UMEME WA JUA
NA
MATUMIZI YAKE



Dkt. Cuthbert Z, M. Kimambo
Richard M. Magembe

JAMHURI YA MUUNGANO YA TANZANIA

BARAZA LA KISWAHILI LA TAIFA

CHETI CHA ITHIBATI

No. 128

Jina la Kitabu UMEME WA JUA NA MATUMIZI YAKE

Jina la Mwandishi DKT. C.Z.N. KIHAMBO NA R.N. MAGEMBE

Mchapishaji KAPSEL EDUCATIONAL PUBLICATIONS

ISBN 9987 632 25 4

Lugha iliyotumika katika kitabu hiki imethibitishwa kuwa ni sanifu

Mratibu wa Ithibati

LUGHA IMETHIBITISHWA NA BARAZA LA KISWAHILI LA TAIFA BAKITA

Katibu Mtendaji BAKITA

Tarehe 20/09/2004

UMEME WA JUA
NA
MATUMIZI YAKE

Dkt. C.Z.M. KIMAMBO NA R.M. MAGEMBE

KAPSEL EDUCATIONAL PUBLICATIONS
DAR ES SALAAM

Kimechapishwa na

KAPSEL Educational Publications

Kwa kushirikiana na

Freie und Hansestadt Senatskanzlei Hamburg, Germany



Freie und Hansestadt Hamburg

na

Deutsch Tansanische Partnerschaft e.V. (DTP)

Kinasambazwa na

Tanzania Solar Energy Association (TASEA)

Kwa kushirikiana na

KAPSEL Educational Publications

© Dkt. C.Z.M. Kimambo na R.M. Magembe, 2004

ISBN 9987 632 25 4

Haki zote zimehifadhiwa. Hairuhusiwi kuiga, kunakili, kutafsiri, kupiga chapa au kukitoa kitabu hiki kwa jinsi yoyote ile bila idhini ya Kapsel Educational Publications.

UTANGULIZI

Jua ni chanzo pekee cha nishati kinacholeta nishati mpya ulimwenguni. Kila siku na kila pahala. Ni nishati za jua, ndizo zinazoweza kukidhi njaa ya kupata nishati ya wakazi wa ulimwengu. Kwa nchi zenye viwanda zinapaswa kurejea katika duara hili la kimaumbile la kupata nishati. Nchi nyingine zisizokuwa za viwanda zinalazimika kuanzisha teknolojia mpya ya kimaumbile ili zipate nishati kutoka katika jua. Mataifa yenye viwanda ya Kaskazini mwa dunia na mataifa ya kilimo ya Kusini ni mataifa yanayopendelea hali hii.

Kuondoka kwa matumizi ya nishati ya kutumia mafuta, mkaa, gesi na atomiki ndiyo nukta kuu ya usambazaji wa nishati endelevu kwa karne hii. Kwa matumizi ya jua, maji, upepo na gesi za kibailojia kama vyanzo salama na visivyo na hatari yoyote ya kupatia nishati badala ya nishati ya mafuta/atomiki iliyopo sasa, ndio fursa ya kutoka katika giza la mabadilio ya vita vya mafuta na ufukara.

Hili ndilo lililokuwa kusudio na lengo kubwa la mkutano wa Mazingira uliofanyika Johannesburg 2002. Vilevile Johannesburg likawa ndilo eneo lililozaliwa Azimio la Kimataifa: (Njia ya kuendelea kuhusu Nishati za kushadidika)

Mapambano dhidi ya umaskini na matatizo ya kiuchumi ya nchi za dunia ya tatu yanafungamana sana na masuala ya usambazi wa nishati. Robo tatu ya wakazi wa ulimwengu hivi sasa wanaishi bila ya kuunganishwa na umeme. Nishati inayoweza kutakiwa tena na tena ndiyo nishati mwafaka kwa mustakabali wa wakazi wa dunia hii. Lakini hadi sasa pana safari ndefu hadi kuitimiza ahadi hii. Watu wengi wanalazimika kwenda sambamba na matakwa ya wakati tulionao, hasa vijana wa leo wanalazimika zaidi kwenda sambamba na matakwa haya, kwa kuwa ndiyo yatakayoongoza maisha yao.

Warsha juu ya namna ya kutegeneza taa za jua majumbani, iliyofanyika Machi 2003, Zanzibar na kudhaminiwa na ushirikiano baina ya Ujerumani na Tanzania, Shule ya Sekondari Haile Selassie na Idara ya nishati ya Zanzibar, ilikuwa ni mwanzo mpya wa kupeana maarifa ya teknolojia ya jua. Kwanza teknolojia ya jua ilifundishwa kwa Kiswahili. Walimu wawili, Dkt. Cuthbert Kimambo na Richard Magembe walifanya juhudi ya kutafsiri Historia ya Teknolojia ya Jua, data za kitaalamu na za kiuchumi na viunganisho kutoka lugha ya Kiingereza kwenda katika Kiswahili. Wakati mwingine walilazimika kubuni njia za kueleza washiriki. Washiriki walifahamu vizuri kwa sababu warsha iliendeshwa katika lugha yao. Hii haikuwa tu katika nadharia ya ufundishaji bali pia katika mazoezi kwa vitendo ambapo vituo viwili vya umeme wa kutumika

nyumbani vilijengwa. Katika umeme wa kutumika nyumbani vituo vilijengwa katika shule za Kibuteni na Kitogani.

Kijitabu hiki cha warsha ni hatua ya mwanzo ya kutolewa kwa kitabu cha kuzumgumzia Teknolojia ya Nishati ya Jua kwa lugha ya Kiswahili. Hapo baadaye kitabu hiki kinaweza kutumika kufundishia katika shule za sekondari na za ufundi, Afrika Mashariki.

Shukrani nyingi sana kwa watunzi wake Dkt. Kimambo na Bw. Magembe kwa moyo mkunjufu na taadhima, najihisi kuwa niko pamoja na watu wote waliokubali kuingia katika safari hii ya kutafuta nishati bora kwa ajili ya maisha. Hao ni wale walioanzisha jumuiya mpya ya Chama cha Nishati ya Jua Zanzibar (ZASEA) lililokusudiwa kuwa ni tawi la Chama cha Nishati ya Jua Tanzania (TASEA)

Andrea Karsten
lakabu Mama Anna
Deutsch Tansanische Partnerschaft e.V.

DIBAJI

Mabadiliko ya hali ya hewa duniani ni tishio kwa viumbe vyote ikiwa ni pamoja na binaadamu, wanyama na mimea. Mabadiliko hayo yalianza kujitokeza tangu miongo mitatu iliyopita. Sababu ni pamoja na kuongezeka kwa kasi ya uzalishaji na utumiaji wa vyanzo mbali mbali vya nishati.

Athari kwa mazingira zinazotokana na sababu zilizoainishwa hapo juu ni kuongezeka kwa wastani wa joto duniani. Hali hii inatokana na mkusanyiko wa gesi chafu angani, kaboni dayoksaidi ikichangia sehemu kubwa. Kaboni dayoksaidi inazalishwa zaidi na utumiaji mazao ya misitu, mafuta ya petroli, gesi asilia, makaa ya mawe, n.k. hivi vikiwa ni vyanzo vya nishati. Matumizi ya mazao ya misitu kwa ajili ya nishati yana mchango mkubwa katika kuharakisha upotevu wa misitu kama inavyotokea katika nchi zinazoendelea, hususan zile za Afrika kusini mwa Jangwa la Sahara.

Mazingira pia huathiriwa na oksaidi za mkaa, za naitrojeni na za salfa. Oksaidi hizi huyeyuka kwenye mvua na kuzalisha tindikali ambazo huharibu misitu na mimea mingine, pamoja na vyanzo vya maji na hivyo kuathiri afya ya binadamu na wanyama. Kwa upande mwingine matumizi ya nishati ya atomiki yanaogopwa kwa sababu ya madhara yanayoweza kutokea iwapo mionzi au milipuko itatoka kwenye mitambo husika au kwenye uhifadhi wa mabaki yatokayo kwenye mitambo ya nyukilia au bidhaa za nyukilia kutumika kutengeneza silaha za maangamizi.

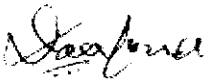
Kupanda ghafla kwa bei za mafuta ya petroli katika miaka ya 1970 kulifanya uchumi wa nchi nyingi kuporomoka na hivyo kuthibitisha kuwa nishati ni nyenzo muhimu kwa maendeleo ya kiuchumi na kijamii. Pamoja na suala la bei, mafuta ya petroli, gesi na makaa ya mawe si vyanzo jadidifu vya nishati na matumizi yake yana mchango mkubwa katika uzalishaji gesi chafu. Kwa hiyo ipo haja ya kuendeleza vyanzo mbadala na jadidifu vya nishati ili kukidhi kanuni za maendeleo endelevu.

Katika kitabu hiki wataalam wameeleza kwa ufasaha urari wa mionzi ya jua kama chanzo jadidifu cha nishati na pia wameainisha vyanzo vya nishati za kujadidika na kiwango cha utumiaji wake hapa Tanzania. Vyanzo hivi ni pamoja na mionzi ya jua, maji, upepo, mawimbi baharini na jotoardhi; hata hivyo matumizi yake bado hayaridhishi. Waandishi pia wameelezea jinsi tunaweza kuepusha athari nilizozitaja hapo awali kwa kuendeleza matumizi ya nishati za kujadidika.

Chimbuko la kitabu hiki ni warsha iliyofanyika Zanzibar, mwaka 2003 kuhusu "Matumizi ya Umeme wa Jua Majumbani". Kitabu kimeandikwa kwa lugha ya Kiswahili ili kuwezesha walengwa wengi zaidi kukisoma na kuielewa mada husika. Ni mategemeo yangu kuwa wengi mtakisoma kitabu hiki na kukielewa na kutafsiri maelezo kwa vitendo

na kwa kutumia teknolojia zilizobainishwa katika kitabu. Aidha, nawashukuru wote walioshiriki kufanikisha uchapishaji wa kitabu hiki, hasa Waandishi pamoja na Chama cha Ushirikiano baina ya Ujerumani na Tanzania (DTP) na Serikali ya jimbo la Hamburg nchini Ujerumani.

Ni matumaini yangu kuwa wadau wote wa masuala ya nishati na maendeleo mtanufaika kwa kusoma kitabu hiki.



Daniel N. Yona (Mb)
Waziri wa Nishati na Madini

SHUKURANI

Tunapenda kutoa shukurani zetu za dhati kwa asasi, makampuni na watu binafsi walioshiriki kwa njia moja au nyingine katika kuchangia ili kufanikisha uandishi na uchapishaji wa kitabu hiki.

Tunatoa shukurani zetu za pekee kwa Mama Andrea Karsten, maarufu kwa jina la Mama Anna, Mwenyekiti wa Chama cha Ushirikiano baina ya Ujerumani na Tanzania (DTP), chenye makao yake makuu katika Mji wa Hamburg nchini Ujerumani kwa juhudi zake kubwa ambazo ndizo zimefanikisha kukamilika kwa kazi hii.

Chimbuko hasa la uandishi wa kitabu hiki ni warsha ya mafunzo kuhusu "Namna ya Kutengeneza Umeme wa Jua Majumbani", iliyofanyika visiwani Zanzibar kuanzia tarehe 7 hadi 13 Machi 2003. Warsha hii iliendeshwa nasi kwa pamoja, kwa ufadhili wa DTP, na kushirikisha Serikali ya Mapinduzi Zanzibar (Idara ya Nishati) na Shule ya Haile Selassie, Zanzibar. Vilevile warsha hii ilihusisha shule za Kibuteni na Kitogani, zote za visiwani Zanzibar.

Katika warsha hiyo, tulipata fursa ya kuandaa masomo yote na kuwa wakufunzi katika masomo ya nadharia na vitendo kwa kutumia lugha ya Kiswahili. Vipindi vyote vya warsha vilirekodiwa na Televisheni ya Taifa Zanzibar na vinapatikana kwa njia ya video kupitia Chama cha Nishati ya Jua Tanzania (TASEA). Tunatoa shukurani zetu za pamoja, kwa wahusika wote waliotajwa hapo juu.

Warsha hiyo ya mafunzo ilihudhuriwa na wawakilishi kutoka Serikali ya Mapinduzi Zanzibar, DTP na waalimu wa skuli mbalimbali visiwani Zanzibar. Kwa kupitia warsha hiyo na kufuatia uhamasishaji wetu pamoja na wa Mama Anna, ambao sote ni wanachama wa TASEA, Chama cha Nishati ya Jua Zanzibar (ZASEA) kilizaliwa. Washiriki wote wa warsha walikuwa ni wanachama waanzilishi. Tunatoa pongezi zetu za dhati kwa wanachama wote waanzilishi wa ZASEA kwa hatua hiyo ya kimapinduzi waliyofanya na tunaitakia ZASEA mafanikio makubwa katika malengo yake ya kuhamasisha na kuendeleza matumizi ya nishati ya jua visiwani Zanzibar.

Kazi ya uchapishwaji wa kitabu hiki isingeweza kufanikiwa pasipo msaada na juhudi kubwa zilizofanywa na marafiki zetu wa nchini Ujerumani na pia asasi na makapuni mbalimbali ya Tanzania. Tunatoa shukurani nyingi kwa Serikali ya Jiji la Hamburg na DTP kwa kufadhili kazi ya uhariri na uchapishaji wa kitabu hiki. Pia tunatoa shukurani kwa Baraza la Kiswahili la Taifa (BAKITA) kwa usanifu wa tafsiri ya Kiswahili, kampuni za KAPSEL Educational Publications (KEP) na Ecoprint Ltd, zote za Dar es Salaam kwa kazi za uhariri na uchapaji wa kitabu hiki.

Tunapenda kutoa shukurani zetu za dhati kwa waajiri wetu, Chuo Kikuu cha Dar es Salaam na Design and Technology Company Limited ya Dar es Salaam, kwa kuturuhusu kutumia sehemu ya muda wetu wa kazi kushiriki katika warsha ya mafunzo kuhusu "Namna ya Kutengeneza Umeme wa Jua Majumbani".

Mwisho, tunatambua na tunathamini ukaribu na uvumilivu wa familia zetu tangu mwanzo wa maandalizi ya kitabu hiki hadi wakati tunapotoa shukurani hizi.

Dkt. Cuthbert Z. M. Kimambo na Richard M. Magembe

YALIYOMO

Utangulizi		iii
Dibaji		v
Shukrani		vii

SURA YA KWANZA

RASILIMALI YA NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA

1.1	Utangulizi kuhusu nishati zenye kushadidika	1
1.2	Utangulizi kuhusu nishati ya jua	4
1.3	Rasilimali ya nishati ya jua	4
1.4	Mionzi ya jua na kanuni zake	6
1.4.1	Mionzi Bayana	6
1.4.2	Mionzi Mtawanyiko	8
1.4.3	Mionzi Akisi	8
1.5	Takwimu za nishati ya jua	9
1.5.1	Iradiensi ya Jua	9
1.5.2	Insolasheni	10
1.5.3	Matumizi ya Rekodi za Hali ya Hewa	10
1.6	Upimaji wa mionzi ya jua	12
1.6.1	Pairamomita	12
1.6.2	Paheliomita	12

SURA YA PILI

MAENDELEO YA NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA KATIKA TANZANIA

2.1	Teknolojia Asilia kwa Matumizi ya Nishati zenye kushadidika	14
2.1.2	Mifumo midogo ya nguvu za maji	15
2.1.3	Mifumo ya Nishati ya Upepo	16
2.1.4	Matumizi mapya na yaliyoboreshwa ya nishati ya mimea	18
2.1.5	Teknolojia ya nishati ya jua	18
2.2	Jitihada zinazofanywa kuendeleza nishati zenye kushadidika nchini Tanzania	21

SURA YA TATU

MATUMIZI YA NISHATI YA JUA

3.1	Utangulizi	24
3.2	Vikusanya Mionzi	24
3.3	Kufuata Mwelekeo wa Jua	26
3.4	Uhifadhi wa Nishati	26
3.5	Matumizi ya nishati ya Joto la Jua	26
3.6	Matumizi ya Nishati ya Umeme wa Jua	30
3.7	Hali inayoenda na Wakati ya Teknolojia ya Nishati ya Jua	43
3.8	Matarajio ya baadaye	43

SURA YA NNE

UZALISHAJI WA UMEME WA JUA

4.1	Historia ya Matumizi ya Teknolojia ya Umeme wa jua	45
4.2	Kanuni na Teknolojia Mwanga- Umeme	46
4.2.1	Seli ya Umeme wa Jua Inavyofanya Kazi	46
4.2.2	Aina za Seli za Umeme wa Jua	47
4.3	Seli, Moduli na Arei za Umeme wa Jua	48
4.4	Zao la Moduli za Umeme wa Jua	50

SURA YA TANO

MATUMIZI YA TAA ZA UMEME WA JUA NA KANUNI ZAKE

5.1	Utangulizi	52
5.2	Taa	52
5.2.1	Kanuni ya Mwanga wa Taa	53
5.2.2	Aina mbalimbali za Taa na Utendaji Wake	53
5.2.3	Mifumo mbalimbali ya Taa za Umeme na Sifa Zake	54
5.2.4	Mambo ya Kuzingatia Katika Kuchagua Taa	55
5.2.5	Vigezo Muhimu vya Kuchagua Taa	55
5.2.6	Mwangaza na Ufanisi wa Taa	56
5.2.7	Viakisi Mwanga na Rangi Zinazong'aa	56
5.2.8	Aina za Taa Zitumiazo Umeme Mkondo Mnyoofu	57

SURA YA SITA

MFUMO WA UMEME WA JUA MAJUMBANI NA SEHEMU ZAKE

6.1	Mpangilio wa Vifaa	59
6.2	Faida na Upungufu ya Umeme wa Jua Majumbani	60
6.2.1	Faida za Kutumia Umeme wa Jua Majumbani	60
6.2.2	Upungufu wa Umeme wa Jua Majumbani	60
6.3	Vipimo Muhimu	60
6.4	Miunganisho ya vifaa vya Umeme	61
6.5	Kanuni za Msingi	62
6.6	Sehemu za Umeme wa Jua Majumbani	64
6.6.1	Moduli za Umeme wa Jua	65
6.6.1.1	Aina mbalimbali za Moduli na Sifa Zake	65
6.6.1.2	Kuchagua Moduli	67
6.6.1.3	Vipimo vya Moduli	68
6.6.1.4	Ufungaji wa Moduli	69
6.6.2	Vidhibiti Chaji	71
6.6.3	Betri	72
6.6.4	Kigeuza Mkondo	73

SURA YA SABA

KUKADIRIA NA KUCHAGUA VIFAA VYA MIFUMO YA UMEME WA JUA

7.1	Vidokezo vya Msingi	76
7.2	Kiwango cha Rasilimali ya Nishati ya Jua na Volti za Umeme zinazohitajika	76
7.3	Kiwango cha Rasilimali ya Nishati ya Jua	77

7.3.1	Njia ya Kutumia Nguvu za Mionzi	78
7.3.2	Njia ya Kutumia Saa za Jua	78
7.4	Kutafuta ukubwa na kuchagua Paneli za Umeme wa Jua	79
7.5	Kutafuta ukubwa na kuchagua aina za Betri	79
7.6	Kuchagua Kidhibitichaji	81
7.7	Kuchagua Kigeuza Mkondo	83
7.8	Kifuatishi cha nguvu kubwa zaidi	84
7.9	Zoezi la kusanifu Mfumo wa Taa za Nyumbani	85
7.9.1	Kukokotoa Mahitaji ya Nishati ya Vifaa Vilivyounganishwa na Voltage	85
7.9.2	Raslimali za Nishati ya Jua	86
7.9.3	Kutafuta Ukubwa na Kuchagua Paneli za Umeme wa Jua	86
7.9.4	Kutafuta Ukubwa na Kuchagua Betri	86

SURA YA NANE

UFUNGAJI WA UMEME WA MAJUMBANI

8.1	Utangulizi	88
8.2	Ufungaji wa Mitambo na Hadhari Muhimu	89
8.3	Majaribio ya Mifumo	91
8.4	Vifaa vya Umeme	92
8.4.1	Nyaya	92
8.4.2	Swichi	92
8.4.3	Soketi	92
8.4.4	Boksi la Kuungajishia	92
8.4.5	Fyuzi	93
8.5	Mpango wa Ufungaji	94
8.6	Mpangilio wa Uungaji wa Umeme wa Jua	95
8.7	Utaratibu wa Ufungaji	97

SURA YA TISA

UTUNZAJI NA MATENGENEZO YA MIFUMO YA UMEME WA JUA

9.1	Utunzaji wa Mifumo ya Umeme wa Jua	99
9.2	Betri	99
9.3	Moduli	100
9.4	Uunganishaji	100
9.5	Nyaya za Umeme	100
9.6	Fyuzi, Taa za Ishara na Swichi	100
9.7	Taa na Vifaa Vingine Vinavyotumia Umeme wa Mfumo	100
9.8	Utunzaji wa Miongozo ya Uendeshaji	100
9.9	Utatuzi wa Matatizo ya Kiufundi	101
9.1.0	Ukusanyaji na Utunzaji wa Rekodi za Matumizi na Uendeshaji	101

Marejeo	102
Kiambatanisho	105

SURA YA KWANZA

RASILIMALI YA NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA

1.1 UTANGULIZI KUHUSU NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA

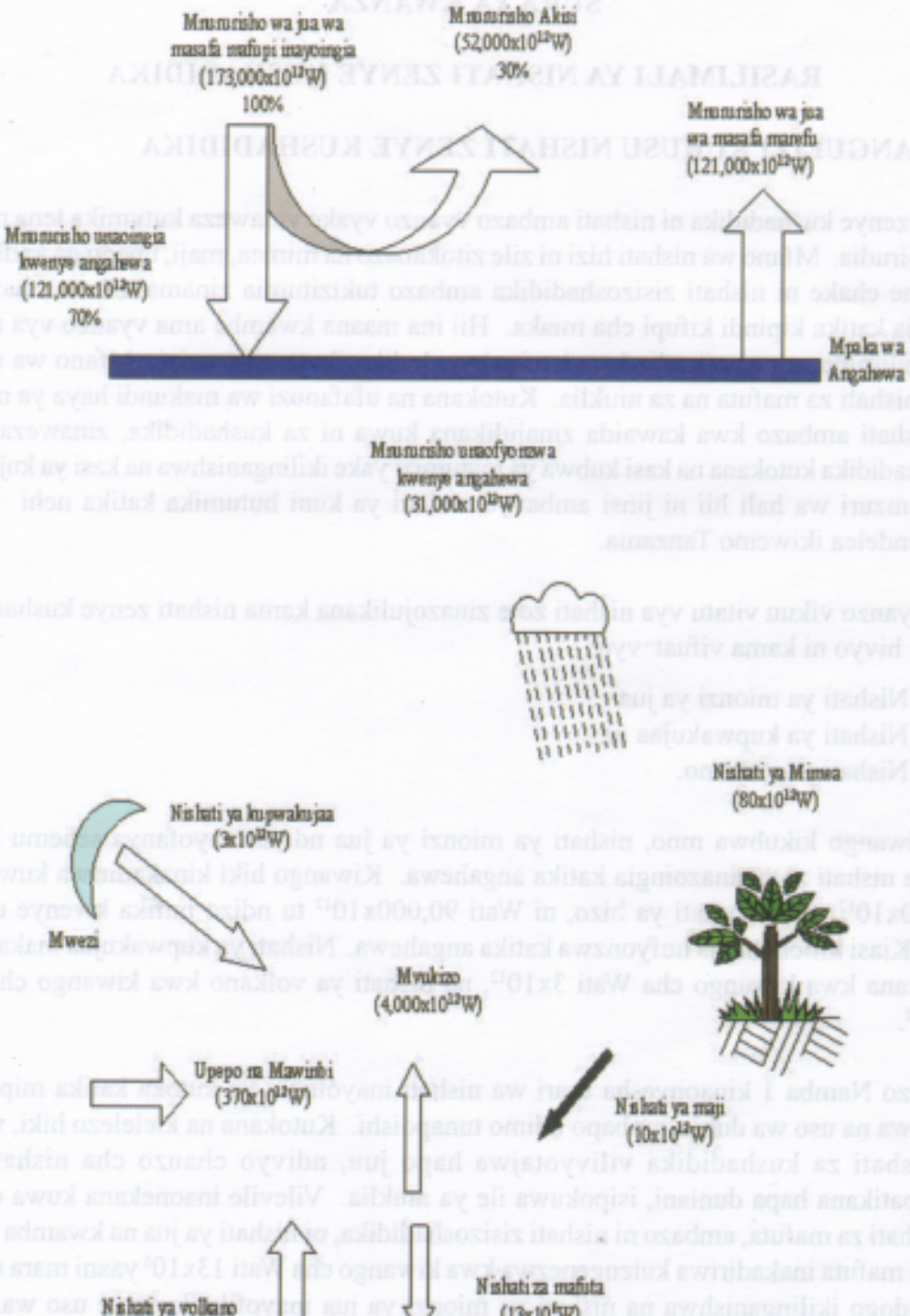
Nishati zenye kushadidika ni nishati ambazo vyanzo vyake vinaweza kutumika tena na tena kwa kujirudia. Mfano wa nishati hizi ni zile zitokanazo na mimea, maji, upepo na kadhalika. Kinyume chake ni nishati zisizoshadidika ambazo tukizitumia zinamalizika na haziwezi kujirudia katika kipindi kifupi cha miaka. Hii ina maana kwamba ama vyanzo vya nishati hizo havijirudii, au vinajirudia kwa kasi ndogo kuliko ile ya matumizi. Mfano wa nishati hizi ni nishati za mafuta na za niuklia. Kutokana na ufafanuzi wa makundi haya ya nishati, hata nishati ambazo kwa kawaida zinajulikana kuwa ni za kushadidika, zinaweza kuwa zisizoshadidika kutokana na kasi kubwa ya matumizi yake ikilinganishwa na kasi ya kujirudia. Mfano mzuri wa hali hii ni jinsi ambavyo nishati ya kuni hutumika katika nchi nyingi zinazoendelea ikiwemo Tanzania.

Kuna vyanzo vikuu vitatu vya nishati zote zinazojulikana kama nishati zenye kushadidika. Vyanzc hivyo ni kama vifuat~vyo:

(a) Nishati ya mionzi ya jua
(b) Nishati ya kupwakujaa na
(c) Nishati ya volkano.

Kwa kiwango kikubwa mno, nishati ya mionzi ya jua ndiyo inayofanya sehemu kubwa zaidi ya nishati zote zinazoingia katika angahewa. Kiwango hiki kinakadiriwa kuwa Wati $121{,}000\text{x}10^{12}$, ambazo kati ya hizo, ni Wati $90{,}000\text{x}10^{12}$ tu ndizo hufika kwenye uso wa dunia. Kiasi kilichobakia hufyonzwa katika angahewa. Nishati ya kupwakujaa inakadiriwa kupatikana kwa kiwango cha Wati $3\text{x}10^{12}$, na nishati ya volkano kwa kiwango cha Wati $32\text{x}10^{12}$.

Kielelezo Namba 1 kinaonyesha urari wa nishati inayoingia na kutoka katika mipaka ya angahewa na uso wa dunia, ambapo ndimo tunapoishi. Kutokana na kielelezo hiki, vyanzo vya nishati za kushadidika vilivyotajwa hapo juu, ndivyo chanzo cha nishati zote zinazopatikana hapa duniani, isipokuwa ile ya niuklia. Vilevile inaonekana kuwa chanzo cha nishati za mafuta, ambazo ni nishati zisizoshadidika, ni nishati ya jua na kwamba nishati hiyo ya mafuta inakadiriwa kutengenezwa kwa kiwango cha Wati $13\text{x}10^{6}$ yaani mara milioni saba kidogo ikilinganishwa na nishati ya mionzi ya jua inayofika kwenye uso wa dunia. Nishati za mafuta ya petroli tunazotumia hivi sasa, ni matokeo ya mrundikano wa nishati hizo chini ya ardhi, kwa kipindi cha miaka milioni mia sita (600×10^{6}). Inakadiriwa kuwa iwapo tutaenedele kuzitumia nishati hizo kwa kasi tunayotumia hivi sasa, bila kuwepo na uvumbuzi mpya wa nishati hizo, basi zitakuwa zimemalizika kabisa katika kipindi kisichozidi



Kielelezo Na. 1: Urari wa Nishati Kidunia

miaka hamsini. Hii ina maana kuwa baada ya hapo, itatubidi tusubiri kwa miaka mingine milioni mia sita, ili tuweze kuendelea kuzitumia nishati hizo kwa kiwango cha sasa!

Siku hizi binadamu wenyewe wanasababisha uchafuzi wa hewa angani. Uchafuzi wa mazingira hutokana na shughuli za viwandani,utokanao na vyombo vya usafiri na usafirishaji, na uzalishaji umeme kutokana na nishati za mafuta. Ili kuepuka mabadiliko ya ghafla ya hali ya hewa, ambayo yanatishia uhai katika dunia, inahitajika kupunguza uchafuzi huu wa mazingira kwa haraka sana. Nishati zitokanazo na mafuta ni za kiwango kinachomalizika na hazipatikani kila mahali. Mgogoro wa nishati na ongezeko la uchafuzi wa mazingira kutokana na uzalishaji na matumizi ya nishati vimewafanya watu na Serikali kutambua kuwa hatutaweza kuendelea kama tunavyotumia nishati sasa hivi. Inabidi watu wawe na hadhari zaidi kuhusu hali ya dunia wanamoishi na ambayo wanashirikiana na viumbe vingine. Ingawaje inakadiriwa kuwa mahitaji ya nishati katika nchi za Magharibi yatafikia kiwango ambacho hayataongezeka, katika nchi zinazoendelea yanaongezeka kwa kasi kutokana na ongezeko kubwa la idadi ya watu na kukua kwa uchumi hususani katika nchi za Asia ya Kusini Mashariki. Nchi nyingine zinazoendelea nazo zinakisiwa kuwa na kasi kubwa ya kukua kwa uchumi katika miaka ya karibuni.

Ili kukidhi mahitaji haya ya nishati yanayoongezeka na wakati huohuo kuhimili uharibifu wa mazingira kutokana na ongezeko la uzalishaji na matumizi ya nishati, inabidi matumizi ya vyanzo mbadala vya nishati ambayo si tishio kwa mazingira, yahimizwe. Faida za vyanzo vya nishati zenye kushadidika ni kama zifuatazo:

(i) Rasilimali kubwa
(ii) Kiwango kikubwa cha urafiki kwa mazingira (ukilinganisha na nishati za mafuta na nuklia)
(iii) Uwezekano mzuri wa kusambaza nishati katika maeneo mengi vijijini
(iv) Uwezekano wa mifumo midogo inayojitegemea

Hivi sasa vyanzo vya nishati zenye kushadidika vina baadhi ya mapungufu kama ya fuatayo:

(i) Hakuna teknolojia nzuri kwa ajili ya aina zote za nishati zenye kushadidika
(ii) Kiuchumi zina gharama kubwa (japokuwa nafasi kubwa huhitajika)
(iii) Usambazaji wa nishati siyo sawia

Kwa malengo ya muda mrefu nishati zenye kushadidika zinaweza kuwa chanzo mbadala cha nishati za kawaida. Vyanzo hivyo vya nishati vinaweza kutumika kwa kiwango kikubwa kuondoa nishati za mafuta. Vyanzo vya nguvu za maji vimekuwepo tangu muda mrefu. Matumizi ya vyanzo vya upepo na nguvu ya joto la ardhini yanaongezeka siku hadi siku. Matumizi ya nguvu za mawimbi ya bahari nayo yamefikia hatua ya kutumika kibiashara. Hata hivyo, nishati za upepo, maji, mawimbi na joto la ardhini hazipatikani mahali pote duniani.

Nishati ya jua inapatikana kila mahali katika uso wa dunia. Mwanga wa jua ni kitu kinachoonekana mara kwa mara, kiasi kwamba watu huchukulia kama kitu cha kawaida. Watu wengi hawatambui kuwa maisha ya kila siku yasingewezekana bila kuwepo kwa nishati ya jua. Katika ustaarabu wa miaka ya zamani, kama ule wa Wamisri wakati wa Mafarao na ustaarabu wa Maya huko Mexico na Guatemala, jua lilishika nafasi muhimu sana katika maisha ya kila siku. Jua lilitambuliwa kama chanzo cha mizimu, mvua na ukame. Pia, lilitambuliwa kama chanzo cha namna zote za maisha. Jua liliabudiwa na hata watu walitolewa kafara ili kumfurahisha Mungu wao jua !

Wakati sasa umefika wa kulitukuza jua kwa njia ya kisasa, kwa kunufaika kwa kiwango kikubwa zaidi kutokana na nguvu za mionzi yake. Chanzo cha aina zote za nishati zenye kushadidika kama vile nishati ya jua ijayo moja kwa moja kutoka juani, nishati kutoka katika mabaki ya wanyama, nishati ya upepo au nishati ya maji ni jua. Aina zote za nishati zilizotajwa hutoka kwenye mionzi ya jua. Nishati kutoka kwenye jua inaweza kupunguza matumizi ya nishati ya mafuta hivyo kupunguza uchafuzi wa mazingira. Pia, nishati ya jua hupatikana mahali pengi na pia hupatikana bure. Utoaji wa nishati hizi zenye kushadidika ni wa kiasi kisicho na kikomo na kwa ujumla kunaweza kukidhi mahitaji ya ulimwengu mzima. Kwa hiyo, swali la kujiuliza ni kwa nini nishati zenye kushadidika pekee zisitumike kutoa umeme wakati faida zake ni za wazi?

1.3 RASILIMALI YA NISHATI YA JUA

Uwezo wa nishati ni kiasi cha nishati ambacho chanzo cha nishati kinaweza kutoa katika kipindi fulani cha muda. Uwezo wa kinadharia wa nishati zenye kushadidika kwa ujumla ni kubwa sana. Makadirio ya kiwango cha nishati kwa mwaka yanaonyesha kuwa kiwango cha nishati ya mionzi ya jua katika dunia ni sawa na tani za mkaa wa mawe 2×10^{14} kwa sekunde; nishati ya mawimbi inakadiriwa kuwa sawa na tani za mkaa wa mawe 3×10^{9} kwa mwaka na nishati ya joto la ardhini ni sawa na tani za mkaa wa mawe 3×10^{10} kwa mwaka. Kiwango cha mionzi ya jua inayofika katika uso wa dunia ni karibu mara 15,000 tu ya mahitaji ya nishati duniani kwa mwaka. Kwa nyongeza uwezo wa nadharia unapaswa kunyambulisha vyote yaani umuhimu wake kiufundi na kuchumi. Kiwango cha nishati ambayo inaweza kuzalishwa kwa mwaka kwa teknolojia iliyopo ni uwezo wa kiufundi, ambayo kubwa zaidi kuliko uwezo wa uchumi kwa vile haikufikia kiwango cha kukubalika kiuchumi.

Watu wengi huamini kuwa nishati kutoka kwenye jua haina kikomo. Hii inatokana na wingi wake ikilinganishwa na kiwango cha nishati ambayo tunaitumia katika sayari ya dunia. Tuangalie baadhi ya vipimo vya jua. Kipenyo cha jua ni kikubwa mara 10^{9} ya kipenyo cha dunia. Uzito wa jua ni mara 330,000 zaidi ya ule wa dunia. Kupotea kwa uzito wa jua kwa sekunde kutokana na mabadiliko ya kikemikali ya muunganiko wa

hidrojeni ni tani milioni 4 kwa sekunde. Mionzi ya jua ni matokeo ya mpambano wa fusheni ya hidrojeni kutengeneza helimu. Kwa ufupi inaweza kuonyeshwa kama ifuatavyo:

H + H He + Nishati

Kwa kuwa viwango vya hidrojeni vinapimika, nishati ya jua pia ina kikomo. Kwa hakika imekadiriwa kuwa itadumu kwa miaka bilioni tano ijayo. Wataalamu wanatueleza kwamba kwa sasa jua limeshapita nusu ya muda wake wa maisha. Jua ni kitu kitoacho mionzi kwenye nyuzi joto 6000^0C. Pamoja na kuona kwamba nishati ya jua si ya kushadidika, tunapenda kuiita ya kushadidika kwa sababu ya kipindi chake kikubwa cha kuishi pamoja na ukubwa wa rasilimali yake ukilinganishwa na mahitaji ya dunia. Dunia huzunguka jua katika mzunguko wa duara. Mhimili wa dunia umeinama nyuzi 23.5 kutoka Kaskazini. Jua hutoa nishati ambayo ni chanzo cha uhai wa viumbe vyote, pia ni chanzo cha aina zote za nishati yaani nishati zitokanazo na mafuta, pia nishati zenye kushadidika. Tofauti huwa ni kwenye nishati ya joto la ardhini ambayo chanzo chake ni migongano ndani ya kiini cha dunia.

Nishati ya jua inaweza pia kutumika moja kwa moja. Pia, inafikiriwa kuwa inaweza kuwa chanzo mbadala cha nishati duniani kwa sababu mgao wake haupungui. Kutokana na matumizi yake, njia kuu mbili hutumika kwa ajili ya nishati ya jua.

(i) ***Matumizi ya Joto la Jua***: Kibadilishi cha joto hubadili mionzi ya jua kuwa nishati ya joto. Nishati hii yaweza kutumika kuchemshia maji, kuleta joto majumbani au kutoa umeme kwa kutumia mitambo maalumu. Matumizi ya nishati ya jua katika majengo ambayo huhusisha upashaji hewa joto na kupoza pia inajumuishwa katika kundi hili.

(ii) ***Matumizi ya Umeme wa Jua***: Nishati ya mionzi ya jua hutumika moja kwa moja kwa kubadilishwa kuwa umeme.

Katika matumizi ya moja kwa moja ya nishati ya jua inafaa kujua pia matumizi ya nishati ya umeme kemikali itokanayo na mionzi ya jua ambayo pia hubadilishwa kuwa nishati ya kemikali na baada ya hapo kuwa umeme. Matumizi yasiyo ya moja kwa moja ya nishati ya jua hufanyika kwa kutumia pampu ambazo hutoa joto lililopo kwenye hewa, ardhi au bahari.

Dunia hupokea kiwango kidogo tu cha nishati kutoka kwenye jua lililoko umbali wa kilometa bilioni 150. Kwa mfano nishati ya jua inayofika kwenye uso wa dunia katika nchi ya Ujerumani inaweza kutosheleza mahitaji ya nchi hiyo kwa karibu mara 80. Jua ni chanzo kikuu cha injini ya mgao wa nishati duniani kwa kiwango kikubwa mno.

Uzito wa jua ni mara 333,000 ya uzito wa dunia. Kipenyo cha jua kinafikia ukubwa mara 10^9 wa kipenyo cha dunia. Jotoridi katika sura ya jua ni nyuzijoto 5,8000 na katikati yake ni nyuzijoto milioni 15-20. Kutokana na muungano wa hidrojeni kama ilivyoonyeshwa awali Heliumu hutengenezwa. Katika badiliko hili la kemikali ambalo ni la aina ya kinuklia, kiasi kikubwa sana cha nishati hutengenezwa. Katika kila sekunde karibu tani milioni 400 za hidrojeni hutumika. Jua hupoteza uzito wake kwa kunururisha nishati yake angani. Pamoja na kuwa badiliko hili ni la kinuklia, ni muhimu kuzingatia kuwa kuna kikomo japokuwa mwisho wake uko mbali sana katika siku zijazo.

Mionzi ya jumla ya dunia ambayo ni mionzi yote katika uso wa dunia inahusisha mionzi ya moja kwa moja ya jua na mionzi ifyonzwayo na anga. Mionzi hii hubadilika katika vipindi vyote vya mwaka na pia hubadilika baina ya eneo kutokana na latitudo ya mahali panapohusika. Mionzi ya dunia katikati ya Bara la Ulaya wakati wa kiangazi siku moja iliyo na jua ni kati ya Wati 600 hadi 1000 kwa meta za mraba. Katika maeneo yanayozunguka mstari wa Ikweta, nishati hii huwa kubwa zaidi. Nguvu ya mionzi ya jua hutegemea sana mkao wa dunia na hasa inategemea idadi ya saa za jua kwa siku katika mahali panapohusika.

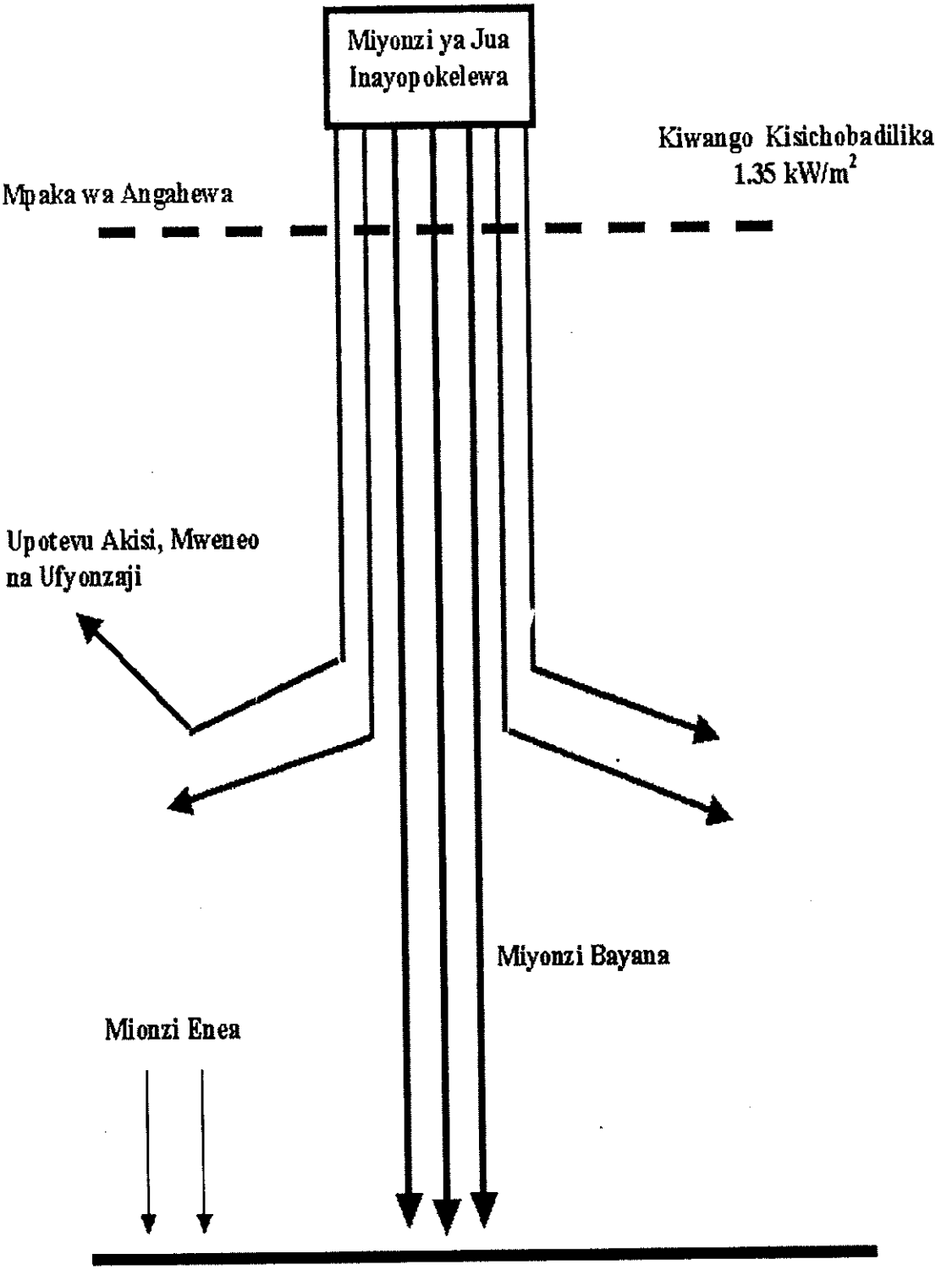
1.4 MIONZI YA JUA NA KANUNI ZAKE

Kwa kazi zake zote za vitendo jua laweza kudhaniwa kuwa ni gesi joto yenye jotoridi la nyuzijoto 6000. Jotoridi hili huwekwa katika kiwango hicho wakati wote kutokana na mabadiliko ya nuklia wakati atomi za hidrojeni zinaungana kwa heliumu. Jua hutoa mionzi katika pande zote na sehemu ndogo tu ya hii mionzi huifikia dunia. Tunaposanifu au kukadiria ukubwa wa mfuko iliyo ya muhimu zaidi ni takwimu ya nishati ya jua ni lazima kutumia takwimu sahihi. Takwimu iliyo muhimu zaidi ya wastani kwa siku wa iradiasheni ya dunia (yaani jumla ya nishati ya jua ifikayo katika eneo la meta za mraba kwa siku) katika sura mlalo. Mionzi hii ya dunia au jumla ya mionzi ni mjumlisho wa sehemu tatu kama itakavyoelezwa.

1.4.1 Mionzi Bayana

Sehemu hii husafiri katika mstari ulionyooka kutoka kwenye jua hadi kwenye uso wa dunia na husababisha vivuli. Hutegemea zaidi kutanda kwa mawingu na hubadilikabadilika kutoka asilimia 0 hadi asilimia 90 ya mionzi yote kutengemea na hali ya mawingu. Mionzi ya moja kwa moja huja katika msitari mkubwa mnene na inaweza kuelekezwa mahali pamoja kwa kutumia lenzi mbalimbali na vioo. Katika siku za jua kali, karibu mionzi yote huwa ya moja kwa moja.

1.4.2 Mionzi Mtawanyiko



Kielelezo Na. 2: Aina za Mionzi ya Nishati ya Jua

Hii ni mionzi ambayo imeshatawanyika katika mawingu au vumbi ndani ya angahewa. Mawingu na vumbi hufyonza na kutawanya mionzi na kupunguza kiwango cha mionzi inayofika kwenye uso wa dunia. Katika siku za mawingu, hadi asilimia 100 ya mionzi yote ni mionzi mtawanyiko. Kwa pamoja, mionzi ya moja kwa moja na mionzi mtawanyiko huitwa mionzi ya dunia.

1.4.3 Mionzi Akisi

Hii ni mionzi iliyoakisiwa kwenye ardhi na maumbo mengine yanayotuzunguka. Tofauti ya mionzi hii ni muhimu sana kwa sababu baadhi ya mifumo ya nishati ya jua hutumia aina moja au nyingine ya mionzi. Kwa mfano, paneli ya umeme wa jua ama kikusanya mionzi bapa hutumia aina zote za mionzi zilizotajwa. Mifumo mingine kama jiko la jua la reflekta hutumia mionzi ya moja kwa moja tu.

Mbali na hali ya hewa na mawingu sababu nyingine muhimu zinazoathiri mionzi ya dunia ni latitudo ya mahali, majira ya mwaka na muda wa siku. Majira ya mwaka na muda wa siku huathiri urefu wa njia ya jua katika angahewa na hasa mnururisho wa jua. Mnururisho huwa mkubwa wakati jua likiwa wima dhidi ya uso wa paneli. Elimu juu ya njia ya jua katika siku hata siku na majira hata majira pia huhitajika katika uwekaji sawa wa kifaa kinachotumia mionzi ya jua. Jua linapokuwa wima katika siku isiyokuwa na mawingu katika Afrika Mashariki, mionzi ya jua hufika kwa kiasi ya Wati 1,000 kwa meta za mraba.

Spektra ya jua na mwangaza sawia wa jua hufika katika uso wa dunia katika nishati iitwayo mionzi. Mionzi ni mkusanyiko wa milioni nyingi za sehemu kubwa za nishati ziitwazo fotonia. Nishati hii hubadilishwa kirahisi kuwa nishati joto (vitu vikiwekwa juani hupata nishati na kuwa vya moto). Nishati hii inaweza pia kubadilishwa na kuwa nishati ya kemikali (kama vile mimea ifanyavyo fotosinsesi) au inaweza kubadilishwa na kuwa umeme kwa kutumia seli za jua. Kila sehemu moja ya mionzi ya jua au fotonia hubeba kiwango fulani cha nishati. Kutegemeana na kiwango cha nishati kilichobebwa mionzi ya jua huwa katika namna tofautitofauti ikihusisha mionzi ya joto, mionzi ya mwanga au inayoonekana na mionzi ya ultravayoleti (mionzi yenye nishati kubwa). Spektra ya jua huelezea makundi haya yote ya mionzi ya nishati ambayo hufika wakati wote kwenye uso wa dunia kutoka kwenye jua na kubaguliwa kufuatia urefu wa masafa yake. Hata hivyo, seli za jua zinaweza kubadili sehemu tu ya spektra ya jua kuwa umeme. Kwa mfano fotoni kutoka kundi la mionzi ya joto hugonga seli za jua na nishati yake hubadilishwa kuwa joto na siyo umeme. Teknolojia ya umeme wa jua na seli za jua zimeelezwa kirefu katika sura nyingine zinazohusika.

Nishati ya jua hufika kwenye ncha ya angahewa la dunia kwa kiwango kinachokaribia Wati 1350 kwa meta za mraba. Hii haibadiliki katika majira yote ya mwaka na huitwa sawia ya jua. Hata hivyo, si nishati zote hizi zifikazo kwenye uso wa dunia. Angahewa hufyonza na kuakisi sehemu ya kiwango hicho na inapofika kwenye uso wa dunia huwa imepungua kufikia kiwango cha Wati 1,000 kwa meta ya mraba katika nchi za tropiki. Hii ina maana kwamba iwapo jua liko utosini katika eneo la Afrika Mashariki, mionzi ya jua hufika katika kasi ya karibu Wati 1000 kwa meta ya mraba. Nchi zilizopo katika latitudo za mbali zaidi Kaskazini na Kusini hupokea kiwango kidogo cha mionzi ikilinganishwa na nchi zilizo karibu na Ikweta. Kutoa hisia za ukubwa wa nishati hii, iwapo nishati yote iangukayo katika meta moja ya mraba saa sita kamili mchana ingebadilishwa kuwa umeme bila nyingine kupotea ingeweza kutosheleza kuendesha jiko dogo la umeme. Mionzi ituayo katika uso wa dunia siku zenye mawingu hupunguzwa kwa thelathi moja au zaidi ukilinganisha na kiasi kituacho siku zenye mwanga. Kwa hiyo, ni lazima kuhakikisha kuwa mifumo ya nishati ya jua inatoa nguvu ya kutosha hata katika miezi yenye mawingu kwa wakati mwingi au mifumo yenye kutumia kiwango cha wastani cha nishati kidogo katika siku zenye mawingu.

1.5 TAKWIMU ZA NISHATI YA JUA

Sehemu hii inaonyesha njia tofauti ambazo takwimu za nishati ya jua huonyeshwa. Maelezo ya istilahi zilizotumika pia yametolewa.

1.5.1 Iradiensi ya Jua

Hii inaelezwa kuwa mionzi ya jua ambayo kwa hakika hugonga uso wa dunia au ni nguvu katika uso wa dunia kwa eneo la meta moja ya mraba kutoka kwenye jua. Hii hupimwa katika Wati au kiloWati kwa meta ya mraba (W/m^2). Iwapo moduli ya jua imeelekea jua (yaani kama moduli iko mkabala na miale ya jua) iradiensi itakuwa kubwa zaidi kuliko kama moduli iko katika pembe kubwa kutoka kwenye jua. Asubuhi na alasiri kiwango kidogo cha nguvu hupokelewa kwa sababu sura tambarare siyo pembe nzuri kutoka kwenye jua na kwa sababu kuna nguvu kidogo katika mionzi ya jua. Mchana kiwango cha nguvu ni kikubwa zaidi. Iradiensi ya jua huelezewa katika Wati kwa meta ya mraba (W/m^2).

Kiasi halisi cha nguvu ifikayo kwenye uso wa dunia katika muda fulani hubadilika kufuatia mawingu yanayopita na wingi wa vumbi katika angahewa. Mwelekeo ambao mionzi ya jua hugonga sura ya dunia huitwa pembe ya kuingilia ya jua. Kadiri pembe ya kuingilia inavyokuwa karibu na nyuzi 90, ndivyo kiwango kikubwa zaidi cha nishati hufika katika sura ya dunia. Kama moduli ya jua ikigeuzwa kuelekea usawa wa jua kwa siku nzima nguvu inayokusanywa au kubadilishwa huongezeka. Tendo hili huitwa "mfuatizo."

1.5.2 Insolesheni

Insolesheni ni kipimo cha nishati ya jua inayopokelewa na eneo fulani kwa muda fulani, kwa kawaida saa moja au siku moja. Hii hupatikana kwa mwingiliano wa iradiensi katika kipindi fulani. Iradiensi pia inaweza kuwa kutoka chanzo chochote na hupimwa katika kWh/m^2 kwa siku au kwa saa. Kwa kujua kiwango cha insolesheni katika eneo fulani tunaweza kujua ukubwa wa kikusanya mionzi kinachohitajika. Eneo lenye kiwango kidogo cha insolesheni litahitaji kikusanya mionzi kikubwa kuliko eneo lenye kiwango kikubwa cha insolesheni. Kwa kuzingatia ramani ya jua ya eneo lako unaweza kukadiria ukubwa wa kikusanya mionzi kinachohitajika.

Thamani za insolesheni kwa kawaida huelezewa katika kWh/m^2/siku. Hiki ni kiasi cha nishati ya jua kinachogonga meta moja ya mraba ya sura ya dunia katika siku moja. Hata hivyo, thamani hii huwa ni wastani kutokana na tofauti zilizopo katika urefu wa siku. Kuna vipimo mbalimbali ambavyo hutumika katika dunia nzima. Mabadilisho yake kufuatia vipimo mbalimbali ni kWh/m^2/siku = 317.1 Btu/ft^2/siku = 3.6MJ/m^2/siku. Mabadilisho ya nishati isiyochambuliwa ni 1 kWh = 3412 Btu = 3.6 MJ = 859.8 kcal. Katika eneo la Afrika Mashariki vituo vya hali ya hewa hupima insolesheni katika kipimo cha "Langley" kwa siku (yaani kalori kwa sentimeta za mraba kwa siku). Kubadili "langleys" kwa saa kuu za jua zidisha langleys kwa 0.0116. Kwa mfano langley 430 ni karibu sawa na saa 5 za jua kali.

1.5.3 Matumizi ya Rekodi za Hali ya Hewa

Rekodi zilizotunzwa kwenye vituo vya hali ya hewa zikitumiwa zinawezesha kukadiria kiasi cha nishati ya jua iliyopo katika eneo fulani. Taarifa hii inaweza kutunzwa katika Kituo chenyewe au katika makao makuu kwenye Ofisi za Wakala wa Hali ya Hewa wa Serikali. Taarifa itumiwayo zaidi ni wastani wa insolosheni kwa siku kwa mwezi, lakini wastani wa siku wa saa za jua kwa mwezi unaweza kutumika iwapo ule wa kwanza haupo. Vituo vingi vya hali ya hewa hutunza rekodi za wastani wa siku wa insolesheni kwa mwezi pia saa za jua kwa siku.

Maeneo mengi katika Afrika ya Mashariki hupokea karibu saa tatu mpaka saba za jua kali kwa siku. Kiasi halisi cha insolesheni hutengemea eneo na majira ya mwaka. Ni vigumu kukadiria kwa uhakika idadi ya saa za jua kali ambazo eneo fulani litapokea katika siku fulani. Hata hivyo, kwa muda wa mwezi inawezekana kukisia insolesheni. Kama kulikuwa na hali ya jua kali katika mwezi Desemba uliopita pia mwezi Desemba uliotangualia kabla ya huo, ingewezekana kukisia kuwa kutakuwa na jua kali mwezi wa Desemba mwaka huu. Takwimu za hali ya hewa hutoa mwelekeo wa jumla wa mgawanyo wa nishati ya jua kwa mwaka katika eneo fulani na pia wastani wa siku wa saa za jua kwa mwezi. Iwapo rekodi za insolesheni hazipatikani katika kituo cha hali ya hewa,

basi unaweza kuangalia wastani wa siku za saa za jua kwa mwezi (ambazo siyo sawa na saa za jua kali). Hii hupima idadi ya saa za kila siku iwapo mawingu hayatalikinga jua. Saa za jua zinaweza kugeuzwa kwa kukadiriwa katika kilo Wati - saa kwa meta ya mraba (au saa za jua). Iwapo hakuna rekodi za insolesheni, basi insolesheni inaweza kukadiriwa pasipo makini kutoka katika siku za mwezi kwa kutumia Jedwali Namba 1. Katika mwezi wenye jua kali karibu na Ikweta, kwa mfano, inaweza kuwa kati ya saa 6 mpaka 7 ya jua kali kwa siku.

Jedwali Namba 1: Makadirio ya Thamani za Saa za Jua

Hali ya Hewa	**Wastani wa Saa za Mwangaza kwa Siku**	**Makadirio ya Saa za jua Kali**
Mawingu siku nzima	saa 4 au chini	saa 4.5 au chini
Saa 3-4 ya mawingu	saa 4-6	saa 4.5 – 5.5
Saa 1-3 ya mawingu	saa 6-8	saa .5.5 - 6.0
Siku isiyokuwa na mawingu kabisa	saa 8 au zaidi	saa 6.0 au zaidi

Mbali na njia ya jua, mwelekeo wa kukusanya mionzi, mnururisho wa mwanga wa jua ni muhimu. Ramani za jua hutoa takwimu zisizo sahihi sana za iradiensi ya jua katika dunia yote. Makadirio ya awali yanaweza kufanywa kwa kutumia ramani hizi. Hata hivyo, ramani hizi hazitoshelezi katika kufanya upembuzi yakinifu wa kina kutokana na mabadiliko yaliyopo. Utando wa mawingu karibu, mkusanyiko mkubwa wa maji, ukungu au uchafuzi wa angahewa unaweza kupunguza mnururisho wa jua wakati uakisi wa mwanga katika mawingu mengi unaweza kuongeza mnururisho kufikia hali ya juu zaidi kuliko hali ambazo anga halina mawingu. Takwimu nzuri hutokana na vipimo vya kwenye mahali mfumo unapofungwa kwa kipindi kirefu, yaani miaka mingi, kwa sababu takwimu hizi huhusisha mabadiliko ya hali ya hewa na majira mabaya ya hali ya hewa.

Katika nchi za SADC jumla za mionzi ya dunia ipo katika mtandao wa vituo vya kupimia. Nchi nyingi za SADC zipo kati ya latitudo 8 na 30 Kusini na hupokea kwa wastani iradiensi za dunia kati ya 15 hadi 23 MJ /m^2 kwa siku. Mionzi ni kidogo zaidi ya wastani kati ya mwezi Juni hadi Agosti na huwa mingi zaidi mwezi Septemba hadi Novemba ikiwa ni muda mfupi kabla ya majira ya mvua kuanza. Kiwango kikubwa cha mabadiliko ya mwezi hutokea zaidi katika nchi za Kusini (Botswana, Swaziland, Lesotho na Afrika Kusini).

1.6 UPIMAJI WA MIONZI YA JUA

Iwapo programu ya upimaji wa mionzi ya jua itahitajika kufanyika, inabidi kujua anayehitaji anapendelea takwimu ya mionzi mtawanyiko, mionzi ya moja kwa moja au mionzi ya dunia. Hii hutegemea aina ya matumizi yaliyolengwa. Wakati paneli za umeme wa jua, kikusanya mionzi bapa na vikaushi vya jua vinatumia mionzi ya dunia, vikusanyi vinavyoelekeza mionzi katika sehemu nyingine hutumia mionzi ya moja kwa moja.

1.6.1 Pairamomita

Vifaa vinavyopima mionzi ya dunia huitwa pairamomita. Pairamomita itumikayo zaidi ni ya aina ya "Eppley." Kitambuzi hutengenezwa kutoka themokapo hadi kuwa themopaili kimefunikwa na kioo ambacho huruhusu mwanga wenye urefu wa masafa kati ya nanomita 285 hadi 2800 (ikiwa ni sehemu ya spektra ya jua). Kwa matumizi ya hali ya hewa pironometa huwekwa na kikaguzi kilicho katika hali ya ulalo ili kuweza kupima mionzi ya dunia katika uso mlalo. Iwapo kivuli kitawekwa kwenye pairamomita kiasi kwamba mionzi ya moja kwa moja inakuwa imezuiwa isifike kwenye kikaguzi basi ni mionzi mtawanyiko tu inayoweza kupimwa. Iwapo pairamomita nyingine itatumika kupima mionzi ya dunia, inayowezekana kukokotoa mionzi ya moja kwa moja kama tofauti mionzi ya dunia na mionzi mtawanyiko. Pairamomita zilizo rahisi zinazotumia seli za umeme wa jua sasa zinapatikana kibiashara. Pamoja na gharama ndogo pia zina faida ya kutoa majibu ya haraka na uwezekano wa kujumuisha nishati yote iliyopokelewa. Hasara zake ni kwamba majibu ya spektra siyo sahihi sana.

1.6.2 Paheliomita

Paheliomita hupima mionzi ijayo kutoka sehemu ndogo ya anga na inaweza kutumika kwa kupima mionzi ya moja kwa moja. Ina vitu vifuatavyo: bomba refu na kitambuzi kwenye upande mmoja, upande mwingine huelekea jua. Kuta zenye rangi ya giza za bomba lake hufyonza mionzi akisi isifikie kikaguzi. Kifaa hiki kwa ujumla ni ghali sana na vituo vingi vidogo vya hali ya hewa mara kwa mara huwa na mita za saa za mwangaza, ambazo hupima jumla ya saa ambazo jua linaweza kuonekana katika siku moja. Vipimo hivi vinaweza kupatikana kwa kutumia rekoda ya jua ya Compbell-Stokes ambayo huwa na tufe la kioo lenye urefu wa karibu sentimeta 10. Hili huelekeza mwanga wa jua katika kipande cha karatasi nyeti. Urefu wa karatasi utakaounguzwa na mionzi ya jua hutumika kupata saa za jua. Kiwango cha chini ambacho kipimo hiki kinaweza kufanya kazi ni 200w/m^2. Kuna milingano kwa ajili ya kubadilisha data kutoka saa za jua na mionzi ya dunia kwa siku.

Mwanga wa jua huwa na rangi nyingi za kwenye spektra, mionzi ikiwa na asilimia kadhaa iliyopo kati ya 300nm na 3000nm. Japokuwa hutosheleza kwa baadhi ya matumizi kujua kiasi cha nishati, matumizi mengine huwa kwenye milolongo wa kuantam (kama vile seli za umeme wa jua) pia huhitaji data katika mtawanyiko wa spektra. Mtawanyiko wa spektra unaweza kupimwa kwa kutumia pairanomita ya kawaida na mtiririko wa vichujamionzi.

Vifaa vitumikavyo hurekebishwa kwa kutumia viwango vya kimataifa kwa vipindi vya miaka mitano. Tunaponyambulisha data za mionzi ya jua ni lazima kuwa makini kuchunguza yafuatayo :-

(i) Iwapo data zinarejea vipimo vinavyochukuliwa kwa muda fulani au wastani wa thamani baada ya majira fulani ya muda (yaani saa ya siku)
(ii) Muda wa upimaji (asubuhi, mchana n.k.)
(iii) Iwapo vipimo ni mionzi enea au jumla ya mionzi
(iv) Mahali, mlalo na mwinamo wa sura ipokeayo
(v) Tofauti ya hali ya hewa kati ya eneo linalohusika na kituo cha kupimia, hasa kwenye maeneo ya milima.
(vi) Iwapo data kutoka katika kituo cha jirani zimetumika basi masahihisho fulani yanaweza kuhitajika.

Katika latitudo za tropiki matatizo maalumu hujitokeza katika matunzo na kuweka vigezo kwa vifaa vya kupima mionzi. Tahadhari maalumu ni lazima zichukuliwe kulinda uharibifu wa haraka kwenye kitambuzi (sensa) kutokana na mabadiliko makubwa katika jotoridi la mazingira, unyevu na vumbi.

SURA YA PILI

MAENDELEO YA NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA TANZANIA

2.1 TEKNOLOJIA SAILI KWA MATUMIZI YA NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA

2.1.1 Utangulizi

Inakadiriwa kuwa asilimia 91 ya nishati yote inayotumika Tanzania ni ile itokanayo na kuni. Asilimia 9 zinazobaki zimegawanywa kama ifuatavyo: mazao ya mafuta ni asilimia 8 na inayobakia ni kutoka kwenye umeme wa maji na joto ambayo ni asilimia 1. Kiasi kidogo tu kisichohesabika hutokana na vyanzo vya nishati zenye kushadidika. Kwa sasa ni asilimia 10 tu ya idadi ya watu hutumia umeme, na katika sehemu za vijijini ambako asilimia 90 ya Watanzania huishi. Watumiaji kidogo kuliko asilimia 1. Kwa hiyo, kuna pengo kubwa katika Tanzania kati ya mahitaji na nguvu ya nishati kwa nyanja zote za matumizi yaani majumbani, mashambani, viwandani, usafirishaji na katika sekta za huduma na biashara.

Changamoto inayofanyika katika miaka ijayo ni kwa namna gani nzuri, tunaweza kufanikisha upatikanaji wa ugani wa nishati kwa gharama nafuu, kwa ajili ya kaya, viwanda, kilimo na shughuli za kibiashara na huduma kwa nchi nzima.

Programu zenye kuhusisha uzalishaji mkubwa wa umeme kibiashara hasa kutoka kwenye vyanzo vya maji na joto zimekuwa zikifanyika katika kiwango kinachoridhisha Tanzania. Pia, jitihada za kuendeleza mkaa wa mawe na gesi nchini zimekuwa zikiendelea tangu miongo miwili iliyopita. Hata hivyo, sekta ya nishati zenye kushadidika haijafanyiwa kazi kwa kiwango kama kilichotajwa pamoja na kwamba kuna vyanzo vingi vya nishati ambavyo ni nguvu ya maji, nishati ya mimea, upepo, joto la volkeno, nguvu ya mawimbi na mkondo wa bahari. Sababu kubwa ni kwamba kundi la awali lilipokea msaada wa kutosha kutoka serikalini na mashirika makubwa ya maendeleo ukilinganisha na makundi ya sasa.

Sehemu hii inaonyesha teknolojia mbalimbali za nishati zenye kushadidika ambazo zinafaa kwa maendeleo na matumizi Tanzania na ambazo zitasaidia katika kutoa mwelekeo wa nishati endelevu kwa waliowengi katika jamii ambao hivi sasa hawapati mgao wa nishati za kutosha. Katika mitazamo mingi iliyoonyeshwa katika mada hii kuna jitihada zinazofanywa na taasisi mbalimbali nchini Tanzania lakini bado zipo katika hatua za maombi au utungwaji. Kuna tumaini kwamba mada hii itatoa mchango mzuri kwa watu na taasisi mbalimbali ambazo zina hamu ya kuunga mkono jitihada zinazoendelea ili kuendeleza teknolojia ya nishati zenye kushadidika Tanzania.

2.1. Mifumo Midogo ya Nguvu za Maji

2.1.2.1 Nguvu ya Umeme

Mifumo midogo ya nguvu za maji inaweza kutoa umeme kwa mamilioni ya watu vijijini. Tofauti na teknolojia nyingine za nishati zenye kushadidika, vifaa vinavyotumika katika mifumo midogo ya nguvu za maji vinaweza kutegemewa kirahisi hapa nchini kwa kutumia rasilimali ambazo zinapatikana. Vilevile wananchi wanaweza kumudu mpangilio wake mzuri kiufundi na kwa gharama nafuu.

Kuna aina mbalimbali za magurudumu ya ukubwa wa chini na wa kati yaliyopo kwenye soko duniani. Mengi kama siyo yote yaliyofungwa hapa Tanzania yameagizwa kutoka nje ya nchi. Kwa hiyo, ni muhimu sana kujenga uwezo wa wananchi katika minajili ya elimu za ufundi, utengenezaji na uunganishaji wa vifaa vya chuma na masuala ya utawala. Hii itaendeleza uwezo mkubwa wa kuhawilisha na kufundisha teknolojia kwa upana nchini.

2.1.2.2 Nguvu ya Makanika

Mifumo midogo ya nguvumaji inaweza pia kutumika kutoa nguvu ya kuendesha mitambo ya kimakanika kwa mamilioni ya watu wa vijinini hapa Tanzania. Mifumo hii na sehemu zake inaweza pia kutengenezwa kirahisi hapa nchini. Inatoa nguvu ya shafti na kwa mpangilio mzuri watu wa vijijini wanaweza kumudu kuinunua mifumo hiyo.

Kuna matumizi ya nguvu ndogo ya maji yaliyofanikiwa sana ambayo hutoa nguvu shafti kwa ajili ya usindikaji chakula hasa usagaji wa nafaka. Mingi ya mifumo hii huingizwa kutoka nchi za nje. Mradi uliolengwa katika matumizi haya ni kuendeleza uwezo wa wananchi katika Tanzania kutengeneza, kufunga, kuendesha na kutunza hiyo mifumo.

2.1.2.3 Kusukuma Maji

Kuna mito mingi inayotiririka nchini kwetu Tanzania. Kwa kutumia mifumo mizuri inayoendeshwa na maji viwango vidogo vya maji vinaweza kusukumwa ili kugawa maji kwenye jamii zinazoishi karibu na mito kwa ajili ya matumizi ya nyumbani na umwagiliaji. Pampu inayoendeshwa na maji inaweza kusukuma maji katika mwinuko mrefu. Mashine hizi zinaweza kutengenezwa kwa kutumia vifaa na rasilimali nyingine zilizopo hapa nchini.

Pampu zinazoendeshwa kwa mkondo wa maji kwa ajili ya umwagiliaji ni muhimu sana kwa wakulima waishio jirani na mabonde ya mito ambao hawajaweza kufanya matumizi bora ya maji ya mto.

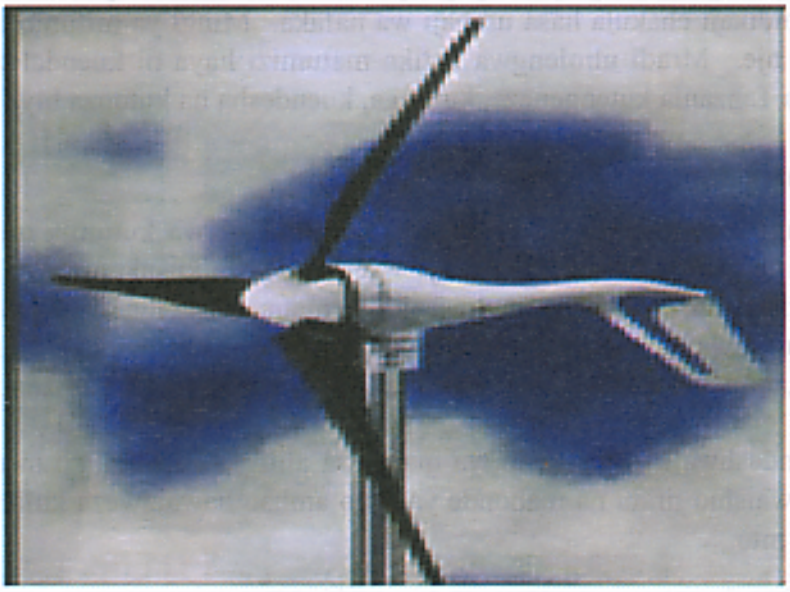
2.1.3 Mifumo ya Nishati ya Upepo

2.1.3.1 Nguvu ya Umeme

Nishati ya upepo inaweza kutumika kutoa vyanzo mbadala kwa ajili ya nishati ya umeme kwa maeneo ya vijinini, hususan maeneo yaliyo mbali na gridi ya taifa ambapo gridi haitegemewi kufika hivi karibuni.

Utafiti wa soko la teknolojia ya nishati ya upepo uliofanywa mwaka 1991 na SADC / ETSF unaonyesha kwamba karibu asilimi 10 ya watu wa vijinini wangeweza kumudu mifumo ya magurudumu madogo ya upepo yanayozalisha mkondo mnyofu kwa ajili ya redio, TV na vifaa vingine vidogo vya umeme. Ni kiasi kidogo tu cha miradi ya uzalishaji wa umeme wa upepo kipo katika Tanzania. Mingi katika hii inaaminiwa kutokufanya kazi kabisa kwa sababu ya kukosa matengenezo.

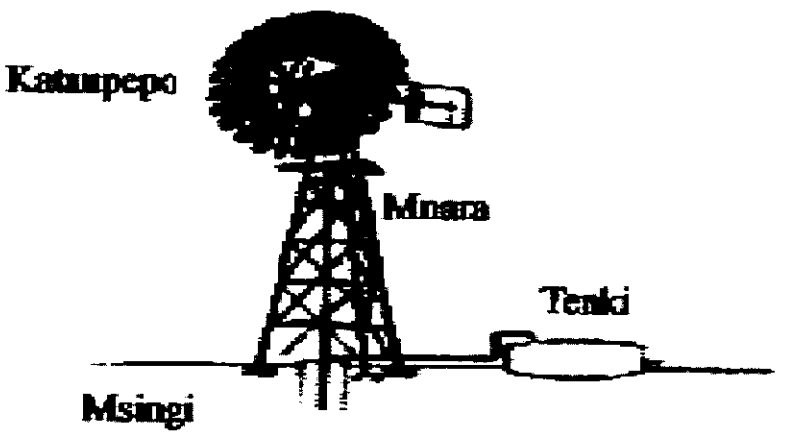
Teknolojia ya uzalishaji umeme kwa kutumia magurudumu madogo inaweza kupatikana kwa kuendeleza au kuiga miundo mizuri ya magurudumu ya upepo kutoka kwa watengenezaji wengine wa sehemu mbalimbali hapa nchini, uungaji wa magurudumu ya upepo na kufanya majaribio muhimu; kuelekeza kwa vitendo na uhawilishaji wa utengenezaji, kufunga, kuendesha na kutunza magurudumu ya upepo. Haya yote yanatakiwa kuwahusisha kibiashara watengenezaji wenyeji wazuri.



Kielelezo Na. 3: Kataupepo ya Kinu cha Kuzalisha Umeme

2.1.3.2 Kusukuma Maji

Nishati ya upepo inaweza kutumika kutoa vyanzo mbadala vya nguvu kwa ajili ya kusukuma maji kwa ajili ya matumizi ya nyumbani, umwagiliaji na ufugaji. Kwa kuzingatia upatikanaji wa pampu za upepo, hali inakuwa tofauti kidogo ikilinganishwa na ile ya kutoa umeme, kwa maana hii huhitaji mtaji mkubwa kutumika kwa jamii inayozunguka chanzo au kwa mfumo wa ujamaa. Hata hivyo, kuna uthibitisho kwamba mahitaji ya pampu za upepo yapo. Data zilizopo zinaonyesha kwamba hadi asilimia 40 ya windimili za kusukuma maji zilizofungwa zimeharibika. Karibu pampu zote za upepo zilizofungwa ziliingizwa kutoka nchi za nje.



Kielelezo Na. 4: Kinu cha Upepo cha Kusukuma Maji

Baadhi ya vigezo vilivyotajwa kuwa chanzo cha kufanya vibaya kwa miradi hii ya pampu za upepo ni kama ifuatavyo:

(a) Ughali na miundo mibaya ya pampu za upepo
(b) Kukosekana kwa mafunzo kwa wananchi wanaoshiriki katika uendeshaji
(c) Kukosekana kwa huduma ya matengenezo na vipuri

Ili kukabiliana na vigezo hivi na kufikia ugavi endelevu wa teknolojia ya pampu za upepo ni vyema kujenga uwezo kwa watengezaji, wafugaji na watunzaji wa ndani wa mifumo ya kusukuma maji kwa upepo.

2.1.4 Matumizi Mapya na Yaliyoboreshwa ya Nishati ya Mimea na Wanyama

Uzani wa nishati ya Tanzania umetawaliwa na nishati itokanayo na mimea hasa kuni na mkaa ambazo ni vyanzo vikuu vya nishati kwa sehemu zote za mijini na vijijini. Umuhimu wa mabaki ya kilimo ni mkubwa sana. Kuna uwezekano wa kutumia teknolojia mpya zinazoweza kubadili mabaki kuwa aina fulani ya nishati ambayo ni nzuri kuitumia.

Teknolojia zinazowezekana kutumika ni pamoja na:

(i) Uzalishaji wa gesi kutokana na mabaki ya mimea kwa kutumia joto
(ii) Uzalishaji wa biodizeli kutoka kwenye mafuta ya mimea
(iii) Uzalishaji wa alkoholi kutoka katika mazao ya kilimo
(iv) Uzalishaji wa biogesi kutoka katika mabaki ya wanyama na kilimo.

Nishati ya biogesi ina umuhimu kwa ugavi wa nishati kwa matumizi ya nyumbani nchini. Tayari kuna mitambo ya biogesi ambayo iliendelezwa na inatumika. Baadhi ya mitambo ya biogesi inayotumika imelenga katika muundo usiobadilika ujazo wa nyumbani. Hivi karibuni mtambo wa bomba la plastiki (TPBP) yaani *Tubular Plastic Biogas Plant* ulitengenezwa. Muundo huu ni rahisi na wenye gharama nafuu. Hata hivyo, matizo kubwa linalozuia utumiaji wa mitambo hii kwa wingi ni upatikanaji karatasi za plastiki zinazofaa hapa nchini. Vilevile, kwa sasa mtambo huo umeonekana kuwa na udhaifu mwingi ikiwa ni pamoja na uwezo mdogo wa kutoa gesi ukilinganishwa na mahitaji ya kupikia ya familia halisi ya Kitanzania, pia haudumu kwa muda mrefu. Kuna mahitaji makubwa ya maendeleo ya mtambo wa biogesi ambao ni sahihi na wenye gharama ndogo.

2.1.5 Teknolojia ya Nishati ya Jua

2.1.5.1 Joto la Jua

(a) Upashaji Maji Moto

Vipasha maji moto vya nishati ya jua vimekuwa vikitumika nchini Tanzania kwa miaka mingi, lakini kwa kiwango kidogo sana. Hali ya hewa ya joto kali katika sehemu nyingi za nchi pamoja na kipato kidogo cha wengi wa watumiaji watarajiwa wa teknolojia hii, vikilinganishwa na bei halisi ya kununua vifaa hivi, vimechangia kusababisha hali hii ya matumizi madogo ya vipasha maji moto vya nishati ya jua. Hata hivyo, vipasha maji moto vya nishati ya jua vina nafasi kubwa ya kuweza kutumika katika Tanzania hususan kwa ajili ya kuzuia kuenea kwa magonjwa yanayoambukizwa kupitia katika maji na kutoa maji moto katika sehemu mbalimbali za nchi zenye hali ya hewa ya baridi.

Vingi vya vipasha maji moto vya nishati ya jua ambavyo vipo nchini Tanzania, viko katika makazi ya familia, hospitali, hoteli na vituo vya jamii. Vingi ya hivi vilinunuliwa kutoka

nje ya nchi. Kuna watengenezaji wachache wa vipasha maji moto vya nishati ya jua nchini Tanzania. Watafiti wa Chuo Kikuu cha Dar es Salaam, walibuni kipasha joto cha jua ambacho kinajumuisha kikusanya mionzi na tangi la maji moto kama sehemu moja. Hiki kina faida ya bei nafuu na urahisi wa utengenezaji, ikilinganishwa na vipasha joto vya kawaida ambavyo sehemu hizi mbili huwa zimetengana. Utendaji kiufundi wa kipashajoto cha awali ni wa chini kidogo ikilinganishwa na kipashajoto kilichoelezewa baadaye. Kuna makampuni yaliyomo nchini Tanzania yanayouza vipasha maji moto vya nishati ya jua vilivyotengenezwa nje ya nchi. Vilevile, kuna makampuni ya Tanzania ambayo yanatengeneza na kuuza vifaa hivyo kibiashara.

(b) Upishi

Matumizi halisi ya nishati ya jua kwa kupikia yameanza nchini Tanzania siku za karibuni. Jiko la jua la aina ya kisanduku lilijulikana kwa miaka mingi kidogo lakini uhamasishaji wa matumizi yake haukufanikiwa. Baadhi ya majiko yaliletwa kutoka nje ya nchi, lakini kuna ambayo pia yalibuniwa na hutengenezwa nchini Tanzania.

Upikaji kwa kutumia nishati ya jua umekuwa maarufu nchini Tanzania katika miaka mitano iliyopita, hususan katika mikoa ya kati ya nchi ambayo ina ukame na ambapo nishati zitokanazo na miti hazipatikani kabisa katika baadhi ya maeneo. Jiko akisi ambalo lilibuniwa Ujerumani na ambalo mabati ya aluminiumu yanayotumika kuakisi mionzi huagizwa kutoka Ujerumani, limepata umaarufu mkubwa na limeonekana kukidhi hali halisi ya humu nchini. Jiko hilo ambalo lina miundo miwili inayotofautiana, ijulikanayo kama SK12 na SK14, limesambazwa kwa mafanikio katika Wilaya ya Mpwapwa mkoani Dodoma na Mkoa wa Arusha.

Jiko akisi la nishati ya jua, ambalo linatumia vioo na ambalo lilibuniwa na asasi za utafiti za hapa nchini chini ya ufadhili wa Tume ya Sayansi na Teknolojia (COSTECH), limeonekana kuwa bora sana kiufundi na pia kifedha. Ufanisi wake ni mkubwa kuliko ule wa majiko yanayotumia mabati ya aluminium yanayotoka Ujerumani, na bei zake hazitofaultiani sana.

(c) Ukaushaji

Mazao mengi ya kilimo huhitaji kukaushwa ili kupata ubora unaohitajika kwa matumizi yake maalumu au ubora wa kutunzwa. Matumizi ya teknolojia rahisi na sahihi ya kukaushia katika nchi zinazoendelea yanahitajika. Miundo tofautitofauti ya vikaushi ipo nchini, taarifa muhimu juu ya vikaushi hivyo hazipo kwa sasa. Inahitajika kufanya utafiti wa ufahamu kwa ajili ya teknolojia za kukausha zilizopo na umahiri wake katika kukausha aina mbalimbali za mazao ya chakula. Utafiti huo pia utaonyesha matatizo yaliyopo katika vikaushi hivi na ikiwezekana kuonyesha maeneo yanayohitaji kuboreshwa na upatikanaji wa miundo mipya au iliyoboreshwa ya vikaushi.

(d) Matumizi ya Taasisi na Viwandani

Hivi sasa, matumizi ya nishati joto la jua nchini Tanzania ni kama yapo tu kwenye uchemshaji wa maji na ni mifumo midogo: kukausha na kupikia kwa ajili ya familia.

Kwa kuanzia na uzoefu uliopatikana katika mifumo midogo ya kuchemsha maji, vikaushi na majiko ya jua, inawezekana kubuni mifumo mikubwa zaidi kwa ajili ya matumizi ya viwandani na taasisi mbalimbali. Hata hivyo, kuna tofauti muhimu zilizopo kati ya mifumo joto ya jua kwa matumizi ya nyumbani na matumizi ya viwandani na kwenye taasisi. Mifumo kwa ajili ya nyumbani imesanifiwa kwa ajili ya uzalishaji kwa wingi, gharama ndogo na uendeshaji rahisi. Tofauti na hivyo kila mfumo kwa ajili ya matumizi ya viwanda au taasisi ni lazima utengenezwe kwa ajili ya lengo fulani na uwezo wa kifedha. Matumizi ya joto la jua kwa ajili ya viwanda na taasisi kwa ujumla ni magumu zaidi kuliko matumizi ya nyumbani. Wakati mwingine huhitaji msaada wa mafuta ya viwandani.

Kinachohitajika hapa ni kuendeleza mifumo inayoonekana kuwa mizuri. Hii ni pamoja na mifumo ya ukaushaji (tumbaku, chai, kahawa, mimea, samaki au nyama), joto la kusindikia kwenye viwanda vya vinywaji, majiko makubwa ya jua kwa ajili ya taasisi kama vile shule, hospitali, kambi n.k.

Matanuru ya kuokea kwa waokaji, kukaushia chumvi, kuhifadhi maziwa kwa baridi kwenye vituo vya kukusanyia maziwa, maji moto kwa ajili ya taasisi mbalimbali (hoteli, vyuo, kambi, hospitali), viwanda vya ngozi, kuhifadhi kwa baridi (samaki, nyama, dawa za hospitali) na matumizi mbalimbali ya hospitali.

2.1.5.2 Umeme wa Jua

Teknolojia ya umeme wa jua imeonyesha umuhimu mkubwa katika kukidhi mahitaji ya nishati ya watu nchini Tanzania hasa maeneo mbalimbali ambapo umeme wa gridi haupo. Tayari kuna matumizi makubwa ya umeme wa jua. Uzoefu unaonyesha kuwa kuna masomo mengi tayari ambayo yanaweza kuleta faida katika juhudi zinazoendelea za uenezaji teknolojia katika hali ya juu. Masomo hayo ni lazima yazingatiwe na wahusika wote ili kuwezesha uenezaji endelevu wa teknolojia. Baadhi ya matumizi halisi ya umeme wa jua hapa Tanzania ni upozaji, mfumo wa kusukuma maji, mifumo ya ugavi wa nguvu kwa ajili ya mwanga, kuendesha vifaa mbalimbali na matumizi mengine.

Katika mifumo hii yote, vifaa vyake huagizwa kutoka nje ya nchi hasa Ulaya na Amerika na kwa hivi sasa Afrika Kusini na Asia ya Mashariki ikiwa ni pamoja na Japani. Uzoefu katika nchi nyingine za Afrika pamoja na nchi jirani ya Kenya, umeonyesha kwamba

mwanga na betri. Pia, uungaji wa moduli za umeme wa jua unaweza kufanyika humu nchini. Jukumu lililopo sasa ni kuendeleza uwezo wa wananchi kutengeneza na kuunganisha sehemu hizo.

2.2. JITIHADA ZA KUENDELEZA NISHATI ZENYE KUSHADIDIKA NCHINI TANZANIA

Mambo mbalimbali yanayohusu teknolojia ya matumizi ya nishati ya jua kwa njia ya umeme yameelezwa kwa kina kuanzia sura ya tatu. Maelezo yaliyotangulia yameonyesha kwamba kuna umuhimu mkubwa wa kuendeleza teknolojia zinazotumia vyanzo vya nishati zenye kushadidika. Sehemu nyingi za mitambo inayotumia teknolojia hii zinaweza kutengenezwa hapa Tanzania. Kwa kutumia mtandao mzuri wa taasisi uliopo Tanzania, kuna umuhimu mkubwa wa kuendeleza uwezo wa wananchi wa kutengeneza, kufunga na kutunza mifumo hiyo. Kuna jitihada ambazo tayari zimeshaanza kuendeleza uwezo huo. Inashauriwa kwamba katika siku zijazo, msaada kwa ajili ya maendeleo ya nishati zenye kushadidika nchini ni sharti ulenge katika kujenga uwezo wa wananchi wa kuendeleza, kutengeneza, kufunga na kutunza mifumo ya nishati zenye kushadidika.

Sehemu hii, inaelezea baadhi ya jitihada ambazo ni za kitaifa zinazofanyika au kupewa kipaumbele katika kuendeleza nishati zenye kushadidika. Jitihada hizo zinafanywa na taasisi zinazoongoza katika kusimamia, kuwezesha na kuhamasisha matumizi ya nishati zenye kushadidika Tanzania. Taasisi hizo ni Wizara ya Madini na Nishati, Tume ya Taifa ya Sayansi na Teknolojia (COSTECH), Chuo cha Teknolojia na Uhandisi (pCET) cha Chuo Kikuu cha Dar es Salaam, Chama cha Nishati ya Jua Tanzania (TASEA), Shirika la Mazingira na Nishati Asili Tanzania (TaTEDO), na Asasi ya Maendeleo Endelevu Kupitia Nishati Zenye Kushadidika Tanzania (SUDERETA). Jitihada hizo ni kama zifuatavyo:

(a) Sera ya Taifa ya nishati zenye kushadidika (marudio ya sera ya nishati 1992 inasubiri kupitishwa na Baraza la Mawaziri).

(b) Miradi inayohusiana na nishati ya mimea (kwa msaada wa Benki ya Dunia mwaka 1988 hadi 1992).

(c) Nishati ya upepo (mradi wa atlasi ya upepo wa DANIDA/TANESCO utachangia kutengeneza ramani ya rasilimali ya nishati ya upepo nchini).

(d) Mradi wa Nishati ya Jua wa Chama cha Ushirikiano baina ya Ujerumani na Zanzibar (Utengenezaji na usambazaji wa taa za mezani za Solux; mafunzo yateknolojia ya nishati ya jua shuleni, kwa walimu, watendaji wengine na usambazaji wa mitambo ya nishati ya jua ya majumbani).

(e) Nishati ya jua (miradi iliyofadhiliwa na UNESCO huko Umbiji, Zanzibar na Mangaka, Mtwara).

(f) Mradi mdogo wa maji uliofadhiliwa na SIDA na Benki ya Dunia katika Wilaya za Songea na Kasulu (mradi wa WINO).

(g) Mradi wa UNDP katika kuondoa vikwazo katika kuendeleza soko la umeme wa jua nchini Tanzania.

(h) Mradi wa SIDA kuhusu umeme wa jua.

(i) Mradi wa Benki ya Dunia uliopangwa katika kuchochea mabadiliko vijijini (ERT).

(j) Mradi uliopendekezwa na utakaofadhiliwa na UNEP, Kundi la Maendeleo ya Nishati ya Jua na Benki ya Triodos katika kujenga mitandao endelevu ya usambazaji kibiashara wa mifumo ya umeme wa jua kwa matumizi ya nyumbani Afrika Mashariki.

(k) Miradi inayofadhiliwa na Serikali katika nishati ya mimea.

(l) Mafunzo juu ya uzalishaji na uhamasishaji wa matumizi ya majiko bora wa COSTECH na TaTEDO.

(m) Kituo cha Nishati Vijijini (COSTECH, TaTEDO na Chuo cha Ustawi wa Jamii cha Taifa vimechaguliwa kuunda kituo cha kuendeleza nishati endelevu vijijini katika nchi za SADC).

(n) Mafunzo ya teknolojia ya nishati yanayoendeshwa na COSTECH

(o) Mradi uliopendekezwa na utakaofadhiliwa na SIDA/SAREC kwa ajili ya uendelezaji na matumizi ya teknolojia ya nishati ya upepo wa Chuo Kikuu cha Dar es Salaam.

(p) Miradi ya nishati itokanayo na mimea katika Chuo Kitarajiwa cha Uhandisi na Teknolojia, Chuo Kikuu cha Dar es Salaam. Nishati hizi ni pamoja na gesi itokanayo na mabaki ya mimea kwa ajili ya uzalishaji wa umeme ambayo ni nzuri kiufanisi, kimazingira na uzalishaji wa nishati za kumiminika kutokana na mimea kwa ajili ya maeneo ya vijijini.

(q) Mradi wa uendelezaji wa nishati vijijini katika Afrika unaotekelezwa kwa ushirikiano baina ya UNEP, UCCFF, ETCO pamoja na TaTEDO kama asasi wakilishi katika Taifa.

(r) Mradi wa kuwezesha upatikanaji wa nishati endelevu (EASE) unaoratibiwa na TaTEDO kwa kushirikiana na ETC ya Uholanzi.

(s) Mradi wa TaTEDO wa usambazaji kwa wingi (kibiashara) wa majiko bora na oveni.

(t) Usambazaji wa jumla wa paneli na sehemu zake unaofanywa na kampuni ya "Umeme wa Jua Limited".

(u) Chama cha Nishati ya Jua Tanzania (TASEA). Hii ni asasi isiyo ya Kiserikali na ya ngazi ya Taifa ya wadau wote wa nishati zenye kushadidika. Zitokanazo na jua.

(v) Asasi ya Maendeleo Endelevu Kupitia Nishati zenye Kushadidika Tanzania (SUDERETA) lililopo chini ya Kanisa la Kiinjili la Kilutheri Tanzania.

2.3 MAKAMPUNI, MASHIRIKA NA ASASI ZINAZOJISHUGHULISHA NA NISHATI YA JUA

Kuna mashirika mengine mengi yanayojishughulisha na nishati zenye kushadidika hasa nishati ya jua nchini Tanzania. Baadhi ya hayo yametajwa katika jedwali lililopo katika kiambatanisho. Hali halisi inaonyesha kuwa idadi ya makampuni na asasi hasa zile zinazoshughulika na nishati ya jua inaongezeka kwa kasi kubwa.

SURA YA TATU

MATUMIZI YA NISHATI YA JUA

3.1 UTANGULIZI

Matumizi ya nishati ya jua yanaweza kugawanywa katika makundi makuu mawili ambayo ni nishati ya joto la jua na umeme wa jua. Matumizi ya nishati ya joto la jua, nayo yamegawanyika katika makundi makuu mawili ambayo ni matumizi ya kwenye majengo na matumizi ya vifaa.

(a) Matumizi ya kwenye Majengo

Katika matumizi ya kwenye majengo, nishati ya joto la jua hutumika kupasha joto au kupoza majengo kwa kutumia njia mbalimbali za usanifu wa majengo.

(b) Matumizi ya Vifaa

Nishati ya joto la jua inakusanywa na kutumika kwa njia ya vifaa na mitambo mbalimbali. Vifaa hivyo ni vikusanya mionzi, vipasha joto, vikaushio, majiko, majokofu, viyoyozi na kadhalika.

3.2 VIKUSANYA MIONZI

Kanuni inayowezesha mionzi ya jua kubadilishwa kuwa joto ni kwamba mionzi inayoingiza juu umbo lisilong'aa inabadilishwa kuwa joto. Rangi ya umbo siyo lazima iwe nyeusi. Kitu muhimu kinachowezesha ubadilishaji kwa nishati ya mionzi kuwa joto ni sifa ya maunzi yanayohusika ya kunyonya mionzi. Hata hivyo, ni kweli kuwa rangi nyeusi ni moja ya sifa zinazowezesha unyonyaji mzuri wa mionzi.

Ili kuweza kutumia joto lililopo kwenye umbo lililonyonya mionzi ya jua maada ambazo zina sifa ya kumiminika kama vile maji, hewa na kadhalika kupitishwa juu au ndani ya umbo linalohusika. Maada hizo huchukua joto ambalo limekusanywa, wakati wowote linapohitajika. Kuna aina tatu za vikusanya mionzi nazo ni kikusanya mionzi bapa, tubu isiyokuwa na hewa na reflekta.

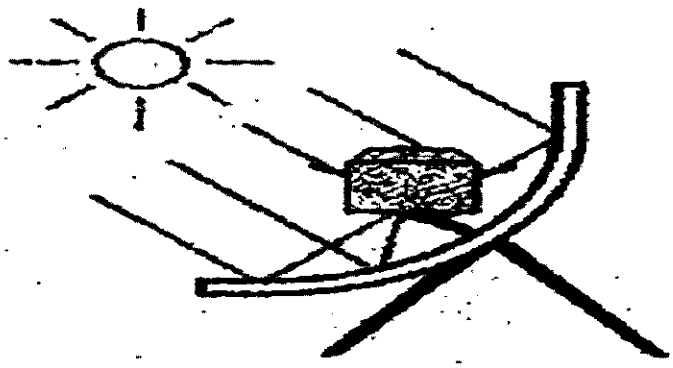
3.2.1 Kikusanya Mionzi Bapa

Hili ni namna ya sanduku ambalo ndani yake huwekwa bati lililopakwa rangi yenye sifa ya kunyonya mionzi. Juu yake linakuwa limefunikwa na ubao unaopitisha mwanga. Kwa kawaida, kioo hutumia kama mfuniko. Sanduku hili linakuwa limefunikwa pembeni na chini, kwa kutumia maunzi yenye sifa ya kutoruhusu joto kupita. Vilevile, sanduku

hili huwa na sifa ya kutoruhusu maji au hewa kupita. Maji au maada nyingine yoyote inayotumika kuhamisha joto hupitishwa ndani ya mabomba yanayogusana na bati linalobadili mionzi kuwa joto. Wakati kimiminiko kinapopita kwenye mabomba huwa kinapashwa joto ambalo limekusanywa kutoka katika mionzi ya jua. Kibadili mionzi bapa kina sifa ndogo zaidi ya kukusanya mionzi kuliko aina nyingine zilizotajwa hapo awali, yaani tubu zisizo na hewa na reflekta. Hata hivyo, aina hii ya kukusanya mionzi bapa ndiyo bado inatumika kwa wingi zaidi katika nchi nyingi.

3.2.2 Kiakisi Mionzi

Hizi kwa kawaida huwa na umbo la parabola ambalo lina uso wenye sifa ya kuakisi mwanga kama vile rangi inayong'aa au kioo. Uso huu unaong'aa hutumika kuakisi mionzi iliyokusanywa kutoka katika eneo kubwa, kwenda kwenye eneo dogo, hivyo kuongeza ukali wa joto. Katika mfumo huu mionzi hukusanyika kwenye chombo ambacho huitwa kipokezi, na ambacho ndani yake mna mfumo unaotumika kuhamisha joto. Aina hii ya kikusanya mionzi kina utendaji hafifu na uhakika wake ni wa wasiwasi ukilinganisha na kikusanya joto bapa. Hata hivyo, kina faida ya kuwezesha nyuzijoto kubwa zaidi kupatikana.



Kielelezo Na.5: Kiakisi Mionzi cha Muundo wa Parabola

3.2.3 Tubu Zisizo na Hewa

Hizi zinakuwa tubu mbili sambamba, moja ikiwa ndani ya nyingine na zote zikiwa na mhimili mmoja. Tubu ya nje inapitisha mwanga na kwa kawaida kioo ndicho huwa kinatumika. Tubu ya ndani inakuwa ni ya aina ya metali na ndani yake hupita kimiminiko kinachokusanya joto la jua. Sehemu ya kati, yaani ndani ya tubu ya nje na tubu ya ndani inakuwa haina hewa, ili kupunguza upotevu wa joto. Mfumo huo wa tubu mbili, huwekwa juu ya kikusanya mionzi parabola ambacho huelekeza mionzi yote inayogonga kwanye parabola, kwenye mstari wa tubu hizo. Kutokana na kiwango kikubwa cha

nishati kinachokusanywa kwenye eneo kubwa la parabola na kuakisiwa kwenye eneo dogo la tubu, na upotevu mdogo wa joto unaowezeshwa na hali ya kutokuwa na hewa, vikusanya mionzi vya aina hii huweza kufikia joto la juu sana. Kutokana na sifa hii, vikusanya mionzi vya aina hii hutumia vimiminiko maalumu kama mafuta, ambavyo huchemka katika nyuzijoto kubwa kuliko maji na hivyo kuwa na uwezo mkubwa zaidi wa kuchukua nishati ya joto katika nyuzijoto la juu.

3.3 KUFUATA MWELEKEO WA JUA

Hii inasaidia kuongeza kiwango cha nishati inayoingia kwenye kikusanya mionzi. Hii inatokana na ukweli kwamba dunia wakati wote iko kwenye mzunguko (usiku na mchana na misimu ya mwaka). Kikusanya mionzi kinapokea kiasi kikubwa zaidi cha mionzi iwapo inaingia kwenye kikusanya mionzi katika mwelekeo sawia (pembemraba au nyuzi 90°). Kwa kutumia mfumo maalumu, unaowezesha kikusanya mionzi kuzunguka inawezekana kufuatilia mwelekeo wa jua ili wakati wote mionzi iwe inaingia katika mwelekeo sawia.

3.4 UHIFADHI WA NISHATI

Jua wakati wote huwa linawaka mchana, hasa katika nchi zilizoko kwenye tropiki. Inawezekana kuhifadhi joto au umeme utokanao na nishati ya jua ili viweze kutumika wakati ambapo mionzi ya jua haipo. Njia maarufu inayotumika kuhifadhi joto la jua ni kupitisha hewa ya joto kwenye madini ambayo yana sifa ya kuhifadhi joto au kupasha joto mafuta. Njia nyingine ni kwa kutumia barafu kwa majokofu. Nishati ya umeme wa jua huhifadhiwa katika betri. Betri ya gari yaweza kutumika, lakini kuna betri maalumu zinazotumika kuhifadhi nishati ya umeme wa jua.

3.5 MATUMIZI YA NISHATI YA JOTO LA JUA

Baadhi ya njia na vifaa vinavyotumika kuvuna nishati ya joto la jua vinaelezwa kwa ufupi katika sehemu hii.

3.5.1 Vipasha Joto Maji vya Jua

Vipasha joto maji vinavyoendeshwa kwa nishati ya jua hutumia zaidi vikusanya mionzi bapa. Ingawaje vikusanya mionzi huweza kutumika kwenye mifumo ya viyoyozi, majokofu na kupasha joto hewa ndani ya nyumba; matumizi ya kupasha joto maji kwa ajili ya matumizi mbalimbali ya nyumbani na kwenye taasisi ndiyo yanayotumika kwa kiasi kikubwa zaidi. Kuna aina mbalimbali za mifumo ya kupasha maji joto kwa kutumia nishati ya jua. Uchaguzi kuhusu aina ya mfumo unategemea mahitaji maalumu ya

mtumiaji. Iwapo msomaji atahitaji kufahamu zaidi kuhusu mifumo hii, anashauriwa kupata maelezo zaidi kutoka katika vitabu vivavyohusika.



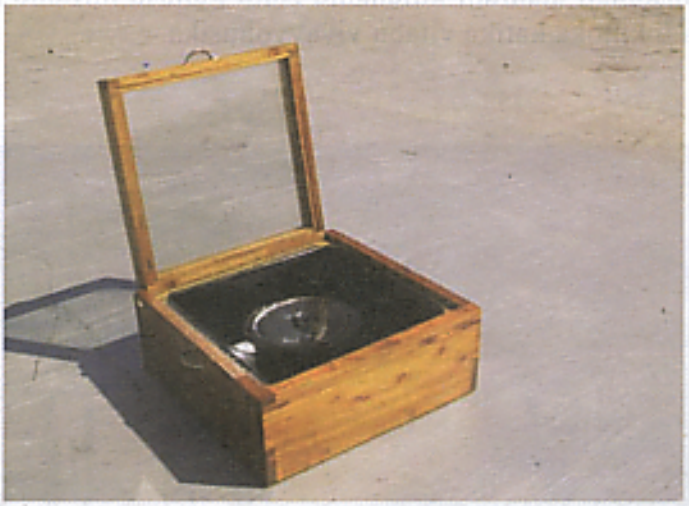
Kielelezo Na. 6: Mfumo wa Vipasha Joto vya Jua

3.5.2 Majiko ya Jua

Kuna njia mbili za msingi za kukusanya nishati ya mionzi ya jua kwa ajili ya kupikia. Njia hizo ni kwa kutumia jiko la kisanduku na jiko la kiakisi mionzi.

3.5.2.1 Jiko la Kisanduku/Boksi

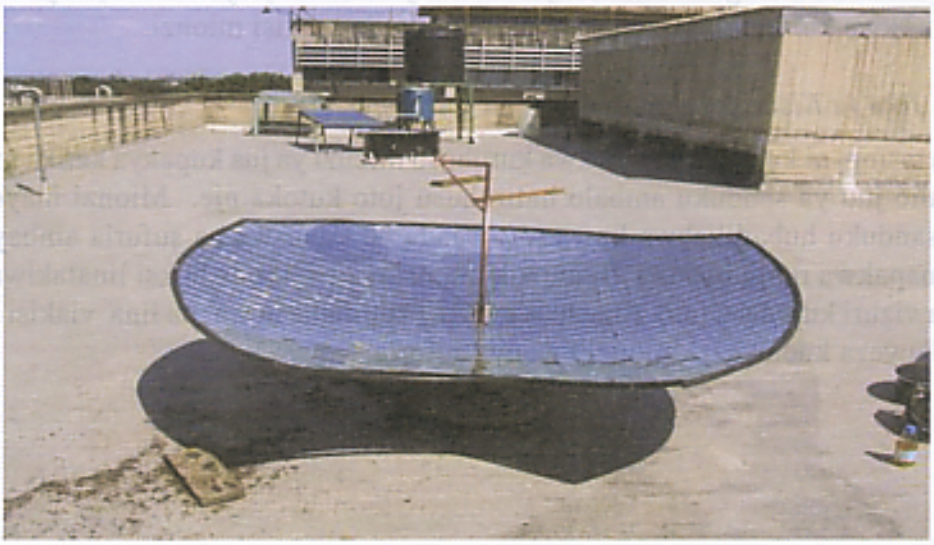
Kanuni ya msingi ni kukusanya joto kwa kuruhusu mionzi ya jua kupenya katika mfuniko wa kioo ulio juu ya sanduku ambalo haliruhusu joto kutoka nje. Mionzi inayopenya ndani ya sanduku hubadilishwa kuwa joto baada ya kunaswa na sufuria ambayo kwa kawaida inapakwa rangi nyeusi. Ili kupata ufanisi mzuri jiko la boksi linatakiwa kuwa limezuiwa vizuri kupoteza joto, limezuiwa vizuri kupitisha hewa, na lina viakisi mionzi vizuri ili kuweza kuelekeza mionzi kwenye sufuria.



Kielelezo Na.7: Jiko la Kisanduku la Jua

3.5.2.2 Jiko Akisi

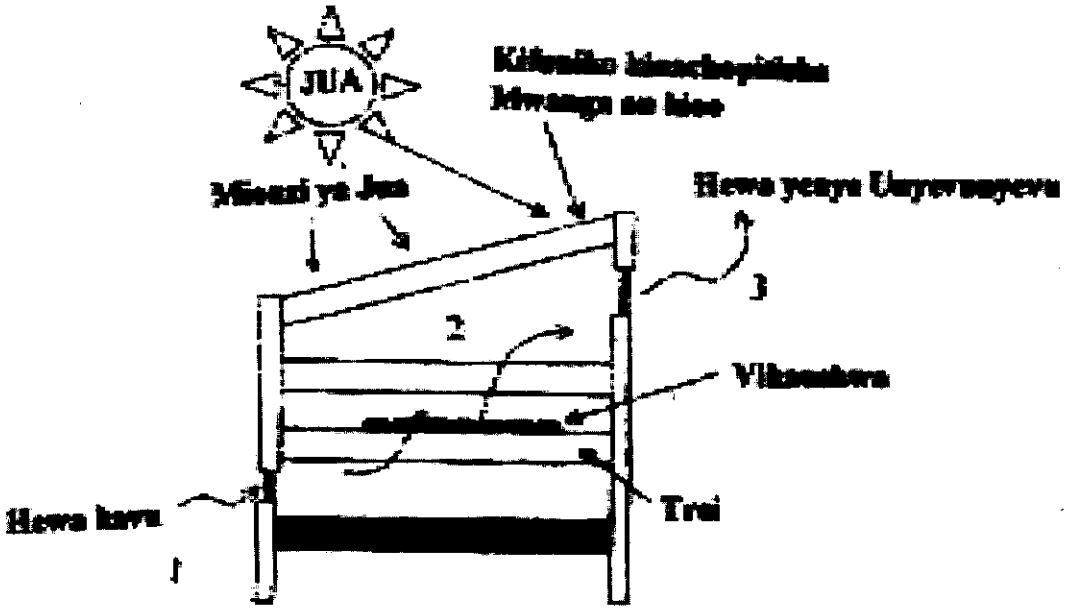
Jiko la aina hii hutumia kiakisi mionzi kukusanya mionzi na kuielekeza kwenye sehemu moja na ndogo kuliko ile mionzi ilikotoka. Hii inaongeza ukali wa mionzi na nishati ya joto inayozalishwa. Kwa kutumia njia hii na uakisi mionzi usahihi, inawezekana kupata ukuzaji wa joto la nishati mpaka mara 100 na kufikia nyuzijoto 420° zinaweza kupatikana kwa kutumia jiko la aina hii. Hata hivyo, utendaji wa majiko hutofautiana kwa kulingana na jinsi ambavyo joto limetengenezwa.



Kielelezo Na.8: Jinsi Jiko Akisi la Jua Linalotumia Vioo

3.5.3 Vikaushio vya Jua

Zaidi ya matumizi ya jua kwa kukaushia tunayoyafanya kila siku bila kutumia vifaa maalumu, kuna aina mbalimbali za vikaushio ambavyo hutumia nishati ya jua. Vikaushio vya jua vinatokana na uboreshaji wa njia za asili za kukaushia kwa kutumia nishati ya jua. Nishati ya jua hukusanywa ndani ya chombo kilichobuniwa vizuri ambacho kinaruhusu hewa kuzunguka vizuri ili kuondoa unyevu ndani ya kikaushio. Njia hii inawezesha ukaushaji kufanyika katika jotoridi la juu kuliko kwa njia za asili, na kwa haraka zaidi. Pia, njia hii inawezesha ukaushaji kufanyika katika hali nzuri zaidi. Vilevile, kwa kutumia njia hii ni rahisi kudhibiti ukaushaji na kuweza kupata bidhaa bora zaidi.



Kielelezo Na. 9: Kikaushio cha Jua Kinavyofanya Kazi

Sehemu muhimu za msingi za kikaushio cha jua ni :

(a) Mfuniko unaopitisha mwanga
(b) Uso unaofyonza mionzi ambao umepakwa rangi nyeusi
(c) Tabaka linalozuia upotevu wa joto, chini na pembeni
(d) Sehemu ya kuingizia na kutolea hewa na mlango ili kuweza kudhibiti kiasi cha hewa.

Kuna miundo mbalimbali ya vikaushio ambayo ni :

(a) Vikaushio vya moja kwa moja
(b) Vikaushio visivyo vya moja kwa moja
(c) Vikaushio mchanganyiko.

3.5.4 Matumizi Mengine

Kuna matumizi mengine kama yale ya viyoyozi, majokofu na mifumo mingine ambayo hutumia nishati ya joto la jua iliyotengenezwa /iliyobadilishwa kwenye kikusanya mionzi ambacho ndiyo sehemu muhimu kwa somo hili.

3.6 MATUMIZI YA NISHATI YA UMEME WA JUA

Nishati ya umeme wa jua inaweza kutumika kama chanzo cha nguvu iwapo viwango vidogo vya nishati vinahitajika hasa kwenye maeneo ya mbali na yasiyo kwenye gridi. Mlolongo wa matumizi ni mpana sana. Baadhi ya matumizi ambayo yanafaa zaidi katika kanda zote za Mashariki na Kusini mwa Afrika yameelezewa kwa ufupi.

3.6.1 Matumizi ya Taa Majumbani

Kwa kigezo cha idadi ya mifumo iliyofungwa, kwa sasa matumizi makubwa ya umeme wa jua ni yale yanayohusu taa, kukiwa na maelfu ya mitambo iliyofungwa dunia nzima. Mifumo hii inatumika hasa kutoa mwanga kwa ajili ya matumizi ya nyumbani au asasi kama vile shule, vituo vya afya, taa za ulinzi, taa za mitaani na taa za kwenye njia za ardhini. Kwa maeneo yasiyo na umeme wa gridi njia zinazotumika kutoa mwanga ni kuni, mishumaa, taa za mafuta (vibatari na taa za chemni), karabai, jenereta za dizeli na betri za magari.

Vibatari na mishumaa vina matatizo ya kutoa mwanga hafifu na pia vina hatari ya moto. Hata hivyo, vina bei ndogo. Kwa upande mwingine vina gharama kubwa ya uendeshaji na havina ufanisi mzuri. Ikilinganishwa kwa vigezo vya uzuri, usalama na uangavu. Mwanga wa umeme kwa ujumla unakubalika zaidi. Matumizi ya taa za floresenti badala ya taa za filamenti ni muhimu kwa ajili ya matumizi madogo ya nishati ya umeme. Kiwango cha mwanga na ufanisi kwa nguvu wa aina tofauti za taa zimeelezwa kwa ufupi katika Jedwali Namba 2.



Kielelezo Na. 10: Taa ya Mezani Inayotumia Nishati ya Umeme wa Jua

Jedwali Namba 2: Uwezo na Ufanisi wa Aina Mbalimbali za Taa

Aina ya mwanga	Chanzo cha nguvu	Uangavu (Lemen)	Ufanisi (Lumen/W)	Umeme wa Jua
Mshumaa	Nta	1	0.01	Hapana
Taa ya chemli	Mafuta ya taa	10	0.1	Hapana
Karabai	Mafuta ya taa	100	0.2	Hapana
Taa ya mafuta	Mafuta ya taa	1000	1	Hapana
Taa ya gesi	Butene	1000	1	Hapana
Taa ya filamenti 3W	Betri kavu	10	3	Hapana
Taa ya filamenti 40W	Umeme	400	10	Hapana
Taa ya floresenti 15W	Umeme	600	40	Ndiyo
Taa ya floresenti 20W	Umeme	1000	50	Ndiyo
Taa ya zebaki 80W	Umeme	3200	40	Ndiyo

Kuna mifumo mitatu ya utoaji wa nguvu iliyozoeleka kwa ajili ya utoaji mwanga kutokana na umeme. Ili kuweza kuchagua katika hiyo mifumo mitatu inahitajika kuelewa faida na hasara zilizopo kwa kila mfumo. Faida na hasara zake, utoaji mwanga kwa kutumia jenereta ya dizeli, betri na umeme wa jua vimefupishwa katika Jedwali Namba 3. Ili visimalize nguvu ya betri kwa haraka, vifaa ni lazima viwe na ufanisi mzuri katika matumizi ya nishati. Wakati wa kuchagua vifaa kwa ajili ya taa, inabidi kuangalia maelezo ya watengenezaji ili kupata mtambo wenye matumizi madogo ya nguvu. Kwa mfano televisheni za zamani za Watti 100 ni za kuepuka na badala yake mitambo yenye ufanisi wa Watti 13-15 inatakiwa kuchaguliwa. Inabidi kuzingatia kwamba matumizi ya televisheni hutegemea ukubwa wa skrini na kwamba ni ya rangi au la.

Jedwali Namba 3 linatupa matumizi kama kigezo cha uchaguzi wa kifaa gani kitumike nyumbani.

Jedwali Namba 3: Viwango vya Nguvu ya Umeme vya Vifaa vya Majumbani

Kifaa(muda wa matumizi kwa siku	**Nguvu (W)**	**Nishati kwa Siku (Wh)**	**Maelezo**
Cherehani (saa 2)	80	50	Mota inafanya kazi katika asilimia 25 ya muda
Televisheni ya rangi ya inchi 14 (saa 2)	80	160	
Televisheni isiyokuwa na rangi inchi 12	13	26	
Televisheni ya rangi nyeupe inchi 14	33	33	
Televisheni isiyo na rangi inchi 20	60	120	
Redio (saa 3)	3-30	15-90	Uchukuzi wa nguvu hutegemea ujazo wake
Redio kaseti (saa 2)	20-60	40-120	Uchukuzi wa nguvu hutegemea ujazo

Kifaa(muda wa matumizi kwa siku)	Nguvu (W)	Nishati kwa Siku (Wh)	Maelezo
Pasi ndogo (dakika 30)	300	100	
Drili ya umeme (dakika 5)	300	60	
Kompyuta (saa 2)	100-200	200-400	
Feni (bila kusimama)	60	1440	
Pampu ya maji (saa 3	450	1000	
Jokofu (bila kusimama)	300	1500	Mota ya kompresa inafanya kazi kwa asilimia 40 ya muda

Matumizi ya taa za umeme utokanao na nishati ya jua yana faida kubwa yakilinganishwa na matumizi ya vyanzo vingine vya nishati. Faida na hasara zitokanazo na vyanzo mbalimbali vya nishati kwa ajili ya matumizi ya taa zimeonyeshwa katika Jedwali Na. 4.

Jedwali Namba 4: Faida na Hasara za Vyanzo vya Nguvu za Taa za Umeme

Vyanzo	Faida	Hasara
Jenereta za dizeli na petroli	• Zimegawanyika sana katika uendeshaji na utunzaji wake • Gharama nafuu za mtaji • Ni rahisi kufunga • Zinaweza kuunganisha	• Gharama kubwa za dizeli au petroli • Huleta uharibifu wa mazingira kutokana na kelele na kufuka moshi • Gharama kubwa za utunzaji • Zinahitaji upatikanaji wa uhakika wa mafuta vyanzo vya nguvu kwa matumizi ya ziada
Betri za gari	• Gharama ndogo za mtaji • Ni rahisi kufunga • Betri zinapatikana hapa nchini	• Hutegemea zaidi usafirishaji kwenda kwenye kituo cha kuchajia • Gharama kubwa za kuchaji • Maisha mafupi ya betri
Moduli za Umeme wa Jua	• Zinapatikana kirahisi • Mahitaji madogo ya mafunzo • Gharama ndogo za uendeshaji • Zinakaa kwa muda mrefu • Uzuri kwa mazingira	• Huhitaji utaalamu • Maisha mafupi ya betri • Gharama kubwa za mtaji • Betri maalumu huhitajika

3.6.2 Vifaa Vingine vya Nyumbani

Mingi ya mifumo ya nishati ya umeme wa jua hutumika kwa vifaa vidogovidogo na taa. Vitu hivi ni televisheni, redio, kaseti , santuri, cherehani, feni, vifaa vya karakana na kompyuta. Ili kufanya kazi, kifaa lazima kifanye kazi katika volti 12 au 24 kama mfuko umesanifiwa kufanya kazi katika volti 24. Vifaa vitumiavyo volti 12 ndivyo vinavyopatikana zaidi, hususani kwa matumizi ya nyumbani. Hata hivyo, katika nchi nyingine Kusini na Mashariki mwa Afrika inaweza kuwa vigumu kuvipata vifaa hivyo pasipo kuagiza kutoka nje.

3.6.3 Kuhifadhi kwa Baridi

Umeme wa jua kwa ajili ya kuendesha majokofu na vifaa vingine vya hospitali hutumika zaidi maeneo ya vijijini, katika makambi ya chanjo na kwenye zahanati na vituo vya afya vilivoko mbali na umeme wa gridi. Hali hii ni muhimu sana kwani :

(a) Huwezesha chanjo kamili kufanyika vijijini
(b) Huondoa utumiaji wa mafuta
(c) Gharama za ufungaji, uendeshaji na matengenezo ni ndogo zaidi

Majokofu ya umeme wa jua yanaendeshwa kwa misingi iliyo sawa na majokofu yatumiayo mfumo wa kawaida wa umeme, lakini yanaweza kutumia kompresa na motavolti 12 au 24 zinazoendeshwa na umeme nyoofu, badala ya volti 240 za mkondogeu. Kwa kuhusisha kigeuza mkondo inawezekana kutumia jokofu la mkondogeu la volti 240 kwa nguvu ya umeme wa jua. Jokofu la umeme wa jua lina vifaa vifuatavyo: kiwango kikubwa cha uzuizi wa baridi kupotea kutoka katika vyumba vya kutunzia ili kukuza ufanisi wa nishati, mfumo wa betri kwa ajili ya uhifadhi wa umeme, kidhibiti chaji, na kidhibiti cha kompresa. Vyote hivi vinasaidiana kubadili nguvu kutoka kwenye betri kwenda kwenye namna inayohitajika na mota ya kompresa na kuwezesha jokofu kufanya kazi kwa ufanisi. Majokofu mengine yana vyumba tofauti kwa ajili ya kupoza na kugandisha barafu. Majokofu yanayopatikana kwenye soko yana ujazo wa lita 10 hadi 200 za kuhifadhi bidhaa na uwezo wa kugandisha barafu mpaka kilogramu 5 kwa siku.



Kielelezo Na. 11: Jokofu Linaloendeshwa kwa Umeme wa Jua

Ikilinganishwa na majokofu ya mafuta ya taa au majokofu ya gesi, mifumo ya kupozea umeme wa jua ina faida zifuatazo:-

(i) Vifaa vya kutunzia chanjo vilivyoboreshwa
(ii) Gharama ndogo za uendeshaji
(iii) Faida za kiutawala kwenye uhifadhi wa baridi

Mifumo ya kupoza ya umeme wa jua imekuwa ya muhimu kwenye programu za kinga Tanzania kupitia kwenye mradi uitwao "Expanded Programme on Immunisation (EPI)" na programu nyingine katika kupambana na magonjwa yanayoambukiza. Huduma nyingi zinatolewa vijijini na hivyo matumizi ya mifumo ya umeme wa jua ni muhimu. Katika miaka mitano iliyopita angalau majokofu 3000 ya umeme wa jua yamefungwa.

3.6.4 Mifumo ya Kuzuia Kupata Kutu

Ulinzi wa kathodiki ni njia ya kulinda vifaa vya metali visipate kutu. Inatumika katika madaraja, mabomba ya mafuta, majengo, matanki, visima, njia za reli n.k. Ili kuwezesha ulinzi wa kathodiki, kiwango kidogo cha volti (hasi) huwekwa kwenye umbo la chuma ili kukinga oksidesheni na hivyo kupata kutu. Ile ncha nyingine (chanya) ya chanzo inaunganishwa na anodi muhanga ambayo kwa ujumla ni kipande cha chuma ambacho hulika badala ya lile umbo lenyewe. Seli za umeme wa jua hutumika mara kwa mara hasa sehemu za vijijini kutoa volti hii. Kampuni ya Bomba la Mafuta la Tanzania hadi

Zambia (TAZAMA) inatumia umeme wa jua kwa ajili ya uhifadhi kutu kathodiki ili kuzuia kulika kwa mabomba.

3.6.5 Wigo wa Umeme

Wigo wa umeme unatumika sana katika sekta za kilimo na ufugaji kulinda mazao au wanyama ili wasiingie au wasitoke kwenye shamba. Wigo kwa kawaida zina nyaya moja au mbili (hai) zenye (umeme) ambazo zina volti 500 za mkondogeu. Hizi hutoa mishtuko ya umeme yenye maumivu pasipo kudhuru kwa mnyama yeyote anayezigusa. Hizi zinatosha kabisa kulinda kundi lisiusukume wigo kwenda nje. Wigo hizi hutumika pia kwa wanyamapori na usalama. Wigo za umeme zinahitaji volti kubwa lakini mkondo mdogo sana na huwa kwenye maeneo ya mbali ambako gharama za nguvu za umeme ni kubwa. Mahitaji haya yanaweza kufikiwa kwa kutumia mfumo wa umeme wa jua ukihusisha seli za jua, kidhibiti chaji, kigeuza mikondo na betri.

3.6.6 Taa za Barabarani

Mwanga unahitajika mara nyingi katika maeneo ya mbali ambako gharama ya nguvu ni kubwa mno ukifikiria kutumia gridi. Matumizi hayo yanahusisha mwanga kwa ajili ya ulinzi, alama za usafirishaji (kama vile maboya na bikoni), taa za barabarani, alama za reli kukatisha na taa za nyumbani katika maeneo ya vijijini.



Kielelezo Na.12: Taa za Barabarani Zinazotumia Umeme wa Jua

Umeme wa jua ni mzuri kwa matumizi hayo, ijapokuwa betri ya kuhifadhi chaji huhitajika daima katika mifumo hiyo. Mifumo hii kwa kawaida huwa na paneli za umeme wa jua, betri ya kutunzia chaji, kidhibiti chaji na taa ya mkondo mnyoofu ya floresenti ambayo ni ya volti ndogo na ufanisi mkubwa. Mifumo hii ni maarufu sana katika maeneo ya mbali na mijini hasa katika nchi zinazoendelea na inaweza kuwa ni moja kati ya matumizi makubwa ya umeme wa jua kwa siku za baadaye. Hii itasaidia kupunguza matumizi ya umeme upatikanao kutokana na vyanzo vingine vya nishati.

3.6.7 Mawasiliano ya Simu na Mifumo ya Ishara za Usafiri

Umeme wa jua umesaidia kuleta nishati yenye gharama nafuu kwa vituo vya mawasiliano ya simu. Vituo hivi kwa ujumla vina vipokezi, visafirishi na mfumo wa nishati ya umeme wa jua. Maelfu ya mifumo hii imefungwa mahali pengi na ina sifa nzuri katika kudumu, gharama ndogo za uendeshaji na matengenezo.



Kielelezo Na.13: Vifaa Mbalimbali vya Mawasiliano Vinavyotumia Umeme wa Jua

Kanuni zilezile za utendaji wa mifumo hii hutumika kwa redio na seti za televisheni, simu za dharura na mifumo ya ukaguzi ya mbali. Mifumo ya ukaguzi ya mbali inaweza kutumika kukusanyia data za hali ya hewa au taarifa nyingine za mazingira na kwa kusafirisha taarifa bila kuendeshwa na binadamu kupitia redio kwenda mahali

zinapohitajika. Umeme wa jua pia hutumika kuongoza vyombo vya usafiri na usafirishaji hususan katika maeneo yafuatayo :

(i) Sehemu ya reli kukatiza barabara na sehemu za ishara
(ii) Taa za kukwepa vipingamizi
(iii) Maboya na taa za usafiri katika bahari
(iv) Taa za viwanja vya ndege
(v) Taa za barabarani
(vi) Simu za dharura

Katika mifumo ya mawasiliano vijijini matumizi ya umeme wa jua huwa ni kutoa nguvu kwa ajili ya redio, transmita za redio, mawasiliano ya simu zikiwemo za upepo, televisheni za jumuiya, mifumo ya vipaza sauti; chaja za simu za mkononi, na mengine mengi kutegemeana na mahitaji ya jamii. Idadi kubwa ya mifumo imeshafungwa Tanzania na dunia kwa ujumla. Daima imekuwa na mwitiko kutoka kwa watumiaji. Katika maeneo mengi kiwango cha matumizi cha kifaa ya umeme wa jua kilichoundwa vizuri kimezidi matarajio.

3.6.8 Kusukuma Maji

Umeme utokanao na jua huweza kutumika kusukuma maji kwa matumizi mbalimbali. Hivi sasa kuna zaidi ya mashine 10,000 za kusukuma maji (pampu za maji) zinazoendeshwa kwa umeme wa jua ulimwenguni. Mashine hizi zinatumika zaidi mashambani na kwenye vituo kugawa maji kwa wanyama. Katika nchi zinazoendelea zinatumika sana kusukuma maji kutoka kwenye visima na mito kwenda vijijini kwa ajili ya matumizi ya nyumbani, umwagiliaji mazao, na kunywesha mifugo.

Mifumo yenyewe ya umeme wa jua inatoa mkondo unaosukuma mota ya umeme inayoendesha pampu. Maji husukumwa kutoka chini ya ardhi au kwenye mkondo kwenda kwenye tanki la kutunzia ambalo liko katika kimo kirefu, hivyo kuwezesha maji kutiririka kwenda kwa watumiaji bila kuhitaji kusukumwa na mashine. Hakuna kihifadhi nishati ya umeme kinachohitajika katika mifumo hii. Mifumo inayosukumwa ya umeme wa jua ambayo hupatikana kutoka kwa wasambazaji wa zana za kilimo ni teknolojia mbadala yenye gharama nafuu ikilinganishwa na vinu vya upepo kwa ajili ya kusukuma maji katika maeneo ya mbali.



Kilelezo Na.14: Mfumo wa Kusukuma Maji kwa Nguvu ya Umeme wa Jua

3.6.9 Ugavi wa Umeme Maeneo ya Vijijini

Betri za kuhifadhi chaji hutumika sana katika maeneo ya vijijini yaliyoko mbali na mtandao wa gridi kutoa umeme wa volti ndogo kwa ajili ya kuwashia taa, redio, mawasiliano na kwa ajili ya magari. Mfumo wa betri ambao unachajiwa kwa umeme wa jua kwa kawaida unakuwa na moduli ndogo ya umeme wa jua pamoja na kidhibiti chaji. Mifumo hii hutumika kwenye miradi ya kuwekea umeme sehemu za vijijini katika nchi zinazoendelea.

3.6.10 Mifumo ya Kusafisha Maji

Katika maeneo ya mbali na mijini nguvu ya umeme wa jua hutumiwa kuua vijidudu au kusafishia maji ya kunywa. Moduli za umeme wa jua hutumika kuongezea nguvu mwanga na utravioleti unaoweza kutumiwa kuulia vijidudu katika maji ya kunywa. Hii inaweza kutumiwa kwa pamoja na mfumo wa kusukuma maji unaotumia pampu ya umeme wa jua. Kuondoa chumvi kutoka katika maji kunaweza kufanikishwa kwa kutumia mfumo wa osmosisi unaoendeshwa na nguvu ya mwanga wa jua. Hii inatumika zaidi katika maeneo yenye ukame kutoa maji safi kutoka kwenye visima.

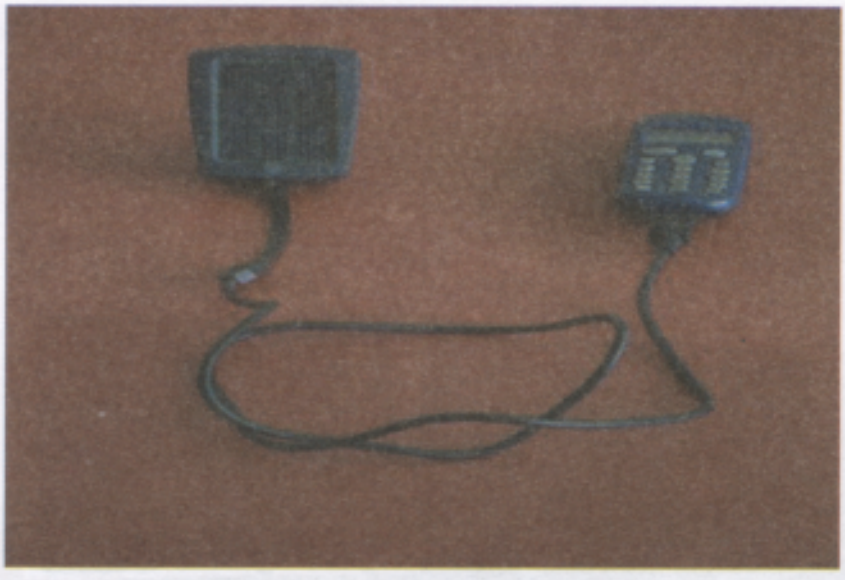
3.6.11 Usafirishaji na Uchukuzi

Gari inayoendeshwa na umeme wa jua (iliyofanana na magari maarufu yatumikayo nchini India, yaitwayo Rickshow) ilianza kufanyiwa utafiti kwenye miaka ya 1980. Gari liliagizwa kutoka katika kampuni moja ya Ujerumani kwa ajili ya kufanya majaribio na kupima uwezekano wa kutumia nguvu ya jua katika mazingira ya Kitanzania. Utafiti huu ulifanywa katika Chuo Kikuu cha Dar es Salaam. Gari hilo lililojulikana kwa jina la "Solar Mobile" lilikuwa na uwezo wa kubeba watu wawili na kasi ya juu kabisa ya kilomita 25 kwa saa. Vilevile, lilikuwa na pedeli mbili kama tahadhari pale ambapo mionzi ya jua haitoshi. Kwa sasa hivi matumizi ya nishati ya umeme wa jua kuendeshea magari imeendelea zaidi na tayari kuna magari yafananayo na magari ya kawaida ya petroli na dizeli ambayo yanapatikana kwenye masoko katika nchi za Magharibi na Japan.

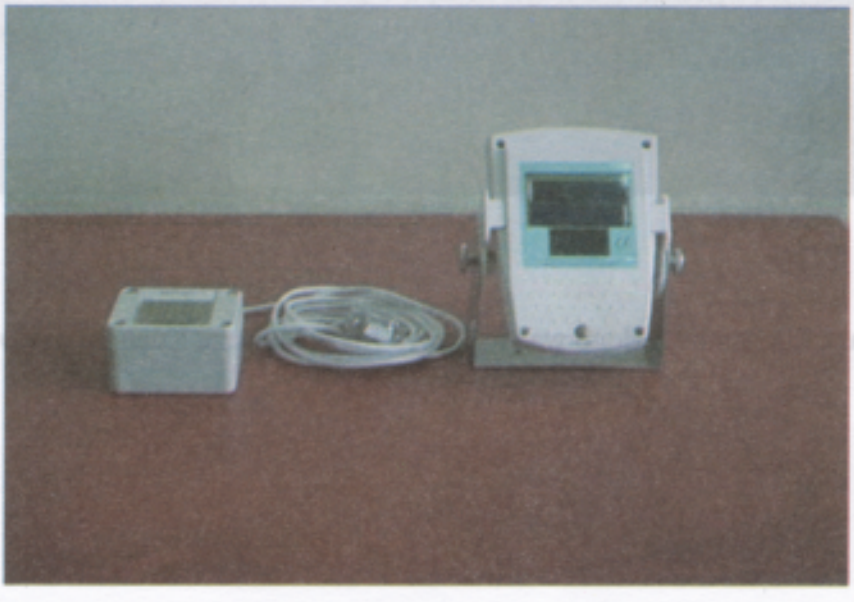
3.6.12 Matumizi Mengine ya Nishati ya Umeme wa Jua

Umeme utokanao na nishati ya jua unaweza kutumika kwa matumizi mengi mengine yanayohitaji nguvu kidogo. Vifaa vingine vinavyoweza kutumika na umeme wa jua ni kama vifuatavyo:

(i) Saa, mwanasesere na vikokotozi
(ii) Mifumo ya akiba ya nguvu za umeme
(iv) Mifumo ya utoaji hewa safi katika madimbwi ya maji
(v) Umeme kwa ajili ya setilaiti na maroketi
(vi) Umeme kwa ajili ya vifaa vya uvuvi
(vii) Mitego ya wadudu
(viii) Chaja za simu za mikononi
(ix) Vifaa vya jikoni kama vile vya kukoroga mayai
(x) Mita za kupaki magari na vifaa vya kupimia. Kwa mfano Kampuni ya Kuegesha Magari katika jiji la Dar es Salaam inatumia mita zinazoendeshwa na umeme wa jua.
(xi) Vifaa vya mawasiliano - redio, televisheni ndogo, mashine ndogondogo za majumbani, computa/vinakishi na vifaa vingine vya mawasiliano.



Kielelezo Na.15: Chaja ya Simu za Mkononi Inayotumia Nishati ya Jua



Kielelezo Na.16: Kifaa cha Kupima Mionzi ya Jua Kinachoendeshwa kwa Nguvu ya Mionzi ya Jua



Kielelezo Na. 17: Mtambo Mdogo wa Nishati ya Jua Unaoweza Kuendesha Kompyuta

3.7 HALI INAYOKWENDA NA WAKATI YA TEKNOLOJIA YA NISHATI YA JUA (TEKNOLOJIA YA HIDROJENI)

Udhaifu au upungufu mkubwa uliopo katika matumizi ya nishati ya jua ni kwamba mionzi ya jua haipatikani wakati wote. Tunahitaji njia ya kuhifadhi nishati ya jua kwa ajili ya kutumika nyakati ambazo mionzi ya jua haipatikani. Teknolojia ya hidrojeni huleta njia salama, bora na safi kulifanikisha hili. Teknolojia hii mpya na ambayo inakwenda na wakati ina matumaini makubwa ya kuwa ndiyo ufumbuzi wa tatizo linaloikabili dunia la kupata nishati mbadala ya nishati zitokanazo na mafuta ya petroli.

Umeme unaotokana na paneli za jua unaweza kutumika kuendesha elektroni za chombo ambacho hugawanya maji katika elementi zake yaani, hidrojeni (H_2) na oksijeni (O_2). Oksijeni huachiliwa na hidrojeni inasukumwa kuingia kwenye matanki ya kutunzia ambapo inaweza kupelekwa kwenye eneo linalohusika au kusafirishwa kwenye maeneo yasiyo na jua kali. Wakati wa usiku ambapo nishati ya jua haipo hidrojeni hujiunga na oksijeni iliyo hewani kwenda kwenye seli ya fueli ambayo ni mtambo umemekemikali unaoweza kubadilisha nishati kemikali katika haidrojeni kwa umeme. Pamoja na nishati, umeme unaotolewa zao jingine lipatikanalo katika mlolongo huu ni maji.

Umeme ambao hutoka kwenye seli za fueli unaweza kutumika vilevile kama nguvu ya gridi kuendesha vifaa vya umeme kama vile balbu za taa na hata kuendesha magari. Hidrojeni ya jua inaturuhusu tutumie nguvu kutoka katika jua kwa saa 24 kwa siku na kutupatia chanzo cha nishati ambacho ni cha kutosha, safi, chenye ufanisi na kinachotengenezwa nchini.

3.8 MATARAJIO YA BAADAYE

Soko kwa ajili ya vifaa vya umeme wa jua sasa hivi linakua kwa kasi kidunia na hata katika Tanzania. Soko la moduli za umeme wa jua kidunia linakua kwa karibu asilimia 30% kwa mwaka na gharama za paneli zinashuka kutokana na uzalishaji mkubwa na mabadiliko ya teknolojia. Kuna matarajio makubwa kutoka kwa watengenezaji wakubwa Marekani, Japan, na Ulaya kwamba bei ya juu kutoka umeme wa jua itakuwa ya kiushindani ikilinganishwa na umeme wa gridi katika kipindi cha miaka 10 ijayo.

Katika nchi zinazoendelea ikiwemo Tanzania, gharama kubwa ya moduli za umeme wa jua pamoja na vifaa vingine vinavyotumika katika mifumo yote ya nishati ya jua ikiwemo ya joto na umeme, imekuwa ni moja ya vikwazo vikubwa katika juhudi za kueneza matumizi ya nishati ya jua. Serikali za nchi mbalimbali duniani zimechukua hatua mbalimbali ili kupunguza makali ya tatizo hili. Hatua hizo ni pamoja na kupunguza au kuondoa kabisa kodi katika vifaa vinavyohusika, pamoja na vivutio vingine kama vile kununua nishati ya jua inayotengenezwa na watu binafsi au makampuni kwa bei kubwa

kuliko ile ya makampuni makubwa ya ugavi wa nishati. Hatua hizo zimezaa matunda mazuri kutokana na athari zake za kukuza matumizi ya nishati ya jua.

Nchini Tanzania, hadi kufikia sasa, Serikali imekwishatoa msamaha wa kodi ya ushuru wa forodha kwa moduli za umeme wa jua. Kiwango hiki cha msamaha ni kidogo sana kiasi cha kuweza kuwa kivutio kwa watu wengi, hasa wale wa kipato kidogo na cha kati, kutumia nishati ya jua. Wadau mbalimbali chini ya uongozi wa Chama cha Nishati ya Jua Tanzania (TASEA) wanaendele na juhudi za kuishawishi Serikali ya Tanzania kutoa msamaha wa kodi kwa vifaa vyote vya nishati ya jua.

SURA YA NNE

UZALISHAJI WA UMEME WA JUA

4.1 HISTORIA YA MATUMIZI YA TEKNOLOJIA YA UMEME WA JUA

Sehemu hii inahusu seli, moduli na arei za umeme wa jua. Inaelezea kanuni za msingi kuhusu jinsi ambavyo seli za umeme wa jua hufanya kazi, aina zake na moduli zinazopatikana katika soko. Kuna aina tatu za moduli za umeme wa jua ambazo ni monokristalini, polikristalini na amofasi. Uhusiano kati ya kiwango cha nishati inayozalishwa na tabia za moduli katika mazingira tofauti ya jotoridi, nguvu ya mionzi na hali ya hewa kwa ujumla vimeelezwa. Uhusiano kati ya mkondo na volteji zitokanazo na moduli (Mstari wa I-V) umeelezwa. Maelezo katika sehemu hii ni muhimu sana siyo tu kwa watengenezaji wa moduli bali pia kwa wasanifu wa mifumo ya umeme wa jua ili kuweza hukadiria, kuchagua na kufunga mifumo hiyo.

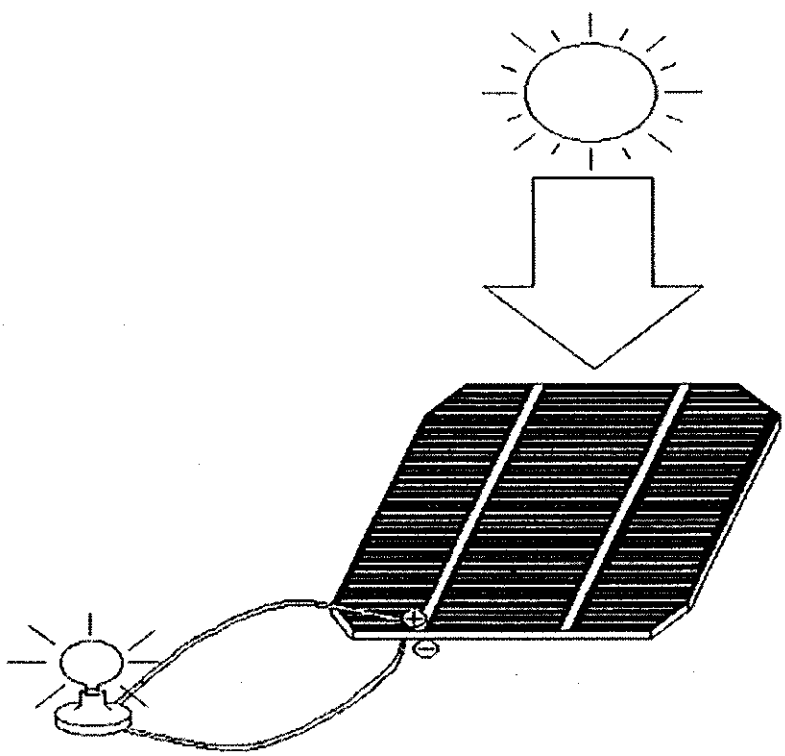
Umeme wa jua ni matokeo ya ubadilishaji wa moja kwa moja wa mwanga wa jua kuwa umeme. Kuna baadhi ya maunzi ambayo yana uwezo wa kubadili mwanga kuwa umeme. Maunzi haya hujulikana kwa jina la semikondakta. Kimsingi mwanga wa aina yoyote, hata ule wa taa, unaweza kubadilishwa kuwa umeme, unapoangukia kwenye maunzi yenye tabia hiyo. Maunzi yanayoweza kubadili mwanga kuwa umeme, yanatumia kanuni ijulikanayo kama "athari ya mwanga – umeme (PV)". PV ni kifipisho cha neno la lugha ya Kiingereze iitwalo 'Photovoltaic' ambalo linaunganisha maneno mawili ya lugha hiyo yaan photo au mwanga na voltaic inayomaanisha umeme. Vifaa vitokanavyo na kanuni hii, hujulikana kama vifaa vya mwanga–umeme. Athari hii ya mwanga–umeme, iligunduliwa kwa mara ya kwanza na Mfizikia wa Kifaranswa aitwe Jacquals Becquerel mnamo miaka ya 1890. Mnamo miaka ya 1950 seli za umeme wa jua zilianza kutumika katika Programu ya Anga ya Marekeani kuzalisha umeme kwa matumizi ya vyombo vya anga.

Migogoro ya nishati duniani, iliyosababishwa na kupanda kwa bei za nishati zitokanazo na petroli iliyoanza mwaka 1973 ilileta msukumo mkubwa katika utafiti uliolenga kuboresha na kuongeza matumizi ya teknolojia ya umeme wa jua, hapa duniani. Uzalishaji wa kibiashara wa seli na moduli za umeme wa jua ulianza nchini Marekani na katika nchi mbalimbali za Ulaya, Asia na Australia. Hivi sasa, seli za umeme wa jua na vifaa vyake vinatengenezwa katika nchi nyingi duniani zikiwemo zile zinazoendelea kama vile Brazil, China, India na Afrika Kusini.

4.2 KANUNI NA TEKNOLOJIA YA UMEMEMWANGA

4.2.1 Seli ya Umeme wa Jua Inavyofanya Kazi

Seli za umeme wa jua zinatengenezwa kutokana na maunzi yenye tabia ya kupitisha umeme kidogo (semikondakta). Kuna maunzi mengi yenye sifa na tabia hii, lakini silikoni ndiyo inayotumika karibu katika seli zote zilizopo katika soko. Hii ni kutokana na sifa zake ambazo ni pamoja na bei nafuu na upatikanaji rahisi na mahali pengi. Maunzi mengine yanayotumika kuzalisha umeme wa jua ni pamoja na yale yatokanayo na indiamu, shaba, kadmiamu na galiamu. Seli ya silikoni iliyo katika muundo maalumu, kama ilivyoonyeshwa katika Kielelezo Na. 18 ikipata mwanga, hutengeneza umeme mkondo mnyofu. Ubadilishaji wa moja kwa moja wa nishati ya jua kuwa umeme. Hii hutokea wakati wa mionzi ya mwanga inapogonga seli za moduli na kubadilishwa kuwa umeme, kwa maneno mengine huitwa umememwanga. Mwanga wa mionzi kuwa na mamilioni ya chembechembe ndogo ziitwazo fotoni au viini vya mwanga ambavyo ndivyo hubeba nguvu ya mwanga. Viini hivi vikigonga kwenye silikoni hufanya atomi za silikoni kutembea, hivyo kutengeneza mzunguko wa elektroni ambao ndio husababisha mkondo wa umeme.



Kielelezo Na. 18: Jinsi Seli ya Umeme wa Jua Inavyofanya Kazi

Kama seli ya umeme wa jua, inayopata mwanga, ikiunganishwa kwenye sakiti pamoja na kifaa cha umeme mkondo mnyofu kwa mfano taa, basi taa hiyo itawaka. Kadiri mwanga utakavyozidi kuwa mkubwa, ndivyo umeme unaozalishwa utakavyoongezeka. Seli ya umeme wa jua ndiyo sehemu ndogo kabisa au kiini cha moduli za umeme wa jua. Seli za silikoni hutoa umeme wa wa 0.5V.

4.2.2 Aina za Seli za Umeme wa Jua

Msingi wa umeme utokanao na jua ni seli za umeme wa jua. Seli za umeme wa jua hutoa umeme zinapowekwa mahali penye jua. Seli hizi huhifadhiwa kwa kutumia glasi. Muundo wa seli hizi ni kuwa silikoni huhifadhiwa ndani ya kioo kigumu, kwa upande wa juu, ambao ndo hupokea mwanga. Upande wa chini na pembeni huhifadhiwa kwa kufunikwa na metali ambayo haipati kutu au maunzi mengine kama vile plastiki ngumu na imara. Kuna aina kuu tatu za seli za umeme wa jua. Ambazo ni amofasi, monokristalini na polikristalini.

(a) Seli za Monokristalini

Utendaji kazi wa seli za monokristalini ni kati ya 15 – 18% ya nguvu ya mionzi ya jua inayopokelewa. Hii ina maana kuwa iwapo seli inapokea kiwango cha juu cha nguvu ya jua, yaani 1000w/m^2, itatoa kati ya 150w na 180w/m^2. Seli hizi za monokristalini ni imara na zinadumu muda mrefu bila kupungua ufanisi wake. Pia, zilikuwa ndizo seli za kwanza kutengenezwa.

(b) Seli za Polikristalini

Uwezo wake ni kati ya 11 – 16%. Kiwango hiki ni chini kidogo ya zile za monokristalini. Zinadumu muda mrefu na hazipungui utendaji wake kadiri muda unavyokwenda. Wakati seli za monokristalini zina rangi moja, seli za polikristalini zina mchanganyiko wa rangi na mpangilio uliochanganyika.

(c) Seli za Amofasi

Seli hizi zilianza kutengenezwa miaka ya karibuni. Katika muundo wa seli hizi, silikoni imepachikwa kwenye uso wa kioo. Gharama za utengenezeji na hivyo bei ni nafuu sana zikilinganishwa na aina mbili za kwanza zilizoelezwa katika sehemu (a) na (b). Hutumika zaidi kwenye vifaa vidigo kama vile vikokotozi, saa, wanasesere n.k. Vilevile kutokana na bei zake nafuu, hutumika sana katika nchi zinazoendelea ambamo wengi wa watu wake wana uwezo mdogo wa kifedha. Uwezo wake ni kati ya 4% - 9% tu. Kwa sababu ya uwezo huu mdogo, moduli zake huwa kubwa, mara mbili au tatu zaidi ya moduli nyingine, kwa kiwango kinacholingana na nguvu inayotakiwa.

Utafiti bado unendelea katika nchi mbalimbali duniani, ili kutengeneza seli za umeme wa jua zenye uwezo mkubwa zaidi na za bei nafuu. Katika utafiti huu, maunzi mengine kama yale yatokanayo na indiamu, shaba, kadmiamu na galiamu yanatumika.

Uamuzi kuhusu teknolojia mbalimbali zinazoweza kutumika kutengeneza seli za umeme wa jua hutegemea mambo yafuatayo:

(a) Uwezo wa maunzi au malighafi inayotumika
(b) Upatikanaji wa malighafi zenyewe
(c) Gharama za utengenezaji wa seli
(d) Ubora unaotakiwa wa seli na
(e) Athari za mazingira.

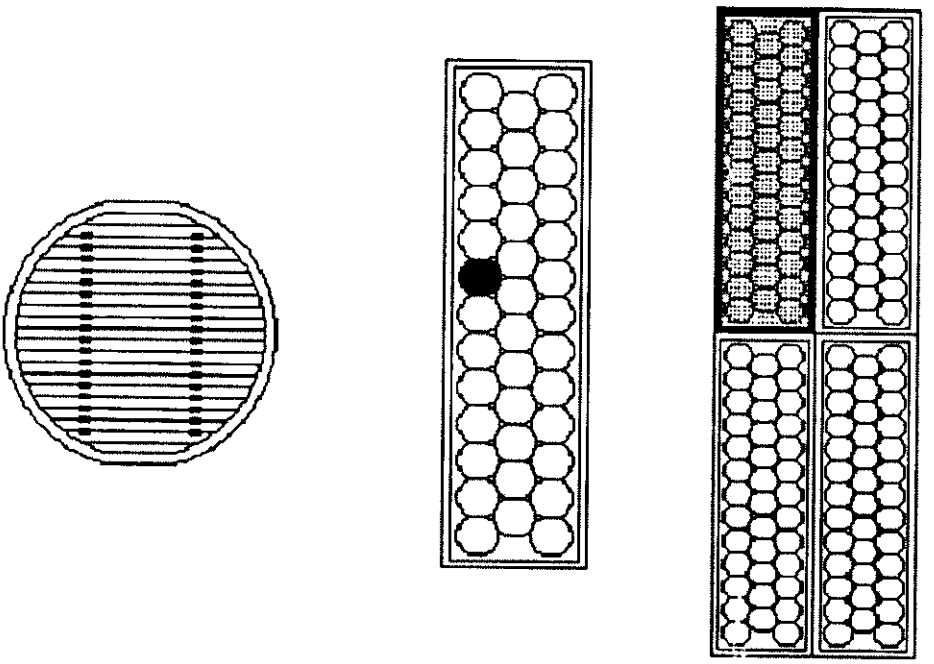
4.3 SELI, MODULI NA AREI ZA UMEME WA JUA

Sehemu hii itaangalia kwa ufupi jinsi seli na moduli za umeme wa jua zinavyoweza kuunganishwa. Aina mbalimbali za seli kama vile amofasi, monokristalini na polikristalini zimeelezwa. Yote haya yatamsaidia msanifu wa vifaa vya umeme wa jua kukadiria kwa usahihi mahitaji na matumizi ya vifaa vya umeme wa jua na kuweza kuchagua aina ya moduli inayofaa kwa hali halisi ya mtumiaji.

Seli moja ya silikoni hutoa umeme wa kiwango cha 0.5V. Hii ina maana kuwa, kwa matumizi yanayohitaji volteji kubwa zaidi, kama vile vikokotozi ambavyo hutumia 3V, seli sita huunganishwa kwa munganisho mfuatano. Kwa kuchaji betri ya 12V, seli kati ya 30 – 36 huunganisha. Ili kuweza kutoa mkondo unaotosha, kadiri ya mahitaji, ambao hulingana na ukubwa wa moduli yenyewe, seli hizi huungwa katika muunganisho sambamba. Hivyo basi, kwa ujumla, seli za moduli huungwa katika mchanganyiko wa muunganisho mfuatano na msambamba.

Mpangilio wa seli katika miunganisho mfuatano wa sambamba ambao umefungwa ndani ya kioo na plastiki zikiwa kwenye fremu za chuma au aluminiumu huitwa moduli.

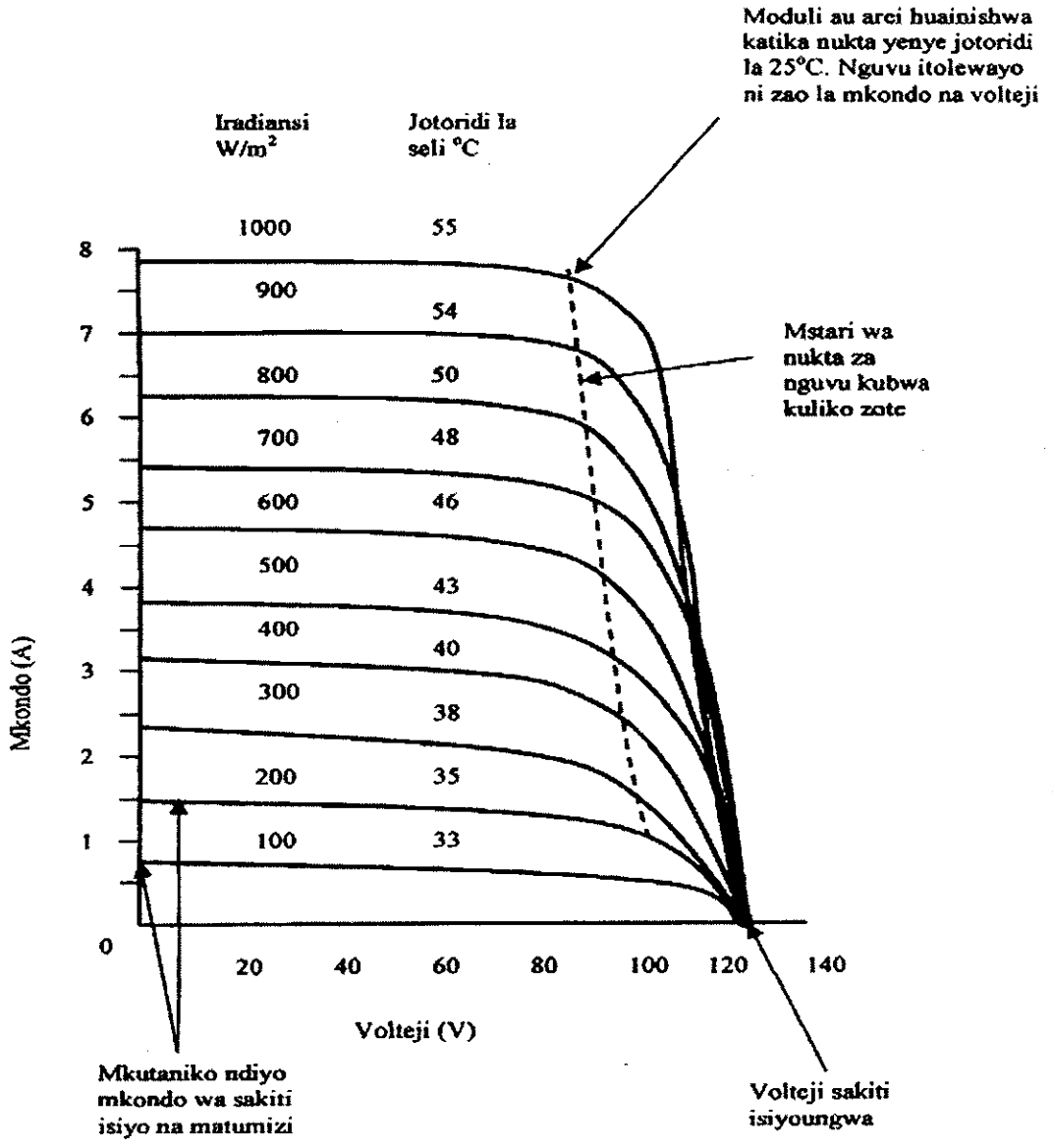
Moduli nazo zinaweza kuunganishwa katika mpangilio sambamba, mfuatano au yote miwili kwa pamoja, kulingana na mahitaji ya mtumiaji. Muungano wa moduli ulioungwa kwa jinsi ilivyoelezwa hapa, huitwa arei. Kielelezo Na. 19 kimeonyesha seli, moduli na arei na uhusiano kati yao.



Kielelezo Na.19: Tofauti Kati ya Seli, Moduli na Arei

4.4 ZAO LA MODULI ZA UMEME WA JUA

Kila seli au moduli ina tabia ya namna inavyotoa umeme. Uhusiano kati ya volteji (V) na mkondo (I) ndio unaoonyesha tabia ya seli au moduli. Uhusiano huu hujulikana kwa jina la "Mstari wa I-V". Kielelezo Na. 20, kinaonyesha mistari ya I-V ya moduli ya umeme



Kielelezo Na. 20: Mistari ya I-V ya Moduli ya Umeme wa Jua

Kila aina ya seli, na hivyo basi moduli, huwa na mstari wake pekee wa I-V. Mstari wa I-V hutegemea mambo kadhaa ambayo ni muhimu ni kiwango cha nguvu ya mionzi ya jua kinachoingia kwenye moduli na jotoridi la moduli.

SURA YA TANO

MATUMIZI YA TAA ZA UMEME WA JUA NA KANUNI ZAKE

5.1 UTANGULIZI

Mionzi ya jua baada ya kugonga kwenye moduli ya umeme wa jua, hubadilishwa kuwa umeme ambao unaweza kutumika katika vifaa mbalimbali vya majumbani, mashambani, maofisini na viwandani. Umeme huu upo katika mkondo mnyofu na mara nyingine hubadilishwa kuwa mkondo geu inapohitajika.

Katika sehemu hii tutaangalia kwa kina juu ya vifaa mbalimbali vinavyoweza kuendeshwa kwa umeme huu upatikanao kutokana na nguvu za jua. Taa kama kifaa kimojawapo kimeelezewa kwa undani zaidi kwani ndicho kifaa kitumikacho zaidi majumbani.
Umeme utokanao na jua kama ilivyoelezwa hapo juu ni mkondo mnyofu na unaweza kutumika kama ukiwa nyofu hivyo hivyo au ukabadilishwa kuwa mkondo geu kadiri ya mahitaji, vifaa vinavyopatikakana, ukubwa wa mfumo wenyewe au mazingira ya matumizi. Mifano ya vifaa vitumiavyo umeme wa mkondo mnyofu ni kama taa za volti 12/24/48V, redio, televisheni, simu za mkononi, simu za upepo na vifaa vingine vya mawasiliano, feni, jokofu, vifaa vya maabara, hospitali na maofisini kama vile kompyuta na pampu za kusukuma maji

Mifano ya matumizi ya umeme wa jua ukiwa umebadilishwa kuwa mkondo geu: Televisheni , 220/240V ac, taa za ukubwa mbalimbali, majokofu,viyoyozi, feni, majiko, pasi, vichemsha maji vya umeme, na vifaa mbalimbali tunavyoviona vikitumia umeme sehemu zetu za kazi na katika shughuli zetu za kila siku. Kwa ujumla vifaa vyote vinavyotumia umeme vya majumbani, maofisini na viwandani vinaweza kutumika.

5.2. TAA

Kadiri ya mahitaji ya Watanzania na Dunia kwa ujumla, taa ni moja ya vifaa vitumikavyo zaidi, kwa hiyo katika ufungaji wa umeme wa jua majumbani, taa ndio huchukua sehemu kubwa. Yapo maelfu ya aina za taa za umeme zinazotumika duniani. Kwa ufupi, taa hubadili nishati ya umeme kuwa nishati ya mwanga ambayo hutuwezesha kuona gizani. Pamoja na mwanga, taa hutoa joto.

5.2.1 Kanuni ya Mwanga wa Taa

Taa hubadili nguvu ya umeme kuwa nguvu ya mwanga au mwangaza unaotuwezesha kuona. Kama ilivyo taa hutoa mwanga na joto lakini tunachoweza kuona ni mwanga pekee.



Mwanga na joto

Kielelezo Na. 21: Taa ya Umeme

Katika nchi yetu na nchi nyingine zinazoendelea, sehemu ambazo hakuna umeme wa gridi kama wa TANESCO, mwanga hupatikana kutokana na moto, vibatari, chemni, genereta na pengine betri za magari. Vibatari hutumika zaidi katika mazingira yetu, na matatizo yake ni kama kutoa mwanga mdogo au hafifu, hatari kwani huweza kulipuka kiurahisi, hutoa moshi. Japo ni bei nafuu sana lakini hasara zake zinafanya uwepo wa umeme kuwa muhimu kwa maisha ya kila siku.

Kuna vigezo muhimu vitatu katika uamuzi wa kutumia aina fulani ya taa ambayo ama iwe ya umeme au nyinginezo:

i. Kiasi cha mwangaza kitolewacho na taa
ii. Kiasi cha nishati ya umeme kinachohitajika
iii. Mahali ambapo mwanga unahitajika

Kwa matumizi mazuri ya umeme ni vema kutumia taa ndefu za floresenti ambazo hutumia umeme kidogo badala ya balbu za filamenti ambazo hutoa joto jingi.

5.2.2 Aina Mbalimbali za Taa na Utendaji Wake

Sehemu hii inaelezea aina mbalimbali za taa, zinazotumia vyanzo mbalimbali vya nishati na utendaji wake. Hivi vyote vimeorodheshwa katika Jedwali Na. 5.

Jedwali Na. 5: Aina mbalimbali za Taa na Utendaji Wake

Aina za mwanga / chanzo	Chanzo Nishati	Mwangaza kiasi (Lumeni)	Nguvu-itumikayo (Lumeni/wati)	Matumizi kwa umeme wa jua
Mshumaa	Nta	1	0.01	Hapana
Taa ya chemni	Mafuta ya taa	10	0.1	Hapana
Karabai	Mafuta ya taa	100	0.2	Hapa wa Jua
Taa ya mafuta	Mafuta ya taa	1000	1	Hapana
Taa ya gesi	Butene	1000	1	Hapana
Taa ya filamenti 3W	Betri kavu	10	3	Hapana
Taa ya filamenti 40W	Umeme	400	10	Hapana
Taa ya floresenti 15W	Umeme	600	40	Ndiyo
Taa ya floresenti ya juu ya 20W	Umeme	1000	50	Ndiyo
Taa ya Mercury 80W	Umeme	3200	40	Ndiyo
Taa ya Sodiumu 35W	Umeme	4500	128	Ndiyo

5.2.3 Mifumo Mbalimbali ya Taa za umeme na Sifa Zake

Zipo njia tatu za kuzalisha nguvu ya umeme kwa ajili ya kuwasha taa za umeme katika maeneo ya mashambani na sehemu ambazo hakuna umeme wa kawaida wa gridi. Ili kuweza kuchagua njia iliyo bora, tuangalie faida na hasara za njia hizi, ambazo zimeorodheshwa katika Jedwali Na. 6.

Jedwali Namba 6: Faida na Hasara za Mifumo Mbalimbali ya Nishati kwa Matumizi ya Taa za Umeme

Mfumo	Faida	Hasara
Jenereta	Matengenezo yake yanafahamika Si ghali sana Rahisi kufunga Yaweza kuunganishwa na mifumo mingine	Kelele na uharibifu wa mazingira Gharama kimatengenezo Yahitaji mafuta kila mara Uwezo mdogo wa kiutendaji

Mfumo	Faida	Hasara
Betri za magari	Mtaji mdogo Rahisi kufunga Betri hupatikana kiurahisi	Hutegemea kusafirishwa kuchaji Gharama za kuchaji Maisha mafupi ya betri
Umeme wa Jua	Upatikanaji wa kudumu Matengenezo kidogo sana Gharama ndogo za uendeshaji Yafaa kwa matumizi mengi Maisha marefu Mazingira salama	Yahitaji ujuzi Mtaji mkubwa Betri maalumu hutumika

Inabidi kuzingatia kwa makini faida na hasara za mfumo mmoja na pengine kupata ushauri wa kitaalamu kabla ya kuamua kutumia mfumo mmojawapo kuwasha taa zako au hata kwa matumizi mengine.

5.2.4 Mambo ya Kuzingatia katika Kuchagua Taa

Kuna mambo makuu manne ambayo yanapaswa kuzingatiwa katika kuchagua taa ili kuhakikisha kuwa taa hiyo inaendelea kufanya kazi kwa muda mrefu kufuata hali halisi ya mtumiaji. Mambo hayo ni kama yafuatayo:

(a) Kwa ujumla taa lazima zitoe mwanga wa kutosheleza eneo linalohusika zikitumia nguvu kidogo ya umeme.

(b) Mtumiaji anahitaji vitu vya gharama ndogo, rangi, mpangilio mzuri wa vishikio na viwe imara

(c) Mtengenezaji wa vifaa anatakiwa kuzingatia ni kwamba hiyo taa ni imara na inatoa mwanga vizuri

(d) Upatikanaji na hali ya soko vinatakiwa kuwa katika hali ambayo taa hii inapatikana kwa urahisi na wakati wote. Vilevile, taa inakidhi haja na pia vipuri vyake viwe vinapatikana kwa wakati unaotakiwa.

5.2.5 Vigezo Muhimu vya Kuchagua Taa

Matumizi na mahitaji ya mwanga hutofautiana katika sehemu mbalimbali za nyumba. Jedwali Na. 7 linatoa vigezo ambavyo vikizingatiwa, mfumo wa taa utakuwa wa gharama nafuu na ufanisi mkubwa, na wakati huohuo kukidhi mahitaji ya mtumiaji.

Jedwali Na. 7: Vigezo vya Kuchagua Aina ya Taa kwa Matumizi Mbalimbali

Mazingira	Aina ya mwanga	Aina ya taa
Ofisini/kazini	Mkali	Taa ndefu, balbu
Hoteli/migahawa	Hafifu	balbu
Stoo	Hafifu	balbu
Darasani	Mkali	Taa ndefu
Taa za Usalama/ulinzi	Mkali	balbu
Jikoni	Kiasi	balbu
Chooni/bafuni	Kiasi	balbu
Sebuleni/Barazani	Kiasi	Taa ndefu , balbu
Maktaba	Mkali	Taa ndefu, balbu
Chumbani	Kiasi	Taa ndefu, balbu

5.2.6 Mwangaza na Ufanisi wa Taa

Tofauti baina ya taa mbalimbali, ni viwango vya mazao hayo mawili yakilinganishwa na jumla ya nishati inayopokelewa na moduli ya taa. Aina zote za taa hutoa mwanga na joto. Kwa matumizi ya taa, mwanga ndio muhimu zaidi. Kipimo cha mwangaza huitwa lumeni, na hupimwa kwa lumeni (lm).

Kwa mfano: Fanusi 100 lm
balbu ya 40W 400 lm
Taa ndefu ya 8W 240 lm

Upimaji wa kiasi cha mwanga hufanywa kwa kuangalia kipimo kiitwacho ufanisi yaani kiasi cha mwangaza kwa nguvu kinachohitajika.

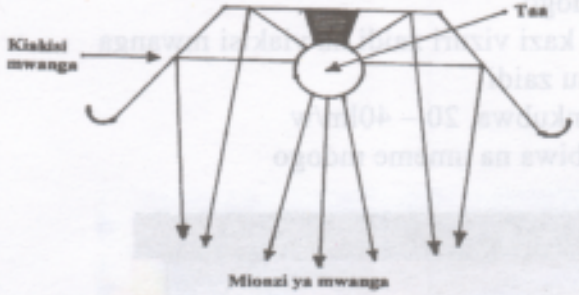
Kwa mfano: balbu ya 40W, Ufanisi = 400lm/40W = 10lm/W
Taa ndefu ya 8W, Ufanisi = 240lm/8W = 30lm/W

Kipimo hiki kinapokuwa kikubwa ndio mwanga huwa mkubwa zaidi na matumizi huwa bora zaidi. Kuna namna mbili za kutumia mwanga vizuri zaidi hususani kwenye madarasa na sehemu za kazi, nazo ni kwa kutumia viakisi mwanga na rangi zinazong'aa.

5.2.7 Viakisi Mwanga na Rangi Zinazong'aa

Hivi ni vitu ving'aavyo na huwekwa juu au pembeni mwa taa ili kutawanya mwanga vema. Vinaweza kuwa vioo au vyuma/mabati mepesi yaliyong'arishwa, hufaa sana

shuleni na katika maabara. Viakisi mwanga huelekeza miale ya mwanga kwenye sehemu itakiwayo.



Kielelezo Na. 22: Jinsi Viakisi Mwanga Vinavyofanya Kazi

Kuta nyeusi hunyonya mwanga, lakini kuta nyeupe huakisi mwanga, kwa hiyo rangi nyeupe inafaa kwa madarasa na sehemu za kazi, ndio maana tunashauriwa kupiga rangi nyeupe kwenye madarasa yetu ili ule mng'ao wa kuta uwe kama chanzo kimojawapo cha mwanga.

5.2.8 Aina za Taa Zitumiazo Umeme Mkondo Mnyofu:

Taa zitumiazo umeme wa mkondo mnyofu zipo za aina mbalimbali, kama zifuatazo:

(a) Balbu

Balbu ina sifa muhimu zifuataza:

(i) Unafuu wa bei
(ii) Ufanisi mdogo (9 – 16lm/W)
(iii) Inadumu muda mfupi
(iv) Hutumika mwanga unapohitajika kwa muda mfupi



Kielelezo Na. 23: Balbu/Glopu

(b) Taa Ndefu

Taa ndefu zina sifa zifuatazo:

- Ghali kidogo
- Hufanya kazi vizuri zaidi na viakisi mwanga
- Zinadumu zaidi
- Ufanisi mkubwa, 20 – 40lm/w
- Zinaharibiwa na umeme mdogo



Kielelezo Na. 24: Taa Ndefu

(c) Taa Zitumiazo Nguvu Ndogo

Taa hizi hujulikana kwa jina maarufu la "viokoa nishati" kwani hutumia nishati kidogo na hutoa mwanga mkubwa. Kutokana na sifa hii, taa hizi zina ufanisi mkubwa zikilinganishwa na taa nyingine.



Kielelezo Na. 25: Taa Itumiayo Nishati Ndogo (Kiokoa Nishati)

(d) Dayodi Zinazotoa Mwanga

Hizi taa ndogo ziko kwenye utafiti ili baadaye ziweze kutumika na kupunguza gharama za taa za umeme wa jua.

SURA YA SITA

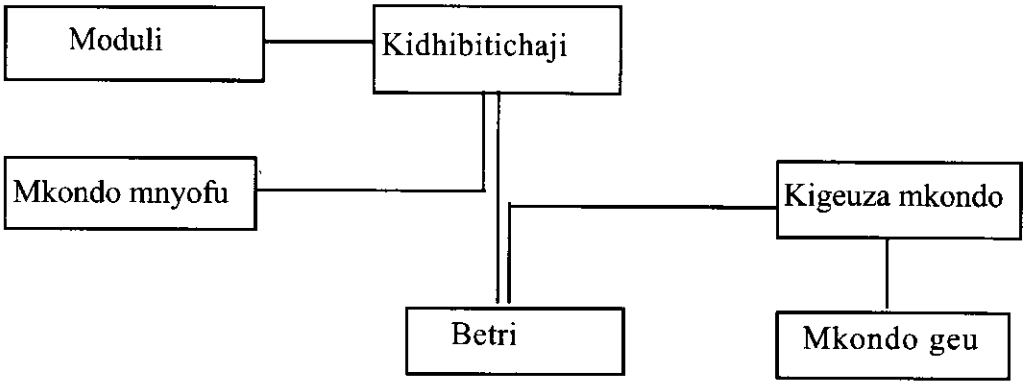
MFUMO WA UMEME WA JUA MAJUMBANI NA SEHEMU ZAKE

6.1 MPANGILIO WA VIFAA

Mada hii inaeleza kwa ufupi sehemu mbalimbali za mifumo ya umeme wa jua hususan umeme wa majumbani, namna ya kukadiria uwezo na kuchagua vifaa vifaavyo kwa kadiri ya mahitaji. Kwa ujumla mfumo asilia wa umeme wa jua unaweza kuwa na vifaa au sehemu zifuatazo:

(i) Moduli za umeme wa jua
(ii) Kudhibiti chagi
(ii) Betri
(iv) Waya na swichi
(v) Kigeuza mkondo
(vi) Mhimili wa kushika moduli
(vii) Vigeuza mkondo

Muundo wa umeme wa jua majumbani huwa na mpangilio maalumu ambao hubadilika kidogo kulingana na matumizi/vifaa vitumikavyo.



Kielelezo Na. 26: Mpangilio wa Msingi wa Umeme wa Jua Majumbani

Kwa ujumla vifaa vya umeme wa jua majumbani ni vile vyenye kutumia nishati kidogo pungufu ya 1000 W (<1000W), kwani vifaa vitumiavyo nishati zaidi ya 1000W huwa ghali mno kwa mfano, kupiga pasi, kupika, viyoyozi, mashine za vivuli.

6.2 FAIDA NA UPUNGUFU WA UMEME WA JUA MAJUMBANI

6.2.1 Faida za Kutumia Umeme wa Jua Majumbani

Kuna faida nyingi za kutumia umeme wa jua ambazo zaweza kuelezwa kwa kutumia vigezo mbalimbali kama vigezo vya mazingira, vigezo vya gharama, vigezo vya hali ya hewa, vigezo vya matengenezo na vigezo vya hali halisi za kimaisha. Kwa hiyo faida za kutumia umeme wa jua katika mazingira yetu ya Tanzania na nchi zinazoendelea zinaweza kufupishwa kwa misingi hii:

i. Hakuna gharama za mafuta
ii. Huhifadhi mazingira, haichafui hewa
iii. Hauna makelele.
iv. Matengenezo ya mara kwa mara ni kidogo sana
v. Hutumika zaidi vijijini

6.2.2 Upungufu wa Umeme wa Jua Majumbani

Kama ilivyo mifumo mingi ya nishati za kushadidika duniani, mfumo wa umeme wa jua ni mmojawapo hivyo unaupungufu ambao hauepukiki kulingana na jinsi ulivyoumbika. Hii ni kutokana na jinsi chanzo chenyewe cha nishati hii kinavyofanyakazi na kiasi cha nishati kinachoweza kupatikana kwa wakati, pamoja na hayo teknolojia ya ukusanyaji wa nishati yenyewe pia ni chanzo cha upungufu wa mifumo hii. Ukuaji wa teknolojia ya ukusanyaji wa miozi ya jua ni tegemeo kubwa la kupunguza kama si kuondosha kabisa upungufu unaoendana na ukusanyaji. Kwa karne hii na mazingira ya dunia ya tatu matumizi ya umeme wa jua yanakumbana na changamoto mbalimbali ikiwa ni pamoja na:

i. Mtaji/ kianzio kikubwa
ii. Unategemea zaidi jua
iii. Uhaba wa vifaa vya umeme mnyofu
iv. Hauwezi kutumika kwa vifaa vitumiavyo umeme mwingi
v. Uhaba wa mafundi, wajuzi wa umeme wa jua.

6.3 VIPIMO MUHIMU

Umeme kama aina ya nishati una kanuni na taratibu zake katika matumizi. Ili kuuelewa umeme ni vema kufahamu vipimo mbalimbali vitumikavyo na namna ya kuvifanyia kazi. Hii inamwezesha mtumiaji au mfungaji kujua jinsi ya kufaidika na umeme wenyewe badala ya umeme kuwa kitu hatari kwa maisha ya mtumiaji na vifaa vyake. Kwa ujumla hii ni sehemu ya kiufundi zaidi lakini inatoa picha kwa mtumiaji ili mara zote aelewe jinsi ya kuchagua mfumo, gharama ya mfumo, matumizi bora, uhifadhi na matengenezo yake.

Kabla ya kwenda ndani zaidi juu ya sehemu za umeme wa jua majumbani ni vema tuelewe mambo yafuatayo kuhusu umeme kwa ujumla:

(a) Mkondo - Mkondo umeme unapimwa kwa kipimo cha Ampia (A).

(b) Volti - Ndiyo inayowezesha kuwepo kwa mkondo na inapimwa kwa kipimo cha Volti (V).

(c) Ukinzani - Ni hali inayozuia mkondo mkubwa kupita na inapimwa kwa kipimo cha Ohm (Ω).

(d) Nguvu - Kazi inayoweza kufanywa na nishati ya umeme katika muda maalumu na inapimwa kwa kipimo cha Wati (W).

(e) Nishati - Uwezo wa umeme kufanya kazi na inapimwa kwa kipimo cha Juli (J)

(f) Ufanisi - Asilimia ya ukamilifu wa nishati inayotumika.

(g) Sakiti - Njia au muunganiko wa mkondo wa umeme.

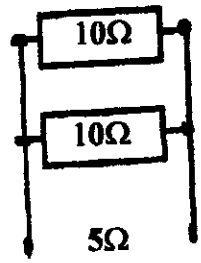
Ili kufunga umeme ni vema kufanya michoro iliyosanifiwa na fundi, hii itasaidia kurahisisha kazi ya ufungaji, kupata makadirio mazuri ya vifaa, mfumo kufanya kazi vizuri, kujenga uwezo wa upanuzi kiurahisi, kulinda viwango vya kiufundi na mfumo kuwa imara na wa kudumu zaidi. Michoro ya sakiti humsaidia fundi/mfungaji kupata picha halisi ya mfumo mzima wa uunganishaji wa vifaa na kufanya vipimo mbalimbali. Vipimo muhimu katika mfumo wa umeme wa jua ni kama vilivyoonyeshwa katika Jedwali Na. 8.

Jedwali Na. 8: Vipimo Muhimu Katika Mifumo ya Umeme

Kiwango	Ishara	Kipimo
Volti	V	V
Mkondo	I	A
Ukinzani	R	Ω
Nguvu	P	W
Nishati	E	J

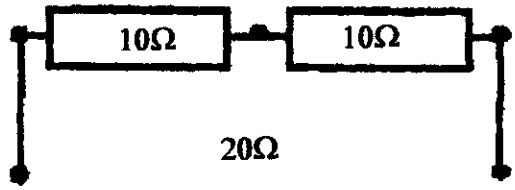
6.4 MIUNGANISHO YA VIFAA VYA UMEME

Kwa ujumla miunganisho ya umeme iko ya aina mbili ambayo ni miunganisho sambamba na mfuatano. Miunganisho hii inaweza kuchanganywa au kusimama yenyewe kutegemeana na mazingira na mahitaji ya mfumo. Miunganisho hiyo imeonyeshwa katika Vielelezo Na 27 na 28.



$$R_t = \frac{R_1 X R_2}{R_1 + R_2}$$

Kielelezo Na.27: Muunganisho Sambamba



Kielelezo Na. 28: Muunganisho Mfuatano

6.5 KANUNI ZA MSINGI

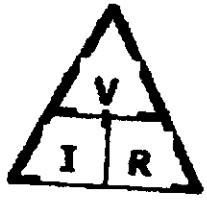
Zipo kanuni mbalimbali zinazofuatana na usanifu na ujengaji wa mifumo ya umeme. Katika sehemu hii tutaangalia kanuni za msingi zinazomwezesha mtumiaji au mfungaji kuelewa mfumo unaohusika. Kanuni hizi ni chache ukilinganisha na jumla ya kanuni zote zinazohitajika kusanifu mifumo ya umeme. Ili kurahisisha matumizi yake na namna ya kuzikumbuka picha na mifano vimeongezwa:

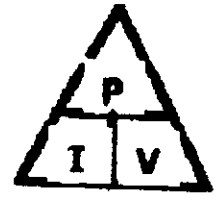
(a) Volti = Mkondo x Ukinzani; $V = I \times R$

(b) Nguvu = Volti x Mkondo; $W = V \times I$

(c) Nishati = Volti x Mkondo x Muda; $J = V \times I \times t$

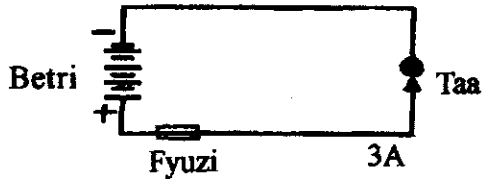
Namna rahisi ya kukumbuka ni kama ilivyoonyeshwa katika kielelezo namba 29 na 30





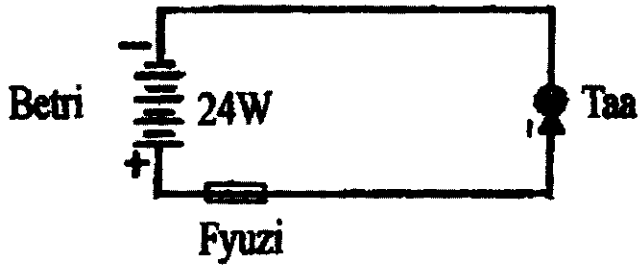
Kanuni za Ohm

Mfano Na. 1: Taa imeungwa kwenye betri ya 12V na inatumia ampia 3A. Je, taa hii ina nguvu kiasi gani ?



Jibu : 36W

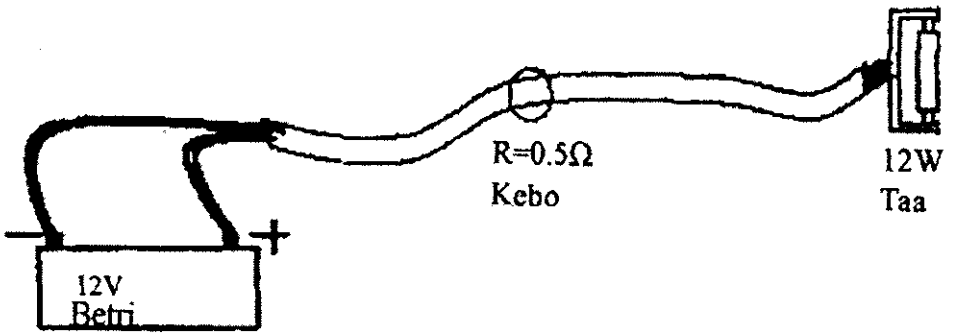
Mfano Na. 2: Taa imeungwa kwenye umeme wa 24Vdc, Taa hii ni ya 24W. Je, mkondo kiasi gani utapita kwenye waya ?



Jibu : 1A

Nyaya zitumikazo kwa kuunganisha umeme huwa na chanzo cha kupotea nguvu, hivyo ni muhimu kuchagua nyaya zifaazo. Chagua waya mkubwa ili kupunguza nguvu ipoteayo kwenye waya.

Mfano Na. 3: Betri ya 12V umeungwa kwa nyaya zenye ukinzani wa 0.5Ω kwenye taa ya 12W kiasi gani cha umeme (volti) kitapungua kwa matumizi ya hii taa?



12W/12V=1A
Volti zinazopotea = I x R = 1 x 0.5 = 0.5V. Kwa hiyo, inakadiriwa kuwa kiasi cha 11.5V ndicho kitawasha taa hii.

6.6 SEHEMU ZA UMEME WA JUA MAJUMBANI

Umeme utokao kwenye moduli za umeme wa jua ni umeme mkondo mnyofu. Kadiri ya matumizi, umeme huu unaweza kugeuzwa kuwa mkondo geu ambao ni wa kawaida kwa matumizi mengi ya majumbani, viwandani na sehemu mbalimbali kama ilivyozoeleka. Mara nyingi mtu akitaja neno umeme wengi hufikiri juu ya umeme mkondo geu. Lakini kiutaalamu umeme uko wa aina hizo mbili. Mifumo mingi rahisi ya umeme wa jua hufanya kazi katika mkondo mnyofu.

Uamuzi kuhusu volti itakavyotumika kwenye mfumo (inveta na betri) unatakiwa kuzingatia kushuka kwa volti kwenye mfumo mzima, hususan kama nyaya ndefu zimetumika. Mifumo mingi inayotumika ni ya volti kumi na mbili (12V). Kwa mifumo yenye nyaya ndefu, inashauriwa kutumia volti ishirini na nne (24V) au zaidi. Kwa vifaa vinavyotumia umeme mdogo kama vile taa zikiwemo taa za mezani kama zile za "Solux," volti sita (6V) au chini ya hapo huweza kutumika. Betri maalumu ziitizwo seli za "nicad" ambazo zinafanya kazi kwa kutumia volti moja nukta tatu (1.3V) kwa seli zinazopatikana kwenye soko.

Kwa maana hiyo sehemu kuu za umeme utokanao na jua ni:

(a) Moduli za Umeme jua
(b) Kidhibiti chaji
(c) Betri
(d) Kigeuza mkondo

6.6.1 Moduli za Umeme wa Jua

6.6.1.1 Aina Mbalimbali za Moduli na Sifa Zake

Moduli ni mjumuisho wa seli ambazo huchukua nishati ya jua na kuibadili kuwa nishati umeme. Seli hizi zimeunganishwa pamoja ili kupata kiasi cha volti na mkondo unaohitajika. Kwa kawaida seli moja huzalisha O. 6V, kwa hiyo seli 36 hutoa jumla ya 21.6.V seli hizi zimekingwa kwa kioo maalumu kuzuia mazingira yoyote ya uharibifu.

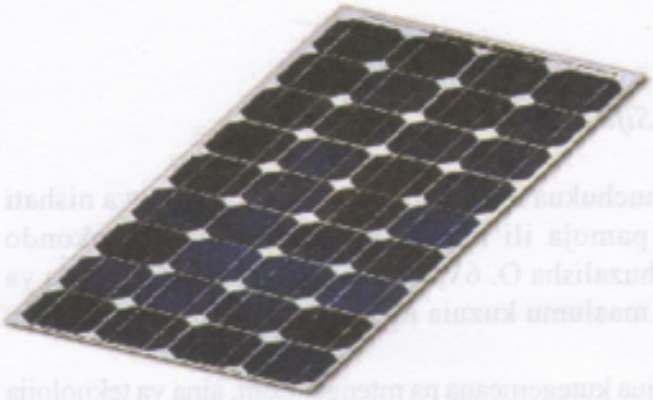
Zipo aina nyingi za moduli za umeme wa jua kutegemeana na mtengenezaji, aina ya teknolojia na muundo wa seli zitumikazo kubadili nishati ya jua kuwa nishati ya umeme. Aina hizi mbalimbali za moduli zinatoa viwango mbalimbali vya nishati kulingana na matengenezo yake au aina ya seli zilizotumika. Mara nyingi ukubwa wa moduli hupelekea urahisi wa kukadiria ukubwa wa nishati inayoweza kupatikana, yaani moduli kubwa hutoa nishati zaidi ya moduli ndogo ya aina hiyo. Gharama za utengenezaji wa moduli zimekuwa zikipungua jinsi miaka inavyokwenda na namna teknolojia inavyoendelea kukua. Kwa ujumla aina za moduli za umeme wa jua hutenganishwa kutegemeana na aina ya seli zinazotumika.

Kwa ufupi historia ya umeme wa jua na moduli zake kama imeainishwa hapa chini na ina uhusiano wa karibu na kupungua kwa gharama za utengenezaji wa moduli. Seli za kwanza zilitengenezwa zikiwa na bei ya dola 29/Wp. Wakati huu pamoja na kukua kwa teknolojia na uzalishaji kuongezeka inakadiriwa kuwa bei ya seli ni dola 4/Wp.

Aina za moduli kulingana na seli zilizotumika zipo tatu na uwezo wao wa kuzalisha umeme hutofautiana kutoka aina moja hadi nyingine na pengine zinaweza kutofautishwa kwa rangi, makadirio ya muda wa kutumika na gharama za ununuzi.

Jedwali Na. 9: Aina za Moduli na Sifa Zake

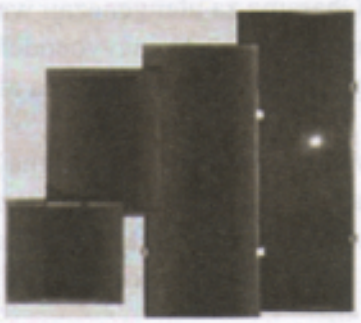
Monokristalini	Polikristalini	Amofasi
Rangi moja	Rangi nyingi	Ina mistari
Uwezo 11 – 16%	Uwezo 9 – 13%	Uwezo 3 – 6%
Ya muda mrefu	Kadiri ya miaka 20	Muda mfupi karibu miaka 5
Ghali	Rahisi	Rahisi zaidi
Huathiriwa na kivuli	Huathiriwa na kivuli	Inahitaji mwanga kidogo



Kielelezo Na.31: Moduli ya Monokristalini



Kielelezo Na. 32: Moduli ya Polikristalini



Kielelezo Na. 33: Moduli ya Monokristalini

Nguvu ya juu (WP) ya moduli hutegemea zaidi seli za moduli na imepimwa kwa kutegemea kiwango kilichothibitishwa cha mionzi ya 1000w/m^2 katika Jotoridi la 25^{0}C. Kiasi cha nguvu itolewayo na moduli hubainishwa na mtengenezaji au msambazaji wa vifaa vyenyewe. Kwa ujumla moduli hutoa nguvu ndogo zaidi ya ile inayoonyeshwa kwenye sehemu ya bainisho. Kuhesabu idadi ya seli tunaweza kupata kadirio la volti ya moduli 12V tunaweza kuwa na seli kati ya 30 na 36.

Nguvu ya moduli katika uhalisia inaweza kukadiriwa kwa kuzidisha mkondo kwa muda wa jua kali sehemu asilia. Watengenezaji hueleza kiasi cha mkondo kwa wastani katika 12V. Nguvu ya moduli = mkondo (Amp-hour =Ah) muda wa jua kali.

Mfano : Kuweza kuchaji betri ya 12 V kwa moduli ya 3.A, katika sehemu yenye muda wa jua kali la saa 5, nguvu inayohitajika ni 3x 5 = 15 Ah
Nishati inayotumiwa 15 A hr x 12 V = 180 Wh.

6.6.1.2 Kuchagua Moduli

Kama ilivyoelezwa awali aina za moduli ziko nyingi hasa kadiri ya watengenezaji kwa mfano 'BP' 'Kyosera' 'Shell' 'Solarex' na mengine mengi. Lakini aina zote hizi humezwa na zile aina kuu tatu yaani Amofasi seli, Monokristalini na Polikristalini. Kutegemea na uwezo wa muhitaji na mahitaji halisi mtu huweza kuchagua aina mojawapo ya moduli.

Ni vema kwa mtumiaji au mfungaji kuelewa vigezo vitumikavyo kuchagua aina za moduli, ubora wake, uimara wake, ukubwa wake, umadhubuti wake na mara nyingine umaridadi wake katika kutoa nishati inayotegemewa na mtumiaji. Mambo ya kuzingatia wakati wa kuchagua moduli yanaweza kuainishwa kwa ufupi kama:

(a) Idadi ya seli (angalau seli 33 kwa moduli)
(b) Kiasi cha mkondo wa juu
(c) Aina ya moduli
(d) Volti ya juu ya moduli

Ni vizuri kupima volti za moduli na kufananisha na ile iliyoainishwa na mtengenezaji. Kumbuka moduli nzuri hupewa dhamana ya miaka mitano au zaidi

Jedwali Na. 10: Moduli Mbalimbali na Sifa Zake

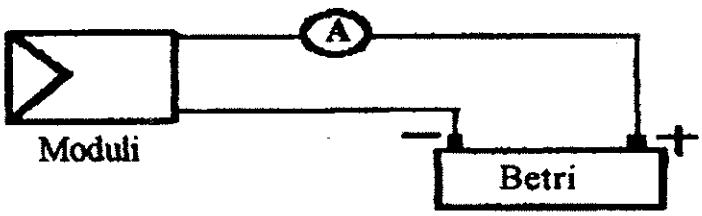
Aina ya Moduli	AP50	BP275	RSM50	A13P	MSX-50	H 500B
Kampuni	Astropewer	BP Solar	Shell Solar Free Energy B.V	Energy Europe	Solarex	Helios Technology
Kiwango cha juu cha nguvu kinachopatikana (Wp)	50Wp	75Wp	50Wp	12Wp	60Wp	50Wp
Aina ya Seli	Monokristalini	Monokristalini	Polikristalini	Amofasi	Monokristalini	Monokristalini
Mkondo wa nguvu ya juu (A)	3.0	4.45	2.9	0.75	3.5	3.0
Mkondo wa sakiti isiyoungwa na matumizi (A)	3.3	4.75	3.1	0.90	3.8	3.3
Volteji ya Sakiti isiyoungwa (V)	21.5	21.4	21.5	22.0	21.1	20.9
Mkondo wa majaribio kwenye 14V, 50°C(A)	-2.45	-4.0	-3.0	0.8	-	-2.9
Idadi ya Seli	40	36	36	29	36	36

6.6.1.3 Vipimo vya Moduli

Kuna umuhimu katika kuchukua vipimo mbalimbali kabla ya kuamua na kuchagua aina ya mfumo au aina ya moduli au hata vifaa vingine vyovyote kabla ya kuamua kununua kwani uamuzi unategemea matokeo ya vipimo. Vipimo hivi mara nyingine humwezesha mtumiaji kujua sehemu za hasi na chanya za moduli, kiasi cha volti na kiasi cha mkondo. Katika sehemu hii tunaona jinsi ya kufanya vipimo vya aina mbili yaani kupima mkondo na kupima volti. Ni vema watumiaji wa vifaa kama Voltimita na Kipimamkondo hufahamu vizuri namna ya kuvitumia vifaa hivi, kuhifadhi vipimo, kukokotoa ukubwa wa nishati na kuhusianisha vipimo vyenyewe na matumizi yanayohitajika.

(a) Kupima Mkondo wa Kuchajia

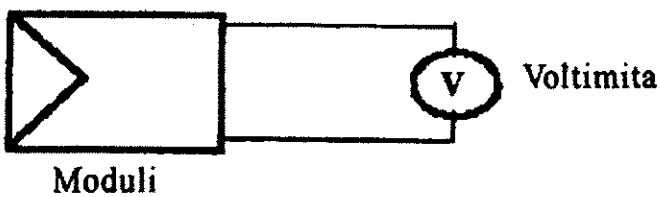
Mita ya mkondo huwekwa kati ya moduli na betri, chanya (+) ya mita inaungwa na chanya ya moduli na hasi (-) ya mita inaungwa kwenye chanya ya betri kama mfano ufuatao:



Kielelezo Na. 34: Mchoro wa Upimaji wa Mkondo

(b) Kupima Volti za Moduli

Voltimita inaungwa sambamba na moduli, sehemu chanya ya moduli iungwe na chanya ya mita.



Kielelezo Na. 35: Mchoro wa Upimaji wa Volti

Ni muhimu kuelewa mambo yanayoathiri kiasi cha nishati ipatikanayo kutoka katika moduli. Mambo hayo ni haya yafuatayo:

(a) Kiasi cha mionzi kwenye uso wa moduli unawiana na kiasi cha umeme unaozalishwa.
(b) Pembe ambayo moduli imeegeshwa mara nyingi kadirio la karibu ni Pembe 15 - 22^0 kuelekea Kaskazini.

(c) Ongezeko la jotoridi hupunguza uwezo wa moduli, mfano 1^0 C hupunguza asilimia 0.5 ya nguvu ya moduli, kwa hiyo, ikiwa moduli inawekwa juu ya bati, basi moduli iwe angalau sm 20 kutoka kwenye bati.
(d) Vivuli hupunguza sana nguvu ya moduli.

6.6.1.4 Ufungaji wa Moduli

Moduli ziwekwe kiasi kwamba upande wake wa nyuma sm20 mbali na bati na uruhusu mwanga na hewa kupita, paneli ziwe upande wa Kaskazini. Namna ya ufungaji inaweza kuwa kwa kushikamanisha na paa au ukuta kuelekea jua au unayoanzia chini. Chuma au mbao vinaweza kutumika kujengea kishikio cha paneli. Kuna aina mbalimbali za vishikio vya moduli kama vifuatavyo:

(a) Vishikizo Viliyosimamishwa Chini
Hivi vinaweza kuwa vya mbao au chuma chenye urefu wa meta 3 kutoka chini na kimeeleekezwa upande mmoja, hutumika zaidi kwa umeme wa majumbani na umeme mdogo.

(b) Vishikizo Vinavyofuata Mweleko wa Jua
Hivi vinaweza kuwa vya kujiendesha au vya kuendeshwa ili mara zote ifuate upande jua liliko, daima huwa vya chuma. Huongeza muda wa jua kali kwa zaidi ya asilimia 40 zaidi hutumika kwenye mitambo na umeme mkubwa kiasi.

(c) Vishikizo Vilivyosimikwa Chini
Hivi huwekwa karibu sana na ardhi mara nyingi hutengenezwa kwa chuma. Huwa na moduli nyingi zaidi, hutumika kwenye mifumo inayozalisha kiwango kikubwa cha nishati, kama vile kwenye mitambo mikubwa ya mawasiliano, mashine za kusukuma maji n.k.



Kielelezo Na.36: Vishikizo Vilivyosimamishwa Ardhini



Kielelezo Na. 37: Vishikizo Vilivyosimikwa Chini

6.6.2 Vidhibiti Chaji

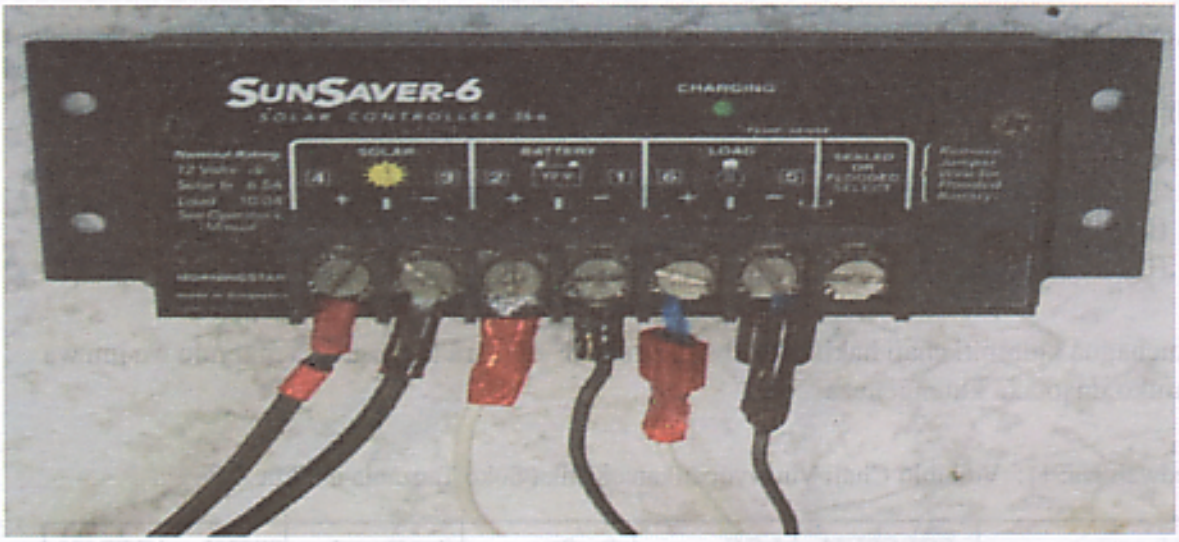
Ni vifaa vya elektroni na kazi zake ni kudhibiti nguvu iendayo au kutokea kwenye betri. Kazi za vidhibiti chaji kwa ufupi ni:

(i) Kuzuia paneli za Umeme wa jua zisichaji betri kupita kiasi
(ii) Kuzuia betri zisipungue nguvu kupita kiasi
(iii) Kuunga kati ya vifaa vya matumizi na chanzo cha nguvu.

Kuchagua kidhibiti chaji hakikisha kiwango chake ni mara 1.2 zaidi ya mkondo wa juu wa mfuko unaotaka kutengeneza.

Jedwali Na. 11: Vidhibiti Chaji Vinavyopatikana Katika Soko Tanzania na Sifa Zake

Aina na Mtengenezaji	**SOLCSUM**	**LCC Min**	**ProStar 30**	**SunGuard -4**	**SS020L**	**GCR100 BPSolar**
Kiwango cha juu cha mkondo wa Moduli (A)	8	4	30	4.5	20	10
Kiwango cha juu cha mkondo wa matumizi (A)	8	4	30	4.5	20	10
Volteji ya matumizi ya kuzima (V)	11.8	11.4	11.4	11.4	11.5	11.1
Volteji ya matumizi ya kuunganisha (V)	12.8	13.8	12.5	12.45	12.6*	12.6
Volteji ya betri iliyojaa chaji (V)	14.4	17.0	15.5	14.1	14.4	14.5
Kinga ya Chanya/ Hasi kinyume	NDIYO	NDIYO	NDIYO	HAPANA	HAPANA	NDIYO
Kiashiria chaji ya umeme wa jua	NDIYO	NDIYO	NDIYO	NDIYO	NDIYO	NDIYO
Kiashiria chaji ya Betri	• Hali ya chaji rangi 10 tofauti • Kukata matumizi • Hali ya utendaji • Hitilafu	• Betri imejaa chaji •Chaji ya betri iko chini • Betri haina chaji kabisa	• Nguvu inawe za kupatikana • Betri imejaa chaji •Chaji ya betri iko chini • Betri haina chaji kabisa	• Betri inatumika •Chaji ya Betri iko chini • Kukata matumizi	• Betri imejaa chaji • Chaji ya Betri iko chini • kukata matumizi	
Bei halisi ya Rejareja (Dola)	50	30	200	30	95	42



Kielelezo Na.38: Picha ya Kidhibiti Chaji

6.6.3 Betri

Ni kifaa ambacho hubadili nguvu ya umeme kuwa kemikali na kemikali kuwa umeme kupitia seli ambazo mchanganyiko wake ndio chanzo cha mabadiliko haya.

Betri hutumika kuhifadhi nishati ipatikanayo kutoka kwenye moduli za umeme wa jua. Zipo betri za aina nyingi kutokana na watengenezaji kuwa wengi. Katika mfumo ya umeme wa jua ni muhimu kuwa na betri kwani umeme huhitajika wakati ambao hakuna jua kama usiku. Betri inaweza kuchukuliwa kama tenki la uhifadhi wa nguvu ya umeme. Baada ya nguvu ya umeme kupatikana toka kwenye moduli za nishati ya jua husafirishwa kwa kupitia kwenye waya mpaka kwenye kitunzio yaani Betri.

Wakati wa kusanifu mifumo ya umeme jua ni vema kuangalia kwa makini mambo fulanifulani juu ya betri kama kuchagua betri inayofaa, kama inatumika betri ya gari basi kumbuka ufanisi hafifu wa betri utapunguza utendaji wa mfumo wako na unaweza haribu vifaa kama redio, televisheni au vifaa vingine.

(a) Betri nzuri ni ghali lakini za thamani kama zinapatikana
(b) Betri huchakaa bila kuangalia ni ya aina gani, kwa hiyo huhitaji matengenezo na pengine kubadilishwa
(c) Betri lazima zitunzwe na kupata matengenezo, mazingira mazuri, safi na kama mfumo wako wa nishati ya jua ni mdogo peleka kuchaji
(d) Betri za aina mbalimbali zisitumike kwa mfumo mmoja, kwani mchanganyiko waweza hupunguza uwezo wa mfumo wako.

Kwa ujumla kutokana na utengenezwaji na matumizi kuna aina mbili za betri ambazo ni betri asilia na betri endelevu.

(a) Betri Asilia

Betri asilia zina sifa zifuatazo:

i. Hazirudii chaji, mara nyingi tunaziita betri za redio
ii. Zinaisha nguvu polepole
iii. Zinaharibu mazingira

(b) Betri Endelevu

Betri endelevu zina sifa zifuatazo:

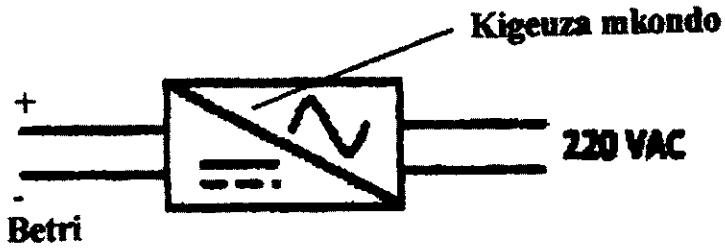
(i) Zinaweza kuridia chaji
(ii) Zinaisha nguvu haraka
(iii) Zinatumika muda mrefu
(iv) Zinahitaji utunzaji na matengenezo



Kielelezo Na. 39: Betri Endelevu Ambayo Ndiyo Hutumika Katika Umeme wa Jua

6.6.4 Kigeuza Mkondo

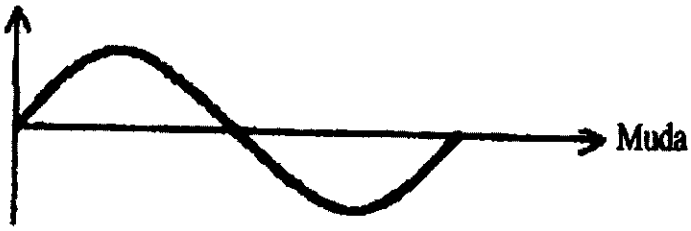
Hii ina maana ya kifaa ambacho hubadili mkondo mnyofu kuwa mkondo geu (DC - AC). Hutumika kubadilisha umeme wa 12/24/48Vdc kuwa 110/220/240Vac, ili umeme huu uweze kutumika katika vifaa vya kawaida vya umeme majumbani, ofisini, katika viwanda vidogo na vitu mbalimbali. Vigeuza mkondo huungwa moja kwa moja kwenye betri kupunguza mvurugiko wa umeme kwenye sakiti.



Kielelezo Na. 40: Kigeuza Mkondo Katika Sakiti

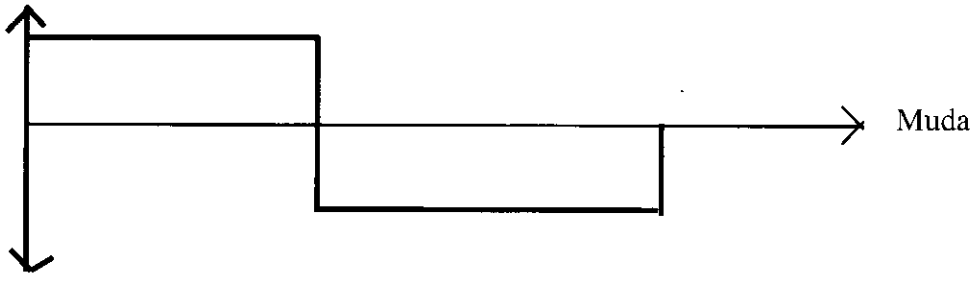
Kuna aina tatu za vigeuza mkondo kama vifuatavyo

(a) Kigeuza mkondo Mzunguko
Hiki hutoa mawimbi ya sine, huweza kutumika kwa vifaa vyote vya umeme. Zao la kigeuza mkondo mzunguko ni kama lilivyoonyeshwa katika Kielelezo Na. 41



Kielelezo na. 41: Zao la Kigeuza mkondo Mzunguko

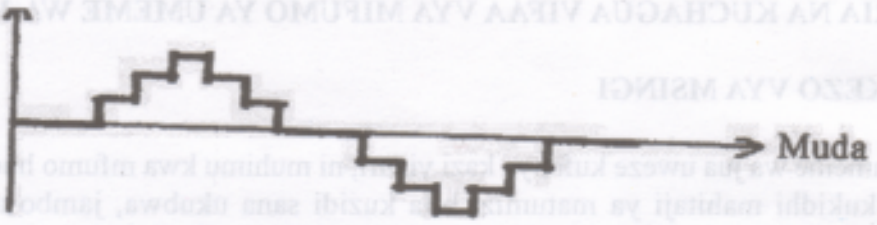
(b) Kigeuza Mkando cha Mawimbi Mraba
Kinatumia teknilijia ya zamani kidogo ni rahisi kutengeneza, na pia ni nafuu kwa bei hakikubaliki sana katika umeme wa jua, ila kwa maendeleo ya swichi za elekroni vigeuza mkondo hivi sasa vinafaa katika umeme wa jua. Zao la kigeuza mkindo mawimbi mraba ni kama lilivoonyeshwa katika Kielelezo Na. 42.



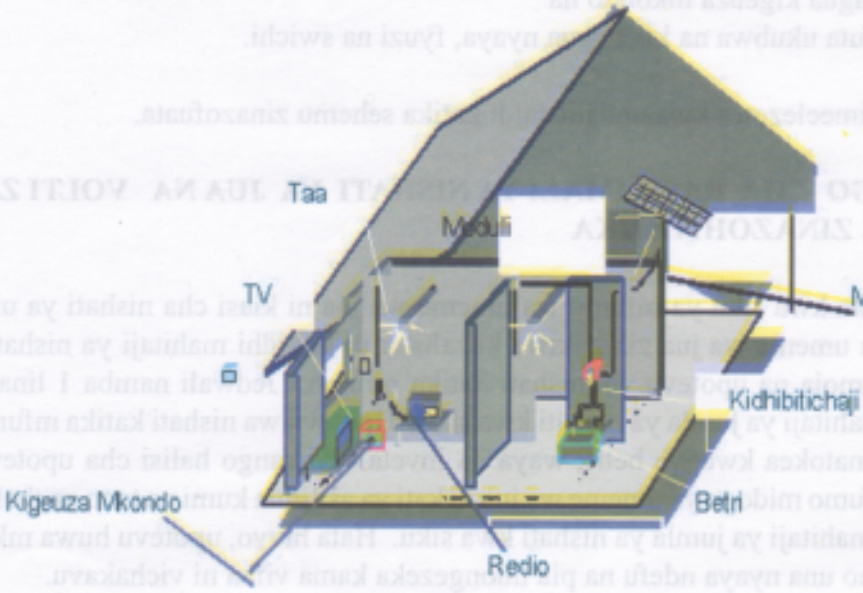
Kielelezo Na. 42: Kigeuza Mkondo Mawimbi Mraba

(c) Kigeuza Mkondo Kilichoboreshwa

Hutoa zao la mawimbi linalokadiriwa kuwa karibu na lile la mzunguko.



Kielelezo Na.43: Zao la Kigeuza Mkondo Kilichoboreshwa



Kielelezo Na. 44: Sehemu mbalimbali za Umeme wa Jua Majumbani

SURA YA SABA

KUKADIRIA NA KUCHAGUA VIFAA VYA MIFUMO YA UMEME WA JUA

7.1 VIDOKEZO VYA MSINGI

Ili mfumo wa umeme wa jua uweze kufanya kazi vizuri, ni muhimu kwa mfumo huo kuwa na uwezo wa kukidhi mahitaji ya matumizi bila kuzidi sana ukubwa, jambo ambalo litasababisha gharama yake kuwa kubwa kuliko inavyotakiwa. Kazi ya kusanifu mfumo wa umeme wa jua inahusisha hatua zifuatazo:

(a) Kukokotoa wingi wa nishati ya umeme na volti zinazohitajika
(b) Kutafuta ukubwa wa rasilimali ya nishati ya jua iliyopo
(c) Kutafuta ukubwa na kuchagua moduli za umeme wa jua
(d) Kutafuta ukubwa na aina ya betri
(e) Kuchagua kidhibiti chaji
(f) Kuchagua kigeuza mkondo na
(g) Kutafuta ukubwa na kuchagua nyaya, fyuzi na swichi.

Hatua hizi zote zimeelezewa kwa undani zaidi katika sehemu zinazofuata.

7.2 KIWANGO CHA RASILIMALI YA NISHATI YA JUA NA VOLTI ZA UMEME ZINAZOHITAJIKA

Mahitaji ya ujumla kwa siku ya mfumo wa umeme wa jua ni kiasi cha nishati ya umeme ambao moduli za umeme wa jua zinatakiwa kuzalisha ili kukidhi mahitaji ya nishati kwa siku, ikiwa ni pamoja na upotevu wa nishati katika mfumo. Jedwali namba 1 linasaidia katika kutafuta mahitaji ya jumla ya nishati kwa siku. Upotevu wa nishati katika mfumo wa umeme wa jua unatokea kwenye betri, waya na inveta. Kiwango halisi cha upotevu wa nishati katika mifumo midogo ya umeme wa jua ni kati ya asilimia kumi na tano na thelathini (15% - 30%) ya mahitaji ya jumla ya nishati kwa siku. Hata hivyo, upotevu huwa mkubwa zaidi kama mfumo una nyaya ndefu na pia huongezeka kama vifaa ni vichakavu.

Jedwali Na. 12: Chati ya Kusanifu Mfumo wa Umeme wa Jua

Na.	Matumizi	Idadi ya vifaa	Volti (V)	Nguvu (W)	Muda wa matumizi kwa siku (saa)	Matumizi ya Nishati kwa siku (Whr)
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
	Jumla					

Uamuzi kuhusu volti itakavyotumika kwenye mfumo (inveta na betri) unatakiwa kuzingatia kushuka kwa volti kwenye mfumo mzima, hususan kama nyaya ndefu zimetumika. Mifumo mingi inayotumika ni ya volti kumi na mbili (12V). Kwa mifumo yenye nyaya ndefu, inashauriwa kutumia volti ishirini na nne (24V) au zaidi. Kwa vifaa vinavyotumia umeme mdogo kama vile taa zikiwemo taa za mezani kama zile za "Solux," volti sita (6V) au chini ya hapo huweza kutumika. Betri maalumu ziitizwo seli za "nicad" ambazo zinafanya kazi kwa kutumia volti moja nukta tatu (1.3V) kwa seli zinazopatikana kwenye soko.

7.3 KIWANGO CHA RASILIMALI YA NISHATI YA JUA

Kiwango cha mionzi ya jua ambacho kinapatikana mahali utakapotumika mfumo wa umeme wa jua, ni lazima kifahamike kabla ya kuchagua moduli za umeme wa jua zitakazotumika. Taarifa kuhusu kiwango cha mionzi, kwa kawaida hutolewa kama idadi ya saa ya jua kali kwa siku. Jedwali Namba 13 linaonyesha mfano halisi wa taarifa ya mionzi ya jua ambayo inawezesha kutafuta kiwango cha mionzi cha wastani kwa siku kwa kutumia saa za jua kali. Taarifa kama hii ambayo iko katika kipimo cha Langley, ni ya Dar es Salaam na imepatikana kutoka katika Ofisi za Wakala wa Hali ya Hewa. Iwapo taarifa za mahali panapo husika hazipatikani katika Ofisi za Wakala wa Hali ya Hewa namba ya kukadiriwa itumike. Taarifa ilivyoonyeshwa kwenye Jedwali Namba 13 ni ya Kiwanja cha Ndege cha Kimataifa cha Dar es Salaam.

Jedwali Na. 13: Wastani wa Nguvu za Mionzi ya Jua kwa Dar es Salaam

Mwezi	Nguvu za Mionzi (Langley)	Saa za Jua	Saa za Jua Kali
Januari	472	7.8	5.5
Februari	478	8.0	5.5
Machi	430	7.0	5.0
Aprili	349	5.2	4.0
Mei	382	7.1	4.4
Juni	380	7.6	4.4
Julai	391	7.6	4.4
Agosti	397	8.5	4.6
Septemba	430	8.5	5.0
Oktoba	471	8.9	5.5
Novemba	473	8.6	5.7
Desemba	468	8.4	5.4
Mwaka	**428**	**7.8**	**5.0**

Saa za jua kali ni idadi ya saa kwa kila siku inayolingana na saa ambazo nguvu ya mionzi ya jua kwa wastani ni Wati elfu moja (1000W) kwa eneo la meta moja la mraba ($1m^2$). Kuna njia tofauti za kukadiria idadi ya saa za jua kali kwa mahali. Njia mbili za kukadiria saa za jua kali zinaelezwa kwa kifupi.

7.3.1 Njia ya Kutumia Nguvu za Mionzi

Kama taarifa ya nguvu za mionzi inapatikana, inaweza kubadilishwa kuwa saa za jua kali kwa kuzidisha kwa kigawo kinachofahamika. Kwa mfano kama taarifa ya nguvu za mionzi inapatikana katika kipimo cha Langley basi kigawo hicho ni 0.116.

7.3.2 Njia ya Kutumia Saa za Jua

Katika njia ya pili, saa za jua kali zinaweza kukadiriwa kama saa za mng'ao wa jua zinafahamika. Katika kusanifu mifumo ya umeme wa jua mwezi wenye kiwango kidogo kuliko yote cha nguvu za mionzi ya jua, ambao hujulikana kama mwezi sanifu, ndio hutumika kupata ukubwa wa mfumo wa umeme wa jua. Hii inasaidia kujua kuwa kwa miezi yote ya mwaka, mfumo huweza kutosheleza mahitaji ya umeme. Kwa mfano kutokana na Jedwali

Namba 13 mwezi wa Aprili ambao una wastani wa saa za jua kali 4.0, ndio mwezi sanifu. Hata hivyo, kulingana na hali halisi ya mahitaji ya umeme, wastani wa saa za jua kali kwa mwaka mzima huweza kutumika kama kigezo cha kusanifu mfumo wa umeme wa jua. Kufuata mwelekeo wa jua kunawezesha nishati ya ziada kukusanywa na moduli za umeme wa jua. Kwa mfumo unaofuata mwelekeo wa jua ambao unaendeshwa sawasawa, nishati ya ziada ya mpaka asilimia ishirini na tano (25%) inaweza kupatikana.

7.4 KUTAFUTA UKUBWA NA KUCHAGUA PANELI ZA UMEME WA JUA

Kigezo kikuu kinachotumika kutafuta ukubwa na kuchagua paneli za mfumo wa umeme wa jua ni kwamba kiwango cha nishati kinachozalishwa kiweze kukidhi mahitaji ya nishati ya umeme yalivyokusudiwa kwa ukaribu kwa kadiri iwezekanavyo. Kiwango cha nguvu kinachozalishwa na moduli ya umeme wa jua kimsingi kinategemea vitu vifuatavyo: Kiwango cha mnururisho kinachoingia sawia na ubapa wa moduli, Jotoridi la moduli naVolti za mfumo.

Kwa ujumla kiwango cha nguvu kinachozalishwa hupungua kadiri volti na jotoridi vinavyoongezeka. Kuhusu volti, moduli inayotumika katika volti ambazo ziko karibu na mstari wa nguvu ya juu zaidi itazalisha nguvu kubwa kuliko kama volti inayotumika iko mbali na mstari wa nguvu ya juu zaidi. Kiwango cha juu cha nishati ya umeme kinachoweza kuzalishwa na mfumo wa moduli za umeme wa jua kinapatikana kama ifuatavyo:

$$E_{max} = n W_p H_p F_A$$

W_p ni kiwango cha nguvu kinachozalishwa na moduli wakati wa jua kali. "n" ni idadi ya moduli zinazounda mfumo wa umeme wa jua. H_p ni mnururisho katika saa za jua kali. F_A ni kiwango rekebishi, ambache hujumuisha hali ya mahali na utendaji wa moduli. Kwa mifumo mingi hutumika thamani ya $F_A = 1.1$

Hata hivyo, njia hii ya kukadiria ukubwa wa mfumo wa umeme wa jua si sahihi sana, kwani hauzingatii jotoridi linalohusika na tofauti zilizopo kati ya mstari wa nguvu ya juu zaidi. Njia sahihi zaidi inaweza kupatikana kwa kutumia mistari ya I–V ya moduli inayohusika, ambayo kwa kawaida hutolewa na watengenezaji wa moduli.

7.5 KUTAFUTA UKUBWA NA KUCHAGUA AINA YA BETRI

Kiwango cha nishati ya jua kinachopatikana kutoka kwenye mfumo wa umeme wa jua kinabadilika siku nzima na ni sifuri wakati wa usiku. Kwa mfumo wa umeme wa jua unaojitegemea ambapo nishati ya umeme inahitajika wakati ambapo jua haliwaki, uhifadhi wa betri ni kitu cha la lazima. Mifano ya mifumo hiyo ni mifumo ya taa, mojokofu na mawasiliano ya simu.

Sifa muhimu ya betri katika matumizi ya umeme wa jua ni uwezo wake wa kujazwa na kuondolewa chaji kwa kurudia mara nyingi bila kuharibika.

Vigezo vingine vya kuzingatiwa wakati wa kuchagua betri kwa matumizi ya umeme wa jua ni kama vifuatavyo :

(a) Uwezo wa kuhifadhi chaji
(b) Uwezo wa kutunza chaji wakati ambapo betri haitumiki
(c) Upotevu mdogo zaidi wa nguvu ya umeme na
(d) Mahitaji madogo au kutokuwa na mahitaji ya utunzaji.

Vigezo muhimu vinavyotofautisha betri ni kama vifuatavyo:

(i) ***Maisha ya mzunguko***: Hizi ni imara ambazo betri inaweza kutolewa chaji yake au kuongezewa chaji kabla ya kufikia mwisho wa matumizi yake.
(ii) ***Uwezo wa kutunza chaji***: Hiki ni kiwango cha juu cha chaji (nishati ya umeme) ambacho betri inaweza kukitunza. Kwa kawaida huelezewa katika ampia saa (AH).
(iii) ***Kina cha utoaji chaji***: Hiki ni kiwango cha chaji ambacho betri inaweza kuruhusiwa kutoa katika utendaji wake wa kawaida.
(iv) ***Kiwango cha kutoa chaji binafsi***: Hiki ni kiwango ambacho betri itapoteza chaji yake kama itaachwa bila kutumika.
(v) ***Kasi ya kutoa chaji***: Huu ni muda ambao betri imeundwa kuweza kutoa kiwango chote cha juu cha kutunza chaji.
(vi) ***Kasi ya kutia chaji***: Ni kiwango cha mkondo ambacho betri inaweza kuchajiwa nacho bila kuharibika.

Maisha ya mzunguko ya betri hutegemea zaidi kiwango ambacho inaweza kutoa chaji. Iwapo kiasi kidogo tu cha nguvu kitachukuliwa kutoka kwenye betri kabla ya kuchaji tena, maisha ya mzunguko yatakuwa marefu. Kiasi cha chaji ambacho kinaweza kutumika kati ya kile kilichohifadhiwa kwenye betri ni kidogo kwa kiasi kikubwa, kikilinganishwa na uwezo wa juu wa betri wa kuhifadhi chaji. Kiwango cha chaji kinachoweza kutumika hutegemea aina ya betri, mtengenezaji na hali halisi ya utumiaji. Kama betri itaondolewa chaji kupita kina cha chini kilichoruhusiwa cha kina cha kutoa chaji uharibifu wa kudumu utatokea kwenye betri. Kina cha chini cha kutoa chaji huelezewa katika asilimia za uwezo wa juu wa betri kuhifadhi chaji. Kutegemea aina ya betri kina cha chini cha kutoa chaji cha betri zinazotumika kwa umeme wa nishati ya jua huwa kati ya asilimia 50 na 100. Betri hizi hujulikana kama betri za kina kirefu cha mzunguko na ndizo hutumika katika matumizi ya nishati ya jua. Betri za kina kifupi cha mzunguko kama vile betri za magari huweza kutoka hadi asilimia 25 tu.

Kasi ya kupoteza chaji ya betri hubadilika kulingana na jotoridi. Ni kubwa katika jotoridi la mazingira ya kawaida. Thamani yake hasa ni 0.1 mpaka 0.3% ya uwezo kwa siku. Kiwango cha chaji kinachoweza kupatikana kwa matumizi kutoka katika betri huwa ni

kikubwa kama chaji itatolewa kwa kasi ndogo na huwa ni kidogo iwapo chaji itatolewa kwa kasi kubwa. Kwa kawaida betri inaweza kuchajiwa kwa usalama kwa kutumia mkondo ulio sawa na moja ya kumi ya uwezo wa ampia saa (AH) au chini zaidi. Chaji ikiwa ndogo ufanisi wa kuongeza chaji unakuwa mkubwa. Uwezo wa betri kwa kawaida husomwa kwenye jotoridi la nyuzijoto 25 (25°C). Juu ya jotoridi hili uwezo wa betri kutoa chaji huwa mkubwa lakini zaidi ya nyuzijoto 40, uwezo hupungua. Jotoridi lililo chini ya nyuzijoto 25 linaweza kupunguza uwezo wa kawaida wa betri kwa asilimia 75 hadi 90. Jotoridi pia huathiri maisha ya mzunguko wa betri. Utumiaji wa muda mrefu chini ya nyuzijoto 25 husababisha kupungua kwa muda wa kuishi wa betri. Katika nyuzijoto 0 (0°C) kuganda kwa kichanganuo umeme hasa katika betri za tindikali za lidi kunaweza kusababisha uharibifu wa kudumu wa betri.

Betri ni sehemu za mfumo wa umeme wa jua ambao mara nyingi una hitaji matunzo makubwa. Aina mbili za betri zitumikazo katika mifumo ya umeme wa jua ni betri za tindikali ya lidi na betri za nikeli kadiumu. Betri za tindikali ya lidi zinaweza pia kugawanywa katika lidi kalsiamu, lidi antimoni, aloyi ya lidi na betri zilizofungwa. Katika maeneo ambayo uwezekano wa kutunza betri ni mdogo, uchaguzi wa betri zinazohitaji utunzaji mdogo hufanyika. Matengenezo makubwa yanayohitajika kwa betri ni ukaguzi, kujaza maji ya betri na kubadilisha tindikali kwenye betri kama inabidi. Siku hizi kuna betri zenye vifuniko maalumu vya seli ambavyo huondoa upotevu wa tindikali ya betri, hivyo kuzifanya zisiwe na mahitaji makubwa ya utunzaji. Vifuniko hivi vina kichocheo ambacho hubadili gesi ya hidrojeni itokayo kwenye betri kuwa maji, ambayo hurudi ndani ya betri.

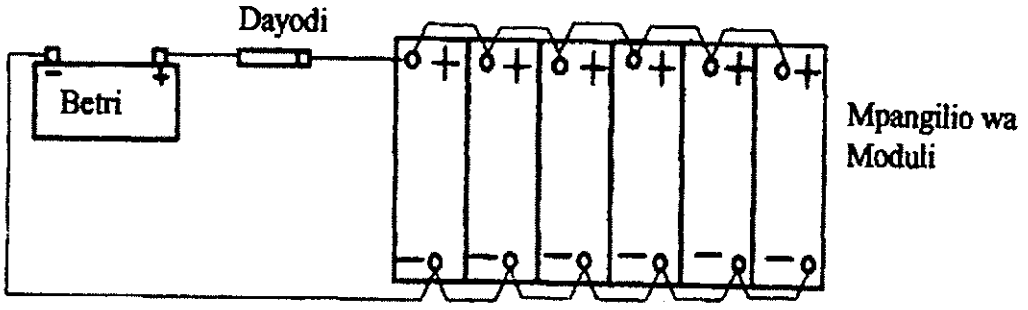
Uwezo wa betri katika mfumo wa umeme jua hutegemea sana mahitaji ya jumla ya nishati ya mfumo mzima kwa siku, idadi ya siku ambazo betri huweza kukidhi mahitaji ya umeme ikiwa imetiwa chaji na kina cha chini kabisa cha betri kutoa chaji. Katika hali ya mlinganyo hii imeelezwa kama ifuatavyo:-

Uwezo wa Betri [AH]	=	Mahitaji ya jumla ya nishati kutoka kwenye mfumo [AH/siku]	X	Idadi ya siku za uhifadhi wa betri [siku]	÷	Kina cha mwisho cha chini cha kutolewa chaji kwa siku

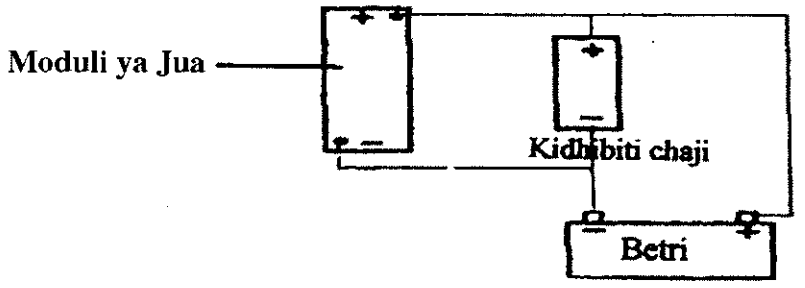
7.6 KUCHAGUA KIDHIBITICHAJI

Kwenye mifumo ya kuchaji betri ya umeme wa jua, vidhibitichaji ni vya lazima vitumike ili kuepusha uharibifu dhidi ya kuchaji kupita kiasi na kutochaji chini ya kina cha mwisho cha chini. Katika mifumo midogo ya umeme wa jua ya 40Wp na chini zaidi vidhibitichaji siyo lazima vitumike. Katika mifumo hiyo diodi za kukinga hutumika, hukinga betri isipoteze chaji kupitia kwenye paneli wakati volti ya betri inapokuwa

kubwa kuliko inayotolewa na paneli kama vile nyakati za usiku au kunapokuwa na mawingu. Dayodi za kukinga zinaunganishwa kwenye mstari katikati ya paneli na betri ; karibu kabisa na betri. Mifumo yenye moduli kubwa kuliko 40Wp lazima ziwe na aina fulani ya kidhibitichaji. Kwa hiyo, uamuzi wa kwanza kabisa unaohitajika hufanywa kuhusu kidhibitichaji ni lazima kabisa kukitumia. Aina hizi mbili za vifaa kwa ujumla hujulikana kama vitengo vya kudhibiti nguvu ama kwa lugha ya kiingereza "Power Control Units" (PCU). Pia, husaidia kulinda kifaa dhidi ya nguvu inayobadilikabadilika kutoka kwenye paneli za umeme wa jua kwa kulainisha na kusafisha zao la umeme utokao kwenye paneli. Kwa vidhibitichaji vinavyojulikana na kupatikana kibiashara, kazi ya diodi za kukinga umejengwa ndani ya vidhibitichaji na hivyo si lazima kutumia diodi za kukinga. Vielelezo 45 na 46 vinawakilisha mifumo miwili ya dayodi za kukinga na kidhibitichaji kama zinavyofuatana.



Kielelezo Na.45: Sakiti ya Kutia Chaji Betri Inayotumia Dayodi ya Kinga



Kielelezo Na. 46: Sakiti ya Kutia Chaji Betri Inayotumia Kidhibiti Chaji

Namna ambavyo kidhibitichaji hufanya kazi ni kuruhusu nguvu kutoka kwenye paneli ya umeme wa jua kutumika kuchaji betri kwanza mpaka inapokaribia hali ya kufikia kuchajiwa kabisa. Baada ya betri kufikia hali ya kuchajiwa kabisa kidhibiti hukata chaji kutoka kwenye paneli mpaka kwa kiwango cha chaji cha kujaza ambayo

inatosheleza kulinda chaji iliyojaa. Hii pia hulinda kutoka kwa gesi na kupotea maji ya betri. Kidhibitichaji pia husaidia kulinda betri kutokana na uharibifu iwapo betri iko karibu na volteji ya betri isiyochajiwa kabisa kwa kukata mgao wa nguvu kutoka kwenye matumizi yaliyounganishwa kwenye betri au kwa kuonyeshwa mianga ya hadhari ambayo inaonyesha kiwango kidogo cha kuchaji. Kwa hiyo, vidhibitichaji ni lazima viundwe au virekebishwe kuendesha kufuata volteji ya betri.

Ni muhimu kuhakikisha kwamba kidhibitichaji chenye ubora kinapatikana kwa ajili ya mfumo wa umeme wa jua kwa sababu utendaji hafifu wa kidhibitichaji huathiri sana maisha ya betri. Ubora wa kidhibitichaji pia huhusisha uwezo wake kulipiza hali ya jotoridi na mkondo ambao huathiri uwezo uliopo katika betri na volteji ya betri kama vilivyofuatana. Vidhibitichaji kwa kawaida huundwa ili vijiendeshe vyenyewe pia vingine huhitaji kuendeshwa. Muundo huu wa mwisho hupendelewa hasa wakati wa siku nyingi za mawingu, kwa mfano kipindi cha majira ya mvua.

Vidhibitichaji huwa vimerekebishwa kwa minajili kwamba vishikilie mkondo uliotolewa na paneli na mahitaji ya vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo. Watengenezaji kwa kawaida hutoa vipimo vya vidhibitichaji kulingana na mkondo wa paneli. Hata hivyo, ni lazima virekebishwe kwenye volteji ya mfumo wa kuendeshea. Katika hali za kawaida, mkondo wa vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo ni mdogo kuliko ule utokao kwenye paneli, hivyo basi hauathiri uchaguzi wa kidhibitichaji.

7.7 KUCHAGUA KIGEUZA MKONDO

Umeme unaozalishwa na paneli wa umeme wa jua uko katika mkondo mnyofu (DC). Huu hutolewa kwenye vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo ama moja kwa moja au kupitia kwenye betri. Kigeuza mkondo ni chombo ambacho hubadili mkondo mnyofu kutoka kwenye paneli au betri kuwa mkondo geu (AC) ili kutosheleza mahitaji. Kulingana na teknolojia ya sasa, mbinu za aina mbili hutumika kutoa mkondo geu kutoka kutoka kwenye mkondo mnyofu. Hata hivyo, wasomaji wanaopenda kuelewa kuhusu mbinu hizo wanaweza kusoma vitabu vinavyohusika.

Uchaguzi wa kutumia au kutokutumia kigeuza mkondo hutegemea sana ulinganishaji wa uzito wa faida na hasara katika utumiaji wake. Gharama ya kigeuza mkondo huwa kubwa ikilinganiswa na gharama zote za mfumo. Kwa nyongeza kigeuza mkondo kinaleta upotevu wa nguvu na hivyo kupunguza kiwango cha nishati inayozalishwa katika mfumo. Kwa hiyo, inapowezekana matumizi ya kigeuza mkondo yapaswa kuepukwa. Kwa uhakika kigeuza mkondo ni cha muhimu wakati vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo hutumia mkondo geu. Katika matumizi yanayohusu vifaa vitumiavyo mkondo mnyofu inashauriwa kutokutumia kigeuza mkondo kwa sababu ya kupunguza gharama na kuongeza ufanisi katika mfumo.

Kigeuza mkondo kwa ajili ya matumizi ya umeme wa jua huwa na vitu vifuatavyo kwa ajili ya ulinzi wa mfumo na vifaa vilivyounganishwa:

- Swichi ya otomatiki ya kuzima mtambo iwapo volteji iingiayo ya mkondo mnyofu ni kubwa mno au ndogo mno.
- Swichi ya otomatiki ya kuanzisha mfumo kufanya kazi iwapo volteji iingiayo ya mkondo mnyofu itafikia kiwango cha chini kilichowekwa.
- Ulinzi dhidi ya sakiti ya moja kwa moja na mizigo mikubwa kupita uwezo wa mfumo.

Kigeuza mkondo huchaguliwa kwa kuzingatia kiwango cha juu cha mahitaji ya nguvu ya vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo. Kigeuza mkondo kilichochaguliwa kwa ajili ya matumizi fulani ni lazima kiweze kukabili nguvu inayotegemewa wakati wa kipindi kizima cha utendaji kazi cha mfumo. Kwa kawaida kigezo cha usalama hujumuishwa katika uchaguzi wa kigeuza mkondo. Thamani halisi ya kigezo cha usalama iliyotumika katika kuchagua kigeuza mkondo ni asilimia 25 ya nguvu iliyo kubwa kabisa inayotegemewa. Asilimia hizi huwa ni ziada ya zile kwenye nguvu kubwa kabisa.

7.8 KIFUATISHI CHA NGUVU KUBWA ZAIDI

Kifuatishi cha nguvu kubwa zaidi ni mfumo wa kudhibiti ambao hutumika kuongeza kiwango cha nguvu itumikayo itolewayo na paneli ya umeme wa jua kwa kuweka sawa ulinganifu wa impedansi kati ya paneli na vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo. Kifuatishi halisi huundwa katika elektroniki yenye maikroprosesa ambayo huangaliza zao la nguvu kwenye paneli baada ya kila kipindi kifupi cha muda (kwa kawaida ni milisekunde 30) na kurekebisha impendansi, yaani inaongeza volteji iwapo zao la nguvu limeongezeka au vinginevyo.

Vifuatishi vina manufaa kwa kigezo cha gharama katika mifumo mikubwa ya umeme wa jua tu. Hii siyo tu kwa sababu ya gharama kubwa lakini pia kwa sababu kifuatishi chenyewe kinatumika sehemu ya nguvu inayotolewa na paneli ya umeme wa jua, hivyo kupunguza nguvu halisi inayopatikana kwa kuendesha vifaa vilivyounganishwa na mfumo. Uamuzi wa kujumuisha kifuatishi katika mfumo wa umeme wa jua ni lazima pia uzingatie uwezekano wa mfumo wa elektroniki ya teknolojia ya hali ya juu kuweza kufanya kazi bila matatizo ya kiufundi, ikilinganishwa na faida za ufanisi uliongezeka. Kigezo hiki ni muhimu hasa kwa maeneo ya vijijini ambapo huduma za ukarabati za elektroniki hazipo. Mfano mmoja wa vifuatishi vya nguvu kubwa zaidi ni kama vile kinachotumika katika mifumo ya umeme wa jua ya kusukuma maji ambavyo huwezesha mfumo mmoja au yote kati ya mifumo miwili inayojitegema kufanya kazi kutegemea kiwango cha nguvu kinachozalishwa kutoka kwenye paneli. Watengenezaji wa vifuatishi kama hivi hudai kwamba vinaweza kuongeza kiwango cha nishati inayotumika kutoka kwenye mfumo hadi asilimia ishirini au zaidi. Uzoefu umeonyesha kuwa mifumo inayotumia vifuatishi vya namna hii, huweza kufanya kazi kwa miaka mingi, hata katika

mazingira ya vijijini bila kuwa na matatizo ya kiufundi au kuhitaji matengenezo. Hii imedhihirisha kuwa tofauti na dhana potofu kuwa mifumo kama hiyo, ambayo hutumia teknolojia ya elekroniki ya hali ya juu, haifai kwa maeneo ya vijijini.

7.9 ZOEZI LA KUSANIFU MFUMO WA TAA ZA NYUMBANI

Mlolongo ulioainishwa kwenye sura zilizotangulia kwa ajili ya kuunda na kuchagua vifaa mbalimbali vya mfumo wa umeme wa jua utatumika kuunda mfumo huu na kuchagua sehemu zake.

7.9.1 Kukokotoa Mahitaji ya Nishati ya Vifaa Vilivyounganishwa na Volteji

Hatua ya kwanza katika kusanifu mfumo wa umeme wa jua ni kupata maelekezo ya mahitaji ya nguvu na muda wa matumizi wa vifaa vinavyokusudiwa kuunganishwa kwenye mfumo. Maelekezo yanayohusika ya nguvu kwa vifaa yameonyeshwa katika Jedwali Na. 14. Ili kupunguza gharama za mfumo, vifaa vitumiavyo nguvu kidogo kabisa, bila kuathiri ufanisi wa mfumo, huchaguliwa. Pia, nguvu inayohitajika kwa ajili ya mwanga inaweza kupunguzwa kwa kutumia taa zinazotumia nguvu kidogo ambazo huweza kupunguza nguvu inayohitajika kwa ajili ya mwanga hadi asilimia themanini (80%), wakati huo huo ikitoa kiwango kilekile cha mwanga. Taa za namna hii ni ghali zaidi ikilinganishwa na taa za kawaida lakini hudumu sana ikilinganishwa na muda wa maisha wa taa za kawaida. Iwapo taa zinazotumia nishati ndogo hazipatikani tubu za floresenti hupendelewa zaidi kuliko taa za joto kwa sababu taa za floresenti hutumia nguvu ndogo kuliko taa za joto.

Jedwali Na. 14: Mfano wa Chati ya Taarifa za Usanifu wa Mfumo wa Umeme wa Jua

Na.	Matumizi	Idadi ya Vifaa	Volteji (V)	Nguvu (W)	Muda wa matumizi kwa siku (Saa)	Nishati ya (Whr)
1	Redio	1	230	75	4	300
2	Televisheni	1	230	100	4	400
6	Taa	3	230	3 x 20	9	540
7	Taa	3	230	5 x 20	13	1,300
	Jumla	**8**	**230**	**335**		**2,540**

Hivyo, jumla ya mahitaji ya nishati kwa siku ya mfano ni 2,540 Whr. Nyongeza ya karibu asilimia 10 ya nguvu zote hutolewa ili kufidia nishati inayopotea kwenye sehemu mbalimbali za mfumo na nyaya za kusambazia umeme. Hii inafanya matumizi ya

nishati ya jumla kwa siku kwa Wati za saa 2794. Thamani hii ya nishati hutumika katika kutathmini mahitaji ya mfumo kwa siku, hivyo ukubwa wa betri inayohitajika, ambayo imeonyeshwa kwenye sehemu ya 9.4.

7.9.2 Rasilimali za Nishati ya Jua

Ukiangalia Jedwali Na. 13 (Taarifa za wastani za insolesheni za Dar es Salaam) mwezi Aprili umechukuliwa kuwa mwezi sanifu, kwa sababu una kiwango kidogo kwa wastani wa insolesheni na saa za jua kwa siku kuliko miezi yote. Kiwango hicho ni sawa na Langely 349 au saa 4.0 za jua kali. Hata hivyo, uchaguzi juu hutegemea mifumo inayojitegemea. Iwapo mfumo si unaojitegemea kama vile mfumo wa ugawaji nguvu wa dharura, viwango vikubwa na viwango vya wastani vya siku au kwa mwaka vinaweza kutumika. Katika takwimu iliyotolewa katika Jedwali Na. 13 thamani hizo ni Insolesheni ya wastani kwa siku ya Langley 428 au saa za jua kali 5.0.

7.9.3 Kutafuta Ukubwa na Kuchagua Paneli za Umeme wa Jua

Kuna mitazamo miwili iliyopo kwa ajili ya kutafuta ukubwa na kuchagua paneli za umeme wa jua. Njia ya kwanza ni kwa kutafuta mkondo wa umeme wa kuchaji betri na kuchagua moduli inayoweza kutoa mkondo unaohitajika kuchaji mfumo. Mkondo huu hupatikana kwa kugawanya mahitaji ya chaji kwa siku kama yalivyokokotolewa katika sehemu ya 7. 9.4 kwa saa sanifu za kiwango kikubwa cha insolesheni. Hivyo, katika mfano huu, mkondo wa kuchaji mfumo ni ampia 45.

Njia mbadala ya kutafuta ukubwa na kuchagua paneli za umeme wa jua ni kukokotoa idadi ya moduli ambazo kwa kutumia kiwango cha juu cha insolesheni, zinaweza kuzalisha umeme wa jua unaokidhi mahitaji ya nishati yanayohitajika. Hii ni kama ilivyoonyeshwa katika mlinganyo wa (1).

Kwa mfano, katika mfano huu moduli zilizopo zinakadiriwa kuwa na nguvu ya 55 Wp. Hii ina maana kwamba kwa kuwa na saa 5 za jua kali na mahitaji ya nishati kwa siku ni 2794 Wh, idadi ya moduli zinazohitajika ni kumi (10).

7.9.4 Kutafuta Ukubwa na Kuchagua Betri

Katika mfano huu, volteji ya mfumo wa kuchaji ni volti 12 za mkondo mnyofu. Hata hivyo, mara nyingine, nguvu ya umeme inayohitajika katika mifumo ya umeme wa jua majumbani huwa katika volti 230 za mkondo geu ili kuendana na mahitaji na maelekezo ya matumizi yanayohitajika katika mfumo. Katika mfano huu, volteji ya betri ya volti 12 imechaguliwa kwa ajili ya usanifu, kwa sababu betri za volti 12 hupatikana kwa urahisi kwenye soko. Mahitaji ya jumla ya mfumo wa nishati kwa siku katika AH

hupatikana kwa kugawanya mahitaji ya jumla ya nishati ya siku ambayo hupatikana kwa mfumo wa volteji (2794Wh ⎪ 12V = 225 AH). Uwezo wa betri hupatikana kutoka katika mlinganyo wa (2). Kina kikubwa cha kutolea chaji cha asilimia 75 kinatumika na idadi ya siku za kutunza chaji ni mbili (2). Uwezo mzima wa betri unaohitajika kwa ajili ya mfumo ni 600 AH.

Betri mbili zenye uwezo wa volti 12 na 300 AH kila moja zitatumika katika muunganisho sambamba na hivyo kufanya uwezo wa mfumo wa betri utakaotokea kuwa volti 12, AH 600.

7.9.5 Kuchagua Kidhibiti Chaji

Kidhibitichaji ni lazima kichaguliwe kwa kuangalia uwezo wa kuhimili mkondo wa mfumo wa kuchaji wa ampia 45, kama ulivyokokotolewa kwenye sehemu ya 9.3. Hivyo basi, katika mfano huu, kidhibitichaji chenye uwezo wa kupitisha mkondo wa ampia 50 kinahitajika.

7.9.6 Kuchagua Kigeuza Mkondo

Kigeuza mkondo lazima ichaguliwe katika misingi kwamba iwe na uwezo wa kumudu mahitaji ya jumla ya nguvu ya mfumo kama yalivyokokotolewa katika sehemu ya 9.1 (Jedwali la (3), yaani Wati 335. kigeuza mkondo chenye uwezo wa Wati 500 imechaguliwa kutumika katika mfumo. Katika sakiti pia hufungwa kifaa cha kinga kwenye sehemu za mfumo na vifaa vilivyounganishwa kwenye mfumo. Kigeuza mkondo za aina nyingi zinazopatikana katika soko, pia hutoa ulinzi huo.

SURA YA NANE

UFUNGAJI WA UMEME WA MAJUMBANI

8.1 UTANGULIZI

Katika ufungaji wa umeme wa jua ni lazima kufanya maandalizi ya vifaa na kujua aina au idadi ya vifaa vinavyohitajika kadiri ya ukubwa wa mfumo wenyewe ulivyo. Baada ya sehemu za mfumo wa umeme wa jua kuchaguliwa na kununuliwa, kigezo kingine muhimu kuzingatiwa ni uundaji mitambo na vifaa mbalimbali vinavyotumika kwenye mfumo wa umeme wa jua. Mifumo mingine hutolewa ikiwa tayari imeunganishwa na pengine huhitaji kuunganishwa tu. Lakini hata kwa mifumo hiyo, msingi na nguzo imara ya kutosha ya sehemu mitambo inapofungwa hutengenezwa. Baada ya kuunganisha na kuunga paneli, inapaswa kuhakikisha kuwa uunganishaji kwenye sehemu ya kifunga paneli ni imara na mahiri zaidi kuhimili uwezekano wa uharibifu wowote kutoka hali ya hewa na wanyama. Hii ni muhimu zaidi hususan kwenye maeneo ya vijijini hasa kama hakuna wigo. Mahali pengine wanyamapori huishi karibu na mahali ambapo paneli za jua zimefungwa. Kwa mfano, katika mfumo wa jua wa kusukuma maji katika Kijiji cha Kidogozero, Wilaya ya Bagamoyo, Mkoa wa Pwani Viboko huja kwenye eneo ambalo paneli zingefungwa wakati wa mafuriko ya mto. Ulinzi wa sehemu za mfumo dhidi ya wezi pia ni muhimu kuzingatiwa. Mfumo uliojengwa barabara huwa vigumu kwa wezi kuiba paneli au sehemu nyingine za mitambo kwa urahisi. Hivyo basi, sehemu ya kufungia mitambo ni lazima iwe na ulinzi maridhawa dhidi ya wanyama na wezi. Inashauriwa kujenga wigo mzuri na imara kuzunguka eneo la mitambo na ulinzi imara uwepo.

Jukwaa la kufungia paneli lisiwe kubwa mno, lakini lazima liwe imara kuweza kushikilia uzito wa paneli pasipo vizingiti vya ziada. Vilevile, linatakiwa kuwa imara kiasi cha kuweza kuhimili nguvu za ziada ambazo zinaweza kuletwa na upepo. Baadhi ya watengenezaji wa nchi za nje hutoa majukwaa yasiyotosheleza kwa kisingizio kuwa wanayafahamu mazingira ya ambapo mifumo hii itafungwa. Kwa hiyo, ni muhimu kuchunguza kwa makini mifumo iliyoundwa na watengenezaji wa nje ili kuhakikisha kuwa inatosheleza mahitaji yote yaliyotajwa. Ikiwezekana majukwaa mapya yajengwe ambayo yanayosheleza mahitaji ya mfumo mzuri wa umeme wa jua. Hata hivo, uamuzi huo na utekelezaji wake lazima vifanywe na wataalamu wenye sifa zinazotakiwa.

Ili kupata ufanisi mzuri wa mfumo wa umeme wa jua, moduli ni lazima ziinamishwe ipasavyo. Mfano halisi ni kuhakikisha kwamba nyuso za paneli daima zinakuwa mkabala na mwelekeo wa mionzi ya jua kwenye paneli. Hii inaweza kupatikana kwa kutumia kifuatishi. Kuna aina nyingi tofauti za mifumo ya vifuatishi inayotumika. Kwa ujumla vimegawanywa kwenye mifumo inayoongozwa na ama kimakenika au kielektroniki.

Mifano ya mifumo inayoongozwa kimakenika ni mifumo yote inayoendeshwa na gia, mifumo inayoongozwa kwa saa na mifumo inayoongozwa na nguvu za maji, kama ule uliobuniwa na Mtanzania anayeitwa John N.P. Mbogoma katika miaka ya 1990 mwanzoni. Uvumbuzi huu ulipata tunzo ya uvumbuzi ya TASTA inayotolewa na Tume ya Sayansi na Teknolojia, Tanzania (COSTECH). Mifumofuatishi inatumia teknolojia ya hali ya juu na mara nyingi, katika mifumo midogo na ya kati ya umeme wa jua ongezeko la ufanisi linalopatikana, haliwezi kufikia ongezeko kubwa la gharama linalotokana na utumiaji wa mifumofuatishi. Kwa maeneo yaliyo jirani na Ikweta kama vile Tanzania, uboreshaji katika ufanisi kutokana na matumizi ya mifumofuatishi ni mdogo. Kwa hiyo, mifumo mingi ya umeme wa jua huundwa kwa ajili ya matumizi katika maeneo maalumu. Katika baadhi ya nchi ambazo ziko mbali kutoka Ikweta kwa mfano Ulaya, ufungaji na muundo wa paneli za umeme wa jua hubadilika kufuatana na majira.

Kuna milinganyo na milolongo inayotumika kukokotoa pembemwinamo kwa ufanisi wa wastani wa paneli. Hakuna haja ya kutoa maelezo ya ndani ya milinganyo hiyo katika somo hili. Kanuni ya kidole gumba mara nyingi hutumika katika kutafuta pembemwinamo kwa sababu hata kwa hesabu ngumu na marefu, makosa katika kutafuta pembemwinamo ya wastani bado huwa ni makubwa. Kwa matumizi kwa vitendo, miale huinama katika pembe ambayo hutengeneza uso wa mwale uiname kuelekea Ikweta kutoka sehemu ya msitari mlalo. Pempemwinamo inakadiriwa kuwa nyuzi 10 jumlisha nyuzi ya latitudo ya eneo hilo. Kwa hiyo eneo linalozunguka Dar es Salaam ambapo nyuzi ya latitudo inakadiriwa kuwa 5, pembemwinamo inakadiriwa kuwa nyuzi 15 (15^0) kuelekea upande wa Ikweta.

Kabla kazi ya kufunga mitambo haijaanza, mkao wa maeneo unakofungwa na kuunganishwa mfumo ni lazima ujulikane ili kuwezesha kutengeneza makadirio mazuri ya malighafi zinazohitajika kama vile nyaya za umeme n.k. Paneli ziwekwe zikiwa zimeinamishwa kuelekea Kaskazini au Kusini, kutegemeana na mahali lilipo kutoka Ikweta. Mwelekeo wa kweli wa Kaskazini na Kusini hutafutwa kwa kutumia njia ya dira ya sumaku. Ufungaji wa paneli za umeme wa jua kwa kawaida hujumuisha hatua kubwa tatu, nazo ni kuandaa msingi (iwapo paneli zinafungwa usawa wa ardhi), kuunganisha jukwaa la kushikilia paneli, uungaji na ufungaji nyaya kwenye moduli. Mara nyingine, jukwaa lote la uungaji hutengenezwa kama umbo moja kwa kuchomelea na hivyo hakuna uunganishaji unaofanyika katika eneo la ufungaji wa mitambo.

8.2 UFUNGAJI WA MITAMBO NA HADHARI MUHIMU

Paneli hufungwa kwenye fremu ya jukwaa kwa kutumia bolti, kupitia matundu yaliopo kwenye moduli na fremu. Ufungaji wa nyaya za paneli lazima ufuate muundo wa mfumo ili mikondo na volteji zinazopatikana vilingane na maelekezo ya muundo wa mfumo.

Katika mifumo mikubwa ya umeme wa jua miunganisho ya milolongo na sambamba yote hutumika. Sehemu nyingine za mfumo, ikiwa ni pamoja na vifaa vinavyotumia umeme kutoka kwenye mfumo huunganishwa kwa kufuata mchoro wa mfumo wa nyaya. Hadhari zifuatazo ambazo zinajumuisha mahitaji ya usalama lazima zichukuliwe wakati wa kusanifu, kuunda, kuchagua, kufunga na kutumia mifumo ya umeme wa jua na sehemu zake:

(a) Uundaji, ujengaji wa utunzaji wa mfumo ni lazima ufuatane na taratibu na kanuni za usalama zinazotumika.

(b) Maelekezo ya watengenezaji lazima yafuatwe kwa ukamilifu.

(c) Katika mifumo mikubwa ya umeme wa jua, paneli ni lazima zifunikwe wakati wote wa ufungaji hasa wakati wa kuunganisha nyaya za umeme, vinginevyo ni lazima kazi hiyo ifanyike wakati ambapo hakuna jua kali.

(d) Hakikisha kwamba paneli zimeelekezwa kuelekea Ikweta na zimeinamishwa katika pembe inayohitajika.

(e) Hakikisha kwamba paneli za umeme wa jua hazifunikwi na kivuli cha miti, majengo au maumbo mengine yoyote wakati wa vipindi vya jua katika siku. Endapo baadhi ya sehemu za paneli zitafunikwa na vivuli, uharibifu wa paneli utatokea.

(f) Hakikisha usalama na paneli.

(g) Hakikisha paneli zinafikika kwa usalama na rahisi kwa ajili ya kusafishwa.

(h) Hakikisha kwamba nyaya zote zina urefu unaotakiwa bila kuzidisha, kwani kufanya hivyo husababisha upotevu mkubwa wa nishati.

(i) Hakikisha kwamba kidhibiti, kigeuza mkondo na vifaa vingine vya elektroniki vimefunikwa na kulindwa dhidi ya uharibifu wa hali ya hewa (kama vile jua na mvua), binadamu, wanyama na kuna mzunguko wa hewa wa kutosha.

(j) Kiwango kikubwa cha volteji ya paneli katika sakiti lazima kiwe ndani ya uwezo wa moduli na sehemu nyingine za mfumo.

(k) Maungio yote lazima yafunikwe vizuri ili kuhakikisha kwamba hayaleti madhara kwa binadamu na wanyama kutokana na kuyagusa.

(i) Vifaa vyote lazima viunganishwe na waya wa ardhini kwa sababu za usalama kama vile kutoa ulinzi dhidi ya radi, kubadilika ghafla ukubwa wa volteji ambako kunaweza kusababishwa na ongezeko la ghafla la volteji linalotokea wakati wa kuwasha na kuzima vifaa au kuharibika kwa sehemu au vifaa vya mfumo.

(m) Ulinzi kutolewa katika eneo la arei kwa kuunganisha ncha chanya au hasi zamkondo mnyofu au ncha ya kati au nchasafiri kwenye mwisho mmoja wa ardhi kwa kutumia nyaya nyingi ili kuleta mazingira ya potensho sawa.

(n) Fremu zote, vishikizo au vifuniko visivyopitisha mkondo sawa na vifaa vyenyewe katika sakitipitishi ni lazima viunganishwe na waya wa ardhini.

(o) Vipitishi vya mkondo lazima viwe na sifa zifuatazo: viwe vifupi iwezekanavyo, visiwe na mikunjo mikali, viwe imara, viwe na uwezo mkubwa wa kupitisha mkondo kuzuia kubadilika kwa volteji kuwa katika viwango vya usalama, na viwezeshe ufanyaji kazi kwa haraka wa vifaa vinavyokinga sakiti bila kuharibika na bila kuwa na joto kali.

(p) Iwapo ni mifumo mikubwa, kuwepo na muunganisho wa ardhini wa pamoja wenye kiungio kimoja kikuu.

(q) Zitolewe namna za kuzima mkondo kati ya mifumo midogo kwa ajili ya ulinzi wa watu wakati wa shughuli za marekebisho na ukarabati au katika tukio la uharibifu.

(r) Vifaa vyote ni lazima viendane na kanuni zitumikazo kuhusu kushika na kusambaa kwa moto, na utoaji wa viwango vikubwa kupita kiasi vya moshi na gesi za sumu.

(s) Kanuni zilizopo na viwango vya ufungaji wa betri havina budi kufuatwa kikamilifu, ikihusisha uhakiki wa ulinzi dhidi ya mishtuko ya umeme, kemikali zinazounguza kutoka kwenye gesi zenye sumu kutoka kwenye betri.

(t) Inashauriwa kwamba vifaa vyote lazima vizimwe kabla kigeuza mkondo hakijawashwa.

8.3 MAJARIBIO YA MIFUMO

Hata katika mifumo ambayo haikufungwa kwa matumizi ya kufundishia na utafiti katika teknolojia ya umeme wa jua, ni muhimu baada ya kufunga mitambo kufanya majaribio ya muda mfupi na mrefu, ili kuhakikisha kwamba mfumo unafanya kazi kama ilivyokusudiwa. Vipimo muhimu vitafanyika kwa ajili ya utendaji wa mfumo na taarifa kukusanywa. Taarifa zinaweza kunyambulishwa na kutumika kujua utendaji kazi wa mfumo.

Vipimo vya nishati ya jua hujumuisha upimaji wa insolesheni ya jua wakati wa kipindi cha majaribio. Mita za jua ni vifaa ghali sana (hugharimu mamilioni ya shilingi) na si rahisi kupatikana kwa watumiaji wa kawaida. Siku hizi kuna vifaa vya bei nafuu na

rahisi vinavyotumika kupima kiwango cha mionzi ya jua na taarifa nyingine muhimu kama vile kiwango cha nyuzijoto. Kimojawapo ni kifaa cha mkononi kiitwacho "MacSolar" kinachotengenezwa na kampuni ya Kijerumani iitwayo SOLARC yenye makao yake makuu mjini Berlin. Kifaa hiki cha MacSolar hujumuisha sensa ya kupima nguvu za mionzi ya jua kwa ajili ya kurekodi kwa mkono, kifaa cha kukusanya taarifa bila kurekodi kwa mkono na ambazo zaweza kuingizwa katika kompyuta baadaye. Vifaa vyote hivi huendeshwa kwa nishati ya umeme wa jua.

8.4 VIFAA VYA UMEME

8.4.1 Nyaya

Kulingana na upatikanaji tunatumia nyaya za kawaida za umeme majumbani. Vigezo vifuatavyo vinapaswa kuzingatiwa:

(a) Kuna nyaya za ukubwa tofauti zipatikanazo madukani sm^2 1.5, sm^2 2.5 , sm^2 4, sm^2 6 n.k
(b) Waya mdogo zaidi katika umeme wa jua uwe sm^2 2.5
(c) Lazima kufuata rangi za msingi kuonyesha hasi (-) na chanya (+), nyeusi na nyekundu.
(d) Vifungio viwe karibukaribu walau sm 20
(e) Kama vibomba vya waya vinatumika basi vifungwe kwa vishikio
(f) Utayarishaji wa nyaya katika kufunga umeme wa jua usizidi sm. 0.5

8.4.2 Swichi

Kuna aina mbili za swichi zinazoweza kutumika kufuata aina ya mkondo unaotumika:

(a) Swichi za umeme mkondo mnyofu zinapendekezwa ila kwa sababu za upatikanaji, swichi za kawaida za mkondo geu zinaweza kutumika
(b) Sehemu inayofaa kuweka swichi ni m. 1.5 kutoka kwenye sakafu

8.4.3 Soketi

Soketi za umeme za 220/240V ac zinaweza kutumika na inashauriwa kuweka alama. Soketi ziwekwe angalau sm. 45 kutoka kwenye sakafu.

8.4.4 Boksi za Kuunganishia

Mambo yafuatayo yanapaswa kuzingatiwa katika kuunganisha waya:

(a) Maungio yote ya nyaya yafichwe ndani ya boksi
(b) Tumia viunganishio angalau vyenye uwezo wa 15A
(c) Lazima maboksi haya ya kuunganishia yafunikwe
(d) Lazima kufunga boksi la kuunganishia kwenye ukuta au katika ubao.

8.4.5 Fyuzi

Hizi huzuia uharibifu utokanao na ukubwa wa mkondo katika sakiti, pahala panapofaa kuweka 'fyuzi' ni karibu na betri au karibu na kidhibitichaji. Kuna aina za fyuzi zifuatazo:

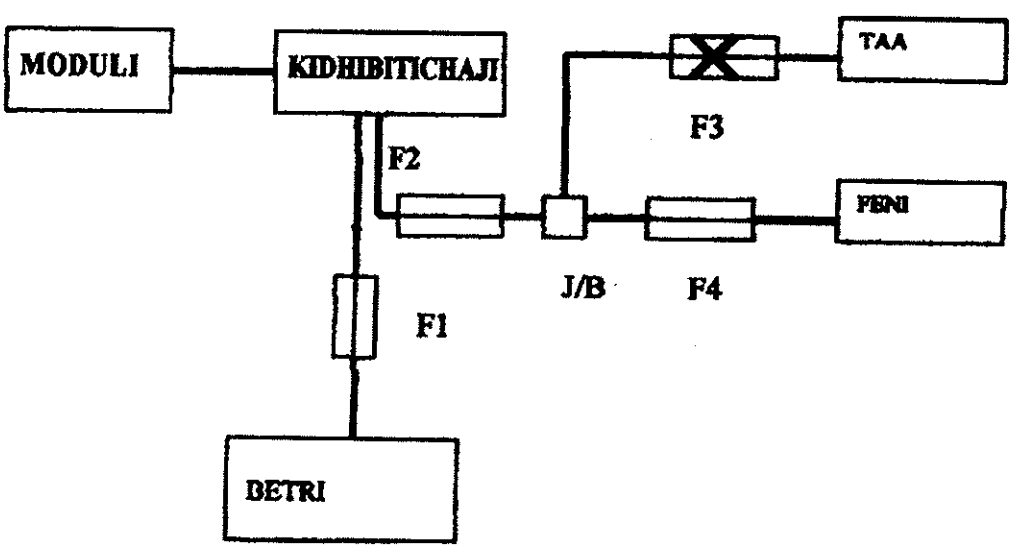
(a) Fyuzi zinazoungua kwa urahisi
(b) Fyuzi za katriji
(c) Fyuzi za kiwembe
(d) Fyzi za saizi

Fyuzi zimetengenezwa kulingana na kiasi cha mkondozidishi kwa kiwango cha kiusalama < 1.2

Ukubwa wa fyuzi (A) = 1.2 x P[W]/volti ya mfumo [V]

Mfano: Sakiti ya 12V yenye mzingo wa 80W yahitaji fyuzi ya ukubwa gani?
Jibu: (80W/12V) X 1.2 = 8A

Katika umeme wa jua tunaweza kuwa na fyuzi zaidi ya moja ili kurahisisha utafutaji wa tatizo linapotokea.



Maelekezo:
F 1 F4 = Fyuzi
J/B = Boksi la maungio

Kielelezo Na. 47: Matumizi ya Fyuzi

Endapo taa ina tatizo, fyuzi Na. 3 (F3) itakatika, na haitaathiri utendaji wa sehemu nyingine za sakiti hii. Kwa hiyo, fyuzi nyingi hudumisha mfumo mzima wa sakiti.

8.5 MPANGO WA UFUNGAJI

Kabla ya kuunganisha mfumo wa umeme wa jua, ni muhimu kutengeneza mpango wa ufungaji kwa njia ya michoro. Kuna aina nne za michoro katika kuunga umeme:

(a) Mchoro wa jumla/bloku
(b) Mchoro wa sakiti
(c) Mchoro wa ufungaji wa nyaya
(d) Mchoro wa ufungaji wa kebo

Michoro hii imeonyeshwa kwa kutumia mfano wa taa iliyoungwa kwenye betri, katika Vielelezo Na. 48 mpaka 51.

(a) Mchoro wa Bloku

Huu huonyesha uunganishaji wa sehemu za muunganisho wa umeme.



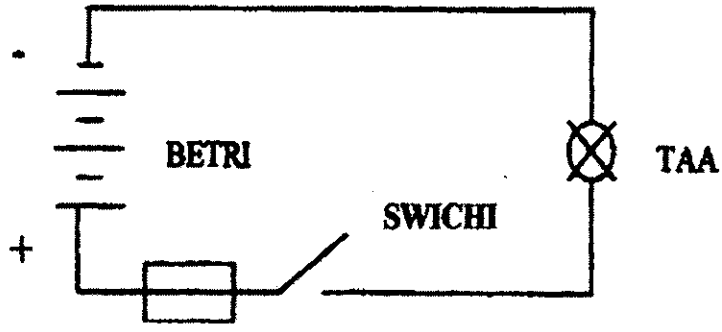
Kielelezo Na. 48: Mchoro wa Bloku

(b) Mchoro wa Sakiti

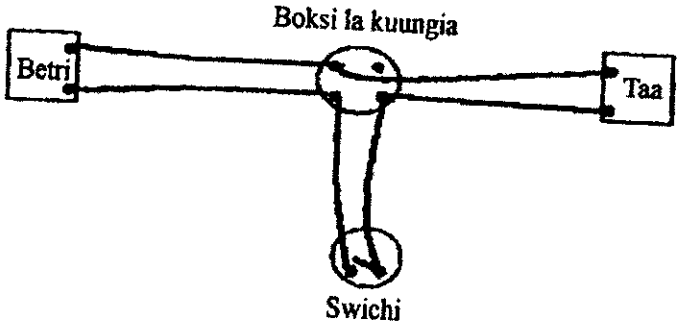
Huu hutumia alama yakinifu za umeme

(c) Mchoro wa Waya

Huu huonyesha muunganiko wa nyaya



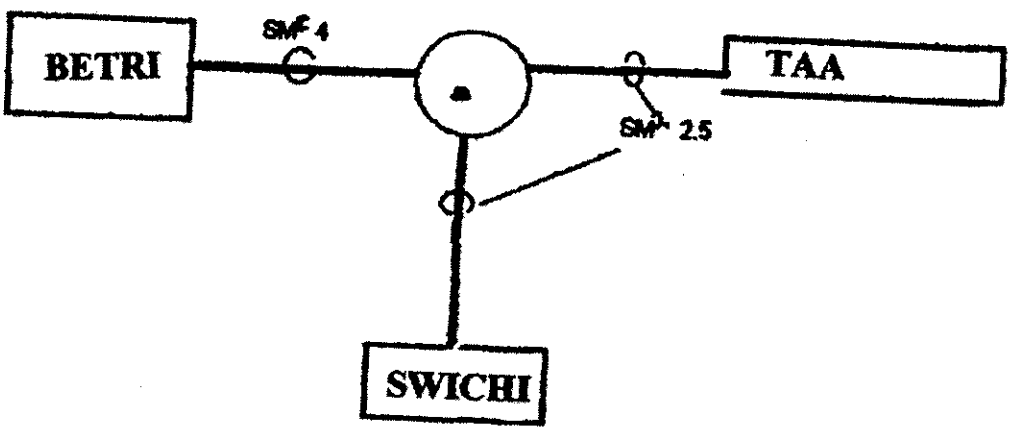
Kielelezo Na. 49: Mchoro wa Sakiti



Kielelezo Na. 50: Mchoro wa Waya

(d) Mchoro wa Kebo

Huu huonyesha vifungio, ukubwa wake na mahali halisi vifaa vilipo.



Kielelezo Na. 51: Mchoro wa Kebo

8.6 MPANGILIO WA UUNGAJI WA UMEME WA JUA

Mpangilio wa vifaa katika umeme wa jua hufanywa kutegemeana na kiasi cha nishati na vifaa vitumikavyo. Sehemu za mfumo huu ni hivi vifuatavyo:

(a) Moduli
(b) Kidhibitichaji
(c) Betri
(d) Vitumia umeme
(e) Kibadilisha mkondo

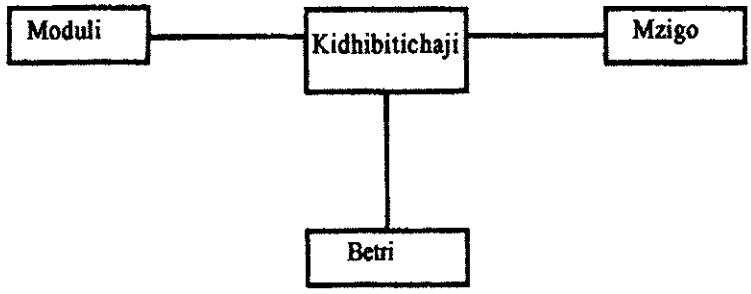
Kutengeneza aina ya vifaa vinavyotumika na mahitaji ya matumizi, mpangilio wa uungaji wa umeme wa jua unaweza kuwa na aina tofauti zifuatazo:

(a) Matumizi ya moja kwa moja
(b) Mfumo wa msingi wa volti kumi na mbili
(c) Matumizi ya kigeuza mkondo na
(d) Mfumo uliounganishwa na mtandao wa gridi.

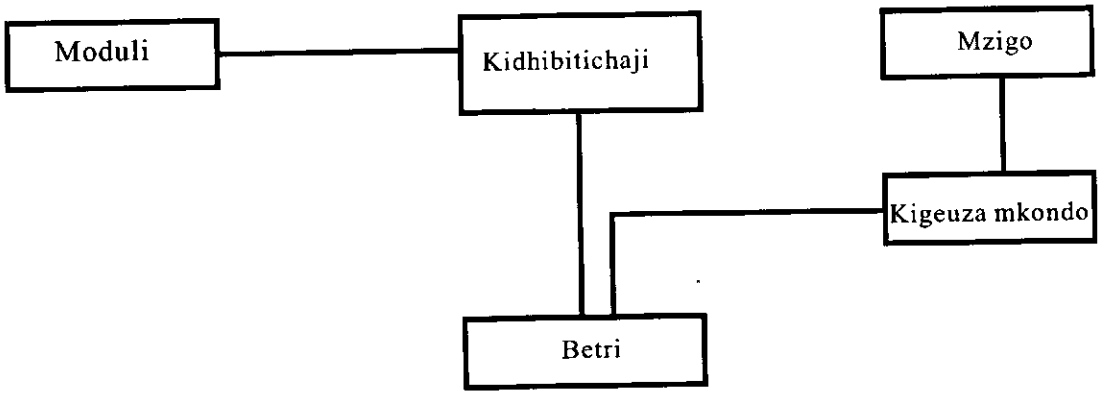
Mipangilio yote hii imeonyeshwa katika Vielelezo 52, 53, 54 na 55



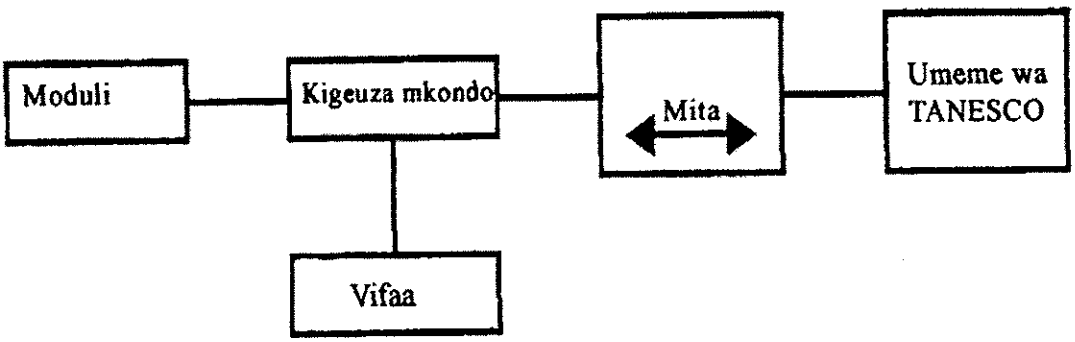
Kielelezo Na. 52: Matumizi ya Moja kwa Moja



Kielelezo Na. 53: Mfumo wa Msingi wa Volti Kumi na Mbili



Kielelezo Na. 54: Matumizi ya Kigeuzamkondo



Kielelezo Na.55: Mfumo Unapounganishwa na Mtandao wa Gridi

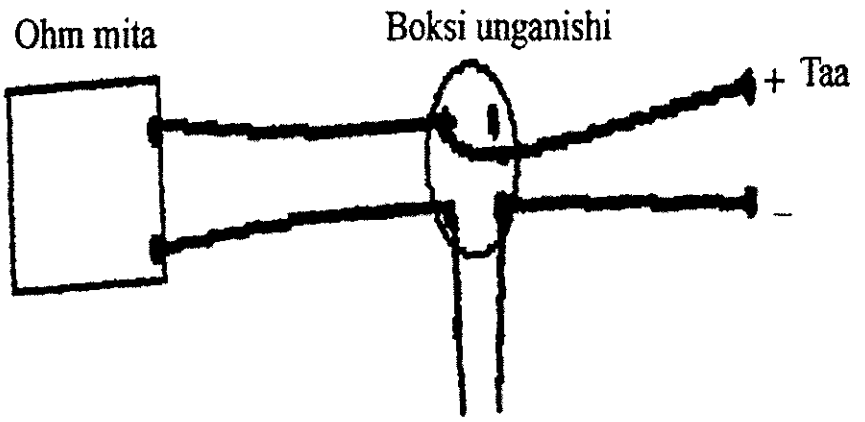
8.7 UTARATBU WA UFUNGAJI

Mapendekezo ya utaratibu wa kufunga umeme wa jua baada ya kuandaa michoro inayohusika ni kama ifuatavyo:

(a) Pitisha waya na funga moduli mahali pake
(b) Tayarisha betri
(c) Funga betri katika boksi lake na lihifadhi mahala pake
(d) Funga maboksi ya swichi, taa, soketi, na andaa mahali pa kufunga kidhibitichaji
(e) Funga Kidhibitichaji
(f) Pitisha waya
(g) Unga kwenye maboksi ya kuungia taa, swichi na soketi zote na
(h) Unganisha waya wa Betri pamoja na fyuzi kama zimetumika.

Kamilisho la ufungaji ni katika kuchukua vipimo mbalimbali ili kuhakikisha sakiti yote inafanya kazi vizuri. Vipimo hivyo ni kama vifuatavyo:

(i) Vipimo vya ukinzani – Vipimo vya juu.
(ii) Unganisho hubaini kama waya zimekatika na kama swichi zinafanya kazi vizuri
(iii) pima kuhakiki hasi na chanya za moduli na betri
(iv) Hakiki upande wa hasi na chanya za vifaa vyako
(v) Angalia kwa macho kama vitu vyote vinafanya kazi na vimefungwa vema
(vi) Kama kuna spea zozote kama maji ya betri, fyuzi weka kwenye stoo iliyopo hapo hapo.



Kielelezo Na. 56: Mchoro wa Waya Unaoonyesha Upimaji wa Ukinzani

Baada ya kazi yote lazima fundi atoe mafunzo kwa watumiaji wa mfumo huu wa umeme. Vitu vya muhimu kuangaliwa ni:

- Kutoruhusu kivuli kwenye moduli
- Usafi wa moduli bila kutumia sabuni yoyote
- Usalama wa moduli
- Vitu vizito visiangukie kwenye uso wa moduli
- Hakikisha betri ni safi, kavu na salama
- Pitia kebo/nyaya
- Unga kwenye maboksi ya taa, swichi na soketi zote
- Unganisha waya wa betri pamoja na fyuzi kama zimetumika

SURA YA TISA

UTUNZAJI NA MATENGENEZO YA MIFUMO YA UMEME WA JUA

9.1 UTUNZAJI WA MIFUMO YA UMEME WA JUA

Ukaguzi wa mara kwa mara wa mfumo mzima na vifaa hasa betri na moduli, ni muhimu ili kuhakikisha kuwa moduli ni safi na maunganisho ya umeme yako imara. Ukaguzi huu hufanyika mara moja kwa wiki.

Kwa kawaida mifumo ya umeme wa jua hufanya kazi bila kuhitaji mtu wa kuwasha na kuzima mtambo kila siku. Vilevile, mfumo wa umeme wa jua uliosanifiwa, kuundwa na kufungwa kwa ufanisi unahitaji matunzo kidogo sana ambayo ni pamoja na yafuatayo:

(a) Kuosha moduli kila mara zinapochafuka, bila kuzikwaruza

(b) Kujaza maji ya betri mara yanapopungua na kubadili kemikali inapopungua nguvu

(c) Kubadilisha vifaa vya mwanga na fyuzi vilivyoungua na

(d) Ukaguzi wa mara kwa mara ili kuhakikisha kwamba mfumo unafanya kazi vizuri.

9.2 BETRI

Betri zinatakiwa kusafishwa mara moja kwa mwezi. Kagua ujazo wa maji na betri iwekwe kwenye chaji ya juu wakati wote. Kagua hali ya chaji mara moja kwa mwezi. Hadhari inatakiwa ili kuhakikisha kuwa maji ya betri hayagusani na mwili, nguo au hayamwagiki ovyo kwenye nyumba na maeneo yanayozunguka. Sehemu za kutolea umeme hazitakiwi kuunganishwa.

Mambo yafuatayo yanapaswa kuzingatiwa katika utunzaji wa betri:

(a) Iwapo hali ya chaji iko chini punguza matumizi kwa muda ili kuwezesha betri kupata chaji ya kutosha kutoka kwenye moduli au peleka betri kwenye kituo cha kuchaji betri.

(b) Weka chaji ya kusawazisha mara moja kwa miezi sita: Hii ni muhimu kwa maisha ya betri hasa wakati wa hali ya mawingu. Hufanyika kwa kuchaji betri kwa kutumia umeme kwa gridi au jenereta ambao utapeleka betri kwenye chaji ya juu kuliko ya kawaida. Hii husaidia kuchanganya tindikali ya betri na kuondoa salfeti iliyojikusanya kwenye pleti za betri.

9.3 MODULI

Kukagua usafi na kufuta vumbi (mara moja kwa mwezi au wiki) inategemea sehemu na wingi wa vumbi.

9.4 UUNGANISHAJI

Uunganishaji wowote wa nyaya katika mfumo unatakiwa kukaguliwa na kukaza mara moja kwa mwaka.

9.5 NYAYA ZA UMEME

Ukaguzi wa nyaya ufanyike angalau mara moja kwa mwaka hasa katika sehemu zenye uharibifu kama vile wa panya, mende n.k. Nyaya zilizochubuka ganda la nje, kukatika au kuharibika kwa namna nyingine yoyote zinatakiwa kutengenezwa au kubadilishwa mara moja.

9.6 FYUZI, TAA ZA ISHARA NA SWICHI

Ukaguzi wa fyuzi, taa za ishara na swichi unatakiwa kufanyika angalau mara moja kwa mwaka ili kuhakisha kuwa zinafanya kazi vizuri.

9.7 TAA NA VIFAA VINGINE VINAVYOTUMIA UMEME WA MFUMO

Taa na vifaa vingine vinavyotumia wa mfumo wa umeme wa jua kama vile redio, jokofu, televisheni n.k., vinatakiwa kuwa vinafanya kazi sawasawa na bila kutumia nguvu kubwa kuliko inavyotakiwa. Hadhari zinazotakiwa kuchukuliwa ni pamoja na:

(a) Kuzima umeme wakati ambapo hauhitajiki,

(b) Kuchagua taa, reflekta, kufuta vumbi na uchafu kila baada ya miezi michache,

(c) Kukagua na kubadili taa zilizoanza kuharibika au zilizoungua, na

(d) Kwa vifaa vingine vinavyohitaji utaalamu mkubwa, waone mafundi wanaohusika mara unapohisi kuwa kuna tatizo.

9.8 UTUNZAJI WA MIONGOZO YA UENDESHAJI

Vijitabu na makala zozote zinazohusu mfumo wa umeme wa jua na vifaa vyake vitunzwe vizuri mahali salama. Vilevile, viwekwe mahali ambapo vinaweza kupatikana kwa urahisi wakati vinapohitajika.

9.9 UTATUZI WA MATATIZO YA KIUFUNDI

Matatizo ya kiufundi katika mifumo ya umeme wa jua siyo jambo linalotokea mara kwa mara. Endapo yatatokea fuata maelekezo ya kutafuta na kutatua tatizo, kama yalivyoelekezwa katika mwongozo wa uendeshaji wa mfumo. Endapo mwongozo wa uendeshaji haukutolewa na ni tatizo ambalo liko nje ya uwezo wako, tafuta fundi aliyeko karibu kwa utatuzi.

9.10 UKUSANYAJI NA UTUNZAJI WA REKODI ZA MATUMIZI NA UENDESHAJI

Ni jambo la muhimu kuhakikisha kuwa mtumiaji au mwendeshaji wa mfumo wa umeme wa jua anakusanya na kuweka kumbukumbu ya rekodi mbalimbali za utendaji na matumizi ya mfumo. Mara nyingi, wasanifu na wafungaji wa mifumo ya umeme wa jua hutoa jedwali ambalo linatakiwa kujazwa na aina ya taarifa zinazotakiwa kutunzwa.

MAREJEO

1. African Development Foundation (ADF), "Regional Solar Electric Training and Awareness Workshop: Indigenous Technology Off-Take in Eastern Africa", Workshop Proceedings, Nairobi, Kenya, 15-27, 1992.

2. Arkesteijn, K., "Solar PV Actor Analysis in Selected Regions of Tanzania", Tanzania Traditional Energy Development and Environment Organisation TaTEDO), Dar es Salaam, 2000.

3. Chama cha Ushirikiano Baina ya Tanzania na Ujerumani (DTP) na Chama cha Nishati ya Jua Tanzania (TASEA), "Namna ya Kutengeneza Umeme wa Jua Majumbani", Video, Dar es Salaam, Machi 2004.

4. Derrick, A. Francis,C. and Bokalders, V. "Solar Photovoltaic Products: A Guide for Development Workers", IT Publications and IT Power, ISBN 1-85339-002-X, London 1991.

5. Hankins, M. "Small Solar Electric Systems for Africa", Commonwealth Science Council, ISBN 0-85092-374-3, May 1991.

6. Itika, A. J. M, Kimambo, C. Z. M., and Kaunde, O. K., "A Comparative Study of Performance of Natural Convection Solar Dryers", Discovery and Innovation, Academy Science Publishers, African Academy of Sciences, 2004.

7. Kawambwa, S. J. M. and Kimambo, C. Z. M., "A Compendium of Sample Solar Energy Applications in Tanzania", Research Report, Institute of Production Innovation, University of Dar es Salaam, November, 1999.

8. Kimambo, C.Z. M and Kawambwa, S. J. M "Design and Installation of Solar Photovoltaic Lighting and Cooling Systems at the Institute of Production Innovation: Research Report, Institute of Production Innovation, University Dar es Salaam, 2000.

9. Kimambo, C. Z. M., "Solar Energy: Utilisation Status and Constraints in Tanzania", Paper Submitted to the Tanzania Commission for Science and Technology (COSTECH) for Incorporation into a Book on Energy Resources, Dar es Salaam, 2004.

10. Kimambo, C. Z. M. and Kihedu, J., "Feasibility Study for Application of Solar Photovoltaic Systems at Uzi Island, Zanzibar-Tanzania, Study Report, Tanzanian Solar Energy Association (TASEA), Dar es Salaam, 2004.

11. Kimambo, C. Z. M. and Kihedu, J., "A Study on the Use of Rechargeable Dry Batteries and Solar Powered Chargers in Tanzania", Deutsch Tanzanischa Partnerschaft e.V. (DTP), Hamburg, Germany, 2004.

12. Kimambo, C. Z. M., "Appropriate Technologies for Renewable Energy Development in Tanzania", Paper Presented at the Renewable Energies in the Development Cooperation Workshop, Hamburg, Germany, 2002.

13. Kimambo, C. Z. M. (2002) New and ongoing initiatives for development of renewable energies in Tanzania", Paper Presented at the Renewable Energies in the Development Cooperation Workshop, Hamburg, Germany.

14. Kimambo, C. Z. M., "Solar Photovoltaics Applications in Tanzania: The Experience of the Institute of Production Innovation", Paper Presented at the Solar PV Stakeholders Workshop, Tanzania Traditional Energy Development and Environment Organisation (TaTEDO), Dar es Salaam, 2000.

15. Kimambo, C. Z. M. and Le-Kujan, M., "Solar Village Water Pumping System at Kidogozero", Proceedings of the Conference on Appropriate Technology for Using Solar Energy and Hydro-power for Environmental Protection, Development and Co-operation (ZAT Solar'99), European Solar Association (EUROSOLAR), Hamburger Umweltzentrum Karlshöhe, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) and Ökologische Technik; Hamburg, 1999.

16. Kimambo, C. Z. M. na Magembe, R. M., "Namna ya Kutengeneza Umeme wa Jua Majumbani", Ripoti ya Warsha, Chama cha Ushirikiano Baina ya Tanzania na Ujerumani na Serikali ya Mapinduzi Zanzibar, Zanzibar, 7-13 Machi 2003.

17. Kivaisi, R. and Kawambwa, S. (Eds.), "Training of Trainers Workshop on Solar PV Systems for Decentralized Rural Electrification", Training Manual, UNESCO, Dar es Salaam, Tanzania, 2002.

18. Mandara, R. G. R., Kimambo, C. Z. M., and Chungu, A. S., in Adeniji, K. and Salawu, R. I. (Eds.) "Techno-entrepreneurial Approach to Diffusion of Renewable Energy Technologies in Africa", Proceedings of the 7th OAU/STRC Inter-African Committee Meeting on New, Renewable and Solar Energies: Solar and Renewable Energy for Poverty Alleviation, 20th - 24th March 2000, Dar es Salaam, Tanzania, Organisation of African Unity - Scientific Technological and Research Commission, Lagos, Nigeria, pp. 131-164, 2000.

19. Mshana, R. R. and Ischebeck, O. (Eds.), "Sustainable Development Through Renewable Energies in Tanzania", Akademischer Verlag Muenchen, 1999.

20. Mwihava N. C. X. and Towo, A., "A Study and Assessment of Energy Projects and their Effective Utilisation in Tanzania", Tanzania Commission for Science and Technology (COSTECH), Dar es Salaam, 1994.

21. Ohyl, R., "Primary Technical Dictionary: English-Swahili", Institute of Production Innovation (IPI) of University of Dar es Salaam and GTZ of Germany.

22. SADC Industrial Energy Management Project, "Core Training Programme", Course Manual.

23. Siddiqui, K. M. and Kimambo, C. Z. M., "Development of a Compact Integral Solar Water Heater for Africa", Renewable Energy, Vol. 4, No. 4, pp. 395-400, 1994.

24. Southern African Development Community Energy Sector, SADC Project AAA 5.17, Rural Energy Planning and Environmental Management Training Programme, "Solar Energy Technologies", Course Manual, SADC-TAU, Luanda Angola, 1997.

25. Tanzania Solar Energy Association (TASEA), "Proposed Tax Reforms on Renewable Energy and Energy Efficiency Technologies", Proposal Submitted to the Ministry of Finance, Dar es Salaam, 2004.

26. Vervaart, M.R and Nieiwenhout, F. D. J. "Solar Home System: Manual for the Design and Modification of Solar Home System Components", ECN – Netherlands Energy Research Foundation, Petten, The Netherlands.

KIAMBATANISHO

MAKAMPUNI, MASHIRIKA NA ASASI ZINAZOSHUGHULIKA NA NISHATI YA JUA

Jina la Kampuni	Mji	Mkoa	Huduma zitolewazo
African Inland Church (AIC)	Magu	Mwanza	Ufungaji wa vifaa vya nishati ya jua kwa ajili ya vifaa vya huduma ya afya na pampu za maji
African Rural Energy Enterprise	Dae es Salaam	Dae es Salaam	Kuendeleza na kutoa mitaji ya awali Development (AREED) kwa wafanyabiashara wadogo wa nishati ya kushadidika
ALGEX Company Limited	Dae es Salaam	Dae es Salaam	
Designs and Technologies Co.Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Usanifu, Uuzaji na ufungaji wa vifaa vya nishati ya jua
Andrew Chisangu	Mbarali	Mbeya	Huduma za redio za upepo za nishati ya jua
Biagas and Solar	Arusha	Arusha	Utengenezaji na usambazaji wa vikanza vya jua
Bughe Kolowah	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Ufungaji wa vifaa vya nishati ya jua na mifumo ya kusaidia nguvu ya umeme
Center for Environment Science & Technology (CEEST)	Dar es Salaam	Dar es Salaam	
Consolidated Hydro Systems	Dar es Salaam (T) Limited	Dar es Salaam	Usambazaji, uuzaji na ufungaji wa vifaa vinavyotumia nishat ya jua
Davis and Shirtliff (T) Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uundaji, usambaji na ufungaji wa pampu zinazotumia nishati ya jua
Dynamic Electronics	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Usambazaji wa teknolojia ya nishati ya jua na ufungaji wa mifumo mizima ya umeme wa jua

Jina la Kampuni	Mji	Mkoa	Huduma zitolewazo
Eastern and Southern Africa Management Institute (ESAMI)	Arusha	Arusha	Mafunzo ya kitaalamu katika nishati ya kushadidika
ENSOL (T) Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uuzaji na ufungaji wa vifaa vya nishati ya jua
ENVIRONCOSULT	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Vifaa vya kusukuma maji vitumiavyo nishati ya jua
F. H. Haji	Mwanza	Mwanza	Uuzaji wa sehemu za mfumo wa umeme wa jua
Fireworks Company Limited	Arusha	Arusha	Utunzaji wa moduli zenye umbohobela na betri za umeme wa jua
FREDKA International Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Ushauri wa kitaalamu uendelezaji wa nishati pamoja na kutafutia soko
GESCO Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Usambazaji wa vifaa vya umeme wa jua, ufungaji na ushauri wa kitaalamu
Globa Environmental Facility (GFF)	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Ufadhili kwa ajili ya miradi midogomidogo ya nishati ya kushadidika
Health Care Technical Services Evangelical Lutheran Church in Tanzania	Moshi	Moshi	Ufungaji na utengenezaji wa vifaa vinavyotumia nishati ya jua
Idara ya Fizikia, Chuo Kikuu cha Dar es Salaam	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Hufanya utafiti wa nishati ya jua
Idara ya Uhandisi Kilimo, Chuo Kikuu cha Sokoine	Morogoro	Morogoro	Utafiti kuhusu ukaushaji kwa kutumia nguvu ya jua.
Idara ya Uhandisi Nishati, Chuo Kikuu cha Dar es Salaam	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Utafiti wa nishati jua na matumizi yake
INERTIA Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Usambazaji, uuzaji na ufungaji wa vifaa vinavyotumia nishati ya jua

Jina la Kampuni	Mji	Mkoa	Huduma zitolewazo
Intertec East Africa A/S	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Mifumo ya taa ya jua
KADTFU	Bukoba	Kagera	Uhamasishaji wa teknolojia ya jiko linalotumia nguvu ya jua
Karagwe Development Association (KARADEA)	Karagwe	Karagwe	Mafunzo na mauzo pamoja na ufungaji wa mifumo ya umeme wa jua
Katoke Solar Energjy	Biharamulo	Kagera	Ufungaji wa mifumo ya nishati ya jua
Kituo cha Ubunifu na Uhawilishaji wa Teknolojia, Chuo Kikuu cha Dar es Salaam	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uundaji, ufungaji, kuendeleza nishati, utafiti, ushauri wa kitaalamu pamoja na mafunzo
Leonard D. Kipondya	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Ufungaji wa vifaa vya nishati ya jua
Locking Center Chromagen Solar Begin	Kinondoni	Dar es Salaam	
Merry Water	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uuzaji wa vifaa vya nishati ya umeme wa jua
Mona–Mwanza Electrical and Electronics	Mwanza	Mwanza	Uuzaji wa sehemu za mfumo wa umeme wa jua
NORPLAN A.S	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Utoaji nishati wa kitaalamu katika nishati
Nyanza Electrical Enginearing	Mwanza	Mwanza	Uuzaji wa sehemu za mfumo wa umeme wa jua
O.K Solar Engineering and Works	Arusha	Arusha	Utengenezaji wa vikanza vya jua
Orkonarei Solar Energy Project	Arusha	Arusha	Ufungaji wa mifumo ya nishati ya jua
RESCO (T) Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	
Semira Electronics	Mwanza	Mwanza	Uuzaji wa sehemu za mfumo wa umeme wa jua

Jina la Kampuni	Mji	Mkoa	Huduma zitolewazo
Siemens Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uuzaji wa vifaa vya nishati ya umeme wa jua
Solar Energy (T) Limited	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uuzaji wa vifaa vya nishati ya umeme wa jua
Solar Innovations of Tanzania (SOIT)	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Usambazani wa majiko, mitambo ya kusafishia maji na vifaa mbalimbali vya nyumbani vitumiavyo nguvu ya jua
Sustainable Development through Renewable Energies in Tanzania	Arusha	Arusha	Usambazaji wa nishati ya kushadidika
Tanzania Kolping Society	Bukoba	Kagera	Ufungaji wa mifumo ya nishati jua
Tanzania Traditional Energy and Environment Development Organization (TaTEDO)	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Mafunzo, uhamisishaji, na usambazaji wa teknolojia ya nishati ya ushadidika
Tanzania Zambia Railway Authority (TAZARA)	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Watumiaji wa vifaa vya jua
Tropical Solar Systems Limited (TROSS)	Arusha	Arusha	Uuzaji wa vifaa vya umeme wa jua na majiko ya jua
Tume ya Taifa yaSayansi na Teknolojia (COSTECH)	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Uhamasishaji wa matumizi ya nishati zenye kushadidika
Ultimate Energy	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Mifumo umeme wa jua
Wizara ya Maji na Maendeleo ya Mifugo	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Ufugaji wa pampu za maji zitumiazo nguvu ya jua
Wizara ya Nishati na Madini	Dar es Salaam	Dar es Salaam	Usimamizi ikiwa ni pamoja na kuweka sera za matumizi ya nishati

KUHUSU KITABU HIKI

Kitabu hiki kuhusu "Umeme wa Jua na Matumizi Yake", ni cha kwanza na cha aina yake kuandikwa na kuchapishwa hapa nchini. Sifa ya pekee ya kitabu hiki ni kwamba kimeandikwa katika lugha ya Kiswahili. Kitabu hiki ni cha manufaa na kinaweza kutumika na wasomaji wa kawaida wanaotaka kupata uelewa kuhusu nishati kwa ujumla, nishati zenye kushadidika na nishati ya jua, hususan matumizi yanayohusu umeme utokanao na nishati hiyo. Kitabu hiki kimelenga zaidi katika matumizi sahihi kwa nchi zinazoendelea kama Tanzania. Kitabu hiki pia kinaweza kutumika kwa kufundishia katika taasisi za ngazi mbalimbali za elimu vikiwemo vyuo vikuu na vyuo vya ufundi.



Mama Andrea Karsten

Amekuwa mwezeshaji mkubwa katika kufanikisha uchapaji wa kitabu hiki. Ana Shahada ya Uzamili ya Uchumi Jamii (Master of Social Economics) ya nchini Ujerumani. Ameolewa na Dr. Christian Karsten na wana watoto wanne. Ni mzaliwa wa Ujerumani na mwanzilishi wa Chama cha Urafiki kati ya Ujerumani na Tanzania (Deutsch Tansanische Partnershaft e.V- DTP) chenye makao yake kwenye mji wa Hamburg mwaka 1998. Kuanzia mwaka 2000 amekuwa akijishughulisha na kuandaa na kusimamia kazi za vitendo kwa vijana wa Kijerumani wanaojitolea kuhusu utengenezaji wa taa za mezani zinazotumia umeme wa jua, katika karakana iliyopo kwenye Skuli ya Kizimkazi Mkunguni, Zanzibar. Alibuni na kuanzisha "Mradi wa Mwaka wa Ikolojia kuhusu Nishati zenye Kushadidika Tanzania", unaofanywa na vijana wa kujitolea wa Kijerumani (Deutcher Solarpreis 2003, Forderpreis EineWelt in 2004), na ambao utekelezaji wake ni kwa kushirikiana na Chama cha Nishati ya Jua Tanzania yaani Tanzania Solar Energy Association (TASEA).

KUHUSU WAANDISHI WA KITABU

Waandishi wa kitabu hiki ni wahandisi wenye ujuzi, uzoefu na sifa za ngazi za juu katika masuala yanayohusu nishati, kwa ujumla, nishati zenye kushadidika na nishati ya jua, hususan matumizi yanayohusu umeme.



Dkt. Cuthbert Z.M. Kimambo

Ni Mhadhiri Mwandamizi katika Idara ya Uhandisi Nishati ya Chuo Kikuu cha Dar es Salaam. Ana Shahada ya Uhandisi (BSc. Engineering) ya Chuo Kikuu cha Dar es Salaam katika fani ya Uhandisi Mitambo. Pia ana shahada ya uzamili katika fani ya Nishati Mbadala (MSc. Alternative Energy) ya Chuo Kikuu cha Reading, Uingereza; na shahada ya Udaktari wa Falsafa katika fani ya Uhandisi Mitambo na Mwendoanga ya Chuo Kikuu cha City, jijini London, Uingereza.

Ameshiriki katika shughuli mbalimbali katika fani hizo, hapa nchini na kimataifa. Amekuwa mstari wa mbele katika kuelimisha umma na kuhamasisha matumizi ya nishati ya jua hapa nchini kupitia vyombo vya habari, mihadhara na maonyesho mbalimbali. Ni mwanachama mwanzilishi na Mwenyekiti wa kwanza wa TASEA.



Richard M. Magembe

Ni Mhandisi wa Umeme na Mawasiliano ya Anga. Ana Shahada ya kwanza ya Uhandisi (BSc. Engineering) ya Chuo Kikuu cha Dar es Salaam. Ana Cheti cha Juu cha Ufundi Mchundo wa Elektroniki na Mawasiliano Angani cha Taasisi ya Teknolojia ya Dar es Salaam. Anao uzoefu katika masuala ya nishati na mawasiliano hususan, katika kushauri, kutoa mafunzo kusanifu na kufunga mifumo ya umeme wa jua. Ameshiriki katika shughuli mbalimbali katika fani hizo, hapa nchini na kimataifa, zikiwemo kuhudhuria mafunzo ya nadharia na vitendo ya muda mrefu na mfupi, mikutano, warsha, semina na makongamano. Ni mwanachama na Mjumbe wa Kamati ya Ufundi ya TASEA.

ISBN 9987 632 25 4

KAPSEL EDUCATIONAL PUBLICATIONS, DSM

Chapa na Ecoprint Ltd, Email: ecoprint@raha.com