatimit direkt dhe difuz.

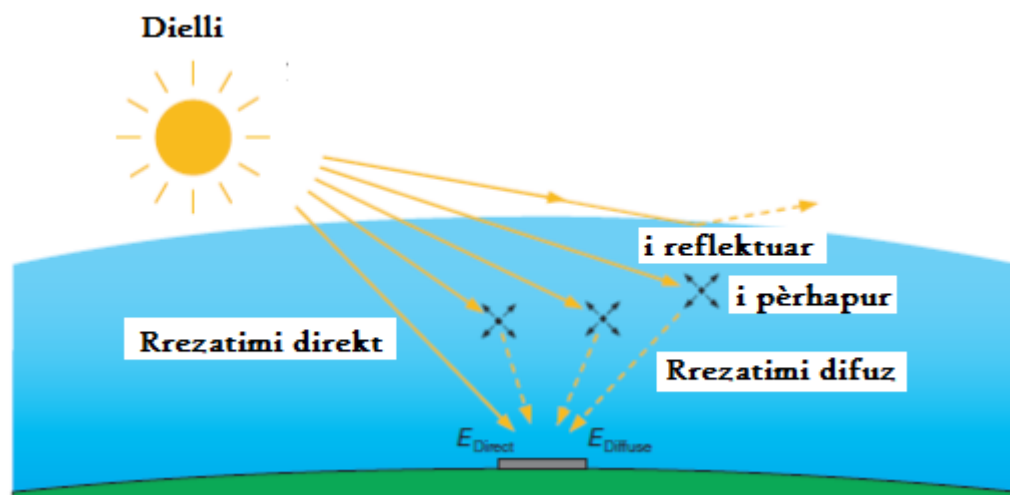


Fig. 2.3

Kohëzgjatja e drites së diellit dhe intensiteti i saj varet nga:

- periudha kohore e ditës dhe e vitit,
- kushtet e motit
- nga vendndodhja gjeografike.

Shpesh ndikimi i rrezatimit difuz nënvleftësohet në vlerën e rrezatimit global, por kjo ul saktësinë e përllogaritjeve. P.sh. në Gjermani pas studimeve të bëra në harkun kohor prej një viti, është arritur në përfundimin që rrezatimi difuz ka ndikim më të madh se rrezatimi direkt në llogaritjen e rrezatimit global, por vlerat e sakta ndryshojnë në vende të ndryshme. Vlerat e rrezatimit global dhe rrezatimit difuz ndikohen shumë nga kushtet e atmosferës (për shembull, shtresat e tymit dhe të pluhurit mbi qytetet e mëdha) dhe gjatësia e rrugës së rrezeve përmes atmosferës (tabela 2.2).

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

Tabela 2.2: Rrezatimi global dhe rrezatimi difuz, në varësi të kushteve të reve (MET)

Të dhënat për rrezatimin diellor sigurohen nga stacionet meteorologjike dhe janë zakonisht pjesë e programeve të simulimit. Nje 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 të dhëna klimatologjike dhe seritë kohore të viteve tipike për cdo pikë në Tokë.

Për të bërë një studim të thellë të punës së sistemeve fotovoltaike duhet të studiojmë të dhënat mbi rrezatimin global dhe karakteristika më e rëndësishme është rrezatimi global në nivelin horizontal. Për këtë, le të krahasojmë rrezatimin global në një sipërfaqe horizontale dhe atë në një sipërfaqe të pjerrët me kënd 45° për dy ditë të kthjellëta, në një pozicion me gjerësi gjeografike 47° , si tregohet në figurën 2.4. Gjithashtu, në figurë tregohen edhe temperaturat e mjedisit.

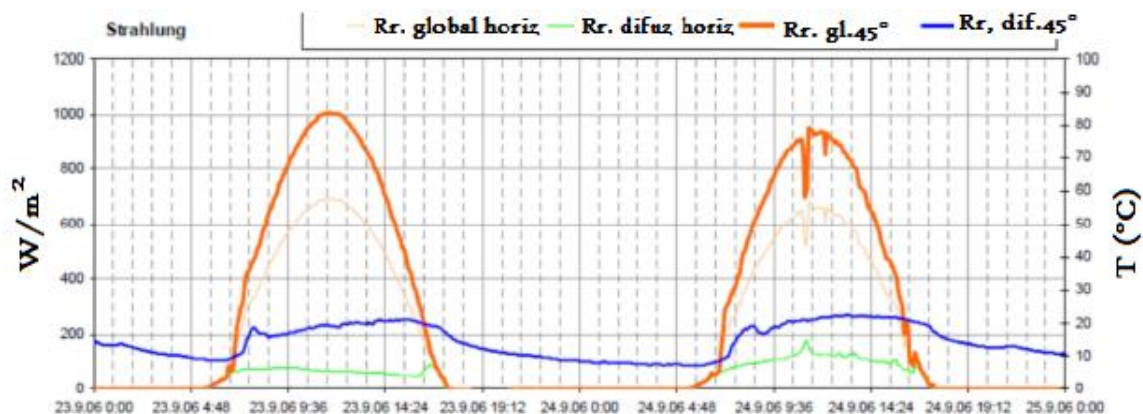


Fig. 2.4: Rrezatimi global në një sipërfaqe horizontale dhe në një të pjerrët me kënd 45° për dy ditë të kthjellëta, në gjerësi gjeografike 47°. (National Renewable Energy Laboratory)

Si vihet re nga figura 2.4, rrezatimi global arrin vlera më të larta (vija me ngjyrë të kuqe të thellë) në sipërfaqet e pjerrëta, se në ato horizontale. E njëjta gjë duket qartë edhe për rrezatimin difuz (vija me ngjyrë blu)

Vlerat mesatare vjetore të rrezatimit global në tokë

Vlerat mesatare vjetore të rrezatimit global në tokë tregohen në figurën 2.5. Rrezatimi më i lartë është vënë re në zonën e ekuatorit me vlerë mbi 2500 kWh/m².

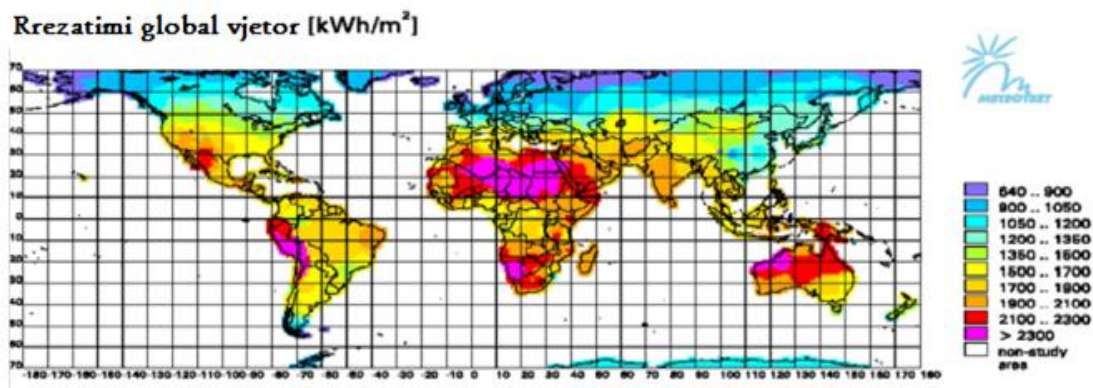


Fig.

2.5: Vlerat mesatare vjetore të rrezatimit global në tokë (Meteonorm)

Gjatë verës Poli i Veriut është drejtuar drejt Diellit dhe këndi i lartësisë diellore maksimale përcaktohet:

$$\gamma_{S_Max} = 113.4^\circ - \varphi.$$

Këndi φ është gjerësia gjeografike nga ekuatori te ana që studiohet. Në dimër lartësia diellore minimale është:

$$\gamma_{S_Min} = 66.6^\circ - \varphi.$$

Përsa i përket ndikimit të aksit të Tokës në lartësinë diellore për verë dhe dimër, vlerat janë shumë të ndryshme në varësi të lartësisë φ , si tregohet në figurën 2.6:

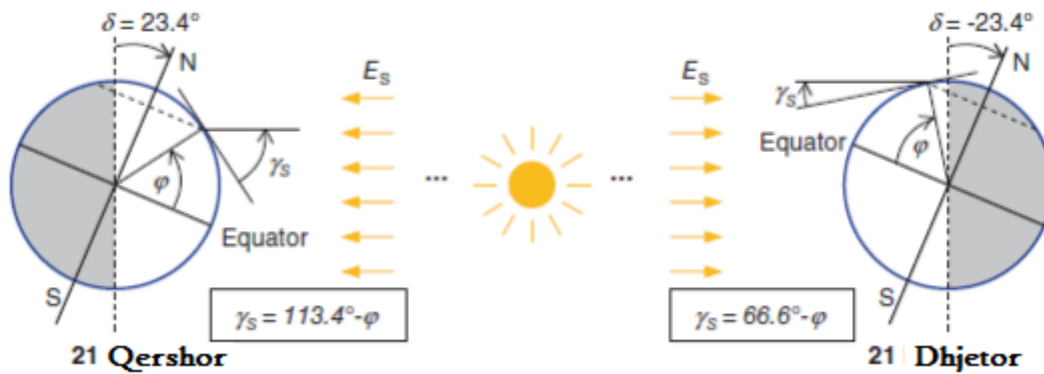


Fig. 2.6 (Mertens, 2014)

Rrezatimi në sipërfaqet e anuara

Sistemet fotovoltaike duhen instaluar në fusha me një kënd β kundrejt drejtimit horizontal.

Llogaritja e rrezatimit me modelin e tre komponenteve

Në figurën 2.7 tregohet lidhja mes komponenteve të rrezatimit (rrezatimi direkt, rrezatimi difuz dhe rrezatimit i reflektuar nga Toka) dhe sipërfaqes ku do montohet moduli diellor.



Fig. 2.7 Rrezatimi direkt, i difuzuar dhe i reflektuar kundrejt sipërfaqes ku do vendoset moduli diellor

Rrezatimi i përgjithshëm është:

$$E_{\text{përgj.}} = E_{\text{përgj.direkt}} + E_{\text{përgj.difuz}} + E_{\text{përgj.refle.}}$$

Fitimi i siguruar nëpërmjet ndjekjes

Struktura metalike, shërben për instalimin dhe montimin mekanik të paneleve diellore. Kjo mund të jetë me ndjekje dielli ose statike. Në strukturat me ndjekje të diellit rritet vetëm pjesa e rrezatimit direkt, ndërsa pjesa e rrezatimit difuz qëndron e njëjtë. Ato ndikojnë më tepër në mëngjes dhe në darkë, gjatë kësaj kohe rrezatimi difuz bie. Në grafikun e figurës 2.9 janë paraqitur kurbat e prodhimit të energjisë elektrike nga sistemi diellor me instalim statik dhe sistemi diellor me djekje dielli.

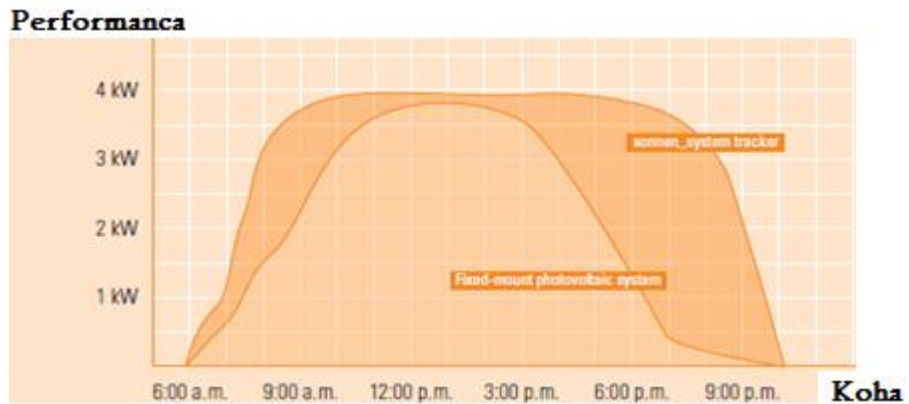


Fig. 2.9. Krahësimi i kurbave për strukturë statike me atë me ndjekje dielli.

(IBC Solar AG)

Strukturat metalike me ndjekje dielli kanë prodhimtari më të madhe të energjisë elektrike nga 35 – 45% më shumë se sa strukturat pa ndjekje dielli. Në vendet jugore me shkallë të lartë të rrezatimit direkt, përfitimi arrin deri në 50%.

Energjia e rrezatimit

Rrezet e diellit bien mbi tokë me një densitet fuqie apo konstante diellore 1367 W/m^2 . Nga kjo vlerë rrezatimi, rreth 1000 W/m^2 qëndron brenda atmosferës. Ne mund të llogaritim energjinë e rrezatimit që merr Toka, nëpërmjet fuqisë optike totale në këtë mënyrë:

$$P_{\text{Earth}} = E_{\text{STC}} \cdot A_{\text{Earth}} = E_{\text{STC}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{Earth}}^2}{4} = 1.278 \cdot 10^{17} \text{ W}$$

ku: P_{Earth} është fuqia totale e tokës, E_{STC} është fuqia kur dielli shkëlqen, pra me ngarkesë të plotë (mesatarisht kjo vlerë merret 1000 W/m^2), ndërsa A_{Earth} është sipërfaqja e Tokës (si ajo e një sfere)

Energjia e rrezatimit që merr Toka për një vit:

$$W_{\text{Earth}} = P_{\text{Earth}} \cdot t = 1.278 \cdot 10^{17} \text{ W} \cdot 8760 \text{ h} = 1.119 \cdot 10^{18} \text{ kWh}$$

Konsumi i energjisë nga gjithë bota për një vit është afërsisht 12.5 billion ton vaj ekuivalent, e cila mund të shprehet në kWh

$$12.5 \cdot 10^9 \times 1000 \text{ kg} \times 11.630 \text{ kWh/kg} = 1.45 \cdot 10^{14} \text{ kWh}$$

Si përfundim:

$$\frac{W_{\text{Earth}}}{W_{\text{World}}} = \frac{1.119 \cdot 10^{18} \text{ kWh}}{1.454 \cdot 10^{14} \text{ kWh}} = 7969$$

Pra dielli dërgon te ne afro 8000 herë më shumë energji, se sa ne konsumojmë në një vit.

Të konsiderojmë se do të vendosim në Sahara module diellore, që të mbulojmë konsumin vjetor të gjithë botës. Modulet që përdoren më tepër e kanë rendimentin e tyre 20%, po le të mendojmë që rendimenti i gjithë sistemit bie në 10%, për shkak të humbjeve që vinë nga kabllot, inverterat, etj. në distanca të mëdha. Rrezatimi mesatar vjetor atje është 2500 kWh/m^2 . Duke marrë parasysh vlerën e rendimentit, energjia elektrike e marrë është afro 250 kWh/m^2 . Sipërfaqja e nevojshme për të mbuluar konsumin vjetor për tërë botën, duhet të jetë:

$$A = \frac{W_{\text{World}}}{250 \text{ kWh/m}^2} = \frac{1.454 \cdot 10^{14} \text{ kWh}}{250 \text{ kWh/m}^2} = 5.816 \cdot 10^{11} \text{ m}^2 = 5.816 \cdot 10^5 \text{ km}^2$$

Kjo sipërfaqe është afro një katror më brinjë 763 km, ose sa 7% e sipërfaqes së Saharasë. Praktikisht nuk ka arsye pse duhet që e gjithë fuqia fotovoltaike të jetë e përqëndruar, sistemet fotovoltaike është mirë të jenë të shpërndarë në gjithë botën.

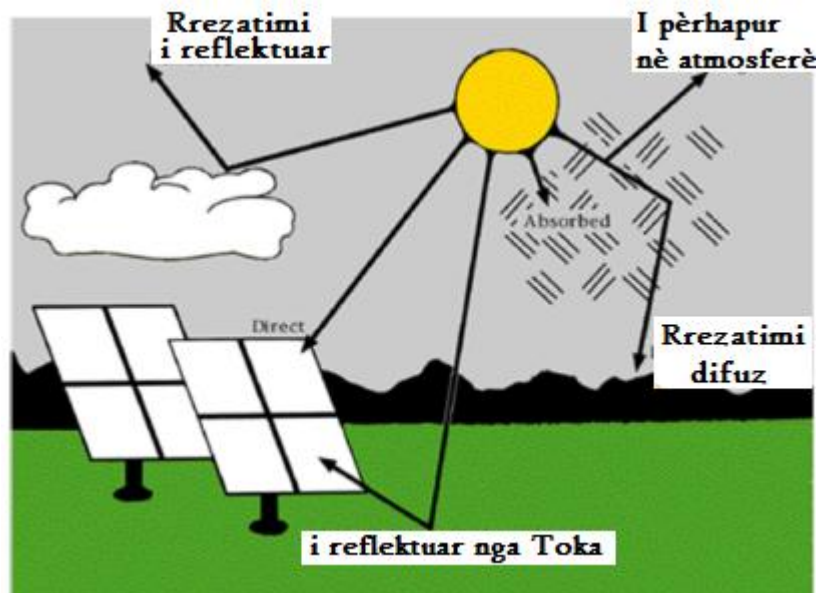


Fig. 2.10: Një pjesë e rrezatimit diellor përthithet dhe shpërndahet. (National Renewable Energy Laboratory)

2.2 Rrezatimi diellor në Europë

Më lart pamë komponentet përbërëse të rrezatimit global dhe disa veçori që lidhen me të. Le të shohim më me vëmendje se si shkojnë vlerat e rrezatimit diellor në rajone të ndryshme të Europës. Në hartën e mëposhtme (figura 2.11) vihet re që rrezatimi në shumicën e vendeve është nga 1000-1500 kWh/m². Vlerat më të ulëta të rrezatimit vihen re

në Skoci (Scotland) me 700 kWh/m^2 , ndërsa vlerat më të larta në Spanjën Jugore me 1800 kWh/m^2

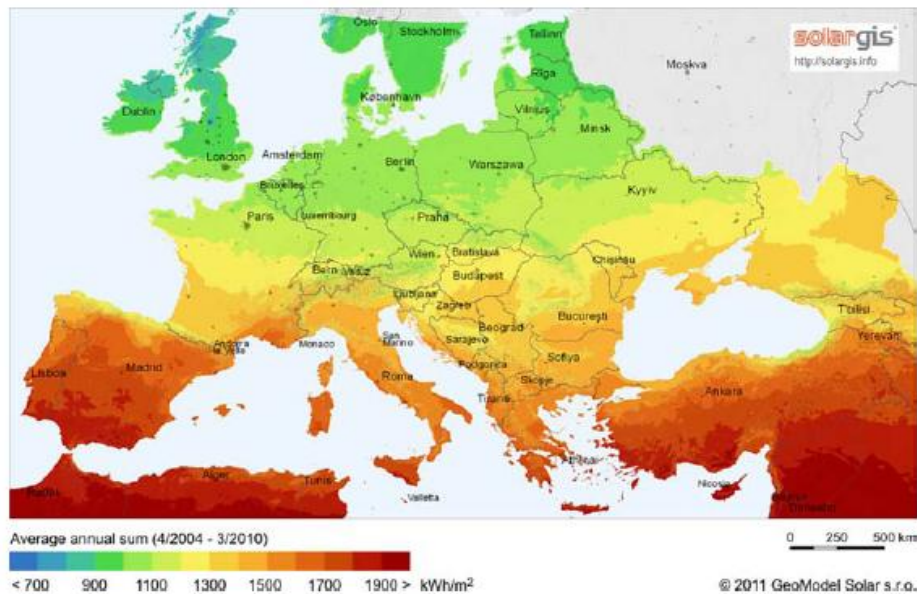


Fig. 2.11: Harta e rrezatimit global në Europë (solargis.info)

2.3 Rrezatimi në rajone të ndryshme të Shqipërisë

Territori i Shqipërisë shtrihet në pjesën Perëndimore të Gadishullit të Ballkanit në bregun lindor të detit Adriatik dhe Jon. Ajo është e vendosur në mes gjerësive $39^{\circ}38'$ - $42^{\circ}38'$ dhe gjatësive $19^{\circ}16'$ - $21^{\circ}04'$. Falë kësaj pozite gjeografike, Shqipëria i përket rripit të klimës mesdhetare. Territori i Republikës së Shqipërisë është ndarë në 4 zona kryesore klimatike:

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

Në territorin e vendit tonë kemi një potencial energjetik diellor të konsiderueshëm që shkon nga (1185 – 1700) [kWh/m²/ vit], vecanërisht zona e jug perëndimit ka një energji diellore të konsiderueshme. Në çdo m² të sipërfaqes horizontale të këtij territori, praktikisht mund të merren deri në 2200 [kWh/m²] në vit (në këtë rast flitet për kushte të një moti anticiklonar). Ndërsa në kushte të cfarëdoshme moti, në të njëjtën sipërfaqe merret mesatarisht rreth 1700 [kWh/m²] në vit. Rrezatimi mesatar diellor tregohet në figurën 2.12 dhe numri i orëve me diell në territorin e Shqipërisë tregohet në figurën 2.13.

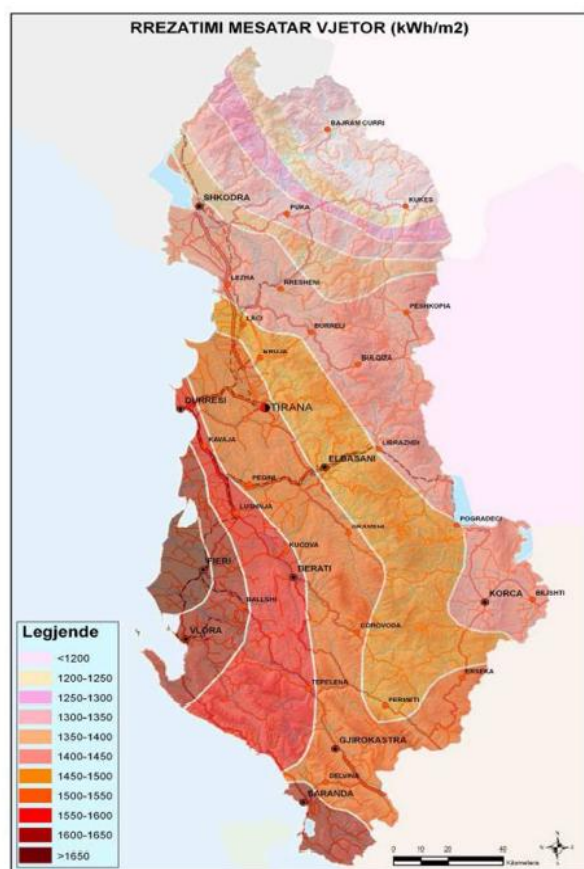


Fig. 2.12: Rrezatimi diellor [kWh/m² në vit]

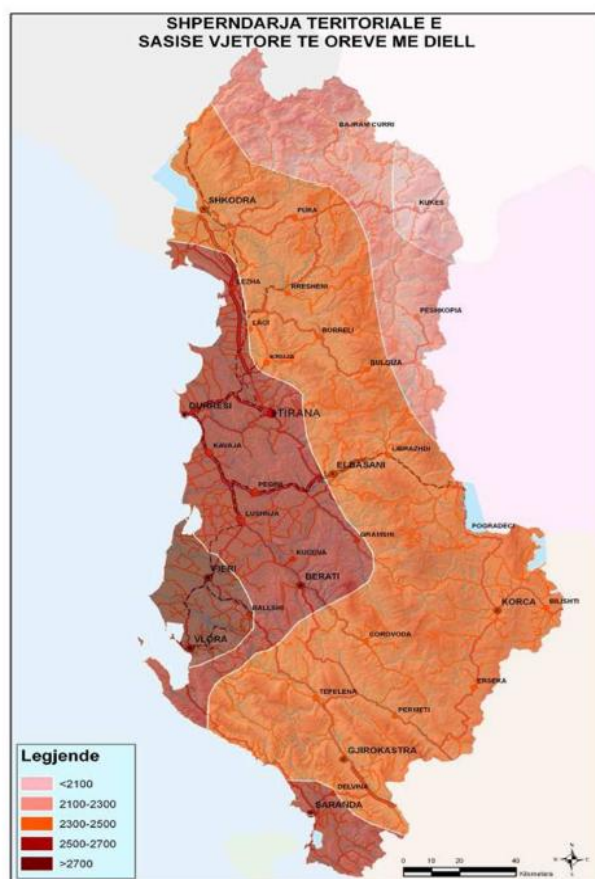


Figura 2.13 Orët me diell [orët/vit]

(Agjensia Kombëtare e Burimeve Natyrore)

Nga analizat e bëra tregohet se rajonet më të favorizuara për potencial natyror energjetik janë rajonet perëndimore të vendit tonë. Kështu në cdo m² sipërfaqe horizontale në këto rajone gjatë periudhës Nëntor-Mars merr faktikisht deri në 380 [kWh] në vit, ndërkohë që mesatarja territoriale për këtë periudhë është rreth 340 [kWh] në vit. Numri i orëve me diell në pothuajse gjithë territorin e Shqipërisë është rreth 2400 orë, ndërsa në pjesën perëndimore është mbi 2500 orë dhe në fushën e Myzeqese arrin mbi 2700 orë (figura 2.13). Në pjesën verilindore të vendit diellezimi kap vlera mjaft të vogla. Kështu p.sh në qytetin e Kukësit sasia vjetore e orëve me diell është më pak se 2000 orë.

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

Fusha e Myzeqesë, Vrina dhe Vurgu janë rajonet më të favorshme të Shqipërisë në pikëpamjen e potencialit natyral energjetik.

Në tabelën 2.3 paraqiten vlerat e rrezatimit mesatar të përgjithshëm për 26 stacione meteorologjike, të përcaktuara nga Instituti Hidro-Meteorologjisë në vendin tonë. Po ashtu në tabelën 2.4 jepen vlerat e rrezatimit mesatar ditor në qytete të ndryshme në periudha të ndryshme.

Zona	Jan.	Shku.	Mar.	Pri.	Maj.	Qer.	Korr.	Gush.	Shta.	Tet.	Nen.	Dhj.	A.M.
Razem	1699	2286	3165	4120	5154	5803	6371	5602	4327	2930	1814	1481	3737
Shkodra	1734	2362	3343	4431	5442	6317	6571	5774	4444	2997	1840	1521	3918
Kukes	1428	2119	3010	4165	5275	6087	6340	5553	4121	2684	1609	1254	3647
Puke	1682	2299	3286	4223	5500	6266	6539	5889	4527	2941	1871	1490	3845
Lezhe	1791	2460	3429	4581	5604	6637	6900	6018	4644	3103	1989	1605	4071
Peshkopi	1613	2331	3229	4328	5303	6152	6448	5674	4355	2978	1812	1403	3808
Mamurras	1789	2426	3368	4484	5468	6307	6554	5810	4508	3018	1961	1569	3948
<i>Burreli</i>	1761	2404	3314	4421	5523	6183	6493	5659	4422	3034	1902	1505	3893
Kameza	1872	2522	3377	4537	5614	6512	6825	6019	4619	3229	2017	1588	4068
Tirana	1830	2468	3346	4468	5602	6477	6781	5990	4631	3190	1981	1546	4036
Durrësi	1840	2559	3504	4693	5730	6557	6802	6029	4751	3235	2018	1567	4115
Elbasani	1884	2535	3340	4417	5422	6243	6520	5837	4515	3167	2009	1615	3967
Lushnja	1873	2568	3459	4612	5742	6622	6834	5943	4576	3075	1999	1579	4082
Pogradeci	1735	2417	3266	4491	5511	6403	6712	5879	4444	3015	1949	1525	3953
Kuçova	1909	2585	3426	4646	5753	6616	6818	6041	4581	3187	2060	1656	4115
Fieri	1941	2654	3596	4863	5990	6946	7210	6358	4824	3324	2146	1705	4307
Sheqerasi	1736	2447	3339	4521	5520	6288	6694	5997	4575	3094	1920	1510	3984
Voskopojë	1719	2385	3218	4442	5530	6457	6718	5868	4441	3039	1973	1521	3948
Korça	1739	2463	3297	4426	5400	6296	6567	5783	4426	3029	2058	1520	3918
Gjirokastra	1869	2543	3369	4243	5317	6009	6315	5679	4493	3137	2120	1638	3896
Vlora	1931	2618	3535	4757	5859	6753	6984	6117	4808	3293	2095	1680	4219
Erseka	1860	2600	3405	4465	5489	6375	6740	5795	4520	3140	1959	1674	4022
Gjirokastra	1781	2466	3357	4529	5691	6601	6805	6000	4562	3096	2067	1533	4041
Borshi	1912	2544	3360	4482	5586	6411	6574	5903	4552	3149	2177	1625	4022
Saranda	1940	2620	3523	4625	5764	6559	6768	6003	4667	3250	2177	1746	4145
Xarra	1999	2636	3574	4679	5853	6703	6846	6088	4752	3282	2229	1789	4211

Tabela 2.3: Vlera mesatare e rrezatimit të përgjithshëm [Wh/m²*dite] (Instituti Hidro-Meteorologjik)

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

Tabela 2. 4: Rrezatimi diellor ditor [$\text{kWh/m}^2/\text{ditë}$] (Instituti Hidro-Meteorologjik)

2.4 Përcaktimi i rrezatimit optimal

Për të përcaktuar vlerën optimale të rrezatimit diellor në zonën ku do të instalohen panelet diellore, duhen realizuar me saktësi të madhe matjet topografike. Rekomandohet që panelet diellore të instalohen sipas një *kendi optimal vjetor*, ku mendohet se është përqëndruar rreth 93.6% e energjisë maksimale diellore. Ndryshimi i kendit optimal nga veror në dimëror, apo anasjelltas, nuk është me leverdi financiare. Në tabelën e mëposhtme tregohet kendi optimal vjetor, veror dhe dimëror për disa qytete të Shqipërisë.

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

Tabela 2.5 Vlerat e këndeve optimale për vendosjen e kolektoreve diellor në Shqipëri, i shprehur në gradë, (Instituti Hidro-Meteorologjik)

Si u vu re në figurën 2.4, duhet të theksohet se rrezatimi në sipërfaqe të pjerrët është më i lartë se rrezatimi në një sipërfaqe horizontale.

2.5 Instrumente matës të rrezatimit diellor

Për të arritur objektivat e vëna në lidhje me analizën ekonomike dhe ekologjike, është shumë e rëndësishme të përcaktojmë rrezatimin në vlera sa më të sakta në nivel global, por edhe në komponente të ndara (rrezatimi difuz apo i shpërndarë dhe rrezatim direkt). Për këtë arsye nevojitet të përmendim disa pajisje që kryejnë matjen e rrezatimit diellor.

Regjistruesi i dritës diellore përdoret për matjen e kohëzgjatjes së dritës së diellit dhe quhet regjistruesi Campbell-Stokes (figura 2.14). Ai përbëhet nga një sferë e qëndrueshme qelqi që shërben si lente, e cila prodhon një imazh të dritës së diellit në sipërfaqen e kundërt të sferës. Përqark pjesës së duhur të sferës është montuar një rrip letre e djegshme dhe imazhi diellor krijon një shenjë me anë të djegies mbi letër, sa herë që rrezatimi i rrezes është mbi nivelin kritik. Nëse dielli është i mbuluar nga rete, vija në letër është e ndërprerë. Gjatësia e pjesëzave të djegura të letrës jep një tregues të kohëzgjatjes së dritës së ndritshme të diellit.



Fig. 2.14 Regjistruesi i dritës së Diellit.

Piranometrat

Piranometrat janë instrumentet më të saktë për matjen e rrezatimit global direkt dhe difuz (figura 2.15). Emri i tyre vjen nga greqishtja e vjetër: *pyr* “fire” dhe *ouranos* “heaven”. Struktura e tyre tregohet në figurën 2.15. Elementi bazë është një sipërfaqe thithëse e zezë, e cila nxehet nga rënia e rrezeve të diellit. Temperatura që arrin ajo ndryshon nga temperatura e ambientit me $\Delta\vartheta$, në varësi të rrezatimit të rënë E .

$$\Delta\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_A = \text{const} \cdot E$$

ϑ_1 : temperatura e sipërfaqes thithëse

ϑ_A : temperatura e ambientit

Ndryshimi i temperaturave është përcaktuar shumë saktë me anën e termoelementeve, të ndërtuar nga lidhja seri e disa elementeve termike.

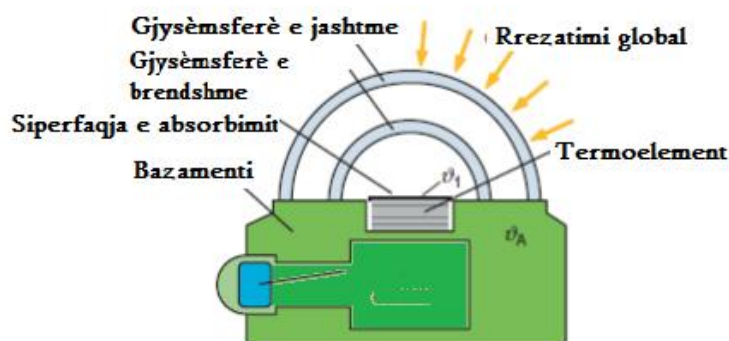


Fig. 2.15 Ndërtimi dhe pamja e një piranometri (photo: Kipp and Zonen)

Kokat e xhamit kanë dy detyra: së pari nxehtësia e sipërfaqes thithëse të përhapet sa më pak të jetë e mundur; së dyti forma gjysëmsferike bën që ndjeshmëria të varet nga kosinusi i këndit të rënies. Kur rrezet bien vertikalisht mbi sipërfaqen e thithjes, ndikimi është maksimal, kur rrezet bien horizontalisht me sipërfaqen thithëse, ndikimi është tejet i vogël.

Për t'i mbrojtur nga vesa apo lagështira, mbi gjysëmsferat mund të vendosen shtresa prej xhele silici që thithin lagështirën. Këto shtresa duhen zëvendësuar çdo 6 muaj.

Gjatësia e valëve të matura me piranometër është 300-2800nm. Tensioni në dalje të termoelementeve është rreth 10 mV në rrezatimin 1000W/m^2 . Varësi e ndjeshmërisë spektrale të piranometrit nga gjatësia e valës tregohet në figurën 2.16.

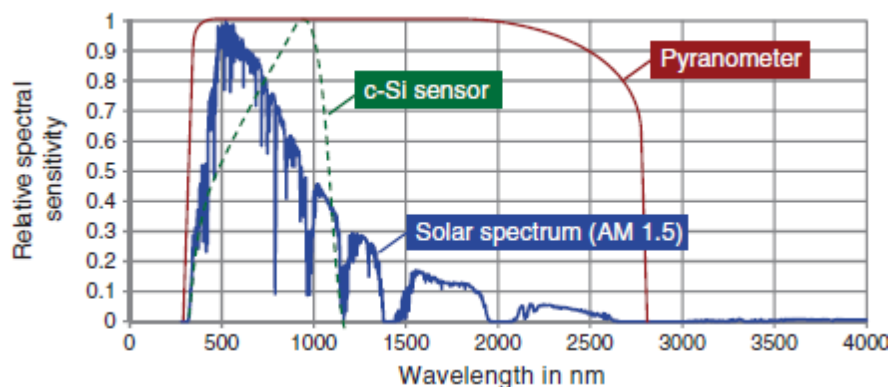


Fig. 2.16 Varësi e ndjeshmërisë spektrale të piranometrit nga gjatësia e valës

Shihet që piranometri thith tërë spektrin diellor. Klasat të ndryshme të përpikmërisë së piranometrave dhe parametrat e tyre janë përcaktuar me ISO 9060 dhe tregohen në tabelën e mëposhtme (2.6):

Property	Second class	First class	Secondary standard
Quality	Fair	Good	Excellent
Accuracy (daily sum) (%)	± 10	± 5	± 2
Resolution (W/m^2)	± 10	± 5	± 1
Long-term stability (%)	± 3	± 1.5	± 0.8
Response time (s)	< 60	< 30	< 15

Tabela 2.6 Klasat e saktësisë së piranometrave ISO 9060

Vihet re që klasa më e mirë është “Secondary Standard”. Në varësi të klasës së përpikmërisë, çmimi i tyre ndryshon nga 600 euro deri në 2000 euro. Këto instrumente monitorojnë performancën e sistemeve fotovoltaike. Ato montohen në një nivel në nivelin e moduleve dhe marrin të njëjtin rrezatim me atë të moduleve. Gjithashtu teknologjia e tyre duhet të jetë e njëjtë me atë të sistemit fotovoltai (c-Si, a-Si, CdTe, etj.). Lidhja mes piranometrave dhe sensorëve të me qeliza diellore jepet në tabelën 2.7

Pyranometer	Solar cell sensor
+ Very high accuracy	+ Economical
+ Sensitivity independent of λ	+ Behaves as a solar module
+ Hardly direction dependent	+ Small response time (< 1 s)
– Expensive	– Strong spectral dependency
– Sluggish	– Strong directional dependency
Use: measurement of global radiation for comparing various sites	Use: measurement of radiation in module level for plant monitoring

Tabela 2.7 Lidhja mes piranometrave dhe sensorëve me qeliza diellore

Sot shiten sensorë si piranometra me fotodioda Silici, që në fakt janë sensorë c-Si me një kokë xhami dhe me një panel shpërndarës për të rritur efektivitetin e tij. Si u tha më lart, piranometri mund të kryejë matjen e rrezatimi global, rrezatimit direkt) dhe rrezatim difus.

Pireliometri

Rrezatimi i direkt ose i drejtpërdrejtë mund të përcaktohet me anën e pireliometri (pyrheliometer). Emir I tij vjen nga Helios, “zoti grek I Diellit”.

Në këtë instrument sensori vendoset në fund të tubit dhe merr dritën vetëm kur ajo vjen përballë vrimës në fillim të tubit. Për këtë arsye duhet që pireliometri të ndjekë Diellin vazhdimisht. Pamja e tij e jashtme tregohet në figurën 2.17 (a).



Fig. 2.17 a) Pireliometri

Pamja e disa pajisjeve të ngjashme për matjen e rrezatimit diellor tregohet në figurën 2.17 b,c (Roger Messenger, 2005), (Laboratory, Courtesy of Eppley). Për matjen e rrezatimit difuz mund të përdoret një pireliometer normal, në të cilën shmanget rrezatimi direkt, si në figurën 2.17 (d). Ai duhet rregulluar çdo 10 vjet.

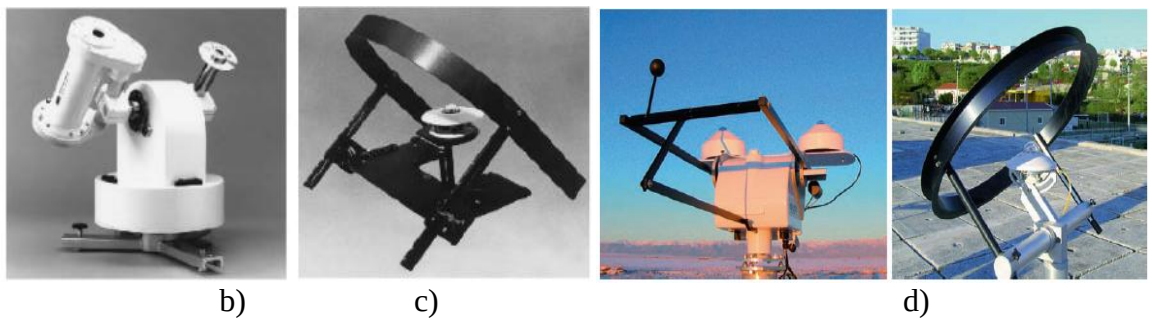


Fig.2.17 b) pireliometri me ndjekje të diellit, c) piranometri i vendosur në zonën e hijes,

d) instrumenti për matjen e rrezatimit difuz.

Në instrumentin e mësipërm topi I hijes duhet vazhdimisht të ndjekë Diellin, ndërsa unaza e hijes ndryshon këndin e pjerrësisë.

Simulatori diellor

Një element i rëndësishëm gjatë testimit të punës së moduleve është simulatori diellor ose “modul flasher”. Ky përdoret si burim i një fluksi rrezesh drite që korrespondon me spektrin e dritës së Diellit. Simulatori diellor ka një llampë kseoni me filtër, në mënyrë që t’i afrohet sa të jetë e mundur spektrit AM 1.5. Gjatë kohës së blicit (p.sh. në 10ms) maten madhësitë elektrike të modulit me ndihmën e një ngarkese elektronike, si në figurë 2.18:

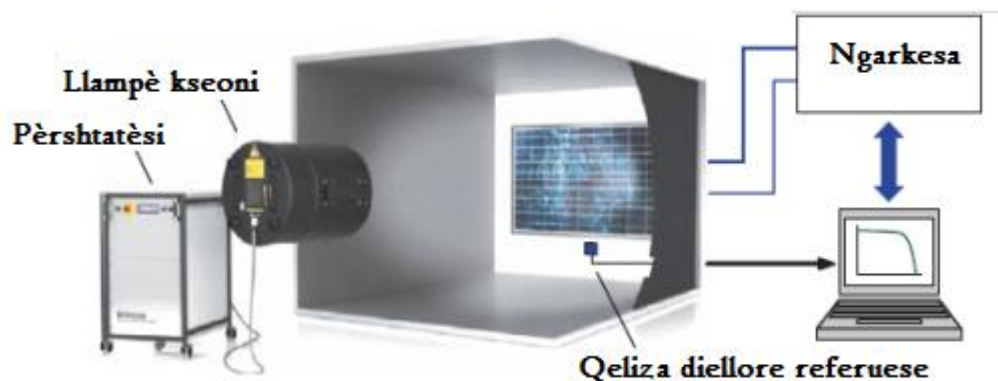


Fig. 2.18 Simulatori diellor

Skema për paraqitjen e karakteristikave të gjeneratorit diellor me anën e instrumenteve matës tregohet në figurën 2.19.

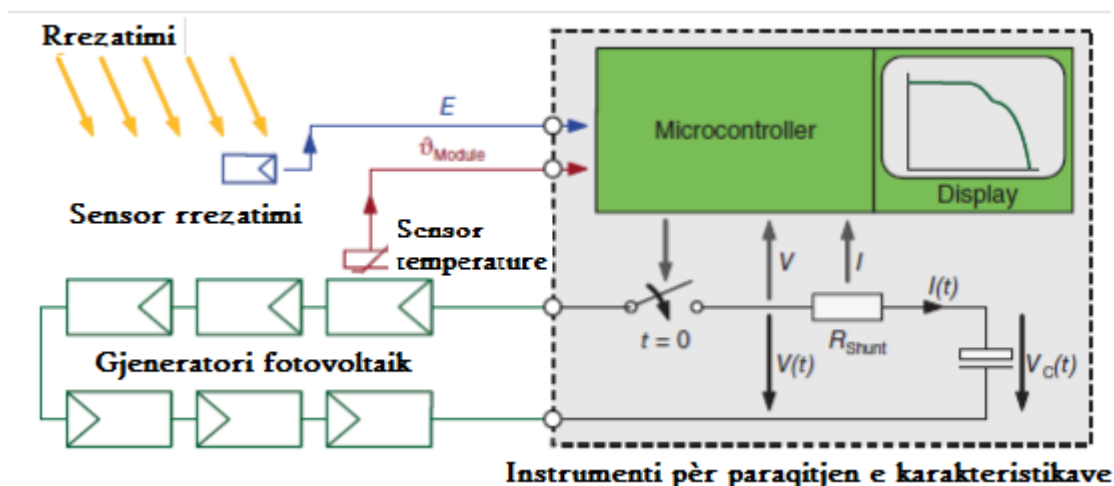


Fig. 2.19 Nxjerrja e karakteristikavetë gjeneratorit fotovoltaik me anën e instrumentave matës (Mertens, 2014)

Kur çelësi është i mbyllur, gjeneratori ngarkon kondensatorin. Karakteristika shkon nga pika e qarkut të shkurtër te pika e qarkut të hapur. Gjatë procesit të ngarkimit mikrokontrolleri mat vazhdimisht tensionin dhe rrymën dhe mund të plotësojë të gjithë karakteristikën. Kështu mund të përcaktohen edhe parametra të tjerë si MPP, vlera për kushtet teknike standarte (STC), etj.

Instrumente me elemente fotovoltaik përdorin një qelizë fotovoltaike diellore si marrëse, për matjen e rrezatimit global (figura 2.20).



Fig. 2.20 Instrument matës me qeliza fotovoltaike

Pjesa e dytë: Koncepte fizike mbi gjysëmpërcjellësit

Qelizat diellore ndërtohen me materiale gjysëmpërcjellëse. Për këtë arsye duhet të studiojmë më parë ndërtimin, karakteristikat dhe veçoritë e gjysëmpërcjellësve, kalimit p-n dhe më pas karakteristikat optike të gjysëmpërcjellësve. Për këtë nisemi nga njohuritë bazë të marra në fushën e kimisë dhe fizikës mbi strukturën dhe modelin energjistik të atomit.

Në pjesën e dytë të këtij kapitulli analizohen nivelet energjitike, materialet gjysëmpërcjellëse dhe specifikat e tyre, shtresat tip **p** dhe **n** të gjysëmpërcjellësve, diodat dhe karakteristika volt-ampere, si dhe mënyrat e polarizimit të tyre. Gjithashtu në këtë kapitull studiohen diodat e ndjeshme ndaj dritës, që quhen fotodioda, ndërtimi, simboli dhe karakteristikat e këtyre të fundit. Me studimin e tyre merret optoelektronika. Burimi i dritës është burim i veçantë energjie. Drita transferohet nëpërmjet grimcave të quajtura fotone, energjia e të cilave është në përpjestim të drejtë me frekuencën e valës shëtitëse të dritës. Gjatësia e valës së dritës rënëse varet nga lloji i materialit që përdoret për ndërtimin e elementeve optoelektronik. Për këtë arsye është paraqitur grafikisht përgjigja relative spektrale në varësi të gjatësisë së valës për materialet Silic, Germanium dhe Selenium. Për të patur të qartë funksionimin e fotodiodës, është mirë që të zëvendësojmë atë me skemën ekuivalente të saj. Kështu është më e thjeshtë të përcaktojmë lidhjen që ekziston mes rrymës dhe tensionit në të. Faktori i reflektimit është një tjetër parametër i rëndësishëm në studimin e tyre. Roli i fotoelementeve në skemat elektronike kuptohet duke treguar konkretisht disa zbatime praktike. Tek fotodioda bazohet edhe parimi i punës së qelizave fotovoltaike, të cilat studiohen me imtësi në pjesën e mëposhtme.

2.6 Nivelet energjitike

Çdo nivel energjitik paraqet vlerën energjitike korresponduese të elektronit. Këto nivele shënohen me gërmat K, L, M e me rradhë. Kur elektroni bie nga një nivel energjitik më i lartë në një nivel energjitik më të ulët, energjia e marrë mund të jetë në formën e dritës. Ky process është quajtur proçesi i emetimit të dritës. Rasti i kundërt me të, pra kur drita godet një elektron, elektroni kalon nga një nivel energjitik më i ulët në një nivel energjitik më të lartë. Ky process është quajtur proçesi i thithjes (absorbimit) të dritës.

Sa më e madhe të jetë largësia e elektronit nga bërthama, aq më e lartë është gjendja energjitik e tij, dhe çdo elektron që ka lënë atomin mëmë të tij, ka një gjendje energjitike më të lartë se çdo elektron në strukturën atomike. Struktura dhe modeli energjitik për një atom hidrogjeni tregohet në figurën 2.21.

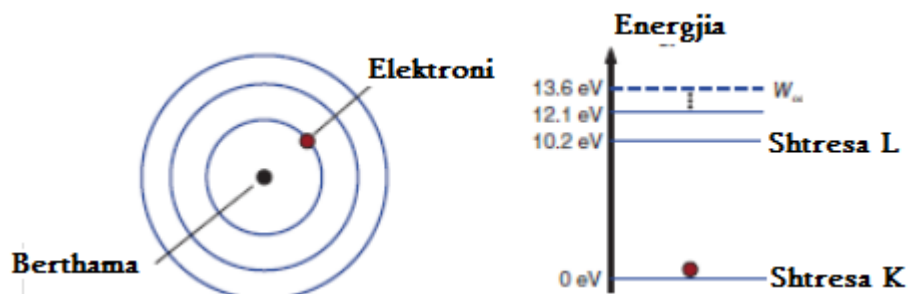


Fig. 2.21 Struktura dhe modeli energjitik për një atom hidrogjeni

Energjia që shoqëron çdo elektron është matur me elektron-volt (eV). Madhësia e saj është afërsisht:

$$W = QV \text{ (eV)}$$

Ku Q është ngarkesa e një elektroni e barabartë me $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Duke zëvendësuar ngarkesën e një elektroni dhe diferencën e potencialit prej një volt në ekuacionin e mësipërm, rezulton një nivel energjitik një elektron-volt.

$$W = QV = (1.6 \times 10^{-19} \text{C}) (1\text{V}) = 1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{J}$$

Në materiale të ndryshme (përcjellës, izolator apo gjysmëpërcjellës), vlera e energjisë është e ndryshme. Të kujtojmë disa veçori mbi to.

2.7 Materialet gjysmëpërcjellës

Përcjellësit janë materialet, që lejojnë lëvizje të ngarkesave, kur në to zbatohet një burim tensioni me vlerë të caktuar. *Izoluesit* janë materiale me nivel të ulët përcjellshmërie, kur në të zbatohet një burim tensioni me vlerë të caktuar. *Gjysmëpërcjellësit* janë materiale me veti të ndërmjetme mes izolatorëve dhe përcjellësve.

Bandat (zonat) e përcjellshmërisë dhe valencës për materiale të tipeve të ndryshme janë treguar në figurën e mëposhtme (2.22):

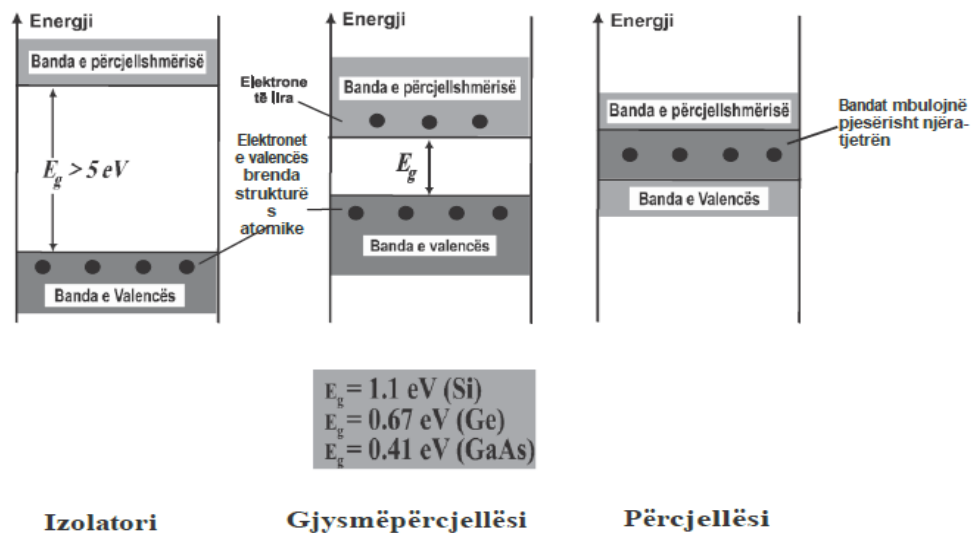


Fig. 2.22 Banda e përcjellshmërisë dhe banda e valencës për një izolator, gjysmëpërcjellës dhe përcjellës. (Robert Boylestad, 2008)

Përcjellshmëria e materialeve është në përpjestim të zhdrejtë me rezistencën e materialeve. Sa më i lartë është niveli i përcjellshmërisë së materialeve, aq më e vogël është vlera e rezistencës së tyre. Rezistenca specifike (ρ) përdoret shpesh për krahasimin e vlerave të rezistencës së materialeve. Rezistenca specifike e një materiali matet me $\Omega \times \text{cm}$ ose $\Omega \times \text{m}$. Kujtojmë që:

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{(\Omega)(\text{cm}^2)}{\text{cm}} \Rightarrow \Omega \times \text{cm}$$

Ku A - sipërfaqja e seksionit tërthor të përcjellësit

l - gjatësia e përcjellësit

P.sh., nëse sipërfaqja e faqes së një kubi (fig. 2.23) është 1 cm^2 dhe lartësia 1 cm , vlera e rezistencës së tij është e barabartë me vlerën e rezistencës specifike të këtij materiali.

$$|R| = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{(1 \text{ cm})}{(1 \text{ cm}^2)} = |\rho| \Omega$$

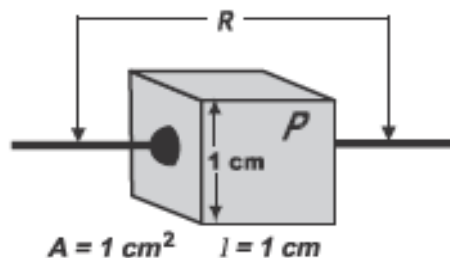


Fig. 2.23 Përcaktimi i rezistencës

Kjo tabelë na ndihmon për të krahasuar nivelin e rezistencave specifike të materialeve të mëposhtëm.

Përcjellës	Gjysëmpercjellës	Izolator
$\rho=10^{-6} \Omega \times \text{cm}$ (bakri)	$\rho=50 \Omega \times \text{cm}$ (germaniumi) $\rho=50 \times 10^3 \Omega \times \text{cm}$ (silici)	$\rho=10^{12} \Omega \times \text{cm}$ (mika)

Tabela 2.8 Krahassimi i rezistencave specifike të materialeve të ndryshme

Në tabelën 2.8 janë dhënë vlerat e tre kategorive të gjera materialesh. Duket qartë që gjysmëpercjellësit kanë veti të ndërmjetme mes dy tipeve ekstreme të materialeve. Elementet më të përdorshëm si materiale gjysëmpercjellës janë elementet e grupit të katërt, si silici apo germaniumi. Në praktikë mund të realizohet edhe kombinimi i elementeve të grupeve të ndryshëm, ndër të cilit është galium-arsenik (galliume-arsenide), që siguron efikasitet shumë të lartë në qelizat diellore. Ky kombinim është quajtur gjysëmpercjellës III/V, meqë galiumi është element i grupit të tretë dhe arseniku është element i grupit të pestë. Po kështu mund të flitet dhe për gjysëmpercjellës të grupit II/VI (Cd/Te).

Silici është element kimik tepër i rëndësishëm për ndërtimin e elementeve të ndryshëm elektronik, si dhe të fotovoltaikeve. Atomet e një elementi katërvalent, p.sh. Ge ose Si formojnë një model shumë të përcaktuar me natyrë periodike (pra që përsëritin vetveten). Një model i kompletuar është quajtur kristal. Kristali është një strukturë tre dimensionale si në fig. 2.24:

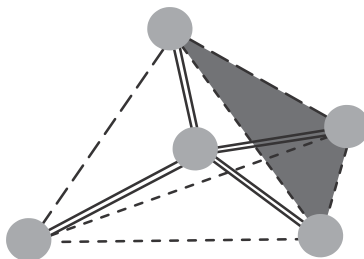


Fig. 2.24 Struktura e një kristali Ge ose Si

Modeli i Bohrit për dy gjysmëpërcjellësit më të përdorshëm janë treguar në fig. 2.25. Atomi i Ge ka 32 elektrone të shpërndara nëpër orbita, ndërsa atomi i Si ka 14 elektrone të shpërndara nëpër orbita. Si shihet Ge dhe Si janë atome katërvalente, sepse secili ka nga katër elektrone valence.

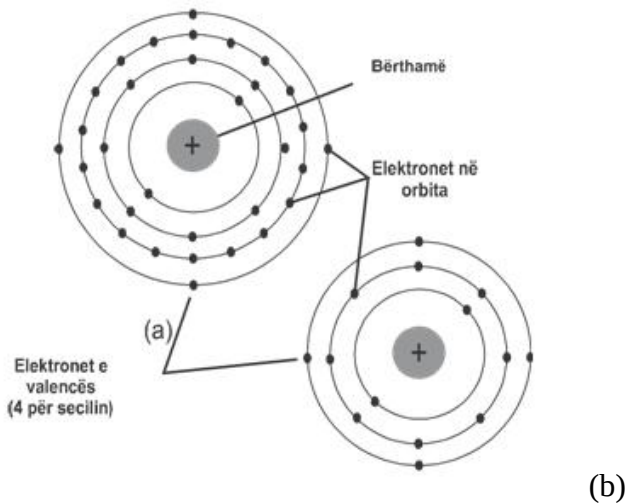


Fig. 2.25 Modeli i Bohrit për a) Ge dhe b) Si.

Në kristalin e pastër të Ge apo Si 4 elektronet e valencës së çdo atomi lidhen me atomet e valencës së 4 atomeve të tjerë, duke formuar një lidhje kovalente, si në figurën 2.26:

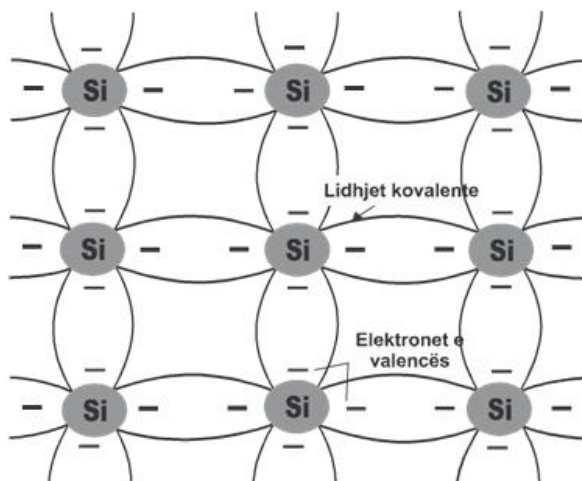


Fig. 2.26 Lidhja kovalente e atomeve të Silicit.

Elektronet e valencës me energji kinetike të mjaftueshme, për arsye të ndryshme mund të thyejnë lidhjen kovalente dhe të dalin në gjendje "të lirë". Energjia e fituar në këtë rast mund të jetë në formën e dritës apo nxehtësisë në ambjentin rrethues. Në temperaturën e dhomës ndodhen afërsisht $1,5 \times 10^{10}$ mbartës të lirë në 1 cm^3 brenda materialit të Si, ndërsa tek Ge, brenda të njëjtës sipërfaqe ndodhen $2,5 \times 10^{13}$ mbartës të lirë në 1 cm^3 . Raporti i numrit të elektroneve të lirë tek Ge ndaj atij të Si është rreth 103 më i madh e kjo tregon se Ge është përcjellës më i mirë në temperaturën e dhomës (Robert Boylestad, 2008).

Rritja e temperaturës së gjysmëpërcjellësit mund të sjellë një rritje reale të numrit të elektroneve të lirë në material. Me rritjen e numrit të elektroneve të lirë, do të rritet niveli i përcjellshmërisë e për pasojë, do të ulet vlera e rezistencës.

Materialet gjysmëpërcjellës, si Ge e Si, në të cilët zvogëlohet rezistenca me rritjen e temperaturës, thuhet se kanë koeficient negativ temperature. Rezistenca e shumicës së përcjellësve rritet me rritjen e temperaturës, ata kanë koeficient pozitiv temperature.

Gjysmepercjellesit e tipit p dhe n

Karakteristikat e materialeve gjysmëpërcjellës mund të ndryshojnë duke shtuar atome të jashtëm (papastërti) brenda kristalit relativisht të pastër. Këto papastërti, megjithëse janë në raportin 1 me 10 milion, ndryshojnë vetitë e materialit gjysmëpërcjellës.

Ekzistojnë dy tipe shtresash me rëndësi të jashtëzakonshme në prodhimin e pajisjeve gjysmëpërcjellëse: shtresa tip n dhe shtresa tip p. Secili prej tyre do të përshkruhet me imtësi.

Gjysëmpërcjellësit e tipit n

Të dy tipet e shtresave janë formuar nga shtimi i një numri të paracaktuar atomesh të grupeve të tjera brenda një kristali bazë Si apo Ge. Shtresa tip n është krijuar nga futja e atomeve pesë valentë (me pesë elektrone valence), të tillë si antimoni, arseniku dhe fosfori brenda kristalit të silicit.

Në figurën 2.27 në elementin bazë prej Si është përdorur antimoni si papastërti. Sic shihet ndodhet një elektron i pestë i atomit të papastërt, i cili është i pashoqëruar me lidhje kovalente të posacme. Ky elektron i mbetur, i liruar nga atomi mëmë, është relativisht i lirë për të lëvizuar brenda shtresës së re tip-n.

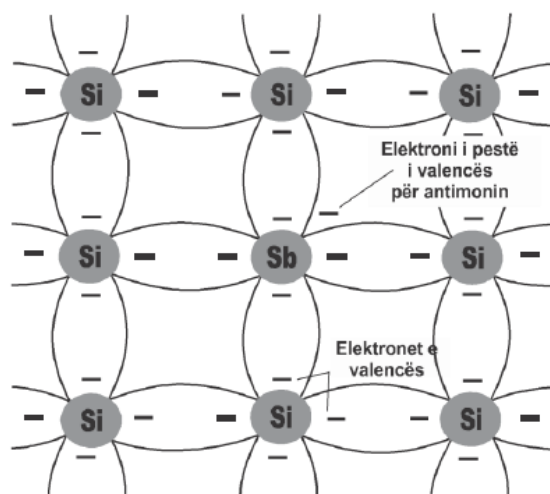


Fig. 2.27 Shtresa
gjysëmpërcjellëse e tipit n

Atomi i futur si papastërti ka dhuruar një elektron të lirë në strukturë dhe quhet atom dhurues. Shtresa gjysëmpërcjellëse e tipit n është elektrikisht neutrale, sepse numri i

protoneve në bërthamë është i barabartë me numrin e elektroneve. Efekti i atomeve dhuruese në strukturën e bandave energjitike tregohet në figurën 2.28.

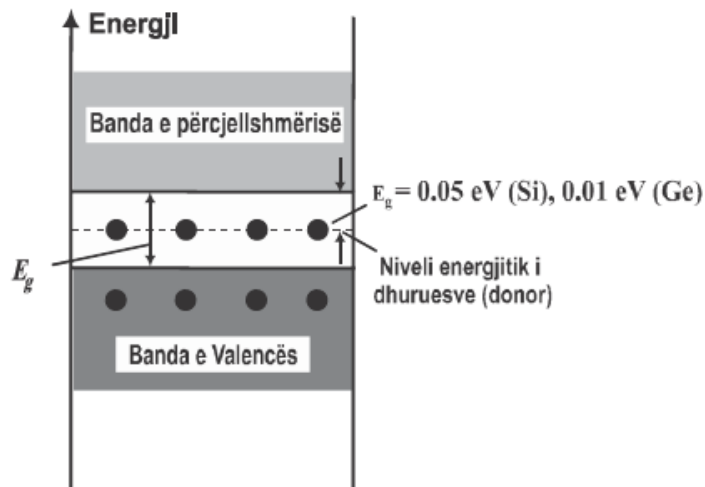


Fig. 2.28 Efekti i atomeve dhuruese në strukturën e bandave energjitike.

Gjysëmpërcjellësit e tipit p

Shtresa e tipit p është formuar nga vendosja atomeve nga grupe të tjerë, që në përgjithësi kanë tre elektrone valence, brenda një kristali të pastër të Si ose Ge. Elementët më të përdorur për këtë qëllim janë bori, galiumi, indiumi. Efekti i njërës prej këtyre elementeve, bori, në elementin bazë Si, është treguar në figurën 2.29:

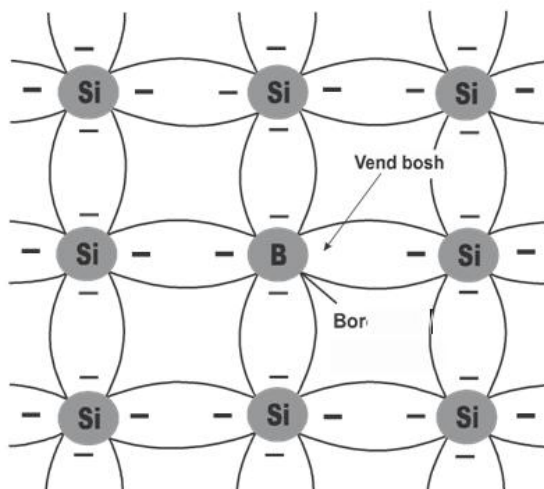


Fig. 2.29 Atome bori si papastërti në shtresën tip p

Sic shihet, ndodhet një numër i pamjaftueshëm i elektroneve për të plotësuar lidhjen kovalente të strukturës së re. Vendi bosh është quajtur vrimë. Në vendin bosh mund të futet pa vështirësi një elektron i lirë.

Atomi me tre elektrone valence i vendosur brenda kristalit të pastër është quajtur atom marrës. Shtresa e tipit p është elektrikisht neutrale, për të njëjtën arsye si u tha më lart.

“Lëvizja” e vrimave kundrejt elektroneve

Në figurën 2.30 tregohet mënyra e lëvizjes relative të vrimave. Nëse një elektron valence ka energji kinetike të mjaftueshme për t’u shkëputur nga lidhja kovalente, ai mund të shkojë të plotësojë vendin bosh (vrimën) në atomin fqinjë. Elektroni që u largua nga lidhja kovalente krijoi një vend bosh në të, pra një vrimë. Kështu elektroni u zhvendos djathtas, ndërsa vrima majtas. Drejtimi konvencional i rrymës përputhet me drejtimin e lëvizjes së vrimave.

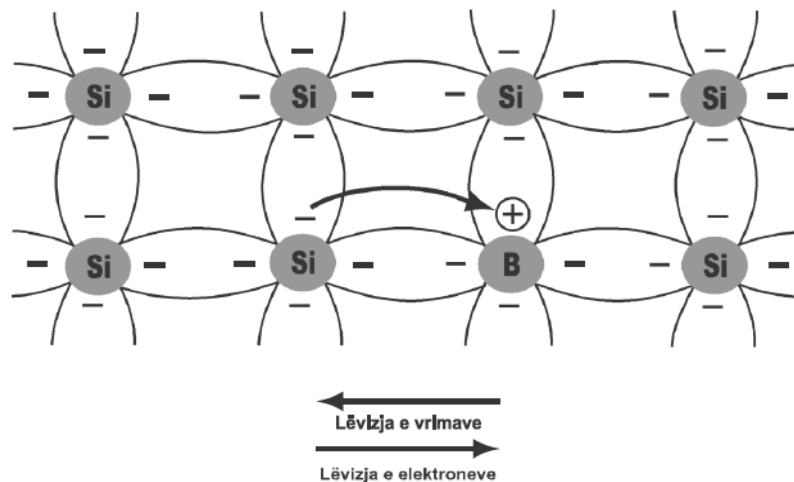


Fig. 2.30 Lëvizja e elektroneve dhe e vrimave

2.8 Diodat gjysëmpërcjellëse

Elementi bazë i në elektronikë është dioda gjysëmpërcjellëse, që formohet nga bashkimi i një shtrese gjysëmpërcjellëse n dhe një shtrese gjysëmpërcjellëse p, pra formohet nga një kalim p-n. Sapo dy shtresat gjysëmpërcjellëse bashkohën, elektronet e vrmat në zonën e bashkimit fillojnë të kombinohen.

Zona ku shfaqen jonet pozitive e negative quhet barrierë potenciale ose shtresë e kundërt, në përshtatje me shenjën e kundërt të mbartësve në këtë zone (figura 2.31).

Dioda është një element me dy dalje: anoda dhe katoda. Një diodë mund të ndodhet në këto gjendje (në varësi të tensionit të zbatuar): e papolarizuar ($V = 0$), e polarizuar në të drejtë ($V > 0$) ose e polarizuar polarizuar në të kundërt ($V < 0$).

Dioda e papolarizuar

Dioda e papolarizuar është e palidhur ose e paushqyer me një burim tensioni nga jashtë, pra $V_D = 0V$, si tregohet në figurën 2.31:

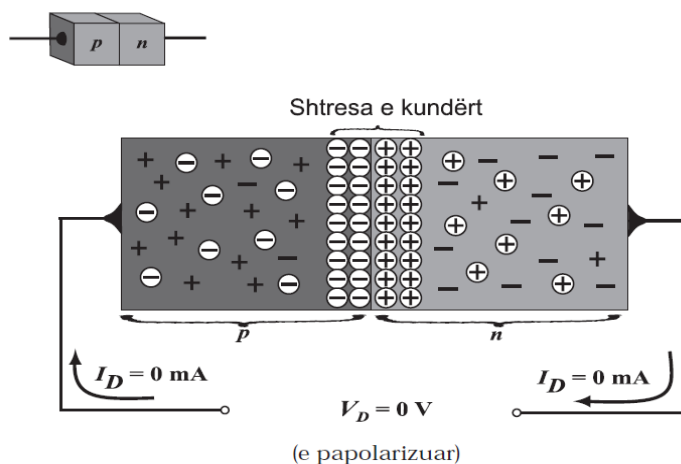


Fig. 2.31 Dioda e papolarizuar

Në një diodë gjysmëpërcjellëse të papolarizuar, rryma në çdo kah është zero. Elektronet e lira në shtresën gjysmëpërcjellëse tip n me energji kinetike të mjaftueshme, mund të kalojnë bashkimin e dy shtresave duke krijuar një jon pozitiv atje ku largohen, pra në shtresën p. Kur ky elektron hyn në shtresën p dhe bie në një vrimë atomi bëhet jon negativ. Sa herë që një elektron kalon bashkimin krijohet një çift jonesh.

Numri i mbartësve të shumicës është shumë i madh, por një numër i vogël i mbartësve të shumicës me energji kinetike të mjaftueshme kalojnë përmes shtresës së kundërt brenda materialit tip-p. Simboli i një diodë, si dhe vlera e tensionit, V , dhe rrymës, I , për një diodë të papolarizuar janë treguar në figurën 2.32:

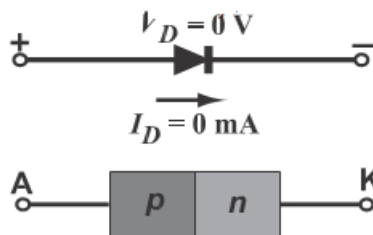


Fig. 2.32 Një diodë gjysmëpërcjellëse e papolarizuar

Çfarë ndodh me të, kur aplikohet tension nga një burim tensioni I vazhduar?

Le të studiojmë rastin kur dioda është e polarizuar në të drejtë dhe kur ajo është e polarizuar në të kundërt.

Dioda e polarizuar në të drejtë

Në kushtet e polarizimit të drejtë, poli pozitiv i burimit është lidhur me shtresën tip-p dhe poli negativ i burimit është lidhur me shtresën tip-n, si tregohet në figurën 2.33 a), ndërsa në figurën 2.33 b) janë treguar kushtet e polarizimit në të drejtë të diodës.

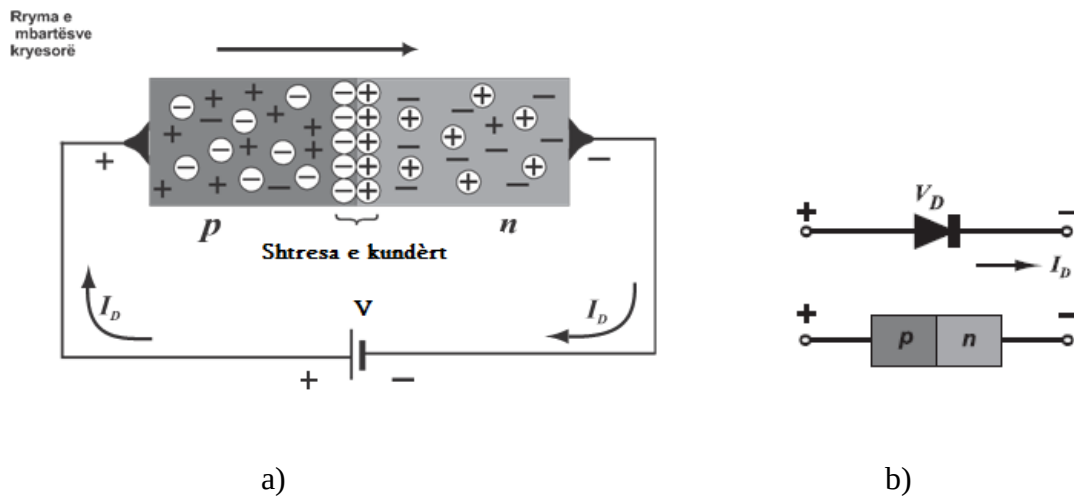


Fig.2.33 a) Polarizimi në të drejtë i diodës, b) kushtet e polarizimit në të drejtë të diodës

(TOTI, ELEKTRONIKA 1, 2012)

Nëse dioda polarizohet në të drejtë, mbartësit me shumicë (elektronet) në shtresën tip n dhe mbartësit me shumicë (vrmat) në shtresën tip p të rikombinohen afër kufirit, duke formuar një shtresë të kundërt apo barrierë potenciale, si në fig.2.33.

Numri i mbartësve të pakicës, pra elektroneve nga shtresa tip p drejt shtresës tip n (ose e vrimeve nga shtresa tip n drejt shtresës tip p) nuk ka ndryshuar në vlerë. Sa më e madhe të jetë vlera e tensionit të drejtë të zbatuar në diodë, aq më e vogël është gjerësia e barrierës potenciale (shtresës së kundërt), pra aq më i madh është numri i elektroneve që mund të

kalojnë bashkimin për pasojë rritet në mënyrë eksponenciale rryma për regjimin e polarizimit në të drejtë, si do ta shohim më poshtë.

Dioda e polarizuar në të kundërt ($V_D < 0$).

Nëse një burim tensioni i jashtëm është lidhur me diodën, në mënyrë të tillë që poli pozitiv i burimit të lidhet me shtresën tip n dhe poli negativ i burimit të lidhet me shtresën tip p, si tregohet në fig.2.34, themi që dioda është polarizuar në të kundërt. Numri i joneve positive që marrin pjesë në shtresën e kundërt të materialit tip n do të rritet për shkak të numrit të madh elektroneve të lirë të tërhequra nga poli pozitiv i burimit të tensionit të zbatuar. Për të njëjtën arsye, numri i joneve negative që marrin pjesë në shtresën e kundërt të materialit tip p do të rritet. Për pasojë, shtresa e kundërt është zgjeruar krahasuar me rastin e mëparshëm. Shtresa e kundërt do të kthehet në një pengesë më të madhe për mbartësit e shumicës dhe zvogëlon lëvizjen e tyre deri në zero. Numri i mbartësve të pakicës (minoritarë) në shtresën e kundërt nuk do të ndryshojë dhe vektori i lëvizjes së tyre do të jetë si në figurën 2.34 a).

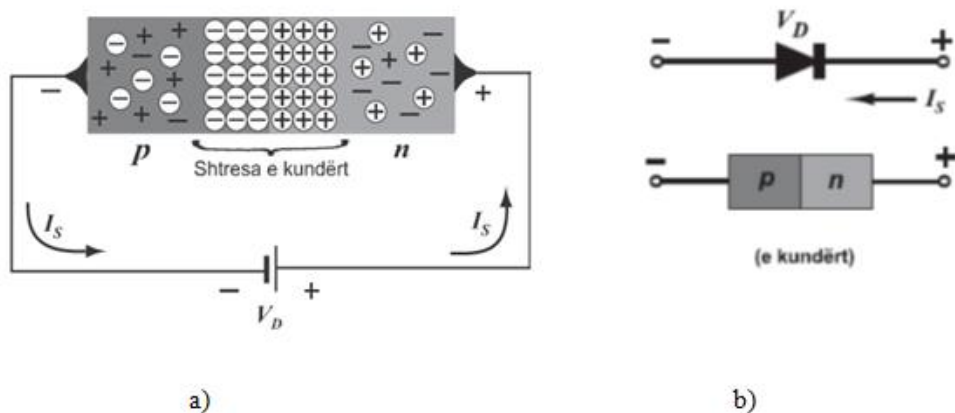


Fig. 2.34 a) Polarizimi i kundërt i diodës; b) kushtet e polarizimit të kundërt të diodës

Rryma që lind në kushtet e polarizimit të kundërt është quajtur rryma e kundërt e ngopjes dhe shënohet me I_s . Rryma e polarizimit të kundërt është e vogël, nuk i kalon disa mikroamper, përveç rasteve të elementeve me fuqi të lartë. Termi “ngopje” vjen nga fakti që vlera e saj arrin shumë shpejt në nivelin maksimal dhe nuk ndryshon edhe pse tensioni i kundërt në diodë mund të rritet, si tregohet edhe në karakteristikën Volt-Ampere të diodës më poshtë, për ($V_D < 0$). Në fig.2.34 b) është treguar një diodë gjysmëpërcjellëse në kushtet e polarizimit të kundërt. Vini re që drejtimi i kalimit të rrymës I_s është i kundërt me atë të shigjetës në simbol.

Karakteristika Volt-Ampere e diodës

Vini re që boshti vertikal është shkallëzuar në miliamper (ose në amper), ndërsa boshti horizontal është shkallëzuar deri në 1V. Tensioni i polarizimit në të drejtë të diodës është më i vogël se 1 V.

Karakteristika kryesore e një diodë gjysmëpërcjellëse $I_D = f(V_D)$ përcaktohet nga ekuacioni i mëposhtëm:

$$I_D = I_s e^{kV_D/T_k} - I_s \quad \text{ose} \quad I_D = I_s (e^{kV_D/T_k} - 1)$$

ku I_s - rryma e kundërt e ngopjes,

$k = 11,600/\eta$ ku $\eta=1$ për Ge dhe $\eta=2$ për Si për rryma në diodë poshtë gjurit të lakores dhe $\eta=1$ për Ge dhe Si për nivele më të larta të rrymës në diodë.

$$T_K = T_C + 273^\circ$$

T_C - është temperatura në $^{\circ}\text{C}$.

Karakteristika e plote e diodës është ndërtuar në figurën 2.36:

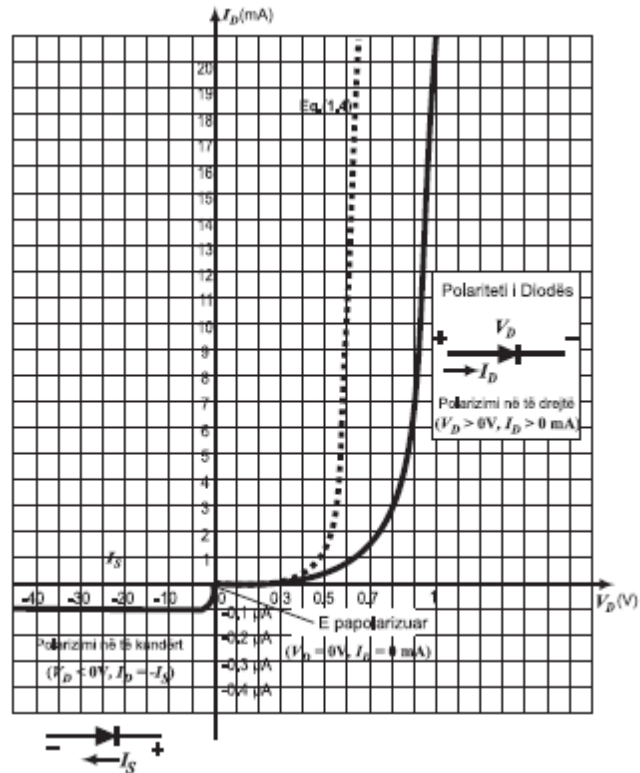


Fig. 2.36 Karakteristikat e diodës gjysmëpërcjellëse të silicit

Për vlera pozitive të V_D , I_D do të ndryshojë sipas ligjit $y=e^x$ dhe karakteristika që shpreh këtë vartësi shtrihet në kuadrantin e parë.

Për $V_D=0$ dhe rryma $I_D=0$ mA. Për vlera negative të V_D , $I_D= -I_S$. Karakteristika që shpreh varësinë midis tyre është në kuadrantin e tretë. Shihet që pjesa negative e boshtit vertikal është shkallëzuar në μA , ndërsa pjesa negative e boshtit horizontal është shkallëzuar në dhjetra V.

Efekti i temperaturës në punën e gjysëmpërcjellësve

Temperatura ndikon ndjeshëm në punën e elementeve gjysëmpërcjellës, duke ndryshuar tensionin e hapjes së diodës, vlerën e rrymës së kundërt, etj. Koncretisht, *rryma e kundërt e ngopjes I_S do të dyfishohet nëse temperatura rritet me 10°C .*

Ndikimi i temperaturës në punën e elementeve gjysëmpërcjellës tregohet në figurën 2.37.

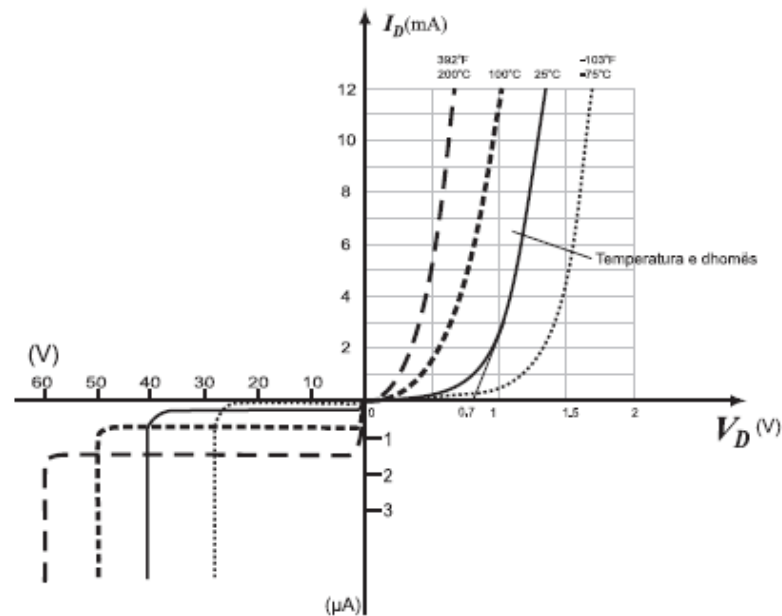


Fig.2.37 Ndikimi i temperaturës në karakteristikën Volt - Ampere të diodës

(Robert Boylestad, 2008)

Nëse I_S është $1\ \mu\text{A}$ në 25°C , në 100°C I_S është afërsisht $100\ \mu\text{A}$ ose 0.1mA . Vlerat e rrymave të kundërta, I_S , për diodat e *Si* janë shumë më të vogla se në diodat e *Ge*. Rritja e temperaturës shkakton zvogëlimin e tensionit të hapjes të diodës së polarizuar në të drejtë (fig. 2.37). Duhet patur parasysh që të mos kalohen kufinjtë e fuqisë maksimale dhe kufinjtë e rrymës maksimale të dhëna nga katalogu, pasi në rast të kundërt, dioda del jashtë përdorimi. Kur dioda polarizohet në të kundërt tensioni i shpimit rritet me rritjen e

temperaturës, por njëkohësisht vihet re edhe një rritje e padëshiruar e rrymës së kundërt të ngopjes.

2.9 Fotodioda

Me kalimin e viteve, interesi për elementet dhe pajisjet elektronike të ndjeshme ndaj dritës është rritur së tepërmi. Me studimin e tyre merret optoelektronika. Burimi i dritës është burim i veçantë energjie. Kjo energji transferohet nëpërmjet grimcave të quajtura fotone, energjia e të cilave është në përpjestim të drejtë me frekuencën e valës shëtitëse të dritës,

(f) dhe përcaktohet me formulën e mëposhtme:

$$W = h \cdot f$$

Ku W – Energjia, shprehet në xhaul,

h - konstantja e Plankut, e barabartë me 6.624×10^{-34} xhaul/sekonda,

f - frekuenca e valës së dritës në Hertz.

Frekuenca nga ana tjetër është gjithashtu e lidhur me gjatësinë e valës (largësa e dy kreshtave të një valë).

$$\Lambda = \frac{v}{f}$$

Ku Λ - gjatësia e valës e matur në metra,

v - shpejtësia e dritës ($v = 3 \times 10^8$ m/s)

f - frekuenca e valës shëtitëse e matur në Hz.

Gjatësia e valës normalisht matet në *Angstrom* ($\text{\AA}$) ose në *mikrometër*, ku:

$$1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m dhe } 1\text{mikrometër} = 10^{-6} \text{ m}$$

Gjatësia e valës së dritës rënëse varet nga lloji i materialit që përdoret për ndërtimin e elementeve optoelektronik. Përgjigja relative spektrale për Si, Ge dhe Seleniumin tregohet në figurën e mëposhtme (2.38).

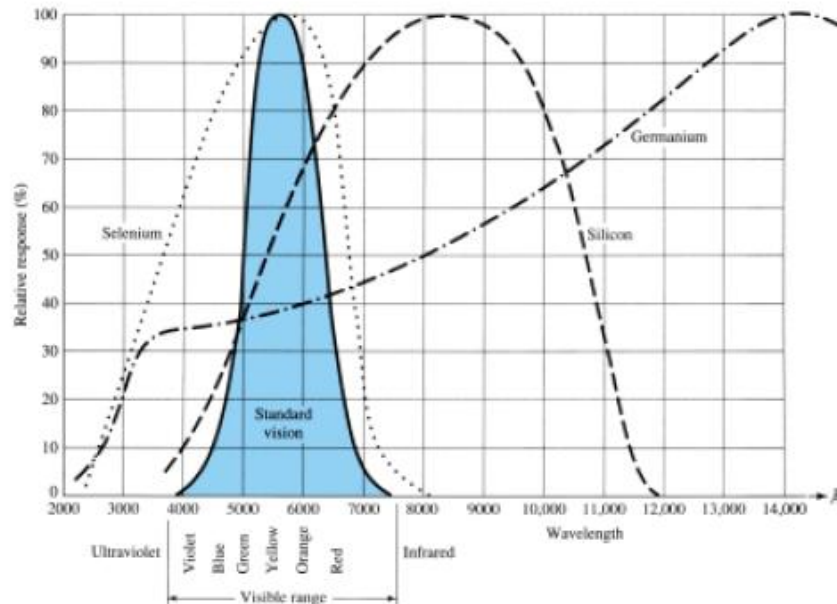


Fig. 2.38 Përgjigja relative spektrale në funksion të gjatësisë së valës për materiale të ndryshme: *Si, Ge, Selenium* (Robert Boylestad, 2008)

Spektri i dritës së dukshme ndodhet brenda një diapazoni gjatësie vale me drita të ndryshme. Numri i elektroneve të lirë që krijohet në çdo material është në përpjestim të drejtë me intensitetin e dritës së rënë, e cila është varësi e sasisë së fluksit të ndricimit të

rënë në një sipërfaqe. Fluksi I ndriçimit (luminous) i rënë në një sipërfaqe matet me lumens (lm) ose wat. Këto madhësi lidhen me njëra tjetrën në këtë mënyrë:

$$1 \text{ lm} = 1.496 \times 10^{-10} \text{ W}$$

Intensiteti i ndriçimit matet në përgjithësi me *fotokandela (fc)* ose W/m^2 , si më poshtë:

$$1 \text{ fc} = 1.609 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$$

Ndërtimi dhe karakteristikat e fotodiodës

Fotodioda është një element gjysmëpërcjellës me bashkim *p-n*. Simboli i fotodiodës tregohet më poshtë në figurën 2.39:

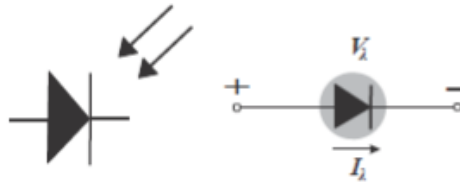


Fig. 2.39 Simboli i fotodiodës

Fotodioda lidhet në të kundërt me baterinë, d.m.th. plusi i baterisë lidhet me katodën e fotodiodës dhe minusi me anodën e saj. Rryma, që kalon në të, është rryma e kundërt e saturimit dhe varet nga numri i mbartësve minoritarë në shtresat e tipit n dhe p. Ajo ka vlera të rendit mikroamper. Kur mbi kalimin p-n aplikojmë dritë, si në figurën 2.40, energjia transferohet nga vala e dritës së rënë (në formë fotonesh) në strukturën atomike duke rritur

numrin e mbartësve minoritarë dhe duke rritur vlerën e rrymës së kundërt (në këtë rast rryma e punës), e cila pasqyrohet në karakteristikën Volt-Ampere të fotodiodës.

Përdorimi i lenteve do të përqëndronte dritën në kalimin p-n, si tregohet në figurën e mëposhtme (2.40):

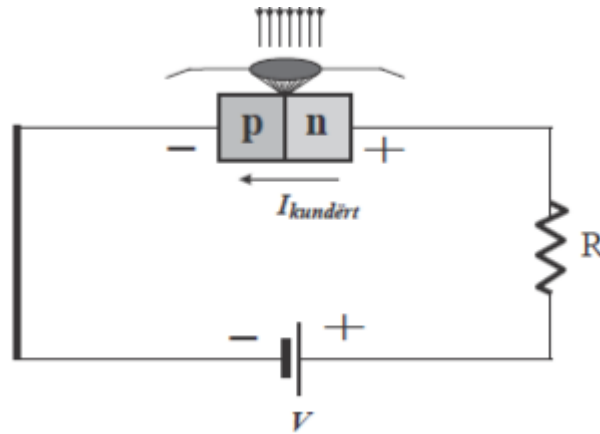


Fig. 2.40 Një skemë e thjeshtë me fotodiodë (TOTI, ELEKTRONIKA 1, 2012)

Pra kujtojmë që sa më i madh të jetë fluksi i dritës së rënë, aq më e madhe është vlera e rrymës së kundërt që kalon në qark, pavarësisht nga vlera e tensionit të kundërt të zbatuar në të. Kur nuk aplikojmë dritë, rryma është shumë e vogël dhe quhet rryma e errët. Nga karakteristikat vihet re që rryma do shkojë drejt zeros dhe më pas do marrë vlera pozitive, kur dioda polarizohet në të drejtë. Ky përshkrim mbi parimin e punës së fotodiodës gjen shpjegim në karakteristikën Volt-Ampere të fotodiodës, e cila shtrihet në kuadrantin e tretë, si shihet në figurën 2.41. Në këtë karakteristikë, në boshtin e y-eve janë paraqitur vlerat e rrymës së kundërt, ndërsa në boshtin e x-eve, janë paraqitur vlerat e tensionit të kundërt

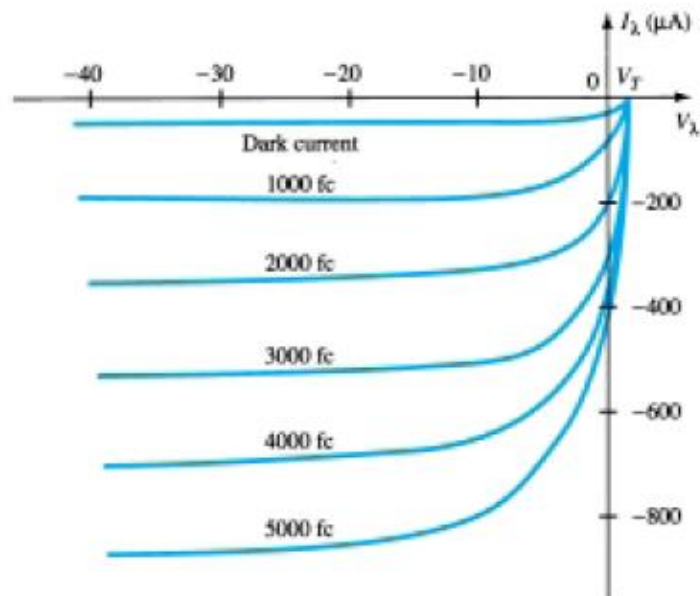


Fig. 2.41 Karakteristika e fotodiodës (Robert Boylestad, 2008)

Për të studiuar më mirë funksionimin e saj, le të shohim skemën ekuivalente të saj (figura 2.42) dhe si përcaktohet vlera e rrymës që kalon në të. Fotodioda ekuivalentohet me një burim rryme, me rrymë I_{PH} , dhe me një diodë në paralel me të.

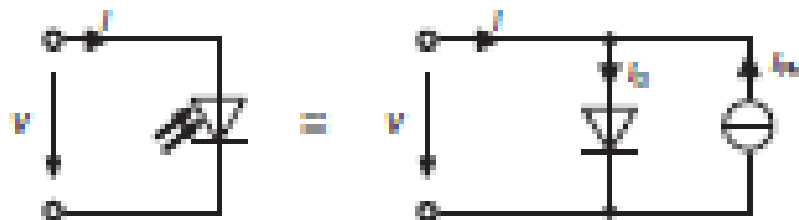


Fig. 2.42 Skema ekuivalente e fotodiodës

Rryma që kalon në fotodiodë mund të shprehet me ekuacionin Shockley dhe shprehet si më poshtë:

$$I = I_D - I_{Ph} = I_S \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) - I_{Ph}$$

Ku I_S është rryma e kundërt e saturimit,

I_{Ph} është fotorryma, e cila është rryma e krijuar nga fotonet.

Fotorryma është në përpjestim të drejtë me rrezatimin, E , dhe përcaktohet:

$$I_{Ph} = \text{const} \cdot E$$

Pamja e jashtme e disa fotodiodave tregohet më poshtë, figura 2.43:

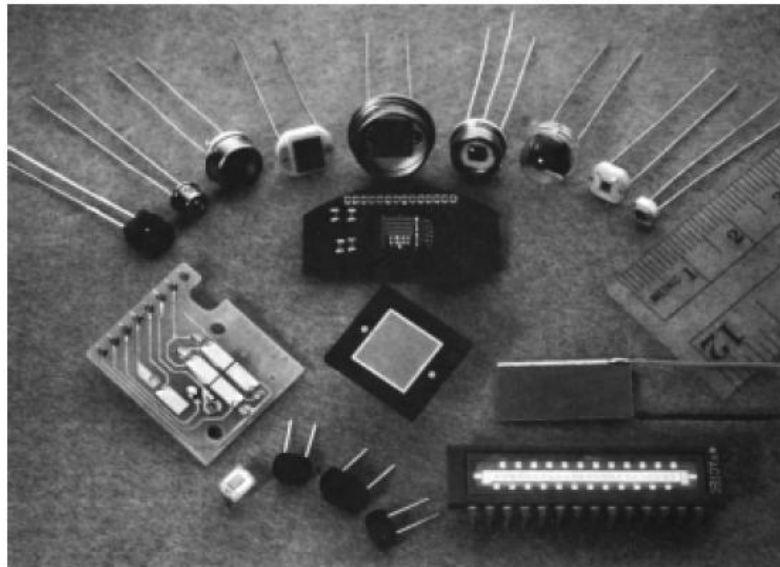


Fig. 2.43 Tipe të ndryshme diodash

M.q.s. koha e ndryshimit të gjendjes së këtij elementi është shumë e vogël, deri në nanosekonda, këtë element mund ta përdorim në numërues me shpejtësi të lartë, sistemet e

alarmit, etj. Rryma e kundërt do të jetë me vlerë të konsiderueshme për aq kohë sa të vazhdojë të bjerë rrezja e dritës në të. N.q.s. rrezja ndërpritet, rryma e kundërt bie në nivelin e rrymës së errët dhe vë në punë sinjalizuesin e alarmit. Një tjetër përdorim është ai i numërimit të objekteve mbi një rrip lëvizës. Me lëvizjen përpara të çdo objekti, sa herë pritët rryma e kundërt e fotodiodës, ajo bie në nivelin e rrymës së errët dhe numëruesi rrit me një numrin. Aplikime të tjera mund të jenë: në aparatit fotografik me auto-focus; në pajisje sigurie si detektorët e tymit; rrezet X në aeroporte; në alarmet e automjetëve dhe banesave; në industri: në skanerat e bar kodeve, në enkodera, në sensora pozicioni si dhe në fotokopjues (si kontrollues i densitetit të tonit së bojës), etj.

Skema të ndryshme praktike me fotodioda (figura 2.44) tregohen me poshtë:

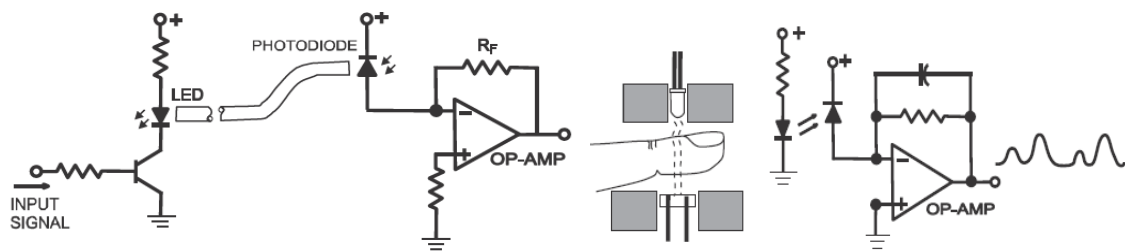


Fig. 2.44 Skema të ndryshme praktike me fotodioda, (Robert Boylestad, 2008)

Faktori I reflektimit

Faktori I reflektimit shpreh raportin e rrezatimit të rënë me rrezatimin e reflektuar, pra tregon “fortësinë e reflektimit”

$$R = \frac{E_R}{E_0}$$

Ku E_0 është rrezatimi I rënë

E_R është rrezatimi I reflektuar

Ky factor mund të llogaritet duke marrë në parasysh edhe kur rrezet e dritës bien vertikalisht mbi sipërfaqen e silicit, sipas barazimit të mëposhtëm:

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

Ku n është përqëndrimi i ngarkesave në shtresa të ndryshme.

Në figurën e mëposhtme (2.45) tregohet reflektimi I rrezeve të rëna në një sipërfaqe vertikale dhe reflektimi I rrezeve të rëna mbi një sipërfaqe, e cila ka dhe një shtresë kundër-reflektimit, që pothuajse vepron si një pasqyrë.

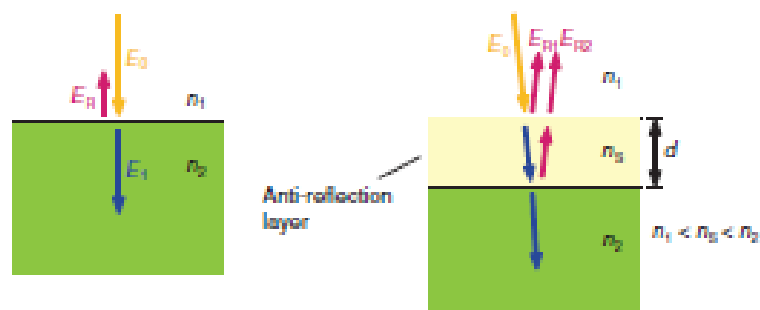


Fig. 2.45 Rrezja e dritës së rënë mbi një sipërfaqe silici dhe reflektimi I dritës nga vendosja e një shtrese kundër reflektimit, (Mertens, 2014).

Kuptohet që reflektimi zvogëlohet nga përdorimi i një sipërfaqe kundër reflektuese. Varësia që ekziston mes koeficientit të reflektimit dhe gjatësisë së vales tregohet në figurën 2.46.

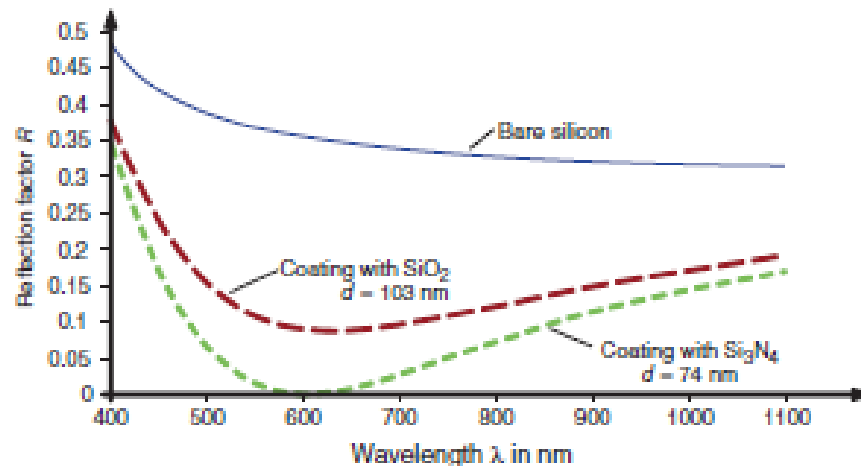


Fig. 2.46 Varësia që ekziston mes koeficientit të reflektimit dhe gjatësisë së vales,

(Mertens, 2014)

Si vihet re faktori i reflektimit bie kur shtresaa e silicit shoqërohet me shtresa kundra reflektimit. Si_3N_4 është materiali më i mirë si shtresë kundra reflektuese për qelizat diellore. Duhet patur parasysh që për një trashësi të caktuar të shtresës kundra reflektimit, vetëm për një gjatësi vale të vetme, arrihet vlera optimal e faktorit të reflektimit. Duke përdorur shtresën Si_3N_4 në gjatësinë e vales 600nm reflektimi zhduket, ndërsa në gjatësi vale të tjera, koeficienti rritet deri në 34%.

Në lidhje me këtë çështje mund të bëhet një studim më i hollësishëm, po ky nuk është objekt i studimit tone në këtë temë.

Pjesa e tretë: Sistemet fotovoltaike

Në pjesën e tretë studiohen skema strukturore dhe parimi i punës i qelizave diellore dhe i sistemeve fotovoltaike; si dhe madhësi të ndryshme fizike, midis të cilëve temperatura e punës së qelizave diellore. Skema ekuivalente e qelizave diellore ndihmon në përcaktimin e lidhjes mes rrymës dhe tensionit në qeliza. Studimi i humbjeve që ndodhin në qelizat diellore për shkaqe të ndryshme, ndikon direkt në përcaktimin e vlerës së rendimentit teorik të tyre. Gjithashtu në këtë pjesë përmenden qeliza të teknologjive të ndryshme me rendiment të lartë avantazheve dhe disavantazheve të tyre, të dhënat janë paraqitur në një tabelë përmbledhëse. Nëpërmjet disa tabelave gjithashtu jepen vlerat pik të rendimentit të qelizave laboratorike dhe vlera më e madhe e rendimentit për qelizat e ndodhura në treg; të dhënat specifike të disa prej tipeve të moduleve diellore, si dhe grafikisht vihet re zhvillimi i tregut mbarë botëror të fotovoltaikeve për teknologji të ndryshme. Vëzhgimi me kujdes i tyre, tregon që teknologjitë monokristalinë dhe polikristalinë janë dominuese në treg prej vitesh.

Në këtë pjesë, gjithashtu analizohet puna e moduleve diellore, mënyrat e lidhjes së tyre në seri dhe paralel, ndërtimi i sistemit bazë fotovoltaike deri te rrjeti elektrik, mënyrat e vendosjes së moduleve diellore, gjeneratorët fotovoltaike, inverterët (tipet, mënyrat e lidhjes, rendimenti i tyre, si dhe disa probleme sigurie.

Në vazhdim, studiohen sistemet fotovoltaike të pa lidhura me rrjetin (Stand-Alone Systems) dhe elementet përbërës të këtyre skemave, shembuj sistemesh diellore të tillë si dhe sistemet hibride, pa harruar edhe mirëmbajtja e sistemeve fotovoltaike.

2.10 Ndërtimi dhe parimi i punës i qelizave diellore

Në fillim të punimit u dha një ide e përgjithshme e ndërtimit të një qelize diellore, ndërsa tani do shohim me hollësi ndërtimin dhe funksionimin e tyre.

Një qelizë diellore e thënë ndryshe një qelize fotovoltaike, është një pajisje që kthen energjinë diellore në elektricitet me anë të efektit fotovoltai.

Qelizat diellore moderne janë bazuar në fizikën gjysmëpërcjellëse. Ato janë fotodioda, me një kalim $p-n$, me një sipërfaqe mjaft të ndjeshme ndaj dritës së diellit. Efekti fotovoltai bën qelizën të shndërrojë dritën e diellit në energji elektrike. Ky shndërrim kryhet me anën e dy shtresave gjysmëpërcjellëse, nga të cilat njëra është shtresë gjysmëpërcjellëse e tipit n , ndërsa shtresa e dytë është shtresë gjysmëpërcjellëse e tipit p . Midis këtyre dy shtresave ndodhet bashkimi i tyre, ose kalimi $p-n$. Pranë shtresave gjysmëpërcjellëse vendosen dy shtresa kontaktesh metalike, të tilla që të lejojnë rrymën elektrike të rrjedhë jashtë nëpër qelizë. Ato vendosen në mënyrë të tillë që një numër sa më i madh i fotoneve të energjisë së dritës të arrijnë bashkimin e shtresave, pra kalimin $p-n$.

Kur një foton i energjisë së dritës godet qelizën, krijohet një çift elektro-vrimë. Fotoni përplasat 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 janë mbartës pakice (minoritarë) dhe lëvizin lirshëm përmes bashkimit $p-n$ edhe pse tensioni i zbatuar është 0. Njëlloj mund të arësyetojmë edhe për vrimat që krijohen në shtresën gjysmëpërcjellëse n . Si rezultat krijohet një rritje e lëvizjes së mbartësve të pakicës (ose minoritarë), e cila është e kundërt me lëvizjen konvencionale të rrymës në kalimin $p-n$.

Në këtë mënyrë kjo qelizë funksionon si diodë duke mos e lënë këtë fluks elektronesh të kthehet mbrapsht, por e detyron të lëvizë vetëm në një drejtim duke krijuar kështu rrymë, si në figurën 2.47:

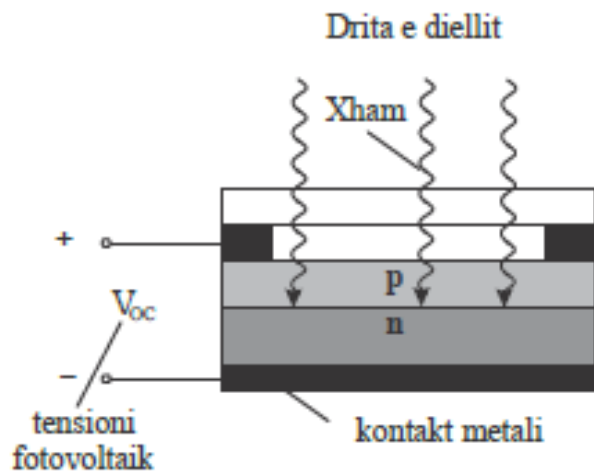


Fig. 2.47 Ndërtimi I qelizave diellore, (Robert Boylestad, 2008)

Ku V_{OC} është tensioni në daljet e baterisë kur qarku është i hapur

Nëse ngarkesa është lidhur midis këtyre dy kontaktave, atëherë në të kalon rrymë, si në figurën e mëposhtme (2.48):

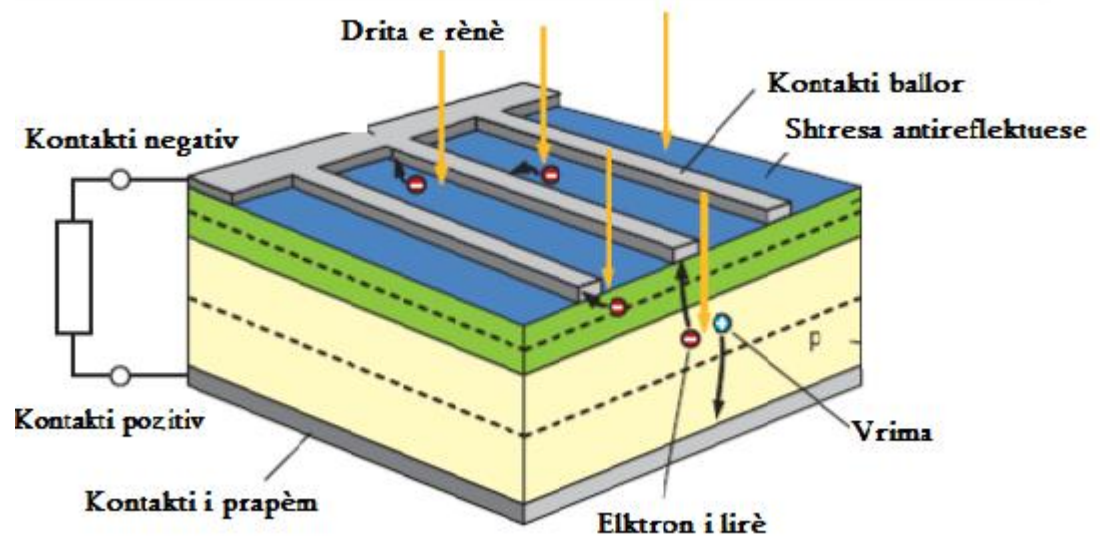


Fig. 2.48 Qelizë diellore silici e lidhur me ngarkesën, (Mertens, 2014)

Kur burimi i dritës ndërpritet, ndodhin rikombinime pjesore dhe qeliza kthehet përsëri në gjendjen fillestare.

Në brendësi të qelizës diellore, drita absorbohet në mënyra të ndryshme për valë me gjatësi të ndryshme. Drita blu ka koeficientin e absorbimit më të lartë në thellësi më të vogël se $1\mu\text{m}$; e kuqja ka të njëjtin koeficient absorbimi për thellësi më të madhe se $100\mu\text{m}$.

Rendimenti i absorbimit

Si u tha më sipër, një pjesë e rrezatimit të rënë (E_0) reflektohet (E_R). Pjesa tjetër e mbetur (E_1) futet brenda qelizës.

$$E_1 = (1 - E_R) E_0$$

Në fund të qelizës me trashësi d dhe me koeficient absorbimi α , rrezatimi arrin në vlerën E_2 :

$$E_2 = E_{(x=d)} = E_1 e^{-\alpha d}$$

Diferenca jep vlerën e dritës së absorbuar në qelizë, E_{ABS} .

$$E_{\text{ABS}} = E_1 - E_2$$

Ne mund të përcaktojmë rendimentin e absorbimit, duke u nisur nga numri i fotoneve të absorbuar dhe numri i fotoneve të rëna nga jashtë.

$$\eta_{\text{Abs}} = \frac{\text{Number of absorbed photons}}{\text{Number of incident photons}} = \frac{N_{\text{Ph_Abs}}}{N_{\text{Ph}}} = \frac{E_{\text{Abs}}}{E_0} = \frac{E_1 - E_2}{E_0}$$

Pas veprimesh matematikore, arrijmë në përcaktimin e rendimentit të absorbimit sipas këtij barazimi:

$$\eta_{\text{Abs}} = (1 - R) \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot d})$$

Ku R është faktori i reflektimit

α është koeficienti i absorbimit

η_{ABS} mund të arrijë deri në 100%. Kjo, nga njëra anë lidhet me faktin që reflektimi në

sipërfaqe duhet të jetë sa më i vogël (me anën e një shtrese kundër reflektuese), ndërsa, nga

ana tjetër, qeliza duhet të jetë sa më e trashë. Koeficienti i absorbimit varet shumë

nga gjatësia e valës. Drita më pranë zonës infrared absorbohet dobët. Për këtë do

duhej që qeliza të ishte sa më e trashë. Kostoja e prodhimit të qelizave të tilla është e lartë. Zgjidhje më e mirë e këtij problemi është vendosja nga mbrapa e një shtrese reflektuese optike, pasi në këtë rast distanca e rrugës optike dyfishohet për të njëjtën trashësi të qelizës.

Grafikisht absorbimi i dritës në një qelizë diellore jepet më poshtë në figurën 2.49:

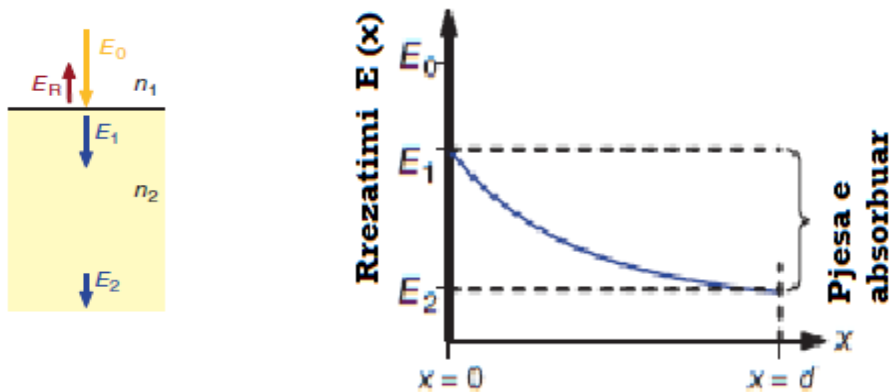


Fig. 2.49 Absorbimi i dritës në një qelizv diellore

Rendimenti kuantiv

Gjatë studimit të punës së qelizave diellore, nuk mund të lëmë pa përmendur faktin që jo të gjitha çiftet electron-irimë që krijohen kontribuojnë në vlerën e fotorrymës. Për këtë arsye duhet të përcaktojmë edhe *rendimentin kuantiv të jashtëm*, η_{jash} ose η_{Ext} që bazohet në numrin e çifteve electron-irimë (N_{EHP}) që ndikon në fotorrymë dhe numrin e përgjithshëm të fotoneve të të goditur (N_{Ph}).

$$\eta = \frac{\text{numri i cifteve elektron – vrimë të përdorur}}{\text{numri i fotoneve të goditur}}$$

Rendimenti kuantiv i brendshëm, për shkak të reflektimit, do jetë:

$$\eta_{br} = \eta_{jash} / (1-R)$$

Vlera e rendimentit kuantiv të brendshëm është gjithnjë më e madhe se vlera e rendimentit kuantiv të jashtëm.

Ndjeshmeria spektrale

Ndjeshmeria spektrale tregon raportin mes fotorrymës dhe fuqisë optike të rënë.

$$S(\lambda) = \frac{I_{Ph}}{P_{Opt}}$$

Për të thjeshtuar më tepër lidhjen mes këtyre madhësive, rrymën e shohim si raport i ngarkesës me kohën, ndërsa fuqinë optike, si energji optike ndaj kohës.

$$S(\lambda) = \frac{I_{Ph}}{P_{Opt}} = \frac{\frac{Q}{\Delta t}}{\frac{W_{Opt}}{\Delta t}} = \frac{N_{EHP} \cdot q}{N_{Ph} \cdot (h \cdot f)} = \frac{N_{EHP}}{N_{Ph}} \cdot \frac{q}{\frac{h \cdot c}{\lambda}} = \frac{q}{h \cdot c} \cdot \lambda \cdot \eta_{Ext}(\lambda)$$

Termi $q/h \cdot c$ mund të llogaritet dhe të konsiderohet si një konstante, si tregohet më poshtë:

$$\frac{q}{h \cdot c} = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ As}}{3.6 \cdot 10^{-34} \text{ Ws} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 0.808 \cdot \frac{\text{A}}{\text{W} \cdot \mu\text{m}} = \frac{1}{1.24 \mu\text{m}} \cdot \frac{\text{A}}{\text{W}}$$

Përfundimisht ndjeshmëria spektrale përcaktohet:

$$S(\lambda) = \frac{\lambda}{1.24 \mu\text{m}} \cdot \frac{A}{W} \cdot \eta_{\text{Ext}}(\lambda)$$

Grafikisht varësia e ndjeshmërisë spektrale nga gjatësia e valës për një qelizë diellore Si kundrejt një qelize me efikasitet të lartë, tregohet në figurën e mëposhtme (2.50).

Në figurën 2.50 është treguar edhe rasti kur $\eta_{\text{Jash}} = 100\%$. Shihet që efikasiteti kuantik në zonën blu (400-500nm) është e vogël. Në zonën spektrale infrarud η_{Ext} (ose η_{Jash}) është zvogëluar. Mbi 1100nm, energjia e fotoneve të dritës bëhet shumë e vogël dhe ndjeshmëria relative bie menjëherë.

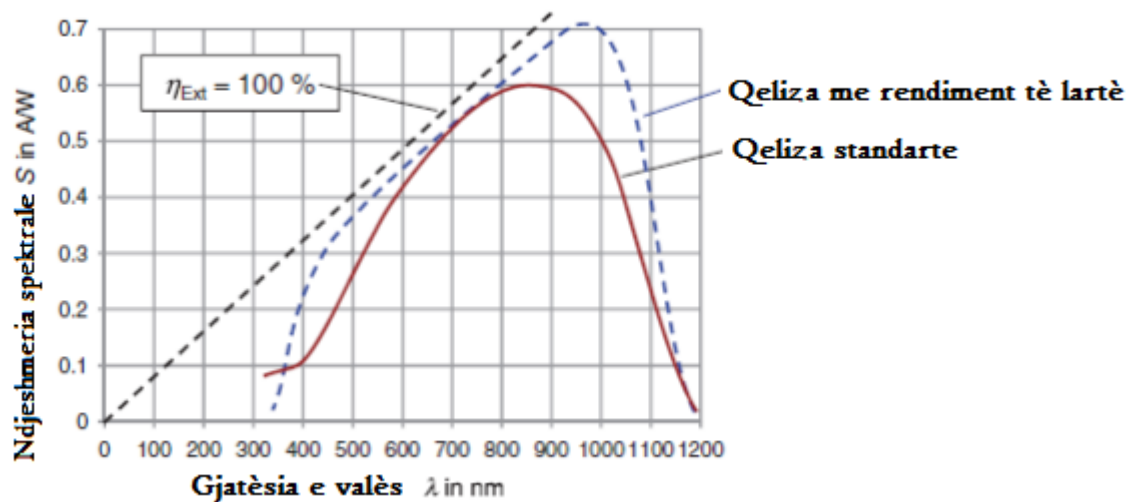


Fig. 2.50 Ndjeshmëria spektrale për dy qeliza diellore, (Mertens, 2014)

Shihet se në zonat blu dhe infrarud kurbat shmangen shumë nga ajo ideale.

2.11 Parametrat dhe karakteristika V-A e qelizave diellore

Në këtë seksion të studimit të qelizave diellore do të njihemi me parametrat dhe karakteristikat kryesore të qelizave diellore.

Karakteristika Volt-Ampere e qelizave diellore

Karakteristika e qelizave diellore mbështetet te karakteristika e një fotodiode, por në këtë rast karakteristika shtrihet në kuadrantin e parë. Simbole të qelizës diellore dhe karakteristikat volt-ampere të saj tregohen në figurën 2.51.

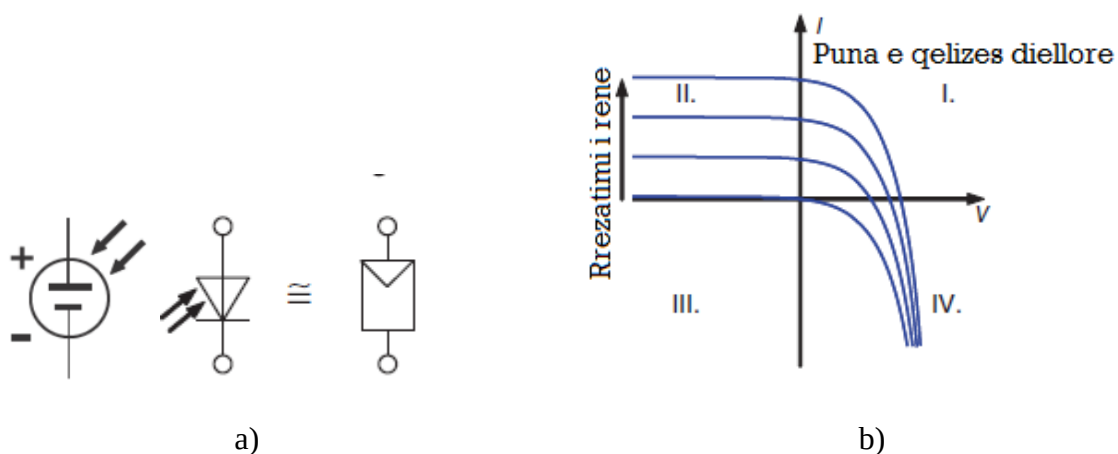


Fig. 2.51 a) simbole të ndryshme për qelizat diellore; b) familja e karakteristikave V-A

Një qelizë diellore mund të studiohet më lehtë duke ekuivalentuar atë me një qark ekuivalent dhe duke marrë në shqyrtim karakteristikën V-A, si në figurën 2.52. Ekuacioni për përcaktimin e vlerës së rrymës është i ngjashëm me atë të fotodiodës.

$$I = I_{Ph} - I_D = I_{Ph} - I_S \cdot \left(e^{\frac{V}{m \cdot V_T}} - 1 \right)$$

Faktori m merr vlerat 1 ose 2 në varësi të materialit të qelizës.

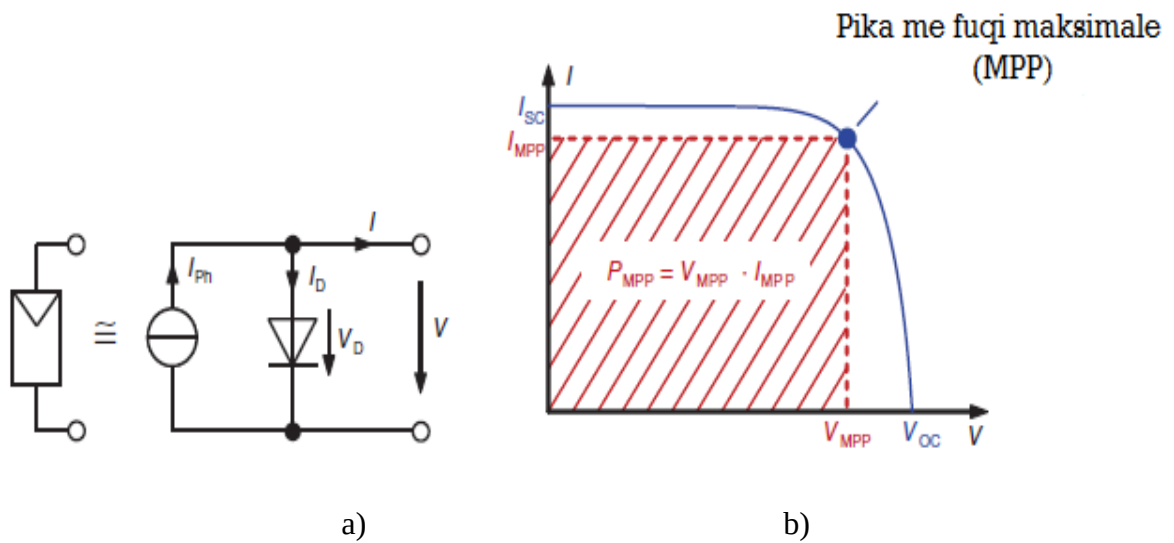


Fig. 2.52 Qarku ekuivalent i qelizës diellore; b) karakteristika V-A e saj, (Mertens, 2014)

Rryma e qarkut të shkurtër

Rryma e qarkut të shkurtër, I_{SC} , është rryma që kalon në qelizë, kur kontaktet e saj janë në qark të shkurtër dhe tensioni mes tyre është 0. Në këtë rast:

$$I_{SC} = I(V = 0) = I_{Ph} - I_S \cdot (e^0 - 1) = I_{Ph}$$

Pra rryma e qarkut të shkurtër është sa fotorryma. Duke marrë parasysh që rryma e fotonit është në përpjestim të drejtë me rrezatimin, mund të themi që *rryma e lidhjes së shkurtër*, I_{SC} , është në përpjestim të drejtë rrezatimin.

Tensioni i qarkut të hapur

Një parametër tjetër i rëndësishëm i punës së qelizave diellore i referohet rastit kur kontaktet metalike janë të hapura, pra rryma që kalon në të është zero. Tensioni, pra diferenca e potencialit mes kontakteve metalike, quhet tension i qarkut të hapur, V_{OC} .

Duke u nisur nga ekuacioni, që lidh tensionin dhe rrymën në diodë, zëvendësojmë $I = 0$, $I_{PH} = I_{SC}$, rezulton:

$$I = I_{PH} - I_D = I_{PH} - I_S \cdot \left(e^{\frac{V}{m \cdot V_T}} - 1 \right)$$

Dhe

$$V_{OC} = V(I = 0) = m \cdot V_T \cdot \ln \left(\frac{I_{SC}}{I_S} + 1 \right)$$

Madhësia që ndodhet brenda kllapave $(I_{SC} / I_S + 1)$ është afërsisht e barabartë me I_{SC} / I_S . Si rrjedhim:

$$V_{OC} = m \cdot V_T \cdot \ln \left(\frac{I_{SC}}{I_S} \right)$$

Më sipër theksuam që rryma e lidhjes së shkurtër, I_{SC} , është në përpjestim të drejtë rrezatimin, që do të thotë edhe se *tensioni i qarkut të hapur, V_{OC} , përcaktohet nëpërmjet logaritmit natyror të rrezatimit.*

Pika me fuqi maksimale, MPP

Qelizat diellore, si çdo element tjetër, gëzojnë parametra të ndryshëm për pika pune të ndryshme në karakteristikat e tyre. Pika e punës, ku fuqia arrin vlerën e saj maksimale, quhet *pika e fuqisë maksimale* dhe shënohet MPP. Rryma dhe tensioni në këtë pikë shënohen: I_{MPP} dhe V_{MPP} . Më poshtë tregohet grafikisht pozicioni i pikës së punës me fuqi maksimale (figura 2.53).

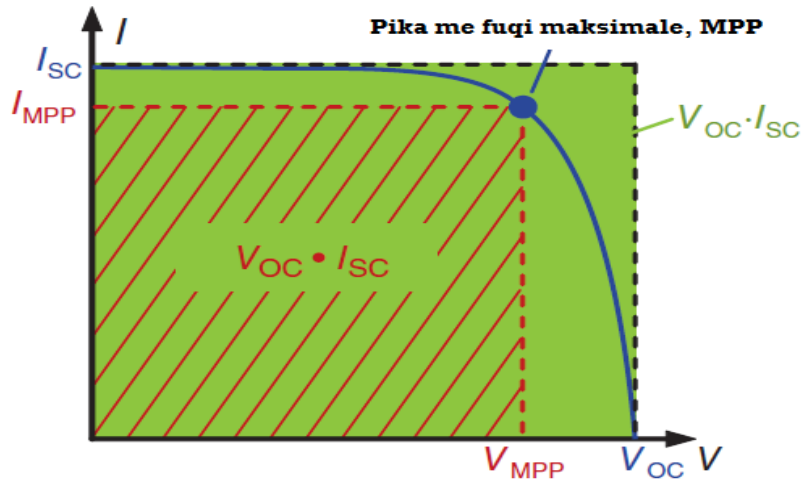


Fig. 2.53 Përcaktimi I pikes me fuqi maksimale dhe fill factor-it

Faktori i ngopjes (fill factor), FF

Faktori I ngopjes (*Fill factor*) shpreh raportin e fuqisë maksimale MPP, me produktin e tensionit të qarkut të hapur dhe rrymës së qarkut të shkurtër. Në figurën e mësipërme (2.53) tregohet grafikisht dhe sipërfaqja që zënë grafikisht secila prej tyre, (Mertens, 2014).

$$FF = \frac{V_{MPP} \cdot I_{MPP}}{V_{OC} \cdot I_{SC}} = \frac{P_{MPP}}{V_{OC} \cdot I_{SC}}$$

Ky factor ka lidhje drejtpërsëdrejti me cilësinë e qelizës. Vlera e FF për një qelizë Si është 0.75-0.85; për qelizat me film të hollë, ai është 0.6-0.75. Matematikisht mund të gjendet edhe një lidhje e përafët mes FF dhe tensionit të qarkut të hapur, V_{OC} , (Green, Silicon Solar Cells – Advanced Principles & Practice, 1995), (Mertens, 2014).

$$FF = \frac{1 + \ln\left(\frac{V_{OC}}{V_T} + 0.72\right)}{\frac{V_{OC}}{V_T} + 1}$$

Rendimenti η

Efiçenca apo rendimenti i qelizës diellore shpreh raportin mes fuqisë elektrike në dalje kundrejt fuqisë optike të rënë, si tregohet më poshtë:

$$\eta = \frac{P_{\text{MPP}}}{P_{\text{Opt}}} = \frac{P_{\text{MPP}}}{E \cdot A} = \frac{FF \cdot V_{\text{OC}} \cdot I_{\text{SC}}}{E \cdot A}$$

Ku A është sipërfaqja e qelizës.

Vlera tipike e rendimentit për një qelizë Silici kristalinë është (15-22)%. Shihet qartë që rendimenti i qelizave diellore varet nga rrezatimi dhe është në përpjestim të zhdrejtë me të. Karakteristika $I = f(V)$, në temperaturën 25° për vlera të ndryshme rrezatimi për një qelizë diellore monokristalinë tregohet në figurën 2.54, ndërsa varësia e rendimentit nga vlerat e rrezatimit tregohen në figurën 2.55. Lidhja mes tyre tregon që kur rrezatimi bie, edhe vlera e rendimentit ulet.

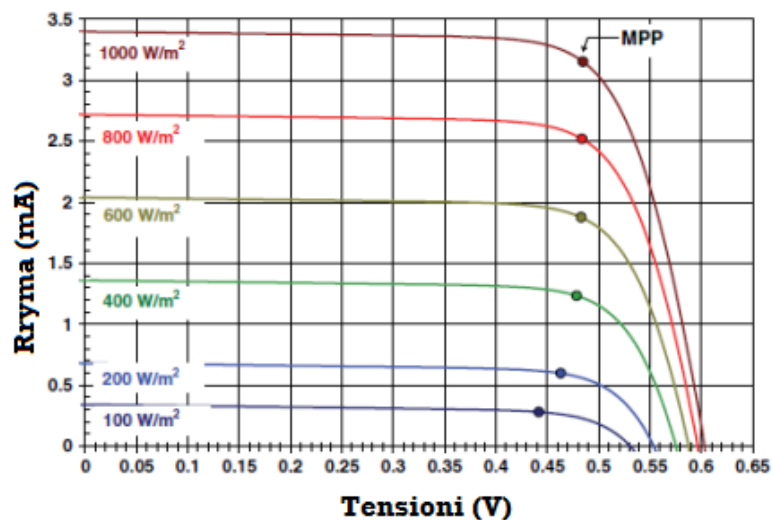


Fig. 2.54 Karakteristika $I = f(V)$, në temperaturën 25° për vlera të ndryshme rrezatimi për një qelizë diellore monokristalinë (Haßberlin, 2012)

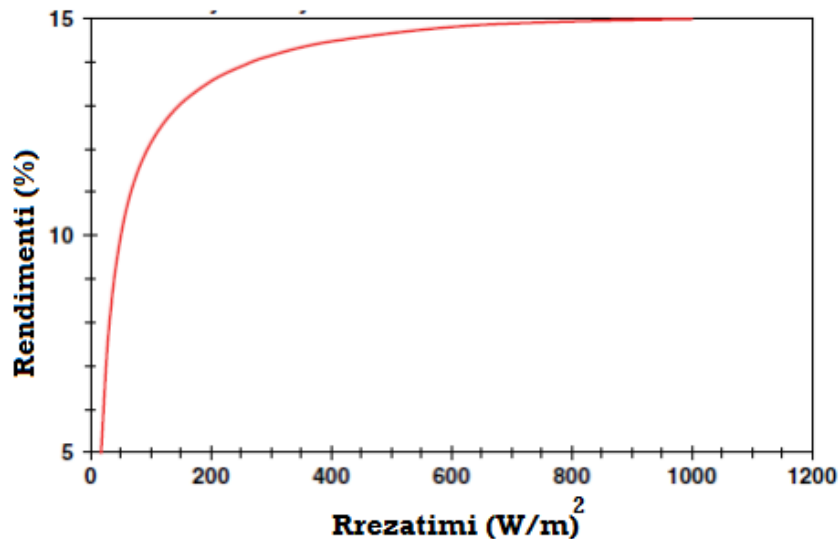


Fig. 2.55 Varësia e rendimentit nga vlerat e rrezatimit në temperaturën 25° për një qelizë diellore monokristalinë, (Ha^uberlin, 2012)

Varesia e punës së qelizave diellore nga temperatura

Temperatura është një parametër mjaft i rëndësishëm në punën e të gjithë elementeve gjysëmpërcjellës, pasi rritja e saj sjell rritjen e lëvizjes termike të elektroneve brenda kristalit.

Në qelizat diellore prej Si me rritjen e temperaturës, bie vlera e tensionit të qarkut të hapur, V_{OC} , 2-2.4 mV/K (kjo korrespondon me një koeficient temperature $(-0.3\% - -0.4\%)$ për Kelvin), për shkak të zvogëlimit të tensionit të gjurit, V_T , në karakteristikën e diodës. Po ashtu V_{MPP} dhe FF zvogëlohen, me rritjen e temperaturës, si rezultat edhe fuqia maksimale zvogëlohet, si tregohet në figurën 2.56. Koeficienti i temperaturës për fuqinë ka vlerat $(0.4 - 0.5)\%$. Kjo do të thotë që fuqia e një qelize diellore bie 5%, nëse temperatura rritet 10 K. Nëse modulet diellore me dritë dielli të plotë arrijnë në temperaturën 60° , fuqia zvogëlohet

ndjeshëm kundrejt asaj në temperaturën 25°, temperaturë në të cilën jepen të gjithë parametrat e punës në katalog.

Përsa i përket ndryshimit që pëson rryma e qarkut të shkurtër I_{SC} , mund të themi që rritja e temperaturës, sjell një rritje fare të lehtë të saj, rreth 0.06% për Kelvin (figura 2.56).

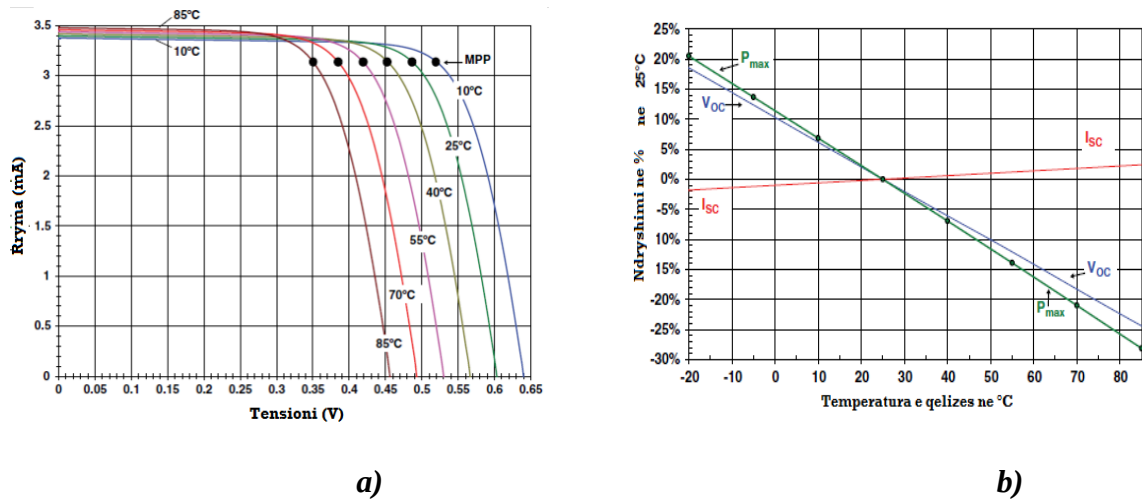


Fig. 2.56 a) Karakteristikat $I = f(V)$, me rrezatim 1000W/m^2 për një qelizë për temperatura të ndryshme; b) ndikimi i temperaturës në vlerat e V_{OC} , I_{SC} dhe fuqisë maksimale për qelizë diellore Si, (Ha'berlin, 2012)

Skema e thjeshtuar e qelizave diellore

Qarku ekuivalent i thjeshtuar dhe standart për qelizat diellore tregohet ne figurën 2.57.

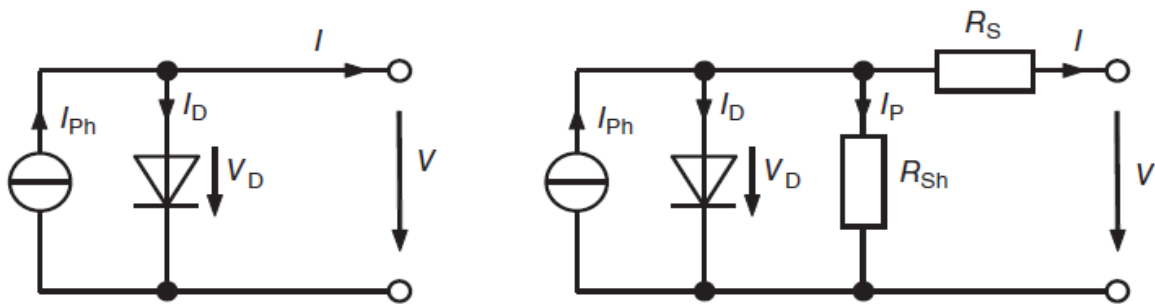


Fig. 2.57 Qarku ekuivalent i thjeshtuar dhe standart për qelizat diellore

Qarku ekuivalent I thjeshtuar nuk merr parasysh humbjet në qelizën diellore, ndërsa qarku ekuivalent standart ka dy rezistenca shtesë: një rezistencë në seri, R_S dhe një rezistencë parallel, R_{SH} (Roger A. Messenger, Jerry Ventre, 2005). R_S merr parasysh humbjet ohmike në kontaktet e qelizës diellore dhe në shtresën e takimit mes metalit dhe gjysëmpërcjellësve, ndërsa R_{SH} merr parasysh rrymën në skajet e qelizës diellore.

Duke iu referuar ligjit të rrymave të Kirkofit, sipas të cilit shuma algjebrike e rrymave që hynë dhe dalin në një pikë nyje, është e barabartë me zero. Si rrjedhim:

$$I = I_{PH} - I_D - I_{SH}$$

Nga skema gjykojmë që:

$$I_{Sh} = \frac{V_D}{R_{Sh}} = \frac{V + I \cdot R_S}{R_{Sh}}$$

Zëvendësojmë rrymën në diodë me ekuacionin e pare për ndërtimin e karakteristikës së saj dhe si përfundim:

$$I = I_{Ph} - I_S \cdot \left(e^{\frac{V + I \cdot R_S}{m \cdot V_T}} - 1 \right) - \frac{V + I \cdot R_S}{R_{Sh}}$$

Si vihet re, rryma I ndodhet në të dy anët e barazimit dhe, për të gjithë të interesuarit, zgjidhja mund të bëhet me anën e programit PV-Teach, në faqen www.textbook-pv.org.

(www16). Ndikimi i R_S dhe R_{SH} në karakteristikat e qelizave diellore shihet në kurbat e dala nga simulimi, si në figurën 2.58.

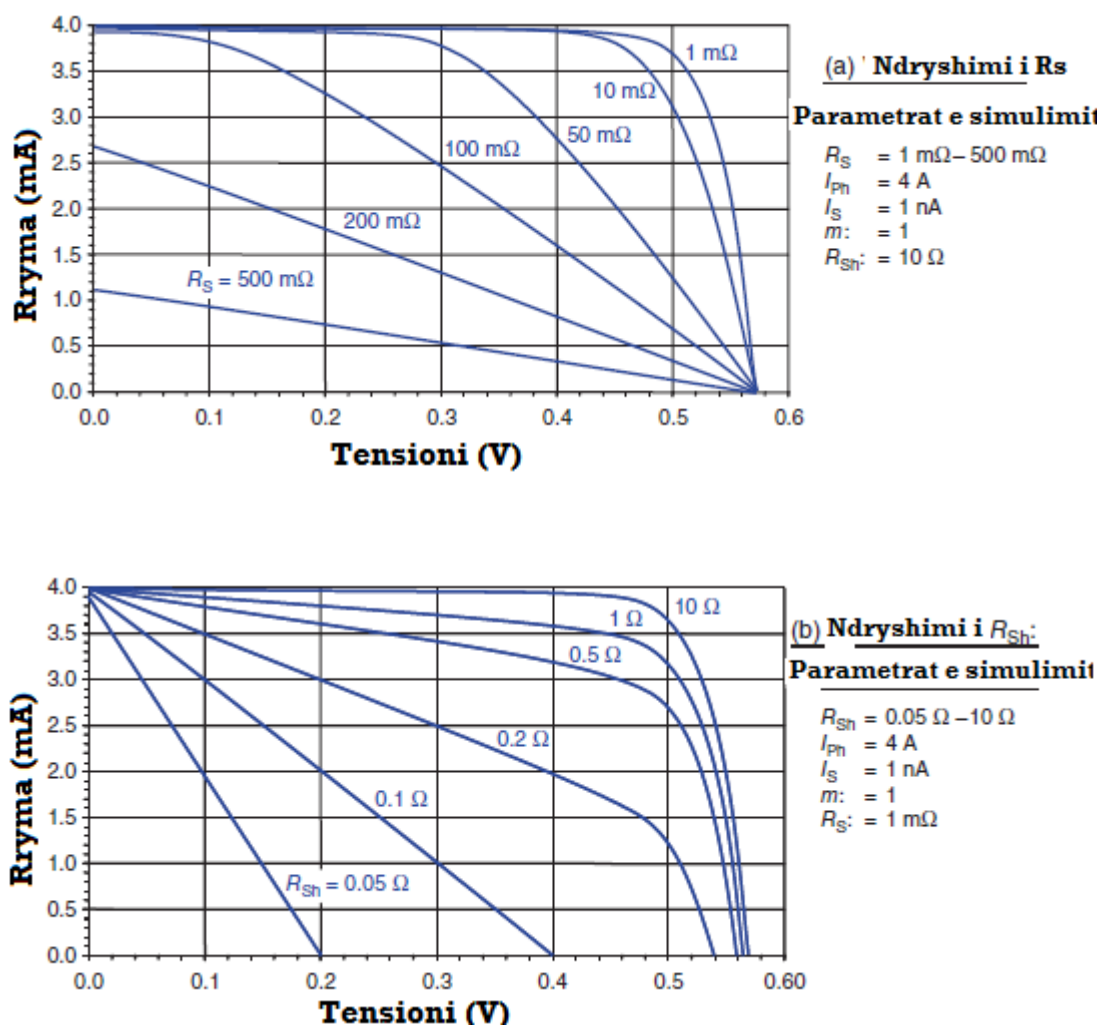


Fig. 2.58 Ndikimi i R_S dhe R_{SH} në karakteristikat e qelizave diellore

2.12 Rendimenti teorik

Për të llogaritur rendimentin teorik të qelizës diellore duhet të kemi parasysh që faktori i ngopjes realisht është më i vogël se 100%, dhe si u pa më sipër $I_{MPP} < I_{SC}$ dhe $V_{MPP} < V_{OC}$.

Rendimenti teorik mund të përcaktohet (Sollmann, 2009), (Mertens, 2014):

$$\eta_T = \frac{P_{MPP}}{E \cdot A}$$

Duke kujtuar barazimin për përcaktimin e faktorit të ngopjes, rrjedh:

$$\eta_T = \frac{FF \cdot V_{OC} \cdot I_{SC}}{E \cdot A} = FF \cdot \frac{V_{OC}}{V_{Max}} \cdot \frac{V_{Max}}{E} \cdot \frac{I_{SC}}{A} = FF \cdot \frac{V_{OC}}{V_{Max}} \cdot \frac{V_{Max}}{E} \cdot j_{Max}$$

Ku j_{max} është densiteti maksimal i rrymës dhe ka vlerë 44,1 mA/cm² për një spektër AM1.5.

Për një qelizë Si kristalinë rendimenti teorik arrin në 28,6%.

Humbjet në qeliza diellore

Vlera e përcaktuar më sipër është vlerë teorike, pasi gjatë studimit tonë duhet të marrim parasysh edhe humbjet optike dhe elektrike që ndodhin, tipet e të cilave janë përmbledhur më poshtë (2.59):

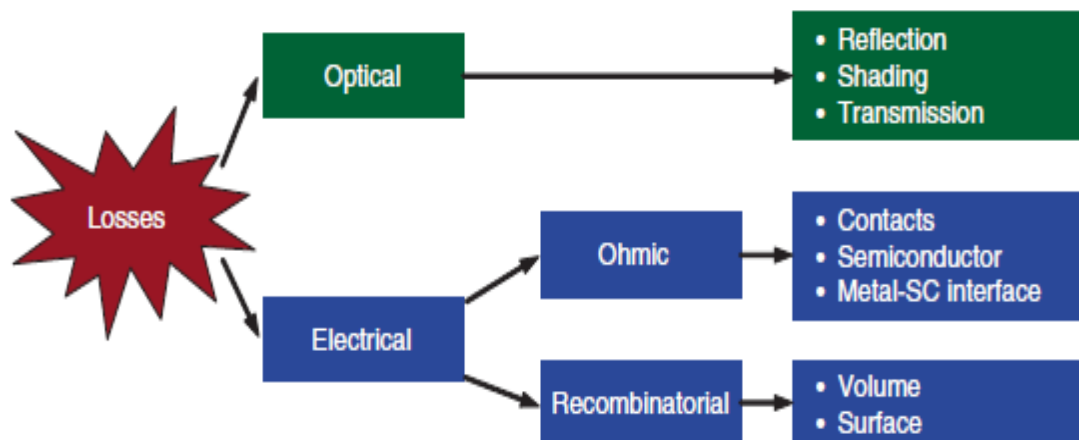


Fig. 2.59 Tipet e humbjeve në qelizën diellore, (Mertens, 2014)

a) Humbjet optike

Këto humbje shkaktohen nga reflektimi I dritës në sipërfaqe dhe për rastin e Silicit, reflektimi shkon deri në 30%. Si u tha më lart, vendosja e sipërfaqeve kundra reflektimit e ul vlen mesatare të reflektimit për një spektër AM 1.5 në rreth 10%. Për të ulur akoma më tepër vlerën e reflektimit të rrezeve, shfrytëzohet edhe mënyra e strukturimit të sipërfaqes së qelizës, e cila gdhendet me një acid në anën më të ashpër të saj. Në këtë rast rrezja e reflektuar nuk humbet, por përplset në një pjesë tjetër të sipërfaqes së qelizës dhe përsëri një pjesë e saj reflektohet. Pra dritës I jepet edhe një shans tjetër dhe përmirësimi është I ndjeshëm në më shumë se 20%. Në figurën 2.60 a) tregohet zvogëlimi I reflektimit nisur nga struktura, duke i dhënë dritës një mundësi të dytë.

Vendosja e një shtrese reflektuese në fund të qelizës (zakonisht shtresa e kontaktit prej aluminit) do të rritë gjatësinë e rrugës së rrezes brenda gjysëmpërcjellësit, si në figurën 2.60 b).

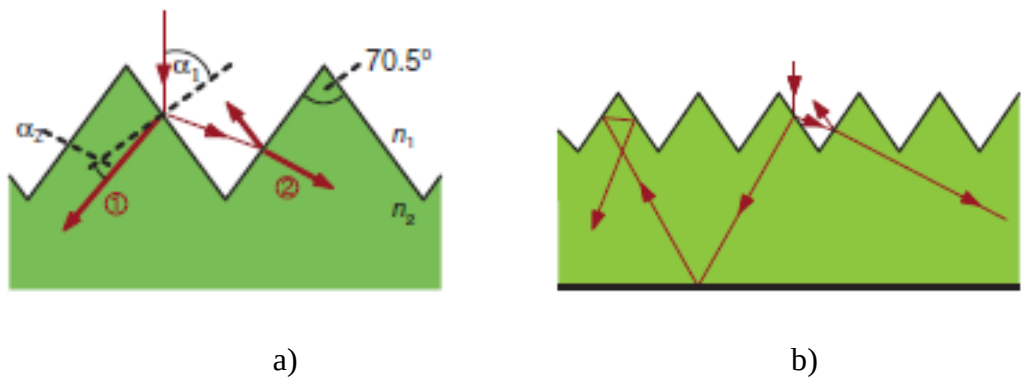


Fig. 2.60 Zvogëlimi I reflektimit nisur nga struktura, duke i dhënë dritës një mundësi të dytë, (Mertens, 2014).

b) Humbjet e hijëzimit për shkak të kontakteve

Këto krijohen në vendin e kontaktit mes qelizës dhe përcjellësit (figura 2.61). Ky kontakt nuk mund të jetë i vogël, për shkak të rezistencës ohmike. Nga ana tjetër humbjet rriten sa më e madhe të jetë gjerësia e kontaktit. Zakonisht gjerësia e tyre shkon në (100-200) μm .

Zvogëlimi i këtyre humbjeve mund të ndodhë, nëse vendosim direkt kontaktet në materialin gjysëmpërcjellës.

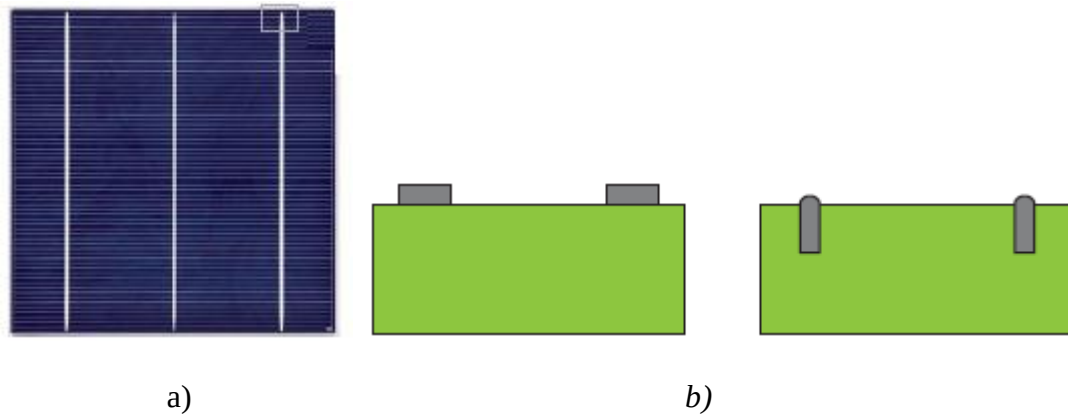


Fig. 2.61 a) Humbjet e hijëzimit për shkak të kontakteve; b) krahasimi i kontakteve standarte me ato të vendosura në gjysëmpërcjellës, (Mertens, 2014)

c) Humbjet elektrike dhe ohmike

Këto humbje vinë si rezultat i këtyre faktorëve:

- Humbjet elektrike në kontaktine sipërm të qelizës.
 - ✓ Për të reduktuar humbjet nga ky faktor duhen kontakte të ngushta dhe të thella
- Humbjet ohmike në materialin gjysëmpërcjellës

- ✓ Rritet niveli I dopingut në shtresën gjysëmpërcjellëse n
- Humbjet në bashkimin metal-gjysëmpërcjellës
 - ✓ Ndryshimi I nivelit të dopingut në zonën rrethuese pranë kontaktit metalik.

2.13 Qeliza të teknologjive të ndryshme

Le të shohim disa qeliza të prodhuara me teknologji të ndryshme, rendimenti I të cilave pretendohet të jetë I lartë.

Qeliza, që njihet si një nga qelizat me rendiment më të lartë, është prezantuar në vitin 1980 nga profesor Martin Green i Universitetit New South Wales (UNSW) në Australi. Profesor Martin Green theu rekordin botëror në lidhje me rendimentine qelizave diellore. Kjo qelizë është ndërtuar me kontakte të thella në materialin gjysëmpërcjellës dhe me strukturë, në të cilën rrezja e reflektuar bie përsëri mbi një sipërfaqe qelize dhe më pas një pjesë e saj udhëton brenda qelizës (si u pa më parë). Qeliza ka rendimentin 17.5% dhe sipërfaqe 150 cm^2 . Qeliza e printuar me lejen e prof. Martin Green tregohet në figurën 2.62 (Ha^oberlin, 2012; Mertens, 2014).

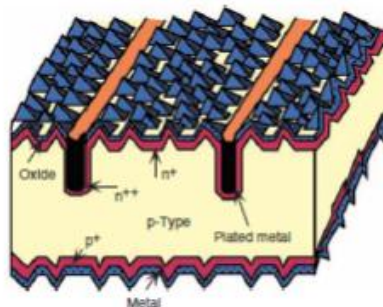


Fig. 2.62

Përmirësimi i qelizës ndodhi duke vendosur kontaktet në anën e poshtme të qelizës duke rritur dhe trashësinë e tyre sipas dëshirës. Gjithashtu midis kontakteve dhe shtresës së Silicit, mund të vendoset një shtresë SiO_2 . Në 1988 u arrit që qeliza në laborator të kishte rendimentin 22.3 %. Kompania “SunPower Company” e zhvilloi më tej ate dhe e emërtoi A-300. Si qelizë rekord është shënuar ajo me sipërfaqe 150cm^2 dhe me rendiment më të madh se 24%.

Qeliza PERL(Passivated Emitter Rear Locally diffused) është kampione në rendiment, e sjellë përsëri nga UNSW në Australi. Pamja e saj dhe karakteristika V-A e saj tregohen në figurën e mëposhtme (2.63):

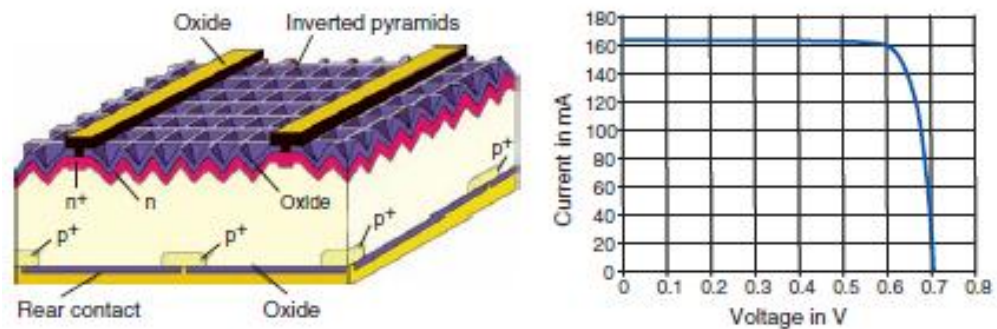


Fig. 2.63 Pamja e qelizës PERL dhe karakteristika V-A e saj, (Mertens, 2014)

Si vihet re nga figura e mësipërme, kontaktet janë vendosur nga ana e poshtme, ndërsa nga ana e sipërme është vendosur një shtresë në formë piramidash, që ndikojnë në rritjen e rendimentit të qelizës, si u përshkrua më sipër. Shtresat poshtë saj (shtresat e oksidi të silicit dhe nitrid silici) formojnë një shtresë dyfishe kundra reflektimit .

Qeliza ka këto parametra pune:

- ✚ Rryma e lidhjes së shkurtër 42 mA/cm^2 , (Green, The path to 25% silicon solar cell efficiency: History of silicon cell evolution. Progress in, 2009)
- ✚ Tensioni i qarkut të hapur 714 mV , (Suntech, 2009)
- ✚ Faktori i ngopjes $FF = 83\%$
- ✚ Rendimenti 25%

Suntech Company nisur nga qeliza PERL ndërtoi qeliza më të thjeshta (me faktor reflektimi të ulët, një shtresë kundra reflektimit, etj) dhe i emëroi “Pluto”.

Dita-ditës presim zhvillime të reja në lidhje me teknologjitë e prodhimit të qelizave, pasi kohët e fundit vëmendja është përqëndruar në përmirësimin e tyre duke përdorur materiale, si silici amorf, silici kristalinë, kombinimin e tyre, etj. Gjithashtu po përmirësohet rendimenti i tyre duke zëvendësuar kontaktet e argjendit me ato të bakrit, zinkut, etj.

Përsa i përket koncentrimin të dritës mund të përdoren lentet apo pasqyrat, si në figurën e mëposhtme (2.64):

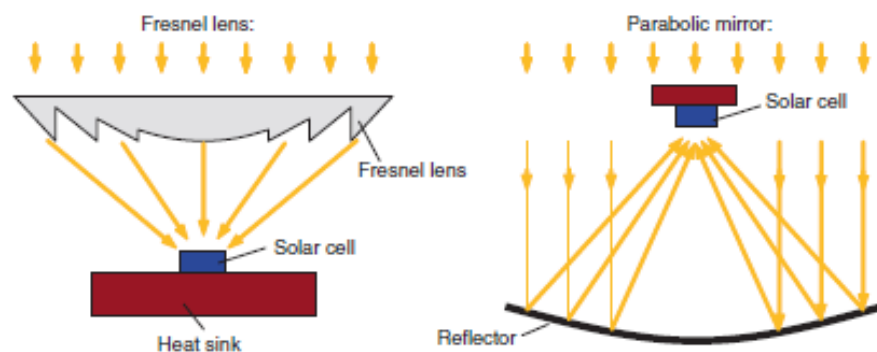


Fig. 2.64 Përqëndrimi i dritës me a) lente; b) pasqyra

Qeliza me përqëndrim, nga *Solar Junction*, ka arritur rendimentin më të lartë në botë: 43.5%. Këto sisteme janë më ekonomike se sistemet e tjerë; ato përdorin rrezatimin direkt, pra një pjesë të rrezatimit global. Ato gjithashtu kërkojnë një sistem për kapjen e rrezeve të diellit, që ia rrit vlerën e rendimentit.

Teknologji të ndryshme të prodhimit të qelizave në vite të ndryshme tregohen në figurën 2.65.

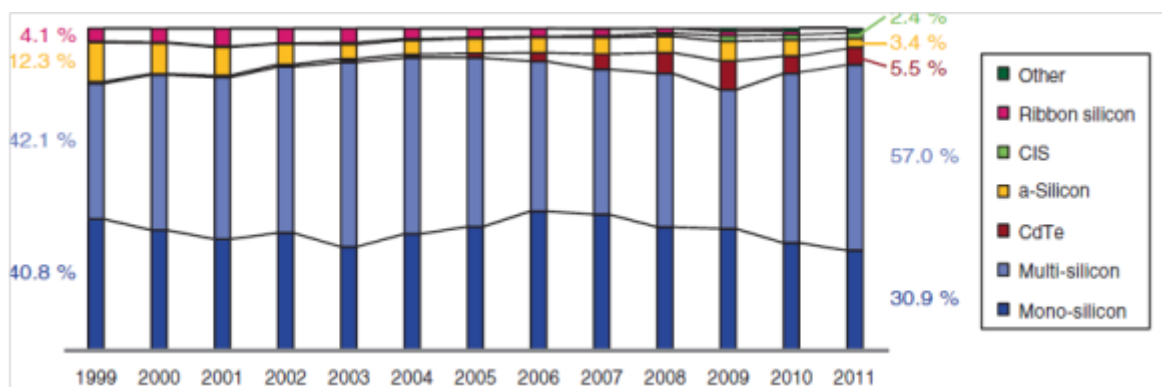


Fig. 2.65 Teknologji të ndryshme të prodhimit të qelizave në vite të ndryshme (Hering G. , 2012), (Mertens, 2014)

Përsa i përket teknologjive të prodhimit të qelizave, avantazheve dhe disavantazheve të tyre, të dhënat janë përmbledhur në tabelën 2.9. Në tabelë gjithashtu jepen vlerat pik të rendimentit të qelizave laboratorike dhe në kollonën e tretë vlera më e madhe e rendimentit për qelizat e ndodhura në treg.

Si vihet re teknologjitë monokristalinë dhe polikristalinë janë dominuese (80% - 90%) në treg prej vitesh. Në vitin 2011 përdorimi i kësaj teknologjie, pra ajo e *c-Si*, arriti 88%.

Në tabelën e mëposhtme (2.10) jepen të dhënat specifike të disa tipeve të moduleve diellore. Rritja e rendimentit të qelizave në 40 vitet e fundit tregohet në figurën 2.66:

Cell technology	$\eta_{\text{Cell, Lab}} (\%)$	$\eta_{\text{Module}} (\%)$	Important advantages and disadvantages
Mono c-Si	25	20	+ Very high efficiencies + Unlimited availability – Presently high energy amortization time
Multi c-Si	20.4	17	+ High efficiencies + Unlimited availability + Acceptable energy amortization time
a-Si (single)	10.1	7	+ Low temperature coefficient
a-Si (tandem)		8	– Efficiency too low
a-Si (triple)	13	8.2	
a-Si/ $\mu\text{c-Si}$	11.7	10	+ Potential for improvements – Low efficiencies
CdTe	16.7	11	+ Medium efficiencies – Availability problem + Potential for improvements – Image problem + Low energy amortization time
CIS	19.4	15	+ Acceptable efficiencies + Potential for improvements + Low energy amortization time – Availability problem
Mono c-Si/a-Si (HIT cell)	23	19	+ Very high efficiencies + Great potential for improvements
III/V semiconductors	32	n.a.	+ Extremely high efficiencies (with concentration over 40%) – Possible availability problem – Only sensible in concentrator systems

Tabela 2.9 Krahasimi i teknologjive të prodhimit të qelizave diellore.

Designation	SW-245 poly	c-Si M M200	SPR245 NE-WHT	HIT N24C SE19	US-64	U-EA12C	FS-38C	Q-Smart UF 95
Producer	Solarworld	Bosch Solar	SunPower	Sanyo	United Solar	Kaneka	First Solar	Q-Cells
Type of cell	multi-Si	mono-Si	mono-Si	HIT	a-Si	$\mu\text{c-Si}/\text{c-Si}$	CdTe	CdS
Nominal power P_{STC}	240 Wp	200 Wp	245 Wp	240 Wp	64 Wp	120 Wp	80 Wp	95 Wp
Nominal current I_{STC}	7.96 A	8.10 A	6.05 A	5.51 A	3.88 A	2.18 A	1.58 A	1.55 A
Nominal voltage V_{STC}	30.2 V	24.4 V	40.5 V	43.7 V	16.5 V	55 V	50.7 V	61.3 V
Short circuit current I_{SC}	8.44 A	8.70 A	6.3 A	5.55 A	4.8 A	2.6 A	1.70 A	1.7 A
Open circuit voltage V_{OC}	37.2 V	29.7 V	48.5 V	52.4 V	23.8 V	71 V	61.7 V	77.2 V
Temp.-coeff. $TC(I_{\text{SC}})$	0.034%/K	0.035%/K	0.033%/K	0.033%/K	0.1%/K	0.055%/K	0.04%/K	0.01%/K
Temp.-coeff. $TC(V_{\text{OC}})$	-0.34%/K	-0.34%/K	-0.27%/K	-0.25%/K	-0.31%/K	-0.39%/K	-0.27%/K	-0.3%/K
Temp.-coeff. $TC(P_{\text{STC}})$	-0.48%/K	-0.47%/K	-0.38%/K	-0.30%/K	-0.21%/K	-0.35%/K	-0.25%/K	-0.38%/K
NOCT	46 °C	48.4 °C	45 °C	44 °C	46 °C	45 °C	45 °C	51 °C
Module efficiency η_{M}	14.3%	15.1%	19.7%	19.0%	7.5%	9.8%	11.1%	12.7%
Number of cells	60	48	72	72	11	106	154	118
Number of bypass diodes	3	3	3	3	11	1	1	1
Length L in mm	1675	1343	1559	1580	1366	1219	1200	1190
Width W in mm	1001	994	798	768	741	1003	600	650

Tabela 2.10 Të dhënat specifike të disa tipeve të moduleve diellore, (www.photon.info)

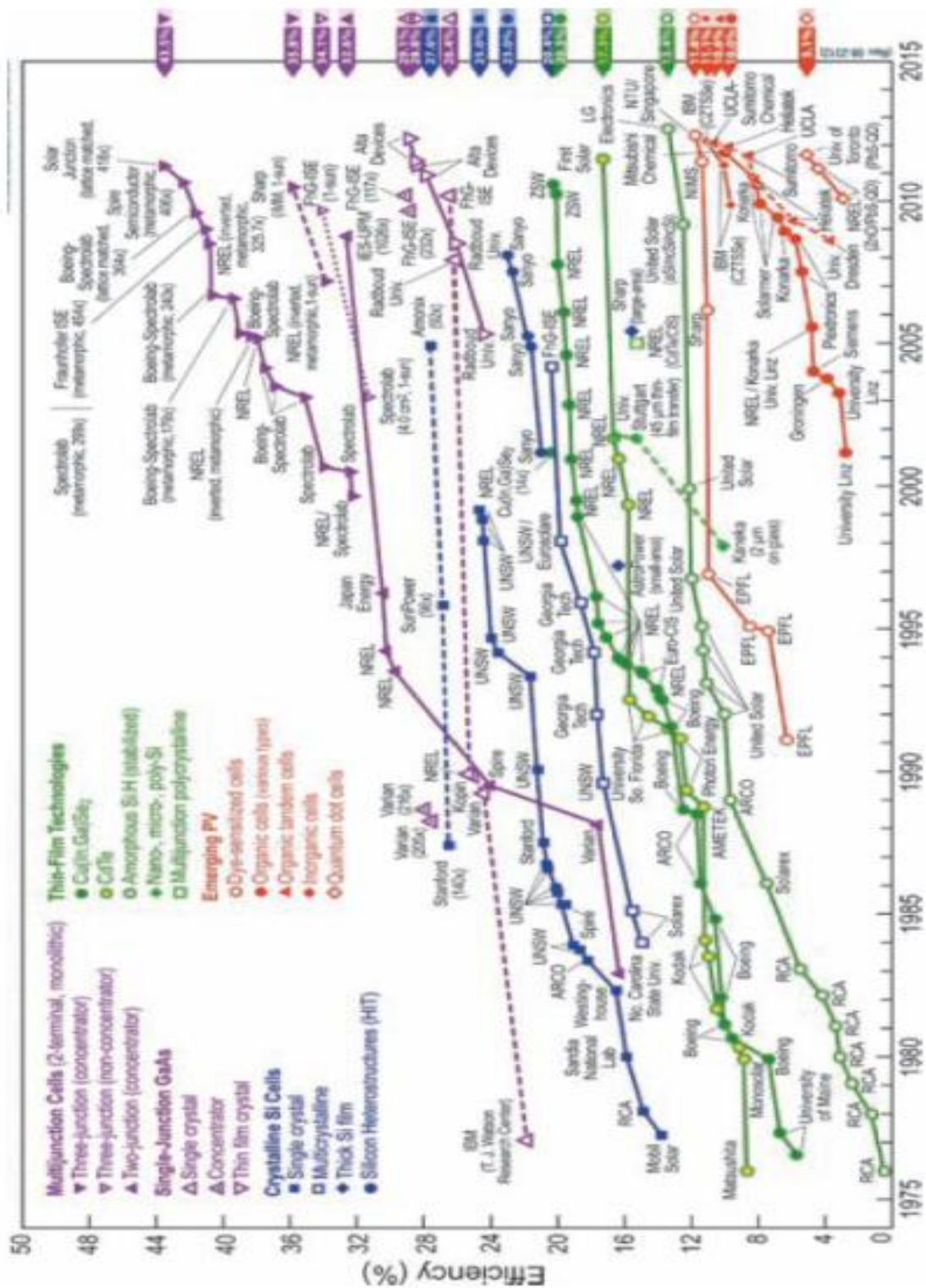


Fig. 2.66 Rritja e rendimentit të qelizave në 40 vitet e fundit, (Agjensia Kombëtare e Burimeve Natyrore; National Renewable Energy Laboratory, 2013)

Vihet re që teknologjia e **qelizave organike** po rritet në mënyrë të shpejtë, brenda 10 viteve, ajo është katërfishuar.

2.14 Mënyrat e lidhjes së qelizave diellore

Karakteristikat e moduleve diellore varen nga karakteristikat e qelizave diellore dhe nga mënyra e lidhjes së tyre. Lidhja në seri apo paralel e tyre ka ndikime të ndryshme, sidomos kur një pjesë e tyre janë në hije. Për të studiuar mënyrat e lidhjes së qelizave, e më pas të moduleve, të kujtojmë karakteristikën V-A të qelizave diellore (figura 2.67).

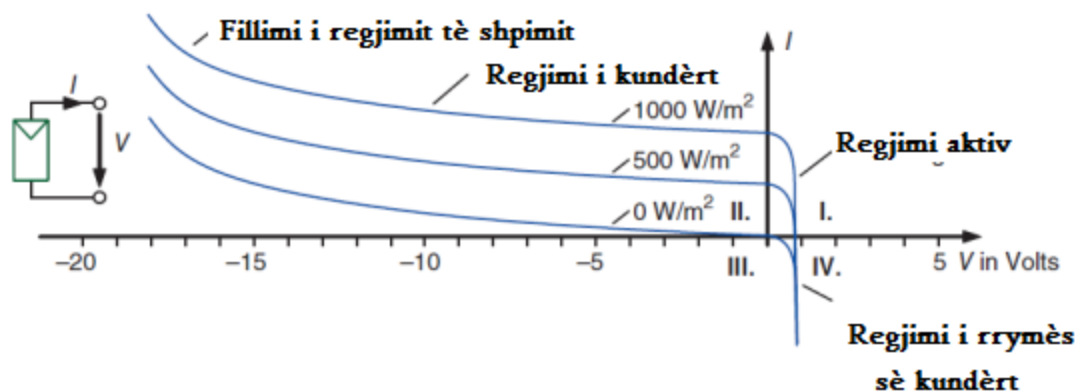


Fig. 2.67 Karakteristika V-A e qelizave diellore

Lidhja në paralel e qelizave

Le të lidhim disa qeliza në paralel në një modul diellor. Nga konceptet bazë të marra në fizikë, dimë që në një qark paralel, tensioni në degët paralele është i njëjtë, ndërsa rryma e përgjithshme varet nga vlerat e rrymave në çdo degë, pra:

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Lidhja e disa qelizave në paralel dhe karakteristika e tyre V-A tregohet në figurën 2.68:

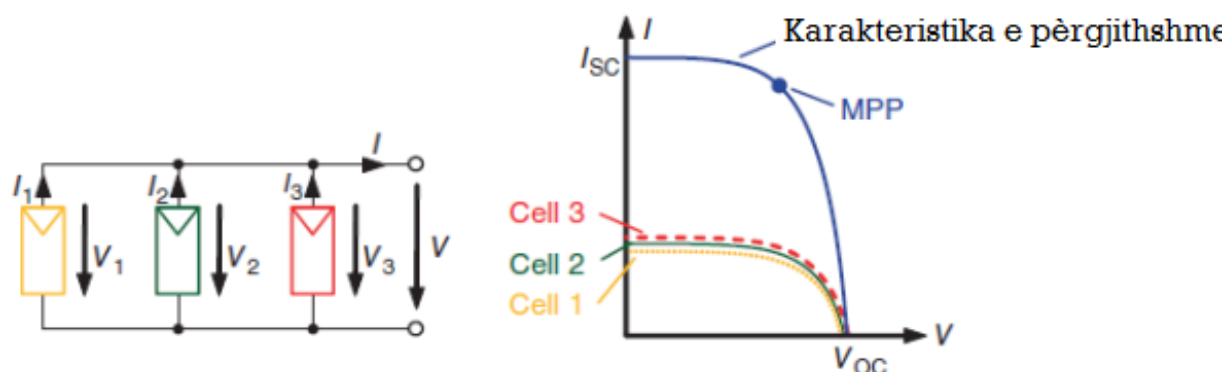


Fig. 2.68 Lidhja e disa qelizave në paralel dhe karakteristikat e tyre V-A,

(Mertens, 2014)

Nëse një pjesë e ndonjëres prej qelizave është në hije, fuqia e humbur varet nga pjesa e sipërfaqes së qelizës që është në hije. Vlera e rrymës së përgjithshme në qark zvogëlohet me të njëjtën vlerë, që zvogëlohet dhe rryma në qelizën e hijëzuar, si tregohet në figurën 2.69.

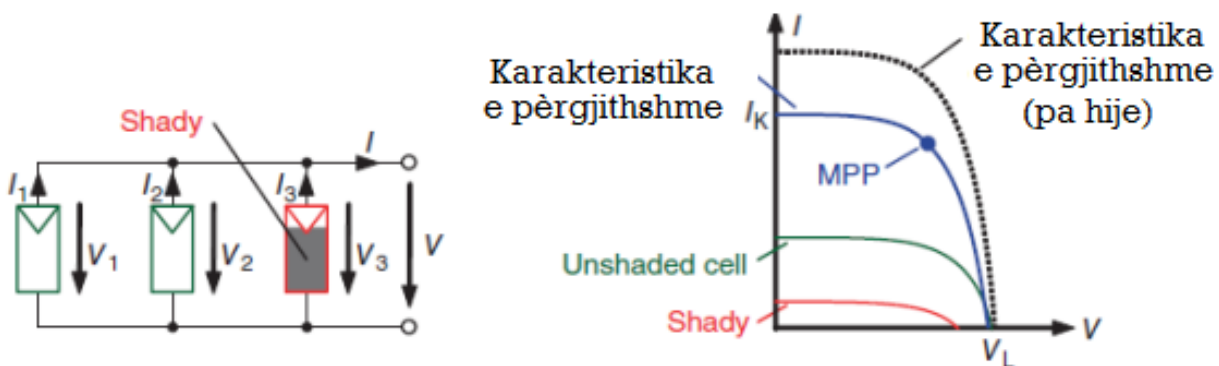


Fig. 2.69 Rasti kur një pjesë e qelizës është në hije.

Lidhja në seri e qelizave

Siç e dimë nga fizika, nga lidhja në seri e disa qelizave krijohet një qark me rrymë të njëjtë në të gjitha qelizat (figura 2.70) dhe me tension të përgjithshëm sa shume e tensioneve në çdo degë.

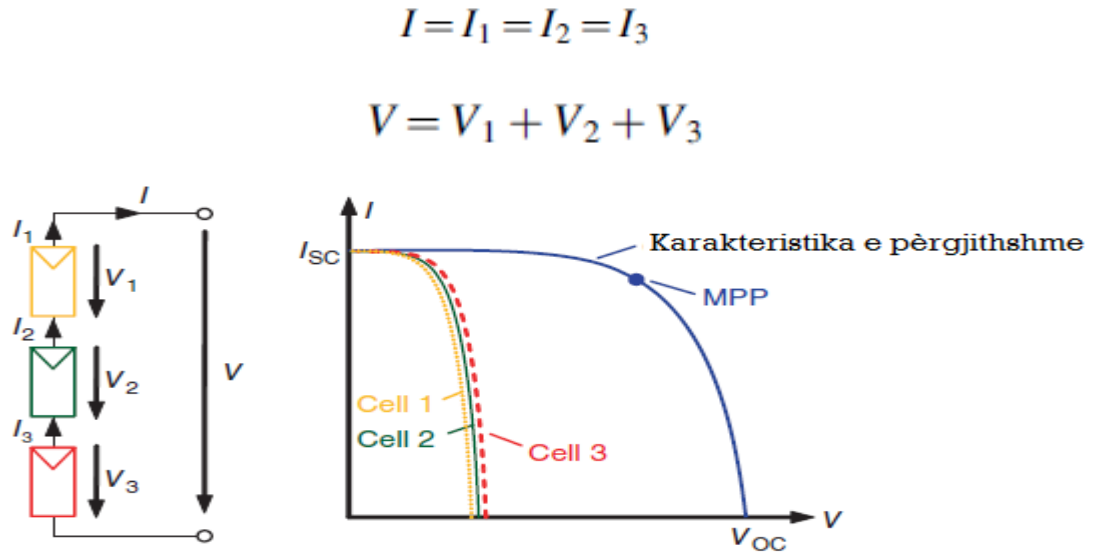


Fig. 2.70 Lidhja e disa qelizave në seri dhe karakteristika V-A e tyre

Nëse njëra prej qelizave është pjesërisht e hijëzuar, kjo sigurisht që ndikon në vlerën e rrymës dhe, si pasojë, karakteristikat kanë formën e treguar në figurën e mëposhtme (2.71):

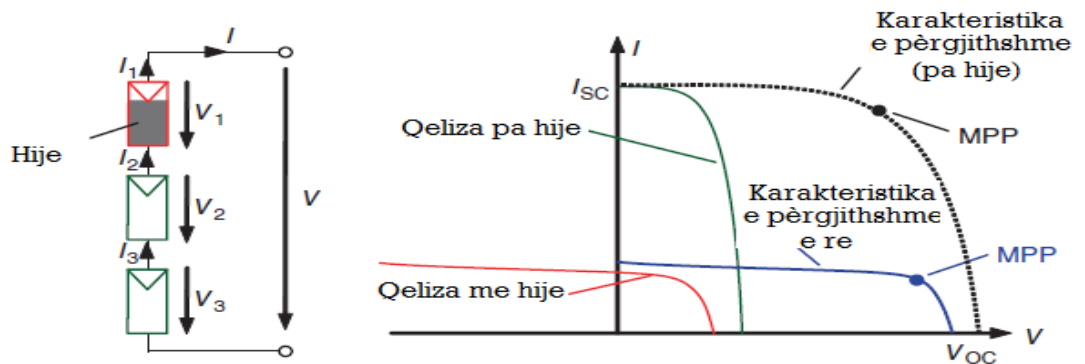


Fig.2.71 Rasti kur një pjesë e një qelize është në hije. (Mertens, 2014)

Fuqia maksimale shihet që është disa herë më e vogël në rastin kur një pjesë e qelizës është në hije se në rastin e qelizave me rrezatim të plotë.

Në modulet më bashkëkohore qelizat zakonisht lidhen në seri dhe numri i tyre mund të jetë 36, 48, 60 ose 72, ndërsa tensioni në pikën me fuqi më të madhe është 18 ose 36V. Nëse njëra prej qelizave supozohet të jetë në hije, atëherë vlera e fuqisë maksimale zvogëlohet shumë. Për këtë arsye duhet të lidhim në antiparalel me secilën prej qelizave, *dioda bypass*. Kur asnjëra prej qelizave nuk ndodhet në hije, tensioni në çdo qelizë është tension i kundërt për diodat dhe në to nuk kalon rrymë. Nëse në njërën prej qelizave bie hije, në të ka tension negativ, dioda polarizohet në të drejtë dhe në të kalon rrymë. Dioda e ka tensionin e gjurit (vlerën e tensionit mes anodës e katodës ku fillon të kalojë rrymë), 0,7V, aq sa vlera e tensionit të qarkut të hapur të një qelize diellore. Si rezultat dioda bypass bën të mundur që ndryshimi i fuqisë maksimale për të dy rastet të jetë i vogël, si në figurë 2.72:

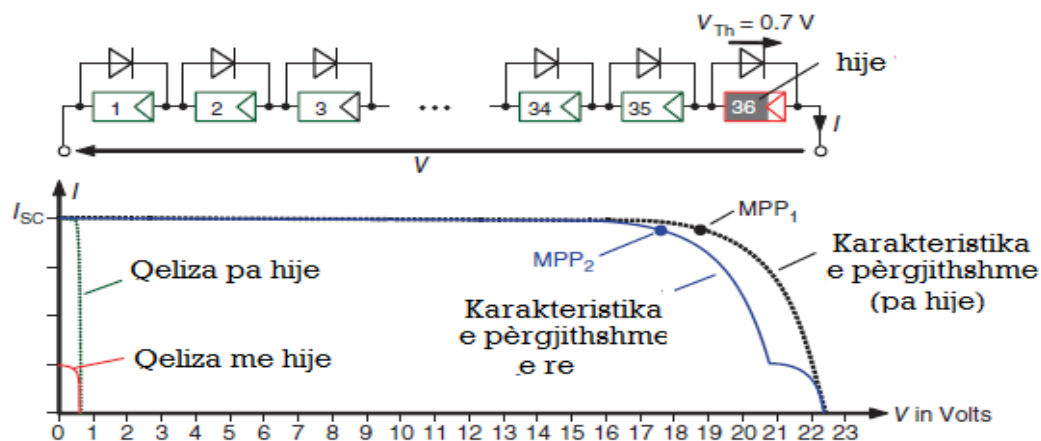


Fig. 2.72 Moduli diellor me 36 qelizadhe me dioda bypass, si dhe ndryshimi i karakteristikave kur një prej qelizave është në hije, (Mertens, 2014).

Praktikisht përdoren dioda bypass, që I përkasin disa qelizave (12, 18 ose 24 qeliza).

2.15 Familja e karakteristikave të moduleve diellore

Familja e karakteristikave të moduleve diellore të Solarworld-165, për qeliza në temperaturë 25° dhe vlera të ndryshme rrezatimi tregohen në figurën 2.73.

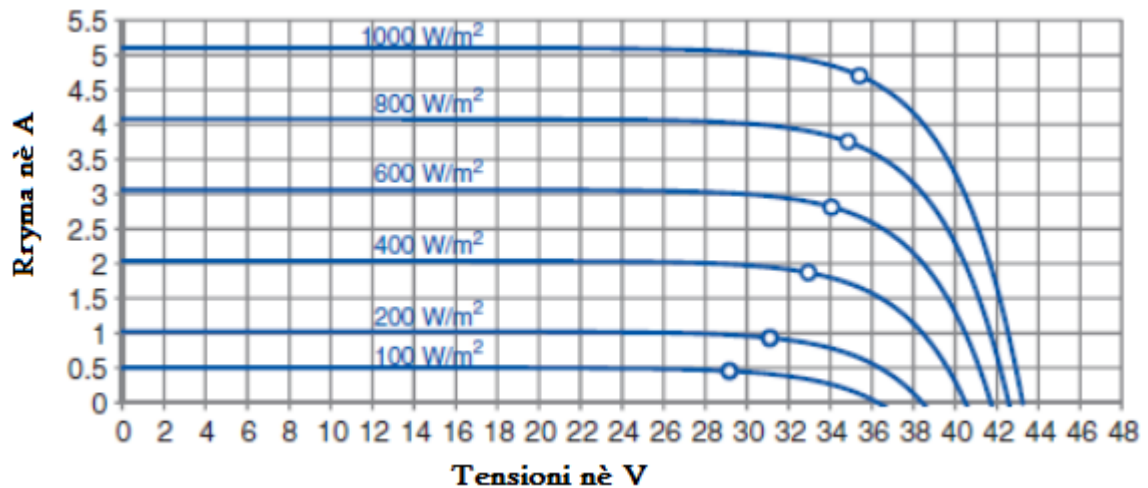


Fig. 2.73 Familja e karakteristikave të moduleve diellore të SW-165, për qeliza në temperaturë 25° dhe vlera të ndryshme rrezatimi (Spektri AM 1.5)

Familja e karakteristikave të moduleve diellore të Solarworld-165, për qeliza në temperaturë 25° dhe vlera të ndryshme temperature tregohen në figurën 2.74, (Mertens, 2014)

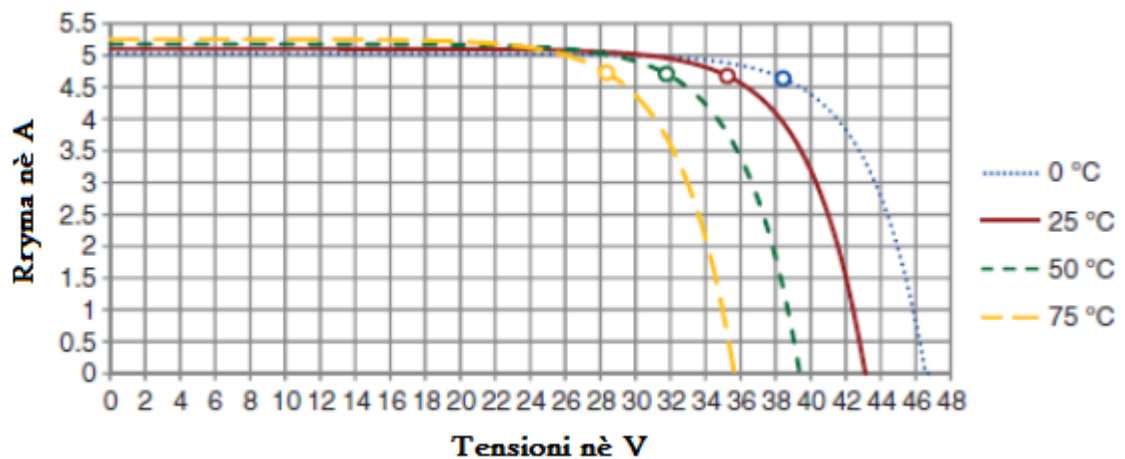


Fig. 2.74 Familja e karakteristikave të moduleve diellore të SW-165rrezatimi $1000\text{W}/\text{m}^2$ dhe vlera të ndryshme temperature (Spektri AM 1.5)

Gjatë instalimit duhet të kemi parasysh që modulet me rrymë të qarkut të shkurtër të njëjtë, duhet të lidhen brenda një rreshti.

Ndërtimi i sistemit bazë

Stuktura tipike e një sistemi fotovoltaiik të lidhur me rrjetin elektrik, tregohet në figurën 2.75. Modulet diellore të lidhura në seri me anën e kablllove elektrik shkojnë në kutinë e lidhjeve të gjeneratorit, ku ndodhen dhe siguresat. Brenda kësaj kutie vendosen edhe disa elemente, që shërbejnë për shkëputjen e qarkut të rrymës së vazhduar. Dy varistorët sigurojnë mbrojtjen e qarkut nga tensionet maksimale (pik) në raste vetëtimash. Nga kutia e lidhjeve, kabllot e rrymës së vazhduar shkojnë nëpërmjt një çelësi qendror në inverter. Këto çelësa sigurojnë shkëputje e pjesës së sistemit diellor nga inverteri.

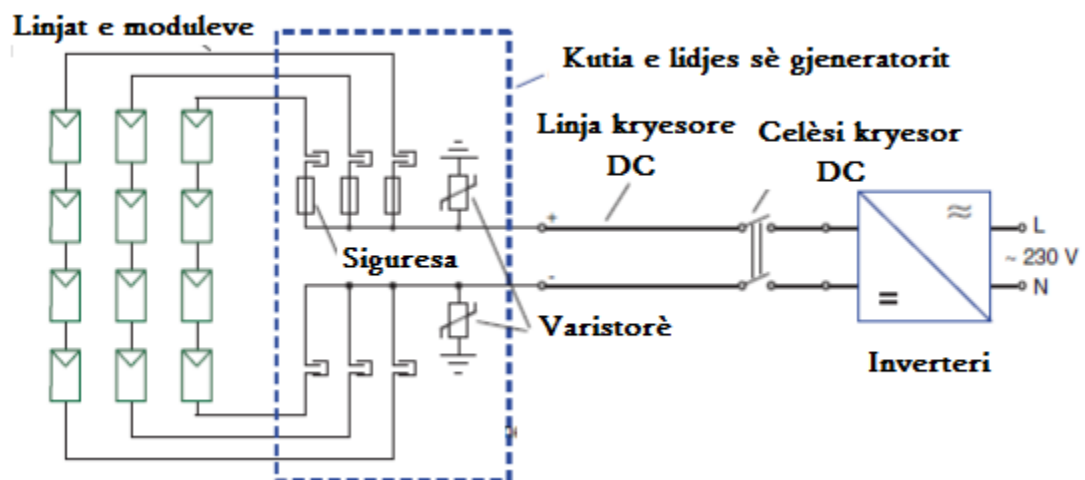


Fig. 2.75 Ndërtimi i sistemit bazë fotovoltaik deri te rrjeti elektrik, (Mertens, 2014)

Pamja e brendshme e një kutie lidhjesh tregohet në figurën 2.76.

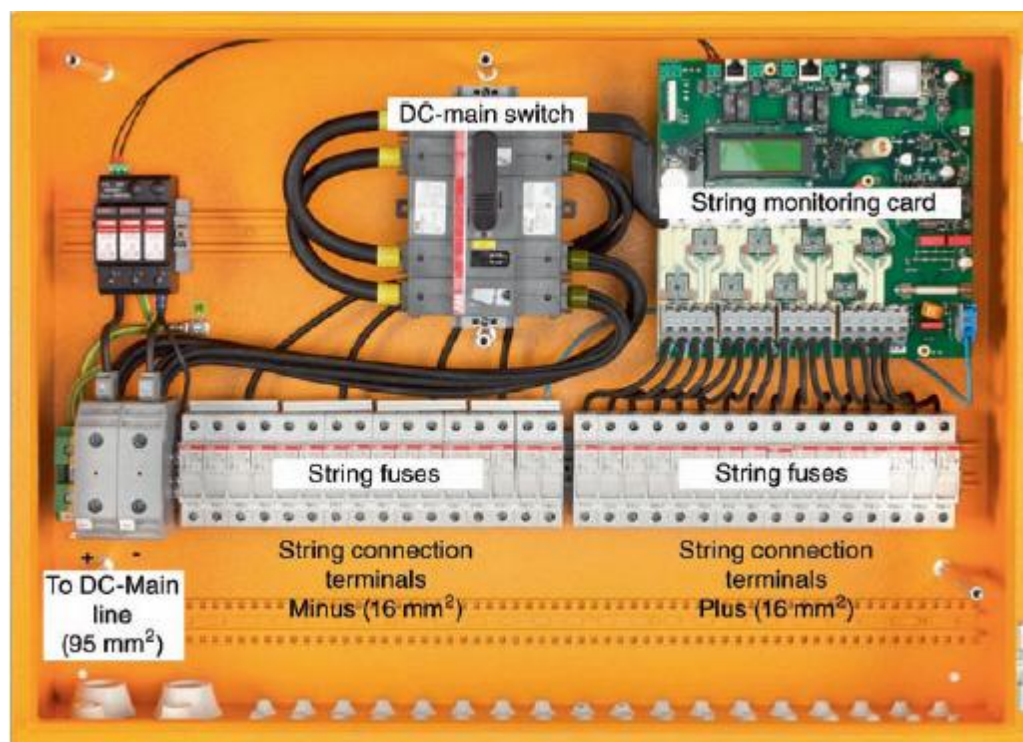


Fig. 2.76 Pamja e brendshme e një kutie lidhjesh, brenda të cilës ndodhen edhe instrumente elektronik për monitorimin në distancë të kabllave, (Mertens, 2014).

Në sistemet e vegjël, kutia e lidhjeve përfshihet brenda inverterit. Kabllot e rrymës së vazhduar duhet të jenë me izolim dyfish (për t'u mbrojtur nga qarqet e shkurtra), rezistent ndaj rrezeve ultraviolett, ndaj zjarrit, si dhe ndaj temperaturave të larta të punës. Përcjellësit “diellor” duhet të sigurojnë lidhje, të jenë të thjeshtë dhe të sigurtë, si tregohen në figurën 2.77:

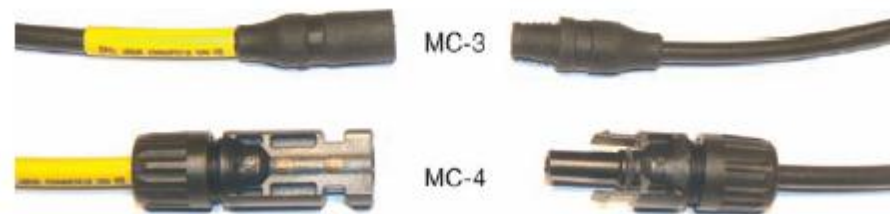


Fig. 2.77 Disa priza që sigurojnë lidhjen e përcjellësve nga ana e qelizave diellore.

Përsa i përket humbjeve maksimale të fuqisë kabllore, duhet të plotësohet ky kusht:

humbjet maksimale kabllore nga ana e rrymës së vazhduar duhet të jenë maksimumi 1% e fuqisë nominale të sistemit.

2.16 Mënyrat e vendosjes së moduleve diellore

Gjatë kësaj nënçështje do shohim disa nga rastet më të rëndësishme të vendosjes së paneleve.

Sistemi në ambjent të hapur

Sisteme të tilla shfrytëzohen në parqet diellore, nga të cilat fitohen fuqi të rendit MW.

Kështu mund të përmendim parkun diellor në Bavaria, Gjermani. Fuqia totale e tij shkon

në 1.3 MW dhe brenda tij ndodhen 5586 module polikristaline. Një tjetër park diellor është ai i Mehring në Moselle, i cili u instalua nga First Solar Company; fuqia totale e tij shkon në 3.5MW. pamje nga këto dy parqe tregohen në figurën 2.78:



Fig. 2.78 Pamje nga parku diellor në Bavaria, Gjermani (majtas) dhe nga ai në Moselle (djathtas) (GmbH-Germany)

Si shihet strukturat mbajtëse të tyre janë instaluar në tokë. Materiali i strukturës është përgjithësisht alumin, ose çelik i galvanizuar. Bazamenti mund të ndërtohet edhe në formën e tubave me vidhosje në formë spirale.

Sistemet në ambient të hapur mund të ndërtohen dhe me strukturë me ndjekje të diellit, po sigurisht rritet çmimi i sistemit. Shumica përdorin *strukturat kapëse astronomike*, modulet e të cilit vendosen përballë diellit. Kapësit me shkëlqim janë bazuar në sensorët e dritës, të cilët fiksohen në pikën më të ndritshme të qiellit në ditët me re. Mënyra të ndryshme të fiksimit të paneleve tregohen në figurat 2.79 dhe 2.80.



Fig. 2.79 Mënyra të ndryshme të fiksimit të paneleve
(Krinner Schraubfundamente GmbH)



Fig. 2.80 Strukturat me kapje te rrezeve të diellit (SOLON, Urnato ©)

Sistemet e vendosura në çatitë e rrafshta

Sistemet e vendosura në çati përdorim në përgjithësi struktura alumini. Në figurën e mëposhtme tregohet një rast i tillë në Universitetin Munter të Shkencave të Zbatuara në vitin 1994 dhe në vitin 2008. Në rastin e fundit modulet janë vendosur në tuba plastikë (figura 2.81).



a)



b)

Fig. 2.81 Sistem fotovoltai a) në vitin 1994; b) në vitin 2008 (Göbel)

Vitet e fundit kanë filluar të përdoren mbajtëse me sipërfaqe të vogla dhe me forma të mbyllura, të cilat ofrojnë rezistencë të madhe ndaj erës, si në figurën 2.82:



Fig. 2.82 Mbajtëse modulesh në rastin e çatave me pjerrësi të ulët, me kapacitet të vogël mbajtës dhe rezistente ndaj erës, (LORENZ-Montagesysteme)

Sistemi në çatitë e pjerrëta (Pitched roof system)

Kjo është mënyra më e zakonshme e instalimit të sistemeve fotovoltaike si në zonat urbane, dhe në ato rurale (figura 2.83).



Fig. 2.83

Po ashtu në figurën 2.84, vendosja e moduleve bëhet në çatinë e shtëpisë dhe është në harmoni të plotë me arkitekturën e shtëpisë (AG), (Mertens, 2014).



Fig. 2.84

Sistemet fasadë

Ky tip instalimi të moduleve përdoret më tepër në ndërtesat industriale apo zyrtare. Në figurën e mëposhtme 2.85 (a) është përdorur një sistem 50kWp me module polikristaline në Gjermani, ndërsa në figurën 2.85 (b) janë përdorur module a-Si.



a)

b)

Fig.2.85 Sistemi fasadë

2.17 Gjeneratorët fotovoltaiik

Deri tani kemi marrë informacion rreth prodhimit të energjisë elektrike nga panelet fotovoltaike, duke kujtuar që rrezatimi diellor binte në qelizë, modul, panel dhe më pas kalonte në gjeneratorin fotovoltaiik. Gjeneratori mund të përdoret për të ushqyer rrjetin elektrik apo ngarkesa të ndryshme. Sistemet fotovoltaike mund të klasifikohen si sisteme të lidhura me rrjetin (on-grid connected systems) ose sisteme të veçuara, pra të palidhura me rrjetin (off-grid systems).

BoS do të shënojme sistemet që përfshijnë të gjitha pjesët përbërëse të nevojshme për një sistem të plotë fotovoltaiik.

Gjeneratori diellor dhe ngarkesa.

Fuqia e prodhuar nga një gjenerator diellor mund të përdoret për ngarkimin e baterive, një pompë uji, ushqimin e rrjetit publik, etj.

Ngarkesa më e thjeshtë është ajo ohmike, karakteristika V-A, e së cilës është një vijë e drejtë, që pret karakteristikat V-A të modulit fotovoltaiik , si më poshtë në figurën 2.86:

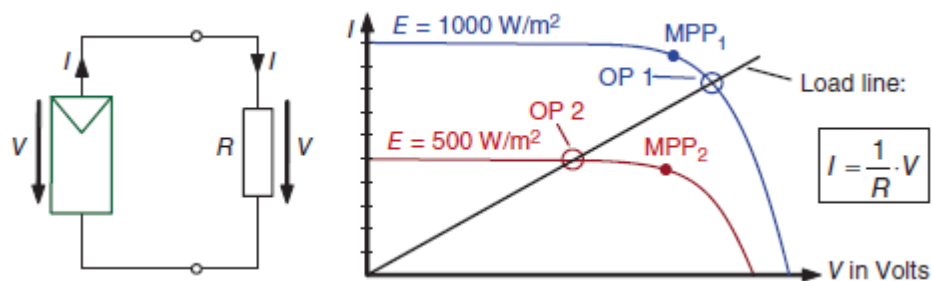


Fig. 2.86 Puna e modulit me një ngarkesë ohmike.

Nëse gjeneratori diellor punon me 1000W/m^2 , pikëprerja e karakteristikave ndodh pranë pikës MPP_1 . Kur rrezatimi përgjysmohet, pika e punës largohet drejt pikës MPP_2 , pra moduli po kontribuon për një pjesë më të vogël fuqie në ngarkesë. Në këtë rast lind nevoja e adaptimit të tensionit me anën e një qarku invertues elektronik të rrymës së vazhduar, që quhet konvertues DC-DC. Ky qark shndërron tensionin e vazhduar në hyrje nga një vlerë V_1 në një vlerë tjetër V_2 , si tregohet në figurën 2.87.

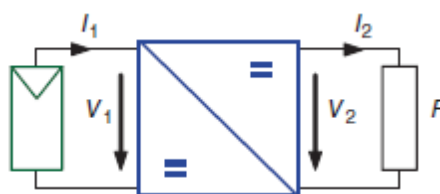


Fig. 2.87 Vendosja e një konverteri DC-DC.

Konverterët DC-DC më cilësor kanë rendiment mbi 95%, idealisht fuqia e hyrjes dhe e daljes janë të barabarta, pra:

$$P_1 = V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2 = P_2$$

Nëse V_1 është i ndryshëm nga V_2 , edhe rrymat I_1 dhe I_2 do të jenë të ndryshme, pra dhe rezistencat respektive, që do të thotë se konvertuesi i tensionit shërben edhe si transformues rezistencash.

Qarku i fitimit të MPP

Në dalje të konverterit DC-DC, fuqia përcaktohet nga vlera e rrymës dhe tensionit. Metoda më e përdorur midis shumë metodave, është metoda e vëzhgimit dhe shqetësimit (Perturb and Observe Method). Qarku bazë për kapjen e MPP, algoritmi dhe

karakteristikat duke u nisur nga pika e qarkut të hapur tregohen në figurën 2.88 (Hering G. , 2012), (Mertens, 2014):

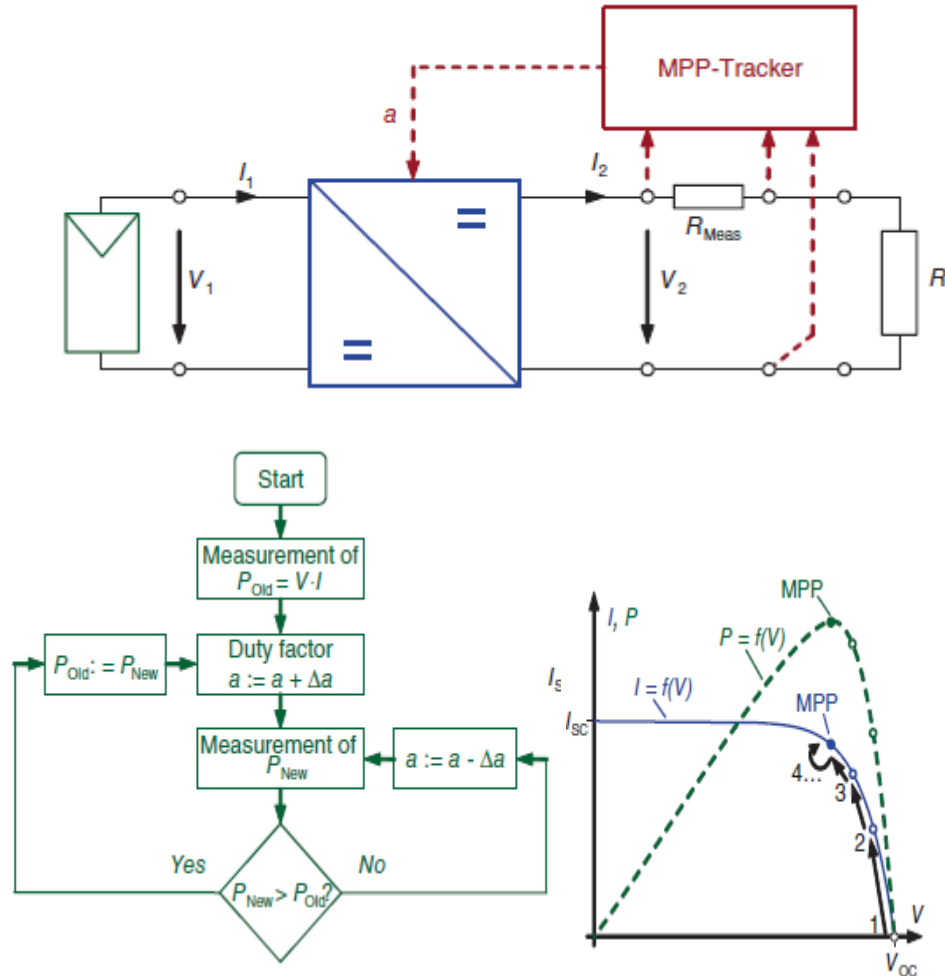


Fig. 2.88 Qarku bazë për kapjen e MPP, algoritmi dhe karakteristikat duke u nisur nga pika e qarkut të hapur.

Parametri a tregon raportin e kohës së punës mbi periodën e plotë të sinjalit dhe quhet faktori i punës ($a = T_w/T$), si në figurën e mëposhtme (2.89):

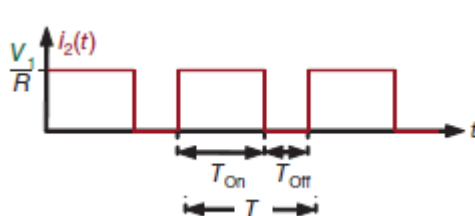


Fig. 2.89 Përcaktimi I intervaleve kohore on, off brenda një periode

Inverteri

Inverteri është zemra e sistemeve fotovoltaike të lidhura me rrjetin. Në këtë rast detyrat e tij janë:

- shndërron rrymën e vazhduar në rrymë alternative sinusoidale
- arrin rendiment të lartë, kur ngarkesa është maksimale
- kap MPP
- monitoron rrjetin për tension, frekuencë, rezistencë
- mat mbrojtjen e personelit:
 - inverteri me transformator monitoron izolimin e gjeneratorit diellor
 - inverteri pa transformator monitoron rrymën e mbetur për gjeneratorin diellor
- përgatit të dhënat e gjendjes aktuale (rrymë, tension, fuqi, kodet e gabimit) kundrejt hyrjes së të dhënave nga jashtë.

Inverterat klasik mund të ndërtohen me tiristor në rolin e çelësit, I cili nuk mund të çkyçet nga ana e “Gate”, pra ai mund të kyçet vetëm një herë në çdo periodë. Për të bërë më të vijueshëm sinjalin mund të vendosim filtra në qark.

Inverterët, të cilët përdorin GTO, IGBT dhe MOSFET fuqie si çelësa, quhen inverter të vetkomutueshëm, pasi këto elemente në rolin e çelësit lejojnë kyçjen dhe çkyçjen e shpejtë (p.sh. me frekuencë 20 kHz), si në figurën e mëposhtme (2.90):

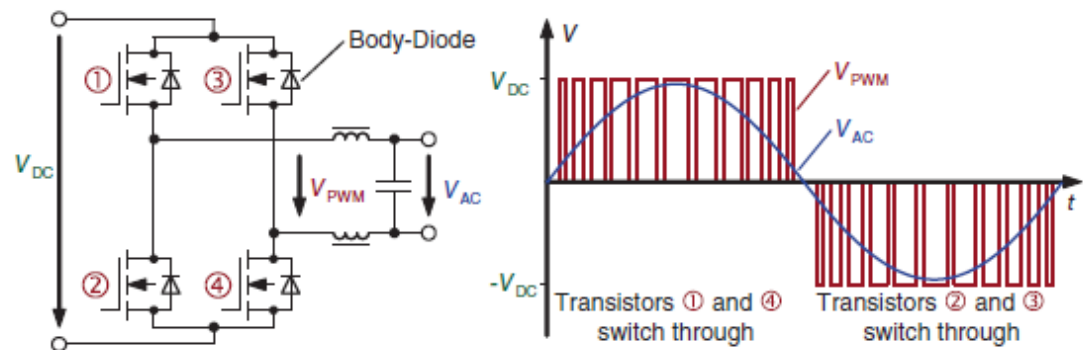


Fig. 2.90 Inverteri I vet-komutuar

Rryma e vazhduar është “copëtuar” në impulse me gjerësi të ndryshme dhe mund të filtrohet me filtër të frkuencave të ulëta (LPF ose Low Pass Filter). Kështu në dalje marrim një sinjal sinusoidal me frekuencë 50Hz.

Inverterët pa transformator

Skema e plotë e një inverteri pa transformator, si dhe e disa blloqeve të domosdoshëm në punën e një inverteri pa transformator është treguar më poshtë (2.91). skema e inverterave pa transformator, përbëhet nga disa blloqe, ku ndër më të rëndësishmit është konverteri. Boost konverter janë konvertues DC-DC, në dalje të të cilëve tensioni është më i lartë se ai në hyrje. Tensioni në dalje të konverterit, i cili hyn në urën PWM, që përfshin dhe dy bobina, del si tension sinusoidal me frekencë 50 Hz dhe ushqen rrjetin.

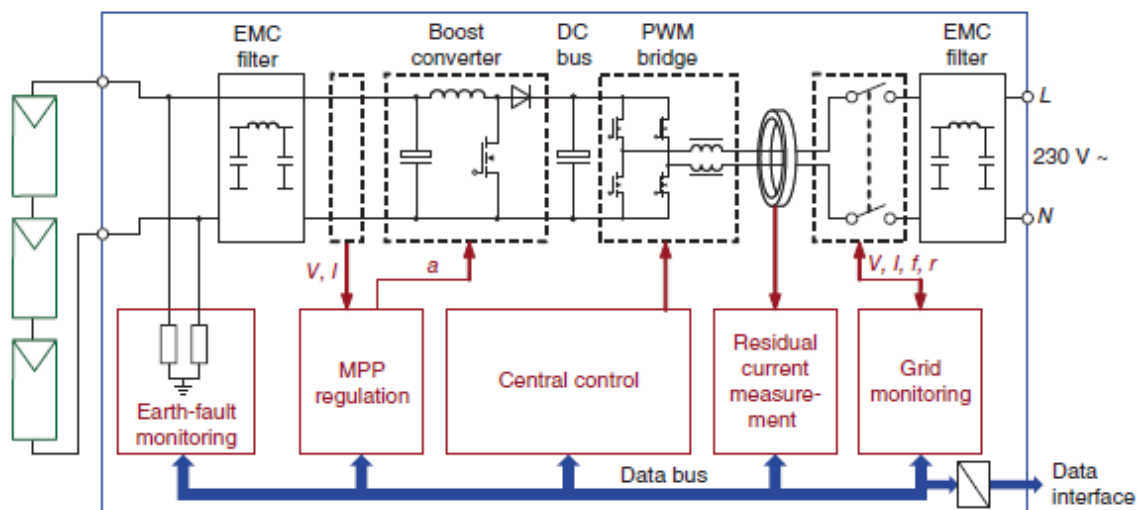


Fig 2.91 Skema e inverterit pa transformator

Si shihet sistemi nuk ka ndarje galvanike mes rrjetit dhe moduleve fotovoltaike në këtë rast, kështu që duhet një pajisje mbrojtëse nga rrymat e rrjedhjeve. Kur bëhet fjalë për gjenerator fotovoltaik me fuqi të madhe, një pajisje e tillë e zakonshme nuk mjafton.

Për t'u siguruar që tensioni dhe frekuenca e sinjalit që shkon në rrjet është në vlerat e lejuara, duhet bërë *monitorimi i rrjetit*.

Në urën me modulim të gjerësisë së impulsit, tensioni i vazhduar “copëtohet” nga ura MOSFET në impulse me gjerësi impulsesh të ndryshme. Tranzistorët MOSFET, në rolin e çelësave, punojnë dy e nga dy me rrallë. Në dalje vendoset një filtër i frekuencës së ulët dhe fitohet tensioni i dëshëruar me frekuencë 50 Hz. Sinjalet me frekuencë të lartë thithen nga pajisje të tjera të lidhura me rrjetin, p.sh. radiot. Kjo është arsyeja e vendosjes së një filtri para se sinjali të kalojë në rrjet.

Shpesh në paralel me tranzistorët vendosen dioda, nëpër të cilat bëhet e mundur kalimi i rrymës, kur tranzistorët shkojnë në gjendje të çkyçur (për të bërë të mundur kalimin e rrymave të rrjedhjes), si në figurën 2.92. Në këto raste duhet patur parasysh efekti i

degradues i moduleve të Silicit kristalin, pasi mund të krijohen diferenca potenciali shumë të larta mes tensionit egzistues dhe atij të tokës ($V = 0$). Ai mund të ketë vlera qindra Volt.

Inverterët me transformator

Transormatori bën izoloimin galvanik mes gjeneratorit diellor dhe rrjetit, veçanërisht për shkak të mbrojtjes së personelit. Nga ana tjetër transformatorët me frekuencë 50 Hz janë të mëdhenj, të rëndë, të shtrenjtë dhe kanë humbje elektrike të larta. Transoformatori i invertërave këkohet për sisteme me tensione nën 200V. Në këto raste nuk ka rrezatim elektromagnetik. Skema bazë e një inverteri me transformator rrjeti tregohet në figurën 2.92

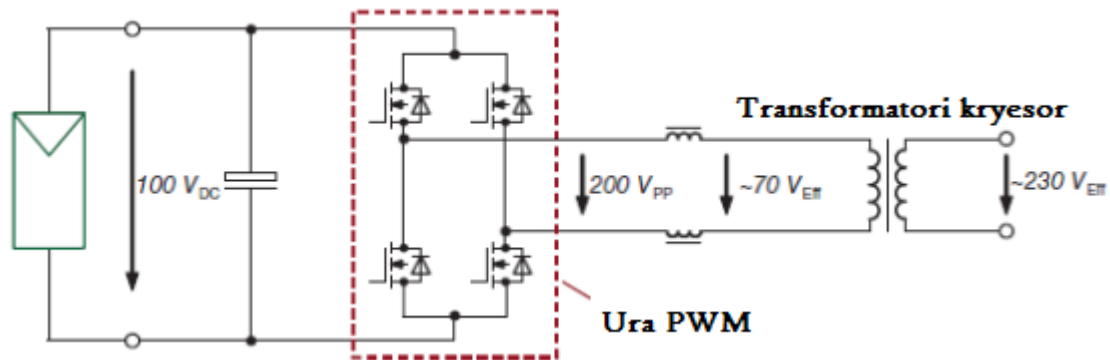


Fig. 2.92 Inverteri me transformator rrjeti

Nëse supozojmë që tensioni në hyrje është 100 V DC, ai coptohet nga ura PWM në tension me vlerë pik-pik 200 V. Vlera efektive e tij është afërsisht 70V dhe nëpërmjet transformatorit të rrjetit në dalje tensioni ka vlerën e dëshëruar 230V.

Inverterët me transformator të frekuencave të larta

Në këto raste tensioni i vazhduar konvertohet me anën e urës PWM në tension alternativ me frekuencë të lartë. Tensioni alternativ me frekuencë të lartë drejtohet dhe filtrohet,

duke fituar kështu një tension pulsant me një gjysëmvalë. Ky tension hyn në bllokun pasardhës urë, qark i cili ndryshon polaritetin çdo 10 ms.

Transformatorët e frekuencave të larta janë më të vegjël, më të lehtë, më të lirë dhe me humbje më të vogla se ato me frekuencë 50 Hz. Skema bllok e një inverteri me transformator të frekuencave të larta tregohet në figurën 2.93.

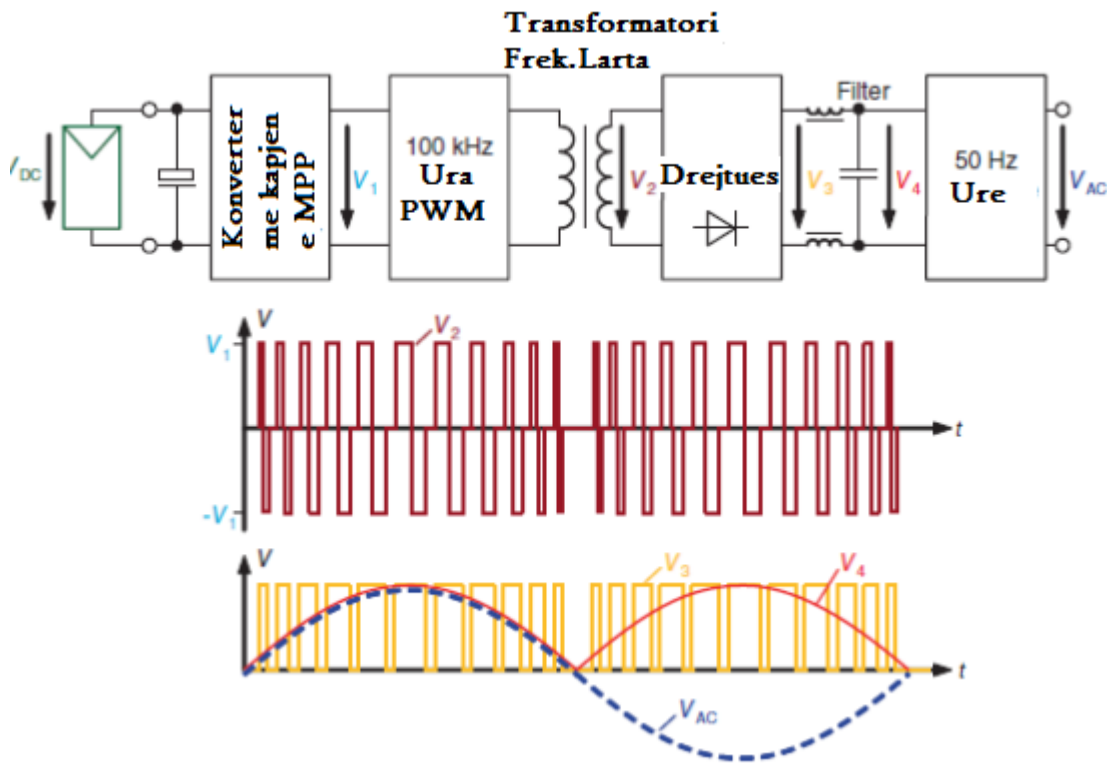


Fig. 2.93 Inverteri me transformator të frekuencave të larta (Häberlin & John Wiley & Sons, 2012).

Veçoritë e inverterave të tipeve të ndryshme janë përmbledhur në tabelën e mëposhtme (2.11):

Features	Inverter with grid transformer	Inverter with HF transformer	Inverter without transformer
Galvanic isolation	Yes	Yes	No
Residual current monitoring necessary	No	No	Yes
EMC radiation of the solar generator	Little	Little	Possibly high
Usage with $V_{DC} < 150$ V	Quite possible	Possible	Hardly possible
Usage with thin film modules	Yes	Yes	Possibly
Size and weight	Large	Medium	Low
Efficiency	Poor	Medium	High

Tabela 2.11 Avantazhet dhe disavantazhet e tipeve të ndryshme të inverterave

Inverter trefazor

Vitet e fundit ka lindur nevoja e instalimit të paneleve diellore më të mëdha, si në ferma, fabrika, etj., pra është rritur numri i inverterave në treg që ushqejnë rrjetin trefazor (me fuqi mbi 5 KW).

Një inverter i tillë tregohet në figurën e mëposhtme (2.94). Ura PWM është ndërtuar me 6 çelësa gjysëmpërcjellës, nga e cila prodhohen tre tensione, të sfazuara me 120° njëri nga tjetri.

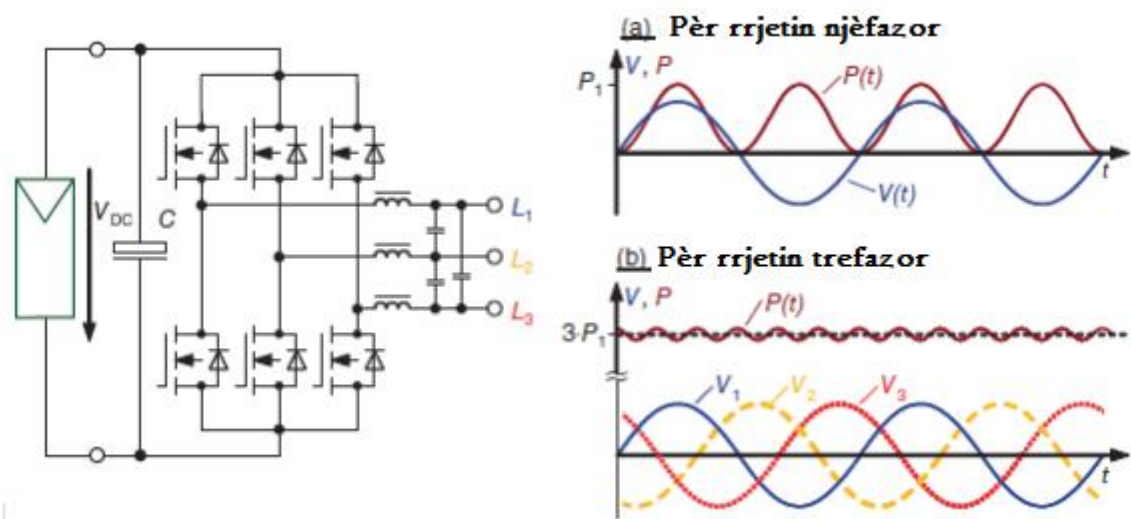


Fig. 2.93 Skema bazë e inverterit që ushqen rrjetin trefazor.

Për të gjeneruar tension trefazor 400V duhet që tensioni i vazhduar në hyrje të inverterit të jetë:

$$V_{DC_Min} = 400 \text{ V} \cdot \sqrt{2} = 567 \text{ V}$$

Inverterat trefazor pa konverter rritës kanë tensione 600V-800V, që nënkupton se fuqia e rrjetit trefazor është tre herë më e madhe se ajo e rrjetit njëfazor. Për të realizuar këtë përparësi të tyre zgjedhim tre prej gjashtë tranzistorëve me fuqi 50% më të madhe se ajo e tranzistorëve të tjerë dhe kështu fuqia do shkojë në 200%. Ajo shpërndahet njëllë në të tre fazat, pasi rrjeti është simetrik.

Në rrjetin njëfazor fuqia ndryshon nga 0 deri në maksimum. Kondensatori elektrolitik duhet të ketë vlera të mëdha që të ruajë energjinë e marrë nga gjeneratori diellor. Ai ka përmasa dhe kosto të lartë.

Në rrjetin trefazor fuqia është pothuajse konstante dhe gjeneratori diellor ushqen vazhdimisht inverterin me rrymë të vazhduar. Një kondensator i vogël në vlerë është i mjaftueshëm.

Rendimenti i inverterave

Çdo inverter kërkon një kontroll qendror me një mikrokontroller. Gjatë studimit të inverterave duhen marrë parasysh humbjet në pajisjet e fuqisë së sistemit; bobinat kanë rezistencë ohmike dhe kjo sjell humbje në formë nxehtësie. Gjithashtu duhet përmendur humbjet gjatë procesit të komutimit të çelësave gjysëmpërcjellës. Rendimenti i inverterit përcaktohet nga raporti i fuqisë së rrymës alternative në rrjet kundrejt fuqisë së rrymës së vazhduar, që merret nga gjeneratori diellor.

$$\eta_{\text{Con}} = \frac{P_{\text{AC}}}{P_{\text{DC}}}$$

Ku P_{AC} është fuqia alternative e daljes së inverterit

P_{DC} është fuqia e rrymës së vazhduar në hyrje të inverterit

Grafikisht kurba e rendimentit për tipe të ndryshëm inverterash tregohet në figurën 2.94.

Në boshtin e x-eve tregohet raporti i fuqisë aktuale të hyrjes, kundrejt fuqisë nominale të hyrjes së inverterit, ndërsa në boshtin e y-eve tregohen vlerat e rendimentit shndërrues.

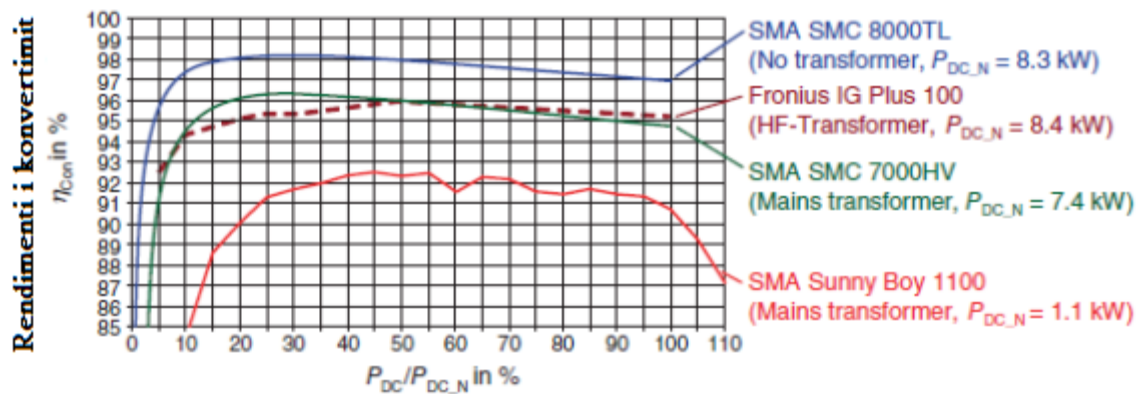


Fig. 2.94 Rendimenti për tipe të ndryshëm inverterash.

Shihet qartë që rendimenti më i lartë është në inverterat e frekuencës së lartë dhe ata pa transformator. Gjithashtu rendimenti maksimal varet dhe nga vlera e tensionit të zbatuar në hyrje, si në figurën e mëposhtme (2.95):

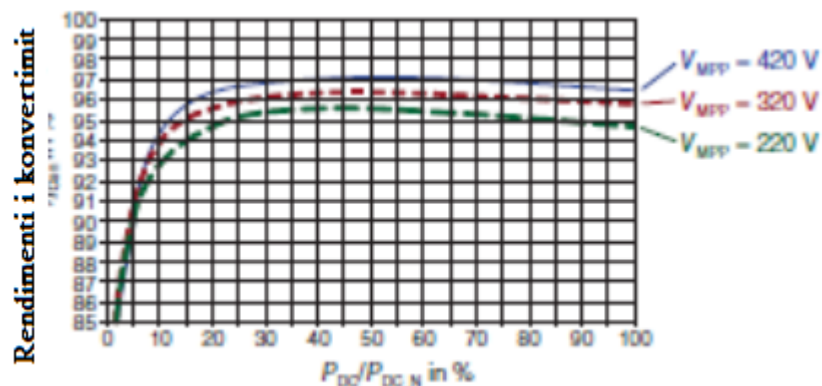


Fig. 2.95 Rendimenti I shndërrimit të energjisë për Sputnik Solarmax 6000S

Rendimenti maksimal, si shihet qartë në grafik, varet shumë nga vlera e tensionit të zbatuar në hyrje.

Rendimenti i inverterave fotovoltaik ka ardhur duke u përmirësuar vitet e fundit dhe përmirësimet do të vazhdojnë, pasi ka filluar shfrytëzimi i elementeve kimikë që çojnë në uljen e humbjeve, si silic-karbit (silicon-carbide). Nëse tranzistorët e *Si* mund të punojnë në temperatura rreth 150°, ky kombinim elementesh *SiC* punon në temperatura rreth dy herë më të mëdha. Gjithashtu *SiC* mund të punojë me tensione maksimale të kundërta më të mëdha, rezistencë të drejtë më të vogël dhe humbjet gjatë komutimit më të vogla. Diodat me këto materiale përdoren gjerësisht, po ashtu kanë përhapje dhe tranzistorët *SiC* në rolin e çelësave gjysëmpërcjellës. Megjithëse çmimi i tranzistorëve *SiC* është më i lartë, ato mund të përdoren në inverterat me rendiment të lartë. Deri tani është ndërtuar një prototip inverteri me rendiment maksimal 99%, (Burger, 2009), (Mertens, 2014).

Sistemet fotovoltaike kanë shfrytëzim maksimal, kur gjeneratori fotovoltaike dhe inverteri janë përshtatur për njëri-tjetrin, që do të thotë se është shumë i rëndësishëm përmasimi i inverterave.

Rreth viteve 1990, rendimenti i inverterave ishte i ulët, te 20%, d.m.th. për një sistem fotovoltaike me 2 kWp, fuqia e hyrjes së inverterit do ishte maksimumi 1.6kWp. Faktori i përmasimit do ishte:

$$k_{Over} = \frac{P_{STC}}{P_{DC_N}} = \frac{2 \text{ kWp}}{1.6 \text{ kW}} = 1.25$$

Ku P_{STC} –fuqia nominale e gjeneratorit fotovoltaike (te Standard Test Conditions, STC)

P_{DC_N} - fuqia nominale DC në hyrje të inverterit

Në vend të këtij faktori mund të përdoret faktori i dizenjimit, i cili i referohet fuqisë në dalje të inverterit, pasi në këtë rast llogaritet më saktë rendimenti mesatar vjetor. Ky faktor, SR_{AC} (Sizing Ratio) mund të ketë vlerën maksimale 1 dhe shprehet:

$$SR_{AC} = \frac{P_{STC}}{P_{AC_N}}$$

Jo vetëm fuqia, por edhe vlera e tensionit dhe rrymës duhen përshtatur me gjeneratorin fotovoltaike dhe inverterin.

Për çdo inverter vlera maksimale e tensionit nuk duhet të kalojë vlerën V_{INV_MAX} , pasi në rast të kundërt inverteri do të çkqej. Në një ditë të ftohtë dimri me diell, temperatura e moduleve mund të jetë (-10°) dhe **numri maksimal i moduleve** do të ishte:

$$n_{\text{Max}} = \frac{V_{\text{Inv_Max}}}{V_{\text{OC_M}}(-10^{\circ}\text{C})}$$

Për një inverter SMC 8000TL regjimi i punës së inverterit tregohet grafikisht në figurën 2.96:

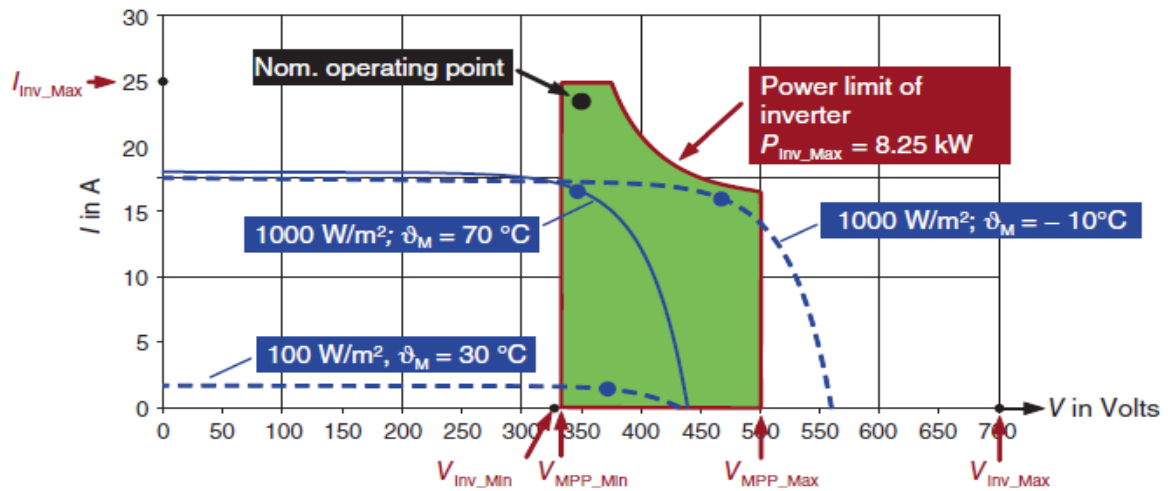


Fig. 2.96 Regjimi i punës së një inverteri tip SMC 8000TL

Numri minimal i moduleve llogaritet për regjimin e punës me fuqi maksimale të inverterit. Le të konsiderojmë një ditë vere me diell, ku temperatura e moduleve mund të jetë rreth 70°. Numri minimal i moduleve gjendet:

$$n_{\text{Min}} = \frac{V_{\text{MPP_Min}}}{V_{\text{MPP_Module}}(70^{\circ}\text{C})}$$

Numri i vargjeve me module varet nga vlera maksimale e rrymës së inverterit ($I_{\text{INV_MAX}}$) dhe vlera maksimale e rrymës së vargut ($I_{\text{STR_MAX}}$). Ai përcaktohet:

$$n_{\text{String}} \leq \frac{I_{\text{Inv_Max}}}{I_{\text{String_Max}}}$$

Për të përcaktuar vlerat ekstreme të rrymave, tensioneve dhe fuqive tek inverterat, sot përdoren programe simuluese. Me ndihmën e këtyre metodave llogaritëse, ne mund t'i kontrollojmë rezultatet e simulimit ose të japim një ide të përgjithshme rreth tyre.

Për të shmangur problemet për personin që merret me mirëmbajtjen, duhet domosdoshmërisht që çdo sistem fotovoltaiik të ketë izolim publik, në mënyrë që të ndajë atë nga rrjeti. Kjo arrihet duke vendosur një pajisje automatike zgjidhëse me rrjetin me një matës rezistence rrjeti. Për këtë, inverterit i rritet rryma për një kohë të shkurtër (ΔI), duke shkaktuar rritjen e tensionit (ΔV), pra një rezistencë rrjeti:

$$Z_{\text{Grid}} = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

Nëse $Z_{\text{GRID}} > 1 \Omega$, atëherë inverteri duhet çkyçur nga rrjeti brenda 5 s. Në këtë rast duhet kontrolluar vetëm faza.

2.18 Sistemet fotovoltaike të lidhura me rrjetin

Fillimisht sistemet fotovoltaike u përdorën të veçuara nga rrjeti elektrik, po në ditët tona sistemet e lidhura me rrjetin luajnë një rol të rëndësishëm.

Rrjeti i energjisë ka kushte teknike të ndryshme, në vende të ndryshme, p.sh. në Europë tensioni i rrjetit është 230V me frekuencë 50Hz.

Lidhja klasike e sistemit fotovoltaiik me rrjetin tregohet më poshtë në figurën 2.97:

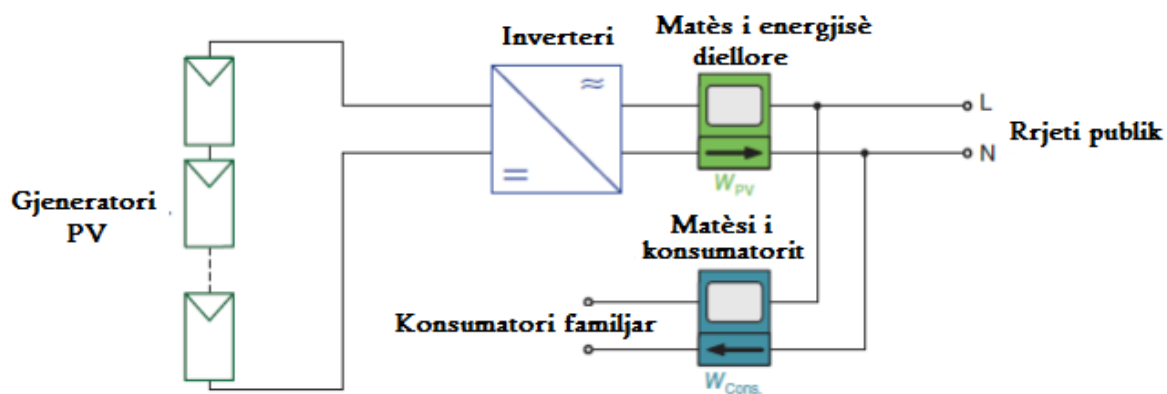


Fig. 2.97 Lidhja klasike e sistemit fotovoltaik me rrjetin

Si vihet re fuqia e fituar nga përdorimi i fotovoltaikeve matet me anën e një matësi të posaçëm për energjinë diellore, ndërsa fuqia e konsumuar nga konsumatori matet me një matës konsumi.

Nëse dikush dëshëron të dijë se sa energji elektrike është prodhuar nga energjia diellore, atëherë mund të vendoset edhe një matës i veçantë, që I shërben këtij informacioni. Sot mund të përdoren edhe matës dydrejtimësh, I cili mat edhe energjinë që shkon në rrjet, por edhe atë që merret nga rrjeti, si në figurën e mëposhtme (2.98):

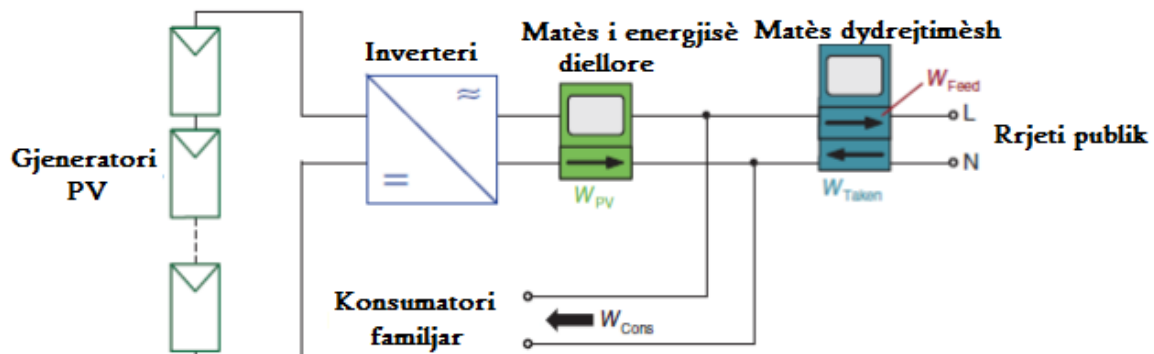


Fig. 2.98

Më poshtë, në figurën 2.99, po tregojmë mundësi të ndryshme të lidhjes së sistemeve fotovoltaike me rrjetin.

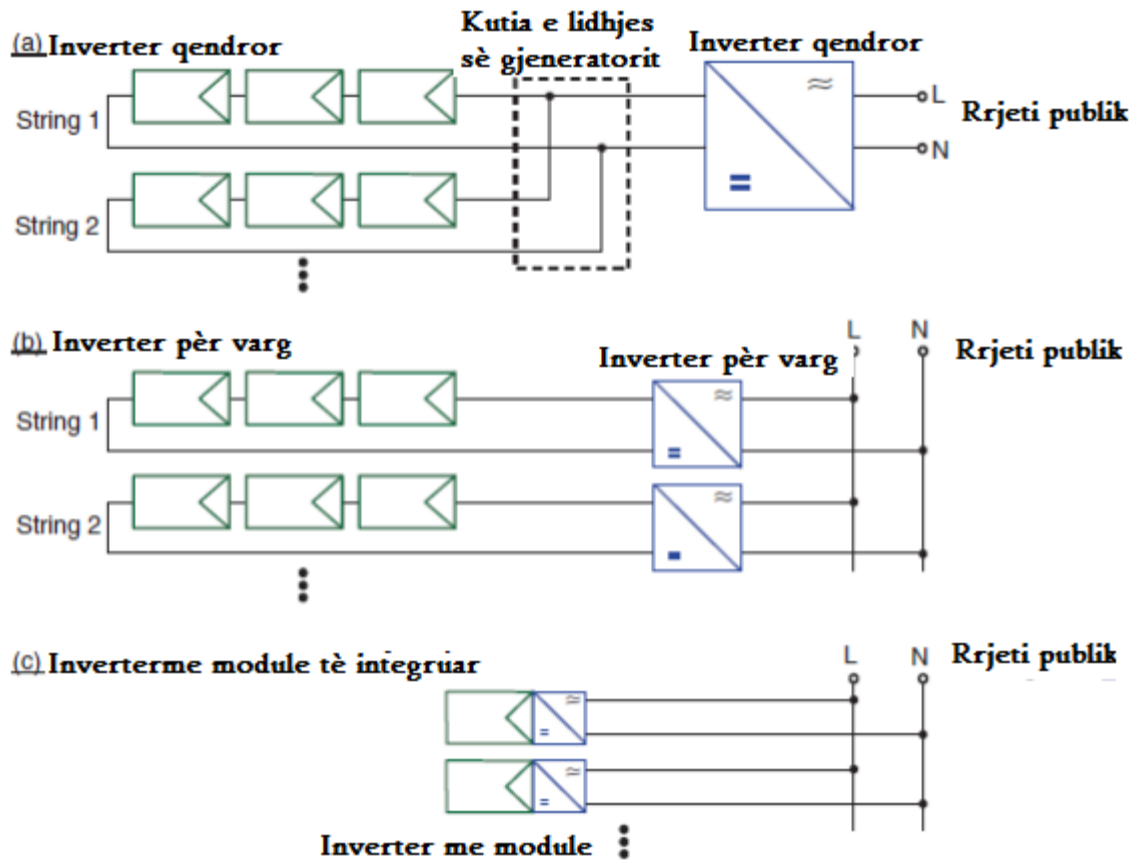


Fig. 2.99

Në figurën 2.99 (a) përdoret inverter qendror, pra duhet vetëm një inverter, por vargjet e moduleve diellore mund të kenë probleme hijëzimi në vlera të ndryshme dhe kështu krijohen humbje nga mospërshtatshmëria.

Në figurën 2.99 (b) çdo varg me module ka inverterin e vet dhe kontrolluesin e MPP, pra në këtë rastështë e lehtë për t'u monitoruar situata.

Në praktikë lidhja e dy vargjeve me module bëhet me një inverter të vetëm, kur nuk ka probleme hijëzimi dhe kur struktura e tyre është e njëjtë.

Në figurën 2.99 (c) inverteri dhe modulet qëndrojnë së bashku dhe kur ato instalohen në çati, për shkak të rezistencës ndaj kushteve atmosferike ekstreme ulët jetëgjatësia e qarqeve elektronike.

2.19 Probleme sigurie

Gjatë procesit të instalimit, mirëmbajtjes dhe përdorimit të sistemeve fotovoltaike është shumë e rëndësishme mbrojtja e punonjësve. Për këtë arsye mbështetëset dhe kornizat e moduleve duhen tokëzuar, me përjashtim të rastit kur tensioni i qarkut të hapur është më i vogël se 120V. Mes kornizave të moduleve dhe vargjeve me qeliza ka kapacitet të lartë dhe kjo mund të sjellë tension të lartë mes kornizave.

Tokëzimi i sistemit ka avantazhin e mbrojtjes nga rrufeja. Ai duhet të jetë i larguar 6-16 mm² nga përcjellësit e bakrit dhe të ndodhet në rrugën më të shkurtër me linjat e tensionit. Mbrojtja nga rrufeja nuk është kusht për ndërtesat private, por nëse një i tillë ekziston, atëherë duhet bërë lidhja me të.

Duhet theksuar që ***një sistem fotovoltaike në çatinë e një shtëpie nuk rrit mundësinë e goditjes nga rrufeja.*** Për më shumë informacion mund t'i drejtoheni literaturës (Ha^oberlin, 2012), (Mertens, 2014).

Shpesh është diskutuar për rreziqet e mbrojtjes nga zjarri të sistemeve fotovoltaike. Ai mund të shihet si sistem elektrik dhe dihet që një sistem elektrik mund të jetë i rrezikuar nga zjarri, po këto janë raste të veçanta që mund të parandalohen. Rasti që duhet marrë në konsideratë, është rasti i djegies së shtëpisë dhe rreziku që i kanoset zjarrfikësit. Në këtë rast mund të bëhet çkyçja e shtëpisë nga rrjeti, por mund të ndodhë që edhe pas

çkyçjes së inverterit, në gjeneratorin fotovoltaiik të ketë tension qindra volt. Ky tension mund të shkaktojë edhe hark elektrik. Një mënyrë e zgjidhjes së problemit mund të jetë vendosja e vargjeve me module në muret e jashtme të shtëpisë ose vendosja e tyre brenda tubave në muret e brendshme të shtëpisë. Duhet menduar gjithnjë sigurimi I qarqeve të shkurtër për çdo modul ose zgjidhja e moduleve nga vargjet në rastin e rënies së zjarrit. Nëse vendosim një çelës gjysëmpërcjellës, p.sh. nje MOSFET, kur ai merr sinjal nga inverteri do të shmanget qarku I lidhjes së shkurtër. Kur inverteri çkyçet në rastin e rënies së zjarrit, sinjali humbet dhe të gjitha modulet janë në qark të shkurtër. Kjo shmang rrezikun e zjarrfikësve dhe nuk shkatërron imazhin e fotovoltaiikëve.

2.20 Sistemet fotovoltaike të pa lidhura me rrjetin (stand-alone systems)

Këto sisteme përdoren kryesisht atje ku nuk ka rrjet elektrik ose ku kosto e lidhjes së tyre me rrjetin është e lartë. Le të shohim raste të ndryshme të zbatimeve të tyre në praktikë, shpesh në vendet ku rrjeti është larg (p.sh. në Alpe), po kryesisht në vendet në zhvillim.

Struktura bazë e ndërtimit të një sistemi fotovoltaiik të palidhur në rrjet tregohet në figurën e mëposhtme (2.100):

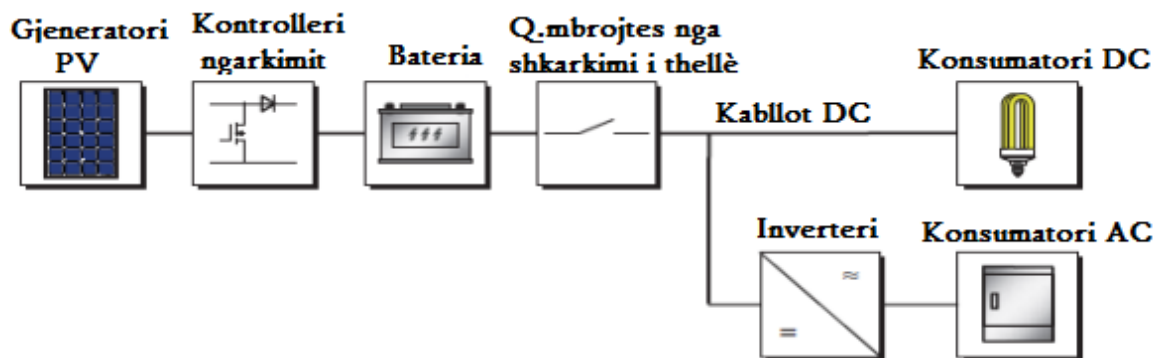


Fig. 2.100 Struktura bazë e ndërtimit të një sistemi fotovoltaiik të palidhur në rrjet.

Si duket nga skema e mësipërme, bateria ushqehet nga gjeneratori fotovoltaiik nëpërmjet një qarku që bën kontrollin e ngarkimit të saj nga mbingarkesat. Shkatërrimi i baterisë mbrohet nëpërmjet qarkut që bën mbrojtjen nga shkarkimi i thellë (ngarkesa është e palidhur) në rastet kur tensioni bie nën vlerat kritike. Ngarkesa DC mund të jenë llampa, radio, pompat e ujit, etj. Për të ushqyer pajisjet me rrymë alternative është i nevojshëm dhe një inverter i veçantë, që e shndërron rrymën DC në AC.

Bateritë

Për ruajtjen e energjisë elektrike përdoren bateri të tipeve të ndryshme, si bateri plumbi, bateri hibride metal nikël, bateritë me jone litiumi, bateritë polimer-litium, etj.

Në sistemet që po studiojmë përdoren më tepër bateritë acid-plumb, të cilat kanë densitet të lartë të ruajtjes së energjisë ose vet-shkarkim më të ulët. Gjithashtu çmimi i tyre është i ulët. Ky faktor është shumë i rëndësishëm, pasi jetëgjatësia e një baterie është më e vogël se 10 vite dhe kjo do të ndikonte shumë në koston e sistemit fotovoltaiik të palidhur me rrjetin.

Bateritë acid-plumb, ose shkurt bateri plumbi, mbushen me elektrolit acid sulfurik të holluar (H_2SO_4). Elektroda negative është prej plumbi, ndërsa elektroda pozitive prej oksidi plumbi (PbO_2).

Gjatë procesit të shkarkimit plumbi i elektrodës negative vepron me elektrolitin dhe formon sulfat plumbi (PbSO_4). Njëkohësisht edhe oksidi i plumbit të elektrodës pozitive vepron me acidin sulfurik dhe formon sulfat plumbi dhe ujë. Kështu krijohet një shtresë sulfati plumbi në të dy elektrodën, si në figurën e mëposhtme (2.101):

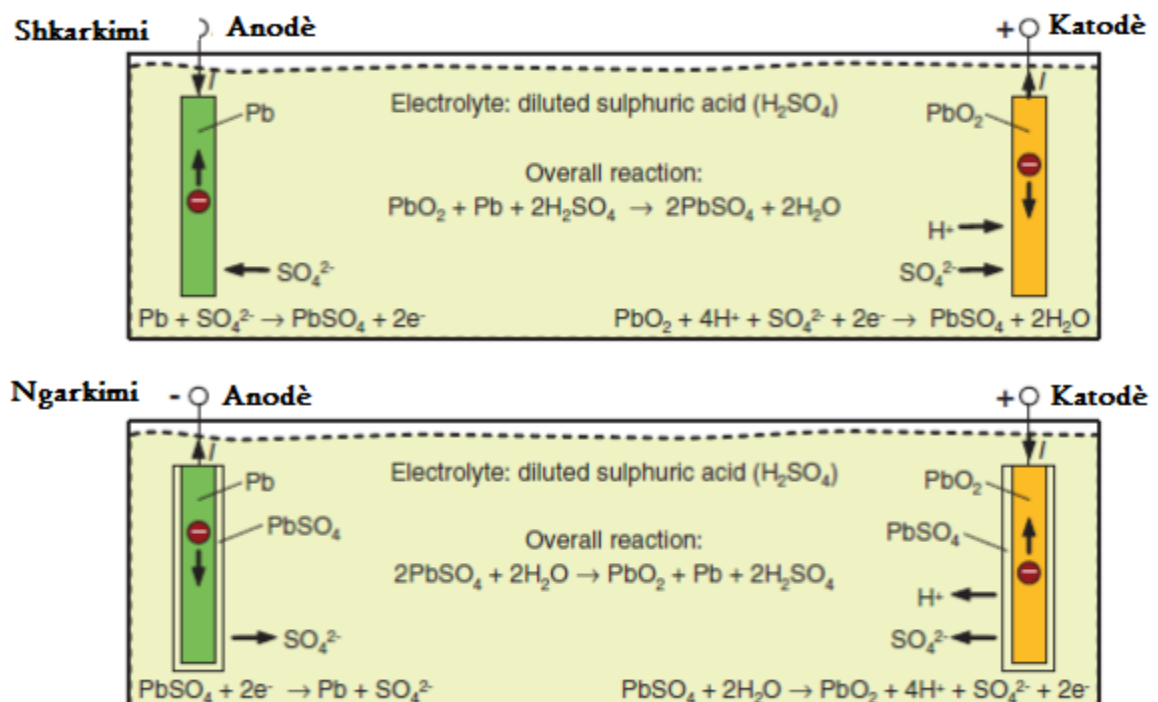


Fig. 2.101 Ndërtimi i një baterie acid-plumb

Gjatë procesit të ngarkimit reaksionet janë të kundërta me ato të procesit të shkarkimit, pra në këtë proces sulfati i plumbit në sipërfaqet e elektrodave dekompozohet dhe jep jone sulfati në elektrolit. Ruajtja e energjisë ndodh në elektrolit. Gjatë ngarkimit

densiteti i tij rritet dhe kushtet e ngarkimit të baterisë mund të përcaktohen me një instrument matës të densitetit (Mertens, 2014).

Nëse bateria është ngarkuar plotësisht, atëherë ndodh çlirim gazi për tensione më të mëdha se tensioni i ngarkimit të plotë: oksigjeni formohet te elektroda pozitive dhe hidrogjeni te elektroda negative dhe së bashku formojnë gaz oksihidrogjen eksploziv.

Në këto raste është e nevojshme që ambjenti të jetë me ajrim shtesë (ventilim). Çlirimi i gazeve shoqërohet me zvogëlimin e sasisë së ujit, e cila duhet zëvendësuar me ujë të distiluar një herë në vit.

Elektrodat përbëhen nga një bërthamë plumbi dhe janë të rrethuara me plumb ose oksid plumbi. Ato kanë një strukturë poroze, në mënyrë që të rritet sipërfaqja gjatë reaksionit elektrokimik. Gjatë procesit të ngarkimit jo I gjithë suulfati I plumbit dekompozohet, një pjesë qëndron te elektrodat. Kjo bën që kapaciteti I baterisë të bjerë gjatë cikleve të vazhdueshme ngarkim-shkarkim të baterisë, sidomos kur ndodh shkarkim I thellë I baterisë. Nëse ndodh shpesh shkarkimi I thellë I baterisë, jetëgjatësia e baterisë së plumbit zvogëlohet. Si jetëgjatësi e saj është përcaktuar koha, kur bateria bie nën 80% të vlerës nominale të saj. Arsyeja mund të jetë ajo pjesë e sulfatit të plumbit e depozituar në elektroda, të cilat mund të takojnë njëra-tjetrën duke shkaktuar një qark të shkurtër.

Bateritë mund të shërbejnë në çastin fillestar *për ndezje*, p.sh. për ndezjen e makinës. Këto bateri duhet të sigurojnë rryma të mëdha për intervale kohore të shkurtra, për këtë arsye vendosen shumë elektroda afër njëra-tjetrës, si pllaka me sipërfaqe të mëdha. Në sistemet fotovoltaike të palidhura me rrjetin, bateritë e ndezjes mund të jenë të papërdorshme për disa javë dhe kështu ndodh procesi I korrozionit.

Pra mund të nxjerrim si përfundim që një bateri ndezjeje është e përshtatshme në sistemet fotovoltaike të palidhura me rrjetin, por ajo do të dilte shpejt jashtë përdorimi.

Po cilat janë tipet e baterive më të përdorshme në sistemet e palidhura me rrjetin?

Bateritë diellore me pllakë plumbi janë bateri ndezjeje të modifikuara, në të cilat pllakat e trasha kanë largësi më të madhe janë veshur me antimon. Jetëgjatësia e tyre varet nga fakti se sa përqind shkarkohet bateria nga kapaciteti i saj në mënyrë të vazhdueshme. Këto bateri përdoren vetëm në raste kur kemi të bëjmë me shtëpi përfundjava.

Në bateritë diellore me xhel plumbi elektroliti është i trashë, bateritë mund të jenë të vulosura, nuk ka rrjedhje gazi dhe uji i distiluar duhet të jetë në krye.

Elektrodat për tipe të ndryshme baterish janë treguar më poshtë në figurën 2.102:

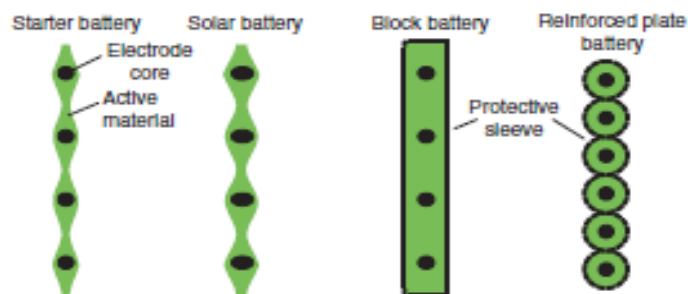


Fig. 2.102 Elektrodat për tipe të ndryshme baterish

Një kontrollor ngarkimi i veçantë, i cili bën vlerësimin e tensionit maksimal të ngarkimit, është i domosdoshëm; në rast të kundërt bateria thahet nga çlirimi i gazeve.

Herë pas here çlirimi i gazeve është i dobishëm, pasi sjell përzierjen e elektrolitëve të

bateritë standarte. Jetëgjatësia e këtyre baterive është dy herë më e madhe se ajo e baterive diellore tipike.

Nëse sistemet fotovoltaike mendohet të punojnë për 15-20 vjet, bateritë e palëvizshme me pllaka përforcuese janë zgjedhja më e mirë. Ato janë përdorur normalisht për sisteme fuqie me mbështetëse të baterisë dhe kosto e tyre është 2-3 herë më e madhe se ajo e baterive të thjeshta. Pllaka pozitive përbëhet nga shufra plumbi të rrethuara me kanale.

Rruga e mesme në zgjedhjen e baterive në sistemet fotovoltaike të palidhura me rrjetin është zgjedhja e baterisë bllok (ose bateri me pllaka plumbi të palëvizshme). Në to, disa shufra plumbi janë rrethuar me mbështjellë mbrojtëse të përbashkët (Ha^oberlin, 2012).

Ato janë më të lira se ato me pllaka plumbi të përforcuara dhe kanë jetëgjatësi më të madhe.

Kapaciteti i baterive

Kapaciteti nominal i një baterie ka gjithnjë lidhje me rrymat nominale të ngarkimit, I_{10} , rrymë e cila e shkarkon baterinë në 10 orë. Le të konkretizojmë këtë koncept: nëse bateria është me pllaka plumbi përforcuese dhe shkarkohet për 5 orë, ($I_5 = 26.5 \text{ A}$), kapaciteti i baterisë në këtë rast është $C_5 = 132 \text{ Ah}$. Rasti ekstrem i takon shkarkimit të baterisë në 100 orë, e cila e ka kapacitetin C_{100} prej 200 Ah dhe rrymën $I_{100} = 2 \text{ A}$ (Mertens, 2014). Kjo bateri është quajtur *blloku 200 me energji diellore*. Bateria me kohë shkarkimi 10 orë, e ka kapacitetin $C_{10} = 150 \text{ Ah}$ dhe rrymën e shkarkimit 15A. Për këtë gjithnjë duhet të kontrollojmë të dhënat dhe karakteristikat e baterive në katalog, konkretisht rrymën e shkarkimit për kapacitetin nominal.

Varësia e kapacitetit nga rryma e shkarkimit në bateritë me pllaka plumbi përforcuese tregohet në figurën e mëposhtme (2.103):

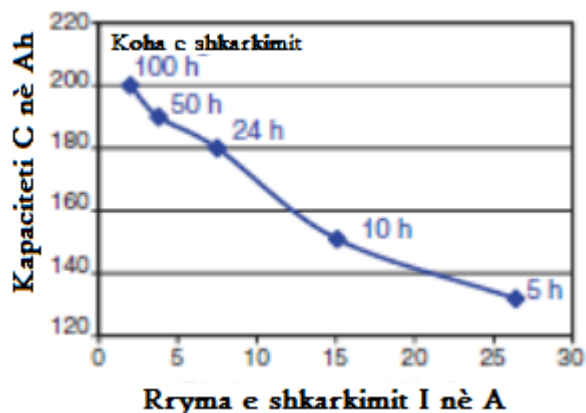


Fig. 2.103 Varësia e kapacitetit nga rryma e shkarkimit në bateritë me pllaka plumbi përforcuese (bateria tip: *block solar power 200*)

Një parametër tjetër i rëndësishëm është temperatura, e cila ndikon ndjeshëm në kapacitetin real të baterive të plumbit. Kapaciteti bie në temperaturat e ulëta, si në rastin e një automjeti në dimër. P.sh. në 0° kapaciteti i baterisë bie në 80% të vlerës që ka në 20°. Në temperatura më të ulëta elektroliti ngrin dhe kufizohet mundësia e përdorimit të baterisë.

Tensioni nominal që merr një qelizë nga bateria duhet të jetë 2 V, ndërsa për 6 qeliza të lidhura në seri (si ndodh zakonisht), tensioni nominal i baterisë duhet të jetë 12V-12.7V. Gjatë shkarkimit vlera fundore e tensionit mund të arrijë deri në 10.8V, ndërsa gjatë ngarkimit vlera fundore e tensionit mund të shkojë nga 13.8V deri në 14.4V (vlera më të

mëdha do të mbingarkonin baterinë dhe do pengonin çlirimin e gazeve), në varësi të vlerave të temperaturave.

Kontrolluesi i ngarkimit

Ky bllok ka disa detyra shumë të rëndësishme, si: mbrojtjen nga mbingarkesat, mbrojtjen nga shkarkimi i thellë, parandalimin e shkarkimit të padëshëruar, monitorimin e gjendjes së ngarkimit, përshtatjen e teknologjisë së baterisë (elektrolit/xhel), konvertimin e tensionit, kapjen e pikës me fuqi maksimale, MPP.

Kontrolleri seri lidhet në skemë si në figurën e mëposhtme 2.104:

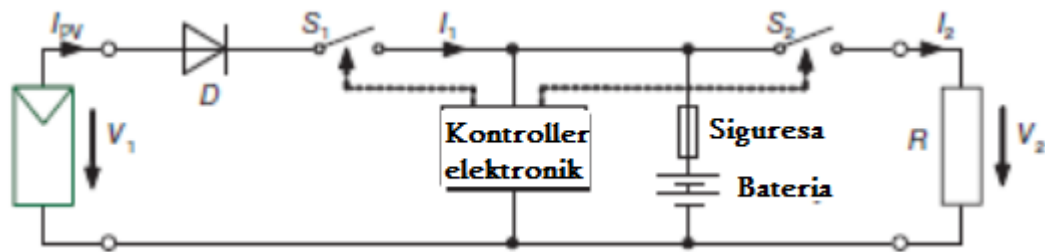


Fig. 2.104 Skema seri e lidhjes së kontrollërit

Kontrolleri mat tensionin e baterisë dhe kur tensioni i baterisë ka arritur vlerën e duhur çkyçet çelësi S_1 , i cili zakonisht është tranzistor MOSFET. Nëse tensioni bie nën vlerat e lejuara të shkarkimit, çelësi S_2 ndan baterinë nga ngarkesa duke e mbrojtur kështu nga shkarkimi i thellë baterinë. Dioda e vendosur në qark parandalon shkarkimin e baterisë gjatë natës, kur gjeneratori fotovoltaiik nuk është në punë. Vlen për të përmendur rastin kur nga shkarkimi i thellë i baterisë gjatë natës, nuk mund të ushqehet kontrolleri

elektronik. Çelësi S_1 mbetet i hapur dhe bateria nuk mund të ringarkohet, edhe nga rrezatimi i diellit mëngjesin tjetër.

Mënyrë tjetër e lidhjes së *kontrollerit* është mënyra *paralel*, ku çelësi S_1 lidhet në paralel me modulin diellor (figura 2.105). Për sa kohë që në tranzistor kalon rrymë, moduli është në qark të shkurtër, dhe gjeneratori fotovoltaiik ndërpret ngarkimin e baterisë. Kjo mënyrë e lidhjes së kontrollerit ka dy avantazhe:

- gjatë ngarkimit nuk ka rënie tensioni në çelës
- nëse mungon tensioni në portën (gate) të MOSFET-it, gjendje e cila mund të ketë ndodhur nga shkarkimi thellë i baterisë, bateria mund të ngarkohet në mëngjes (në ndryshim nga rasti i parë te kontrolleri në seri).

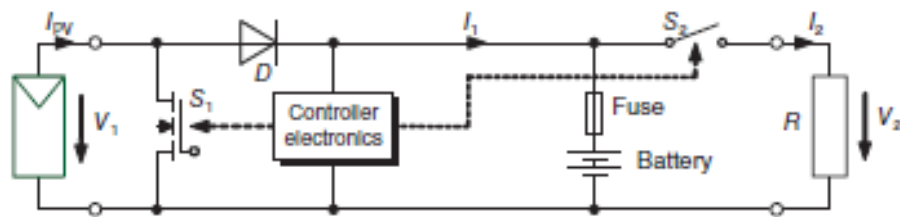


Fig. 2.105 Skema paralel e lidhjes së kontrollerit

Si përfundim kontrollerët sipas skemës paralel janë më të përdorshëm se ato sipas skemës seri.

Kontrollorët MPP

Në sistemet fotovoltaike të palidhur me rrjetin, kontrollorët MPP kanë një vend të rëndësishëm nga fakti që energjia e fituar nga gjeneratori diellor duhet të jetë maksimale. Në figurën e mëposhtme (2.106) kontrolleri i ngarkimit kap pikën me fuqi maksimale MPP nëpërmjet konvertuesit DC-DC.

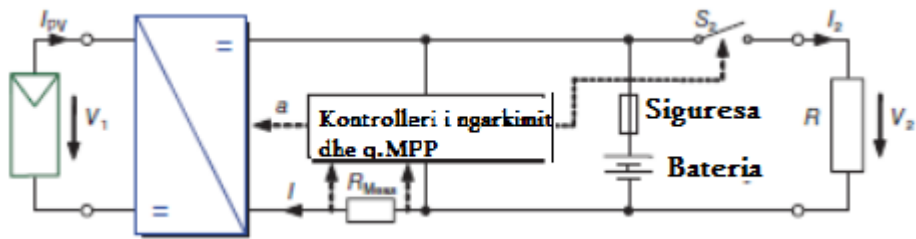


Fig. 2.106 Skema me kontrollor ngarkimi dhe kontrollor MPP.

Konvertuesi DC/DC, në përgjithësi, zvogëlon tensionin e hyrjes nga 48V në 12V ose 24V.

Le të shohim dy kontrollor të prodhuar nga e njëjta kompani, Steca Elektronik Company, (figura 2.107) si dhe të dhënat teknike të tyre në tabelën 2.12. Nga të dhënat në tabelë është e dukshme që **PR 3030** (kontrollor paralel) është më i fuqishëm se **PR 0505** (kontrollor seri) dhe ka një sensor temperature shtesë të vendosur te bateria. Kontrolleri diellor PR 3030 mund të monitorojë vlerat e rrymës, tensionit dhe temperaturës në mënyrë të vazhdueshme gjatë ngarkimit dhe shkarkimit të baterisë. Kështu që në çdo moment ne mund të vëmë re gjendjen aktuale të baterisë në formën e grafikëve.

Kontrollorët diellorë të “Steca Company”, si dhe të dhënat e tyre specifike vihen re në figurën 2.107 dhe tabelën e mëposhtme (2.12):



Fig. 2.107 Kontrollorët diellorë të “Steca Company”

Designation	Steca PR 0505	Steca PR 3030
System voltage	12 V	12 V (24 V)
Maximum charge current	5 A	30 A
Connectable PV power	78 Wp	900 Wp
Controller principle	Series controller, PWM-operation	Shunt controller, PWM-operation
Temperature compensation	Yes, with internal sensor	Yes, optional with external sensor
PWM control	Yes	Yes
Overload protection	Yes	Yes
Deep discharge protection	Yes	Yes
Polarity reversal protection	Yes	Yes
Charge condition determination	Via voltage and temperature	Via current, voltage and temperature
Charge condition display	2 LEDs	Graphic-LCD-Display
Features	–	Menu-controlled operation

Tabela 2.12 Të dhënat për dy kontrollorët diellorë të ndryshëm (www1)

Shembuj sistemesh diellore të palidhur me rrjetin elektrik

Biliona njerëz në mbarë botën nuk mund të kenë mundësi të furnizojnë me energji elektrike pajisjet në shtëpitë e tyre. Kështu përdorimi i fotovoltaikeve do të rriste cilësinë e jetës së tyre dhe do të ishte një mundësi shumë e mirë për mbrojtjen e ambientit.

Vendosja e një minisistemi diellor në shtëpi në zonat e thella, do të ushqente llambat me kursim energjie, radion dhe televizorin, sipas një skeme të thjeshtë si në figurën 2.108:



Fig. 2.108 Një sistem diellor shtëpiak me ngarkesë të rrymës së vazhduar

Kostoja fillestare është e lartë, po kjo mund të zgjidhet me anën e modeleve mikro-kredi, si veproi Grammen Bank, e cila financoi 500000 sisteme diellore shtëpiake në Bangladesh (shih fotot në figurën e mëposhtme 2.109).



Fig. 2.109 Sistemet diellore shtëpiake në Bangladesh. (Shatki)

Kohët e fundit ka një projekt të ngjashëm në Ekuador, të sponsorizuar nga qeveria nëpërmjet një fondi enkas për zhvillimin e elektrifikimit rural. Sistemet do të përmbajnë 100 module, kontrollor ngarkimi dhe bateri 105 Ah me tre llampa me kursim energjie. Gjithshtu janë instaluar edhe sisteme me invertera me fuqi 800Wp (Strauß, 2009).

Sistemet hibride

Për të shmangur problemet që vinë nga përorimi i sistemeve fotovoltaike në periudhat me mot të keq, si dhe koston e lartë të nevojshme kur kërkohen sisteme me fuqi të madhe dhe kapacitet të madh të ruajtjes së energjisë, mund të shfrytëyohen kombinime të metodave të ndryhme për prodhimin e energjisë, pra sistemet hibride.

Nga ana ekonomike, një sistem hibrid me fotovoltaike, gjenerator me naftë dhe bateri të mëdha janë shpesh më të lira se sistemet ku ka vetëm gjeneratorë me naftë (Strauß, 2009), (Mertens, 2014).

Sistemet hibride mund të punojnë si sisteme DC, si sisteme DC/AC ose vetëm si sisteme AC, të cilët janë sistemet më fleksibël dhe lehtësisht të përhapur, si në figurën 2.110.

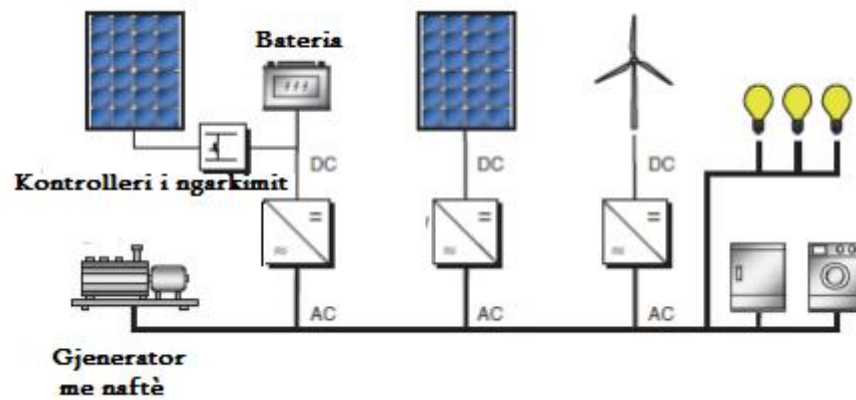


Fig. 2.110 Skema e një sistemi hibrid me ngarkesë pajisje që punojnë me rrymë alternative

Dimensionimi i Sistemeve fotvoltaike të palidhur me rrjetin

Le të shohim si mund të planifikojmë sistem fotovoltaiik të palidhur me rrjetin në mënyrë të thjeshtë e të përafërt (Sonnenenergie, Planning and Installing Photovoltaic Systems, 4th edn, DGS, 2010), (Mertens, 2014).

Mënyra më e mirë për përcaktimin e konsumit është duke u mbështetur në një tabelë, në të cilën jepet konsumi nominal i konsumatorit dhe koha ditore e punës. Si shembull po marrim një shtëpi pushimesh në Mynih. Rrezatimi në një ditë Shtatori është 3.53 kWh/m² në ditë. Për këtë duhen 3.53 orë me ngarkesë të plotë për të arritur rrezatimin e plotë në një ditë Shtatori. Një modul 100 W në dysheme do të gjenerojë 3.53h×100W= 353Wh. Nëse moduli vendoset në drejtim të Jugut me kënd 30° (shih tabelën 2.15 për muajin Shtator), energjia do të jetë

$$353\text{Wh} \times 1.25 = 441.3\text{Wh}$$

Tabela 2.13, që tregon konsumin nominal të konsumatorit dhe kohën ditore të punës për një shtëpi pushimi tregohet më poshtë:

Consumer	Nom. power P_N in W	Daily operating time t in h		Daily consumption W in Wh	
		Summer	Winter	Summer	Winter
3 lamps in living room	$3 \times 12 = 36$	1	3	36	108
2 reading lamps in bedroom	$2 \times 7 = 14$	1	2	14	28
1 outside lamp with motion detector	10	0,1	0,5	1	5
1 TV	50	2	3	100	150
1 refrigerator	50	Unknown	Switched off	200	Switched off
Total	160			351	291

Tabela 2.13 Konsumi nominal i një konsumatorit dhe koha ditore e punës për një shtëpi pushimi.

Nëse do marrim parasysh faktorin e korrektimit për shkak të temperaturës në qytete të ndryshme, duhet t'i referohemi vlerave në tabelën 2.14. Drejtimi dhe këndi I instalimit, ndikojnë në faktorin e korrektimit për shkak të temperaturës C_{Temp} , si tregohet në tabelat 2.15.

Site	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Berlin	1.06	1.05	1.02	0.98	0.94	0.93	0.92	0.93	0.96	1.00	1.04	1.06
Marseille	0.98	0.98	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87	0.88	0.91	0.93	0.97	0.98
Cairo	0.93	0.92	0.90	0.88	0.86	0.84	0.84	0.84	0.86	0.87	0.90	0.93

Tabela 2.14 Faktori I korrektimit për shkak të temperaturës në qytete të ndryshme (Sonnenenergie, Planning and Installing Photovoltaic Systems, 4th edn, DGS, 2010; Mertens, 2014)

Site	Direction	Slant angle	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Germany	South	30°	1.67	1.54	1.31	1.16	1.07	1.01	1.02	1.10	1.25	1.38	1.58	1.68
		45°	1.88	1.70	1.37	1.15	1.02	0.95	0.96	1.08	1.28	1.46	1.76	1.93
		60°	2.02	1.77	1.36	1.09	0.93	0.84	0.86	1.00	1.25	1.48	1.85	2.07
	Southwest	30°	1.55	1.36	1.21	1.08	1.02	0.97	0.96	1.05	1.16	1.29	1.42	1.48
		45°	1.73	1.46	1.24	1.06	0.98	0.91	0.90	1.02	1.17	1.35	1.54	1.61
		60°	1.83	1.49	1.22	0.99	0.89	0.82	0.81	0.94	1.13	1.34	1.56	1.68
	West	30°	1.10	0.98	0.98	0.93	0.92	0.90	0.88	0.93	0.96	1.02	1.01	0.95
		45°	1.12	0.97	0.95	0.87	0.86	0.83	0.81	0.87	0.92	1.00	0.99	0.93
		60°	1.10	0.93	0.90	0.80	0.78	0.76	0.74	0.79	0.86	0.95	0.96	0.91
	Southeast	30°	1.35	1.36	1.19	1.12	1.05	1.02	1.05	1.08	1.16	1.20	1.35	1.45
		45°	1.43	1.46	1.21	1.11	1.01	0.97	1.01	1.05	1.17	1.22	1.45	1.61
		60°	1.47	1.48	1.18	1.05	0.93	0.89	0.94	0.98	1.12	1.18	1.46	1.68
	East	30°	0.87	0.98	0.95	0.97	0.96	0.98	1.00	0.96	0.95	0.90	0.94	0.95
		45°	0.83	0.98	0.91	0.93	0.90	0.93	0.96	0.91	0.91	0.86	0.92	0.93
		60°	0.80	0.94	0.85	0.86	0.83	0.85	0.90	0.84	0.84	0.80	0.86	0.89
Marseille	South	60°	1.80	1.43	1.20	0.97	0.82	0.76	0.79	0.91	1.11	1.35	1.65	1.89
Cairo	South	60°	1.39	1.21	1.00	0.82	0.68	0.62	0.65	0.75	0.93	1.15	1.34	1.44

Tabela 2.15 Ndikimi i drejtimit dhe këndit të instalimit të moduleve të faktori i korrektimit (Mertens, 2014)

Humbjet elektrike në linjat e rrymës së vazhduar do t'i konsiderojmë rreth 6%, pra faktori i humbjeve në linjë konsiderohet $V_{\text{Line}}=0.94$. Gjithashtu kur në skemë lidhet ngarkesa, tensioni i daljes së baterisë bie nga vlera e tensionit të ngarkimit të saj në procesin elektro-kimik. Faktori i humbjeve nga konvertimi për këtë shtëpi pushimi po e konsiderojmë $V_{\text{Conv}}=0.9$.

Meqë sistemet fotovoltaike të palidhura me rrjetin janë prodhuar në përgjithësi pa kontrollor MPP, duhet të marrim parasysh edhe një faktor humbesh që vjen nga kushtet e përshtatjes së sistemit, të cilin e marrim $V_{\text{Adap}}= 0.9$.

Përfundimisht mund të llogaritim fuqinë e modulit, si më poshtë:

$$P_{\text{PV}} = \frac{W}{N_{\text{Sun}} \cdot C_{\text{Slant}} \cdot C_{\text{Temp}} \cdot V_{\text{Line}} \cdot V_{\text{Conv}} \cdot V_{\text{Adapt}}}$$

Ku W është energjia e konsumuar në një ditë

N_{sun} numri i orëve me rrezatim të plotë të diellit

Gjatë stinës së verës, me gjenerator PV të orientuar nga jugu dhe me këndin e rënies 30° , fuqia e modulit duhet të jetë:

$$P_{\text{PV}} = \frac{351 \text{ Wh}}{3.53 \text{ h} \cdot 1.25 \cdot 0.96 \cdot 0.94 \cdot 0.9 \cdot 0.9} = 108.8 \text{ Wp}$$

Pra një modul me fuqi 110 W do ishte I mjaftueshëm për nevojat ditore në këtë shtëpi pushimi.

Gjatë stinës së dimrit (ne muajin Dhjetor), fuqia e kërkuar nga gjeneratori PV është:

$$P_{\text{PV}} = \frac{291 \text{ Wh}}{0.79 \text{ h} \cdot 1.68 \cdot 1.06 \cdot 0.94 \cdot 0.9 \cdot 0.9} = 271.7 \text{ Wp}$$

Pra shihet qartë që fuqia e kërkuar është më e madhe, për pasojë edhe numri i moduleve duhet të rritet. Në këtë rast mund të ndryshohet këndi i rënies së rrezeve në modul. Nëse këndi do të ndryshonte në 60° , fuqia e kërkuar do shkonte në 220.5W dhe në këtë rast mund të instalonim 2 module 120W në paralel si gjenerator diellor.

Për zgjedhjen e baterisë duhet të kemi parasysh:

- numrin e ditëve me diell qoftë edhe në mot të keq
- rritjen e jetëgjatësisë së baterisë për një nivel më të ulët të shkarkimit të thellë, p.sh. vendosim një marrëveshje sipas së cilës ngarkimi i baterisë të mos bjerë kurrë nën 30%.

Duke patur parasysh këto dy kushte, llogaritim kapacitetin e baterisë me barazimin:

$$C_N = \frac{W \cdot N_A}{0.7 \cdot V_N}$$

Ku V_N është tensioni i sistemit, le të mendojmë se ka vlerën 12 V. Në stinën e verës:

$$C_N = \frac{351 \text{ Wh} \cdot 3.5}{0.7 \cdot 12 \text{ V}} = 146.3 \text{ Ah}$$

Në stinën e dimrit kapaciteti duhet të jetë më i madh:

$$C_N = \frac{291 \text{ Wh} \cdot 5.5}{0.7 \cdot 12 \text{ V}} = 190.5 \text{ Ah}$$

Si përfundim një bateri 12V me kapacitet 200Ah dhe dy module diellore secila me fuqi 120W do ishte e përshtatshme për këtë shtëpi pushimi.

Në vendin tonë në mungesë të politikave efikente për miratimin e ligjit, promovimin dhe nxitjen e përdorimit të sistemeve fotovoltaike, ka mungesë të personave të kualifikuar dhe të autorizuar, që mund të montojnë, punojnë dhe mirmbajnë këto sisteme. Në kushtet e Shqipërisë është shumë e rëndësishme përgatitja e specialistëve, që do mund të kryejnë projektimin, zgjedhjen e duhur të pajisjeve, montimin dhe mirmbajtjen e sistemeve fotovoltaike. Mendoj që kjo kategori specialistësh mund të vijë duke u rritur profesionalisht, duke filluar edukimin e tyre që në sistemin parauniversitar. Për këtë arsye, mendoj që puna duhet nisur që në hartimin e kurrikulave për nxënësit që studiojnë në shkollat e mesme profesionale. Për këtë arsye brenda këtij materiali do të gjeni edhe hapat e ndjekur për nxënësit e shkollave të mesme dhe gjithë të interesuarit deri në montimin dhe mirmbajtjen e sistemeve fotovoltaike.

2.21 Mirëmbajtja e sistemeve fotovoltaike

Mënyra më e thjeshtë e kontrollit të sistemit është matja e tensionit, sapo ai të kyçjet. Për sisteme të konsiderueshme, maten të dhenat e rrezatimit, pjerrësia dhe orientimi i azimuthit me piranometër; matet temperatura e qelizave diellore dhe më pas bëhen llogaritjet për të parë nëse punon sistemi si duhet apo jo. Gjatë punës së sistemeve fotovoltaike duhet të kemi parasysh që bie fuqia e prodhuar. Kjo ndodh për shkak të reve, orëve gjatë ditës, temperaturës së qelizave diellore, rrezatimit, ndotjes, pamundësisë së inverterit dhe rënieve të tensionit, arësye të cilat zvogëlojnë energjinë e prodhuar.

Monitorimi është një proces i rëndësishëm në punën e sistemeve fotovoltaike. Shpesh monitorimi nënkuptohet vetëm si matje e tensionit dhe rrymës në daljen AC të inverterit dhe ky informacion përcillet në internet. Për sisteme më të mëdha monitorimi duhet të përfshijë edhe shpejtësinë e erës dhe rrezatimin. Kur diagnostikohet një problem, menjëherë duhet të *sigurohet* sistemi PV, së pari duke çkyçur pajisjet dhe atëherë merren masat e nevojshme, kur dihet ku është defekti. Sigurohemi gjithashtu që pajisjet matëse janë në rregull.

Disa nga problemet më të zakonshme dhe si duhet vepruar në këyo raste janë treguar më poshtë (White, 2015):

✚ Sistemi PV çkyçet kur:

- Bie tensioni, pasi temperatura është shumë e lartë
- Lidhen më shumë module në seri apo gjendet një inverter me tension hyrje më të vogël

✚ Pika e tokëzimit ka problem:

- shihet burimi i ushqimit
- matet tensioni në vargjet e moduleve
- çdo gjë më parë është çkyçur
- gjejmë ku ka ndodhur lidhja e shkurtër

✚ Digjet filli i siguresës:

- Kontrollohen vizualisht fijet me potencial negativ dhe pozitiv
- Çkyçet çdo ngarkesë
- I kushtohet vëmendje lidhjeve të shkurtra

✚ Kur performanca nuk është e mirë në ditët e vështira klimaterike:

- Duhet pritur për mot më të mirë
- Duhet lëvizur dëbora
- Duhet parë ndotja, zgjidhja është larja e moduleve
- Kontrollohet për tension më të lartë (përcjellësit nën dimensionin e duhur)
apo me tension më të ulët (nga nxehja) gjatë punës.

✚ Kujdesi ndaj baterive:

- kontrollohet tensioni me voltmetër
- pastrohen terminalet dhe pajisjet
- kontrollohen lidhjet, siguresat, sistemi i ventilimit.
- Kontrollohet niveli i dielektrolitit dhe zëvendësohet, nëse është e duhur
- Kontrollohet graviteti i acidit të baterisë, etj.

KAPITULLI III: PËRDORIMI I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE NË BOTË

Zbatimet praktike të sistemeve që shndërrojnë energjinë diellore në energji elektrike janë të shumëllojshme; midis të tjerave në këtë kapitull janë studiuar përdorime të ndryshme të tyre anë e mbanë botës. Analiza bazohet në konceptet bazë mbi përbërësit e ndotjes së ambientit, si dhe mënyra të ndryshme të monitorimit të cilësisë së ajrit, midis të tjerash edhe me anën e fotovoltaikeve. Më pas vazhdohet me përdorimin e fotovoltaikeve për ushqimin e motorrpompave, mjeteve në transportin publik, si dhe një gamë të madhe zbatimesh praktike në pajisjet sinjalizuese, dekoruese, llogaritëse, matëse, etj.

3.1 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike për vlerësimin e cilësisë së ajrit

Përdorimi i paneleve fotovoltaike ka marrë rëndësi të veçantë, veç të tjerave, edhe në vlerësimin dhe monitorimin e cilësisë së ajrit. Në këtë pjesë do të trajtohen disa koncepte bazë mbi ndotjen e ajrit, mënyra të ndryshme të monitorimit të ajrit, skema bazë e realizimit të sistemeve të tilla duke përdorur modulet diellore, eksperimentimin dhe rezultatet e marra nga monitorimi.

Shkurtimisht mbi ndotjen e mjedisit

Ndotja e mjedisit është një nga problemet më të rëndësishme në jetën tonë të përditshme. Ajo ka lidhje të drejtpërdrejtë me mbrojtjen e shëndetit të publikut. Problemi bëhet më delikat kur flitet për njerëz që vuajnë nga sëmundje kronike, si asma. Në këto kushte është e

domosdoshme të shmanget ndotja e ambjentit. Shkencëtarët thonë që cilësia e ajrit do të ketë ndikim të madh për të ardhmem (California, Dec. 2012). Sipas tyre, *sensorët* që vlerësojnë cilësinë e ajrit duhet të jenë pjesë e smartfonëve, duke i dhënë mundësinë secilit të jetë i informuar mbi ndotjen dhe të mund të llogaritë brenda mundësive kohën e lëvizjeve të tij.

Politikat qeveritare kudo, duhet të ngrenë strategjitë e tyre në lidhje me monitorimin e cilësisë së ajrit për fëmijët asmatikë gjatë viteve të shkollës, në mënyrë që të mendohet si mund të kufizohet ndotja e ajrit në këto ambjente.

William Griswold, një professor I shkencave kompjuterike në Jacobs School of Engineering at UC San Diego dhe hulumtuesi kryesor I këtij projekti thotë (California, Dec. 2012):

“We want to get more data and better data, which we can provide to the public. We are making the invisible visible.”

Një prej sistemeve më të afta për monitorimin e cilësisë së ajrit është CitiSense. Të dhënat e marra mbi cilësinë e ajrit vinë direkt në telefonin e përdoruesit ose në kompjuterin e secilit në kohë reale.

Skema bazë e monitorimit e cilësisë së ajrit me anën e sistemeve PV

Struktura më e përgjithshme e sistemit për një stacion monitorimi me panele fotovoltaike tregohet më poshtë në figurën 3.1:

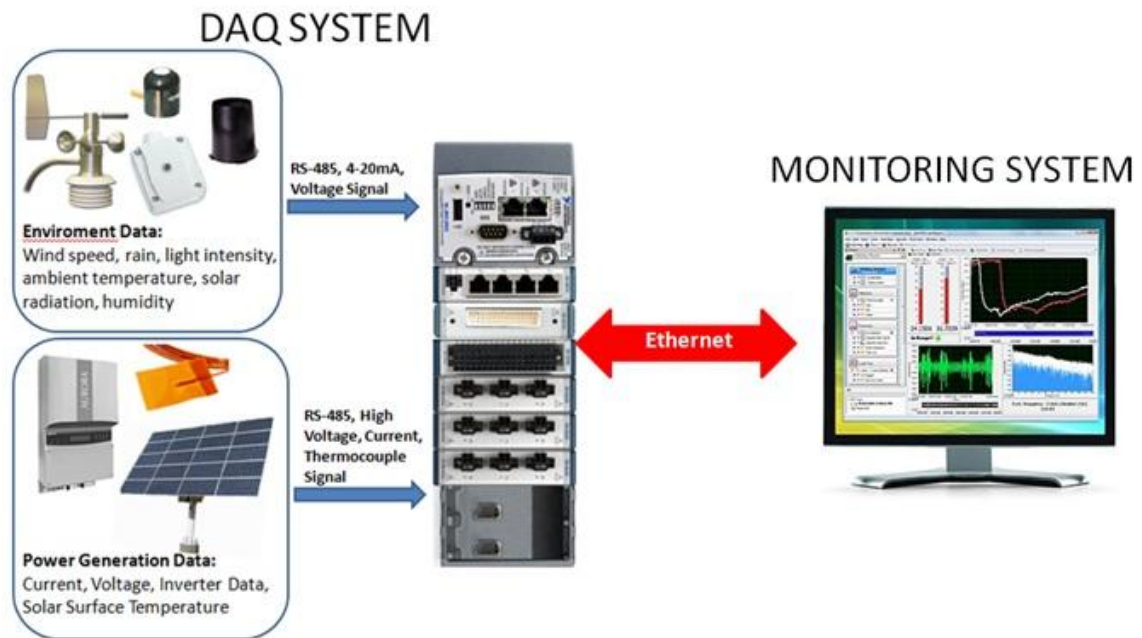


Fig. 3.1 Skema më e përgjithshme e realizimit të një sistemi monitorimi të dhënash (Setup, Solar Monitoring Station System)

DAQ (Data acquisition) është procesi i matjes së madhësive elektrike ose fizike, si rrymë, tension, temperature, presioni, rrezatim diellor, lagështirë, etj. Sistemi DAQ përmban sensorë, hardwarin e matjes dhe një kompjuter me software të programueshëm. Ky system është i fuqishëm, fleksibël dhe me kosto efektive.

Sipas disa studimeve të bëra nga shkenctarë të ndryshëm monitorimi *online* i cilësisë së ambjentit ka në thelb një Mobile - DAQ dhe një server për monitorimin e ndotjes. Mobile-DAQ realizohet me një mikrokontroller në një çip 16 bitesh, i cili lidhet me një modul GPS dhe një modem- GPRS duke përdorur interface RS-232.

Mikrokontrolleri është një qark i integruar, me porta hyrje/dalje dixhitale, me 16 kanale, me konverter analog-dixhital 8/10 bite. Ai mbledh të dhënat mbi nivelin e ndotjes së ajrit (CO₂,

NO₂ dhe SO₂), i paketon ato dhe i dërgon tek modemi GPRS. Ato transmetohen te serveri i ndotjes e më pas te rrjeti celular publik. Të dhënat vendosen në një DB, në mënyrë që të mund të përdoren nga agjensi të ndryshme të mbrojtjes së ambientit, kompanitë e sigurimeve, etj. Skema bllok e monitorimit të cilësisë së ajrit me anën e sensorëve në sistemet e lëvizshëm, tregohet në figurën e mëposhtme (3.2):

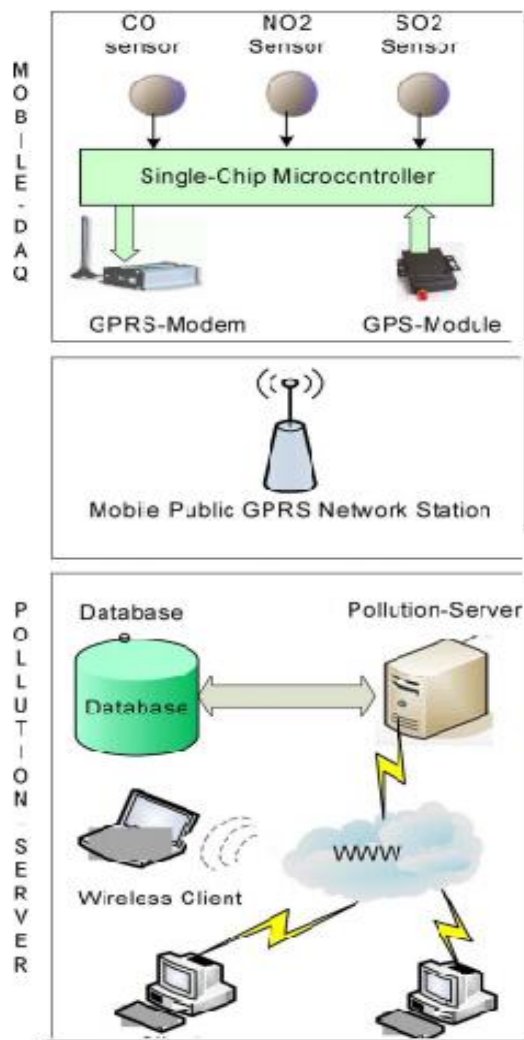


Fig. 3.2 Skema bllok e monitorimit të

cilësisë së ajrit me anën e sensorëve në

sistemet e lëvizshëm

GPRS (General Packet Radio Service) është shërbim I lëvizshëm të dhënash i orientuar në paketa, që përdor sistemin global të komunikimit celular 2G ose 3G. Ky sistem përdor një modem GPRS, si pajisje komunikimi për të transmetuar kohën, datën, vendndodhjen dhe nivelin e ndotjes së ajrit.

Moduli GPS tregon vendndodhjen fizike të sistemit të lëvizshëm DAQ në një format të caktuar. Ky modem ndërlidhet me mikrokontrollerin sipas standartit të komunikimit RS-232.

Le të shohim konkretisht një skemë të realizuar për vlerësimin e cilësisë së ajrit, e cila është eksperimentuar në Brooklyn NY. Kjo skemë përmban një sensor pluhuri, që dallon dy madhësi grimcash, grimcat e trasha të pluhurit me diameter (2,5-10) mikron dhe grimcat e holla me diameter 1-10 mikron. Sensori i pluhurit është kombinuar me një Arduino Uno për të regjistruar ndotjen e ambjentit dhe rrjetin GSM, i cili e vendos informacionin në internet për çdo regjistrim (Kauffmann, December 11, 2014). Ato mund të vendosen edhe në zona të largëta, në distanca të mëdha nga rrjetet Wi-Fi. Materialet që mendohet të përdoren në këtë rast janë listuar më poshtë:

- Arduino Uno
- Ekran mbrojtës GSM (Arduino GSM Shield)
- Sensor grimcash pluhuri - Shinyei PPD42 (Dust Particle Sensor)
- Bateri Voltaic
- 2 panele fotovoltaike 9 W (Voltaic 9W Panel (x2))
- Ne raste kundraujit Nanuk 904 (Waterproof Case)
- Kabëll lidhjeje kundrauji femër/mashkull me 8 pine
- Kutia për hapje kundra ujit PG7 Cable Gland (for waterproof opening in Nanuk Box)
- Software

Fillimisht duhet të sigurohemi që të gjitha pajisjet janë në gjendje të rregullt nga ana elektronike. Si realizohet skema?

Sensori I pluhurit lidhet me përcjellësin me ngjyrë të kuqe, tokën me përcjellësin me ngjyrë të zezë dhe përcjellësin e të dhënave në ngjyrë të verdhë, (me të cilin përcaktohen

grimcat me diameter 1-10 mikron) dhe përcjellësin blu (për përcaktimin e grimcave të trasha me diametër 2.5-10 mikron), si tregohet në figurën 3.3. Kjo mënyrë e realizimit të skemës vlen për disa zbatime të rëndësishme në monitorimin e cilësisë së ajrit, madje edhe për rastet kur ka nivele të rrezikshme të ndotjes së tij. Në këtë figurë mund të shohim edhe mënyrën e vendosjes së kartës SIM.

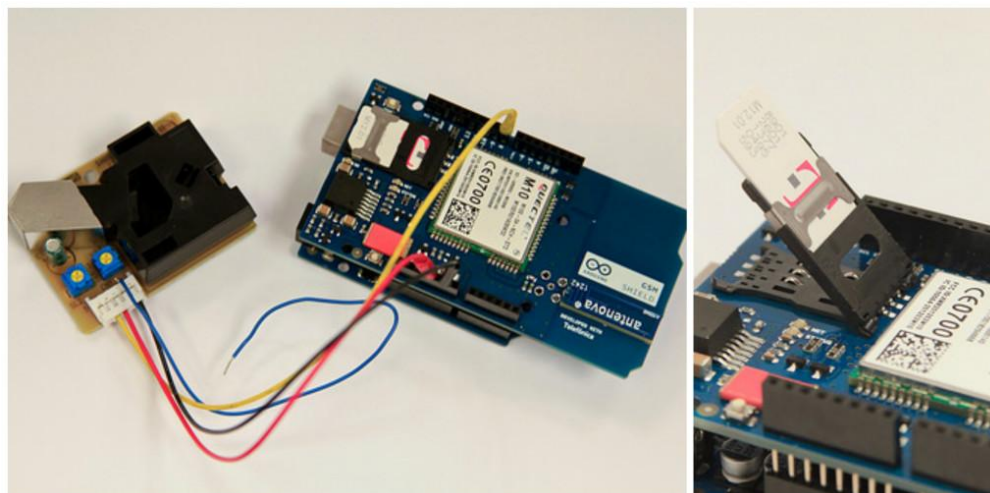


Fig.3.3 Mënyra e lidhjes së përcjellësve dhe e vendosjes së kartës SIM,

(www.voltaicsystems.com/blog)

Nga sasia e përgjithshme e grimcave të pluhurit heqim grimcat e “trashë” dhe mund të gjykojmë mbi sasinë e grimcave të imta. Vendosja e përcjellësit blu bëhet mes përcjellësit të kuq dhe të zi me anën e një ngjitësi (zamb të ngrohtë), pa prekur pjesën metalike të daljeve. Në tabelën e mëposhtme (3.1) tregohet mënyra e lidhjes së pineve.

Pin Connections	
Sensor Wires	Arduino (24 hr Average)
Red Power Wire	5V Pin
Black GND Wire	Common GND
Yellow Data Wire	Pin 8
Blue Data Wire	Pin 9

Tabela 3.1 Mënyra e lidhjes së pineve të sensorit të pluhurit

Kjo skemë përdoret kryesisht për të përcaktuar nivelin e ndotjes së ajrit, si për grimcat e imëta. (me diametër më të vogël se 2.5 mikron) dhe për grimcat e trasha (me diametër më të madh se 2.5 mikron).

Në figurën 4.3 tregohet kutia mbrojtëse kundraujt për këtë sistem. Përdorimi i kësaj kutie bën të mundur që sensori të jetë në ambjent të hapur, por edhe të jetë i mbrojtur nga kushtet atmosferike të vështira, qofshin ato dhe ekstreme.



Fig. 3.4 Vendosja e qarkut në kutinë mbrojtëse kundra ujit.

Qarku do të ushqehet me panel diellor dhe mund të vendoset kudo ku është e nevojshme përcaktimi i cilësisë së ajrit, si në figurën 3.5.



Fig. 3.5 Sistemi i plotë për monitorimin e cilësisë së ajrit.

Pas një studimi të tillë, specialistët kanë menduar si të postojnë të dhënat në internet. Për këtë projekt është përdorur platforma Dweet.io, pasi nuk ka llogari përdorimi dhe është e lehtë si platformë e vizualizimit të saj (hedhja e të dhënave del jashtë teme). Nëse marrim parasysh një testim të kryer në Brooklyn NY dhe përdorim të dhënat e marra në Dweet.io, vizualisht kemi këto rezultate, si në figurën 3.6 (www.voltaicsystems.com/blog):

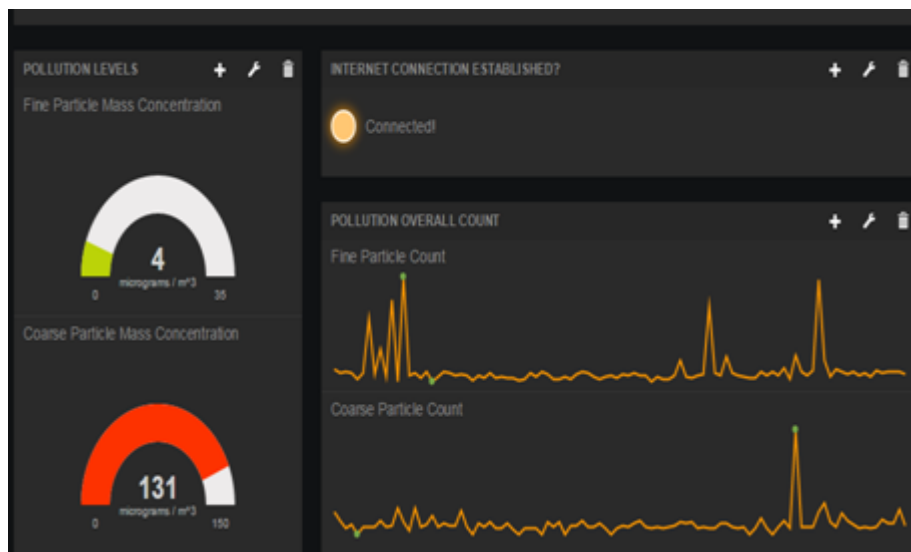


Fig. 3.6 Rezultatet e marra vizualisht nga përdorimi i një sensori të cilësisë së ajrit i ushqyer me panel diellor

Shihet qartë lidhja që ekziston mes grafikëve, matësve, dritave treguese dhe një HTML tuajën, nëse ju shtoni një aplikim të tillë. Edhe pse saktësia nuk mund të jetë tejet e lartë, në këto raste mund të gjykojmë në mënyrë të përafërt mbi cilësinë e ajrit në zona të ndryshme.

Shënim:

Një sistem i plotë për monitorimin e cilësisë së ajrit sipas dy mënyrave të ndryshme të realizimit të skemës, janë paraqitur në shtojcën e këtij materiali.

3.2 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike tek motorrpompat

Mes përdorimesh të mëdha të paneleve fotovoltaike, mund të përmendim edhe motorrpompat e para sferike të rrymës së vazhduar, Xylem Solar Pumps, që ushqehen me

tension të fituar nga panelet fotovoltaike, të cilat janë treguar në figurën 3.7. Panelet fotovoltaike, në këtë rast, kalojnë automatikisht në pikën me fuqi maksimale (MPP).



Fig. 3.7 Xylem Solar Pumps

Fakti që kjo pompë mund të punojë me panel diellor është ndër avantazhet më të mëdha të përdorimit të tyre.

Rast tjetër: Pompa Lowara Ecocirc® D5 Solar DC është njëra prej pompave, e cila është pompë me rendiment të lartë në qarkullimin e ujit pa patur nevojën e lidhjes me një burim fuqie të rrymës alternative. Ajo lidhet direkt me një panel diellor dhe karakterizohet nga madhësia e saj e vogël, rendiment i lartë, konsum fuqie i vogël dhe kapja e pikes optimale (MPP). Kur paneli fotovoltaike jep fuqi të mjaftueshme, së pari rrotori shkon në pozicionin e kërkuar për nisje, ndërsa mikroprocesori pret deri sa kondensatori të jetë ngarkuar mjaftueshëm. Kështu pompa kyçet me fuqi më pak se 1mW. Pajisja ka dhe një qark të integruar për mbrojtje nga mbitemperaturat, e cila e çkyç pompën duke ulur automatikisht

shpejtësinë e saj kur temperatura kalon vlerën e saj maksimale. Pas ftohjes pompa rifillon punën. Sistemi i plotë i lidhjes së një pompe të tillë tregohet në figurën 3.8.

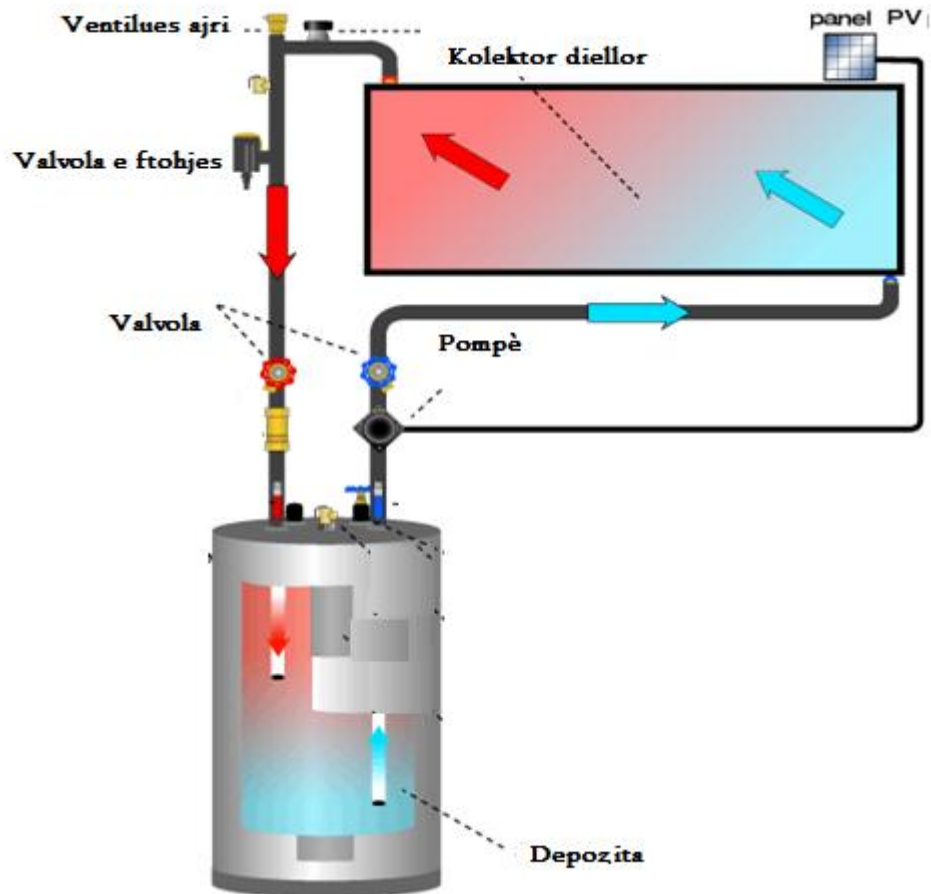


Fig. 3.8 Mënyra e lidhjes së një pompe që punon me module fotovoltaike

3.3 Përdorimi të ndryshme të sistemeve PV

Në këtë seksion do të japim një pasqyrë të përgjithshme të përdorimit të shumëllojhtë të sistemeve fotovoltike, të cilat përdoren në praktikë pa konsumuar energji të formave të tjera, veç asaj diellore.

Përdorime në transportin urban

Një prej qyteteve të para në botë, qyteti Polish i Lublin, ka instaluar panele fotovoltaike në tavanin (mbulesën) e autobusëve të tij. Shndërrimi i energjisë diellore në energji elektrike shfrytëzohet për të ushqyer bateritë e tyre. Kjo mënyrë e ushqimit të baterive sjell konsum më të vogël të lëndëve djegëse, si dhe përfitime ekonomike dhe ekologjike.

Në mjetet e transportit urban me panele fotovoltaike, ju mund të fikni (për pushim) autobusin, kur ai është në stacion; mund të siguron kushte komode për ajrim dhe mund të përdorni sistemin e ngrohjes, pa konsumuar lëndë djegëse. Pamja nga sipër e një autobusi në këtë qytet tregohet në figurën 3.9 .



Fig. 3.9 Paneli diellor “Midsummer” I vendosur në pjesën e sipërme të një autobusi

Duke iu referuar profesor Miroslaw Wendeker, në Universitetin e LUBLIN (2013), kostoja e energjisë elektrike e konsumuar nga një autobus është 5 herë më e madhe se kostoja e energjisë së konsumuar në një banesë. Kostoja e kthimit të investimit është 2 vite duke

llogaritur vetëm koston e karburantit. Kursimi është vlerësuar rreth 1900 euro në vit për një autobus. Sigurisht që nuk mund të lëmë pa përmendur në këtë rast, edhe rritjen e jetëgjatësisë së autobusit. Ajo që ia ngre më tej vlerat studimit janë përfitimet ambientale.

Qelizat diellore prej filmi të hollë janë prodhuar nga Midsummer, furnizuesi kryesor Suedez i pajisjeve fotovoltaike, dhe janë instaluar në autobusët “Scania” për Kompaninë e Transportit Bashkiak. Projekti është bashkëpunim i Kompaninë së Transportit Bashkiak dhe Universitetit të Teknologjisë, Lublin. Sven Lindström, CEO e Midsummer ka thënë:

"As opposed to the more traditional silicon-based solar cells, thin film CIGS solar panels are flexible and light weight and therefore ideal to be mounted on moving vehicles – and also on many buildings, landfills etc,. If a city in north central Europe can install thin film solar panels on its public transport vehicles with energy cost efficiency and a short payback period, imagine the potential for larger cities in sunnier parts of the world for introducing solar energy to its vehicles and buildings."

Qelizat me film të hollë të përdorura në këtë rast janë të qëndrueshme, mund të përballojë lëkundjet, mund të vendosen në sipërfaqe të lakuara dhe mund të prodhohen me kosto efikase në vëllime të vogla. Kundrejt qelizave kristaline, ato janë fleksibël dhe me aftësi thithëse më të mira, si dhe mund të vendosen në çdo çati.

Qyteti Lublin është qytet në lindje të Polonisë me rreth 350 000 banorë dhe me 215 autobusë (<http://www.pv-magazine.com>, 2013).

Australia ka përdorur me përparësi energjinë diellore këto vitet e fundit. Në vitet 2009-2011, çmimi për wat është ulur së tepërmi. Në vitin 2010, 36% karbonit të emetuar në qytet, vinte nga transporti publik dhe privat. Në Adelaide, një qytet i Australisë së Jugut, janë marrë masa për uljen e ndotjes së ambjentit duke bërë rrugë të gjera për këmbësorë dhe

biçikleta, por edhe duke ndërtuar një park të ri me autobusët Tindo, të janë cilët plotësisht elektrik dhe kanë emetim zero. Ai është i pari autobus në botë, që realizon ushqimin 100% me elektricitet “diellor”. Ky është rezultat i një pune 8-vjeçare të këshillit të qytetit, për të marrë autobusët elektrike, që mund të udhëtojnë në rrugët e qytetit dhe lagjet e banimit në mënyrë të pastër dhe të qetë. Këto autobusë (figura 3.10) janë mjaft popullor dhe të pëlqyer si nga pasagjerët, dhe nga publiku.



Fig. 3.10 Autobusi Tindo (Council, Adelaide City)

Autobusi diellor elektrik, TINDO, përdor 11 module me bateri Zebra, duke krijuar rezerva të mëdha të ruajtjes së energjisë. Bateritë Zebra përdorin teknologjinë klorid natriumi/nikel dhe janë projektuar për jetëgjatësi të madhe. Puna e tyre nuk ndikohet nga temperaturat e jashtme dhe mund të ruhet një kohë të pacaktuar plotësisht e ngarkuar. Mirëmbajtja e tyre ka kosto të papërfillshme.

Aurobusët me teknologji “Carbon Neutral TINDO” përdorin një sistem panelesh fotovoltaike në Stacionin Qendror të Autobusëve në Adelaide. Panelet fotovoltaike në çatinë e stacionit të autobusëve gjenerojnë pothuajse 70.000 kWh. Pjesa më e madhe e fondeve për këtë system PV, rreth \$ 550.000, është dhënë nga Qeveria Australiane.

Sistemi I manaxhimit të autobusëve monitoron të gjitha pajisjet në autobus dhe krijon siguri se çdo gjë shkon sipas parametrave të dëshiruar. Pra këto makina nuk kanë ndonjë panel të instaluar në vete, por çdo autobus ngarkohet në Stacionin Qendror të Autobusëve në Adelaide para se të niset nëpër rrugët e qytetit. Në kushte trafiku mesatar, Tindo udhëton 200 km dhe më pas ai duhet të ringarkohet përsëri. Sistemi i frenimit rigjenerues rrit rendimentin e energjisë së makinës 30%.

Nga përdorimi i tyre për afro 7 muaj, në rreth 15 000 km, ato kanë kursyer emetimin e rreth 70 000 kg karbon dhe 14 000 litra lëndë djegëse! (www.mnn.com/green-tech)

Përdorime në pajisje elektroshtëpiake, dekorative, etj.

Më poshtë po përmbledhim si “zëra” me pamje disa nga zbatimet e moduleve fotovoltaike në fusha të ndryshme të jetës së përditshme (www.wikipedia.org).



Ngarkues i baterisë së telefonit



Ventilator i montuar në papafingo



Llampë diellore në një kopësht



Llampë diellore në parkun Rizal, Filipine



Fanar diellor



Radio me flashlight diellor



Ndriçimi i rrugës me fuqi diellore



Ndriçimi në një stacion autobusi



Semafor shkolle



Semafor në rast fatkeqësie natyrore



Burim dekorativ dielllor



Një pompe me erë e zëvendësuar me një
pompe me fuqi diellore



Një radio marrës diellor



Makine llogaritese



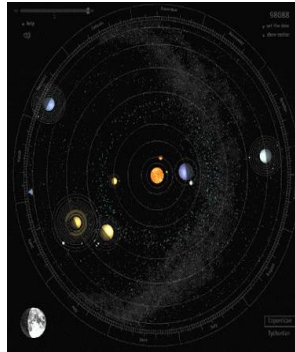
Orë me fuqi diellore

Fakte dhe kuriozitete:

- Përdorimi i paneleve u rrit me 67% në mes të viteve 2009 dhe 2010. Kjo industri është përgjegjëse për punësimin e 100.000 amerikanëve në mbi 5000 biznese në cdo shtet. Kjo solli një ekonomi më të mirë për cdo shtet në vecanti dhe për shtetin federal në përgjithësi. Për shembull vetëm në Maryland shteti ofron 5000 dollarë për biznes për punësime të reja në energjinë diellore.
- Një panel diellor, i cili funksionon edhe natën. Duket si një kundërshti fjalësh, por në realitet kjo është detyra e një projekti të Steven Novack, në Idaho National Laboratory të Departamentit Amerikan të Energjisë.



- *Energjia diellore zëvendëson atë atomike.* Pilat fotovolatike që do të vihen në dispozicion çdo vit në vende me shumë diell do të prodhojnë po aq energji sa ç'prodhojnë sot 15 centrale bërthamorë në vit.



- Impiantet e prodhimit të energjisë diellore që u instaluan në mbarë botën deri në fund të 2010-ës kanë një kapacitet prej 40 mijë megavat (MW).
- Nëpërmjet dritës së diellit, mund të fitohet hidrogjen nga uji.
- Me anën e qelizave me polimer, paneli punon jo vetëm me rrezet e diellit, po edhe me ato të dritës së dukshme, në këtë rast kostoja e ngrohjes ulet mbi 40%.
- Termocentrali diellor më i madh në botë do të fillojë punën nga fundi i vitit në Kaliforni.
- Vetëm Italia subvencionon përdorimin e burimeve të ripërtëritshme me 12.5 billion € në vit.
- Në Kaliforni, në vitet e fundit ish guvernatori Arnold Schwarzenegger me politikat mjedisore të përdorura, uli emetimet që shkaktojnë efektin serë gjysëm për gjysëm në krahasim me rritjen mesatare të tyre në gjithë SHBA. (Gerbeti).

- Centralet e para të mëdha të energjisë diellore janë ndërtuar në jug të Spanjës, ndërsa në SHBA janë planifikuar dhe po ndërtohen 9 centrale me një kapacitet prej 4000 MW.
- Kina udhëheq në prodhimin e moduleve fotovoltaike.
- Stella Lux është një makinë diellore, super-teknologjike me një mision specifik; të prodhojë energji më shumë se sa harxhon diellore falë 5.8 m² panele fotovoltaike dhe një baterie me kapacitet shtesë të 15kWh, me një tunel qendror që shfrytëzon më mire aerodinamikën. Makina kap një shpejtësi prej 125 km/h. . Ajo është një makinë familjare, e projektuar për të udhëtuar në një ditë me diell, për më shumë se një mijë kilometra dhe të arrijë në destinacionin e kërkuar me bateritë akoma të ngarkuara. Mjeti është ideuar nga disa studentë holandezë në ‘ Eindhoven University of Technology’, të cilët që prej vitit 2013 kishin projektuar një makinë me panele fotovoltaike (Shqip, 26.08.2015).
- Hulumtuesit në Lab Berkeley dhe Universiteti i Illinois kanë krijuar një flotacion Amazing që mund të mbledhë fotone "blu" me energji të lartë, me rendiment 30 herë më të madh sesa një qelizë konvencionale PV dhe efikasitet optik 80% per fotonet blu. Ky zbulim i madh hap rrugën për qelizat diellore që përdorin me rendiment shumë të lartë pjesën e sipërme të spektrit diellor dhe kanë kosto të ulët, zbulim i cili do të përshpejtojë përhapjen e sistemeve fotovoltaike. Ndryshe nga qelizat konvencionale, të cilat thithin dritën drejtpërdrejt, në ato me përqëndrim Amazing (të quajtura LSC) kapin energjinë e dritës përmes një pllakë me material relativisht të lirë, i cili ri-lëshon dritën e absorbuar me gjatësi vale më të gjatë dhe e drejton atë nga qelizat fotovoltaike

shumë të vogla dhe shumë efikase. Me pak fjalë, ky është një hap i rëndësishëm përpara dhe kjo teknologji ka tërhequr vëmendjen e Shtëpisë së Bardhë:

- Bateria e mëposhtme mund të ruajë energjinë diellore të pakonsumuar gjatë ditës, duke u sjellë konsumatorëve mundësi përdorimi të lartë (www14).



KAPITULLI IV: PROJEKTIMI I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE

Në kapitujt e mësipërm janë dhënë njohuritë bazë mbi rrezatimin diellor, qelizat diellore dhe sistemet fotovoltaike, ndërsa në këtë kapitull mendoj të fillojmë konkretizimin e këtyre njohurive teorike duke e vënë në zbatim punën e sistemeve fotovoltaike, në mënyrë që dhe në vendin tonë të ndihen përfitimet ekonomike dhe ekologjike të aplikimit të tyre. Për këtë arsye, mendoj të fillojmë me mënyrën e projektimit të sistemeve të tilla. Fillimisht kam listuar pjesët përbërëse të një sistemi fotovoltaike për secilin prej rasteve:

- sistemet fotovoltaike që lidhen me rrjetin publik
- sistemet fotovoltaike që nuk lidhet me rrjetin publik.

Më pas studimin e vazhdoj me llogaritjet teknike të nevojshme, si: përcaktimi i energjisë së konsumuar të nevojshme, përcaktimi i energjisë së marrë nga modulet fotovoltaike dhe llogaritjen e numrit të tyre, zgjidhjen e inverterit dhe baterisë.

Për të kryer llogaritjet teknike për një projekt fotovoltaike të lidhur ose jo me rrjetin, nevojitet studimi i disa faktorëve, si: fuqia e kërkuar për instalim, pozita gjeografike e objektit dhe sipërfaqet fizike që do të shërbejnë për instalimin e moduleve. Më pas kam menduar të kryej llogaritjet e kostos së investimit dhe analizën ekonomike të sistemit fotovoltaike.

Ky kapitull është i rëndësishëm edhe për faktin se kam projektuar nga ana konceptuale, logjike dhe fizike hartimin e një RDMS për ruajtjen dhe menaxhimin e të dhënave në lidhje me përdorimin e paneleve fotovoltaike, nevojë e munguar në Shqipëri. Baza e të dhënave do t'u shërbejë Institucioneve përgjegjëse për të gjykuar për të sotmen dhe për

ndërtimin e strategjive për të ardhmen, si dhe gjithë të interesuarve në fushën e biznesit, politikave sociale, etj.

4.1 Pjesët kryesore të një sistemi fotovoltaike

Teknologjia e sistemeve fotovoltaike është përmirësuar vazhdimisht, kryesisht në procesin e prodhimit të tyre. Përdorimi i tyre në banesa apo në institucione të ndryshme, sjell nevojën në ulje për energji elektrike.

Sistemet fotovoltaike mund të ruajnë ose të përdorin energjinë e prodhuar direkt, mund të kthejnë atë në rrjet ose mund t'i kombinojnë ato. Energjia e prodhuar nga modulet fotovoltaike mund të përdoret për ndriçim, në industri, në bujqësi, blegtori, etj.

Një përshkrim i përgjithshëm i situates:

Instalimi i sistemeve fotovoltaike bëhet në dy mënyra:

- Sisteme të lidhura me rrjetin (On-grid)
- Sisteme të palidhura me rrjetin (Off-grid)

Teknologjia e instalimit për të dy grupet është e njëjtë, ndryshimi i vetëm është tek inverteri, i cili i jep edhe emërtimin sistemit. Për më shumë, po i shtjellojmë me imtësi të dy kategoritë.

Sisteme të lidhura me rrjetin (On-grid)

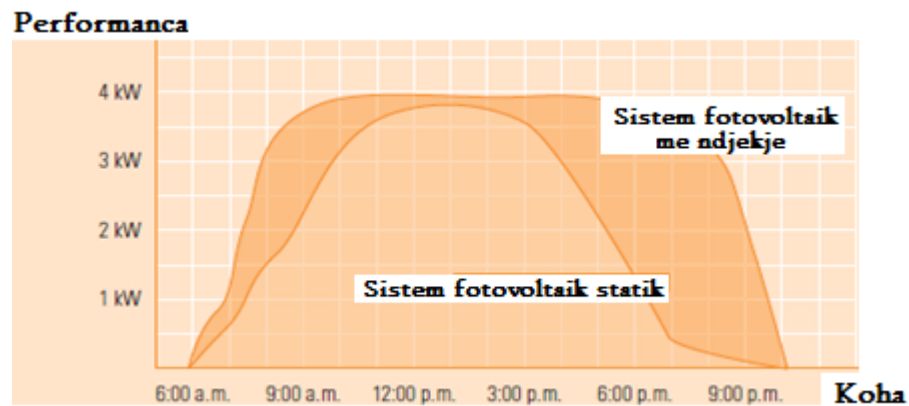
Sistemet on-grid të prodhimit të energjisë elektrike me anë të paneleve fotovoltaike, kanë në përbërjen e tyre këto elemente.

+ Modulet fotovoltaike

Panelet diellore mund të jenë polikristaline ose monokristaline, këto bëjnë të mundur kapjen e energjisë diellore dhe shndërrimin e saj në energji elektrike të vazhduar.

+ Struktura metalike

Struktura metalike, shërben për instalimin dhe montimin mekanik të paneleve diellore. Kjo mund të jetë me ndjekje dielli ose statike. Strukturat metalike me ndjekje dielli kanë prodhimtari më të madhe të energjisë elektrike nga 35 – 45% më shumë sesa strukturat pa ndjekje dielli. Në grafikun e figurës 4.1 janë paraqitur kurbat e prodhimit të energjisë elektrike nga sistemi diellore me instalim statik dhe sistemi diellore me ndjekje dielli.



.Fig. 4.1. Paraqitja e kurbave të fuqisë për sistemin fotovoltaik statik dhe atë me ndjekje dielli.

Përcjellësat e rrymës së vazhduar

Rryma elektrike e prodhuar nga panelet diellore është rrymë elektrike e vazhduar, si e tillë për të transportuar këtë rrymë nevojiten përcjellësat e rrymës së vazhduar .

Matësi i energjisë elektrike të prodhuar nga panelet, që shkon në rrjetin publik

Për të matur energjinë elektrike të hedhur në rrjetin publik nevojitet një matës i energjisë elektrike.

Matësi i energjisë elektrike të rrjetit publik

Ne rastet kur energjia e prodhuar nga panelet nuk plotëson nevojat e konsumatorit, atëherë këtij të fundit i nevojitet që të marrë energji elektrike nga rrjeti publik.

Paneli elektrik i kontrollit

Në rastet kur duam të bëjmë rikonstruktim apo kur është e nevojshme të bëjmë ndërhyrje në sistem, nevojitet që sistemi të fiket. Për të bërë të mundur këtë nevojitet një panel kontrolli i sistemit, i cili përbëhet nga celësa dhe siguresa.

Inverteri on-grid

Për të shndërruar rrymën elektrike të vazhduar në rrymë elektrike alternative nevojitet inverteri. Inverteri duhet të jetë i pajisur me sistemin e sinkronizimit dhe quhet inverter on-grid.

Përcjellësat e rrymës alternative.

Për të transportuar energjinë elektrike alternative nevojiten përcjellësat, të cilët lidhen në panelin e sistemit të shpërndarjes së ngarkesës së objektit apo konsumatorit.

Mënyra e lidhjes së një sistemi fotovoltaiik me rrjetin tregohet në figurën 4.2

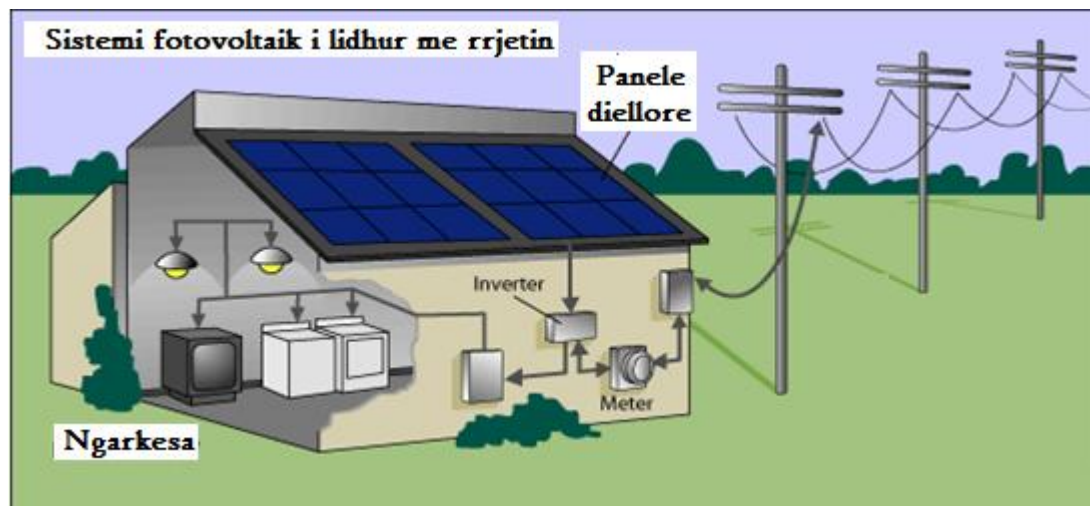


Fig. 4.2 Sistemi fotovoltaiik on-grid (www.solar-system-china.com)

Keto lloj sistemesh gjejnë përdorim të gjere ne zonat urbane ose rurale të elektrifikuara.

Sisteme të palidhura me rrjetin (Off-grid)

Sistemet off-grid të prodhimit të energjisë elektrike me ane të paneleve fotovoltaike, kanë në përbërjen e tyre këto elemente:

- ✚ Modulet fotovoltaike
- ✚ Struktura metalike (e cila mund të jetë me ndjekje dielli ose pa ndjekje diellit, statike)
- ✚ Përcjellësat e rrymës së vazhduar
- ✚ Matësi i energjisë elektrike të prodhuar nga panelet, që shkon në rrjetin publik
- ✚ Matësi i energjisë elektrike të rrjetit publik

- ✚ Paneli elektrik i kontrollit
- ✚ Inverteri off-grid
- ✚ Karikues baterie
- ✚ Bateri
- ✚ Përcjellesat e rrymës alternative.

Mënyra e lidhjes së një sistemi fotovoltaiik off-grid tregohet në figurën 4.3. Sic edhe vihet re, për sistemet off-grid nuk është e nevojshme sistemi i sinkronizimit, për këtë arsye inverterat off-grid kanë kosto më të ulët investimi. Për këto sisteme, blloku i baterive është shumë i rëndësishëm. Ato janë mjaft të kushtueshme dhe si rrjedhojë rritin koston e investimit për sistemin. Në bazë të autonomisë që kërkojmë të realizojmë, varet edhe kostoja specifike e sistemit.

Sistemet off-grid kryesisht gjejnë aplikim në zonat rurale ku mungon elektrifikimi publik.

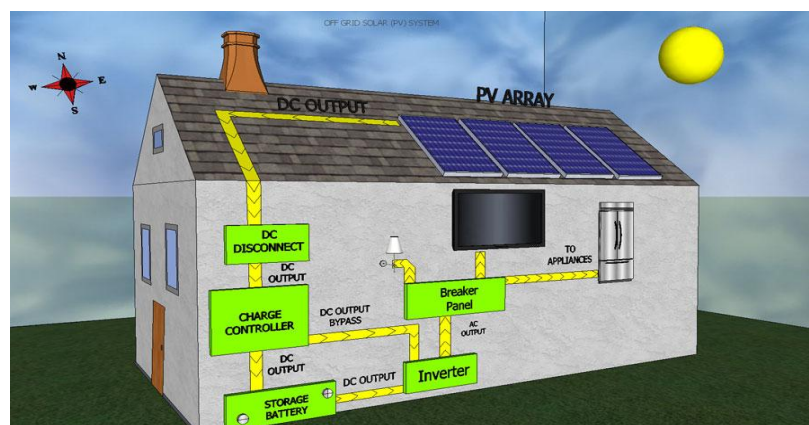


Fig. 4.3. Paraqitja skematike e një sistemi off-grid (www.psi-solar.com)

4.2 Llogaritjet teknike për një sistem fotovoltaiik të lidhur me rrjetin (on-grid)

Projektimi dhe llogaritjet për një sistem fotovoltaiik nisin me përcaktimin e energjisë së nevojshme për t'u konsumuar, pra hapi i parë *vlerësohet energjia e konsumuar e nevojshme* për të gjitha ngarkesat, e cila duhet të jetë fituar nga sistemi fotovoltaiik. Për këtë duhet të llogaritet energjia e duhur për ngarkesën në një ditë dhe më pas llogaritet energjia e nevojshme për t'u fituar nga modulet fotovoltaike në një ditë

Kjo energji gjendet nga energjia e nevojshme për konsumuar shumëzuar me 1.3, që merr parasysh humbjet në sistem.

Së dyti *përcaktohet energjinë e marrë nga modulet fotovoltaike dhe numri i tyre*

Module të ndryshëm fotovoltaiikë prodhojnë sasi të ndryshme energjie, në varësi venditma e vendit, ku do të instalohen ato. Për këtë arsye merret në konsideratë “faktori i prodhimit të panelit”, i cili në vende të ndryshme, ka vlera të ndryshme. Për llogaritjen e moduleve ndiqen këto hapa:

- Pjestojmë energjinë e nevojshme për t'u marrë nga panelet fotovoltaiikë me koeficientin e prodhimit të panelit për të fituar vlerën e energjisë së duhur për ngarkesën
- Llogaritim numrin e moduleve fotovoltaike për sistemin

Së treti *zgjidhet inverteri*, kur është e nevojshme përdorimi i energjisë së rrymës alternative. Vlerat e parametrave në hyrje të inverterit duhet të jenë më të mëdha se ato të ngarkesës. Për sistemet e palidhura me rrjetin, inverteri duhet të zgjidhet me fuqi 25-30%

më të madhe se fuqia e duhur për të ushqyer ngarkesën. Nëse ngarkesa është motorr ose kompresor, kapaciteti i inverterit duhet të jetë tre herë më i madh se kapaciteti i këtyre pajisjeve, pasi duhen marrë parasysh rrymat e nisjes së tyre. Inverteri duhet të ketë të njëjtin tension me atë të baterisë. Për sistemet e lidhura me rrjetin, parametrat kufi të hyrjes së inverterit, duhet të jenë të njëjta me ato të moduleve fotovoltaike, për të lejuar regjim pune të sigurtë dhe eficient.

Së katërti *zgjidhet madhësia e baterisë*. Bateria e rekomanduar në sistemet fotovoltaike është bateria me cikël të thellë shkarkimi. Kjo bateri është ndërtuar për t'i rezistuar ngarkim-shkarkimit të përditshëm ose për t'u shkarkuar deri në vlera të vogla energjie dhe për t'u ringarkuar shpejt. Ajo duhet të jetë zgjedhur e tillë, që të ruajë energjinë e tepërt natën ose në mot të vrenjtur. Hapat që ndiqen për madhësinë e saj janë:

- a) Llogaritet energjia ditore për ngarkesën
- b) Pjestohet kjo energji me 0.85 për të marrë parasysh humbjet e tensionit të baterisë
- c) Pjestohet vlera e marrë në pikën b) me 0.6 duke marrë parasysh shkarkimin e saj
- d) Pjestohet vlera e marrë në pikën c) me tensionin nominal të baterisë
- e) Shumëzohet vlera e marrë në pikën d) me numrin e ditëve që duhet të punojë sistemi, kur nuk mund të ushqehet nga paneli.

Kapaciteti i baterisë me cikël të thellë, i matur në Amper-orë, është:

$$\text{Kapaciteti i baterisë (Ah)} = \frac{\text{energji ditore e nevojshme} \times \text{ditët pa energji paneli}}{0.85 \times 0.6 \times \text{tensioni nominal i baterisë}}$$

Kontrolleri zgjidhet në përshtatje me tensionin dhe rrymën e moduleve fotovoltaike, si dhe me kapacitetin e baterisë. Më pas bëhet vendoset për tipin e tij. Për tipin e kontrollorëve seri, madhësia e tij varet nga rryma e përgjithshme e hyrjes e ardhur nga modulet fotovoltaike, si dhe nga mënyra e skemës sipas të cilës janë lidhur modulet (lidhje seri apo paralel). Në praktikë merret zakonisht në konsideratë rryma e lidhjes së shkurtër e paneleve fotovoltaike dhe shumëzohet me 1.3.

4.3 Projektimi i një RDMS për ruajtjen dhe menaxhimin e të dhënave në lidhje me përdorimin e paneleve fotovoltaike.

Më poshtë jam fokusuar në mënyrën e strukturimit të dhënave rreth teknologjive dhe karakteristikave specifike të marra nga përdorimi i sistemeve fotovoltaike në Shqipëri.

Pse duhet DB në rastin konkret?

Analiza e situatave në Institucione, kompani dhe rezidenca, përcaktimi i problemeve dhe përcaktimi i objektivave bëhet duke mbledhur të dhëna prej tyre për çështjen në fjalë.

Në mënyrë që mbledhja e të dhënave të jetë manaxhuar me efikasitet të lartë, ato duhen ruajtur në një bazë të dhënash, DB. Projektimi i saj sjell analizë të mirëfilltë të situatës aktuale, por dhe parashikimin e të ardhmes për vendin tonë. Në bazë të studimit të DB, mund të gjykojmë mbi përfitimet ekonomike dhe ekologjike që vijnë nga përdorimi i

energjisë diellore; konsumatori mund të gjykojë efikasitetin e energjisë, teknologjinë e përdorur, metodat e instalimit, etj.

Institucionet përgjegjëse duhet të merren me plotësimin dhe rifreskimin e të dhënave për të patur në përdorim një DB në nivel kombëtar.

Dizenjimi I bazës së të dhënave

Analiza jonë për krijimin e DB është bazuar në dizenjimin konceptual dhe logjik mbi përdorimin dhe shfrytëzimin e energjisë diellore. Mendoj që si entitete dhe attribute

(karakteristika) për secilin prej tyre të zgjedh:

Energjia diellore

-  Numri i oreve me diell
-  Sasia e rrezatimit
-  vendi

Panelet diellore

-  ID
-  Teknologjia
-  Siperfaqja
-  Këndi instalimit
-  Cmimi
-  Rendimenti

Energji elektrike

-  Sasia
-  Vendi
-  Cmimi
-  Periudha

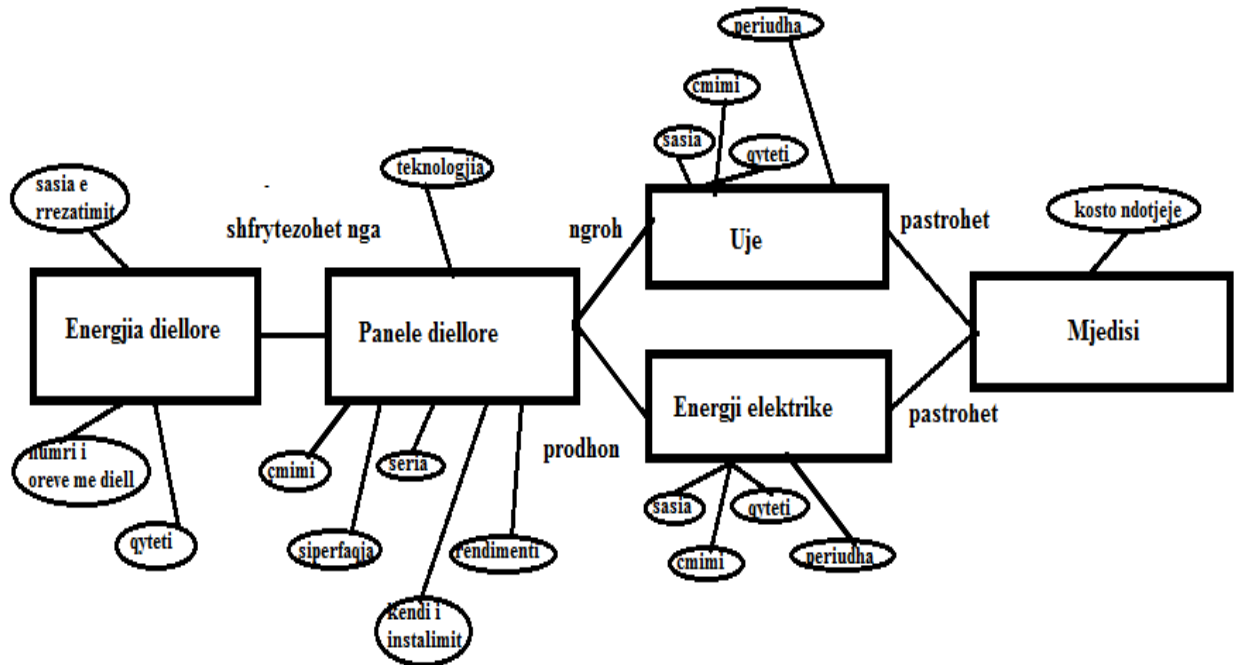
Uje i ngrohte

-  Sasia
-  Vendi
-  Cmimi
-  periudha

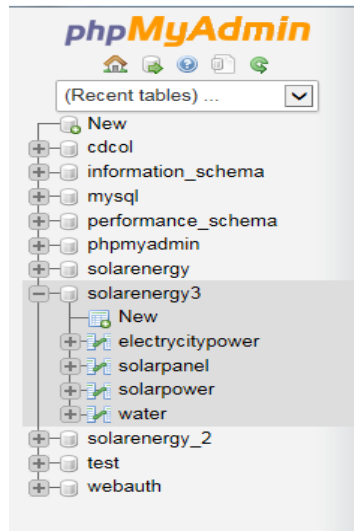
Mjedisi

-  Kosto e mjedidsit

Pas dizenjimit konceptual dhe logjik të bazës së të dhënave, po kaloj në dizenjimin fizik të saj, i cili paraqitet me anën e diagramës së mëposhtme:

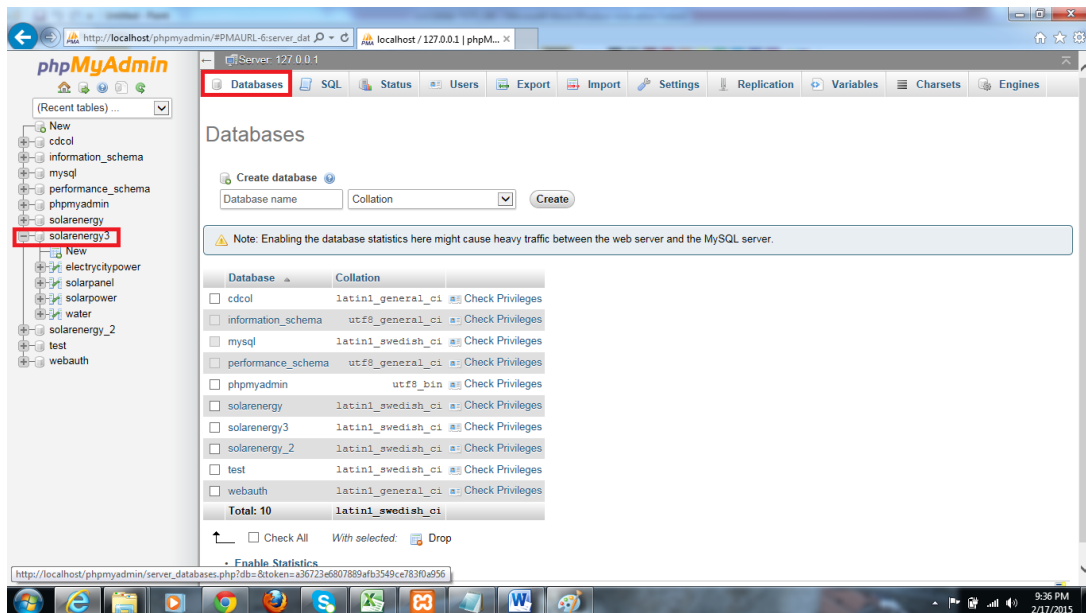


Secili nga entitetet e mësipërme është përfaqësuar me një tabelë dhe çdo atribut i entiteteve është kthyer në një kolonë table. E gjithë kjo skemë logjike është shndërruar në DB me emrin energjidiellore ose “solarenergy” me tabelat e emërtuara: fuqia diellore, fuqia elektrike, ujë, panele diellor.



Ndërtimi i DB

Ne mund të krijojmë një DB të re duke u mbështetur Graphical User Interfaces, pamja e pare e të cilës tregohet më poshtë:



Me MySQL fillojmë të ndërtojmë DB, si më poshtë:

```
/****** create a DB *****/
```

```
create database SolarENERGY3;
```

Pas krijimit të DB, kam krijuar të gjitha tabelat. Tabela e dytë “solarpower” ka katër kolona të emërtuara: spw_id, city_id, month and amount.

SPW_id është përdorur si çelës primar i tabelës, i cili është i nevojshme për të identifikuar në mënyrë unike një rekord të tabelës. **City_id** është ID e përdorur për qytetin. **Month** është muaji i vitit, i përcaktuar si tipi VARCHAR. **Amount** është shuma e vlerave të “solarpower” për çdo qytet në bazë të muajit përkatës të vitit.

```
*****
```

```
/*** CREATE TABLE SOLARPOWER ***/
```

```
CREATE TABLE SOLARPOWER (
```

```
    SPW_ID INT NOT NULL,
```

```
    CITY_ID VARCHAR (40) NOT NULL,
```

```
    MONTH VARCHAR (20) NOT NULL,
```

```
    AMOUNT DECIMAL (14, 2) NOT NULL,
```

```
    PRIMARY KEY (SPW_ID)
```

```
);
```

```
*****
```


Script-et e mëposhtme po I plotësoj me disa të dhëna në tabelë.

```
INSERT INTO SOLARPOWER VALUES('1','KUKES','JAN',44.3);
```

SPW_ID	CITY_ID	MONTH	AMOUNT
1	KUKES	JAN	44.3



TABLE DATA.xlsx

Tabela me të dhëna duket si:

.

Krijoj një tabelë të re “**electrycitypower**”. EP_ID është çelësi primar dhe ai nuk lejon vlera 0 (NULL).

```
CREATE TABLE ELECTRYCITYPOWER (
```

```
EP_ID INT NOT NULL PRIMARY KEY,
```

```
PRICE DECIMAL(14,2) NOT NULL,
```

```
MONTH VARCHAR(10) NOT NULL,
```

```
CITY_ID VARCHAR(40) NOT NULL,
```

AMOUNT DECIMAL(14,2)

);

P.sh.:

INSERT INTO electrycitypower VALUES (1,100,'JAN','REZEM',230);

EP_ID	PRICE	MONTH	CITY_ID	AMOUNT
1	100	JAN	RAZEM	230



TABLE DATA.xlsx

Tabela me të dhëna duket si:

Krijoj një tabelë të re “**water**”. W_ID është çelësi primar dhe nuk lejon vlera 0.

CREATE TABLE WATER(

W_ID INT NOT NULL PRIMARY KEY,

PRICE DECIMAL(14,2),

CITY_ID VARCHAR(40) NOT NULL,

AMOUNT DECIMAL(14,2) NOT NULL

);

P.sh,:

INSERT INTO WATER VALUES (1, 50,'REZEM', 120);

W_ID	PRICE	CITY_ID	AMOUNT
1	50	REZEM	120



TABLE DATA.xlsx

Tabela me të dhëna duket si:

Krijoj një tabelë të re “**solarpanel**”. SP_ID është çelësi primar. Ka tre kollona: EP_ID, W_ID, OP_ID, të cilat janë pëecaktuar si çelës I jashtëm nga tre tabela të tjera.

CREATE TABLE SOLARPANEL (

SP_ID INT NOT NULL PRIMARY KEY,

PRICE DECIMAL (14, 2) NOT NULL,

CURRENCY CHAR (2) NOT NULL,

SERIES CHAR (10) NOT NULL,

EFFICIENCY CHAR (45) NOT NULL,

SURFACE DECIMAL (14, 2) NOT NULL,

TECHNOLOGY VARCHAR (45) NOT NULL,

INSTALMENT_ANGEL DECIMAL (14, 2),

EP_ID INT NOT NULL,

W_ID INT NOT NULL,

SPW_ID INT NOT NULL,

CONSTRAINT fk_SOLANPANEL_EP FOREIGN KEY (EP_ID)

REFERENCES ELECTRYCITYPOWER (EP_ID),

CONSTRAINT fk_SOLANPANEL_W FOREIGN KEY (W_ID)

REFERENCES WATER (W_ID),

CONSTRAINT fk_SOLARPANEL_SPW FOREIGN KEY (SPW_ID)

REFERENCES SOLARPOWER (SPW_ID)

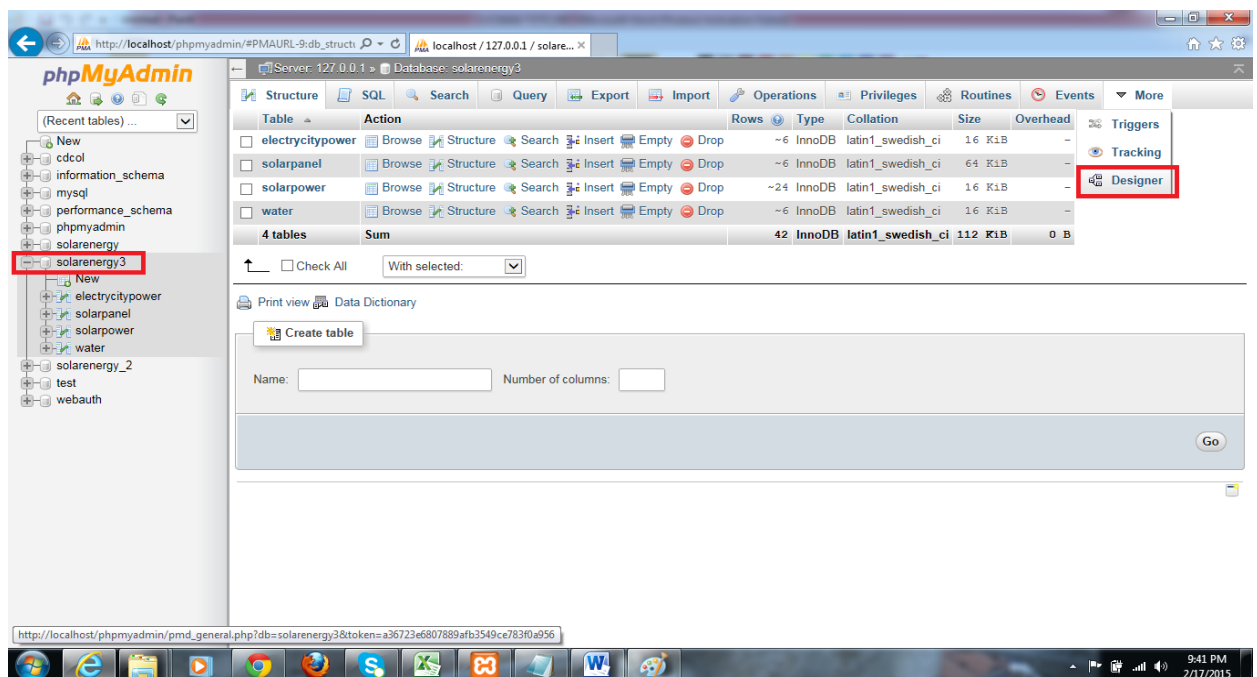
);

Më poshtë tregohet një tabelë me disa të dhëna për të vërtetuar funksionalitetin e bazës së të dhënave:

INSERT INTO SOLARPANEL VALUES (1, 100,'\$', 'X','HIGH', 100,'TCH1', 45, 2, 2, 2);

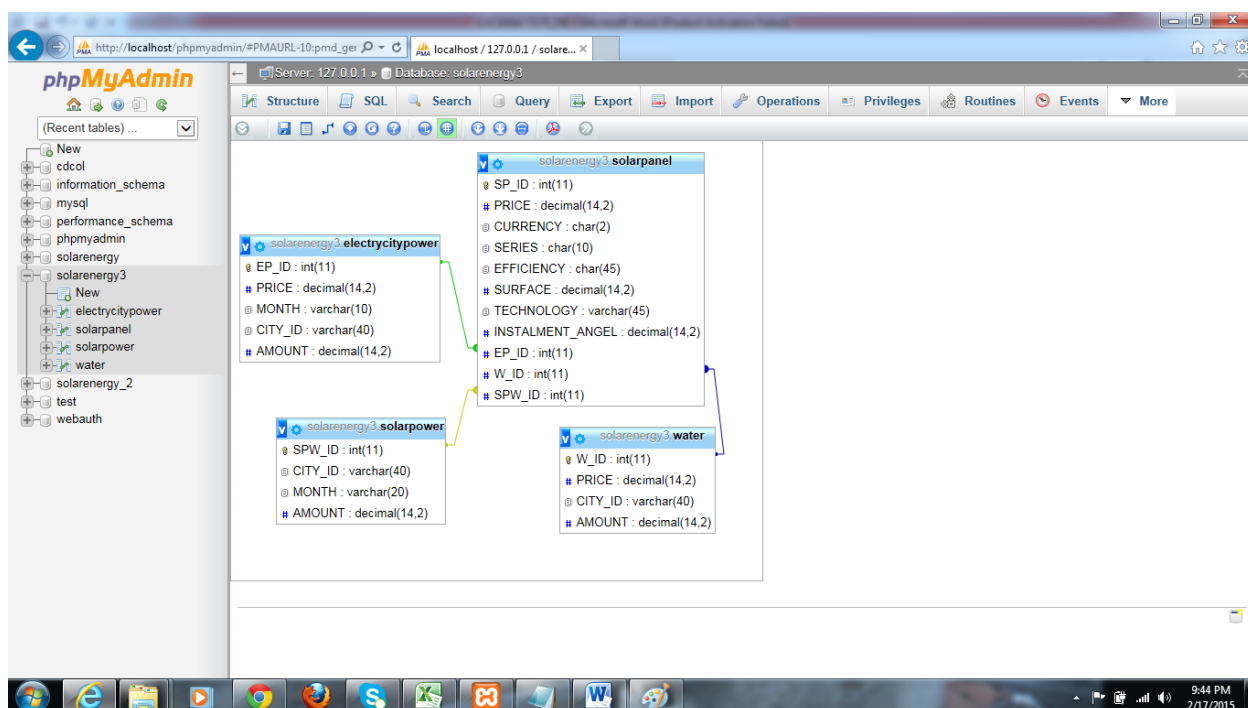
SP_ID	PRICE	CURRENCY	SERIES	EFFICIENCY	SURFACE	TECHNOLOGY	INSTALMENT_ANGLE	EP_ID	W_ID	SPW_ID
1	100	\$	X	HIGH	100	TCH1	45	2	2	2

Pasi kemi krijuar të gjitha tabelat dhe lidhjet e tyre me çelësat e jashtëm, XAMPP na jep mundësinë e realizimit të lidhjes midis tabelave, si më poshtë:

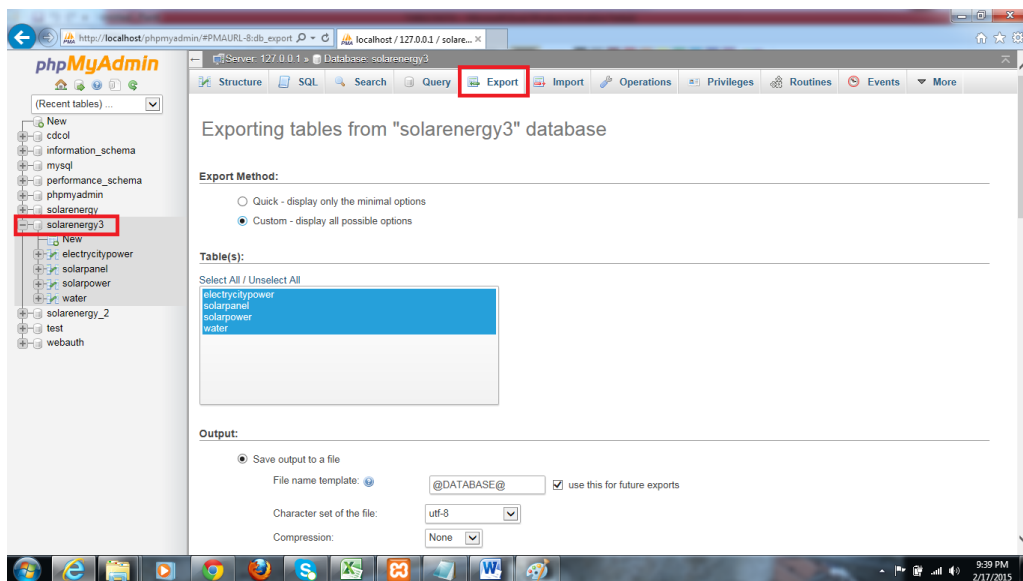


Shënim:

Të dhënat e vendosura në DB tregojnë funksionalitetin e saj. Plotësimi dhe përpunimi i të dhënave nuk është në fokus të këtij studimi. U takon organeve përgjegjëse të merren me plotësimin dhe me përpunimin e tyre.



XAMPP ofron importimin /eksportimin e tabelave dhe të të dhënave.



Një file SQL mund të importohet në një vend tjetër dhe file mund të hapet me WordPad që të jetë më i kuptueshëm.

4.4 Rast studimor: projektimi i një sistemi fotovoltaiik në një institucion arsimor në Shqipëri (Universiteti European i Tiranës)

Le t'i shtojmë studimit tonë rastin e llogaritjes së plotë të sistemeve fotovoltaike në një Institucion Arsimor Shqiptar, konkretisht në Universitetin European të Tiranës. Për këtë duhet të llogaritim ngarkesën elektrike, madhësinë dhe numrin e moduleve fotovoltaike, inverterave, kontrollërit, përcjellësve, montimit të paneleve, baterive, etj.

Rezultatet janë bazuar në llogaritjet e sakta ekonomike për instalimin e një sistemi të tillë, si dhe në kohën e shlyerjes së këtij investimi.

Llogaritjet Teknike për një Sistem Fotovoltaik On-grid

Për të kryer llogaritjet teknike për një projekt fotovoltaik nevojiten këto madhësi:

- a) Fuqia e kërkuar për instalim
- b) Pozita gjeografike e objektit
- c) Sipërfaqet fizike që do të shërbejnë për instalimin e moduleve

Shqyrtojmë me rradhë pikat e mësipërme.

- a) Fuqia e kërkuar për instalim

Në kushtet e vendit tonë, ligji i kompensimit të konsumatorit që shfrytëzon burimet e rinovueshme nuk është i aplikueshëm, por ne do të kryejmë veprimet duke shpresuar që së shpejti ai do të miratohet dhe do jetë i përdorshëm, si në vendet e tjera të eurozonës. Fuqia e kërkuar për t'u instaluar, është llogaritur në bazë të konsumit të energjisë elektrike për një vit kalendarik, në mënyrë të tillë, që bilanci i shkëmbimit energjistik për një vit kalendarik të jetë më i madh ose baraz me zero. Pra, në fund të një viti kalendarik diferenca ndërmjet matësit të energjisë elektrike të rrjetit publik me matësin e energjisë elektrike të sistemit PV, që shkon si energji elektrike në sistemin kombëtar të jetë afërsisht me zero.

Per Universitetin European të Tiranës, ne kemi të disponueshëm konsumin e energjisë elektrike për një vit të rregullt kalendarik. Të dhënat, të cilat më janë vënë në dispozicion nga administrata e UET-it, i kemi paraqitur në formë tabelare në tabëlen 4.1

Tabela 4.1: Konsumi i energjisë elektrike nga UET për një vit kalendarik

Numeri i matesit:	H034510		
Data	Periudha	VELRA (Leke)	kWh
12/8/2012	23/11/2012-25/12/2012	377,495.20	34,560.00
1/29/2013	25/12/2012-23/01/2013	178,314.40	16,320.00
3/12/2013	23/01/2013-22/02/2013	280,525.60	25,680.00
4/7/2013	22/02/2013-21/03/2013	254,317.60	23,280.00
4/29/2013	21/03/2013-18/04/2013	330,320.80	30,240.00
6/1/2013	18/04/2013-20/05/2013	266,111.20	24,360.00
7/4/2013	20/05/2013-19/06/2013	279,215.20	25,560.00
8/11/2013	19/06/2013-23/07/2013	284,456.80	26,040.00
9/10/2013	23/07/2013 - 31/08/2013	340.00	-
10/12/2013	31/08/2013-23/09/2013	277,904.80	25,440.00
11/8/2013	23/09/2013 - 23/10/2013	334,252.00	30,600.00
12/11/2013	23/10/2013 - 22/11/2013	266,111.20	24,360.00
Shumatorja:		3,129,364.80	286,440.00

Të dhënat janë paraqitur dhe në formë grafike në figuren 4.4, për të kuptuar më mirë vijueshmërinë nga ana vizive e konsumit të energjisë elektrike, mbi të cilën do të ndërtojmë edhe komentet përkatëse.

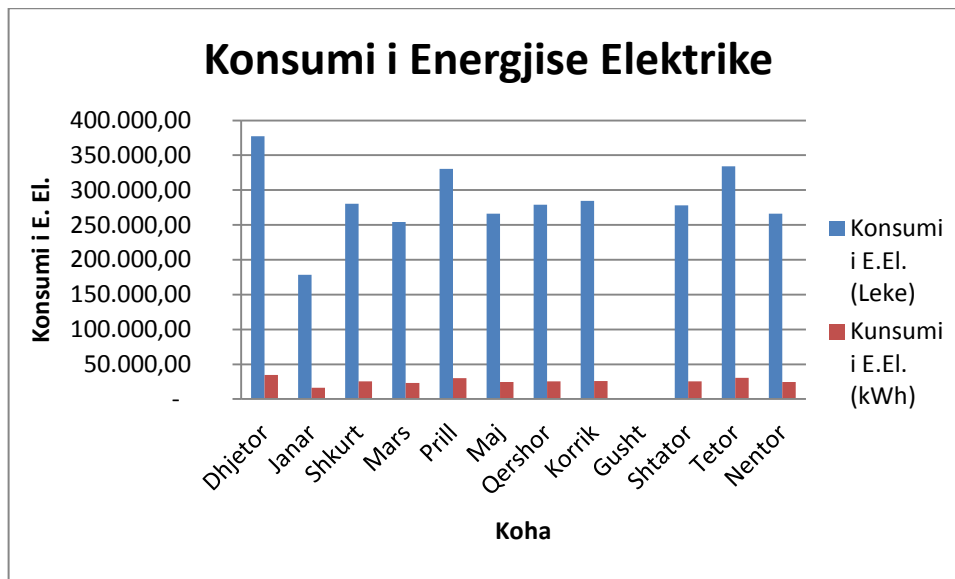


Fig. 4.4 Konsumi i energjisë elektrike i nxjerrë nga të dhënat e UET

Si shiket nga grafiku i figurës 4.4, konsumi i energjisë elektrike në muajin gusht është zero, kjo vjen nga fakti që gjatë kësaj periudhe kohore godina e universitetit është e mbullur për shkak të pushimeve verore. Gjithashtu për muajin janar konsumi i energjisë elektrike është më i ulët se muajt e tjerë për të njëjtën arsye. Nga krahasimi i konsumit energjitik të muajit shkurt me atë mars, duket që kemi një trend rënie nga shkurti në mars, kjo lidhet me faktin e ardhjes së pranverës dhe mospërdorimin e pajisjeve ngrohëse. Gjatë muajit prill, ndoshta kemi patur ndonjë anomali me motin, pasi sipas parashikimeve, konsumi do të ishte më i ulët, por kjo lidhet gjithmonë me kushtet atmosferike të motit, të cilat imponojnë përdorimin e pajisjeve për ngrohje apo për ftohje. Nga muajt maj deri në

korrik kemi një rritje të lehtë të konsumit të energjisë elektrike, kjo lidhet me faktin e përdorimit të pajisjeve për ftohjen e godinës, diçka normale për një objekt të kësaj natyre.

Nga tabela 4. 2 shikojmë që konsumi total për një vit kalendarik është:

$$E_{el} = 286,440.00 \text{ (kWh / Vit)}.$$

Konsumi energjitik mujor është:

$$E_{el / mes. mujore} = \frac{\sum E_{el}}{12} \quad (1)$$

Ku, $E_{el / mes. mujore}$ – Konsumi energjisë elektrike mesatare mujore

E_{el} – Fuqia e instaluar

12 – muajt e një viti kalendarik të plotë

Duke zbatuar barazimin (1), llogarisim konsumin mesatar mujor të energjisë elektrike të UET-it.

$$E_{el / mes. mujore} = \frac{286'440.00}{12} = 23'870.00 \text{ (kWh / muaj)}$$

Mbi bazën e konsumit energjitik mujor dhe atij vjetor llogarisim fuqinë pik ose maksimale të instalimit të paneleve diellore fotovoltaike.

Dime që pozita gjeografike e Shqipërise është mjaft e favorshme për aplikimin e

teknologjive për shfrytëzimin e energjisë diellore. Nga të dhënat e AKBN-së, Shqipëria ka mbi 280 ditë me diell të mirë dhe me një kohëzgjatje prej 6 orësh në ditë. Në bazë të

eksperiencave, rezulton se një sistem fotovoltaiik i instaluar në zonën e Tiranës punon mesatarisht 8 - 10 orë në ditë. Një element mjaft i rëndësishëm është tipologjia e instalimit, me ndjekje apo pa ndjekje të diellit. Dihet që teknologjia me ndjekje të diellit e rrit prodhimtarinë nga 35% – 45% krahasuar me atë me instalim statik. Por për instalimin e teknologjisë me ndjekje është mjaft e rëndësishme hapësira fizike e instalimit, gjë e cila për objektin në fjalë është e limituar. Llogaritjet tona do i mbështetim *në instalimin statik*. Një sistem fotovoltaiik me instalim statik, për një vit kalendarik, koeficientin e prodhimit të energjisë elektrike e ka 51%.

Llogaritim fuqinë pik të instaluar ë moduleve fotovoltaike:

$$P_I = \frac{\sum E_{el}}{365 \cdot 8 \cdot 0.51} \quad (2)$$

Ku

365 – ditët e një viti kalendarik

P_I – Fuqia e instaluar

8 – orët mesatare të punës në një ditë

0.51 – faktori mesatar i shfrytëzimit të sistemit fotovoltaiik për një vit të plotë kalendarik

Duke aplikuar barazimin (2), përcaktojmë fuqinë pik të instalimit të moduleve fotovoltaike.

$$P_I = \frac{286'440.00}{365 \cdot 8 \cdot 0.51} = 192 (kWp)$$

Pra, sic shikohet fuqia e instalimit duhet të jetë 192 kWp, afërsisht 200 kWp fuqi instalimi.

Fuqia që kërkojmë të instalojmë është 200 kWp, për këtë kemi zgjedhur *modulin polikristalin me fuqi 250Wp*.

$$n = \frac{P_I}{P_p} \quad (3)$$

Ku: n – numri i paneleve

P_I – Fuqia pik e instaluar

P_p – Fuqia e panelit.

Duke aplikuar barazimin (3), përcaktojmë numrin e paneleve që do të instalojmë.

$$n = \frac{P_I}{P_p} = \frac{200}{0.25} = 800 (\text{Cope})$$

Prodhimtaria e paneleve diellore varet totalisht nga *këndi i rënies së diellit*, pra prodhimtaria tyre ndryshon në intervalin kohor nga mëngjesi në mbrëmje. Panelet diellore fotovoltaike të instalura në mënyrë statike në vendin tonë, prodhojnë energji me 60% deri në 75% të kapacitetit maksimal të instaluar. Faktori i shfrytëzimit për një vit kalendarik merret zakonisht 0.51. Nëse duam të llogaritim vlerën e fuqisë efektive të prodhimtarisë, veprojmë si më poshtë:

$$P = P_I \cdot \lambda \quad (4)$$

Ku, λ - koeficientin e shfrytëzimit, e pranojmë 51%.

P – Fuqia efektive

Duke zbatuar barazimin (4), përcaktojmë fuqinë efektive të prodhimtarisë:

$$P = P_i \cdot \lambda = 200 \cdot 0.51 = 102 (kW)$$

b) Pozicioni gjeografik I objektit

Pozita gjeografike e objektit konsiston në identifikimin gjeografik të objektit. Ky Institucion është i ekspozuar nga drita e diellit. Pozicioni më i favorshëm për instalimin e paneleve fotovoltaike në këtë Institucion konsiderohet vendosja e tyre me orientim nga jugu. Për këtë na vjen në ndihmë sistemi i mbikqyrjes satelitore të objektit. Pasi u kryen kërkimet e duhura për gjetjen e pozicionit të UET, u lexua gjerësia gjeografike veriore: $41^{\circ}19'17.73''N$ dhe gjatësia gjeografike lindore: $19^{\circ}48'9.12''E$



Fig. 4.5. Pozita gjeografike e objektit (htt1)

Si shihet nga figura 4.5, objekti është totalisht i pozicionuar me orientim nga jugu dhe me tarracë, gjë e cila na lehtëson dhe ndihmon instalimin e sistemit.

c) Sipërfaqet fizike që do të shërbejnë për instalimin e moduleve

Identifikimi i sipërfaqeve fizike që do të përdoren për instalimin e moduleve fotovoltaike është një hap tejet i rëndësishëm, pasi kjo ndikon drejtpërdrejtë në rendimentin e sistemit.

Më sipër përcaktuam fuqinë e instalimit 200 kWp, me module polikristaline. 1 kWp fuqi instalimi kërkon mesatarisht nga 7 m² deri në 12 m² sipërfaqe, kështu që për 200 kWp fuqi instalimi nevojiten nga 1400 m² deri në 2400 m².

Sipërfaqja e tarracave të objektit për një godine të vetme është afërsisht 1200 m², të dyja godinat kapin shifrën 2400 m², sipërfaqe e cila është tejet e mjaftueshme për instalimin e kësaj fuqie.

Llogaritjet e Kostos së Investimit të Sistemit Fotovoltaiik On-grid

Sic e kemi përmendur edhe më sipër, peshën specifike në koston e investimit të një sistemi fotovoltaiik e ka blloku i baterive, për më tepër kur kjo e fundit kërkohet për një kohë të konsiderueshme (sistem me autonomi të madhe). Për të përcaktuar koston e investimit, duhet të plotësojmë një tabelë me të gjithë elementet e nevojshëm të sistemit, sasinë e tyre, çmimin secilin, fuqinë punëtore dhe më pas shumën totale të koston. Të dhënat dhe llogaritjet janë hedhur në tabelën 4.2. Nga eksperiencia arrihet në konkluzionin se kostot e përcjellësve elektrik dhe të strukturës metalike të një sistemi të tillë nuk i kalojnë 15% të të gjithë vlerës së koston së investimit të moduleve dhe të inverterave.

Oferte - Preventiv

Emri i shitësit:	"AEE" sh.p.k	Data: 20/04/2014
Adresa: Rr. Sami Frasheri / Kompleksi TID / Nr. 56 / Kati 0 / Seksioni B		Nr.1037
Numri i Identifikimit të Personit të Tatueshëm (NIPT):		K 8 1 4 1 4 0 3 8 D

Emri i blerësit:	UET
Adresa:	
Telefoni (ose Cel): 00355 - (0)	
Numri i Identifikimit të Personit të Tatueshëm (NIPT) :	

Emri i transportuesit:	"AEE" Sh.p.k
Targa e mjetit:	
Ora e furnizimit:	
Numri i Identifikimit të Personit të Tatueshëm (NIPT):	K 8 1 4 1 4 0 3 8 D

Modulet Fotovoltaike						
Nr.	Përshkrimi i mallit ose shërbimit	Kodi	Njësia	Sasia	Çmimi për	Vlefëta pa TVSH

		(nëse ka)	e matjes		njësi pa TVSH (Euro)	(Euro)
1	Module diellore fotovoltaike për prodhim të energjisë elektrike me konektor lidhës dhe kuti bashkimi të përfshirë, 250 Wp secili	HSL60	kWp	200	€ 880.00	€ 176,000.00
2	Inverter on-grid me ekran LCD, përfshirë konektoret lidhës me rrjetin dhe modulet PV, 10.35 kWp, 3 Ph + N + G	C100	copë	20	€ 2,200.00	€ 44,000.00
4	Software për kontrollin në distancë të sistemit		copë	1	€ -	€ -
5	Panel elektrik, përfshirë të gjithë elementet e sigurisë dhe kontrollit		copë	10	€ 320.00	€ 3,200.00
6	Përcjelles elektrik 1x6mm ²		ml	6000	€ 1.10	€ 6,600.00
5	Punime për instalimet elektrike		Ditë	20	€ 50.00	€ 1,000.00

Totali: € 230,800.00

Struktura metalike

1	Profile metallike për kapjen në çati	TS200kWp	sete	46	€ 350.00	€ 16,100.00
2	Aksesorë për strukturën dhe montimin e	-	sete	46	€ 50.00	€ 2,300.00

	profileve dhe paneleve					
3	Profile metallike për mbështetjen e paneleve		sete	46	€ 380.00	€ 17,480.00
5	Punime mekanike		Ditë	20	€ 50.00	€ 1,000.00
Totali:						€ 36,880.00
Shuma						€ 267,680.00

Tabela 4.2 Preventivi i instalimit dhe furnizimit të një sistemi fotovoltaik të lidhur me rrjetin.

Nga kjo shumë duhen:

- a) 50% parapagim, 45% e vlerës paguhet kur mbaron furnizimi i mallrave, 5% kur mbaron procesi i provave, testimeve dhe dorëzimi i sistemit
- b) Faturimi i mallit do të bëhet me faturë TVSH dhe pagesa do të bëhet në bankë
- c) Kjo ofertë ka vlerë 1 muaj ditë kalendarike

Blerësi

(emër, mbiemër, nënshkrimi)

Transportuesi

(emër, mbiemër, nënshkrimi)

Blerësi

(emër, mbiemër, nënshkrimi)

Analiza Ekonomike e Sistemit Fotovoltaik

Për të parë leverdinë ekonomike të një sistemi të tillë do të ndjekim një metodë llogaritëse, e cila bazohet në të dhënat që disponojmë. Energjia e prodhuar nga sistemi PV për një ditë do të llogaritet:

$$E_{el.d} = P_R \cdot h_d \quad (5)$$

ku, $E_{el.d}$ – energjia elektrike e gjeneruar për një ditë

h_d – orët mesatare me djell të mirë në ditë

Duke ditur se në Shqipëri dita zgjat mesatarisht 8-10 orë në ditë (me diell të mirë), atëherë prodhimtaria e sistemit do të jetë:

$$E_{el.d} = 200 \cdot 10 \cdot 0.51 = 816 \div 1020 (kWh / dite)$$

Ndërsa për 1 vit kalendarik energjia elektrike e gjeneruar nga sistemi do të jetë:

$$E_{el.v} = E_{el.d} \cdot 365 \quad (6)$$

ku, $E_{el.v}$ – energjia elektrike e gjeneruar për një vit

365 – ditët e një viti, në të cili sistemi punon mesatarisht me 51% të fuqisë nominale

Për një vit kalendarik, energjia elektrike e gjeneruar, bazuar në barazimin (6) do të jetë:

$$E_{el.v} = (816 \div 1020) \cdot 365 = 297'840.00 \div 372'300.00 (kWh / vit)$$

Energjia elektrike e gjeneruar nga sistemi fotovoltai, vlerësohet me cmimin e energjisë elektrike të blerë nga CEZ, i përcaktuar nga ERE dhe që është 10.0 Lekë.

Energjia elektrike e gjeneruar nga sistemi PV, e konvertuar në vlerë monetare, do të llogaritet sipas barazimit:

$$C = E_{el,v} \cdot 10 \quad (7)$$

ku, C – energjia elektrike e konvertuar në vlerë monetare

10 – cmimi i energjisë elektrike për 1 kWh

Aplikojmë barazimin (7) dhe përcaktojmë vlerën monetare të energjisë elektrike të gjeneruar nga sistemi PV.

$$C = (297840.00 \div 372300.00) \cdot 10.0 = 2978400 \div 3723000 (\text{Leke/vit})$$

Nëse marrim në konsideratë TVSH, vlera monetare e energjisë elektrike të gjeneruar nga sistemi PV, do të jetë:

$$C_{TVSH} = (2978400 \div 3723000) \cdot 1.2 = 3'574'080.00 \div 4'467'600.00 (\text{Leke/vit})$$

Kjo vlerë e konvertuar në euro do të jetë:

$$C_{Eu} = \frac{C}{140} \quad (8)$$

ku, C_{Eu} – Kostoja e energjisë elektrike e konvertuar në euro.

140 – kursi i këmbimit të Euros në Lekë.

Duke aplikuar barazimin (8), përcaktojmë koston fillestare të investimit të sistemit në Euro.

$$C_{Eu} = \frac{C}{140} = \frac{3'574'080.00 \div 4'467'600.00}{140} = 25'529.00 \div 31'911.00 (Euro)$$

Kostoja e investimit (C_i) të sistemit përbëhet nga kostot e mëposhteme:

- Kostoja e moduleve PV (C_m)
- Kostoja e inverterit (C_{in})
- Kostoja e pareteve mbajtëse (C_s)
- Kostoja e instalimit (C_{st})

Sipas Tabelës 4.2 – Preventiv për fuqinë e instaluar 200 kWp”, kostoja totale e centralit është € **267,680.00 Euro me CELESA NE DORE**. Ky central me këtë kosto përfshin të gjitha punimet.

Afati i vetëshlyerjes së sistemit llogaritet duke bërë raportin e koston së investimit me sasinë e energjisë së gjeneruar të konvertuar në vlerë monetare gjatë një viti.

Atëherë do të kishim:

$$T = \frac{C_T}{C} \quad (9)$$

ku, T – afati i vetëshlyerjes

Duke aplikuar barazimin 9, përcaktojmë afatin e shlyerjes në vite.

$$T = \frac{267'680.00}{25'529.00 \div 31'911.00} = 10.5 \div 8.3 (\text{Vite})$$

Tendenca e cmimit të energjisë në tërësi është gjithmonë drejt rritjes; duke marrë parasysh këtë tendencë, vetëshlyerja e sistemit reduktohet nga viti në vit.

Pra, sipas llogaritjeve të kryera më sipër, centrali fotovoltaik shlyen veten për 10 vite kalendarike.

Duke marrë në konsideratë *avantazhet ekologjike* të aplikimit të këtyre sistemeve, afati kohor i vetëshlyerjes së sistemit reduktohet më tepër.

4.5 Efiçenca financiare

Efiçenca financiare nënkupton kohën e shlyerjes apo kthimit të investimit, (Photovoltaic Energy Payback Time, EPBT)

Nga studimet e kryera vihet re që gjatë prodhimit të moduleve kristaline konsumohet një sasi e konsiderueshme e energjisë dhe kosto e shlyerjes së vetes është e lartë, ndërsa për teknologjitë jo-silic me film të hollë, koha e shlyerjes ulet.

Dikur koha e shlyerjes për sisteme silici kristalinë ishte (11-15.5) vite, por me evoluimin e mënyrës së prodhimit të tyre, ajo ka rënë. Konkretisht ka ndryshuar përqëndrimi i ngarkesave të dopuara në kristalin e pastër të Si, trashësia e shtresave të tij, si rrjedhim ka ndryshuar dhe ndikimi i prodhimit të tyre në ambientin rrethues.

Sistemet e palidhura me rrjetin kanë kohën e shlyerjes më të lartë, se sistemet e lidhur me rrjetin. Kjo ndodh se në të parët duhet të sigurohet kapaciteti i ruajtjes së energjisë, pra merret parasysh edhe *kostoja e baterive acid-plumb*. Megjithatë ato janë burime energjie të domosdoshme në zonat e thella.

Nga matjet e kryera në vitin 2010 në Greqi, u pa që koha e shlyerjes së sistemeve të palidhura me rrjetin shkonte (3.5-6) vite (Kaldellis, 2010).

Nëse përmirësohet vazhdimisht procesi i prodhimit të PV, sasia e materialit të përdorur për prodhimin e tyre bie (në fund të jetëgjatësisë, ato mund të riciklohen), kështu që bie dhe koha e shlyerjes së investimit. Sa më e lartë të jetë efienca e moduleve, aq më pak module janë të nevojshëm dhe aq më shumë bie koha e shlyerjes. Që prej 2005, kosto ka rënë (15-35) % për PV me film dhe 24-40% për ato prej silici, si rezultat i rritjes së efiençës, zvogëlimit të energjisë së nevojshme për prodhimin e moduleve dhe zvogëlimit të trashësisë së shtresës së Silicit (Fthenakis et al, 2009).

Pra si u tha më lart, parametrat më të rëndësishëm që ndikojnë në kohën e shlyerjes së investimit konsiderohen: efienca (rendimenti) e konvertimit, trashësia e vaferave dhe materiali i përdorur. Meqë këto parametra janë përmirësuar vazhdimisht, edhe koha e shlyerjes së investimit ka rënë. Kjo nënkupton që efienca financiare e shfrytëzimit të sistemeve fotovoltaike vjen duke u rritur me hapa të shpejtë, jo vetëm për shkak të përmirësimit të teknologjisë, por edhe për shkak të rritjes së vazhdueshme të çmimit të energjisë elektrike.

4.6 Efiçenca ekologjike

Ndotja e ajrit ndikon në krijimin e smogut dhe shiut acid, duke ndikuar drejtpërsëdrejti në shëndetin e njerëzve dhe në ambjentin rrethues. Mbi përbërësit e ndotjes së ajrit do të diskutohet më poshtë (te shtojca 1).

Sistemet fotovoltaike nuk emetojnë gaze apo nuk krijojnë ndotjen e ajrit gjatë punës së tyre. (Kaygusuz, 2009, 2011). Nga studimi i literaturës vihet re që nuk është problem emetimi i gazeve në atmosferë apo ndotja e ajrit gjatë shfrytëzimit të sistemeve fotovoltaike.

Më poshtë tregohet në një tabelë përmbledhëse (4.3) mbi emetimin e gazeve gjatë prodhimit të moduleve fotovoltaike për teknologji të ndryshme të prodhimit të tyre.

Reported Life Cycle GHG Emissions for Silicon and Thin-film PV Technologies						
Reference	Technology Type	Electricity Mix	Life Cycle GHG Emissions (CO ₂ eq, g/kW h)	Efficiency (%)	Global Horizontal Insolation (kW h/m ² per year)	Performance Ratio
Silicon-based PV						
Alsema (2000)	Multicrystal line	UCTE ^a	46	13	1700 (southern Europe)	0.75
	Monocrystal line	UCTE	63	14	1700 (southern Europe)	0.75
Reference	Technology Type	Electricity Mix	Life Cycle GHG Emissions (CO ₂ eq, g/kW h)	Efficiency (%)	Global Horizontal Insolation (kW h/m ² per year)	Performance Ratio
Silicon-based PV						
Alsema and de Wild-Scholten (2005); Fthenakis and Alsema (2006)	Multicrystal line	UCTE and US	37	13.2	1700 (southern Europe)	0.75
	Monocrystal line	UCTE and US	45	14	1700 (southern Europe)	0.75
Jungbluth (2005)	Multicrystal line	UCTE	39–110	14.8	1100 (Switzerland)	0.75
de Wild-Scholten (2009)	Multicrystal line	US and UCTE	30	13.2	1700 (southern Europe)	0.75
	Monocrystal line	US and UCTE	30	14.0	1700 (southern Europe)	0.75
Fthenakis et al. (2011b); Fthenakis et al. (2009); de Wild-Scholten (2009)	Multicrystal line	UCTE and US	28	13.2	1700 (southern Europe)	0.75
	Monocrystal line	UCTE and US	29	14	1700 (southern Europe)	0.75
Pacca et al. (2007)	Multicrystal line	UCTE and US	72.4	12.9	1359 (Ann Arbor, Michigan)	0.75
Thin-film PV						
Fthenakis and Alsema (2006)	CdTe	US	19	9	1700 (southern Europe)	0.8
Raugei et al. (2007)	CdTe	UCTE	48	9	1700 (southern Europe)	0.75

Silicon-based PV						
Raugei and Frankl (2009); de Wild-Scholten (2009)	CdTe	UCTE and US	~20	10	1700 (southern Europe)	0.75
Fthenakis et al. (2009)	CdTe	UCTE and US	18	10.9	1700 (southern Europe)	0.8
Fthenakis et al. (2011b); Fthenakis et al. (2009); de Wild-Scholten (2009)	CdTe	UCTE and US	18	10.9	1700 (southern Europe)	0.75
Pacca et al. (2007)	a-Si	US and UCTE	34.3	6.3	1359 (Ann Arbor, Michigan)	0.75

Tabela 4.3 Emetimi i gazeve gjatë prodhimit të moduleve fotovoltaike për teknologji të ndryshme (marrë nga (Global Energy Assessment))

UCTE = Unioni për Koordinimin e Transmetimit të Energjisë, organizata përgjegjëse për funksionimin dhe zhvillimin e rrjetit të transmetimit në kontinentin Europian.

Shënim: jetëgjatësia e moduleve fotovoltaike është marrë (25-30) vite, ndërsa rendimenti i tyre për rrjetin në US është 0.29; UCTE 0.31.

Si shihet nga tabela emetimi i gazeve për modulet Si kristalinë shkon nga 28-72.4 g/KWh dhe për module CdT shkon 18-20g/KWh. Vlerësimet janë bazuar në të dhënat e Institucioneve Europiane dhe Amerikane.

Përfundimisht në Europë modulet CdT janë dukshëm më të favorshme se teknologjitë e tjera të prodhimit të PV përse i përket emetimit të gazeve. Trendi i emetimit të gazeve për të tre teknologjitë e prodhimit të PV është në rënie.

Disa autor janë fokusuar në ndikimin e gazeve në ambient gjatë prodhimit të moduleve PV dhe konkretisht te gazrat e fluorit, që kanë ndikim të konsiderueshëm në ngrohjen globale dhe mund të përbëjnë rrezik për shëndetin e njerëzve. Në përgjithësi ndikimi i tyre shkon në 5g/KWh, në raste të rralla deri në 8g/KWh.

Le të shohim më poshtë një tabelë përmbledhëse (4.4) mbi ndotjen e ajrit për teknologji të ndryshme:

Technology	NO _x (mg/kW h)	SO _x (mg/kW h)	Electricity Mix	Insolation (kW h/m ² per year)	Performance Ratio	Application Type
Multicrystalline	75–85	125–150	UCTE ^a	1700	0.8	Ground-mounted
Monocrystalline	80–85	140–160	UCTE	1700	0.8	Ground-mounted
CdTe	35–45	50–90	UCTE	1700	0.8	Ground-mounted
Multicrystalline	175–185	350–375	US	1700	0.8	Ground-mounted
Monocrystalline	180–200	360–390	US	1700	0.8	Ground-mounted
CdTe	75–85	150–175	US	1700	0.8	Ground-mounted

Tabela 4.4 Ndotja e ajrit për teknologji të ndryshme të prodhimit të fotovoltaikeve

Të dhënat janë marrë nga paraqitjet grafike (Fthenakis et al., 2008), për module me jetëgjatësi 30 vite.

Emetimet e ndotjes së ajrit gjatë jetës së moduleve fotovoltaike janë në përpjestim të drejtë me sasinë e karburantit të djegur gjatë fazave të prodhimit të tij (Fthenakis and Kim, 2011).

KAPITULLI V: PËRDORIMI PRAKTIK I SISTEMEVE FOTOVOLTAIKE NË SHQIPËRI

Në këtë kapitull kam nxjerrë në pah epërsinë e përdorimit të sistemeve fotovoltaike në kushtet e vendit tone. Për t'u dhënë përgjigje shumë pyetjeve, që lidhen me to, kam menduar se përgjigjen më të saktë mbi përfitimet ekonomike e sjell analiza që mund t'i bëjmë njërit prej vendeve të rajonit, që është më pranë nesh. Konkretisht zgjedha Italinë, pasi të dhënat klimaterike dhe gjeografike të Italisë janë të përafërta me ato të Shqipërisë. Nëse për Italinë vlen kaq shumë përdorimi i sistemeve fotovoltaike (kjo duket qartë dhe nga masat që ka marrë qeveria italiane për promovimin dhe përdorimin e tyre), për Shqipërinë pse jo?

Një nga zbatimet më “pikante” të sistemeve fotovoltaike është furnizimi me energji elektrike i sistemit të ndriçimit rrugor. Përdorimi i paneleve fotovoltaike ndikon pozitivisht në aspektin ekonomik dhe ekologjik, por edhe në jetën sociale të banorëve. Studimi u bë për një komunë në periferi të Tiranës, konkretisht në fshatin Prush. Në këtë seksion kam listuar pjesët përbërëse të sistemit dhe veçoritë e tyre, mënyrën e montimit, specifikat e përdorimit të fotovoltaikeve në sistemin e ndriçimit rrugor dhe analizën ekonomike për rastin në studim.

Ndërkohë po shihet mundësia e realizimit të pajisjeve të monitorimit të cilësisë së ajrit në shtyllat e ndriçimit rrugor në fshatin Prush. Për këtë vij me idenë e krijimit të një skeme për monitorimin e cilësisës së ajrit, e cila mund të shfrytëzojë për ushqimin e saj panelet fotovoltaike, qofshin këto, panelet e instaluara në shtyllat e ndriçimit rrugor.

Sipas udhëzimeve të dhëna nga Ministri i Punëve Sociale dhe Rinisë, z. Blendi Klosi, *proçesi i edukimit është i lidhur ngushtë me tregun e punës*. Për këtë arsye kam parë me vend mundësinë e aplikimit të këtyre njohurive në kurrikulat e arsimit profesional, pasi kjo sjell zhvillim social dhe ekonomik, si dhe ndërgjegjësimin e nxënësve dhe trajnuesve në lidhje me shfrytëzimin e burimeve të rinovueshme, si dhe mbi përmirësimin e cilësisë së ajrit.

Ata duhet të dinë cilët janë hapat e ndjekur për realizimin praktik të një sistemi fotovoltaiik, problemet gjatë shfrytëzimit të sistemit dhe mirmbajtjen e tij; të gjitha këto të pasqyruara në këtë kapitull.

Qëllimi i këtij studimi të detajuar është që dizertacioni të shfrytëzohet për vlerat njohëse, pasi në të jepet informacion për përdorimin e sistemeve fotovoltaike në Shqipëri. Përsa i përket faktit se sa është i informuar komuniteti në Shqipëri mbi shfrytëzimin e sistemeve fotovoltaike, është përdorur një pyetësor (shtojca 6), rezultatet e të cilit janë përmbledhur brenda këtij kapitulli. Ky punim, mbi të gjitha, vlen në aspektin praktik, pasi në të kryhen analiza ekonomike për raste të ndryshme, si dhe për të vënë në zbatim ide të reja të konkretizuara në kushtet e vendit tonë. Gjatë analizës së bërë rreth përdorimit të sistemeve fotovoltaike, kam parë me kujdes edhe mundësinë e integritit të këtyre politikave në qeverisjen lokale, konkretisht kam parë mundësinë e aplikimit të sistemeve fotovoltaike në rrethin e Fierit.

Në këtë pjesë të punimit kam trajtuar anën ligjore në lidhje me përdorimin e BRE dhe kryesisht sistemeve fotovoltaike në kushtet e vendit tonë.

Disa nga detyrat më të rëndësishme që dalin nga projekt-ligji për energjitë e rinovueshme janë pakësimi i gazrave serë, pakësimi i importit të burimeve fosile, si dhe përdorimi më ekonomik i burimeve natyrore. Sipas detyrave të vëna nga Institucionet Ndërkombëtare, Shqipëria duhet të sigurojë 38% të nevojave për energji nga burimet e rinovueshme deri në vitin 2020.

Panelet fotovolataike janë potencialisht të instalueshme në Shqipëri kudo dhe nga çdo investitor, në ndryshim nga përdorimi i turbinave me erë, që mund të vendosen vetëm në zonat rurale, apo nga HEC-et që ndërtohen pranë lumenjve. Varësia për energji nga HEC-et, mund të sillte probleme për situata të vështira klimaterike.

5.1 Modeli i studimit

Në hyrje të dizertacionit kemi shtruar për zgjidhje disa pyetje kërkimore shkencore, të cilat më mire se kudo marrin përgjigje duke analizuar një model studimi. Fakti që gjithë bota ka kthyer sytë nga konvertimi i energjisë diellore në energji elektrike të rrymës së vazhduar apo alternative tregon për nevojën e përdorimit të tyre. Ky konvertim është tejet i dobishëm dhe i mundur në kushtet e vendit tonë. Përfitimet e marra shtrihen në rrafshin ekonomik, ekologjik dhe social. Shqipëria plotëson të gjitha kushtet klimaterike dhe gjeografike për aplikimin e një teknologjie të tillë. Për t'u bindur në lidhje me këto përgjigje të pyetjeve kërkimore, le t'i referohemi një modeli studimi, konkretisht njërit prej vendeve të rajonit, që ka pothuajse të njëjtat karakteristika me Shqipërinë. Pas kërkimeve në Google Map konstatova se qyteti i Romës gëzon të njëjtën pozitë gjeografike dhe klimaterike me qytetin e Tiranës.

Përdorimi I sistemeve fotovoltaike në Romë dhe kudo në Itali është rritur në mënyrë eksponenciale (figura 5.1), pasi kompanitë dhe individët po tentojnë të braktisin mënyrat tradicionale të prodhimit të energjisë dhe të përdorin mënyrat e pastra dhe të përbalueshme për këtë qëllim. Roma ka një rrezatim mesatar diellor rreth 1500kWh/m^2 dhe kur qielli është me vranësira, ai mbulohet nga retë vetëm në $3/8$ e saj. Roma është një nga zonat më të mira të Italisë për shfrytëzimin e energjisë diellore.



Fig. 5.1 Roma si një nga zonat më të mira të Italisë për shfrytëzimin e energjisë diellore.

Një panel fotovoltaik teorikisht mund të ketë jetëgjatësi deri në 50 vjet, por me kalimin e kohës bie rendimenti, ndërsa teknikat përparojnë, kështu që mesatarisht paneli mund të ndërrohet pas 20-25 viteve. Dimensionet e tyre janë rreth $170\text{ cm} \times 100\text{ cm}$, me fuqi afro 200Wp . Këndi I instalimit të tyre është rreth 30° në Itali. Në Romë më tepër përdoren modulet polikristalinë silici me rendiment afro 14% (4.09.2015). Për të prodhuar 1kWh duhet një sipërfaqe rreth 8m^2 . Për një system fotovoltaik me fuqi 3 kWp (system që mund të përdoret nga një familje me 4 persona) duhen lidhur rreth 15 panele me fuqi 200Wp .

Parametrat më të rëndësishëm të tyre janë rendimenti (performanca) dhe kosto. Pozicioni i lidhjes së tyre duhet të jetë më vertical gjatë dimrit dhe më horizontal gjatë verës. Orientimi i preferuar është nga jugu, po më e mira do ishte bazamenti me ndjekje të diellit. Matësit e energjisë, që ndodhen brenda sistemit, matin energjinë e prodhuar, energjinë e konsumuar dhe atë të shitur.

Procedurat ligjore

Për instalimin e një sistemi fotovoltaiik në Romë nuk nevojitet autorizimi i veçantë, përveç rasteve kur vendi apo ndërtesa, ku mund të instalohen panelet është subjekt i kufizimeve mjedisore, arkitektonike apo historike. Në përgjithësi procedura kryhet me dorëzimin e një kërkesë në zyrat e komunës. Zakonisht blerësi i sistemeve fotovoltaike, lejohet të prodhojë deri 40% më shumë energji se ajo e konsumuar prej tij.

Veç lejes së nevojshme pranë komunës, duhet të sigurohet pjesa burokratike rreth zbritjes tatimore mbi të ardhurat, që për 10 vjet, është e barabartë me 50% të shpenzimeve të bëra (Ligji i Stabilitetit për vitin 2015) për ndërtimin dhe montimin e sistemit fotovoltaiik. Kjo ul kohën e kthimit të investimit dhe energjia e prodhuar është plotësisht fitimi i marrë nga përdorimi i tyre, pa harruar edhe përfitimet ekologjike. Për vitin 2016, qeveria Renzi do të rritë përqindjen e zbritjes së taksave në 65% të shpenzimeve të bëra. Për këtë në bankë duhen plotësuar formularë mbi të dhënat personale dhe kodin fiscal të personit që ndihmohet, si dhe të dhënat personale dhe kodin fiscal të kompanisë. Gjithashtu kërkohet që punimet të kryhen nga persona të kualifikuar.

Përsa i përket ndërmarrjeve që përdorin sistemet fotovoltaike për të kryer nevojat e tyre, ato përjashtohen nga TVSH-ja, ndërsa ndërmarrjet që përdorin sistemet për komercializimin e energjisë, u vendoset TVSH-ja në tregun e shitjes së energjisë

Shihet qartë që, nëse dikush dëshëron të investojë për sisteme fotovoltaike, Roma është vend i i duhur. Ndër kompanitë më të sukseshme në Romë është Logen, themeluar në 2008 nga tre inxhinierë që i bashkoi pasioni në këtë fushë.

Sa energji prodhon një sistem PV?

Kapaciteti i prodhimit të energjisë nga modulet diellore ndryshon sipas zonave të Italisë, ku ato janë të vendosura. Fuqia, e cila është e shprehur në Kilo Watts Peak (kWp), varet nga një numër faktorësh, ku përfshihen:

- Kohëzgjatja e rrezatimit diellor në vendin e caktuar
- Kushtet e punës së moduleve
- Kushtet e motit gjatë vitit
- Madhësia e impiantit (metra katror të paneleve të instaluar)

Sa kohë “jeton” një sistem fotovoltaike?

Jeta e dobishme e një sistemi fotovoltaike është rreth 25 vjet për panelet. Modulet kanë garanci të mëtijshme shtesë mbi prodhimit të energjisë, konkretisht: jo më pak për 90% të fuqisë nominale në 12 vjet dhe 80% në 25 vjet. Inverterët kanë një kohëzgjatje të shkurtër (rreth 5 vjet, por ato mund të shkojnë deri në 10 vjet, në kushte optimale pune). Elementet e tjerë kanë kosto relativisht të ulët dhe nuk është e vështirë për t'i zëvendësuar.

Analiza ekonomike

Për të kuptuar më mirë se si llogariten përfitimet ekonomike të një familjeje me 4 persona, supozohet se nevojitet një sistem fotovoltaiik me fuqi 3 kWp. Një sistem i tillë ka nevojë për një sipërfaqe të paktën 24 m^2 dhe prej tij sigurohen 4200 kWh/ vit (bëhet fjalë për sistem të instaluar në Romë, Burimi: Regione Lazio). Nisur nga kompensimet e dhëna për një vit, blerësi i sistemit fiton $4,200 \text{ kWh} / \text{vit} \times 0,44 \text{ €} / \text{kWh} = 1.848 \text{ €}$.

Nga ana tjetër duke marrë parasysh konsumin e 4,200 kWh të prodhuar, dhe duke e shumëzuar me 0.2 €, që përfaqëson koston mesatare të energjisë elektrike për familjet në qytetin e Romës, përfitime do të jetë 840 euro.

Në total, duke përfshirë kompensimin dhe kursimet vjetore, kemi $1.848\text{€} + 840 \text{ €} = 2688 \text{ €}$. Çmimi “me çelësa në dorë” për një sistem standart fotovoltaiik 3 kWp është afërsisht 21,000 euro.

Një nga kompanitë më të preferuara në tregun italian është SunPower, e cila jep 25 vite garanci për modulet diellore dhe 10 vite garanci për inverterat, si dhe mbulimin e shërbimeve gjatë kësaj kohe.

Duke parë me vëmendje analogjinë mes Romës dhe Tiranës përsa i përket pozicionit gjeografik dhe kushteve klimaterike, duket qartë se këto dy qytete kanë mjaft ngjashmëri me njëri-tjetrin. Nëse i referohemi disa të dhënave meteorologjike të marra nga NASA për qytetin e Tiranës dhe të Romës, pas llogaritjeve matematikore, arrijmë në përfundimin që vlera mesatare e rrezatimit diellor është pothuajse e njëjtë për Tiranën dhe Romën, rreth 4

kWh/m² në ditë (www12). Vlera mesatare e rrezatimit diellor për qytetin e Romës është në vlera të ulëta më e lartë në periudhën Janar-Maj, ndërsa në periudhën Qershor-Dhjetor, ajo është më e vogël. Gjithsesi në vlera mesatare vjetore, rrezatimi diellor qëndron në vlera shumë të afërta. Ndryshimi në vlerë ndodh në shifrat pas presjes dhjetore. Këtu vlen të përmendim edhe avantazhin që ka Shqipëria në lidhje me numrin e ditëve me diell. Të dhënat e marra nga NASA janë:

➤ për qytetin e Tiranës:

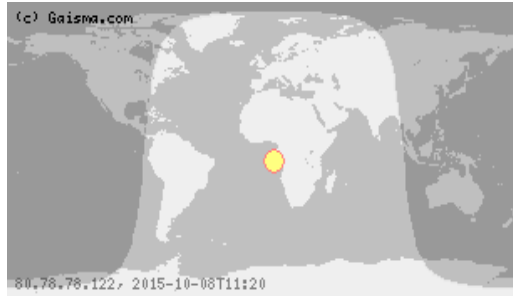
Variable	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Insolation, kWh/m ² /day	1.82	2.45	3.58	4.35	5.66	6.64	6.87	6.03	4.35	2.90	1.87	1.51
Clearness, 0 - 1	0.46	0.45	0.48	0.46	0.52	0.58	0.61	0.60	0.53	0.47	0.42	0.42
Temperature, °C	0.34	1.08	5.08	9.99	15.56	19.56	22.57	22.57	17.73	12.09	5.68	0.61
Wind speed, m/s	3.94	4.14	3.92	3.73	3.22	3.19	3.25	3.34	3.31	3.64	3.92	4.17
Precipitation, mm	127	115	109	97	82	59	37	47	78	108	160	143
Wet days, d	12.9	12.3	12.8	12.9	9.5	8.0	5.2	5.3	7.3	9.3	13.3	13.7

➤ për qytetin e Romës:

Variable	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Insolation, kWh/m ² /day	1.61	2.49	3.68	4.57	5.77	6.41	6.73	5.94	4.33	2.75	1.70	1.36
Clearness, 0 - 1	0.42	0.47	0.50	0.49	0.53	0.56	0.60	0.60	0.53	0.46	0.40	0.40
Temperature, °C	5.89	6.26	9.27	12.00	17.19	21.24	24.53	24.68	20.21	16.10	10.77	7.08
Wind speed, m/s	7.04	6.72	5.85	5.14	4.62	4.02	3.93	3.93	4.50	5.68	6.63	7.02
Precipitation, mm	83	75	68	62	45	37	19	35	75	97	117	98
Wet days, d	14.0	12.6	13.3	13.4	10.0	8.3	4.5	6.4	8.9	12.0	14.8	14.2

Latitude: +41.33 (41°19'48"N)

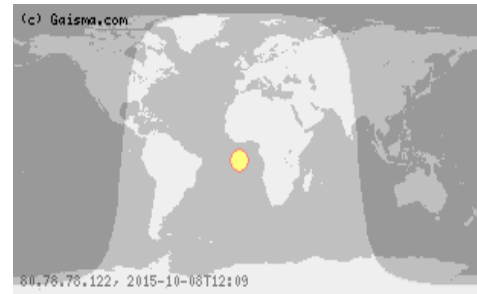
Longitude: +12.5 (12°30'00"E)



Tirana

Latitude: +41.89 (41°53'24"N)

Longitude: +19.82 (19°49'12"E)



Roma

Nga krahasimi i bërë për këto qytete shohim që, të dhënat gjeografike dhe meteorologjike janë shumë të përafërta, si rrjedhojë edhe përfitimet ekonomike dhe ekologjike që vinë nga përdorimi i sistemeve fotovoltaike në Romë (i cili rritet në mënyrë eksponenciale), jep mesazh të qartë për nevojën e përdorimit të tyre në Tiranë dhe në gjithë Shqipërinë.

Komuniteti në Shqipëri nuk ka informacion në masën e duhur mbi përdorimin e sistemeve fotovoltaike. Nga një pyetësor i zhvilluar me qytetar të moshave, gjinive, niveleve kulturore të ndryshme, u rezultua se:

- 85% e tyre nuk kishin dëgjuar për panelet fotovoltaike
- 98% mendonin se Shqipëria ka kushte për shfrytëzimin e energjisë diellore
- 90% dëshërojnë të ushqehen jo nga rrjeti I energjisë elektrike, por nga panelet diellore
- Mbi $\frac{3}{4}$ e të intervistuarve mendojnë se ky konvetim sjell përfitime ekonomike, ekologjike dhe sociale
- 90% do të donin të instalonin një sistem të tillë në shtëpitë e tyre

- Pothuajse të gjithë të intervistuarit i “tremben” investimit fillestar

Qytetarët shprehen se kanë nevojë për mbështetjen ligjore dhe ekonomike nga ana e shtetit.

5.2 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike për ndriçimin publik

Një nga sektorët ku mund të përdoren me sukses panelet fotovoltaike është furnizimi me energji elektrike i shtyllave të ndriçimit rrugor. Eksperimentimi ka filluar në fshatin Prush. Pamja e rrugës, ku u krye instalimi i sistemeve fotovoltaike dhe vënia në punë e tyre tregohet në figurën 5.2.

Montimi i pjesëve përbërëse për ndriçimin rrugor

Komponentet përbërëse të një sistemi fotovoltaike për ndriçimin rrugor janë:

- Paneli diellor
- Ndriçuesi LED&HEF
- Kontrolleri
- Bateria, që akumulon energjinë e prodhuar
- Përcjellësit
- Shtyllat



Fig. 5.2. Ndriçimi rrugor në fshatin Prush

Si e kemi analizuar dhe më lart, panelet diellore që përdoren më shumë janë panelet kristalinë, që mund të klasifikohen në monokristalinë dhe polikristalinë. Të parët janë më të shtrenjtë dhe eficientë se të dytët. Gjithashtu është studiuar puna e moduleve të lidhur në seri apo paralel. Në lidhjen në seri, modulet lidhen njëri pas tjetrit, pra dalja (këmbëza) me polaritet negativ e një moduli me daljen me polaritet pozitiv të modulit tjetër. Nga lidhja në seri e dy moduleve fitohet një tension (diferencë potenciali), që është sa shuma e tensioneve të secilit prej moduleve. Kështu nga lidhja e dy moduleve me 12V, 3.5 A në seri, mund të fitojmë një tension të përgjithshëm 24V, 3.5 A (kujtoni rregullat e lidhjes në seri të moduleve).

Lidhja në paralel e moduleve bëhet duke lidhur daljet me të njëjtin polaritet bashke dhe daljet me polaritetin tjetër përsëri bashkë, pra daljet me polaritet negativ në një pikë dhe

daljet me polaritet pozitiv në një pikë. Tensioni në pikat ku ato janë lidhur është i njëjtë, por vlera e rrymës në qark rritet.

Skema mund të realizohet edhe me kombinimin e dy lidhjeve të përmendura më sipër; kombinimi seri-paralel ka produktivitet më të lartë.

Monitimi i panelit

Paneli, në sistemin e ndriçimit rrugor, vendoset mbi shtyllë (ose në vende të hapura) në drejtim të Diellit, si në figurën 5.4. Temperatura është parametër shumë i rëndësishëm në punën e panelit, konkretisht sa më e lartë të jetë temperatura e punës së panelit, aq më pak eficient është ai. Në vende të hapura ndodh qarkullimi i ajrit dhe ullet temperatura e punës së panelit.

Monitimi i panelit diellor në sistemin e ndriçimit rrugor në fshatin Prush u bë sipas mënyrës *fikse*, pasi kjo mënyrë është më e thjeshtë dhe pak e kostueshme. Mirë është që ai të rregullohet me drejtim nga dielli dy herë në vit, në varësi të periudhave sezonale të vitit. Kjo rrit produktivitetin e tij.

Ndriçuesit

Përsa i përket ndriçuesit rrugor me panele fotovoltaike, zakonisht përdoret llampa LED, në mënyrë që fluksi i ndriçimit të jetë i lartë dhe konsumi i energjisë i ulët. Konsumi i energjisë me llampa LED (figura 5.5) ullet 50% kundrejt ndriçuesve ekzistues rrugor. LED

gjithashtu lejojnë përdorimin e detektorëve të lëvizjes, përdorimi i të cilëve rrit efektivitetin.



Fig. 5.4 Vendosja e panelit mbi shtyllë



Fig. 5.5 Ndriqesi LED

Kontrolleri i ngarkimit të baterisë

Një pjesë shumë e rëndësishme e sistemit fotovoltai, që përdoret për ndriçimin rrugor, është kontrolleri i ngarkimit të baterisë, i cili mbron baterinë nga mbingarkimi, duke rritur kështu jetëgjatësinë e baterisë. Kontrollerët më të përdorur në praktikë janë ata PWM (Pulse Width Modulation), që sigurojnë efikasitet dhe jetëgjatësi më të lartë për baterinë. Pamja e jashtme e kontrollerit dhe baterisë tregohen më poshtë në figurën 5.6:



a)



b)

Fig. 5.6 a) Bateria e sistemit; b) Kontrolleri i ngarkimit të baterisë

Kontrollerët më të mire janë ata që kanë dhe qarqe për kapjen e pikes me fuqi maksimale, MPPT. Shumë kontrollere ngarkimi shoqërohen me qarkun e shkëputjes së baterisë, kur tensioni bie nën vlerat e lejuara (Low Voltage Disconnect ose LVD) dhe qarkun e kompensimit të temperaturës së baterisë (Battery Temperature Compensation ose BTC). Të gjitha këto qarqe shtesë vendosen për rritjen e efikasitetit dhe jetëgjatësisë së baterisë.

Inverteri

Pas lidhjes së panelit dhe kontrollit të ngarkimit, duhet bërë lidhja e inverterit, me të njëjtin tip përcjellësi. Për shkak të energjisë së prodhuar nga paneli, kabllot tejnëhen, prandaj nuk duhet kursyer në gjatësinë e tyre.

Bateria

Në fund lidhet bateria, e cila kërkon kabëll të cilësisë më të lartë. Bateria ka si detyrë të akumulojë energjinë elektrike të prodhuar nga paneli gjatë ditës për të siguruar energjinë e

nevojshme për ndriçim gjatë natës. Ajo është ndër pjesët më të rëndësishme të sistemit fotovoltaik. Ato mund të lidhen në seri ose në parallel për të rritur vlerat e tensionit apo rrymës në system. Studimi I holësishëm I tipeve dhe karakteristikave të tyre është bërë më sipër.

Temperatura është parameter I rëndësishëm edhe në punën e baterisë; sa më e freskët të jetë ajo, aq më i lartë është rendimenti saj. Temperatura ideale e saj është 77° Fahrenaid.

Koha e shkarkimit të baterisë është faktor tjetër i rëndësishëm në punën e baterisë. Theksojmë që për të rritur jetëgjatësinë e baterisë, është mirë që ajo të mos kalojë 20% e tensionit nominal, pra të mos kalojë kufinjtë e tensionit minimal të lejuar.

Shtyllat metalike duhet të jenë të tilla që të sigurojnë mbajtjen e komponenteve të sistemit të montuara në të, por edhe t'i rezistojnë kushteve atmosferike ekstreme. Montimi i pjesëve përbërëse të sistemit fotovoltaik për ndriçimin rrugor skematikisht paraqitet në figurën 5.7.

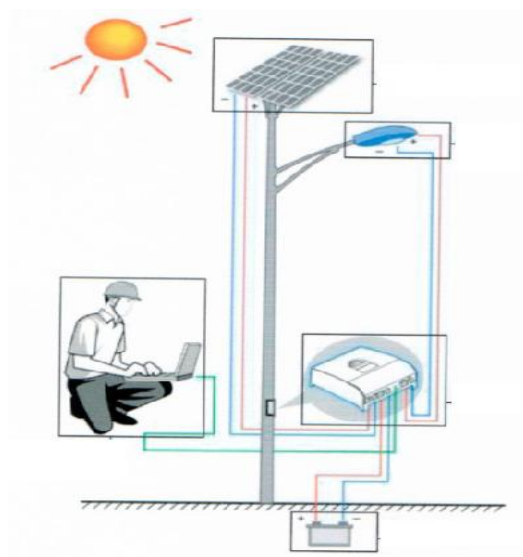


Fig. 5.7 Montimi i pjesëve përbërëse të sistemit fotovoltaik për ndriçimin rrugor

Analiza ekonomike

Pas një analize ekonomike të detajur në lidhje me përdorimin e paneleve diellore në sistemin e ndriçimit rrugor, arrihet në **përfundimin se** përfitimi i komunes është:

- Kursimi i energjisë elektrike në vit: 54020 KWh
- Kursimi i energjisë elektrike në lekë: 881.606 Lekë

Veçoritë e përdorimit të PV në ndriçimin rrugor

Ndriçuesit me panele fotovoltaike janë instaluar në Prush në Gusht 2014 me ndihmën e Fondit të Zhvillimit (kompania ELAL). Sistemi i instaluar përmban *80 ndriçues* në një *gjatësi rruge 2 km*.

Përparësitë e përdorimit të sistemeve fotovoltaike në ndriçimin rrugor janë:

- Përparësi ekonomike
- Ndriçimi rrugor i pavarur nga OSHEE
- Shumë më pak mirëmbajtje
- Minimizohen aksidentet nga përcjellësit
- Burim i pastër
- Mund të shfrytëzohet në zonat e thella

Kufizimet e mundshme janë:

- Investim fillestar më i lartë

- Faktorët atmosferikë
- Keqdashësit
- Bateritë duhen zëvendësuar

Gjithashtu ndriçimi i rrugës në fshatin Prush sjell:

- Zhvillim social (p.sh. lëvizje të banorëve gjatë natës)
- Zhvillim ekonomik

Në figurën 5.8 tregohet një pjesë e rrugës në fshatin Prush, në të cilën u montuan panelet fotovoltaike për ndriçimin e tij. Studimi do të vazhdojë të thellohet më tej. Duke shfrytëzuar energjinë e fituar nga panelet fotovoltaike, mund të kryhet edhe vlerësimi I cilësisë së ajrit.



Fig. 5.8 Ndriçimi i fshatit Prush me panele fotovoltaike

5.3 Vlerësimi i cilësisë së ajrit duke përdorur panele fotovoltaike

Në kushtet e vendit tonë mund të përdorim panelet diellore për uljen e konsumit të energjisë të pajisjeve të përdorura për vlerësimin e cilësisë së ajrit. Për të arritur këtë qëllim duhet menduar si mund të realizohet një sistem i tillë. Ky sistem duhet të mbështetet në të dhëna në kohë reale dhe të besueshme, të ruajë të dhënat, të jetë i lëvizshëm, të konsumojë fuqi minimale (IEEE, 2010), etj.

Sensori I ndotjes së ambjentit me fuqi diellore

Ky sensor mund të instalohet në pajisje të lëvizshme dhe dërgon informacionin në kohë reale në internet. Secili mund të shikojë këto informacione nga rrjeti i tij celular. Një rol të rëndësishëm në këtë sistem me sensorë të lëvizshëm luajnë panelet diellore. Secili nga ne që ka disa njohuri mbi elektronikën dhe mbi sensorët, mund të grumbullojë pjesët e mëposhtme dhe të shkarkojë software për Arduino për të gjetur këto sensor pa harxhuar kohë. Pjesët përbërëse të një pajisjeje që përdoret për vlerësimin e cilësisë së ajrit janë:

- sensor i temperaturës dhe lagështirës AM2302
- sensor i pluhurit PPD42NS
- Arduino Uno
- Bateria “Lion Power”, 1300 mAh, 7.4V
- Kontrolluesi i baterisë “LinkMan LK-1008D”
- Ekran LCD
- Modulet diellore silici polikristalinë DIY, me fuqi 2W, tension 18V, me rrymë 0-110mA

Konvertimi I fuqisë

Në përdorimin e të gjitha pajisjeve në jetën e përditshme është mirë të ulim konsumin e energjisë për të gjitha arësyet e thëna në kapitullin e parë, prandaj ky rast është një nga më interesantët në fushën e aplikimeve të ndryshme. Në ditët me re apo me stuhi, apo më keq kur kështu ndodh me javë të tëra, puna e sistemit për monitorimin e cilësisë së ajrit, do të varej plotësisht nga kapaciteti i baterisë. Ky qark duhet të konsumojë sa më pak energji, pasi kjo ndikon drejtpërsëdrejti në sistem. Sot të gjithë të interesuarit mund të studiojnë mbi konsumin sa më të vogël të energjisë nga një Arduino (learn.adafruit.com). Për të ruajtur sa më shumë energji, pjesët e përdorura të kodit në Arduinon tonë vendosen në Sleep Mode, mes leximeve të të dhënave. Pas zgjimit duhen të paktën disa dhjetra sekonda për ngrohje (për shkak të një rezistence të brendshme dhe një rrjedhje ajri të brendshme nga nxehtësia që buron prej tij). Në përgjithësi leximi i parë i sensorit nuk është i besueshëm për arsyen e thënë më sipër. Në mënyrë që të gjejmë të dhëna të besueshme, ne duhet të regjistrojmë disa pika të dhënash, sa herë që Arduino zgjohet nga gjumi. Gjatë kësaj kohe ne kemi kursyer rreth 33% fuqinë e konsumuar dhe me të njëjtën bateri ne mund të punojmë rreth 50% në kohë më shumë. Evoluimi i teknologjisë së hardware-ve ka sjellë konsum më të vogël fuqie dhe dyfishimin e jetëgjatësisë së baterisë krahasuar me versionet e mëparshme.

Nëse ne duhet të vendosim Arduinon tone në Sleep Mode, duhet të kërkojmë kodin për vendosjen e sistemit në gjumë të

(github.com/VoltaicEngineering/VoltaicArduinoSleepMode).

Kur dëshërojmë të montojmë një sensor mbi cilësinë e ajrit, është e rëndësishme që të gjitha pajisjet elektronike të ndjeshme të vendosen brenda një kase kundra ujit. Sensori i cilësisë

së ajrit nga njëra anë duhet të jetë në mjedis të hapur, po nga ana tjetër duhet të mos dëmtohet nga uji, prandaj duhet menduar që njëkohësisht të jetë i mbrojtur nga uji dhe të vlerësojë ambientin rrethues. Për këtë, sensorin vendoset në një kuti që e mbron atë nga sipër dhe poshtë si të ishte një çadër, po duke qënë njëkohësisht në kontakt me ajrin. Kjo mbulesë është perfekte edhe në rastet e shiut të fortë apo borës për disa muaj (www.voltaicsystems.com/blog).

Paneli diellor është ndërtuar për të punuar jashtë; ai së bashku me përcjellësit janë plotësisht të sigurtë në punën e tyre jashtë në të gjitha stinët. Përmasat e modulit janë rreth (136*110*3)mm, pesha rreth 0.06kg, materiali polikristalin, paketimi i tyre bëhet një panel për paketë. Pamja e jashtme e tij tregohet në figurën 5.7 a).

Në projekte të tilla duhet menduar si të ushqejmë një Arduino nga një panel diellor, pra çfarë baterie dhe madhësie paneli duhet të vendosim në këto raste. Nga eksperimentet është vënë re që për të punuar 18 orë, sistemi duhet të ushqehet me një bateri standarte 15V. Nëse përdorim një bateri 44V, ne mund të përdorim sistemin për një ditë e gjysmë pa energji diellore.

Sistemet që po mendojmë të përdoren në praktikë, konsumojnë 16Wh energji në ditë dhe për këtë mjafton të lidhim në parallel 2 panele, me fuqi 18W, për të fituar 100Wh energji në ditë kur dielli shkëlqen dhe kjo është mëse e mjaftueshme.

Ndërtimi i skemës

Për ndërtimin e skemës konkrete u përdor ***sensori i temperaturës dhe lagështirës***

AM2302, pamja e parë e të cilit dhe mënyra e lidhjes së pineve të dhënë në katalog për këtë element tregohen më poshtë (5.7 b):

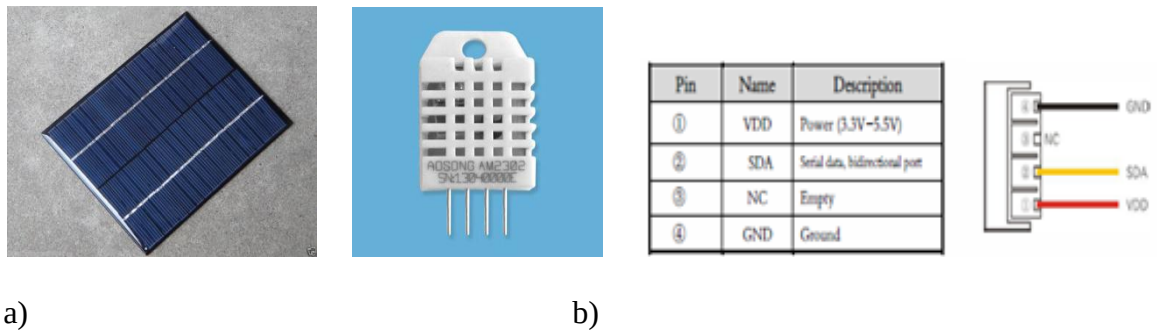


Fig. 5.7 a) pamja e parë e panelit diellor, (New-2W-18V-A-grade-polycrystalline-silicon-solar-panel-DIY); b) Pamja e parë dhe mënyra e lidhjes së pineve të AM2302 (www15)

Pini SDA përdoret për leximin dhe shkrimin e të dhënave. Ky sensor ka në dalje sinjal dixhital të kalibruar për të treguar temperaturën dhe lagështinë e përcaktuar nga sensori. Ai është ndërtuar me teknologji të tillë, që të ketë besueshmëri të lartë (përpikmëri të lartë) dhe stabilitet në punë gjatë gjithë jetëgjatësisë e tij, reagim të shpejtë, por kostoja e tij është e lartë. Sensori AM2302 ka sistem integrimi të shpejtë dhe të lehtë, përmësa të vogla, konsum të vogël fuqie, distancë të transmetimit të sinjalit 20m, si dhe mundësi aplikimi në praktikë të lartë. Ai lidhet me një mikrokontroller 8 bitesh. Ky sensor përdoret në pajisjet e kontrollit, në kontrollin automatik në data loger, në pajisje shtëpiake, në rregullator lagështire, në mjeksi, në stacionet meteorologjike, etj.

Performanca e sensorit mund të tregohet duke parë me vëmendje grafikun e lagëstisë relative dhe temperaturës, të paraqitur në figurën 5.8:

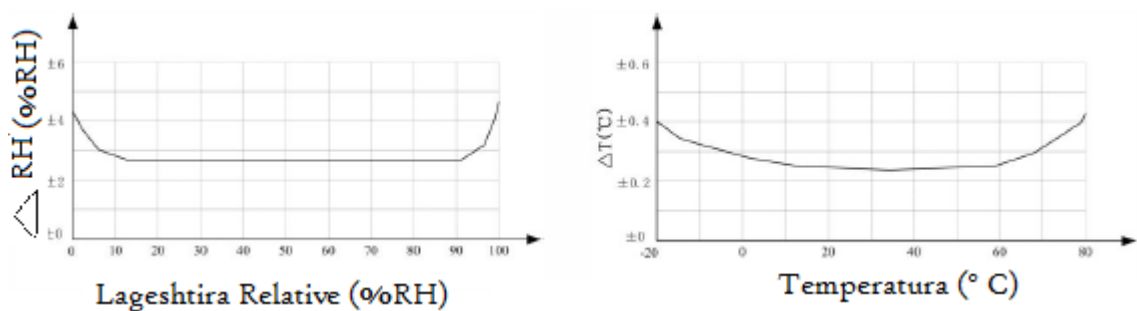


Fig. 5.8 Paraqitja grafike e lagështisë relative dhe temperaturës së sensorit

Në zbatimet praktike mikroprocesori dhe AM2302 lidhen si në figurën e mëposhtme (5.9):

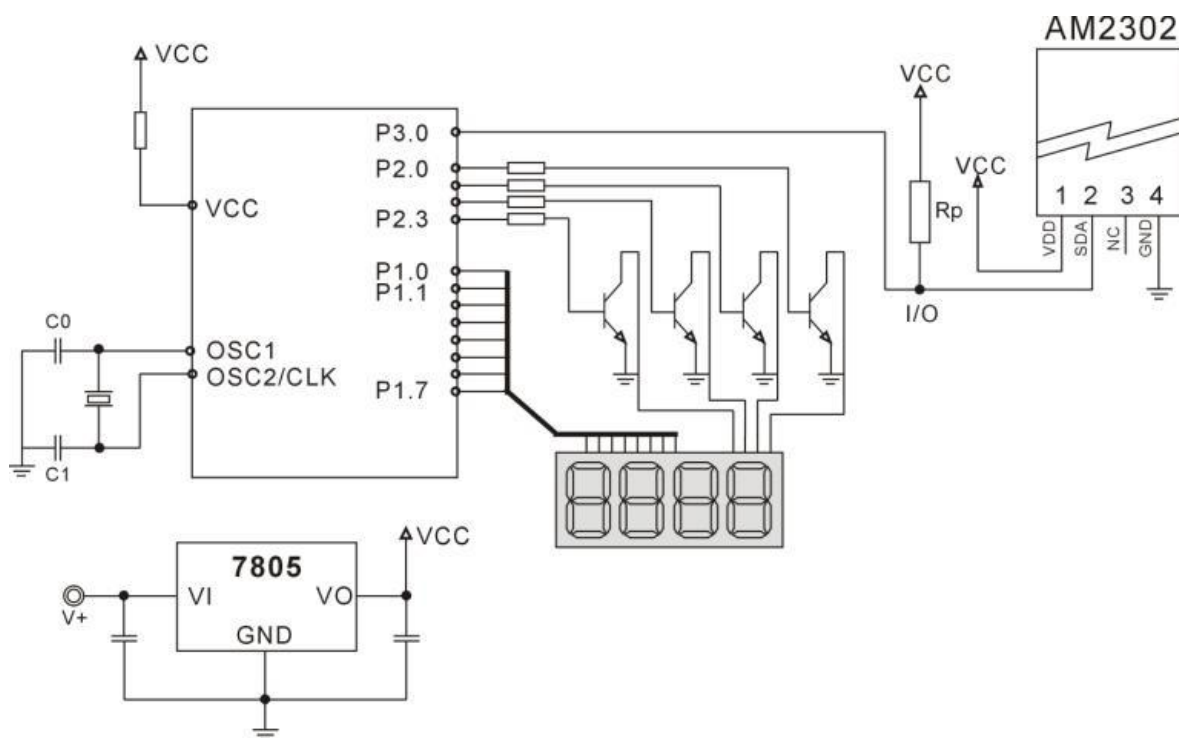


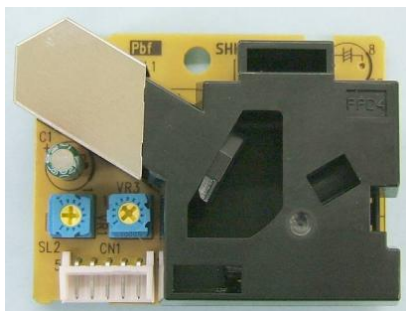
Fig.5.9 Mënyra e lidhjes së mikroprocesorit me AM2302 me një linjë komunikimi

(single bus)

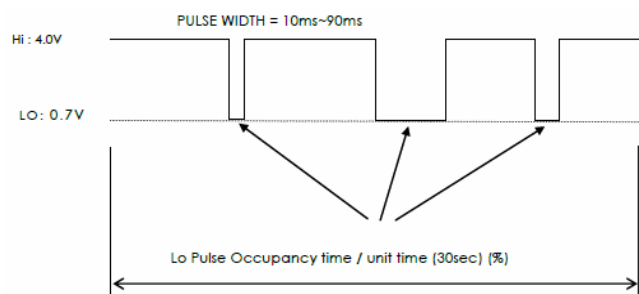
Në skemën elektrike të mësipërme tregohet një qark, i cili ushqehet me +V dhe në dalje marrim $V_{CC} = 5V$. Ky tension është i nevojshëm për ushqimin e mikrokontrollerit. Qarku 7805, është burim ushqimi i integruar, i cili duhet të marrë në hyrje jo më pak se 7.3V, për të fituar në dalje 5V. Dy numrat e parë në emërtimin e këtij qarku të integruar tregojnë se tensioni në dalje do jetë me polaritet pozitiv kundrejt tokës, ndërsa dy numrat e fundit tregojnë vlerën e tensionit të fituar, pra tensioni në dalje të tij është +5V,

Mendohet që distance të jetë jo më shumë se 30 m dhe për të marrë të dhëna të sakta duhen intervale kohe për leximin e sensorit më të mëdha se 2 sekonda.

Në skemën tonë është përdorur **sensori i pluhurit PPD42NS**, dalja e të cilit është dixhitale e kalibruar për të treguar parametrat mbi pluhurin. Koha e zgjatjes së impulseve është në përpjestim të drejtë me përqëndrimin e pluhurit, si në figurën 5.10. Disa njohuri shtesë mbi përbërësit e ndotjes dhe sensorët tregohen në pjesën shtojcës. Pamja e jashtme e sensorit të pluhurit PPD42NS, tregohet në figurën e mëposhtme (5.10):



a)



b)

Fig. 5.10 a) pamja e jashtme e sensorit të pluhurit PPD42NS dhe b) kohëzgjatja e impulsit në varësi të përqëndrimit të pluhurit (tony.tokuya)

Arduino Uno është një mikrokontroller me 14 pine hyrje/dalje dixhitale, nga të cilët 6 pine janë hyrje analoge, 6 pine mund të përdoren si dalje PWM, një pin për oshilatorin e kristalit 16 MHz, një pin për lidhjen USB, një pin për fuqinë, një pin për kokën ICSP dhe një pin për butonin RESET. Ky bord përmban gjithcka duhet për të mbështetur punën e mikrokontrollerit, lidhje të thjeshtë të tij me kabëll USB me kompjuterin, si dhe për lidhjen me qakun e fuqisë me një converter AC-DC ose me baterinë. Uno ndryshon nga bordet e tjerë, se nuk përdor cip ushqimi (USB- seriale, FTDI). Arduino Uno është qark referencë për versionet e tjera të Arduinove. Pamja e parë dhe të dhënat specifike të tij tregohen në figurën e mëposhtme (5.11):

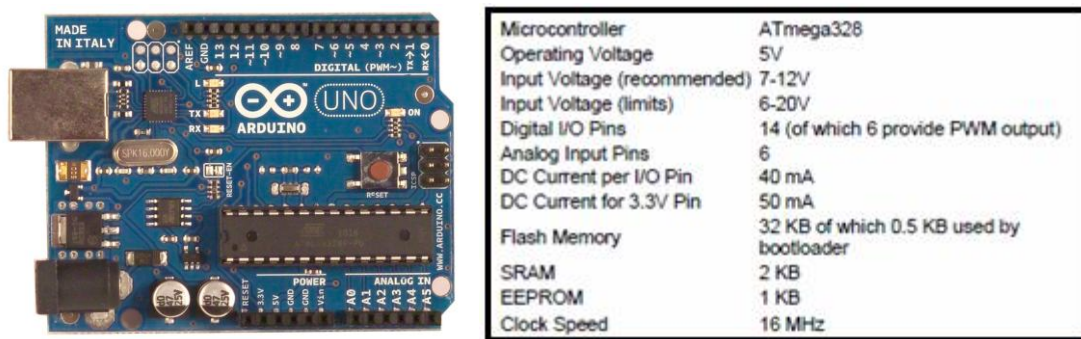


Fig. 5.11 Pamja e parë dhe të dhënat specifike të Arduino Uno

Përshkrimi i pjesëve fizike të tij tregohet në figurën e mëposhtme (5.12):

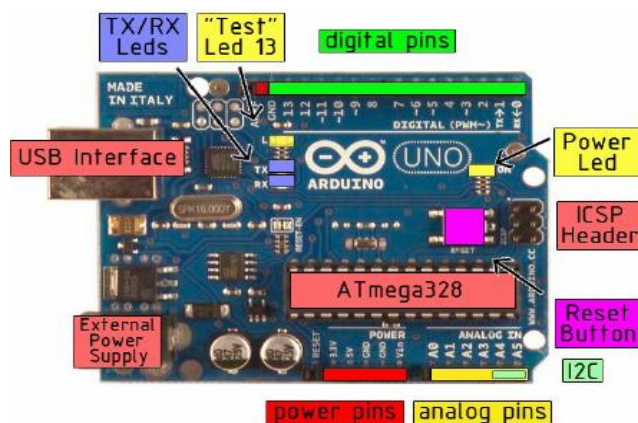


Fig. 5.12 Përshkrimi i pjesëve fizike të Arduino Uno

Ai mund të ushqehet me tension 6-20V; nëse qarku ushqehet me tension nën 7 V, në pinin 5 V, nuk arrijnë tensioni i nevojshëm, por nga ana tjetër, nëse e ushqejmë me tensione mbi 12V, rregullatori i tensionit ngrohet dhe mund të dëmtojë bordin. Vlerat e rekomanduara të tensionit janë nga 7V deri në 12 V. ATmega 328 ka 32 KB për memorien flash për ruajtjen e të dhënave, 2KB për SRAM, 1KB për EEPROM, e cila mund të jetë e shkrueshme ose e lexueshme.

Skema bllok e lidhjes së pjesëve përbërëse të qarkut për matjen e disa madhësive fizike me anën e moduleve diellore tregohet në figurën e mëposhtme (5.13):

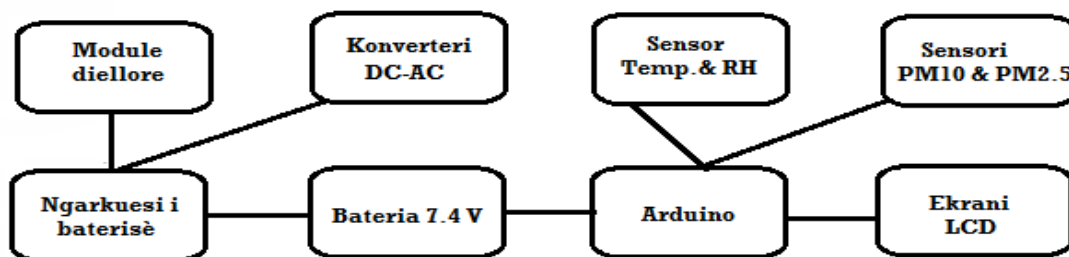


Fig. 5.13 Skema bllok e qarkut për matjen e disa madhësive fizike me anën PV

Bateria e përdorur është “Lion Power 1300mAh 7.4V”. Ngarkuesi i baterisë ka këto karakteristika:

- LinkMan LK-1008D
- Lithium 2cell 7.4V/3cell 11.1V
- Tensioni i hyrjes(input) 10-15V
- Rryma e daljes (output) 800mAh

Madhësitë e matura shfaqen në një ekran LCD, me 4 rreshta dhe 20 karaktere, me dy ngjyra (bardhë e blu), me tension ushqimi 5 V. Kontrasti i ekranit mund të ndryshojë me ndihmën e një potenciometri. Pamja e jashtme e display LCD tergohet më poshtë (5.14):



Fig. 5.14 Display LCD

Shënim:

Kontrolleri dhe ekrani janë kopje kineze me parametra të njëjta me Arduino dhe Sainsmart.

Modulet diellore janë zgjedhur me tension 18V me fuqi 2W (21.3V tension i matur).

Kjo skemë u ndërtua praktikisht dhe u vu re që ajo mund të kryente matje mbi lagështirën relative, temperaturën dhe sasinë e pluhurit në kohë reale. Skema e montuar dhe leximi i ekranit të skemës së ndërtuar me panele fotovoltaike për vlerësimin e cilësisë së ajrit, tregohet në figurën 5.15. Në fund të punës për ndërtimin e skemës mund të themi se *kosto e realizimit të saj është disa herë më e vogël*, se ajo e pajisjeve të fabrikuara për të njëjtin qëllim.

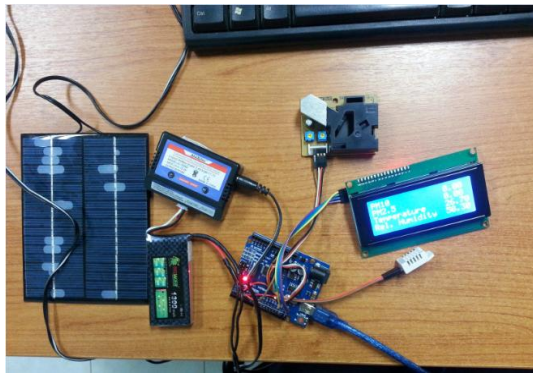


Fig. 5.15 Skema e realizuar praktikisht me panele fotovoltaike

Bazuar në gjithë sa u tha më sipër mund të sjellim në vëmendjen e të gjithë të interesuarve vlerësimin e cilësisë së ajrit në kushtet e vendit tone. Për të monitoruar cilësinë e ajrit në zona të ndryshme, aty ku problemi është më i mprehtë, si : pranë spitaleve, shkollave, kopshteve, vendeve me dendësi banimi, etj. mund të vendosen sisteme me panele diellore, pasi vlerësimi i tij dhe marrja e masave të mundshme ndikon drejtpërsëdrejti në cilësinë e shëndetit dhe jetës së qytetarëve.

5.4 Integrimi i aplikimeve në qeverisjen lokale

Një nga pyetjet kërkimore të këtij studimi është:

A egzistojnë kushtet e domosdoshme për aplikimin e kësaj teknologjie në Shqipëri?

Për të marrë përgjigjen e kësaj pyetjeje, ndër të tjera, kam menduar të shoh ndikimin e sistemeve fotovoltaike në zhvillimin social-ekonomik të njërit prej qyteteve më të mëdha të vendit tonë, konkretisht në rajonin e Fierit. Dr.Nevila Cinaj, studiuese e zhvillimit dhe mundësive social-ekonomike të rrethit të Fierit, thotë:

“Evaluation of the physical-geographical conditions and the potential that offers climate of Albania and in particular the district of Fieri presents a particular importance in current conditions development of the area and constitutes a solid basis for fulfillment of energy needs and the socio-economic development of the rural area as a whole. special attention is devoted to the evaluation of solar energy resources and available potential to convert it in producing electricity and hot water from solar collectors for sanitary and technological needs, resources of wind as another important factor, the possibility of their use and involvement in the entirety of energy resources in the area”.

Pozicioni gjeografik dhe kushtet klimaterike të vendit tonë, dhe kryesisht rrethi i Fierit, kanë një rëndësi të veçantë në plotësimin e nevojave me energji, si dhe në zhvillimin social - ekonomik në këtë zonë. Duke u nisur nga intensiteti i rrezatimit diellor dhe numri i orëve me diell, le t'i "hedhim një sy" konvertimit të energjisë diellore në energji elektrike. Studimi i bërë për qytetin e Fierit mund të shërbejë si orientim për studiuesit që dëshërojnë të shtrijnë studimet e tyre edhe për qytete të tjera të Shqipërisë, si dhe të realizojnë projekte dhe investime të ndryshme në këtë fushë. Studimi i bërë në këtë fushë ka kontribut të

veçantë edhe në mbrojtjen e mjedisit dhe në pastërtinë e ajrit, me qëllim që të dhënat mbi to të përputhen me standartet e Bashkimit Europian (Cinaj, 2010)..

Rrethi i Fierit shtrihet në rajonin perëndimor të Republikës së Shqipërisë në koordinatat gjeografike $40^{\circ}, 57', 05''$ dhe $40^{\circ}, 33', 06''$ gjerësi gjeografike në veri. Gjatësia gjeografike lindore është $19^{\circ}, 49', 48''$ dhe $19^{\circ}, 48', 29''$. Në veri të tij kufizohet nga Lushnja, nga lindja dhe verilindja kufizohet nga Berati, nga jugperëndimi me rrethin e Vlorës dhe në perëndim laget nga ujërat e detit Adriatik. Rrethi i Fierit ka një sipërfaqe prej 793.6 km^2 me një popullsi prej rreth 265,394 banorë dhe dendësia mesatare $253.5 \text{ banorë} / \text{km}^2$; në rradhë ky qytet ndodhet në vendin e tretë pas rretheve Tiranë dhe Durrës. Përsa i përket zhvillimit social dhe ekonomik, pozicioni gjeografik e bën atë si një nga qytetet më me prioritet në gjithë vendin tonë. Fieri ka shërbyer si një zonë që lidh pjesën qendrore, jugore dhe jugperëndimore të vendit. Ai karakterizohet nga një reliev me terren kodrinor është ndër qytetet me burime natyrore dhe potenciale ekonomike më të mëdha në vend (Cinaj, 2010).

Zona fushore zë 60-65% të sipërfaqes dhe zona kodrinore zë 35-40%. Fushat nuk janë plotësisht të sheshta; ndërsa kodrat kanë lartësi e cila shkon nga 200 m deri 300 m.

Përsa i përket klimës, Fieri është zonë fushore me klimë mesdhetare, e cila karakterizohet nga një dimër i lagësht dhe i butë, me verë të thatë dhe të nxehtë. Temperatura e matur nga stacionet meteorologjike tregon vlerë mesatare 15° C . Muaji më i ftohtë është Janari (me temperaturë mesatare rreth 7°), ndërsa muaji më i nxehtë është Korriku (me temperaturë mesatare rreth 24°). Rrezatimi diellor është një tjetër parametër i rëndësishëm i klimës dhe kap vlerat 226.32 kWh/m^2 . Numri i orëve me diell në vit shkon në 2792 orë. Në Korrik

është regjistruar numri më i madh i orëve me diell, 390 orë. Mesatarisht vetëm 23 ditë në vit janë pa diell. Të gjithë treguesit klimaterik tregojnë që rrethi i Fierit ka klimë të përshtatshme për zhvillim social dhe ekonomik. Studimi bazohet në matjen e intensitetit të rrezatimit diellor, numrin e orëve me diell, si dhe në këndin e rënies së rrezeve të diellit në tokë. Përsa i përket matjes së intensitetit të rrezatimit dhe parametrave të tjerë shërbejnë aparatet matëse të përmendura edhe më sipër (John Twidell, Tony Weir, 2006). Sasisë ditore të rrezatimit diellor që bie në sipërfaqen vertikale të ndërtesave në kWh/m² për një periudhë një vjeçare është treguar në tabelën e mëposhtme (5.1):

Azimuth angle	The weather conditions	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Horizon	Without closeness	3.17	4.33	5.52	6.92	8.12	8.12	8.06	7.09	6.19	4.59	3.75	2.98
	With closeness	1.97	2.61	3.36	4.37	5.59	6.51	6.71	6.14	4.75	3.30	2.27	1.95
0°	Without closeness	3.95	3.68	3.20	2.88	2.70	2.60	2.79	3.16	3.59	3.88	4.00	2.04
	With closeness	2.35	2.01	1.86	1.72	1.76	1.93	2.03	2.72	2.87	2.94	2.08	2.68
45°	Without closeness	1.92	2.10	2.34	2.68	2.84	3.18	3.13	3.00	2.80	2.54	2.10	1.69
	With closeness	1.15	1.31	1.40	1.68	2.04	2.42	2.62	2.53	2.36	1.87	1.40	1.07
90°	Without closeness	1.10	1.27	1.62	2.06	2.48	2.65	2.80	2.50	2.09	1.64	1.20	0.90
	With closeness	0.65	0.72	0.95	1.29	1.67	1.90	2.42	2.15	1.68	1.04	0.74	0.57
135°	Without closeness	0.68	0.80	1.09	1.40	1.76	1.90	2.02	1.72	1.38	1.00	0.71	0.51
	With closeness	0.40	0.45	0.65	0.86	1.19	1.41	1.64	1.42	1.05	0.60	0.44	0.34
180°	Without closeness	0.38	0.47	0.69	0.94	1.21	1.29	1.35	1.10	0.84	0.58	0.40	0.30
	With closeness	0.25	0.31	0.50	0.60	0.89	0.98	1.16	0.99	0.65	0.36	0.27	0.20
-135°	Without closeness	0.68	0.80	1.09	1.40	1.76	1.90	2.02	1.72	1.38	1.00	0.71	0.51
	With closeness	0.40	0.45	0.65	0.86	1.19	1.41	0.34	0.42	1.05	0.60	0.44	0.34
-90°	Without closeness	1.10	1.27	1.62	2.06	2.48	2.65	2.80	2.50	2.09	1.64	1.20	0.90
	With closeness	0.65	0.72	0.93	1.29	1.67	1.90	2.42	2.15	1.68	1.04	0.74	0.57
-45°	Without closeness	1.92	2.10	2.34	2.68	2.84	3.18	3.13	3.00	2.80	2.54	2.10	1.69
	With closeness	1.49	1.28	1.40	1.68	2.04	2.42	2.62	2.53	2.36	1.67	1.40	1.07

Tabela 5.1 Sasisë ditore të rrezatimit diellor që bie në sipërfaqen vertikale të ndërtesave në kWh/m² për një periudhë një vjeçare

Të dhënat mujore mbi intensitetin e rrezatimit diellor, të shprehura në kWh/m² në muaj, numri i orëve dhe ditëve me diell, të marra nga stacionet e qyteteve Fier, Lushnje dhe Kuçovë, tregohen në tabelën e mëposhtme 5.2 a), b), c):

Vlera e rrezatimit diellor total mujor (kWh/m² në muaj)

Months Stations	ϕ	λ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Annual
Fieri	40°44'10"	19°31'14"	67.32	77.99	121.79	156.25	196.23	215.14	226.32	212.10	157.96	112.16	76.12	67.15	1686.53
Lushnja	40°56'45"	19°41'49"	66.00	75.29	101.40	144.33	172.94	192.64	209.39	194.12	162.60	95.01	70.64	59.03	1543.44
Kuçovë	40°47'10"	19°53'40"	70.64	74.71	97.91	137.49	175.41	195.11	213.82	199.54	161.62	111.27	77.60	72.96	1588.08

a)

Numri i orëve me diell në periudhën 1956-1980

Stations	ϕ	λ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Annual
Fieri	40°44'10"	19°31'14"	135.5	143.5	187.6	227.6	292.2	339.0	391.0	362.0	268.5	228.3	144.8	120.2	2840.1
Lushnjë	40°56'45"	19°41'49"	129.0	132.2	175.6	210.1	274.8	314.8	360.4	330.6	254.7	200.4	131.5	105.5	2620.6
Kuçovë	40°47'10"	19°53'40"	132.4	136.8	171.8	209.0	274.2	312.9	358.8	333.2	249.7	209.1	135.5	118.7	2642.2

b)

Numri mesatar i ditëve me diell në periudhën 1956-1980

Stations	ϕ	λ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Annual
Fieri	40°44'10"	19°31'14"	25	26	27	29	30	30	31	31	30	30	27	25	341
Lushnjë	40°56'45"	19°41'49"	25	24	28	29	30	30	31	31	30	30	26	25	339
Kuçovë	40°47'10"	19°53'40"	25	25	28	29	30	30	31	31	30	30	26	26	341

c)

Tabela 5.2 a) Të dhënat mujore mbi intensitetin e rrezatimit diellor, të shprehura në kWh/m² në muaj, b) numri i orëve dhe c) numri i ditëve me diell, të marra nga stacionet e qyteteve Fier, Lushnjë dhe Kuçovë

Nga tabelat e mësipërme vihet re që sasia minimale e rrezatimit në qytetin e Fierit është 67.15kWh/m² në muajin Dhjetor dhe 226.32kWh/m² në muajin Korrik, me numër total orësh me diell 2840 orë në vit dhe me 341 ditë me diell në vit. Vlera e rrezatimit total vjetor është 1686.53 kWh/m², nga ku duket qartë që qyteti i Fierit ka përparësi në shfrytëzimin e energjisë diellore, pasi parqet rrezatim total vjetor më të lartë se qyteti i Lushnjës (1543, 44 kWh/m²) dhe ai i Kuçovës (1588.08 kWh/m²).

Duke parë me vëmendje tabelat e mësipërme, vëmë re që në qytetin e Fierit numri i orëve me diell mesatarisht shkon në 391 orë në 31 ditë në muajin Korrik (vlera më e madhe e regjistruar), ndërsa në muajin Dhjetor numri i orëve me diell shkon në 120.2 orë për 25 ditë (vlera minimale e regjistruar). Për qytetet Lushnje dhe Kuçovë vlerat më të larta të regjistruara përkatësisht 360.4 dhe 358.8 orë në muajin Korrik; vlerat më të ulta të regjistruara 105.5 dhe 118.7 orë në muajin Dhjetor. Përsa i përket sasisë së përgjithshme të rrezatimit në sipërfaqet vertikale të ndërtesave, vihet re që sipërfaqja vertikale me drejtim nga jugu është më e favorshme gjatë muajve të dimrit, ndërsa në stinën e verës sasia e rrezatimit është pak a shumë e njëjtë në të gjitha anët (Meteorological and hydrological studies, 1984). Të dhënat e viteve të fundit tregojnë që ka një rritje të vlerave të sasisë së rrezatimit (Cinaj, 2010).

Kërkesat për energji të qytetarëve lidhen ngushtë me kushtet klimaterike. Duke qënë që në vitet e fundit temperaturat janë rritur, kjo do të thotë se ka më pak nevojë për energji gjatë muajve të dimrit për ngrohje, por ka më shumë nevojë për energji gjatë muajve të verës për ftohje. Fatmirësisht kjo tendencë e nevojave për energji shkon në të njëjtin drejtim me rritjen e intensitetit të rrezatimit dhe numrin e orëve me diell gjatë stinës së verës, një arsye më shumë për të “kthyer sytë” nga shfrytëzimi i energjisë diellore dhe konvertimin e saj në energji elektrike. Në figurën 5.16 a) dhe b) janë paraqitur grafikisht vlera mujore e rrezatimit diellor total e shprehur në kWh/m^2 dhe numri i orëve me diell në muaj të ndryshëm të vitit për tre qytete: Lushnjë, Fier dhe Berat.

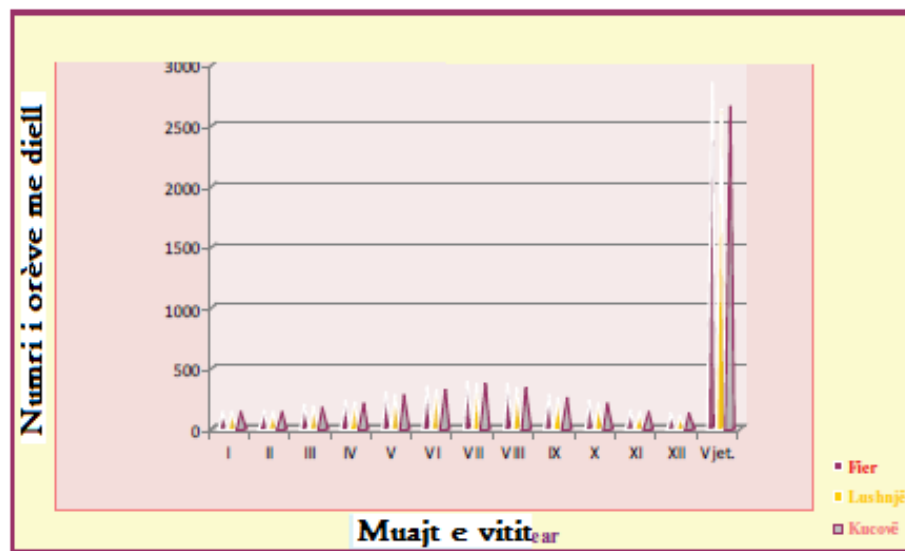
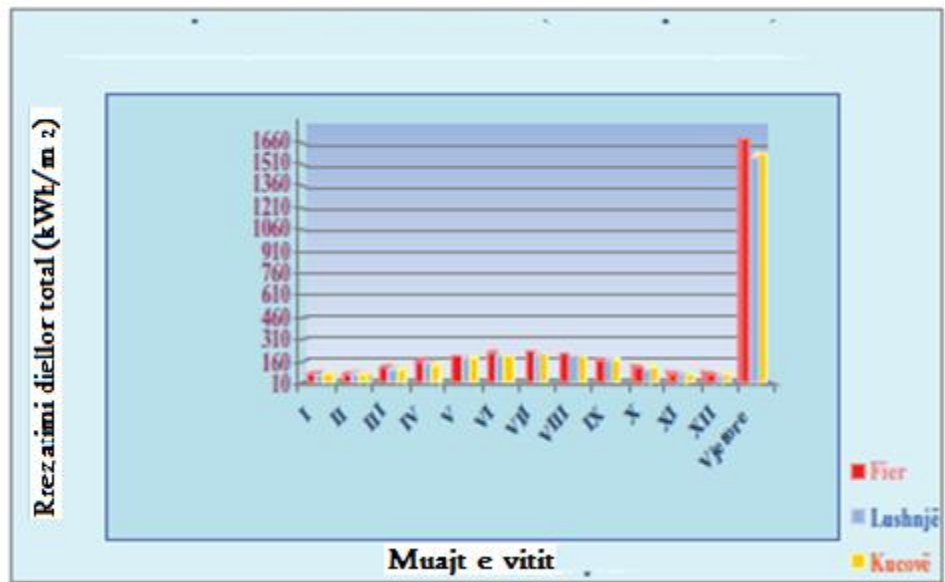


Fig. 5. 16 a) vlera mujore e rrezatimit diellor total e shprehur në kWh/m² dhe b) numri i orëve me diell në muajt të ndryshëm të vitit për tre qytete: Lushnjë, Fier dhe Berat (Cinaj, 2010)

Qyteti i Fierit është shumë i favorizuar nga pozicioni gjeografik dhe me mundësi të mëdha që duhen shfrytëzuar për plotësimin e nevojave energjitike nëpërmjet konvertimit të

energjisë diellore. Fieri është ndër qytetet me ajrin më të ndotur në vend dhe kjo *e motivon* përdorimin e sistemeve fotovoltaike atje. Studimi i bërë për këtë qytet shërben si pikë referimi për studime në qytete të tjera të Shqipërisë. Përdorimi i energjisë diellore në sektorin e banesave dhe shërbimeve sjell zhvillim social dhe ekonomik jo vetëm për rrethin e Fierit, por për gjithë vendin tonë.

5.5 Përdorimi i sistemeve fotovoltaike tek motorrpompat

Gjatë muajve të verës merr rëndësi të dorës së parë përdorimi i pompave për ujitjen e perimeve dhe frutave me anën e pompave

Pompa fotovoltaike me 500 Watt është zhytëse dhe nxjerr ujë nga puse me thellësi 50 m, deri në 25 m³ në ditë. Nje sitem i tillë kushton rreth 2200 EURO. Ato zëvendësojnë në punë një pompë elektrike 1 kW ose një pompë të tillë me gjenerator. Përdorimi i një pompe të tillë në një fermë të fshatit Gradisht të rrethit të Lushnjës tregohet në figurën 5.177.

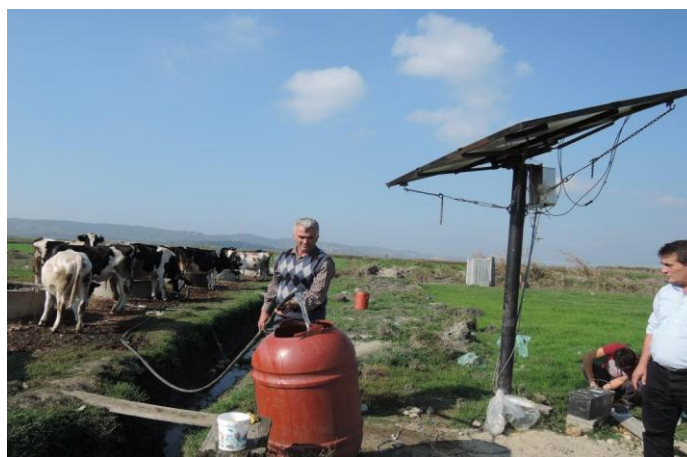


Fig.5.17 Një fermë blegtorale në Gradishtë në rrethin e Lushnjës.

Mënyra e funksionimit të pompave për qëllime të ndryshme me panele fotovoltaike, po gjen zbatim në lumin Vjosa, e cila do të vlerësojë cilësinë e ujit në thellësi, si në figurën 5.18.



Fig. 5.18 Pompa e ushqyer me panel diellor

Pamja e brendshme e kabinës së montimit të pjesëve përbërëse të sistemit tregohet në figurën e mëposhtme (5.19):



Fig. 5.19 Kabina e montimit të pjesëve përbërëse të sistemit fotovoltaiak

5. 6 Përdorime të tjera të sistemeve fotovoltaike në Shqipëri

Zyrat e GIZ (figura 5.20) në Tiranë kanë instaluar një sistem të plotë fotovoltaiak me fuqi 5 KW dhe një sistem me bateri për tre ditë rezervë. Ky Institucion zgjodhi këtë burim alternativ energjie, në vend të gjeneratorëve me naftë, që mund të ketë përdorur ndonjë

Institucion tjetër për burim energji rezervë. Ky sistem fotovoltaiik u ndertua gjate vitit 2013 dhe ka kushtuar 20.000 EURO, 65% e kostove i perkasin baterive.



Fig. 5.20 Zyrrat e GIZ

Sistemi përdoret vetëm për Institucionin, pasi në Shqipëri nuk ka ligj të aplikueshëm për lidhjen e sistemeve fotovoltaike me rrjetin. Ai përdor pajisje “Multiplus”, e cila është një inverter shumë i fuqishëm, ngarkues baterie dhe çelës automatik. Kjo pajisje është shumë e përshtatshme në aplikimet e energjisë diellore. Për konfigurimin nga kompjuteri kërkohet një software VEConfigurell, i cili mund të download-ohet nga www.victronenergy.com. “Multiplus” nuk kërkon mirëmbajtje të veçantë, por të gjitha lidhjet duhen kontrolluar një herë në vit dhe duhen shmagur ambjentet me pluhur, vajra, blözë, avuj, në mënyrë që pajisja të jetë sa më e pastër. Skema e lidhjes elektrike së sistemit të veçuar nga rrrjeti (i palidhur me rrjetin) me fuqi 5kWp tregohet në figurën 5.21. Skema e plotë me të gjitha hollësitë paraqitet në Shtojcën 5.

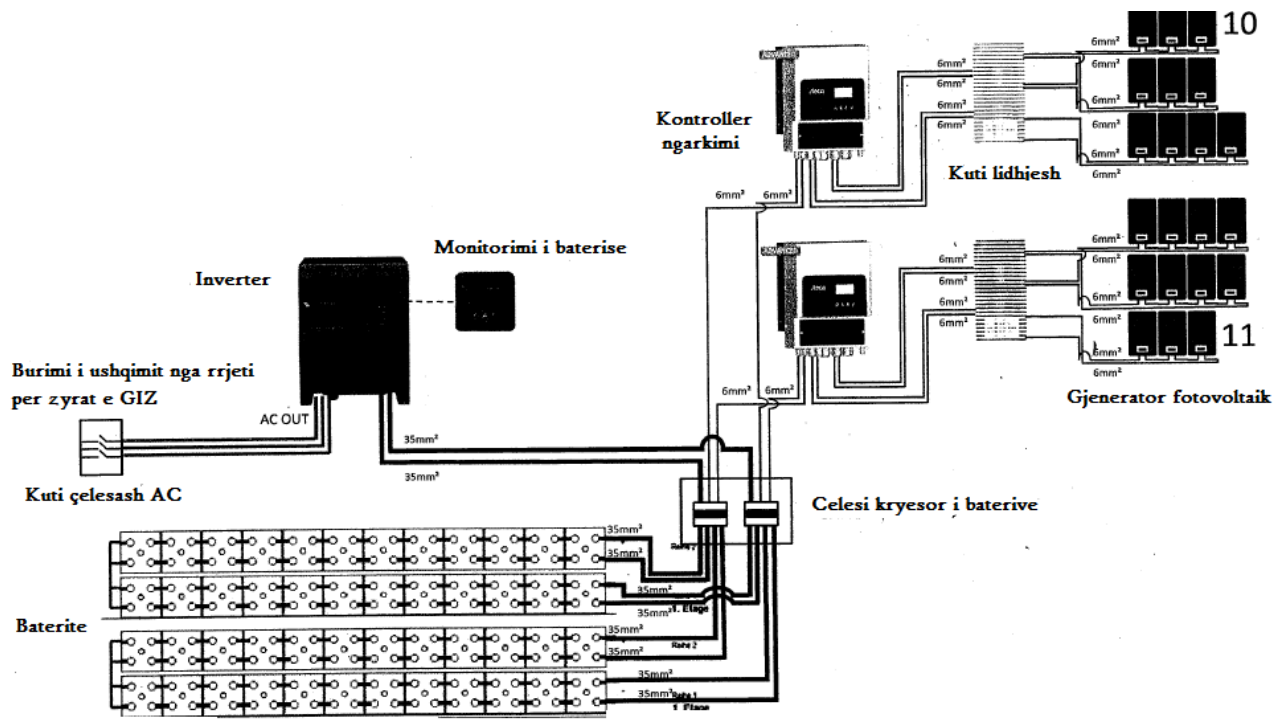


Fig. 5.21 Skema elektrike e një sistemi fotovoltaiik të palidhur me rrjetin me fuqi 5 kWp në Institucionin “GIZ”

Në këtë rast janë përdorur 21 module fotovoltaike polikristalinë (JTS-240P) me fuqi nominale 240 Watt. Rendimenti i qelizave diellore është afërsisht 17%, ndërsa rendimenti i moduleve diellore është afro 14%. Modulet diellore, nëpërmjet kutive të lidhjes, lidhjen me 2 kontrollere të ngarkimit të baterive (me kapacitet 48V DC), që sigurojnë transmetimin e energjisë nga panelet te bateritë. Ky sistem me 48 bateri të thata ka mundësi të përballojë deri në tre ditë pune të sistemit pa nevojën për energji (për ditët kur nuk ka ndricim diellor). Skema përmban një inverter, që transformon energjinë e rrymës së vazhduar në energji të rrymës alternative. Vlera e tensionit në hyrje të baterisë është 48V DC, ndërsa vlera e tensionit në dalje është 230 Volt, tension i cili ushqen zyrat e GIZ. Brenda skemës

ndodhen edhe kutitë e lidhjeve, çelësi kryesor i baterisë dhe kutia e çelësit të rrymës alternative (AC). Karakteristikat teknike të “Multiplus”, si dhe karakteristikat elektrike dhe teknike të moduleve diellore tregohen në shtojcën 5.

Me kete sistem ushqehen 15 kumpjuterat e stafit si dhe pajisje të tjera, si: serverat, telefonia dhe interneti. Pamje e disa pjesëve nga sistemi i instaluar në GIZ tregohen më poshtë, në figurën 5.22:



Fig. 5.22 Disa pjesë të sistemit të instaluar në GIZ

Gjatë stinës së verës prodhimi vendas i energjise elektrike (me anë të hidroenergjisë) në verë është me i vogël, pasi reshjet janë të pakta, ndaj shumë HC të vogla nuk mund të funksionojnë, pasi uji përdoret për ujitjen e fushave gjatë muajve të verës.

Z.Ismail Beka, pjesë e stafit drejtues të “GIZ”, tregon përvojën e tij nga projekte konkrete të realizuara në Shqipëri në fushën e bujqësisë, turizmit dhe në banesa. Në raportin “Te nxisim dhe mbështesim përdorimin e energjisë diellore në Shqipëri”, z. Beka shprehet:

“Ndonëse Shqipëria ka trashëguar një sistem qendror të shpërndarjes së energjisë në të gjithë vendin, ka ndodhur që në shumë fshatra, veçanërisht në zonat e thella malore të Shqipërisë, kjo qasje është mohuar për banorët. ... në këto kushte të errësirës , ndriçimi realizohet me qirinj, llampat me bateri dhe gjeneratorëve me naftë, duke shkaktuar shpenzimet te larta dhe ndotje te mjedisit. Në këto zona të largëta, energjia diellore eshte një mundësi reale per te permiresuar cilesine e jetes”.

Nga ana tjetër turizmi ka pikën e tij më të lartë gjatë kësaj stine. Rreth 10000 persona jetojnë në stane gjatë verës në zona ku energjia elektrike mungon. Atyre u duhet të përdorin mjete të ndryshme për ndriçim, të cilat nga degradimi i tyre rritin ndotjen e ambjentit dhe kanë kosto të konsiderushme, si: bateritë, llampa me vajguri, gjeneratorë me naftë, etj. Energjia diellore mund të përmirësojë kushtet e jetës së tyre. Gjatë viteve të fundit 60 sisteme individuale fotovoltaike janë montuar në zonat rurale të Shqipërisë.

Le të shohim raste të tjera konkrete të përdorimit të tyre në Shqipëri, figura 5.23.

Turizmi në zonat malore

Në pjesën e hartës të treguar më poshtë (figura 5.20) paraqiten pikat kyçe turistike të pjesës veriore të Shqipërisë

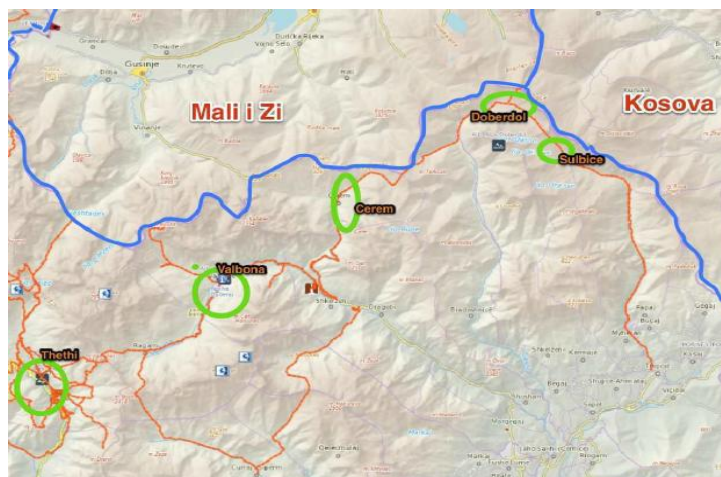


Fig. 5.23 Pikat kyçe turistike të pjesës veriore të Shqipërisë

Disa nga zonat e thella, ku janë montuar panele fotovoltaike tregohen më poshtë:



Në Theth



Në Dobrolet

Nje kompleks eco-turistik, me 10 kabina, vetem me energji diellore, prej 5 vjetesh nuk paguan fatura te energji elektrike



Me anën e ndricuesve të thjeshtë me panele fotovoltaike, u është krijuar mundësia 12 barinjeve të Karaburunit, në vitin 2009, të kenë ndricim dhe karikim për celularët.

Nje paisje e tille kushton 75 EURO (Financuar nga Projekti i Granteve te vogla GEF), figura 5.24:

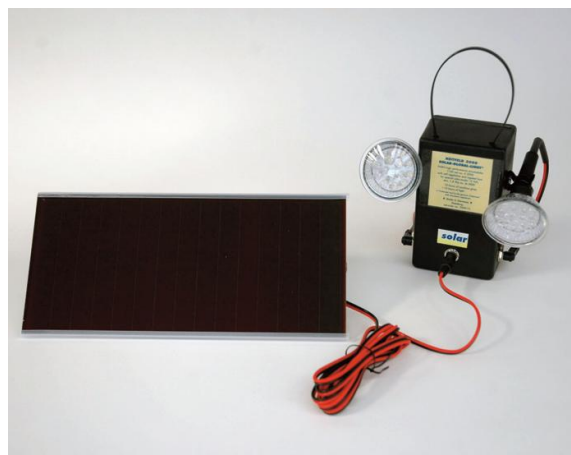


Fig. 5.24

Elektrifikimi” për 5 familje në Derje vetëm 25 km nga Tirana është një projekt social, pamje nga instalimi i të cilave tregohet më poshtë (figura 5.25):



Fig. 5.25

Përdorime të tjera të sistemeve fotovoltaike nëpër Shqipëri:

- *Gjirokastrë*: Ndriçimi i galerisë 50m të gjatë dhe me kube të lartë deri në 9m, panelet prodhojnë 1.7 kW për ndriçim dekorativ.
- *Berat*: Impianti përbëhet nga 2 module fotovoltaike me fuqi 2x230W për funksionimin e një PC, ku shfaqen materiale informues dhe edukues (figura 5.26).



Fig. 5.26 Pamje nga Galeria e qytetit të Gjirokastrës dhe nga shkolla e qytetit të Beratit

→ Në disa pika kufitare me ndihmën e paneleve diellore kryhet kontrolli kompjuterizuar i pandërprerë i dokumentacionit, si në figurën 5.27:



Fig. 5.27

→ Për prodhimin e ujit të ngrohtë sanitar dhe ngrohjen e banesave (fig. 5.28, a) dhe për ngrohjen e ujit të pishinave (fig. 5.28, b)

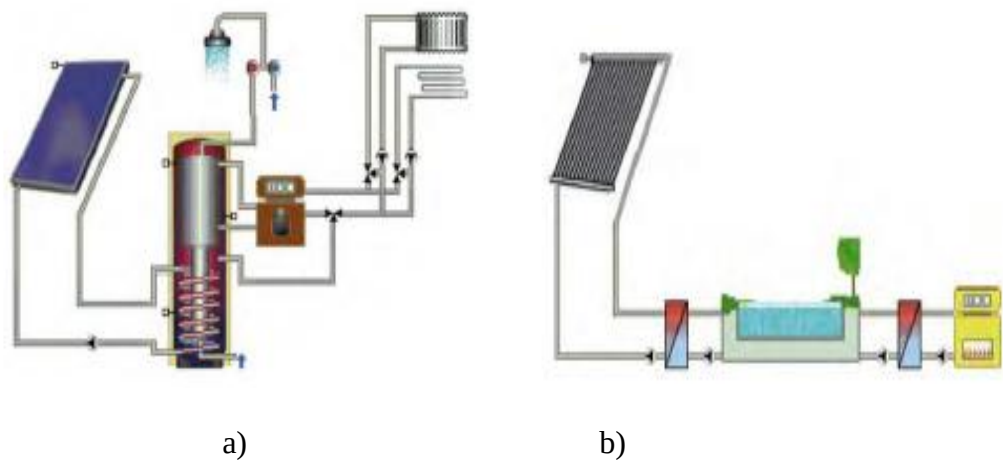


Fig. 5.28 a) PV e përdorur për prodhimin e ujit të ngrohtë sanitar dhe ngrohjen e banesave; b) Për ngrohjen e ujit të pishinave

Më poshtë është treguar në mënyrë të përmblodhur në një tabelë (5.3) një pjesë e fuqisë fotovoltaike të instaluar në Shqipëri me specifikat e veta.

Roli i PV	Fuqia e instaluar (Watt)	Vendi i instalimit	Teknologjia	Cmimi	Komente
Sisteme ndriçimi	50-100	Theth		300-500 Euro	60 sisteme të tillë
Kasikues telefoni				75 Euro	12 barinj
Pompë uji	500			2200 Euro	Nxjerr 25m ³ uje ne thellesi deri 50m.
		Instituti i Shendetit Publik			
		Bashkia Elbasanit			
		Landfield - Korce			
Nricim, kompj., internet	5 kW	GIZ Tirane		20000 Euro	

Tabela 5.3 Zbatime të fotovoltaikeve në Shqipëri

Shënim: Për plotësimin e kësaj tabele me të dhëna po punohet vazhdimisht.

5.7 Përfshirja e njohurive mbi sistemet fotovoltaike në kurrikulat e arsimit profesional në Shqipëri.

Qëllimi kryesor i arsimit profesional në Shqipëri është “zhvillimi i personalitetit të nxënësve për të jetuar në përshtatje me botën që i rrethon dhe përgatitja e tyre për t’u punësuar në veprimtaritë profesionale...”. Për të realizuar këtë, shkollat profesionale u krijojnë mundësi për të zhvilluar kompetencat profesionale. Ato sigurojnë mbështetje për t’u njohur me rregullat e sigurimit teknik dhe ruajtjen e mjedisit në përputhje me standardet ndërkombëtare. Gjatë viteve të arsimimit në shkollë, nxënësi duhet të njihet me teknologjitë dhe proceset teknologjike bashkëkohore, që lidhen me kualifikimin profesional përkatës. Montimi dhe mirëmbajtja e paneleve fotovoltaike nga nxënësit e shkollave të mesme, do të ndihmojë në formimin e përgjithshëm të studentëve, ndërgjegjësimin e tyre mbi problemin e ruajtjes së mjedisit, si dhe zhvillimit të burimeve alternative të energjisë. Duke u nisur nga këto qëllime, si dhe nga pozicioni gjeografik e kushtet klimatike të Shqipërisë, del e domosdoshme detyra e njohjes së nxënësve me sistemet fotovoltaike. Nxënësi duhet marrë njohuri teorike, të zhvillojë ushtrime mbi bazën e koncepteve bazë dhe të montojë e të mirëmbajë sistemet fotovoltaike. Në këtë nënçështje, objektivi kryesor është përshkrimi i hapave të ndjekur për përvetësimin teorik dhe praktik gjatë ndërtimit dhe montimit të një sistemi fotovoltaike në kushte laboratorike.

Shtrohet pyetja:

A ia vlen që sot nxënësit dhe studentët apo grupet e interesuara (në kurse të ndryshme me drejtim profesional) të studiojnë ndërtimin, instalimin, përdorimin dhe mirëmbajtjen e

paneleve fotovoltaike?

Mendojmë se po!

Nga ana teorike nxënësi në lëndën e “Elektronikës dixhitale” mund të studiojë skema që lidhin konceptet bazë të elektronikës dixhitale (numerike) dhe lëndëve të tjera të formimit teorik, me ato të zbatimeve të tyre në praktikë. Të tilla skema janë edhe sistemet “data-logging” me energji diellore. Rendimenti i këtij sistemi varet nga energjia e prodhuar nga paneli PV ndaj energjisë totale diellore (rrezimit të rënë në panel). Ne duhet të konvertojmë madhësi të ndryshme në natyrë, si era, rrezatimi i diellit, temperatura, presioni, që janë madhësi analoge, në formë dixhitale, të njohura për sistemin kompjuterik.

Shënim:

Për lexuesin, i cili ka pak njohuri në fushën e elektronikës mund të shpjegojmë që:

sinjalet analoge janë valë që ndryshojnë vlerat në mënyrë të vijueshme në çdo çast kohe, ndërsa sinjalet dixhitale janë valë që njohim vetëm dy gjendje, 0 ose 1. Sinjalet mund të jenë periodikë ose joperiodikë.

Skema bllok e plotë e një sistemi të tillë tregohet në figurën e mëposhtme (5.29):

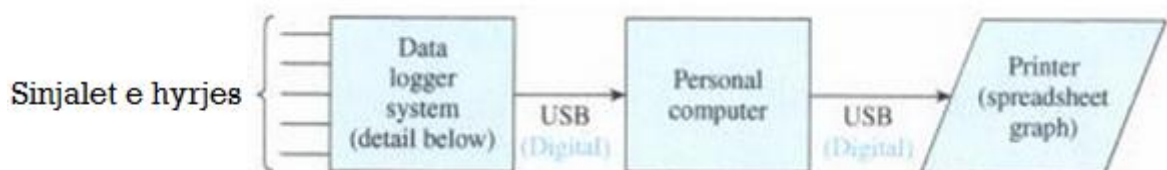


Fig. 5.29 Skema bllok e plotë e një sistemi “data-logging” me energji diellore.

Vetë data-logger është i përbërë nga këto blloqe (figura 5.30):

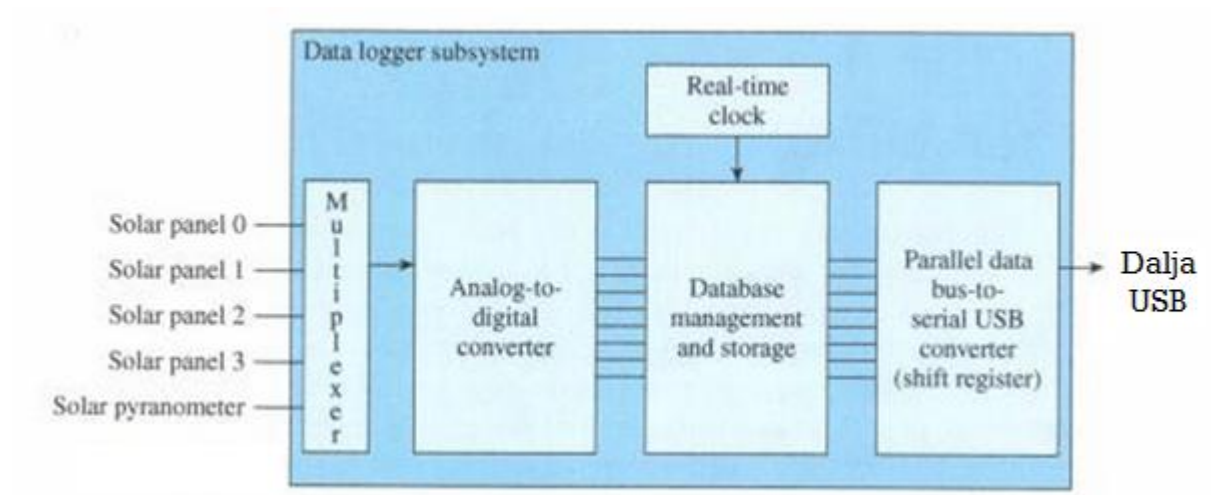


Fig. 5.30 Skema bllok e një data-logger

Për të kuptuar më mirë funksionimin e kësaj pajisjeje, le të marrim disa njohuri mbi blloqet përbërës të një data-logger.

Multiplekseri është qark logjik, që shndërron të dhënat dixhitale nga disa linja të hyrjes brenda një daljeje për një sekuençë kohore të caktuar, (TOTI, Logjika Dixhitale, 2013). Multiplekserët janë pajisje me n hyrje adresash (data select), $2n$ hyrje të dhënash (data inputs) dhe me një dalje. Ai lejon kalimin e të dhënave digjitale nga njëra prej hyrjeve të të dhënave në dalje, duke u nisur nga kombinimi i biteve në hyrjet e adresave. Simboli dhe tabela e vërtetësisë e një multiplekseri me 2 hyrje adresash dhe me 4 hyrje të dhënash tregohet në figurën 5.31.

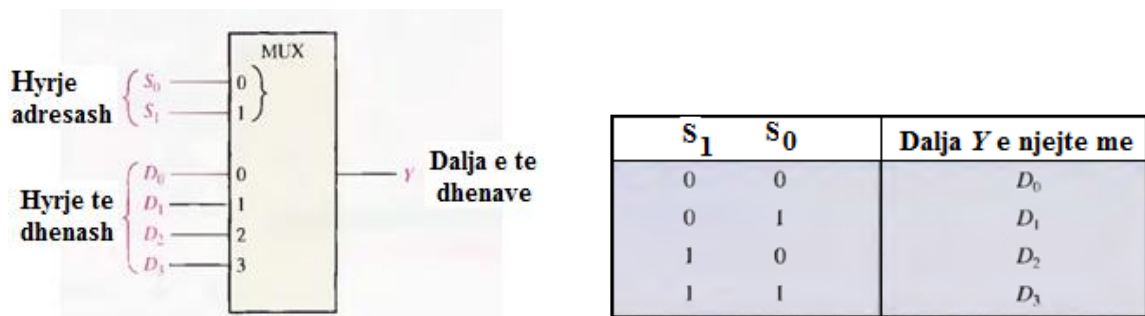


Fig. 5.31. Simboli dhe tabela e vërtetësisë së një multiplekseri

Nëse $S_1 = 0$ dhe $S_0 = 0$, atëherë e dhëna e D_0 jepet në dalje, mbi këtë parim funksionon multiplekseri. Skema logjike e një multiplekseri të tillë është si në figurën 5.32.

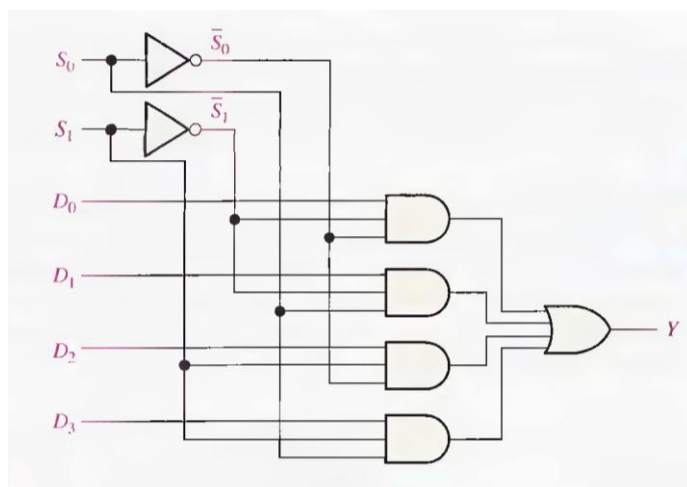


Fig. 5.32 Skema logjike e një multiplekseri me 4 hyrje të dhënash

Dalja e multiplekserit mund të shprehet:

$$Y = D_0 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + D_1 \bar{S}_1 S_0 + D_2 S_1 \bar{S}_0 + D_3 S_1 S_0$$

Konverteri analog-dixhital (ADC) është një qark, që shndërrojnë sinjalin analog të hyrjes në sinjal dixhital me 8 bite, në përgjithësi. (TOTI, Elektronika 2, 2012). Si realizohet ky konvertim?

Konvertimi analog – dixhital është procesi i kthimit të sinjalit në hyrje të tij në një seri kodesh binare, që tregojnë amplitudën e këtij sinjalit analog në hyrje brenda një intervali kampionimi. Funkcioni i një konvertuesi analog – dixhital tregohet më poshtë, në figurën 5.33.

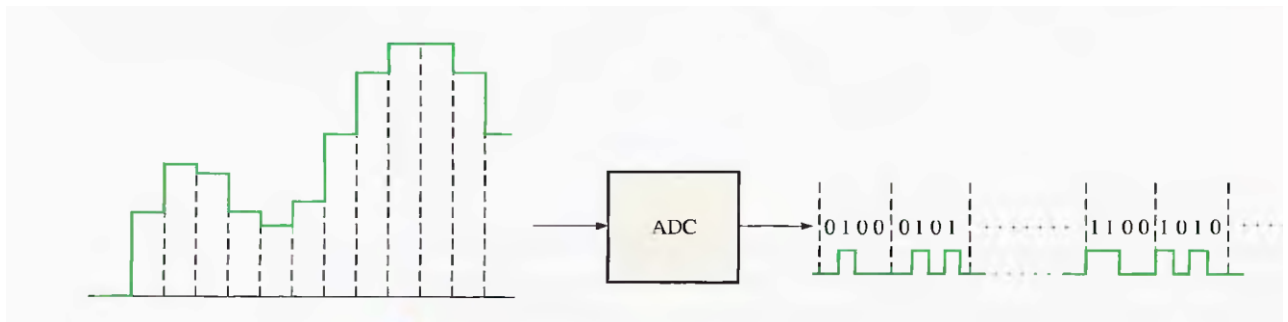


Fig. 5.33 Funkcioni i ADC

Proçesi i kthimit të një vlere analog në një kod quhet *kuantizim*. Gjatë procesit të kuantizimit ADC konverton çdo kampion të sinjalit analog në një kod binar. Sa më shumë bite të përdoren për të paraqitur çdo kampion (çdo shkallë), aq më e saktë është paraqitja e sinjalit të shkallëzuar.

Vlerën maksimale të tensionit analog e ndajmë në disa zona, numri i të cilave duhet të jetë 2^n , p.sh. 4, 8, 16, 32, etj. Numri i zonave përcakton se me sa bit do shprehet çdo kampion. Në rastin tonë kemi 4 zona dhe çdo zonë mund të jepet me 2 bit si në figurën 5.33; po të marrim 8 zona duhen 3 bit e kështu me rrallë.

Le të marrim rastin kur sinjalin analog e ndajmë me 4 zona (figura 5.34). Cdo zonë është paraqitur nga një kod me 2 bit në boshtin vertikal dhe numrat e çdo intervali kampionimi në boshtin horizontal.

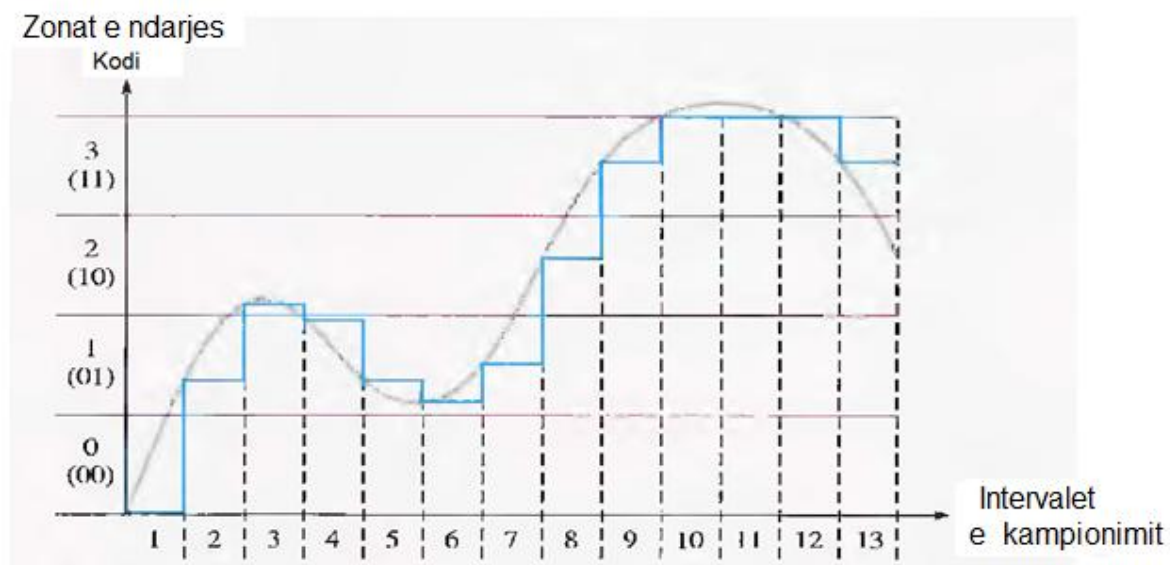


Fig. 5.34

Numri i ndarjeve në shkallë duhet të jetë sa më i madh që të kemi sa më pak gabime gjatë konvertimit. Në rastin tonë kemi 13 intervale kampionimi. Duke parë grafikun e figurës 5.34 ndërtojmë tabelën e mëposhtme:

Intervalet e kampionimit	Zonat e ndarjes	Kodi binar
1	0	00
2	1	01
3	2	10
4	1	01
5	1	01
6	1	01
7	1	01
8	2	10
9	3	11
10	3	11
11	3	11
12	3	11
13	3	11

Marrim rastin kur çdo kampion shprehet me 2 bit. Kështu ne mund të marrim N zona, që llogariten $N=2^n$, ku n është numri i biteve, pra në rastin konkret, të gjitha vlerat e tensioneve analoge I ndajmë në 4 zona.

Zona I përfshin vlerat e tensioneve nga 0V deri në 1V; zona 2 përfshin vlerat e tensioneve nga 1V deri në 2V; zona 3 përfshin vlerat e tensioneve nga 2V deri në 3V; zona 4 përfshin vlerat e tensioneve nga 3V deri në 4V

Bëjmë një marrëveshje:

0V - 1 V e konsiderojmë 1 V dhe fjala binare 00; 1.1 V – 2V e konsiderojmë 2 V dhe fjala binare 01; 2.1 V- 3V e konsiderojmë 3 V dhe fjala binare 10; 3.1V – 4V e konsiderojmë 4 V dhe fjala binare 11.

Nëse kodet me 2 bit përdoren për të rindërtuar valën origjinale me anën e një konvertuesi dixhital-analog (DAC), vala do të ketë formën si në figurën 5.35:

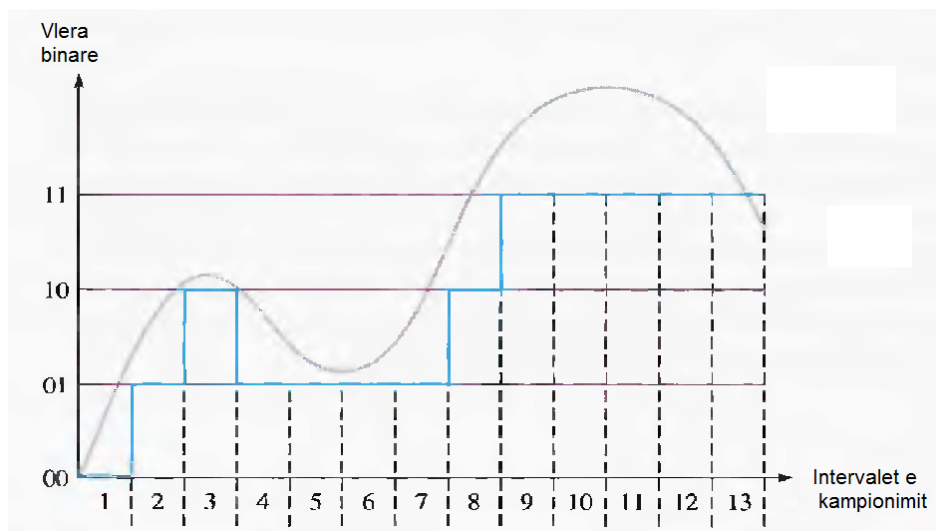


Fig. 5.35

Sinkronizimi i punës së qarkut bëhet me anën e një sinjali periodik *clock*, i cili prodhohet nga një gjenerator me frekuencë të caktuar.

Bloku i tretë kryen ruajtjen dhe menaxhimin e të dhënave në një DB. Parimi I përgjithshëm i ndërtimit të DB mund të jetë I ngjashëm me atë të ndërtuar në këtë punim.

Bloku i fundit është shift regjistër me hyrje në paralel dhe dalje seri, i cili ruan dhe zhvendos informacionin. Si mund të ndërtohet ky bllok?

Regjistrat rrëshqitës janë qarqe logjik sekuenciale (në të cilët gjendja e sinjalit në dalje varet jo vetën nga gjendja e sinjalit në hyje, por edhe nga gjendjet e mëparme qarkut). Ato janë të rëndësishëm në shumë zbatime praktike. Një regjistër ka dy funksione: ruan të dhënat dhe I zhvendos ato. Në figurën e mëposhtme (5.36) tregohet koncepti i ruajtjes së 1 ose 0 në një flip-flop D. Kur në D zbatohet 1, Q bëhet 1, nëse vjen impulse i trigerimit

(fronti rritës, PGT, ose fronti zbritës, NGT i impulsit *clock*). Flip-flop e ruan gjendjen 1 në dalje deri sa vjen impulsi tjetër i triggerimit (PGT ose NGT)

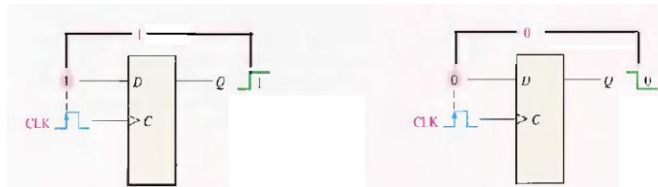


Fig. 5.36 Flip-flop D si element ruajtje i të dhënave

Kapaciteti i ruajtjes së një regjistri është sa numri total i biteve të të dhënave dixhitale (numerike). Çdo flip-flop në një regjistr rrëshqitës ruan një bit. Numri total i flip-flopeve tregon kapacitetin e ruajtjes së një regjistri rrëshqitës.

Zhvendosja e të dhënave në regjistr mund të bëhet në njërën nga mënyrat e mëposhtme në fig.5.37, regjistr rrëshqitës me hyrje seri dhe dalje seri, regjistr rrëshqitës me hyrje seri dhe dalje paralel, regjistr rrëshqitës me hyrje paralel dhe dalje seri, regjistr rrëshqitës me hyrje paralel dhe dalje paralel.

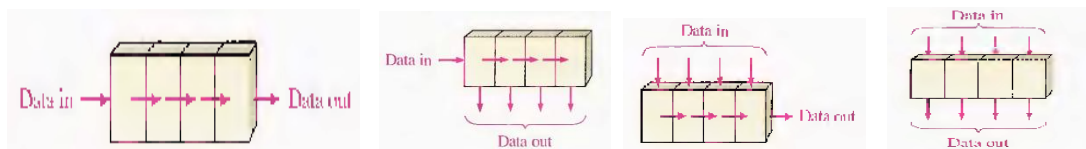


Fig. 5.37

Në skemën bllok që po studiojmë (figura 5.29) përdoret regjistri me hyrje paralel dhe dalje seri. Kështu shpjeguar teorikisht në vija të përgjithshme skemën bllok në figurën 5.29. Nga ana praktike, ashtu si nxënësi mëson të kryejë instalime, riparime dhe ndërtimin e

skemave të ndryshme në degët elektrike apo elektronike, ai duhet të marrë informacionin e nevojshëm edhe mbi panelet fotovoltaike, pra për “elektricitetin diellor”.

Në Shqipëri sapo ka filluar interesimi ndaj këtyre çështjeve dhe konkretisht Shkolla Teknike Elektrike “Gjergj Canco” dhe Shkolla e Mesme Profesionale “Arben Broci” në Shkodër kanë instaluar modulet e para laboratorike në ambjentet e tyre me iniciativën e kompanisë CeLIM.

Hapat e ndjekur për realizimin praktik të një sistemi fotovoltaike

Përsa I përket ***pregatitjes teorike***, nxënësit e shkollave të mesme profesionale duhet të njohin ndërtimin dhe funksionimin e paneleve fotovoltaike. Para së gjithash ata duhet të përsëritin konceptet bazë të fizikës mbi klimën dhe rrezatimin diellor dhe, më pas, me qelizat diellore dhe karakteristikat e tyre, ndërtimin e moduleve, mënyrat e lidhjes së tyre.

Nxënësit duhet të njohin elementet përbërës të një sistemi fotovoltaike dhe të studiojnë skemat e realizimit të sistemeve fotovoltaike. Ata duhet të kryejnë llogaritje të thjeshta në lidhje me koston dhe rendimentin e sistemeve fotovoltaike, si dhe të njohin përfitimet ekologjike që vinë nga shfrytëzimi i energjisë diellore për prodhimin e energjisë elektrike.

Pasi nxënësi merr njohuritë teorike të domosdoshme në këtë fushë, ai duhet të realizojë ***praktikisht*** montimin e tij. Për këtë nxënësi duhet të ndjekë hapat e poshtëshënuar.

- Të zgjedhë skemën e instalimit të një sistemi fotovoltaike

Për këtë nxënësi duhet të dijë të zgjedhë elementet e sistemit, të kryejë lidhjen e moduleve fotovoltaike, lidhjen e tyre me akumulatorin, lidhjen e akumulatorit me ngarkesën DC ose me inverterin, lidhjen e inverterit me konsumatorin.

- Të vizatojë skemën e instalimit të sistemit fotovoltaike me anën e simboleve përkatës.

Modeli I një skeme instalimi tregohet në figurën e mëposhtme (5.38):

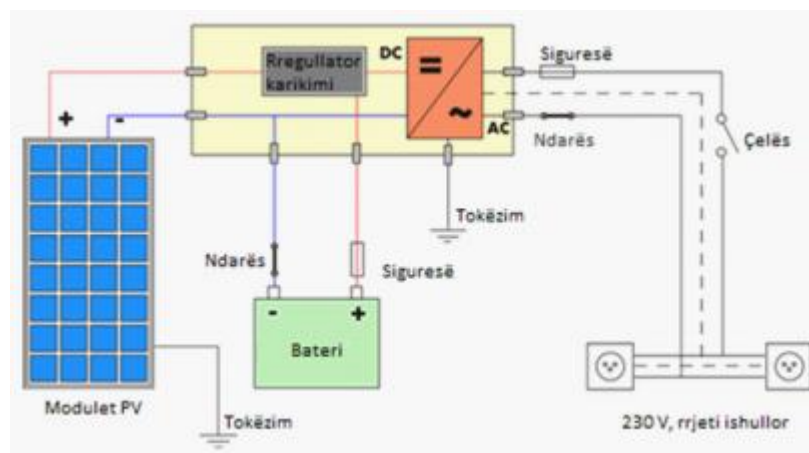


Fig. 5.38 Skema e instalimit të njësisistemi fotovoltaike

(Solarstrom Basis), (MSc. Besim Islami, 2013)]

- Të analizojë skemën e instalimit të impiantit PV

Nxënësi duhet të dijë të lexojë skemën dhe shënimet e bëra nga inxhinieri. Ata duhet të jenë shumë të qartë në lidhje me çdo detaj rreth elementeve përbërës dhe gjithë elementeve të skemës, pra të analizojë me imtësi atë.

- Të analizojë objektin ku do të instalohet impianti PV

Në këtë hap nxënësi duhet të studiojë mirë vendin, ku do të instalohen modulet fotovoltaike, por edhe gjithë përbërësit e tjerë të sistemit. Nuk duhet harruar që instalimi i moduleve duhet të bëhet në mënyrë të tillë që të kihet parasysh këndi i instalimit (për të marrë energji diellore maksimale) dhe të shmanget sa të jetë e mundur hijëzimi.

- Të kryejë punën përgatitore për sigurimin e mjeteve të nevojshme për instalimin e sistemit fotovoltaike.

Si të tilla mund të përmendim: mjete të ndryshme për kontrollin dhe matjen e vendit të instalimit, për montimin e paneleve fotovoltaike, për matjen e madhësive elektrike, mjete sigurie, etj.

- Të zgjedhë pjesët përbërëse të skemës dhe modulet fotovoltaike.
- Të përgatitë vendin ku do të montohen modulet fotovoltaike dhe të marrë masat mbrojtëse të nevojshme.
- Të përcaktohen mënyra dhe përmasat e strukturave mbajtëse të paneleve fotovoltaike.

Përcaktimi i distancës së rreshtit nga rreshti për të shmangur hijezimin e moduleve (figura 5.39). Distanca D optimale midis rreshtave do jetë: $D = 3,72m$.

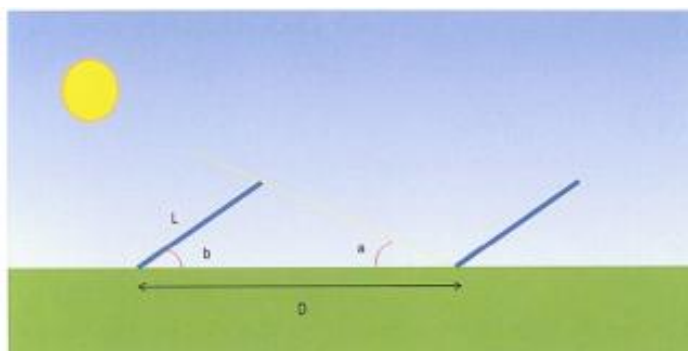


Fig.5.39 Paraqitja grafike e distancës ndërmjet rreshtave të paneleve fotovoltaike, instaluar mbi sipërfaqe horizontale.

- Të kryejë montimin e moduleve fotovoltaike
- Të kryejë montimin e paneleve fotovoltaike në object
- Të realizojë lidhjen e moduleve PV

Lidhja e moduleve duhet bërë në mënyrë korrekte dhe me gjatësi minimale të përcjellësve lidhës.

- Të realizojë lidhjen e paneleve me inverterin dhe akumulatorin

Këto lidhje realizohen me përcjellës me karakteristika të veçanta, si: dopjoizolim, me mbrojtje kundra valëve UV, fleksibël, dhe durojnë edhe në kushte moti ekstreme. Ai përbëhet nga përcjellësi (1), shtresa izoluese (2) dhe shtresa plastike (3). Pamja e një kablli të tillë tregohet në figurën e mëposhtme (5.40):

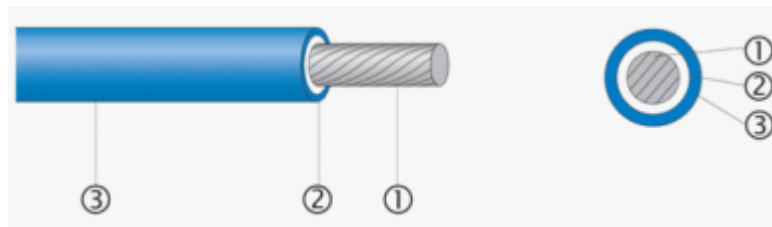


Fig. 5.40 Kablli për lidhjen e paneleve me inverter ose akumulator

(Solarstrom Basis)

- Të realizojë vendosjen e inverterave të ndryshme
- Të realizojë vendosjen e akumulatorëve

- Të lidhë impiantin PV me konsumatorin
- Të njohë rregullat e sigurimit teknik dhe të ruajtjes së mjedisit gjatë instalimit të impiantit PV
- Të këshillojë përdoruesin për mirëfunksionimin dhe mirëmbajtjen e impiantit PV

Ndër të tjera përdoruesi duhet udhëzuar në lidhje me shkarkimin e baterive, pastrimin sistematik nga pluhurat. Kur sistemi nuk funksionon si duhet, duhet njoftuar specialisti.

Problemet gjatë shfrytëzimit të sistemit

Nxënësit duhen informuar edhe në lidhje me defektet kryesore që ndodhin në sistemet fotovoltaike, si ato të listuara më poshtë:

- Rënia e rendimentit të paneleve, kryesisht prej papastërtive që mund të bien mbi të;
- Rënia e kapacitetit mbajtës të baterisë, si dhe probleme të tjera që kanë lidhje me bateritë
- Dëmtimi i inverterit për shkak të temperaturës ose rrymës së lartë
- Lirimi ose korrodimi i lidhjeve apo bornave të panelet, të inverterit, të baterisë etj.
- Qarqet e shkurtra
- Zhveshja ose këputja e përcjellësve
- Dëmtimi i strukturës mbajtëse të paneleve

- Dëmtimi fizik i paneleve
- Dëmtimi i pajisjeve mbrojtëse

Mirmbajtja e sistemit fotovoltai

Nxënësi duhet të jetë i aftë të mirembajë sistemin fotovoltai, konkretisht të kryejnë :

- Kontrollin e pastërtisë së paneleve dhe pastrimin e tyre
- Kontrollin e shtrëngimit të lidhjeve dhe shtërgimin e tyre
- Kontrollin e pastërtisë së baterive dhe pastrimin e tyre
- Kontrollin e sasisë dhe përqendrimit të elektrolitit të baterive dhe zëvendësimin ose rregullimin e sasisë dhe përqendrimit
- Shkarkimin e plotë të baterisë për të ruajtur kapacitetin mbajtës të saj
- Marrjen e masave për mbrojtjen nga papastërtitë, zjarri, lagështia, qarqet e shkurtra dhe dëmtime të tjera
- Kontrollin e pastërtisë së inverterit dhe pastrimin e tij me rrymë ajri

Pamje nga laborator i ku janë kryer montimi dhe vënia në punë e sistemit fotovoltai tregohen në figurën e mëposhtme (5.41):



a)



b)

Fig. 5.41 a) Mjetet e punës, b) paneli fotovoltai

Në figurën e mëposhtme (5.42) tregohet montimi i panelit të sistemit fotovoltai në kushte laboratorike në Shkollën e mesme profesionale “Gjergj Canco” në Tiranë.



Fig. 5.42 Paneli i sistemit fotovoltai

Si përfundim:

Nxënësit e disa drejtimeve në shkollat e mesme profesionale duhet të njohin përfitimet ekonomike dhe ekologjike që sjell përdorimi i energjisë diellore për të prodhuar energji elektrike. Ata duhet të njohin teorikisht dhe praktikisht ndërtimin, montimin dhe mirëmbajtjen e sistemeve fotovoltaike.

5.8 Ligjishmëria dhe politikat qeverisëse

Në Maj të vitit 2013 u miratua ligji Nr 138/2013 mbi Burimet e Rinovueshme në Republikën e Shqipërisë . Qëllimi i këtij ligji, ndër të tjera, kishte dhe këto synime:

- a) të ndihmojë në përdorimin ekonomik të burimeve natyrore dhe zhvillimin e qëndrueshëm në Republikën e Shqipërisë;
- b) të nxitë përdorimin e teknologjive për prodhimin e energjisë elektrike dhe nxehtësisë nga burime të rinovueshme energjie, për të siguruar një zhvillim të qëndrueshëm të vendit;
- c) të zvogëlojë importin e lëndëve djegëse organike, të zvogëlojë gazet me efekt serrë dhe të mbrojë mjedisin, në zbatim të detyrimeve ndërkombëtare të Republikës Shqipërisë
- ç) të rritë llojshmërinë e përdorimit të burimeve të energjisë dhe sigurinë e furnizimit me energji
- d) të nxitë zhvillimin e tregut të brendshëm të energjisë dhe integrimin e tij në atë rajonal;

dh) të rritë numrin e prodhuesve të pavarur të energjisë dhe të nxitë zhvillimin e ndërmarrjeve të vogla e të mesme; të nxitë zhvillimin rural dhe të zonave të izoluar, duke përmirësuar furnizimin me energji të këtyre zonave.

Në këtë ligj përkufizohet: “Energjia elektrike e prodhuar nga burime të rinovueshme energjie” është energjia elektrike e prodhuar nga centrale elektrike, të cilat përdorin ose vetëm burime të rinovueshme të energjisë, ose një pjesë të burimeve të rinovueshme.

Plani Kombëtar i Veprimit për Burimet e Rinovueshme të Energjisë përcakton objektivat kombëtarë për pjesën e energjisë nga burimet e rinovueshme, që do të përdoret për prodhimin e energjisë elektrike, në transport dhe për prodhimin e energjisë termike për ngrohje e ftohje deri në vitin 2020 dhe masat e përshtatshme, që do të merren për të arritur objektivin e përgjithshëm të detyrueshëm kombëtar (faolex.fao.org).

Objektivat minimalë për shfrytëzimin e energjisë diellore (Neni 21) janë:

1. Këshilli i Ministrave duhet të vendosë treguesit minimalë për prodhimin e ujit të ngrohtë sanitar në stokun e ndërtesave dhe për procese teknologjike, të siguruara nga sistemet e paneleve diellore, duke marrë në konsideratë rrezatimin diellor në zona të ndryshme të vendit, sipërfaqen minimale ose kapacitetin e sistemeve të paneleve diellore të prodhimit të ujit të ngrohtë që duhet të instalohet në to, kërkesat teknike për sistemet e paneleve diellore që do të instalohen, si dhe procedurat specifike e kriteret që duhet të ndiqen në lidhje me përforcimin e zbatimit të këtyre detyrimeve dhe monitorimin e tyre nga institucionet përgjegjëse.

Gjithashtu Institucionet përgjegjëse duhet të miratojnë kritere specifike për llogaritjen e kontributit të energjisë diellore për prodhimin e ujit të ngrohtë, duke marrë në konsideratë standardet më të fundit të Bashkimit Europian.

Këshilli i Ministrave duhet të ndërmarrë masa për rritjen e shfrytëzimit të energjisë diellore në stokun e ndërtesave, si për ato ekzistuese, ashtu dhe për ndërtesat e reja dhe ndërtesa publike ose private, për të instaluar sisteme diellore të ujit të ngrohtë, për të plotësuar objektivat e vendosura për rritjen e kontributit të energjisë diellore në konsumin total energjetik të vendit.

Çdo detyrim për instalimin e sistemeve të paneleve diellore merret parasysh në lëshimin e certifikatës së performancës së energjisë në ndërtesa që do të lëshohet në përputhje me nenet përkatëse të ligjit nr. 9379, datë 28.4.2005 “Për efikasitetin e energjisë”.

Ndërtesat publike duhet të luajnë rol parësor; duke filluar instalimin e sistemeve me panele diellore fotovoltaike sa më parë të jetë e mundur.

Sipas Nenit 23 të këtij ligji të gjitha sistemet e paneleve diellore të prodhimit të ujit të ngrohtë që prodhohen në vend ose që importohen dhe që janë instaluar, duhet të jenë në harmoni me standardet europiane.

Testimi i sistemeve të paneleve diellore duhet të kryhet nga një person juridik i akredituar, si dhe të miratohen skemat për instaluesit e sistemeve të paneleve diellore, të hartuara nga Agjencia Kombëtare e Burimeve Natyrore. Çdo person që prodhon ose monton sisteme të paneleve diellore për prodhimin e ujit të ngrohtë përjashtohet nga tarifat doganore dhe TVSH-ja për këto sisteme të paneleve diellore, si dhe duhet t’i rimbursohet taksa doganore

për lëndët e para të importuara për prodhimin apo montimin e këtyre sistemeve. Të gjithë prodhuesit dhe instaluesit e paneleve diellore duhet të raportojnë tek Agjencia Kombëtare e Burimeve Natyrore sasinë e paneleve që ata prodhojnë ose montojnë, si dhe tipin e karakteristikat teknike të paneleve.

Me sa shihet panelet fotovoltaike nuk përjashtohen nga lehtësirat doganore, për këtë duhet ngritur zëri pranë Institucioneve përgjegjëse.

Për konsumatorin shqiptar parashikohen tarifa deri në 100 000 lekë, në rastin e lidhjeve të sistemeve fotovoltaike me rrjetin, gjë e cila sjell kufizime të përdorimit të sistemeve fotovoltaike, pasi i dekurajon ata. Lidhja e sistemeve fotovoltaike me rrjetin do të bënte të mundur uljen e investimit fillestar, pasi bën të panevojshëm përdorimin e baterive, e cila rrit ndjeshëm koston e investimit fillestar të montimit të tyre. Për shkak të nenit 2.7, të vendimit të ERE-s mbi “Mënyrat e lidhjes në rrjet të burimeve të energjisë”, nuk parashikohet rasti lidhjeve të sistemeve fotovoltaike në rrjet. Lidhja e tyre në rrjet shoqërohet me probleme financiare, pasi sipas këtij neni, të gjitha shpenzimet për realizimin e lidhjes duhet të mbulohen nga aplikanti. Institucionet përgjegjëse duhet të sjellin lehtësira në lidhje me përdorimin e sistemeve fotovoltaike në Shqipëri dhe shfrytëzimin e energjisë diellore, si pasuri e mbarënjerëzimit (eko).

Për montimin e paneleve fotovoltaike nën 10KWp, nisur nga legjislacioni përkatës, kërkesat kryesore të detyrueshme janë (www11):

- Duhet të keni të legalizuar nga urbanistika një fotokopje të planit topografik të lejes së ndërtimit të banesës suaj.

- Duhet që fatura e energjisë elektrike të banesës në të cilën do të instalohet ky sistem fotovoltai, të jetë në emrin tuaj.
- Në rastin e një apartamenti brenda një pallati duhet të keni marëveshjen e të gjithë pronarëve të tjerë të pallatit të cilët bien dakort për instalimin e një sistemi fotovoltai, edhe në rastin se pjesa ku do të instalohet të jetë pronë e juaja personale (P.sh. tarracë private, verandë etj.)
- Nuk duhet që vendodhja juaj të jetë në ato zona ku rrjeti i energjisë elektrike nuk është i mundur të lidhet (P.sh në zona ishujsh etj.)
- Gjithashtu nuk duhet që vendodhja juaj të jetë në zona arkeologjike të cilat mbrohen nga shteti.
- Duhet të keni bolier diellor, në qoftë se jo, duhet të instaloni një të tillë, i cili të mundësojë plotësimin e nevojave të banesës suaj me ujë të ngrohtë.

Si pjesë aktive e grupit të punës pranë Ministrisë së Energjitikës dhe Industrisë për hartimin e projektligjit mbi efikasitetin e energjisë, kam konstatuar që, pas konsultimeve me partnerët e huaj duke marrë në konsideratë situatën kritike ekonomike, me të cilën është përballur sistemi elektroenergjitik shqiptar, paaftësinë për pagesa, si dhe probleme të tjera, si humbjet e mëdha, kanë vendosur detyra në lidhje me përfitimin e energjisë nga burimet e rinovueshme në masën 38% deri në vitin 2020.

Qeveritë e vendeve të BE kanë përdorur programe të ndryshme të implementimit të RES. Dy politikat më të përdorshme, që mendoj se duhet të ndjekë edhe qeveria shqiptare, janë: *tarifat feed-in të bazuara në çmim (FIT)* dhe *detyrimet ndaj kuotave të bazuara në sasi (QO)* (faolex.fao.org).

Të rehat më të fundit në fushën e burimeve të rinovueshme vine nga një takim I zëvendësministrit shqiptar në Ministrinë e Energjisë dhe Industrisë, Ilir Bejtja, I cili u takua me grupin “Ecofys” në Hagë, për Kartën Energjetike. Ky takim I organizuar nga Ministria Holandeze e Punëve të Jashtme, u përqëndrua në diskutimin mbi situatën në sektorin e energjisë dhe të tregut në Shqipëri, si dhe hapat ku Ecofys mund të sigurojë mbështetje. Gjendja energjitike e Shqipërisë u paraqit si më poshtë:

Nevojat për energji për të gjitha shërbimet në Shqipëri mbulohen rreth 66% nga produktet e naftës (më shumë se gjysma e këtij konsumi shkon për transport) dhe rreth 33% me energji elektrike. Në vendin tonë pothuajse 100% e energjisë elektrike prodhohet nga hidro-energji. Përsa I përket sistemit të transmetimit të energjisë, ai është duke u përmirësuar dhe nuk ka kufizime nga ana teknike. Shqipëria po punon për hapjen e tregut të saj të energjisë me vendet e tjera fqinje. Humbjet e rrjetit janë ende një problem i madh, pasi rrjeti i energjisë ka një infrastrukturë të vjetër 40-vjeçare. Aktualisht, ka 174 nënstacionet (14 prej tyre 110 kV, 60 të tjerë 35 / 20kV, ndërsa 100 nënstacione 6 / 10kV) dhe 24.500 kabina elektrike (50% i përkasin OSHEE, 50% janë private).

Për vitin 2014, niveli I humbjeve shkon në 38%, nga të cilat rreth 21% janë humbje teknike (pothuajse 50% e tyre janë në tension të ulët, 0.4 kV) dhe 17% janë humbje joteknike. Humbjet joteknike vijnë nga mospagesa e faturave të energjisë elektrike dhe vjedhja e energjisë elektrike. Në muajt e parë të vitit 2015, shuma e faturave të mbledhura energjisë është rritur me 11% dhe konsumi është ulur me 8%. Kjo ulje e konsumit kryesisht shpjegohet me uljen e humbjeve joteknike. Reduktimi i humbjeve teknike zhvillohet me një ritëm prej afërsisht 1.5%/vit.

Vlera e sistemeve fotovoltaike ëshë vlerësuar në (70-80) € /MWh për Shqipërinë, e cila konsiderohet e krahasueshme me koston e importeve të energjisë në stinët e thata (deri në 100 € /MWh), dhe për më tepër që kosto e sistemeve fotovoltaike është ende në rënie (Kees van der Leun, 2015). Duke parë rreth e qark, në vitin 2014 në Itali vlera e sistemeve fotovoltaike arrin në 52,08 € /MWh, ndërsa në Britani vetëm 50 € /MWh.

Qeveria duhet të mbështesë dhe të inkurajojë investimet në këtë drejtim në përputhje me kushtet e tregut (d.m.th. jo një feed-in tarifë, FIT, fikse). Ajo duhet të projektojë mekanizma tregu të shëndetshme në përputhje më nevojat dhe mundësitë në kushtet konkrete. Duhet studiuar mundësitë për të aplikuar certifikatat e energjive të ripërtëritshme, mundësi të cilat shihen të realizueshme brenda vendeve të BE. Qeveria është udhëzuar të vendosë objektiva të qarta për deri në 2030 në lidhje me shfrytëzimin e burimeve të rinovueshme.

Në krahasim me vende të tjera evropiane, Shqipëria vuan nga mungesa e diversitetit të burimeve të energjisë.

Gjithashtu rëndësi të veçantë ka edhe çmimi i CO₂, i cili brenda 5 viteve, pritet të ndryshojë ndjeshëm. Për këto standarte punon INDC (Intended Nationally Determined Contributions). Vlerat e emetimit të CO₂ janë pjesë e strategjive për shfrytëzimin e BRE.

KAPITULLI VI: KONKLUZIONE DHE REKOMANDIME

6.1 Rëndësia e studimit

Energjitë e rinovueshme në përgjithësi dhe energjia diellore në veçanti, sjellin mundësi përdorimi afatgjatë. Përfitimet që vinë nga shfrytëzimi i energjisë diellore, kryesisht i fotovoltaikeve, janë mjaft bindëse, si: ulët ndotja e ajrit dhe mjedisit (efektet e tyre ndihen në shëndetin publik, agrokulturë dhe në ekosistem), zhvillim social dhe ekonomik, krijimi i vendeve të reja të punës, siguri në prodhimin dhe shpërndarjen e energjisë elektrike, diversitet në furnizimin me energji elektrike, zgjidhje të shpejtë, mundësi për transferimin e teknologjisë dhe në zonat më të thella, etj (EPIA, SOLAR GENERATION SOLAR ELECTRICITY FOR OVER ONE BILLION PEOPLE AND TWO MILLION JOBS BY 2020). Pra nga përdorimi i energjisë diellore përfitojmë një teknologji të decentralizuar dhe modulare, e cila mund të vendoset me shpejtësi për të gjeneruar energji elektrike kudo ku është e mundur.

Ky studim sjell një kontribut të dobishëm dhe origjinal mbi :

1. Efektivitetin ekonomik dhe ekologjik të përdorimit të tyre në Shqipëri duke analizuar një case study konkret, me të dhëna reale (UET), por dhe raste të tjera konkrete, ku përfitues është komuniteti dhe Institucionet, si: ndriçimin rrugor, skema me kosto të ulët dhe tejet e dobishme për monitorimin e cilësisë së ajrit, etj.
2. Adaptimin kulturor, ligjor dhe etik të vendit tonë me këto sisteme duke paraqitur një model teorik dhe praktik studimi (rasti i Romes); një model vlerësimi (baza e të dhënave

dhe pyetësi mbi opinionin e individëve të ndryshëm), si dhe një model edukimi (hartimi i kurrikulës)

Vërtetimi i hipotezës

Hipotezat e këtij punimi:

- 1. Sistemet fotovoltaike përfaqësojnë një formë të energjisë së rinovueshme shumë të përshatshme dhe të leverdisshme ekonomikisht dhe ekologjikisht për vendin tonë.*
- 2. Implementimi i kësaj teknologjie në Shqipëri po ndeshet në sfida të kapërcyeshme ligjore, sociale dhe kulturore.*

u vërtetuan.

Përfitimi ekonomik për vendin tonë, vihet re nga analiza ekonomike që u zhvillua për:

- Ndriçimin e fshatit Prush (Kursimi i energjisë elektrike **54020 KWh/ vit** ose **881.606 Lekë/vit**)
- Projektimin e ushqimit me energji elektrike për UET (Afati i vetëshlyerjes 10.5-8.3 vite/ 25-30 vite)
- Ndërtimin me kosto të ulët (rreth 200 Euro) e skemës për monitorimin e cilësisë së ajrit
- Përdorimin e PV te motorrpompat dhe në shumë zbatime të tjera ka faturë energjie **0 lekë**.

Në rang ndërkombëtar, politikat mbi burimet e rinovueshme çojnë në rritjen ekonomike dhe punësim. Si rezultat i studimeve të Komisionit Europian, në 2020:

- 20% të energjisë për të gjithë kontinentin do të prodhohet nëpërmjet BRE

- 2.8 milion vende të reja pune në fushën e energjisë së rinovueshme
- rritje prej 1.1% të GDP të BE-së.

Përfitimi ekologjik vihet re në cilësinë e ajrit, që ndikon direkt në jetën dhe shëndetin e njeriut.

- Për herë të parë në katër dekada, ekonomia botërore u rrit pa pasur një rritje paralele të emetimeve të CO₂. Shqipëria po planifikon një ekonomi “low-carbon”.
- Sistemet fotovoltaike nuk emetojnë gaze apo nuk krijojnë ndotjen e ajrit gjatë punës së tyre.

Në Europë modulet CdTe (Cadmium Telluride) janë më të favorshme se teknologjitë e tjera të prodhimit të PV përse i përket emetimit të gazeve.

Trendi i emetimit të gazeve për të tre teknologjitë e prodhimit të PV (c-Si, a-Si, CdTe) është në rënie.

Për implementimin e sistemeve fotovoltaike në Shqipëri, Ministria e Energjetikës dhe Industrisë po punon për projekt draftin mbi ligjin për efikasitetin e energjisë dhe përdorimin e burimeve të rinovueshme. Institucionet, si UET, duhet të modernizojnë jetën sociale dhe të promovojnë sisteme të tilla bashkëkohore. Institucionet arsimore të të gjitha niveleve duhet të punojnë për edukimin e brezit të ri në lidhje me uljen e ndotjes së ambjentit dhe përdorimin e burimeve të rinovueshme të energjisë.

Në vendin tonë, për shkak të avantazheve që natyra ka dhuruar, mund të realizohet një kombinim i shkëlqyer mes hidroenergjisë dhe energjisë diellore falë kushteve klimaterike të vendit tonë (Kees van der Leun, 2015), duke i dhënë prioritet energjisë diellore gjatë verës dhe energjisë ujore gjatë dimrit, pa patur nevojë për sistem pompimi, si në figurën e mëposhtme (6.1):



Gjatë stinës së dimrit, rrezatimi diellor është i ulët. Sistemi hidrik punon normalisht me rezervat ujore nga vera dhe me rritjen e nivelit të ujit nga shiu, bora, etj.

Gjatë verës rrezatimi diellor është shumë i lartë. Nevoja për hidroenergji mund të zvogëlohet ose mund të eliminohet. Sasia e kursyer e ujit ruhet në rezervuar.



Fig. 6.1 Prioritetet e përdorimit të energjive të ndryshme në stinë të ndryshme.

Si përfundim: Shqipëria ka të gjitha kushtet e domosdoshme për përdorimin me efikasitet të lartë të energjisë diellore dhe shndërrimin e saj në energji elektrike. Pozita gjeografike e saj, vlerat e rrezatimit diellor total, numri i ditëve dhe orëve me diell, etj. e renditin Shqipërinë si në një prej vendeve më të favorizuara për aplikimin e sistemeve fotovoltaike. Përfitimet e marra prej përdorimit të tyre sjellin progres në lëmin ekonomik, ekologjik dhe social.

6.2 REKOMANDIME

Të vazhdohet studimi në lidhje me *simulimin* e sistemeve me fotovoltaikë për llogaritjen e kostos fillestare, kohës së kthimit të investimit, përfitimeve ekologjike, etj, nëpërmjet programesh të ndryshëm. Unë mendoj se aplikimi I sistemeve të tilla zhvillon jetën në aspektin ekonomik, social dhe mjedisor të një kombi. Se shpejti këtë studim e shoh në themel të projekteve për ndriçimin e rrugëve dhe monitorimin e cilësisë së ajrit në to, ushqimin e plotë ose pjesor me energji elektrike të Institucioneve, etj., projekte që mund t'i propozohen:

- Bashkisë së qytetit të Tiranës
- Universitetit European të Tiranës

Në rastet kur është e mundur, duhet që sistemet, të cilat përdorin lëndë djegëse të mund të konvertojnë ato me energji diellore, p.sh. pompat e ujit. Në rast të kundërt duhet vendosur taksa në lidhje me djegien dhe formimin e CO₂ në ambient.

Si studiuese dhe pjesë e grupit të punës për efikasitetin e energjisë pranë MEI, sygjeroj që qeveria shqiptare:

- Të marrë nisma ligjore për të përmirësuar ligjin lidhur me përdorimin e energjinë diellore te konsumatori familjar.
- Të detyrojnë përfshirjen në projekte e reja të RES.

- Të ndër marrë masa konkret, pasi mungojnë programe dhe projekte mbështetese financiare (vetëm kredi në banka me kushte lehtësuese), pra të trajtojë me kredi të buta sisteme të tilla.
- Të kompensojë kthimin e energjise në rrjet.
- Të disiplinojë (duke shmangur gjobitjen) lidhjet private të RES.
- Të sigurojë minimumin e nevojave me energji për ndriçim në zonat e thella me anën e PV.
- Të rritë nivelin e informacionit mbi masën, pra të realizojë fushata informimi për përfitimet që sjell shfrytëzimi i PV në të gjithë rajonin.
- Të simulojë publikun me shembuj praktik të zbatimit dhe përfitimit nga PV
- Të nxiten teknologjitë më të avancuara të kohës
- Të shkohet drejt uljes së cmimit të sistemeve PV.
- Të promovojë të gjitha institucioneve që do instalojnë sisteme të tilla

6.3 E ARDHMJA

Nga parashikimet e bëra nga Institucionet përgjegjëse në tërë botën, është arritur në përfundimin se shfrytëzimi i energjisë diellore ecën me hapa të sigurtë drejt të ardhmes.

E parë në këndvështrimin e prodhimit të energjisë elektrike nga burime të ndryshme energjie në U.S.A për tre vitet e fundit, vëmë re që roli i sistemeve fotovoltaike vjen duke u rritur, përkundërt burimeve të tjera, si: gazit, qymyrit, energjia e erës, etj. Pra është e qartë

tendenca në rritje e prodhimit të energjisë elektrike nëpërmjet energjisë diellore me anën e fotovoltaikeve (figura 6.2).

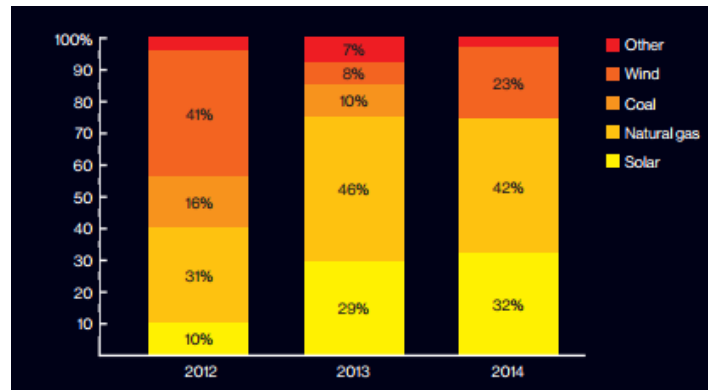


Fig. 6.2 Prodhimi i energjisë elektrike nga burime të ndryshme energjie në U.S.A për periudhën 2012-2014 (Paying for Solar Power, 2014)

Në lidhje me pritshmëritë mbi *rendimentin e moduleve* fotovoltaike në treg gjatë viteve të ardhme parashikohet ecuria e tyre si në paraqitjen grafike të mëposhtme (figura 6.3):

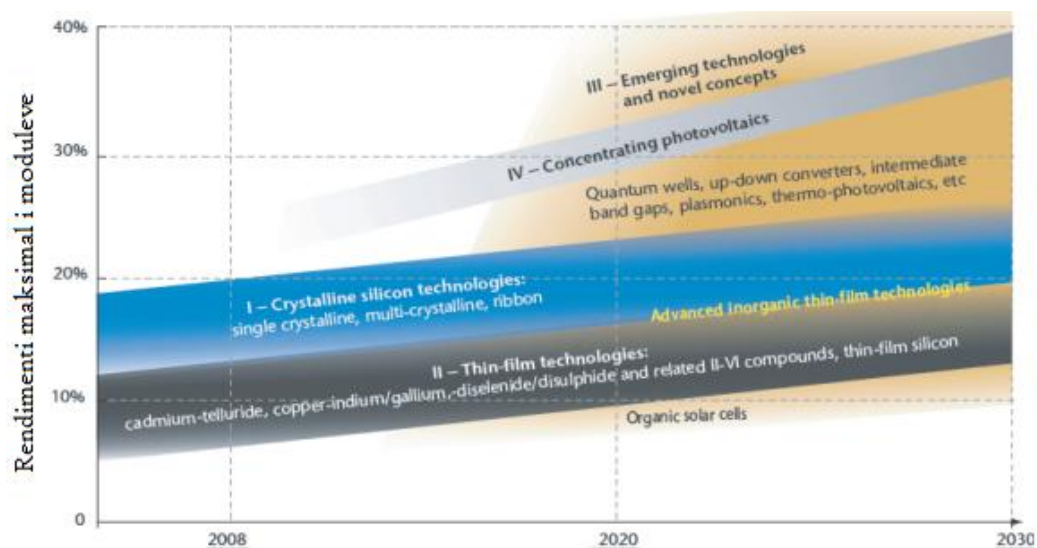


Fig. 6.3 Parashikimi për rendimentin e moduleve PV (IEA, 2011)

Si shihet qartë nga paraqitja grafike e mësipërme, rendimenti i qelizave diellore të fabrikuara rritet me ritme të shpejta për të gjitha teknologjitë e prodhimit të tyre.

Përsa I përket tendencës së *kostos* së sistemit fotovoltaiik dhe asaj të energjisë elektrike për vitet në vazhdim, të dhënat janë përmbledhur në tabelën e mëposhtme (tabela 6.1). Nga tabela e mëposhtme vihet re që kostoja e sistemeve fotovoltaike, e shprehur në dollar/kWp, do të ulet ndjeshëm. Konkretisht nga viti 2009 në 2020, kostoja e investimit do të ulet më shumë se dy herë.

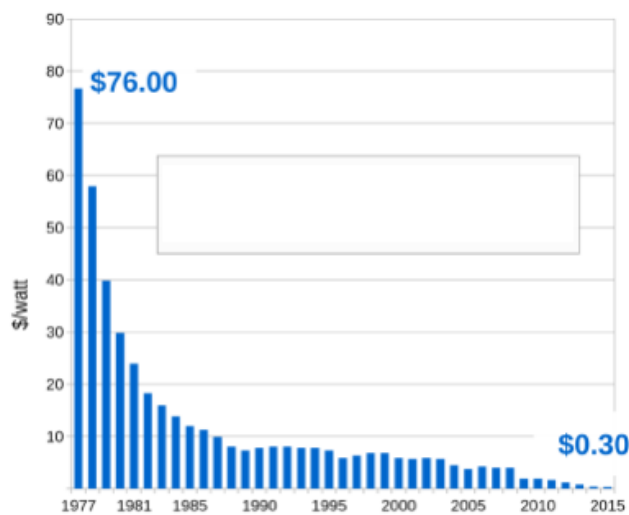
Typical Irradiation on Fixed Optimally Oriented Plane (kWh/m ² /yr)	Capacity Factor (and Corresponding Annual Yield in kWh/kWp)	Typical Turn-key Investment Costs (US ₂₀₀₉ \$/kWp)	Cost of Electricity (¢/kWh)	
			Discount rate	
			5%	10%
Current (2009)				
1000	9% (790)	4500 (typical range 3500–5000)	46.1	68.5
2000 / 1500 (without / with sun tracking)	18% (1580)		23.1	34.2
2300 (with sun tracking)	27% (2370)		15.4	22.8
2020				
1000	9% (790)	2000 (possible range < 1500–2500)	19.0	29.4
2000 / 1500 (without / with sun tracking)	18% (1580)		9.5	14.7
2300 (with sun tracking)	27% (2370)		6.3	9.8
Long-Term (2050)				
1000	9% (790)	900 (possible range ~ 700–1200)	8.6	13.2
2000 / 1500 (without / with sun tracking)	18% (1580)		4.3	6.6
2300 (with sun tracking)	27% (2370)		2.9	4.4

Tabela 6.1 Tendenca e kostove të sistemit fotovoltaiik dhe asaj të energjisë elektrike për vitet në vazhdim (MEI; Global Energy Assessment)

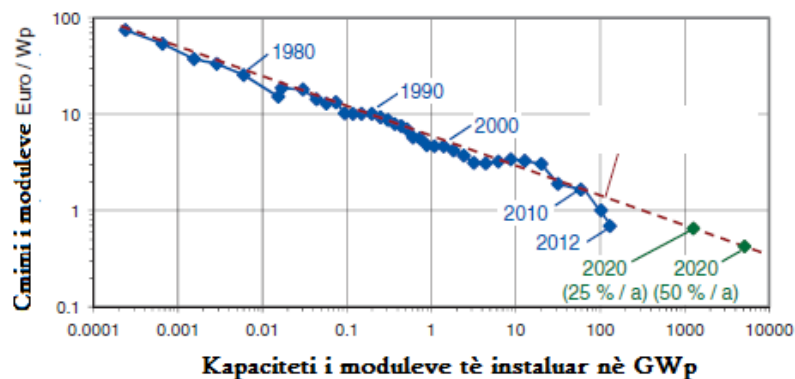
Përsa i përket historikut të uljes së *çmimit të qelizave* fotovoltaike për Watt, nisur nga viti 1977 deri në vitin 2015, shohim paraqitjen grafike të mëposhtme (figura 6.4 a). Në 15 vitet

e fundit kostoja e sistemeve fotovoltaike ka rënë 80%, ndërsa në 5 vitet e ardhshme do të bjerë me 50% nga ai i sotmi.

Lidhja mes çmimit dhe kapacitetit të instaluar të moduleve në dekadat e fundit tregohet në figurën 6.4 b). Shihet qartë që tregu i botës fotovoltaike rreth viteve 2020 do të rritet me 50% krahasuar me vitin 2000.



a)



b)

Fig. 6.4 a) Ecuria e ndryshimit të çmimit të qelizave PV/watt në periudhën 1977-2015

(Finance&pv.energytrend.com), b) lidhja mes çmimit dhe kapacitetit të instaluar të

moduleve (Mertens, 2014)

Përsa i përket *kohës së kthimit të shlyrjes së investimit*, për një modul multikristalin 3kWp, që punon në vende të ndryshme, si: U.S.A, Spanjë, Gjermani dhe Zvicër, të dhënat tregohen të përmbledhura në figurën e mëposhtme (6.5):

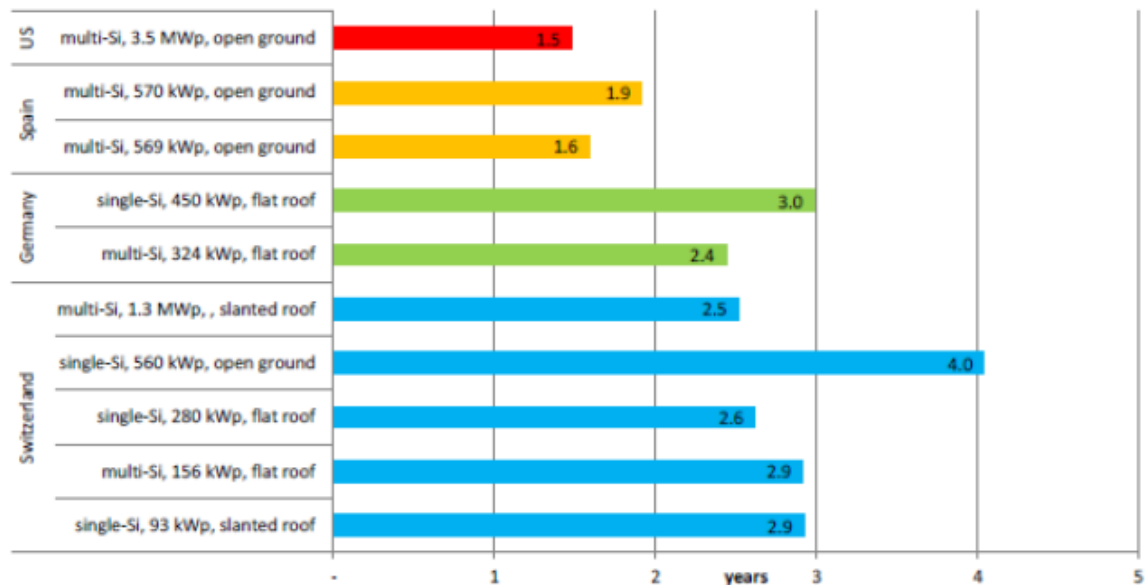


Fig. 6.5 Koha e kthimit të shlyrjes së investimit (Technologies, 2012)

Përsa i përket *tregut* të sistemeve fotovoltaike në vitin 2025, parashikimet flasin për rritje të tregut me hapa të shpejtë, kryesisht në Kinë, Europë dhe në Amerikën Latine (figura 6.6):

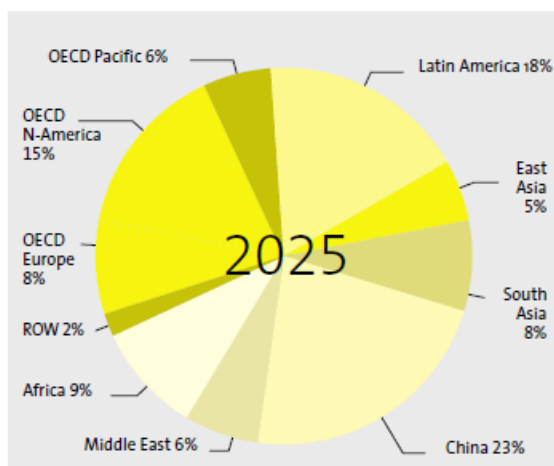


Fig. 6.6 Parashikimi për tregun deri në vitin 2025 (SOLAR GENERATION, SOLAR ELECTRICITY FOR OVER ONE BILLION PEOPLE, 2006)

Bashkimi Europian ka shpalosur Direktivën Europiane 20-20-20, me të cilën deri në 2020:

- Duhet të kursehet 20% energji, krahasuar me atë që harxhohet sot
- Duhet të ulet me 20% emetimi i CO₂ në atmosferë për t'u mbrojtur nga ngrohja globale.
- Duhet të rritet me 20% përdorimi i energjive të rinovueshme.

Per Shqipërinë, e cila e ka nënshkruar këtë konventë, angazhimet janë shumë ambicioze: deri në vitin 2018 duhet të ulet 9% konsumi i energjisë dhe me 9% emetimi i CO₂.

Po ashtu shumë vende të rajonit kanë vendosur objektivat e tyre, si: në 2021, fuqia diellore do të mbulojë rreth 15 % të nevojës për energji të Gjermanisë, megjithëse vendi nuk shquhet për ditë me shumë diell; në 2020, Kalifornia 33% të energjisë do të mbulojë me RES, etj.

Një nga objektivat më të rëndësishme të qeverisë shqiptare për të ardhmen është reduktimi i humbjeve me 18% deri në vitin 2018, dhe për më tutje priten përmirësime të mëtejshme me vlera mundësisht të arritshme deri në vitin 2025. Në periudhën 2015-2025 duhet të ulet konsumi i energjisë. Aktualisht 95% e energjisë elektrike prodhohet nga hidrocentralet. Një pjesë e konsiderueshme e energjisë do të fitohet nga burimet e rinovueshme të energjisë, rreth 38% deri në vitin 2020, nga të cilat rreth 67% do të shkojnë për konsumi të energjisë elektrike nga familjarët dhe rreth 19% për konsumin e energjisë elektrike në industri.

Nga burimet e rinovueshme, rolin kryesor e merr përdorimi i energjisë diellore me anën e fotovoltaikeve (pa FIT), duke pasur parasysh çmimet në rënie për to dhe plotësimin e nevojave nga hidroenergja. Vendosja e PV diellore pranë qyteteve do të sjellë më pak humbje në rrjet. Për këtë duhen bërë studime, të cilat tregojnë vlerat reale të sistemeve

fotovoltaike (mbi burimin dhe sistemin). Mertens, autor i një studimi të kryer mbi sistemet fotovoltaike në vitin 2014, thotë

“Fortunately there is a solution with which a sustainable energy supply can be assured: renewable energy sources. These use infinite sources as a basis for energy supplies and can ensure a full supply with a suitable combination of different technologies such as biomasses, photovoltaics, wind power, and so on. A particular role in the number of renewable energies is played by **photovoltaics**. They permit an emission-free conversion of sunlight into electrical energy and, because of their great potential, will be an important pillar in future energy systems.”

Njerëzit mund të ndryshojnë botën me veprimet e tyre. Mendoj që politikëbërësit, qytetarët, zyrtarët, kompanitë, investorët dhe palët e tjera të interesuara duhet të marrin vendime të rëndësishme për të ndihmuar më shumë se një miliard njerëz në botë të fitojnë energji elektrike nga dielli në të ardhmen, pasi shfrytëzimi i plotë i potencialit të energjisë diellore është në të mirën tonë të përbashkët.

Në fund të këtij studimi mund të them me bindje që përdorimi i sistemeve fotovoltaike në Shqipëri, ashtu si në mbarë botën, sjell përfitime të mëdha ekonomike dhe ekologjike. Ato mund të përdoren në banesa, në Institucione të ndryshme shërbimi, në industri e kudo, pasi përdorimi i tyre sjell zhvillim social, mjedis më të shëndetshëm, mungesë të problemeve teknike dhe ruajtjen e burimeve të tokës.

Si përfundim:

Vizioni është epoka solare, epoka e kulturës së re gjithëpërfshirëse të qëndrueshmërisë.

SHTOJCA

SHTOJCA 1: Monitorimi I cilësisë së ajrit me smartfonë

Sensorët mund të zbulojnë nivelin e ozonit, dyoksidit të karbonit, oksidit të nitrogjenit dhe monoksidit të karbonit, pjesa më e madhe e të cilave vjen nga mjetet e transportit. Disa studiues shkencor në San Diego vendosën sensorë për 4 javë në 30 përdorues (student, anëtarë të stafit të fakultetit, etj.) dhe ato patën efekt shumë pozitiv (California, Dec. 2012). Njerëzit mendojnë që ndotja e ajrit është kudo e njëjtë, në fakt nuk ndodh kështu. Ka disa zona ku ndotja arrin vlera më të mëdha, p.sh. në rrugët kryesore, në kryqëzime, etj. Ndotja ndryshon jo vetëm në vende të ndryshme, por edhe në orë të ndryshme të ditës.

Si e përmendëm edhe më sipër, (California, Dec. 2012) CitiSense është ndër të vetmet sisteme për monitorimin e ajrit, e cila i referohet të dhënave në kohë reale nga telefoni i përdoruesit apo një kompjuteri nga shtëpia, si në figurën 1.



Fig. 1 Sensorët CitiSense transmetojnë cilësinë e ajrit tek smartfonët

Për të kryer matjen e cilësisë së ajrit, mund të përdoren edhe pajisjet celulare të vendosura në automjete.

SHTOJCA 2: Monitorimi me sensorë në transportin publik

Në Amerikë rreth 79% e ndotjes qarkullon në hapësirat urbane (California, Dec. 2012). Për këto arsye del e domosdoshme të kryhet vlerësimi i cilësisë së ajrit me sensorë në transportin publik. Duke iu referuar US EPA(Environmental Protection Agency), elementet kryesor të ndotjes janë: ozoni, monoksid karboni, oksidet e sulfurit, oksidet e nitrogjenit dhe plumbi.

Pamje e përgjithshme e sistemit

Le t'i referohemi 2 rasteve. Njëri prej tyre përdor sensorët në sektorin public, ndërsa tjetri i referohet modelit të ndjeshmërisë personale. Në rastin e parë sensori vendoset në ballë të gypit të nxjerrjes së gazeve dhe mat vlerën e monoksidit të karbonit. Mbledhja e informacionit në kushte dhe vende të ndryshme, mund të bëhet duke shfrytëzuar modelin e lëvizshëm me sensor. Sipas këtyre modeleve maten disa parametra mbi koncentrimin e ndotjes, reflektohen të dhënat më të fundit rreth ndotjes, si: koha, shpejtësia, vendi me anën e GPS (Global Positioning System) dhe dërgohen të dhënat te linku i të dhënave në celular nga serveri cloud. Të dhënat e papërpunuara mbi ndotjen grumbullohen dhe përpunohen nga serveri për të patur në dispozicion hartën mbi ndotjen (Srinivas Devarakonda). Në figurën e mëposhtme (2) tregohet një pamje e përgjithshme e sistemit.

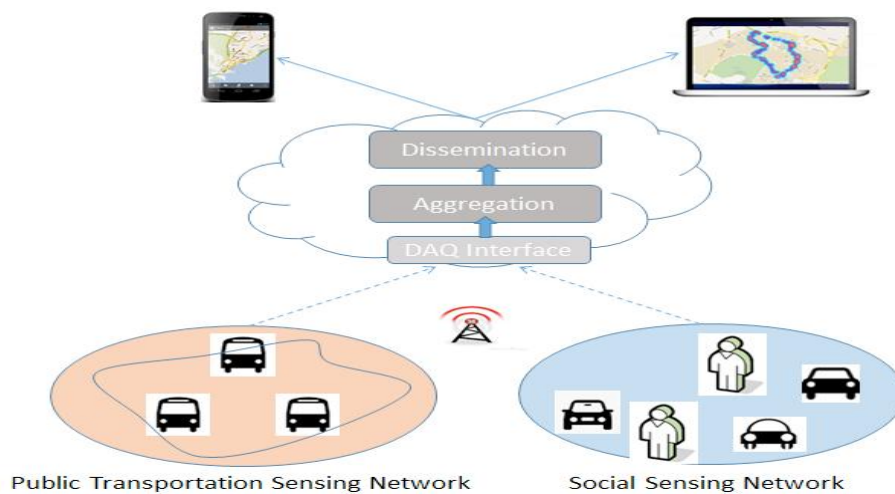


Fig. 2 Pamje e përgjithshme e sistemit (Srinivas Devarakonda)

Aplikacione të ndryshme telefonike mund të lehtësojnë procesin. Përdoruesit mund të shohin në kohë reale hartën që lidhet me treguesit e ndotjes.

Modeli i parë është pajisje e lëvizshme me sensorë (Mobile Sensing Models) dhe është projektuar për t'u mbështetur në infrastrukturën e transportit publik. Për këtë qëllim zakonisht përdoret Mobile Sensing Box (MSB), e cila përfshin një mikrokontroller me sensor shtesë, një marrës GPS periferik dhe një modem celular. Për të ushqyer me energji këtë system përdoret bateria e autobusit, e cila mund të ushqehet **nga një panel diellor**. Madhësia e sensorit nuk përbën problem dhe në qark mund të vendosen disa të tilla për të matur të gjithë kriteret e ndotjes.

Modeli I dytë është pajisje peresonale me sensorë, Personal Sensing Device (PSD), të cilën drejtuesit e instalojnë në automjetet e tyre, duke e lidhur me Bluetoothin e smartfonëve të tyre. Drejtuesit mund të matin cilësinë e ajrit për veten e tyre ose mund të regjistrojnë këtë për komunitetin. Ne do të përqëndrojmë studimin tonë tek matja e

monoksidin e karbonit, por brenda pajisjeve wireless mund të vendosen edhe sensorë për matjen e përbërësve të tjerë të ndotjes.

Mbledhja e të dhënave

Serveri mund të sigurojë ndërlidhjen mes sensorëve të ndryshëm. Sensorë të ndryshëm sjellin të dhëna të ndryshme. Sensorët kanë aftësi (kapacitete) të ndryshme të matjes së të dhënave mbi ndotjen, për pasojë ato prodhojnë matje të ndryshme mbi ndotjen me saktësi të ndryshme. Gjithashtu të dhënat mbi vendin mund të tregohet në formate të ndryshme.

Gjatë projektimit të protokollit duhen patur parasysh variante të tilla, që mund të ndikojnë në përcaktimin e saktë të nivelit të përbërësve të ndotjes.

Përhapja e të dhënave

Të dhënat implementohen në një hartë të quajtur Air Quality Index layer(AQI). Ato mund të paraqiten në dy tipe dhe mund të shfrytëzohen nga përdorues të ndryshëm, si:

- harta shënuese (marker map)
- harta e ngrohjes (heat map)

Duket qartë që harta e parë ka lidhje me shënimin e të dhënave. Kur përdoruesi klikon në të, shfaqet informacioni në lidhje me kohën kur të dhënat janë marrë, vendin (nga GPS), përqëndrimin e gjithë përbërësve të ndotjes të dërguar nga sensorët, etj.

Harta e dytë tregon në mënyrë vizuale rritjen apo zvogëlimin e përqëndrimit me anën e ngjyrave, ku ndotja më e lartë shfaqet me ngjyrat e renditura më lart në spektrin e ngjyrave.

Hartat e mësipërme shërbejnë si mjete bazë vizualizimi.

Implementimi

Mobile Sensing Box (MSB) përmban një mikrokontroller, sensorë monoksidi karboni dhe pluhuri, GPS dhe modem celular, si në figurën 3. Ai mund të jetë montuar në cdo makinë dhe të ushqehet nga bateria e makinës.

Platforma Arduino është më përdorshmja dhe ofron një mikrokontroller me fushë të gjerë përdorimi dhe mjaft të shpejtë. Numri i madh i pineve të mikrokontrollerit bën të mundur përfshirjen e shumë sensorëve dhe pajisjeve periferike për mbledhjen e të dhënave në sasi të mëdha. Marrësi GPS lejon leximin e pozicionit, shpejtësisë, përqëndrimit të monoksidit të karbonit dhe pluhurit me saktësi të madhe .

MSB prodhon 1600 byte në minutë të dhëna për vëzhgime në cdo 5 sekonda. Duke menduar që makina lëviz mesatarisht dy orë në ditë, MSB prodhon 5.5 MB të dhëna në muaj.

Si software përdoren “software serial” për të komunikuar dhe kontrolluar sensorët e pluhurit dhe monoksidit të karbonit, çipin GPS dhe modemin celular. Matja dhe leximi i rezultateve bëhet nga një konverter analog-dixhital. Të dhënat e marra nga sensorët dhe GPS vëzhgohen dhe transmetohen në mënyrë të vazhdueshme nga cloud server. Për të parandaluar humbjen e të dhënave gjatë transmetimit të tyre përdoren pajisje të vecanta për ruajtjen dhe përcjelljen e të dhënave.

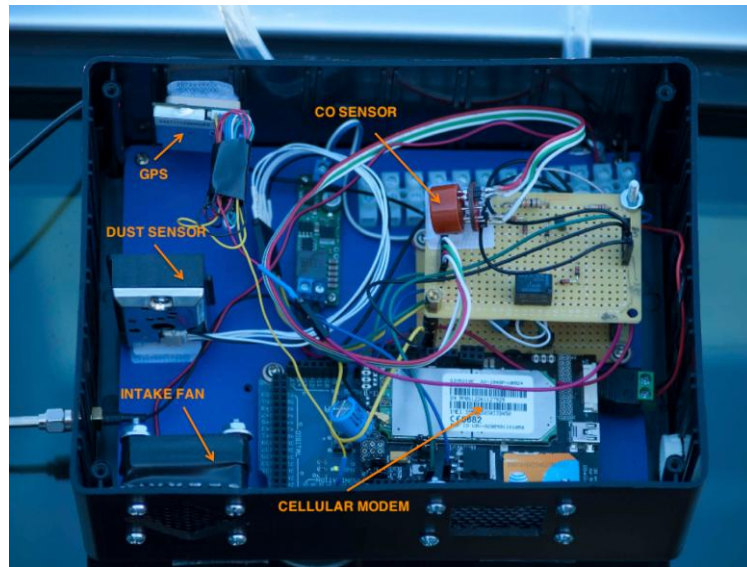


Fig. 3 Mobile Sensing Box

Personal Sensing Devices (PSD)

Elementet kryesore të një PSD janë një sensor i lëvizshëm për matjen e cilësisë së ajrit dhe një smart phone, që vepron si ndërlidhës me cloud serverin. Këto pajisje tregohen në figurën e mëposhtme (4):



Fig. 4 Personal Sensing Devices

(Variable Technologies (Online) available, 2013; Srinivas Devarakonda)

Ne po shohim rastin e përdorimit të një NODE Wireless Sensor, i cili mund të përshtatet me pajisjet smart të teknologjive të ndryshme. Me anën e pajisjeve të tilla mund të maten monoksidi i karbonit, lagështira, temperatura, drita e ambjentit dhe presioni barometric. Kur fillon eksperimentimi i këtij modeli është i domosdoshëm vetëm sensor i matjes së monoksidit të karbonit. Përdorimi i sensorit të lëvizshëm është menduar të jetë i pakufizuar nga koha, vendi apo mënyra e transportit. Pajisjet iPhone ekzistuese përdoren për transmetimin periodik të të dhënave te serveri. NODE përdor Bluetoothin për të transmetuar nivelin e ndotjes së ambjentit.

PSD prodhon 1536 byte në minutë të dhëna për vëzhgime në cdo 5 sekonda. Duke menduar që makina lëviz mesatarisht dy orë në ditë, MSB prodhon 5.27 MB të dhëna në muaj (Srinivas Devarakonda, p. Real-time Air Quality Monitoring Through Mobile Sensing)

Cloud server

Kundrejt të gjitha shërbimeve cloud, Google Fusion Table (GFT), është shërbimi më i mirë. Ai është projektuar si një tip faili (file) i ri brenda Google Drive, me një databazë të ngjeshur, e cila përmban të dhëna të vecanta mbi vendin dhe mund të përdorë mënyra të ndryshme vizualizimi. Konkretisht në studimin tonë mund të përdoret Google Drive API, që është i aftë të shtojë, modifikojë dhe fshijë file në brendësi të Google Drive. Serveri mund të krijojë tabela për përdorusin kur nevojiten dhe të kryejë transmetimin e tyre te përdoruesi. Kështu prodhuesit e të dhënave zotërojnë kontroll të plotë mbi të dhënat e papërpunuara. GFT është një MySQL database.

2.6 Eksperimenti

MSB është montuar jashtë makinës dhe ky është rast tipik i përdorimit të tij në infrastrukturën e transportit publik. Në këtë eksperiment është vendosur PSD brenda MSB, në mënyrë që të dy pajisjet të matin ndotjen në të njëjtat kushte (figura 5).



Fig. 5 MSB e montuar në automjet (Srinivas Devarakonda)

Paraqitja grafike e të dhënave të marra nga dy mënyrat tregohet në figurën e mëposhtme (6):

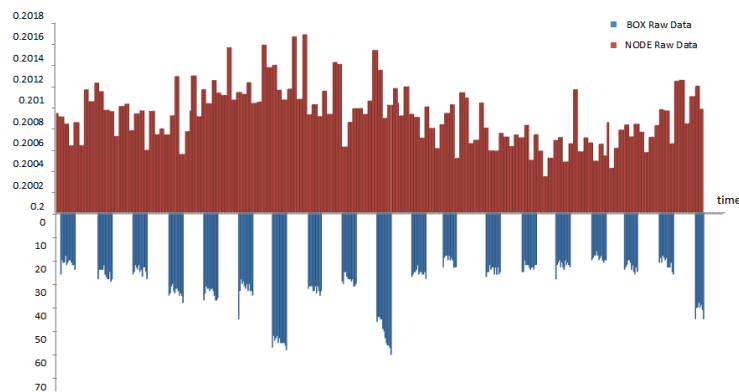


Fig. 6 Të dhënat mbi ndotjen nga NODE dhe MSB në NJ

Kështu duken qartë mangësitë e sistemit MSB. Nëse llogaritim vlerën mesatare të grupit të leximeve me MSB dhe vlerën mesatare të grupit të leximeve me NODE, mund të gjykojmë mbi marrëdhënien lineare positive që ekziston mes dy matjeve. Regresioni linear në matjen e ndotjes së ambjentit tregohet në figurën e mëposhtme (7):

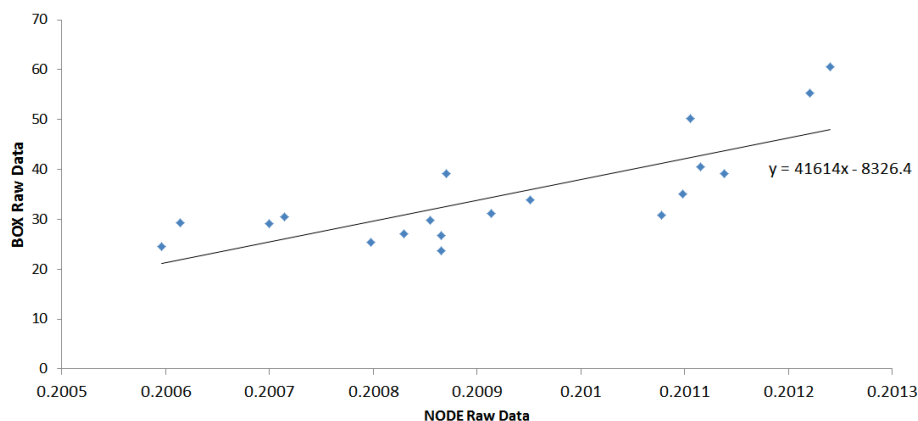


Fig. 7 Regresioni linear në matjen e ndotjes së ambjentit ne NJ

Ky eksperiment është kryer në rrugët kryesore të një zone periferike të New Jersey, ku ndotja e ambjentit është në vlera të njëjta, në përgjithësi. Kjo lidhje mes dy modeleve të mësipërme në *rastin e zonave urbane* është objekt studimi i të interesuarve në këtë fushë.

Niveli i ndotjes, i paraqitur në formën e një harte, tregohet më poshtë në figurën 8. Vihen re qartë zonat me ndotje më të lartë. Ndotja më e lartë është pranë zonave me densitet trafiku më të lartë.

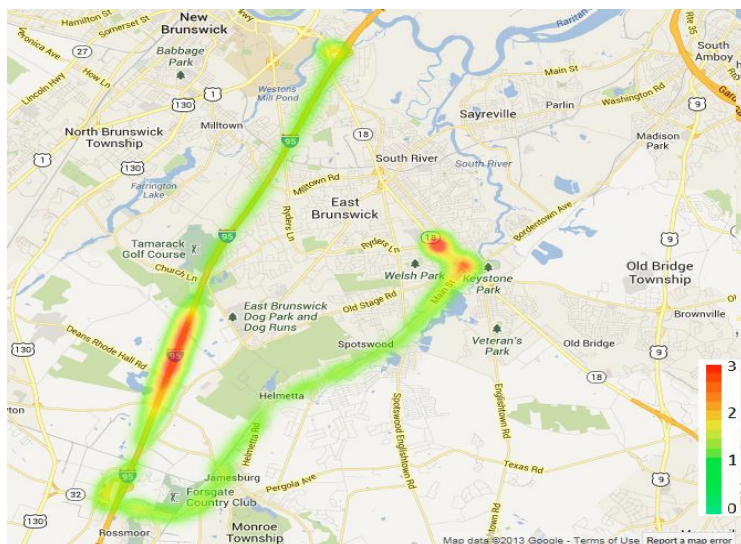


Fig. 8 Harta që tregon përqëndrimin e monoksidit të karbonit në New Jersey.

Le të shohim rastin kur MSB është montuar jashtë automjetit, ndërsa PSD është montuar brenda tij. Paraqitja grafike e të dhënave të marra nga dy mënyrat tregohet në figurën e mëposhtme (9):

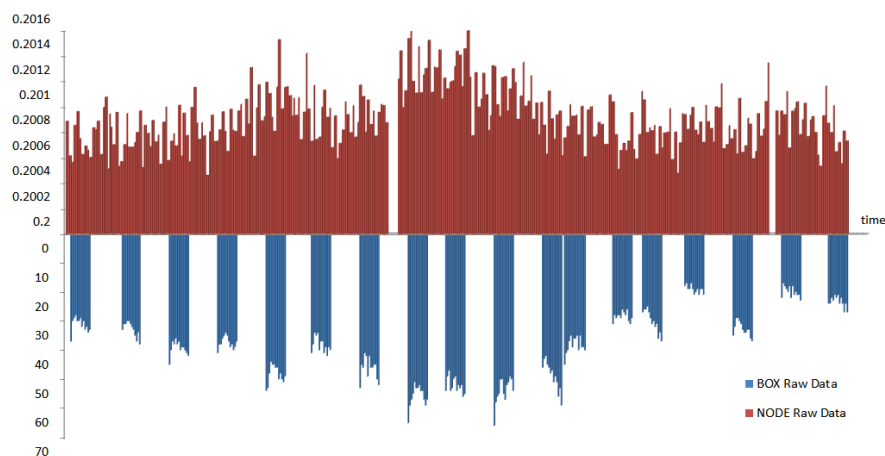


Fig.9 Të dhënat mbi ndotjen nga NODE dhe MSB në Staten Island

Regresioni linear në matjen e ndotjes së ambjentit tregohet në figurën e mëposhtme (10):

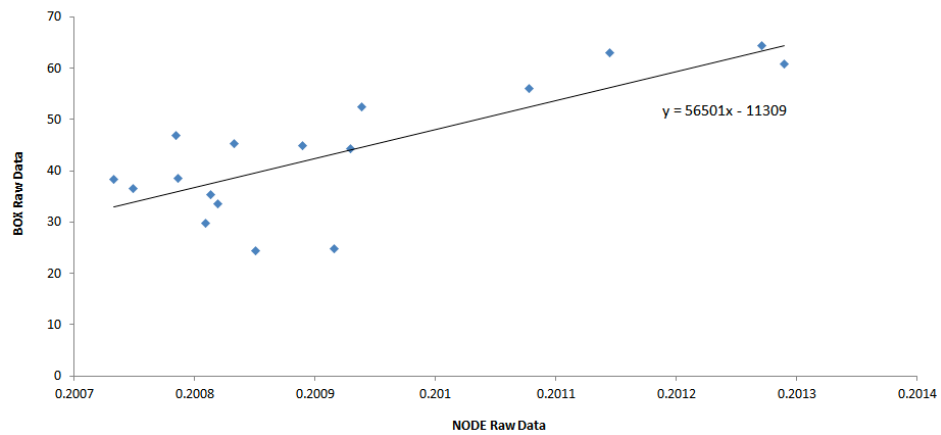


Fig. 10 Regresioni linear në matjen e ndotjes së ambientit në Staten Island

Harta që tregon përqëndrimin e monoksidit të karbonit në Staten Island tregohet në figurën 11.

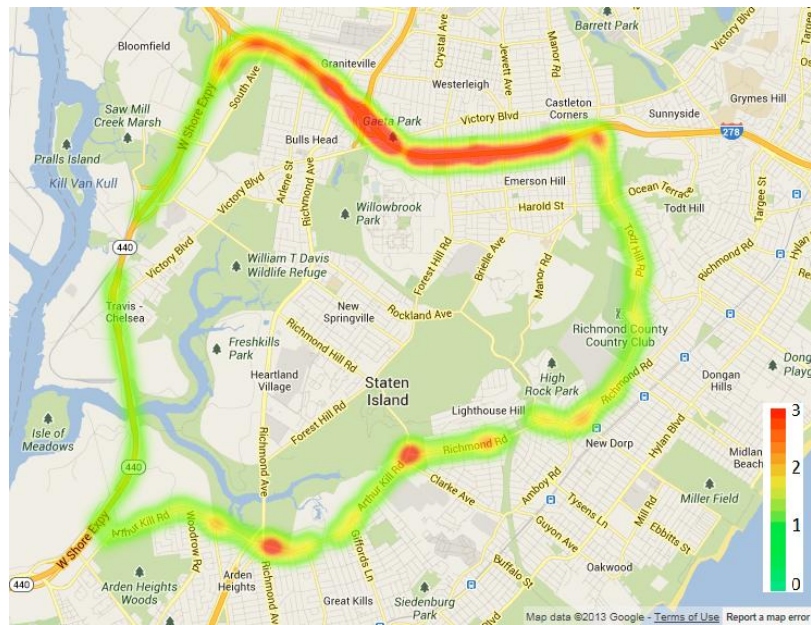


Fig. 11 Harta që tregon përqëndrimin e monoksidit të karbonit në Staten Island

Ne projektimin e MSB, sensorët janë montuar brenda në kuti dhe një ventilator I vogël qarkullon ajrin në kuti dhe në të ardhmen do t'i kushtohet vëmendje e veçantë faktit se si drejtimi ndikon te vlerat e matjeve.

PSD e vendosura brenda dhe jashtë automjetit tregojnë që leximet e ndotjes brenda makinës lidhen me leximet e ndotjes jashtë makinës.

Frekuenca me të cilën janë kryer matjet, lidhet me shpejtësinë e automjetit dhe me përbërësit hapësinor të ndotjes. Gjithashtu pozicioni gjeografik I rrugës, shpejtësia dhe ndryshimet në trafik janë faktorë evident.

Serveri I grumbullimit duhet të mbledhë të dhënave nga shumë makina, në mënyrë që raportet e cilësisë së ajrit të lidhen me ndotjen reale të terrenit. Kur një kamion kalon, ai krijon një ndotje të madhe rreth vetes, por kjo ndikon përkohësisht dhe nuk pasqyrohet në terren. Algoritmet gjejnë dhe eliminojnë këto devijime. Studiuesit e kësaj fushe duhet të shohin me vëmendje lidhjen që ekziston mes kushteve ekstreme të motit dhe matjeve të ndotjes në terren.

Rezultati

Pra më sipër u paraqitën dy platforma për matjen e ndotjes së ambjentit në kohë reale.

Modeli I infrastrukturës publike përdor autobusët dhe ata sigurojnë një lumë të dhënash të besueshme rreth matjes së ndotjes. Ndërsa modeli I pajisjeve individuale me sensorë, siguron matje në shkallë të lartë mbi ndotjen nga turmat e njerëzve në rrugë. Pacientët me problem në rrugët e frynëmarrjes dhe ata kardiovaskular do të mund të përcaktojnë rrugët

më me pak ndotje, makinat më të mira në lidhje me ambjentin. Institutet e shëndetit publik dhe politikbërësit do të shohin me vëmendje rezultatet e marra nga studimet mbi ndotjen e ajrit, në mënyrë që të vendosin mbi vendet ku do të ndërtohen vendbanimet dhe vendshërbimet për popullatën.

Si u theksua dhe më lart në varësi të informacionit mbi ndotjen, njerëzit mund të bëhen më të kujdesshëm ndaj ruajtjes së shëndetit dhe kjo mund të realizohet me anën e përdorimit të sensorëve mbi ndotjen e ajrit. Pajisjet për matjen e ndotjes mund të mbahen nga njerëzit për përdorim personal (gjatë shëtitjes) dhe të shihni drejtpërdrejtë ndotjen kritike që vjen nga nxjerrja e gazeve të automjeteve.

Pra përdorimi i fotovoltaikeve nuk njihet kufi përse i përket shumëllojshmërisë në zbatime të ndryshme. Kundrejt të gjitha burimeve të përmendura për prodhimin e energjisë elektrike, sistemet fotovoltaike janë tejet të favorshme. Mertens, autor i një studimi të kryer në lidhje me sistemet fotovoltaike në vitin 2014, thotë

“Fortunately there is a **solution** with which a sustainable energy supply can be assured:

renewable energy sources. These use infinite sources as a basis for energy supplies and can ensure a full supply with a suitable combination of different technologies such as biomasses, photovoltaics, wind power, and so on. A particular role in the number of renewable energies is played by **photovoltaics.** They permit an emission-free conversion of sunlight into electrical energy and, because of their great potential, **will be an important pillar in future energy systems.”**

SHTOJCA 3. Monitorimi i cilësisë së ajrit me sensor wireless në individë

Problemi i monitorimit të lëvizshëm të cilësisë së ajrit është I nevojshëm dhe I shpejtë, pasi ndotja nga djegja e naftës është kancerogjene dhe një nga shkaqet e mundshme të sëmundjeve të frymëmarrjes. Rëndësi po i kushtohet rrjetit të sensorëve wireless për monitorimin e cilësisë së ajrit. Sensori që vlerëson cilësinë e ajrit mund të mbahet nga gjithsecili, duke e vendosur atë p.sh. në rripin e cantës, si në figurën 12:



Fig. 12 Sensori CitiSense I vendor te një çantë shpine (www.flicker.com/photos/jsoe).

Në San Diego ka 3.1 milion banorë, në një sipërfaqe rreth 4000 milje katror janë instaluar rreth 10 stacione të monitorimit të ajrit (California, Dec. 2012). Kjo kompani po synon që të vendosë rrjet wireless, ku të mbledhë të dhëna nga telefonët. Kështu informacioni mbledhet në një sistem qendror; këto të dhëna mund të analizohen nga agjensitë e shëndetit publik.

Sot kërkuesit shkencor po përdorin metoda inteligjente për të kapur të dhëna me cilësi të lartë në mjedise të pakontrolluara. Këto metoda lejojnë dhe largimin e zhurmave nga të dhënat. Sensorët përdorin bateritë e telefonave, por kjo mund të çojë në shkarkimin e

shpejtë të baterisë së telefonave. Për të rritur jetëgjatësinë e baterisë është menduar që të dhënat të ngarkohen çdo 15 minuta ose vetëm kur përdoruesi është i interesuar. Mënyrë tjetër është çkycja e GPS, kur pajisja është e palëvizshme (immobile), pasi dihet që GPS shkarkon shpejt baterinë e pajisjes.

SHTOJCA 4: KODI I Arduino-s

```
/*  
** Ndihamoi: Fotion Zoga, 06.2015  
** Arduino Uno me sensor grimcash Shinyei PPD42,  
** sensor temperature dhe lageshtie DHT22  
** dhe ekran Sainsmart 20x4  
** Mat numrin dhe perafon sasine ne ug/m3  
** te grimcave me te medha se 1um  
** Perdor librarine e DHT22  
** dhe programin nga Christopher Nafis  
** per seeedstudio groove dust sensor  
** Bllok do te thote qe rugekalimi  
** i drites mund te jete bllokuar  
*/  
  
#include <Wire.h>  
#include <LCD.h>  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
#include <DHT.h>  
  
// Deklarimet per ekranin  
#define DHTTYPE DHT22  
#define DHTPIN 4  
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);  
#define I2C_ADDR 0x27 // Define I2C Address where the PCF8574A is  
#define BACKLIGHT_PIN 3  
#define En_pin 2  
#define Rw_pin 1  
#define Rs_pin 0  
#define D4_pin 4  
#define D5_pin 5  
#define D6_pin 6
```

```

#define D7_pin 7

// Deklarimet per Shinyei PPD42
#define PM25pin 2
#define PM1pin 3

// Koeficienti i kthimit nga count/cubic feet ne ug/m3
// Duhet gjetur eksperimentalisht duke krahasuar me nje instrument te sakte
unsigned long coeff = 600;

// Variablat per numerimin e pulseve te sensorit
unsigned long duration1;
unsigned long starttime1;
unsigned long sampletime_ms1 = 10000;
unsigned long lowpulseoccupancy1 = 0;
float ratio1 = 0;
float concentration1 = 0;

// Variablat per mesataren
float avg;
float total;
unsigned long count = 0;
unsigned long starttime1h;
unsigned long sampletime_ms1h = 3600000;

LiquidCrystal_I2C      lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_pin);

void setup()
{
    // Inicializimi
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Mates i pluhurit, temperatures dhe lageshtise");
    pinMode(PM1pin,INPUT);
    starttime1 = millis();
    starttime1h = millis();
    dht.begin();
    lcd.begin (20,4);

    // Ndez ekranin dhe shkruan emrat e parametrave qe maten
    lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
    lcd.setBacklight(HIGH);
    lcd.home ();           // go home
    lcd.print("Grimca 1um");
    lcd.setCursor ( 0, 1 );    // go to the 2nd line
    lcd.print("Mesatare 1h");
    lcd.setCursor ( 0, 2 );    // go to the third line

```

```

lcd.print("Temperatura");
lcd.setCursor ( 0, 3 );    // go to the fourth line
lcd.print("Lageshtia");
}

void loop()
{
    // Lexon temperaturen dhe lageshtine
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();

    // Numeron pulset ne hyrje dhe llogarit perqendrimin
    duration1 = pulseIn(PM1pin, LOW);
    lowpulseoccupancy1 = lowpulseoccupancy1+duration1;
    if ((millis()-starttime1) > sampletime_ms1)
    {
        ratio1 = lowpulseoccupancy1/(sampletime_ms1*10.0); // Integer percentage 0=>100
        concentration1 = (1.1*pow(ratio1,3)-3.8*pow(ratio1,2)+520*ratio1+0.62) / coeff; // using spec
sheet curve
        Serial.print(lowpulseoccupancy1);
        Serial.print(",");
        Serial.print(ratio1);
        Serial.print(",");
        Serial.println(concentration1);
        lowpulseoccupancy1 = 0;
        starttime1 = millis();
        total = total + concentration1;
        count++;
    }

    // Llogarit mesataren orare
    if ((millis()-starttime1h) > sampletime_ms1h)
    {
        avg = total / (float) count;
        starttime1h = millis();
        total = 0;
        count = 0;
    }

    // Printimi serial
    Serial.print(" ug/m3\n");
    Serial.print("Grimcat 1um: ");
    Serial.print(concentration1);
    Serial.print("Mesatare orare");
    Serial.print(avg);
    Serial.print(" ug/m3\n");
}

```

```

Serial.print("Lageshtia: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\n");
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C\n");

// Printimi ne ekran vlera e castit
lcd.setCursor (13,0);
if (concentration1 < 10)
{
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor (14,0);
  lcd.print(concentration1);
}
else if (concentration1 > 1000)
  lcd.print("Bllok?");
else
  lcd.print(concentration1);
lcd.setCursor (18,0);
lcd.print("ug");

// Printimi ne ekran mesatare orare
lcd.setCursor (13,1);
if (avg < 10)
{
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor (14,1);
  lcd.print(avg);
}
else if (avg > 1000)
  lcd.print("Bllok?");
else
  lcd.print(avg);
lcd.setCursor (18,1);
lcd.print("ug");

// Printimi ne ekran i temperatures
lcd.setCursor (14,2);
lcd.print(t);
lcd.print("C");

// Printimi ne ekran i lageshtise
lcd.setCursor (14,3);
lcd.print(h);
lcd.print("%");

```

```
lcd.setBacklight(HIGH);
```

```
}
```

Shtojca 5: Karakteristikat teknike dhe elektrike të disa pjesëve përbërëse të sistemit fotovoltaik të instaluar ne “GIZ”

Për të krijuar një ide më të plotë mbi veçoritë e produkteve fotovoltaike, performancën e tyre, dhe garancinë për to, të dhënat teknike dhe elektrike në formë tabelare dhe grafike, bashkëngjitur do të vendosen pjesë nga manuali I tyre për tipe të ndryshme.

Më pas do të gjeni dhe skemën elektrike të sistemit fotovoltaik të palidhur me rrjetin, me fuqi të instaluar 5 kWp.

Shtojca 6: Pyetësor mbi njohjen e sistemeve fotovoltaike nga komuniteti në Shqipëri.

Pyrtjet e pyetësorit janë:

- 1) A keni dëgjuar për sistemet fotovoltaike në Shqipëri?
- 2) A mendoni se ka kushte për shfrytëzimin e energjisë diellore në Shqipëri?
- 3) Do të doni të fitoni energji elektrike nga
 - Rrjeti
 - Panelet diellore
- 4) Përdorimi i sistemeve fotovoltaike sjell përfitime:
 - Ekonomike
 - Ekologjike
 - Sociale
 - Të gjitha së bashku
 - Asnjërën prej tyre
- 5) A do të dëshëronit të vendosnit një sistem fotovoltaike në shtëpinë tuaj?
- 6) Pse nuk keni vendosur një të tillë akoma?

Shtojca 7: Sigurimi teknik i personelit gjatë punës me sistemet fotovoltaike

Gjatë punës me sistemet fotovoltaike, kujdesi duhet të jetë maksimal, pasi ato mund të kthehen në rrezik vdekjeje në disa raste. Të përmendim disa raste.

- Rrezik vdekjeje nga “shoku” elektrik (electric shock)

Modulet diellore prodhojnë energji, menjëreë sapo atë ekspozohen në dritë. Tensioni I një moduli është më I vogël se 50V DC. Kur modulet lidhen në seri, tensioni i përgjithshëm në to, është i barabartë me shumën e tensioneve në secilin prej tyre, ndërsa kur modulet lidhen në paralel, rryma në qarkun kryesor është e barabartë me shumën e rrymave që kalon në secilin prej moduleve të lidhur në paralel. Edhe pse pikat e kontakteve mund të jenë të izoluara mirë, personat që punojnë me to duhet të jenë të kujdesshëm ndaj zjarrit, harkut elektrik apo shokut elektrik. Persona të tillë duhet të jenë të licencuar dhe të kualifikuar. Ata nuk duhet të përdorin bizhu metalike gjatë punës me sistemet fotovoltaike. Mjetet e punës duhet të jenë të izoluara dhe të punohet në ambiente të thata.

Punonjësi nuk duhet të përdorë module të dëmtuara apo të çmontojë module.

Kujdes i veçantë duhet treguar edhe nga inverterat, pasi ato mund të prodhojnë tension të lartë të rrezikshëm edhe pse nuk janë të lidhur.

- Rrezik vdekjeje nga harku elektrik

Kur rrezet e dritës bien mbi module, ato prodhojnë tension të vazhduar. Kur njëra prej lidhjeve këputet (kur qarku është me ngarkesë), ndodh një hark i fuqishëm elektrik. Për këtë duhet të mos lëvizet kurrë gjeneratori nga inverteri, gjatë kohës kur ky është akoma i lidhur

me rrjetin. Gjithashtu punonjësit e këtyre sistemeve duhet të sigurohen që lidhjet e kablllove janë në kushte shumë të mira pune.

- Kujdesi nga kushtet e motit

Mos mbani mjetet e instalimit në ambjentet me erë të forte, në zonat me bore, kujdes nga rrëzimi I pajisjeve, krijoni një zone pune për të shmangur rreziqet për personat e tjerë. Shmangni kapset e instalimit, lidhjen e kablllove, etj. Në pjesën e prapme të moduleve dhe strukturave mbështetëse, si dhe majat e mprehta qëmund të shkatërrojnë modulet. Modulet është mire të vendosen në vende me klimë të butë.

- Tokëzimi

Tokëzimi I moduleve fotovoltaike, konkretisht I çdo skeleti, është I domosdoshëm të kryhet për shmangur goditjet dhe rreziqet nga zjarri. Tokëzimi duhet të realizohet nga persona të kualifikuar.

- Siguria nga zjarri

Instalimi I pasaktë I moduleve mund të jetë rrezik për rënien e zjarrit. Gjithashtu instalimi I moduleve duhet bërë larg lëndëve djegëse.

Bibliografia

(s.d.). www.monitor.al.

(s.d.). www.haritos.gr/images/stories/fotoboltaika_spiti.jpg.

(s.d.). ekolevizja.wordpress.com.

(s.d.). METEONORM.

(s.d.). www.steca.de.

(s.d.). www.metsolare.com/fotovoltaico/storage.html.

(s.d.). www.google.com/maps.

(s.d.). www.gaisma.com/en/location/rome.html.

(s.d.). www.aosong.com.

(s.d.). www.textbook-pv.org.

(2010). *Key World Energy Statistics*. International Energy Agency.

(2013). *Variable Technologies (Online) available*. <http://nodesensors.com>.

(s.d.). *(Courtesy of AT&T Archives and History Center)*.

(4.09.2015). www.domusenergia.com.

AG, S. s. (s.d.).

(s.d.). *Agjensia Kombëtare e Burimeve Natyrore*.

Burger, B. a. (2009). Burger, B. and Kranzer, D. Extreme high efficiency PV-power converters, 13th European Conference on.

California, U. o. (Dec. 2012). *Small, Portable Sensors Allow Users*. San Diego, Calif.

Cinaj, N. (2010). Considerations on the potential of renewable energies in Fier district, their impact on socio-economic development of the region. *Journal of Studies in Economics and Society*, 111-127.

(2013). *City of Lublin Powers Buses with Midsummer Solar Cells*. MIDSUMMER.

Council, Adelaide City. (s.d.).

(s.d.). *Energjia*. www.sherk.net/al/top/Energji.

EPIA. (s.d.). *SOLAR GENERATION*. 2006.

EPIA. (s.d.). *SOLAR GENERATION SOLAR ELECTRICITY FOR OVER ONE BILLION PEOPLE AND TWO MILLION JOBS BY 2020*.

faolex.fao.org. (s.d.).

Finance&pv.energytrend.com, B. N. (s.d.).

Fthenakis and Kim. (2011).

Fthenakis et al. (2009).

Gerbeti, A. (s.d.). *CO2 nei beni e competitività industriale europea*.

github.com/VoltaicEngineering/VoltaicArduinoSleepMode. (s.d.).

Global Energy Assessment. (s.d.). Renewable Energy.

GmbH-Germany. (s.d.). *juwi Solar*. http://www.juwi.com/solar_energy.

Göbel, W. (s.d.).

Green, M. (1995). *Silicon Solar Cells – Advanced Principles & Practice*. University of New South Wales.

Green, M. (2009). *The path to 25% silicon solar cell efficiency: History of silicon cell evolution. Progress in.*

Häberlin, H. (2012). *PHOTOVOLTAICS, SYSTEM DESIGN AND PRACTICE*. Berne University of Applied Sciences, Switzerland.

Häberlin, H., & John Wiley & Sons, L. (2012). *Photovoltaics System Design and Practice*.

Hering, G. (2012). In *Das Jahr des Drachens, Photon* (p. p. 42–72.).

Hering, G. (2012). *Das Jahr des Drachens, Photon*.

<http://www.pv-magazine.com>. (2013). *lublin-powers-buses-with-solar-cell-from-midsummer]*.

(s.d.). http://www.sherk.net/image/impjanti_gjeotermik_1.jpg.

<https://tranzicionshqiperi.wordpress.com/>. (s.d.). tranzicionshqiperi.wordpress.com/.

(s.d.). *IBC Solar AG* .

IEA, 2. .. (2011). *IEA, 2010d . OECD/International Energy Agency* .

IEEE. (2010). A Mobile GPRS-Sensors Array for Air Pollution Monitoring.

IIASA. (2012). *Global Energy Assessment*.

Instituti Hidro-Meteorologjik. (s.d.).

International Energy Agency. (December 19 2008). *International Energy Annual 2006*
www.eia.gov/iea/.

(2013). *International Energy Agency IEA Photovoltaic Power Systems Programme*,
www.iea-pvps.org.

John Twidell, Tony Weir. (2006). *Renewable Energy Resources*,.

Kaldellis. (2010).

Kalogirou, S. (2009). *Solar Energy Engineering-Processes and Systems*. Soerensen.

Kalogirou, S. (s.d.). *Solar energy engineering: processes and systems*. 2009.

Kaltschmitt, M. (2007). *Renewable Energy: Technology, Economics and Environment*,
Springer.

Katofsky. (2008).

Kauffmann, T. (December 11, 2014). Solar Powered Air Quality Sensor. *Tutorial*.

Kaygusuz. (2009, 2011). *EPIA/Greenpeace International*.

Kees van der Leun, C. B. (2015). *ECOFYS*. Albania.

Krijohet i "UET HR Club" forumi i universitetit me burimet njerëzore. (8.10.2015). *MAPO*,

14.

Krinner Schraubfundamente GmbH, S. G. (s.d.).

Laboratory, Courtesy of Eppley. (s.d.). *Laboratory, Courtesy of Eppley*.

learn.adafruit.com. (s.d.).

LORENZ-Montagesysteme. (s.d.). GmbH.

(s.d.). *Manual for training course for photovoltaic panels*.

Mayfield, R. (2010). *Photovoltaic Design&Installation For Dummies*. Wiley Publishing, Inc.

MEI, G. (s.d.).

Mertens, K. (2014). *Photovoltaics: Fundamentals, Technology and Practise*.

MSc. Besim Islami, M. D. (2013). *"Instalim elektrik civil dhe industrial", Niveli II (kl.12)r*.

(s.d.). *National Renewable Energy Laboratory*. www.nrel.gov.

(2013). *National Renewable Energy Laboratory*.

Natyrore, A. K. (s.d.).

Natyrore, A. K. (s.d.).

(s.d.). *New-2W-18V-A-grade-polycrystalline-silicon-solar-panel-DIY*. www.ebay.com/itm.

Paying for Solar Power. (2014). *MIT TECHNOLOGY REVIEW*, vol.118, No 5.

(s.d.). *Real-time Air Quality Monitoring Through Mobile Sensing*.

Rifkin, J. (2011). *The third industrial revolution*.

Robert Boylestad, L. n. (2008). *Electronic Devices and Circuit Theory*.

Roger A. Messenger, Jerry Ventre. (2005). *Photovoltaic Systems Engineering*.

Roger Messenger, J. V. (2005). *Photovoltaic System Enginnering*.

Schroyer, M. (s.d.). . *MentalMunition*.

(s.d.). *Setup, Solar Monitoring Station System*.

Shatki, G. (s.d.). *Microenergy International*.

Shqip, G. (26.08.2015).

Soerensen. (1979).

(2006). *SOLAR GENERATION, SOLAR ELECTRICITY FOR OVER ONE BILLION PEOPLE*. Greenpeace.

(s.d.). *solargis.info*.

Solarstrom Basis, S. (s.d.).

Sollmann, D. (2009). *Sechs Neuner sind das Ziel, Photon*, p. 42–45.

SOLON, Urnato ©. (s.d.).

- Sonnenenergie, D. G. (2010). *Planning and Installing Photovoltaic Systems, 4th edn, DGS.*
- Sonnenenergie, D. G. (2010). *Planning and Installing Photovoltaic Systems, 4th edn, DGS.*
- Srinivas Devarakonda, P. S. (s.d.). *Real-time Air Quality Monitoring Through Mobile Sensing in Metropolitan Areas.* Piscataway, NJ: Rutgers University.
- Strauß, P. (2009). *Netzferne Stromversorgung und weltweite Elektrifizierung, Themen 2009, Forschungs-.*
- Suntech. (2009). *Mass production of the innovative pluto™ solar cell technology.*
- Technologies, A. o. (2012).
- tony.tokuya. (s.d.). tony.tokuya@sca-shinyei.com.
- TOTI, L. (2012). *ELEKTRONIKA 1.* Tirane: SHBLU.
- TOTI, L. (2012). *Elektronika 2.* Tiranë: SHBLU.
- TOTI, L. (2013). *Logjika Dixhitale.* Tiranë: Grand Prind.
- U.S.Department of Energy. (2014). Global Renewable Energy Development . In *2013 Renewable Energy Data Book* (p. 42).
- White, S. (2015). Solar Photovoltaic Basic: A Study Guide for NABCEP Entry Level Exam .
- wikipedia.org/wiki/. (s.d.).
- Wild-Scholten, d. (2011).

www.flicker.com/photos/jsoe. (s.d.).

www.mnn.com/green-tech. (s.d.).

www.photon.info. (s.d.).

www.psi-solar.com. (s.d.).

www.solar-system-china.com. (s.d.).

www.voltaicsystems.com/blog. (s.d.).

www.wikipedia.org. (s.d.).

www.world-nuclear.org/info. (s.d.).