



მზის ფოტოელექტრული სისტემების ინსტალაცია



შემუშავებულია ევროკავშირის, გერმანიის ფედერალური მთავრობისა და ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს დაფინანსებით.

ეს დოკუმენტი ეყრდნობა ხელმძღვანელოს, რომელიც შედგენილია ევროკავშირის, გერმანიის ფედერალური მთავრობისა და ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) ფინანსური დახმარებით ნიგერიის ენერჯეტიკული მხარდაჭერის პროგრამის (NESP) მიერ. იგი შეიქმნა გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის სააგენტოსა (GIZ) და ნიგერიის განახლებადი ენერჯისა და ენერჯოეფექტურობის პროექტთან (REEEP) თანამშრომლობით. პროექტს ახორციელებს „ვინროკ ინტერნეიშენალი“ (Winrock International).



მზის ფოტოელექტრული სისტემების მონტაჟი

სახელმძღვანელო ტექნიკოსებისთვის 160-საათიანი სასწავლო კურსის გასავლელად, მე-3 გამოცემა • 2017 წლის მარტი

გამოქვეყნებული

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Nigerian Energy Support Programme (NESP)

2 Dr. Clement Isong Street, Asokoro, Abuja, Nigeria კონტაქტი: ინა ჰომერსი (Ina.Hommers@giz.de)

Developed by

Consortium GOPA Consultants – intec with support of Winrock International

ავტორები: Olatunde Isiolaotan,
Hartmut Androsch,
Dr. Helmut Städter

მიმოხილვა: Felix Nitz,
Eric J. Lespin,
Samuel Ahanor

რედაქტირება: Sarah Matthews,
Toju Micheal Ogbe

ილუსტრაცია: Tolulope Bamgbose

Layout: Toju Micheal Ogbe
„ფარ-აუთ მედია დიზაინი“

პროექტის

ხელმძღვანელი: ფელიქს ნიტზი

GOPA Gesellschaft für Organisation Planung und Ausbildung gmbH Hindenburgring 18, 61348 Bad Homburg, Germany • www.gopa.de

GOPA-International Energy Consultants GmbH

Justus-von-Liebig-Str. 1, 61352 Bad Homburg, Germany • www.gopa-intec.de

Winrock International
2121 Crystal Drive, Suite 500, Arlington, Virginia 22202, USA • www.winrock.org



„ორიგინალური სახელმძღვანელო ქართულად თარგმნა ელენე გრძელიძემ და საქართველოში არსებულ პირობებს მთავრობის გიორგი აბულაშვილმა- GIZ ნიგერიის ნებართვის საფუძველზე“

წიგნში გამოთქმული შეხედულებები არ შეიძლება ჩაითვალოს ევროკავშირის, გერმანიის ფედერალური მთავრობის ან ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს ოფიციალურ მოსაზრებად. ამ დოკუმენტში წარმოდგენილი მიგნებები, ინტერპრეტაციები და დასკვნები მხოლოდ ავტორებსა და რედაქტორებს ეკუთვნის. გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის სააგენტო (GIZ) GmbH არ ფლობს საავტორო უფლებას შინაარსის თითოეულ კომპონენტთან დაკავშირებით და, შესაბამისად, მითითებულია წყაროები. მესამე მხარის საკუთრებაში არსებული მასალის ხელახალი გამოყენება (ცხრილები, ფიგურები, სურათები) შეიძლება მოითხოვდეს საავტორო უფლებების მფლობელის ნებართვას.

სარჩევნი

1. მზის რესურსი 1

1.1. მზე-ენერჯის წყარო.....	1
1.2. მზის ენერჯის შეფასება	2
1.3. ფოტოელექტრული გარდაქმნის პრინციპები და მზის უჯრედები	5

2. შრომის უსაფრთხოება 7

1.1. მზე-ენერჯის წყარო.....	7
2.2. პირადი უსაფრთხოება	10
2.3. სახურავები და ფასადები	12
2.4. ხანძრის საფრთხეები	13
2.5. ადგილის უსაფრთხოება	16
2.6. აზიდვა	18
2.7. დაზიანებები	24
2.8. პირველადი დახმარება	25

3. მზის კომპონენტები 33

3.1. მზის პანელები	33
3.2 ინვერტორები.....	40
3.3. აკუმულატორები.....	42
3.4. დამუხტვის კონტროლერები.....	49
3.5. დამცავი მოწყობილობები	51
3.6. დამინება	53

4. მზის ფოტოელექტრული სისტემის კონფიგურაცია 55

4.1. ქსელთან მიერთებული სისტემები.....	55
4.2. მზის ავტონომიური (ქსელგარეშე) სისტემები.....	55
4.3. ჰიბრიდული სისტემები.....	58

5. სისტემის ძირითადი პარამეტრები 59

5.1. ელექტრული დატვირთვა.....	59
5.2. ეტაპობრივი კალკულაციები	60

6. 1 kW_p მზის კანელის სისტემის დამონტაჟება 69

6.1. საჭირო ხელსაწყოები.....	69
6.2. შესაფერისი ზედაპირები.....	71
6.3. აკუმულატორების დამონტაჟება	73

6.4. მზის პანელების დამონტაჟება.....	74
6.5. მზის პანელების დამონტაჟება სახურავზე	86
6.6. სისტემის კომპონენტების დაკავშირება	90
6.7. ეტაპობრივი ინსტალაცია (ნაბიჯ-ნაბიჯ)	96

7. ტექნიკური მომსახურება და დიაგნოსტიკა 103

7.1 აკუმულატორების ტექნიკური მომსახურება	103
7.2. მზის პანელის ტექნიკური მომსახურება	106
7.3. ინვერტორისა და დამუხტვის კონტროლერის ტექნიკური მომსახურება.....	108
7.4. სადენების და კავშირების ტექნიკური მომსახურება	108
7.5. ტექნიკური მომსახურების გრაფიკი	109
7.6. დიაგნოსტიკა.....	109

1. მზის რესურსი

მოდულის შესახებ

ფოტოელექტრული გარდამქმნელი პანელების საშუალებით ელექტროენერჯის გამომუშავების მთავარი წყარო არის მზე. ამ მოდულში გავეცნობით მზის ენერჯის ელექტროენერჯიად გარდაქმნის პრინციპებს.

სწავლის შედეგები

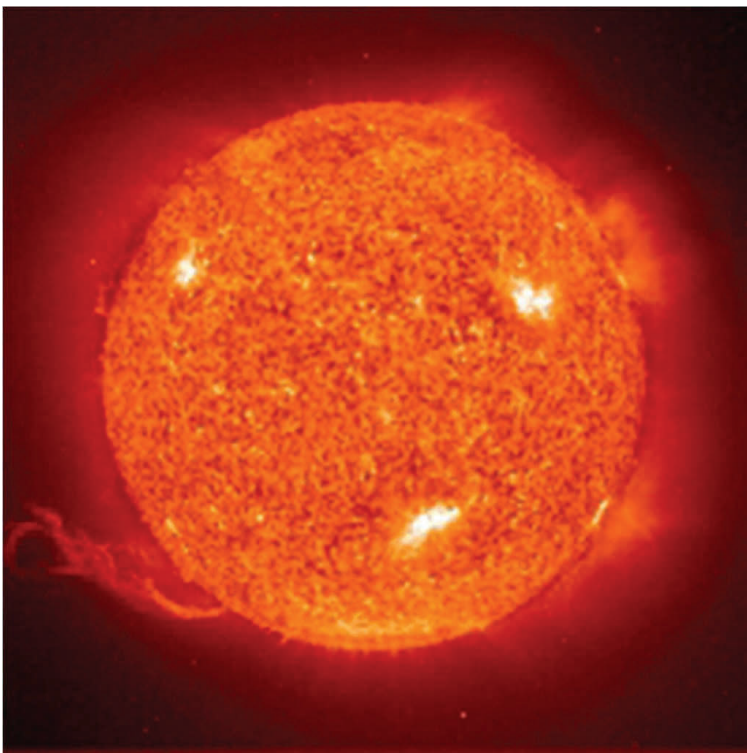
მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს

- ახსნას, როგორ ნაწილდება მზის რესურსი საქართველოს კლიმატურზონებში;
- მზის ფოტოელექტრული გარდაქმნის საფუძვლებისგააზრება.

1.1. მზე-ენერჯიის წყარო

ჩვენ მზის ენერჯიას ვუწოდებთ „განახლებადს“ არა იმიტომ, რომ მისი აღდგენა შესაძლებელია გამოყენების შემდეგ, არამედ იმიტომ, რომ მისი მარაგი თითქმის ამოუწურავია. 4 000 მილიონ წელზე მეტია, ის გვამლევს სინათლეს და შემდეგშიც განაგრძობს მომავალი ცხოვრების გაცისკროვნებას უსასრულოდ. მიუხედავად იმისა, რომ მეტისმეტად შორს არის, ის ასევე განუზომლად მძლავრია და დედამიწაზე სიცოცხლისა და ენერჯის ყველა ფორმის საფუძველს წარმოადგენს.

მზის ენერჯია



ჩვენი მზე - წყარო: NASA

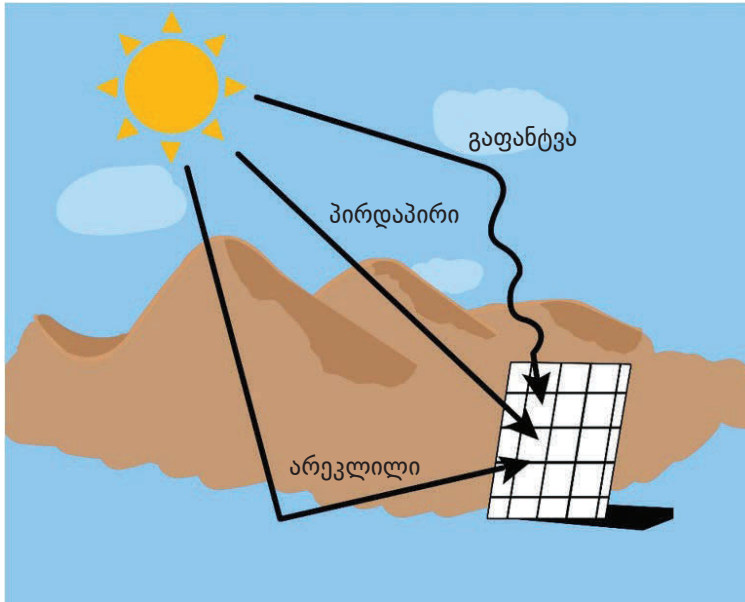
- ▶ მზის ენერჯია არის მნათობიდან მომავალი ენერჯიის ნაკადი (გამოსხივება) რომელიც აღწევს დედამიწამდე. იგი შეიძლება გარდაიქმნას სითბოდ და ელექტროენერჯიად სხვადასხვა ტექნოლოჯიის გამოყენებით.
- ▶ მზის გამოსხივების სიმძლავრე - განაპირობებს ამ მნათობიდან მოსულ ენერჯიას. მის გარეშე დედამიწაზე სიცოცხლე არ იქნებოდა. მისი უსასრულო მარაგის გამო მზის ენერჯია მიიჩნევა განახლებადრესურსად.

მზის ენერჯიის უპირატესობები

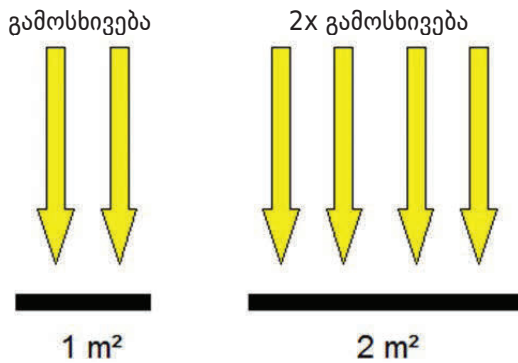
- ▶ მზის ენერჯია ფაქტობრივად შეუზღუდავია და ამოუწურავია.
- ▶ მზის სინათლის ელექტროენერჯიად გარდაქმნისას არ წარმოიქმნება კვამლი (ნახშირორჟანგი და ჰაერის სხვა დამაბინძურებლები).
- ▶ მზის ენერჯიის გამოყენება არ აზიანებს გარემოს.

1.2. მზის ენერჯიის შეფასება

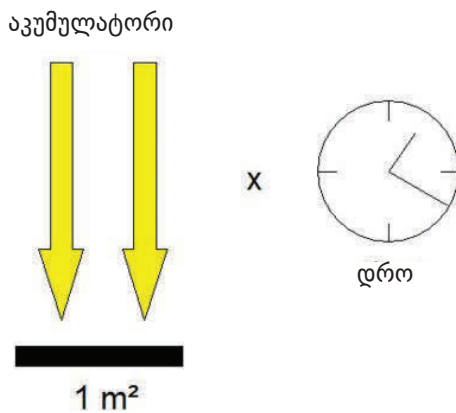
რადიაცია და ინსოლაცია



2 მ² ფართობის ზედაპირი იღებს ორჯერ მეტ მზის ენერჯიას (W) 1 მ² -იანთან შედარებით



როდესაც რადიაცია (სხივები) ეცემა ზედაპირზე, მასზე დროთა განმავლობაში უფრო და უფრო მეტი ენერჯია გროვდება. ამ დაგროვილ ენერჯიას ჩვენ აკუმულირებული ენერჯიის ირადიაციას ვუწოდებთ.



მზის რადიაცია

- ▶ ტერმინი - მზის რადიაცია - გულისხმობს მზის მიერ გამოყოფილ ენერჯიას. ის ძირითადად რადიოაქტიური ენერჯიისა და სინათლის ერთობლიობაა.
- ▶ რადიაციას, რომელიც არ არის არეკლილი ან გაფანტული და პირდაპირ აღწევს დედამიწის ზედაპირზე, ეწოდება პირდაპირი გამოსხივება ანუ პირდაპირი რადიაცია (G_B).
- ▶ გაფანტულ რადიაციას, რომელიც აღწევს დედამიწის ზედაპირამდე, ეწოდება დიფუზური რადიაცია/ გამოსხივება (G_D).
- ▶ არეკლილი რადიაცია არის გამოსხივება (G_R), რომელიც უკან, კოსმოსში, ირეკლება დედამიწამდე და არ გადაიქცევა სითბოდ.
- ▶ მთლიანი ჯამური გამოსხივება (G) არის ზემოთ მოყვანილი სამი ტიპის გამოსხივების ჯამი: $G = G_B + G_D + G_R$.
- ▶ მზის ზოგიერთი გამოსხივება თვალისთვის უხილავია (ინფრანითელი ან ულტრაიისფერი გამოსხივება). მზის ფოტოელექტრულ გარდამქმნელებს შეუძლია ადამიანისთვის უხილავი გამოსხივებაც გამოიყენოს ელექტროენერჯიის სანარმოებლად.

ინსოლაცია

- ▶ მზის რადიაციას აქვს განსაკუთრებული ძალა და მისი საზომი ერთეულია ვატი (ვტ). მზის რადიაციის ძალას ინსოლაცია, ანუ გამოსხივება ეწოდება.
- ▶ ამ გზით მიღებული ენერჯიის რაოდენობა დამოკიდებულია რადიაციის სიძლიერეზე (რამდენად ძლიერად ანათებს მზე) და ზედაპირის ფართობზე, რომელსაც ის ანათებს. უფრო

დიდი ზედაპირი შთანთქმავს მეტს. ამრიგად, გამოსხივება/ინსოლაცია იზომება ვატებში კვადრატულ მეტრზე (ვტ/მ²).

ინსოლაცია

- ▶ ინსოლაცია მზის ენერჯის საზომია.
- ▶ ენერჯია არის სიმძლავრის გავლენა დროის გარკვეულ მონაკვეთში. ენერჯია = სიმძლავრე × დრო.
- ▶ ენერჯია იზომება ვტ.სთ-ში ან კვტ.სთ-ში (ვატი/საათში ან კილოვატი/საათში).
- ▶ მზის ენერჯია არის მზის სიმძლავრის (გამოსხივების) და დროის პროდუქტი. ამიტომ, ჩვენ ვზომავთ მას ვტ.სთ/მ² ან კვტ.სთ/მ².
- ▶ მზის პანელების ტექნიკოსებმა უნდა იცოდნენ, რა რაოდენობის მზის ენერჯის გამოყენება შეიძლება დღის განმავლობაში. ამიტომ, ჩვენ ვზომავთ მზის ენერჯიას ვტ.სთ/მ²/დღეში ან კვტ/სთ/მ²/დღეში.

შეჯამება

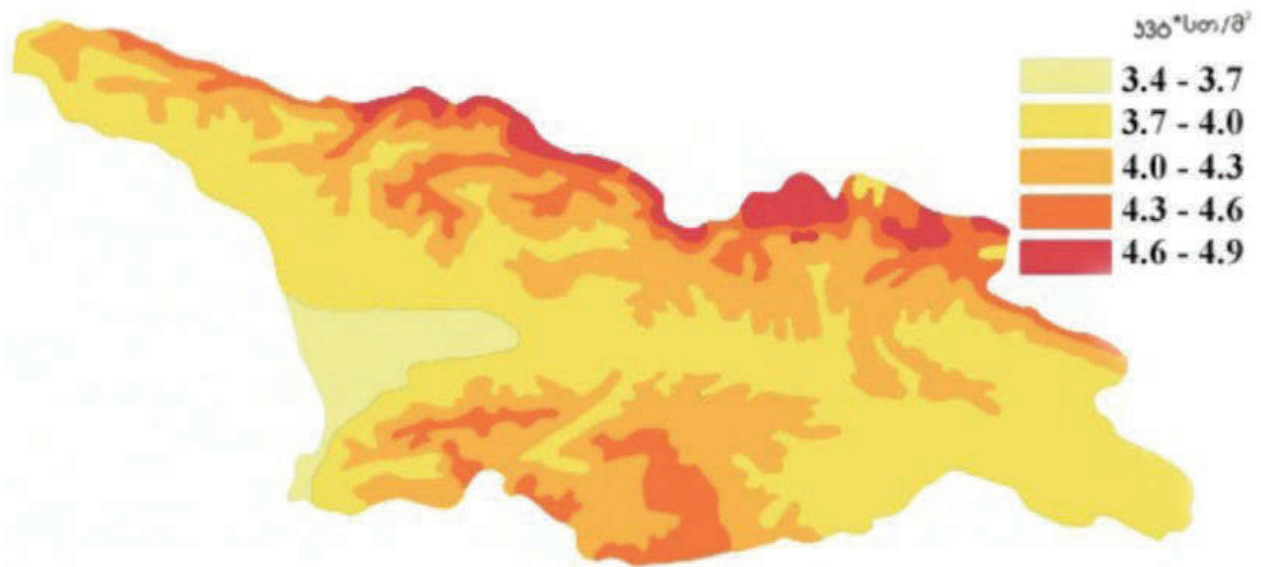
- ▶ რადიაცია არის მზის გამოსხივება, რომელიც აღწევს დედამიწის ზედაპირამდე. იგი მოიცავს პირდაპირ, გაბნეულ და არეკლილ რადიაციას.
- ▶ ინსოლაცია არის ენერჯის ინტენსივობის საზომი. ის აღწერს, ენერჯია როგორ აღწევს მოცემულ ზედაპირამდე.
- ▶ გამოსხივება არის მზის ენერჯია, რომელიც გროვდება გარკვეული პერიოდის განმავლობაში; ეს არის გამოსხივების (სიმძლავრის) და დროის პროდუქტი.

მიღებული მზის ენერჯია

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში მზის ენერგეტიკული პოტენციალის სრულფასოვანი კვლევა არ განხორციელებულა, წყაროების მიმოხილვის საფუძველზე¹ შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოში მზის ეფექტური და ხანგრძლივი გამოსხივება საკმაოდ მაღალია და მზის წლიური ჯამური რადიაცია, რეგიონების მიხედვით, მერყეობს 1250-1800 კვტ.სთ/მ² დიაპაზონში, ხოლო მზის საშუალო რადიაცია უტოლდება 4,2 კვტ.სთ/მ²-ს დღეში.

ასევე მაღალია რაიონებში მზის ნათების წლიური ხანგრძლივობა და რეგიონების მიხედვით, იგი 250-დან 280 დღემდე მერყეობს, რაც წელიწადში დღის ხანგრძლივობის გათვალისწინებით, დაახლოებით 1900-2200 საათს შეადგენს.

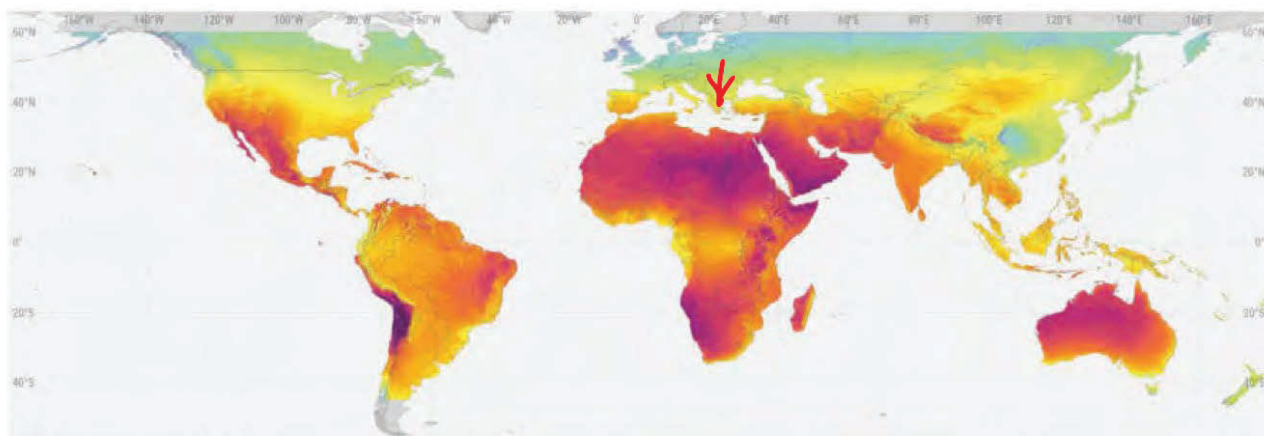
შესაბამისად, მზის ენერჯიის ჯამური პოტენციური სიმძლავრე საქართველოში შეფასებულია 108 მგვტ-ით, წლიური ენერჯიის გამომუშავებით 34 ათასი ტ.ნ.ე.



მზის სახლის მიერ შემუშავებული საქართველოს მზის კადასტრის ახალი ვერსია

აღნიშნულ ინფორმაციას ადასტურებს ასევე მსოფლიო ბანკი, 2020 წლის ივნისში გამოცემულ კვლევაში „ფოტოელექტროსადგურების გლობალური პოტენციური ქვეყნების მიდხედვით“². რომელშიც მოცემულია მზის ჰორიზონტალური გამოსხივების მსოფლიო რუკის მონაცემები (იხ. ქვემოთ).

1 <https://sunhouse.ge/ka/mzis-potenciali/> http://weg.ge/sites/default/files/renewable_energy_geo.pdf
<https://ge.boell.org/ka/2020/05/04/mzis-energetika-sakartveloshi-problemebi-gamocvevebi-da-sachiro-ghonisdziebebi>
 2 <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>



GHI გრძელვადიანი საშუალო მაჩვენებელი

დღიური ჯამი	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	8.0	kWh/m ²
წლიური ჯამი	730	876	1022	1168	1314	1461	1607	1753	1899	2045	2191	2337	2483	2922	

თუმცა აღსანიშნავია, რომ ზემოაღნიშნული პრობლემის მიუხედავად, თანამედროვე ტექნოლოგიური განვითარების პირობებში ხელმისაწვდომია რიგი ინტერნეტბაზირებული, მომხმარებლისათვის მზის სიტემის სიმძლავრისა და კონფიგურაციის საანგარიშო პროგრამები, რომელთა გამოყენება არ მოითხოვს პროფესიულ განათლებას. ამისთვის საჭიროა დაინტერესებულმა პირმა იცოდეს საკუთარი ენერგომომხმარების შესახებ ინფორმაცია და ზუსტი გეოგრაფიული მდებარეობა³.

აღნიშნული პროგრამების საშუალებით მომხმარებელი მიიღებს ინფორმაციას მზის ფოტოელექტრული სადგურის ოპტიმალურ სიმძლავრესა და მოსალოდნელ წლიურ გამომუშავებაზე. ასევე რეკომენდაციებს მზის სადგურის ელემენტების შესახებ. ასეთი გამოთვლითი პროგრამების ბმულები მოცემულია ქვემოთ:

<https://globalsolaratlas.info/map?c=42.069685,43.220215,8&s=41.603121,45.961304&m=site&pv=small,180,35,2>

<https://pvsol-online.valentin-software.com/#/>

1.3. ფოტოელექტრული გარდაქმნის პრინციპები და მზის უჯრედები

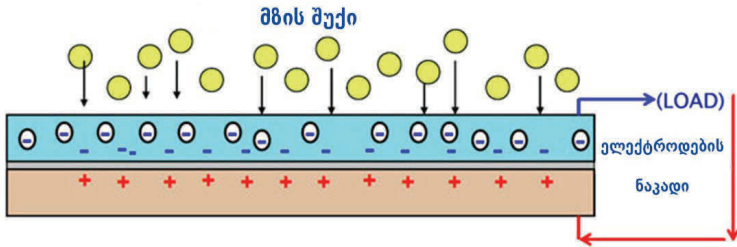


დაუმუშავებელი სილიციუმი

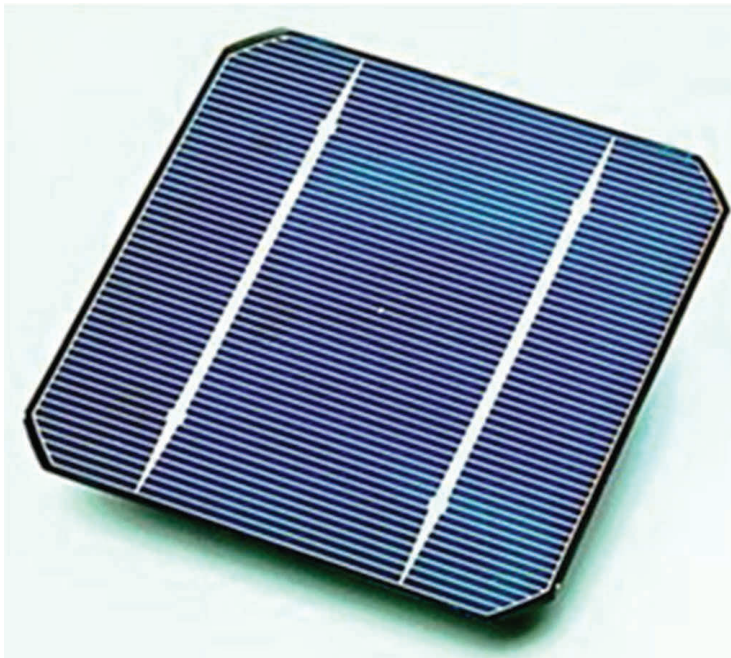
ნახევარგამტარები

- ▶ ნახევარგამტარი არის მასალა ან ნივთიერება, რომელსაც გარკვეულ პირობებში შეუძლია ელექტროენერჯის გატარება. მას ასევე აქვს უნარი, სხვა პირობებში შეზღუდოს ელექტროენერჯის ნაკადი (იზოლატორი).
- ▶ ნახევარგამტარი წარმოადგენს მზის პანელების ფოტოელექტრო - გარდაქმნელის ძირითად შემადგენელ ელემენტს

³ მდებარეობის შესახებ ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად ეს პროგრამები დაკავშირებულია „გუგლის“ ინტერაქტიულ რუკებთან.



ელექტრონების მოძრაობა მზის უჯრედში



მზის უჯრედი

- ▶ ყველაზე ხშირად ხმარებული ნახევარგამტარი, რომელიც გამოიყენება მზის პანელის უჯრედების დასამზადებლად, არის სილიციუმი, რომელიც უხვად გვხვდება კვარცის ქვიშის სახით.

ფოტოელექტრული გარდაქმნის პრინციპი

- ▶ ფოტოელექტრული გარდაქმნის პრინციპი გულისხმობს სინათლის ელექტრონენერგიად გარდაქმნის მეთოდს. გარკვეული ტიპის ნახევარგამტარებში ელექტრონები იწყებს გადაადგილებას სინათლის ზემოქმედებისას. ელექტრონების ნაკადი ქმნის ელექტრულ დენს.

მზის უჯრედი

- ▶ მზის პანელის უჯრედი (ასევე ცნობილი, როგორც ფოტოელექტრული უჯრედი) არის ელექტრონული მოწყობილობა, რომელიც სინათლეს ელექტრონენერგიად გარდაქმნის.
- ▶ მზის უჯრედები შეიძლება დამზადდეს სხვადასხვა ნახევარგამტარისგან, თუმცა, კომერციული ინტერესებიდან გამომდინარე, ჩვეულებრივ გამოიყენება სილიციუმით დამზადებული მზის უჯრედები.
- ▶ მზის უჯრედებს ხშირად იყენებენ ისეთ მოწყობილობებში, როგორებიცაა: კალკულატორები, მაჯის საათები და ასევე უფრო დიდი მოცულობის სამუშაო პროცესების შესრულებისას. მაგალითად, წყლის ამოტუმბვის ან საყოფაცხოვრებო ელექტროენერგიის წარმოებისას.

როგორ მუშაობს მზის უჯრედები?

- ▶ როდესაც სინათლე ეცემა მზის უჯრედის ზედაპირებზე, წარმოიქმნება მუდმივი დენი (DC).
- ▶ როდესაც მზის უჯრედი სადენებით დაკავშირებულია ელექტროდინადგართან, ამ მუდმივი დენის გამოყენება შეიძლება მოწყობილობების ასამუშავებლად.
- ▶ დენი არ წარმოიქმნება მზის შუქის გარეშე.

2. შრომის უსაფრთხოება

მოდულის შესახებ

მზის სისტემების მონტაჟისას შესაძლო უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად ეს მოდული სტუდენტებს მიანვდის საჭირო ინფორმაციას სამუშაოების უსაფრთხოდ წარმართვისთვის და პირველადი დახმარების გასაწევად მონტაჟის დროს დაზიანებების შემთხვევაში.

სწავლის შედეგები

მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს:

- შრომის უსაფრთხოების საერთო წესებისა და რეგულაციების ცოდნის დემონსტრირებას;
- ჯანმრთელობისა და შესაძლო საფრთხეების შეფასებასა და მათი თავიდან აცილების მეთოდების აღწერას;
- სხვადასხვა სახის დამცავი ტანსაცმლისა და აღჭურვილობის დასახელებას;
- ცეცხლის ჩაქრობის სხვადასხვა მეთოდის დასახელებას;
- შრომის უსაფრთხოების ნიშნებისა და სიმბოლოების ამოცნობას.

2.1. მზა-ენერჯის წყარო

ზოგადი რისკები

ელექტრომონწყობილობებსა და ტექნიკასთან მუშაობისას ყველაზე აშკარა საფრთხე არის ელექტროტრავმა ან ელექტროშოკი. ელექტროშოკი მოსალოდნელია მაშინ, როდესაც დენი გაივლის ადამიანის სხეულში, რომელიც წარმოადგენს ყველაზე მცირე წინააღობის გზას მიწამდე.



კანის დამწვრობა

ელექტროშოკის საფრთხე არსებობს მაშინ, როდესაც მუშაობთ ძაბვის ქვეშ არსებულ ელექტროწრედის სქემებზე. ეს დარტყმა შეიძლება იყოს უმნიშვნელო (დაბალი ძაბვის დროს), მაგრამ შეიძლება გამოიწვიოს სხვა უფრო სერიოზული დაზიანებები, როგორებიცაა:

1. კანის დამწვრობა დაზიანებულ უბნებზე;
2. კიბიდან ჩამოვარდნა სიმძლევზე მუშაობისას;
3. გონების დაკარგვა;
4. მხედველობის, სმენისა და მეტყველების შეფერხება.



კიბიდან ჩამოვარდნა



გონების დაკარგვა

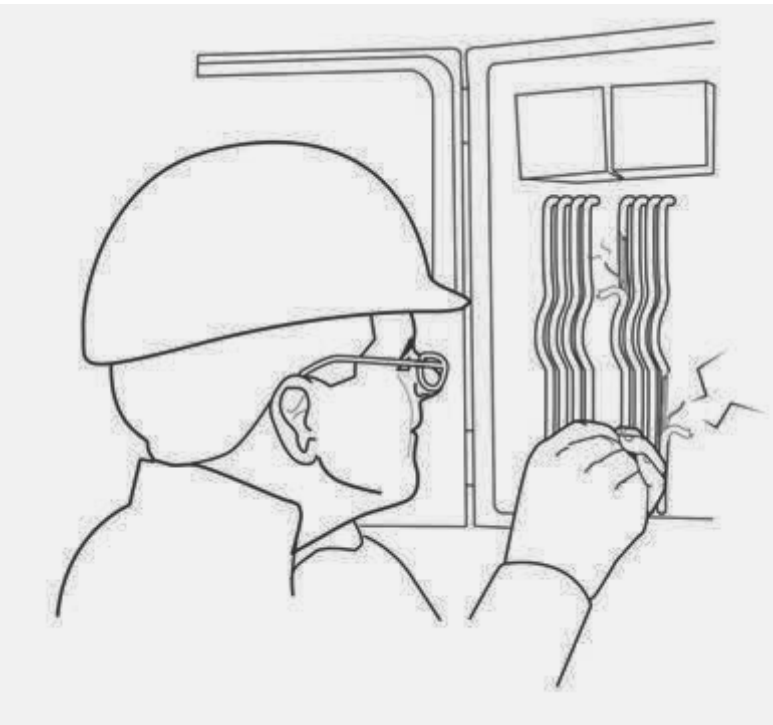


მხედველობის, სმენისა და მეტყველების შეფერხება

ელექტროდანადგარებთან დაკავშირებული კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი რისკი არის ხანძრის გაჩენა. ეს შეიძლება მოხდეს, თუკი ელექტრული ნაპერწკალი არის აალებადი ნივთიერების მახლობლად. მაგალითად, მზის ბატარეის საცავთან დაკავშირებისას, თუ მიმდებარედ განთავსებულია ბენზინის ავზი, შეიძლება უსაფრთხოების წესების გაუთვალისწინებლობამ გამოიწვიოს აფეთქება და შემდეგ - ხანძარი.



ელექტრული საფრთხეების შემცირება



დენის დარტყმის ან ინსტალაციასთან დაკავშირებული სხვა საფრთხეების შესამცირებლად სამონტაჟო სამუშაოების დაწყებამდე მიჰყევით შემდეგ ნაბიჯებს:

1. ელექტრული საფრთხეების ამოცნობა და შეფასება.
2. ელექტრული საფრთხეების აღმოფხვრა.
3. რისკების შესამცირებლად კონტროლს დაქვემდებარებული გარემოს/ადგილების უზრუნველყოფა იქ, სადაც საფრთხეების აღმოფხვრა შეუძლებელია.
4. ჰკითხეთ თქვენს თავს: რა ნაბიჯებს გადავდგამ საფრთხის შემთხვევაში?

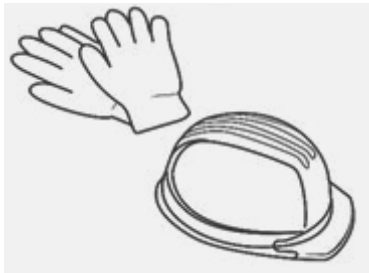
2.2. პირადი უსაფრთხოება

უსაფრთხოების აღჭურვილობა

ეს ძირითადი აღჭურვილობა საჭიროა სამუშაოების დროს ინსტალატორების უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.



მზის ფოტოელექტრული სისტემის მემონტაჟები სავალდებულო პირადი უსაფრთხოების აღჭურვილობით
- წყარო: www.thesolarplanner.com



ხელთათმანები და უსაფრთხოების ჩაფხუტი



უსაფრთხოების ღვედი

აღჭურვილობა მნიშვნელობა

დამცავი ჩაფხუტი	აუცილებელი
დამცავი სათვალე	აუცილებელი
ხმაურის დამხშობი	სასურველი
ხელთათმანები	აუცილებელი
დამცავი ფეხსაცმელი	აუცილებელი
უსაფრთხოების ღვედი	აუცილებელი
გადაუდებელი პირველადი დახმარების ნაკრები	აუცილებელი
ცეცხლმქრობი	აუცილებელი

ჩაფხუტი/დამცავი ქუდი ზევიდან ჩამოცვენილი საგნებისგან თავის დასაცავად.

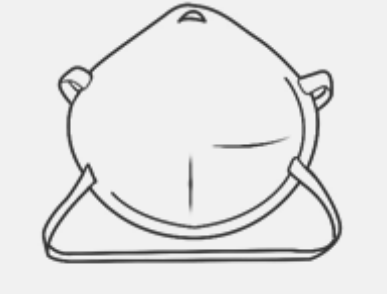
ხელთათმანები ხელების დაზიანებისგან დასაცავად და საიზოლაციოდ.

უსაფრთხოების ღვედი სიმაღლეზე მუშაობისას ჩამოვარდნისგან თავის დასაცავად.



უსაფრთხოების სათვალე

უსაფრთხოების სათვალე ნაპერწკლებისა და მყარი ნაწილაკებისგან თვალების დასაცავად.



დამცავი ნიღაბი

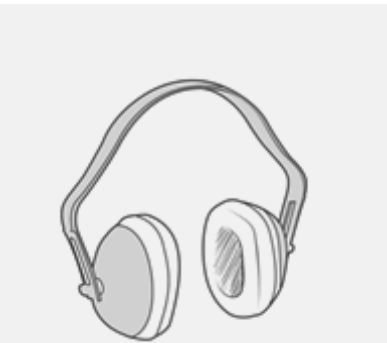
ნიღაბი მტვრისგან და კვამლისგან დასაცავად.



დამცავი ფეხსაცმელი

დამცავი ფეხსაცმელი ანუ დენმა რომ არ დაარტყას ადამიანს, კიდურებზე უნდა ჰქონდეს საიზოლაციო მასალისგან დამზადებული ხელთათმანი და ფეხსაცმელი.

ყოველთვის აუცილებელია მათი ჩაცმა ტერიტორიაზე მუშაობისას.



ყურსაცმები

ყურსაცმები ყურებს იცავს ხმაურისგან.



ცეცხლმქრობი

E კლასის ცეცხლმქრობი ხანძრის ჩასაქრობად.



გადაუდებელი პირველადი დახმარების ნაკრები სამუშაოს შესრულებისას შემთხვევით მიღებული დაზიანებების სამკურნალოდ.

2.3. სახურავები და ფასადები



სახურავებსა და ფასადებზე მუშაობისას მნიშვნელოვანია მაქსიმალური ძალისხმევა უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად.

როდესაც მუშაობთ ორ მეტრზე მეტ სიმაღლეზე (2მ +), აუცილებელია გამოიყენოთ ვარდნისგან დამცავი აღჭურვილობა.

შესაძლოა, ეს იყოს უსაფრთხოების ღვედი.

კიბით მუშაობისას:

1. დარწმუნდით, რომ კიბე, რომელსაც იყენებთ, დენგაუმტარია და აღჭურვილია მოცურების სანინააღმდეგო საყრდენით.
2. დარწმუნდით, რომ გაქვთ საკმარისი ადგილი კიბის გასაშლელად.
3. დარწმუნდით, რომ კიბე არ არის დაზიანებული, გამართულია და სთხოვეთ ვინმეს, დაგეხმაროთ.
4. ასვლამდე ყოველთვის შეამოწმეთ, რამდენად მყარად არის სამაგრები ფიქსირებული. თუ კიბეს სამაგრი არ აქვს, სთხოვეთ ვინმეს, დაგიჭიროთ.
5. კიბეზე არასდროს უნდა იდგეს ერთზე მეტი ადამიანი.
6. ყოველთვის იყავით სახით კიბისკენ; არასდროს ახვიდეთ ან ჩამოხვიდეთ კიბიდან სახით საპირისპირო მხარეს.
7. კიბეზე ასვლა-ჩამოსვლისას ყოველთვის გამოიყენეთ ორივე ხელი.
8. დარწმუნდით, რომ კიბე სტაბილურ საყრდენზე დგას.
9. დარწმუნდით, რომ კიბე საკმარისად მაღალია იმისთვის, რომ სასურველ სამუშაო სივრცეს მისწვდეთ.
10. არასდროს იმუშაოთ კიბის ზედა ბოლო ოთხ საფეხურზე მდგომი.
11. დაიცავით მინიმუმ 3-მეტრიანი დაშორება ნებისმიერი ელექტროგადამცემი ხაზისგან.

12. თუ იყენებთ გასაშლელ კიბეს:

- ▶ დარწმუნდით, რომ კიბის ზედა ნაწილი საყრდენ წერტილზე 900მმ-ით მაღალი მაინც არის.
- ▶ დარწმუნდით, რომ სადენთან შეხების წერტილი არაუმცირეს სამი საფეხურითაა დაშორებული საყრდენის თავისგან.

2.4. ხანძრის საფრთხეები

ხანძრის ჩაქრობის მცდელობამდე გაიხსენეთ სამი ძირითადი წესი:
ხანძართან ბრძოლის წესები

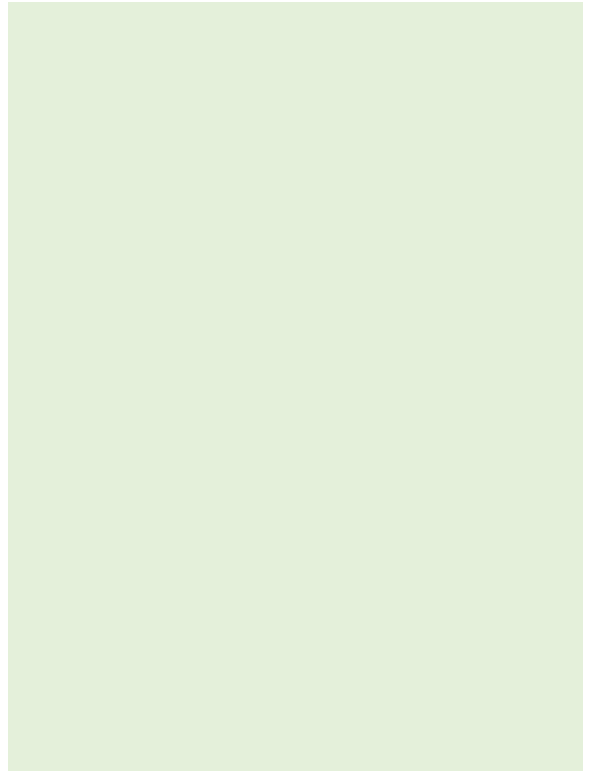


სამი ძირითადი წესი:

1. აცნობეთ ხალხს ხანძრის შესახებ;
2. ჩართეთ ხანძრის სიგნალიზაცია;

3. დაეხმარეთ პირებს, რომლებიც საჭიროებენ საფრთხისგან თავის დაღწევას.

ხანძრის ჩაქრობა სცადეთ მხოლოდ სიგნალიზაციის გააქტიურებისა და საფრთხეში მყოფთა დახმარების შემდეგ.



დამახსოვრეთ! ხანძრის ჩაქრობა უნდა სცადოთ მხოლოდ მაშინ, თუ:

- ▶ ხანძრის კერა მცირეა;
- ▶ დაცული ხართ ტოქსიკური კვამლისგან;
- ▶ გაქვთ გაქცევის საშუალება;
- ▶ ინსტრუქციები გვარნახობთ, რომ ცეცხლის ჩაქრობა შეიძლება.

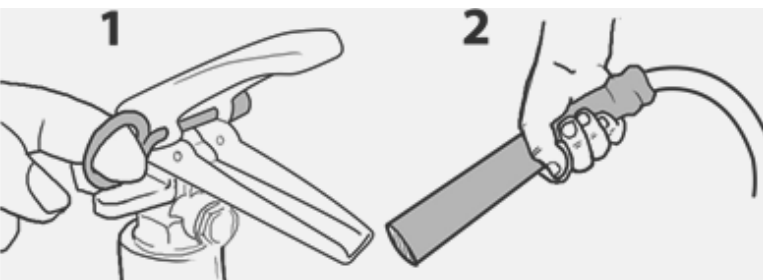
ხანძრისა და ცეცხლმქრობის ტიპები

კლასი და ტიპი	სიმბოლო	ჩაქრობის ტიპი
<p>A კლასის ხანძრები</p> <p>ხანძრები ჩვეულებრივ ისეთ ნივთებს შორის, როგორებიცაა: ხე, ქაღალდი, ნაჭერი, პლასტმასი და სხვა.</p>		წყალი და ქაფი
<p>B კლასის ხანძრები</p> <p>ხანძარი აალებად სითხეებში, როგორებიცაა: ბენზინი ან ნავთი.</p>		ნახშირორჟანგი, მშრალი ქიმიკატები
<p>C კლასის ხანძრები</p> <p>ხანძარი აალებადი აირისგან, როგორიცაა სამზარეულოს გაზი.</p>		ნახშირორჟანგი, მშრალი ქიმიკატები

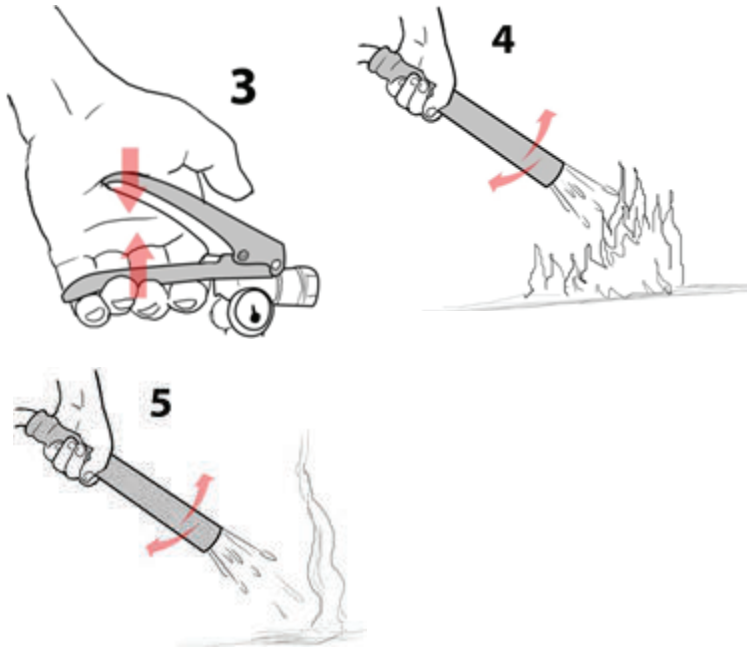
კლასი და ტიპი	სიმბოლო	ჩაქრობის ტიპი
D კლასის ხანძრები ხანძარი აალებად ლითონებში		მშრალი ფხვნილი
E კლასის ხანძრები ელექტრული ხანძრები.		ნახშირორჟანგი, მშრალი ქიმიკატები
F კლასის ხანძრები ხანძარი საკვებ ზეთებსა და ცხიმებში.		სველი ქიმიკატები

	წყალი	ქაფი	მშრალი ფხვნილი	ნახშირორჟანგი	სველი ქიმიკატი
მყარი (ხე, ქაღალდი, ნაჭერი სხვ.)	✓	✓	✓	✗	✓
აალებადი სითხეებისთვის	✗	✓	✓	✓	✗
აალებადი გაზებისთვის	✗	✗	✓	✗	✗
ელექტრო მოწყობილობებისთვის	✗	✗	✓	✓	✗
სამზარეულოს ზეთებისა და ცხიმებისთვის	✗	✓	✗	✗	✓
ყველა სარისკო ვითარებაში გამოსაყენებლად	✗	✗	✓	✗	✗

ცეცხლმქრობის გამოყენება



- ▶ გამოქაჩეთ დამცავი რგოლი;
- ▶ დაუმიზნეთ საქმენი ხანძრის ძირს;
- ▶ მოუჭირეთ ხელი საოპერაციო ბერკეტს, ცეცხლმქრობი ნივთიერების გამოსაფრქვევად.



► ზიგზაგისებურად გადაიტანეთ მილი ერთი ადგილიდან მეორეზე, სანამ ხანძარი ბოლომდე არ ჩაქრება.

2.5. ადგილის უსაფრთხოება

ადგილის უსაფრთხოება ძალიან მნიშვნელოვანი, თუმცა ხშირად უგულებელყოფილია მონტაჟის პროცესში. მშენებლობის ადგილას უსაფრთხოების მანიშნებლები, როგორც წესი, კლასიფიცირდება ფერების მიხედვით. უსაფრთხოების ნიშნულებად გამოიყენება შემდეგი ფერები:

წითელი – აკრძალვა (არასდროს გააკეთოთ)

მაგალითად, ქვემოთ მოცემული სიმბოლო გაუწყებთ, რომ არასდროს ჩააქროთ ხანძარი წყლით.



არ ჩააქროთ წყლით!

ყვითელი – საფრთხე

მაგალითად, მოცემული სიმბოლო აღნიშნავს ცოცხალ ელექტრულ კაბშირებს.



საფრთხე: ელექტროენერგია

წითელი ნიშანი აღნიშნავს, რომ იმ ადგილას მითითებული ქმედება საშიშია. ის აუცილებლად უნდა აირიდოთ თავიდან.

ყვითელი ნიშანი მიგითითებთ და გირჩევთ, გამოიჩინოთ განსაკუთრებული სიფრთხილე.

ლურჯი-ვალდებულება

(უნდა დაემორჩილოთ, აუცილებლად უნდა შეასრულოთ)
მაგალითად, მოცემული სიმბოლო აღნიშნავს, რომ დამცავი ჩაფხუტი უნდა გეკეთოთ მუდმივად.



აუცილებელია ჩაფხუტის ტარება

მწვანე - უსაფრთხოება

მაგალითად, მოცემული სიმბოლო აღნიშნავს, რომ ადგილზე ხელმისაწვდომია პირველადი დახმარების ნაკრები ან კლინიკა.



სიმბოლოები წინააღმდეგობისა და სახიფათო ადგილების მოსანიშნად. ამ სიმბოლოებით აღინიშნება ბარიერები საფრთხის შემცველ მონაკვეთებზე (მოლიპული ან მენყერსაშიში ადგილები, მშენებლობები, სადაც ვარდნის საფრთხეა).



ლურჯი ნიშანი აღნიშნავს კონკრეტულ ქმედებას, რომელსაც უნდა დაემორჩილოთ.
ძირითადად, ის აღნიშნავს სავალდებულო აღჭურვილობას.

მწვანე ნიშანი აღნიშნავს, რომ საფრთხე არ გემუქრებათ. ის უმეტესად საფრთხეებისგან გარიდების ან მათი შედეგების მკურნალობის საშუალებებს აღნიშნავს.

2.6. აზიღვა



ხელოსანი ხელით ეზიდება ტვირთს

მზის ენერგოსისტემაში ასაზიდი აღჭურვილობა მოიცავს:

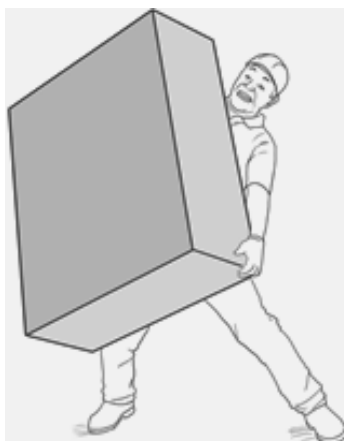
- ▶ მზის პანელებს;
- ▶ ელემენტებს;
- ▶ ინვერტორს;
- ▶ სამონტაჟო სისტემებს.

ფაქტორები, რომელთაგან სიმძიმის ხელით ზიდვა საფრთხის შემცველია

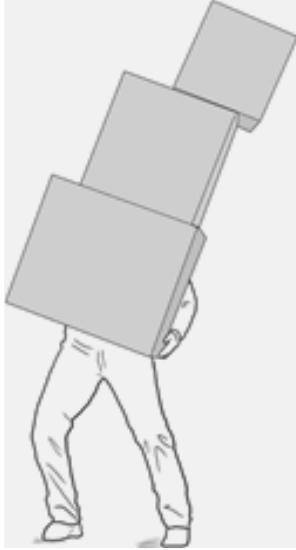
მძიმე ტვირთის ხელით ზიდვასთან დაკავშირებული დაზიანებები უპირატესად ხერხემალს უკავშირდება. ხელოსანმა ასევე შესაძლოა მიიღოს ჭრილობები, თუ არ აცვია დამცავი ხელთათმანები.



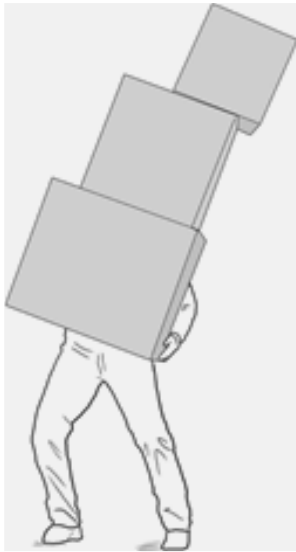
ზოგიერთი ტვირთი ძალიან მძიმეა მართო გადასატანად.



ზოგიერთი ტვირთი ძალიან დიდი და მოცულობითია მართო გადასატანად.



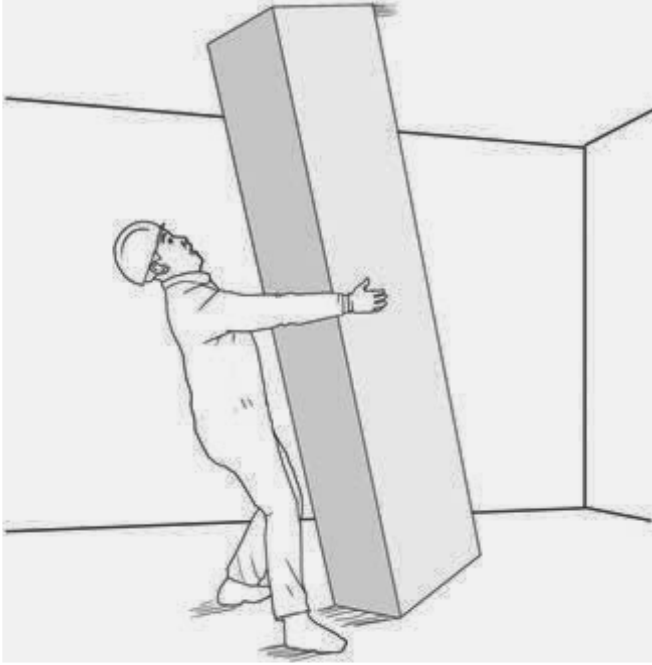
ზოგიერთი ტვირთი არაბალანსირებული ან მოძრავია.



ზოგიერთი ტვირთის მტკიცედ ხელში დაჭერა ძნელია.



ზოგიერთი ტვირთის ასაზიდად შესაძლოა მოუხერხებელი პოზიციის მიღება დაგჭირდეთ.



ზოგჯერ არ არის საკმარისი ადგილი ტვირთის ასაწევად.

შესაძლოა, იატაკი იყოს სველი, მოლიპული ან არათანაბარი.

აზიდვის უსაფრთხო პრაქტიკა

ტვირთის ხელით აზიდვისას გახსოვდეთ:

- ▶ არასდროს ასწიოთ მძიმე ტვირთი ზურგიდან წინ გადმოზნექით. მოხარეთ თქვენები და მუხლები, რათა დაიხაროთ ტვირთამდე. დაიჭირეთ ტვირთი სხეულთან ახლოს და ისე გაიმართეთ, გაასწორეთ ფეხები.
- ▶ არასდროს ასწიოთ მძიმე ობიექტი მხარს ზემოთ.
- ▶ თავი შეიკავეთ სხეულის მობრუნებისგან ან ტვირთის გადაბრუნებისგან მძიმე საგნის დაჭერის ან აზიდვისას.



მყარად დადევით. დარწმუნდით, რომ ფეხები სწორად გიდგათ და ბალანსი, წონასწორობა შენარჩუნებული გაქვთ.



საგნის ადებისას მოხარეთ მხოლოდ მუხლებისა და მენჯ-ბარძაყის სახსრები.



შეინარჩუნეთ სწორი პოზა. ზურგი სწორად დაიჭირეთ, მკერდი წინ წამოსწიეთ და მხრები - უკან.



მუხლებისა და მენჯების გასწორებისას ტვირთი აზიდეთ ნელი მოძრაობით.



აზიდვისას დაიჭირეთ ტვირთი სხეულთან ახლოს.



მიმართულების შეცვლისას დაუკვირდით ნაბიჯებს.



მიმართულების შეცვლისას
შეატრიალეთ ტანი.



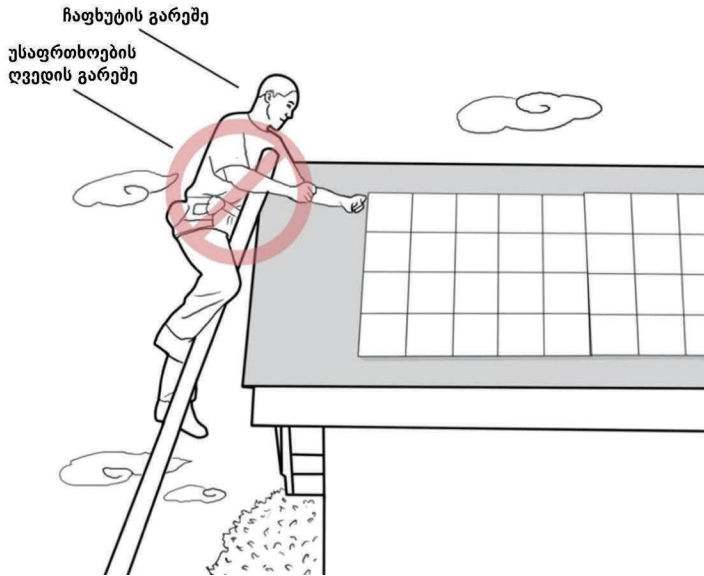
ტვირთის დადებისას ასევე მუხლებისა
და მენჯ-ბარძაყის სახსრები მოხარეთ.
არ დააგდოთ ტვირთი!



სახურავებზე ან სიმაღლეებზე
მუშაობისას არასდროს ატაროთ
აღჭურვილობა კიბეზე ასვლისას
ან ჩამოსვლისას. ყოველთვის
გამოიყენეთ ჯალამბარი, თოკი.

2.7. დაზიანებები

ფაქტორები, რომლებიც იწვევს დაზიანებებს მონტაჟის ადგილზე



ელექტროდანადგარებზე მუშაობისას უსაფრთხოება ძალიან მნიშვნელოვანია. საუკეთესო პრაქტიკის შეუსრულებლობამ შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული დაზიანებები ან სიკვდილიც კი.

ელექტროავარიები, ჩვეულებრივ, გამოწვეულია შემდეგი ფაქტორებით, როგორებიცაა:

1. სახიფათო აღჭურვილობა და დანადგარები, მაგ.: არასათანადო დამინება.
2. სახიფათო სამუშაო გარემო, მაგ.: სამუშაოების ჩატარება შესაბამის მონიშნულ ტერიტორიაზე.

სახიფათო პროცედურები, მაგ.: მუშაობა სიმაღლეებზე დაცემისგან დამცავი შესაბამისი საშუალებების გარეშე.

ხშირი დაზიანებები



ელექტრული სამონტაჟო სამუშაოების თანმდევ ხშირ დაზიანებებში იგულისხმება:

1. ელექტროშოკი, რომელიც შეიძლება განვითარდეს მაშინაც, თუკი ხელოსანი ეხება 75 მა-ზე ნაკლები დენის წყაროს.
2. გარდაცვალება, რომელიც შეიძლება დენის დარტყმით მიღებულმა შოკმა გამოიწვიოს, როდესაც ხელოსანი 75 მა-ზე მეტ დენის ნაკადს ეხება ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში.

ასეთ დროს, დარეკეთ სასწრაფო სამედიცინო სამსახურში!



3. დამწვრობები, რომლებიც შესაძლოა გამოიწვიოს დენის ნაკადთან ან მოკლე ჩართვასთან პირდაპირმა კონტაქტმა.

4. დაცემისგან მიღებული დაზიანება, რომლის შედეგი მრავალგვარია. ეს შეიძლება იყოს მცირე შერყევა თუ ძვლების მოტეხილობა და ზოგჯერ -გარდაცვალებაც კი.

მზის ენერგოსისტემებზე მუშაობისას, ყველაზე ხშირია ელექტრული შოკისა და დაცემის შედეგად მიღებული დაზიანებები.

2.8. პირველადი დახმარება

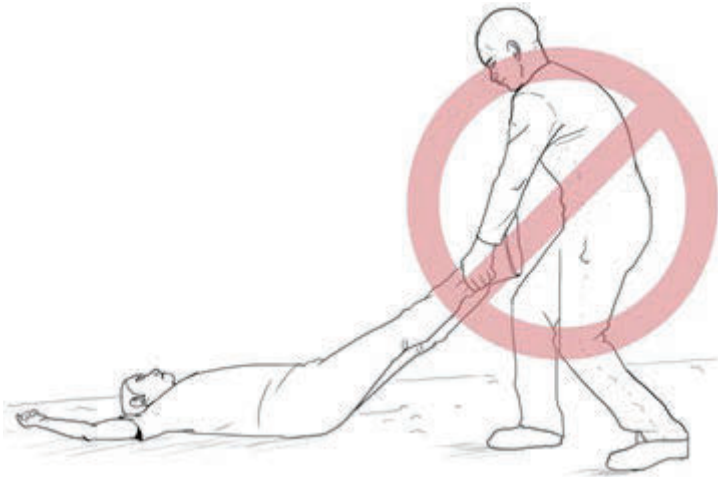


გამოიძახეთ სასწრაფო სამედიცინო დახმარების პერსონალი

იმ შემთხვევაში, თუ თანამშრომელი ადგილზე დაშავდა, თქვენ უნდა იმოქმედოთ სწრაფად და გადამწყვეტად.

საჭირო ნაბიჯები:

1. გამოიძახეთ სასწრაფო დახმარება, თუ დაზიანება სერიოზული არ არის.
2. შეამცირეთ დაზიანება. გადაადგილეთ დაშავებული მხოლოდ აუცილებლობის შემთხვევაში.
3. შეეცადეთ შეაჩეროთ ძლიერი სისხლდენა.
4. დარწმუნდით, რომ დაშავებულის სასუნთქი გზა არ არის მთლიანად ან ნაწილობრივ დახშული. საჭროების შემთხვევაში შესაბამისი ცოდნის გამოყენებით ჩაატარეთ გულ-ფილტვის რეანიმაცია.
5. უმკურნალეთ შოკს.



დაშვებული გადაადგილეთ მხოლოდ აუცილებლობის შემთხვევაში



შეცადეთ შეაჩეროთ ძლიერი სისხლდენა



დარწმუნდით, რომ დაშვებულის სასუნთქი გზები არ არის დახშული



ჩაატარეთ გულ-ფილტვის რეანიმაცია

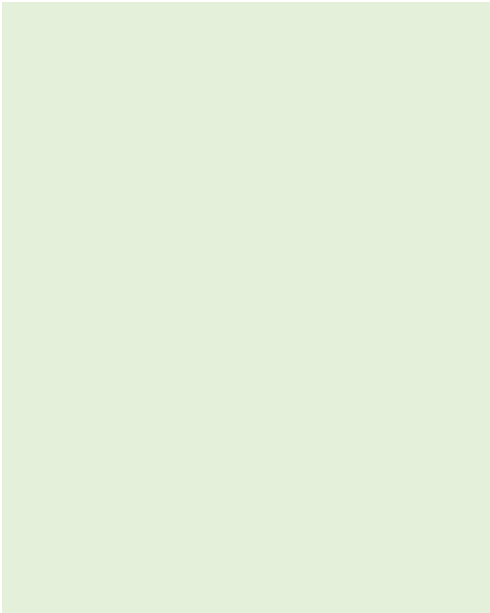
ჩაატარეთ გულ-ფილტვის რეანიმაცია



ჭრილობაზე ბენოლით შეაჩერეთ სისხლდენა



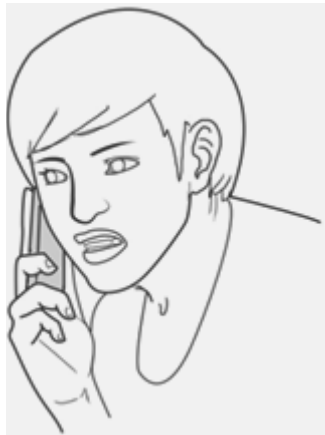
შეახვიეთ ჭრილობა; ასწიეთ დაზიანებული ნაწილი გულის დონის ზემოთ



- პირველადი დახმარება:
1. ჭრილობაზე ბენოლით შეაჩერეთ სისხლდენა
 2. შეახვიეთ ჭრილობა.
 3. ასწიეთ დაზიანებული ნაწილი გულის დონის ზემოთ.
 4. ჭრილობას დაადეთ მჭიდრო ნახვევი.
 5. დარეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფო სამედიცინო დახმარების პერსონალს.

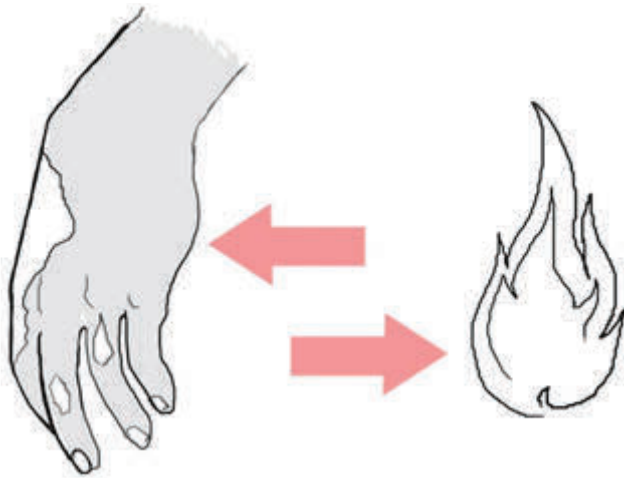


ჭრილობას დაადეთ მჭიდრო ნახვევი



დარეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფო დახმარების პერსონალს

დამწვრობები



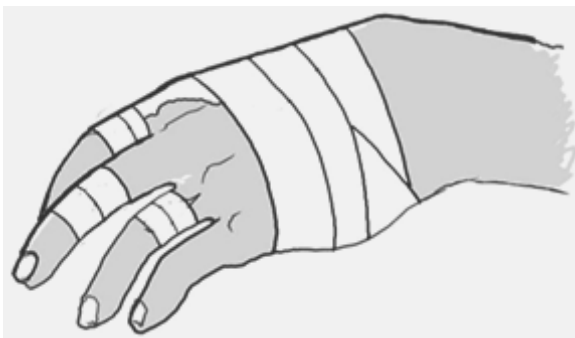
გაარიდეთ დაშავებული დამწვრობის გამომწვევ კერას

პირველადი დახმარება:

1. გაარიდეთ დაშავებული დამწვრობის გამომწვევ კერას ან ჩააქრეთ ალი (ელექტროდამწვრობის შემთხვევაში საჭიროა დაზარალებულის მოცილება ელექტროდენის წყაროსგან ან ამ წყაროს გათიშვა).
2. დამწვრობის ეფექტის შესამცირებლად დაზიანებული ადგილი გააგრილეთ ცივ წყალში მოთავსებით ან გამდინარე წყლის ქვეშ მოქცევით.



გააგრძელეთ დამწვარი ადგილები გრილი სუფთა წყლით

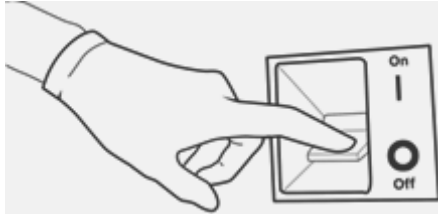


სუფთა სახვევის გამოყენებით დაფარეთ კანის დამწვარი ნაწილები

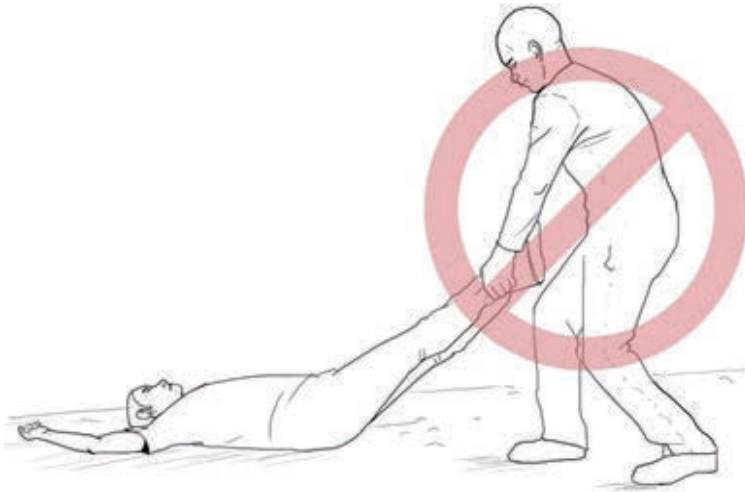


დაურეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფოს!

3. დაფარეთ დამწვარი ადგილი სუფთა საფენით.
4. დაურეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფო სამედიცინო დახმარების პერსონალს.



გამორთეთ ელექტროენერჯის წყარო



არ გადაადგილოთ დაშავებული, თუ უშუალოდ მას არ ემუქრება საფრთხე



საჭიროებისამებრ, ჩაატარეთ გულ-ფილტვის რეანიმაცია

პირველადი დახმარება:

1. გამორთეთ ელექტროდენის კვების წყარო. არ შეეხოთ დაშავებულს ელექტროენერჯის გამორთვამდე.
2. არ გადაადგილოთ დაშავებული, თუ უშუალოდ მას საფრთხე არ ემუქრება.
3. საჭიროების შემთხვევაში ჩაატარეთ გულ-ფილტვის რეანიმაცია.

შეუარჩუნეთ დაშავებულს სითბო.
ფეხები განუთავსეთ სიმალღებზე.
კისრის დაზიანებაზე ეჭვის არასებობისას,
შეუტრიალეთ თავი გვერდით.



დაურეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფოს!

4. უმკურნალეთ შოკს.

5. დარეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფო სამედიცინო დახმარების პერსონალს.

შოკი



დაანვინეთ დაშავებული ზურგზე



დარწმუნდით, რომ დაშავებულის სასუნთქი გზები თავისუფალია.

პირველადი დახმარება:

1. დარწმუნდით, რომ დაშავებული ნევს ზურგზე.
2. დარწმუნდით, რომ დაშავებულის სასუნთქი გზები თავისუფალია.
3. დარწმუნდით, რომ დაშავებულის სხეულის ტემპერატურაა 37°C.
4. დარეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფო სამედიცინო დახმარების პერსონალს!



დარწმუნდით, რომ დაშავებულის სხეულის ტემპერატურაა 37°C.



დარეკეთ და დაელოდეთ სასწრაფო დახმარების პერსონალს!

3. მზის კომპონენტები

მოდულის შესახებ

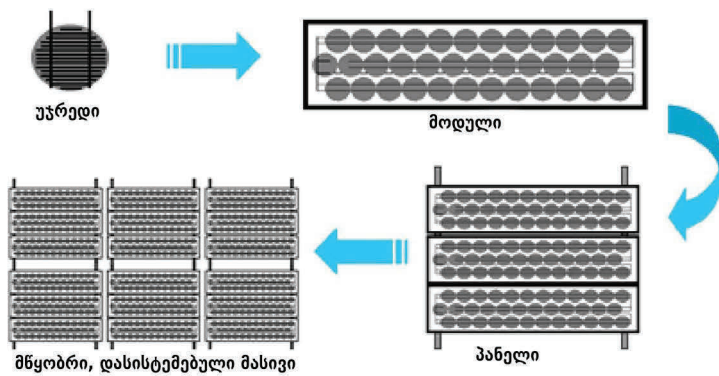
მზის ფოტოელექტრული სისტემა შედგება სხვადასხვა კომპონენტისგან, რომელთაგან თითოეულს აქვს თავისი ფუნქცია. იმისთვის, რომ ტექნიკოსებმა წარმატებით დაამონტაჟონ მსგავსი სისტემები, მათ უნდა გააცნობიერონ ამ კომპონენტების მნიშვნელობა, მათი ფუნქციები სისტემაში და ის, თუ როგორ არის ისინი ერთმანეთთან დაკავშირებული. ეს მოდული აღწერს ცალკეულ კომპონენტს და მათ ფუნქციებს.

სწავლის შედეგები

მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს:

- დაასახელოს მზის პანელების სისტემის კომპონენტების ძირითადი ფუნქციები;
- განსაზღვროს მზის პანელისა და ელემენტების ურთიერთკავშირის სხვადასხვა კონფიგურაცია;
- განასხვავოს მუდმივი (DC) და ცვლადი დენის (AC) დატვირთვა.

3.1. მზის პანელები

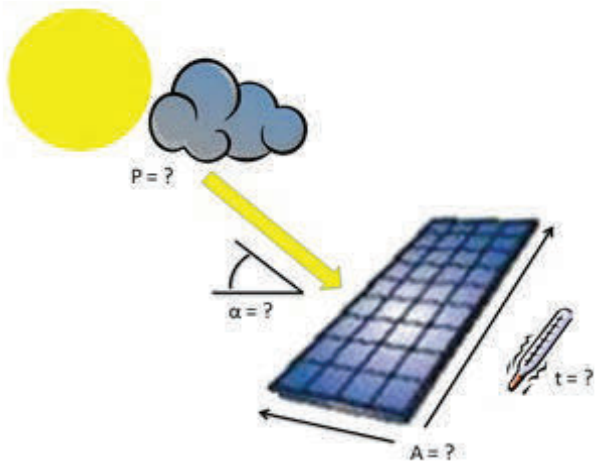


უჯრედიდან მასივამდე

მზის ფოტოელექტროგარდაქმნელი სისტემა შედგება შემდეგი კომპონენტებისგან, რომლებიც სხვადასხვა როლს ასრულებს. ეს კომპონენტებია: ელექტრული დატვირთვა (ენერჯის მომხმარებელი), მზის პანელები, ინვერტორები, დამუხტვის კონტროლერები, ბატარეები, კაბელები და დამცავი მონწყობილობები.

მზის პანელი

- ▶ ერთმანეთთან დაკავშირებული მზის უჯრედები ქმნიან მზის პანელს. მისი ზომიდან და საჭიროებიდან გამომდინარე, რამდენიმე მზის პანელის გაერთიანება შესაძლებელია ენერჯის მოთხოვნის ნებისმიერი ოდენობის დასაკმაყოფილებლად.
- ▶ მზის პანელები არის მზის ენერჯის ყველა სისტემის საფუძველი.
- ▶ მზის პანელების შემადგენელი ფოტოელექტრო გარდამქმნელი უჯრედების დასამზადებლად გამოიყენება სილიციუმი.



მზის ფოტოელექტრონული სისტემა, რომელიც ვერ გამოიმუშავებს ბევრ ენერჯიას.

მზის პანელების მასივი

- ▶ მასივი იქმნება რამდენიმე მზის პანელის დაკავშირებით.
- ▶ მოზრდილი სისტემები საჭიროებს მზის პანელების მასივს მოთხოვნილი ელექტროენერჯიის უზრუნველსაყოფად.

ზოგ შემთხვევაში საჭიროა ერთზე მეტი მასივის დამონტაჟება.

რა ახდენს გავლენას ენერჯიის გამოიმუშავებაზე?

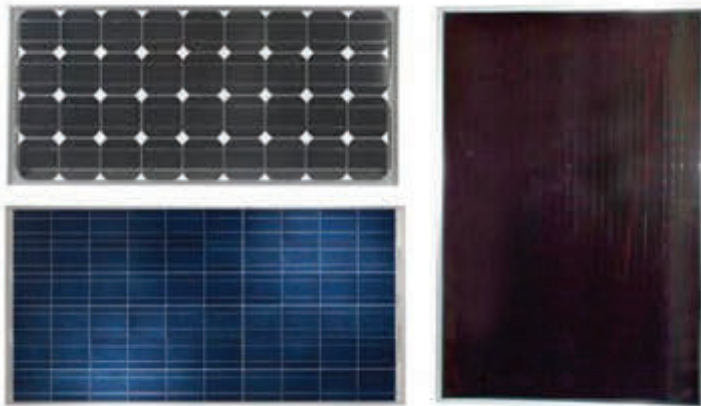
მზის პანელის მიერ ენერჯიის გამოიმუშავება რამდენიმე ფაქტორზეა დამოკიდებული. ესენია:

1. პანელის ფართობი - რაც უფრო დიდია ის, მით მეტი ელექტროენერჯია იწარმოება. თუ თქვენ გააორმაგებთ თქვენი პანელების ზედაპირის ფართს, ასევე გააორმაგებთ ელექტროენერჯიის გამოიმუშავებას.
2. პანელების მიმართულება - მზის პანელისგან მაქსიმალური შედეგის მისაღებად, ის მზისკენ უნდა იყოს მიმართული.
3. სიბოლო - მზის პანელები საუკეთესოდ მუშაობს, თუ ისინი გრილია. რაც უფრო ცხელია პანელი, მით ნაკლებ ენერჯიას გამოიმუშავებს.
4. მზის სხივი - რაც უფრო მეტი მზის სხივი ეცემა პანელის ზედაპირს, მით მეტი ელექტროენერჯია იწარმოება. თუ პანელი ჩრდილის ქვეშ ექცევა, ელექტროენერჯიის გამოიმუშავება მნიშვნელოვნად მცირდება.

მნიშვნა

1. მზის პანელებისგან ელექტროენერჯის გამომუშავებას აქვს ერთი მთავარი პრობლემა: მზის შუქი არ არის ხელმისაწვდომი 24 საათის განმავლობაში.
2. მზის ენერჯის რაოდენობა, რომელიც შეიძლება გარდაიქმნას ელექტროენერჯად, მნიშვნელოვნად განსხვავებულია გარკვეული ფაქტორების მიხედვით. ესენია:
 - ▶ დღის მონაკვეთი;
 - ▶ წელიწადის დრო;
 - ▶ პანელების მდებარეობა;
 - ▶ კლიმატური პირობები.

მზის (ფოტოელექტრული) პანელების ტიპები და ტექნოლოგიები



მზის პანელის ტიპები: მონოკრისტალური (ზედა მარცხენა), პოლიკრისტალური (ქვედა მარცხენა), ამორფული (მარჯვენა)

მზის პანელის სხვადასხვა ტიპის მახასიათებლები

მონოკრისტალური	პოლიკრისტალური	ამორფული
უჭრედის ეფექტურობა	15-25%	13-16%
1 კვტ სიმძლავრისთვის საჭირო ფართი	15-25%	13-16%

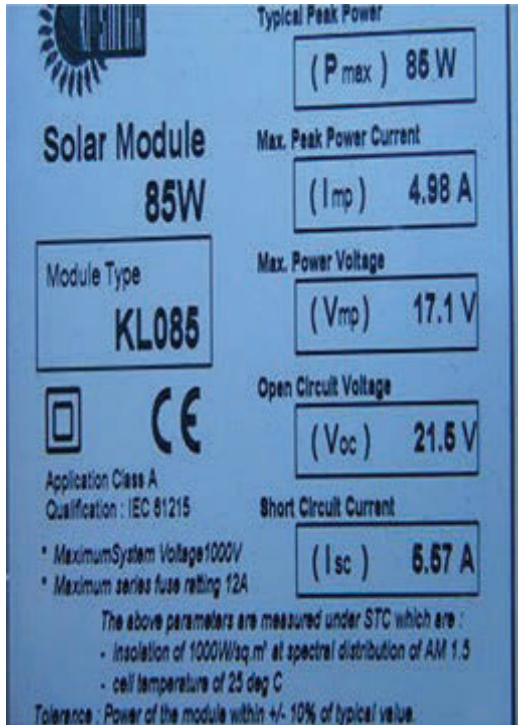
მზის პანელების ტიპები

კომერციული გამოყენებისთვის არსებობს სილიციუმის მზის პანელების სამი ძირითადი ტექნოლოგია:

1. მონოკრისტალური;
2. პოლიკრისტალური;
3. ამორფული.

ამ სამი სხვადასხვა ტიპის მზის პანელის განსხვავება მარტივი ამოსაცნობია.

- ▶ მონოკრისტალური პანელები შავი ფერისაა და უჭრედებიანი ზედაპირით მართკუთხა ვაფლს ჰგავს. პოლიკრისტალური პანელები ლურჯო-ტონალობის გარდამავალი ფერებით ხასიათდება. ამორფული პანელები ერთიანი შავი ფერით გამოირჩევა, ხანდახან მცირედ შესამჩნევი ზოლებით.
- ▶ მზის პანელები სხვადასხვა ზომისაა და ხასიათდება მათი გამომავალი სიმძლავრის მიხედვით ვატებში.
- ▶ როგორც წესი მზის პანელის უკანა მხარეს მითითებულია გამომავალი სიმძლავრე.
- ▶ მზის პანელის გამომავალი სიმძლავრე (ვტ) შეიძლება მიღწეული იქნას მხოლოდ იდეალურ პირობებში. იგულისხმება ვითარება (შუადღე და უდრუბლო ცა), როდესაც მზის რადიაციის ძალაა 1 კვტ/მ² და პანელის ტემპერატურა არ აღემატება 25°C-ს).
- ▶ მაღალხარისხოვანი კრისტალებიანი მზის პანელი 20 წელზე მეტხანს ძლებს.

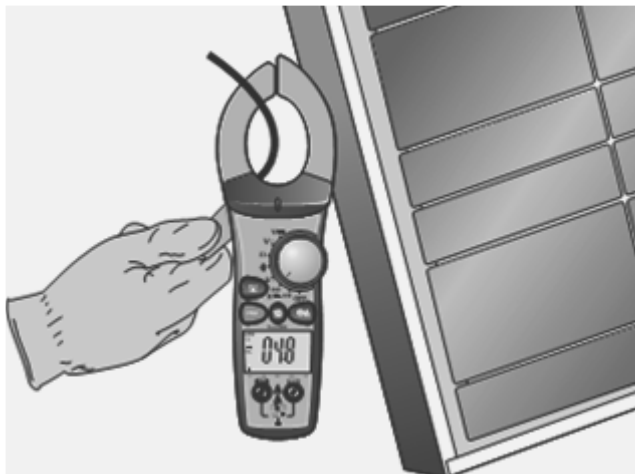


85 W_p მზის პანელის ეტიკეტი

მზის პანელის ეტიკეტზე აღნიშნულია:

- ▶ მაქსიმალური სიმძლავრე P_{MAX} 85 W;
- ▶ მაქსიმალური პიკური დენი I_{MP} 4.98 A;
- ▶ საამუშაო დაბვა V_{MP} 17.1 V;
- ▶ ღია წრედის დაბვა V_{OC} 21.5 V;
- ▶ მოკლე ჩართვის დენი I_{SC} 6.67 A.

მზის პანელის ეტიკეტზე აღნიშნული ელექტრული სიმძლავრის, დაბვის და დენის მნიშვნელობები მიიღწევა მხოლოდ 1 კვტ/მ² გამოსხივებისას და, ამასთან, თუ მზის პანელის უჯრედების ტემპერატურა 25 °C-ია. შესაბამისად, სიმძლავრის რეიტინგი ხშირად მონიშნულია როგორც პიკური/მაქსიმალური სიმძლავრე - „ვატი პიკში“ (W_p). მოდული რეიტინგით 85 W_p აღწევს პიკურ სიმძლავრეს 85 ვატის ოდენობით, მხოლოდ ზემოთ მითითებულ სპეციფიკურ პირობებში. თუ გამოსხივება არის 1 კვტ/მ² -ზე ნაკლები ან ტემპერატურა 25 °C- ზე მაღალია, მაშინ მოდული გამოიმუშავებს ნაკლებ ენერგიას.

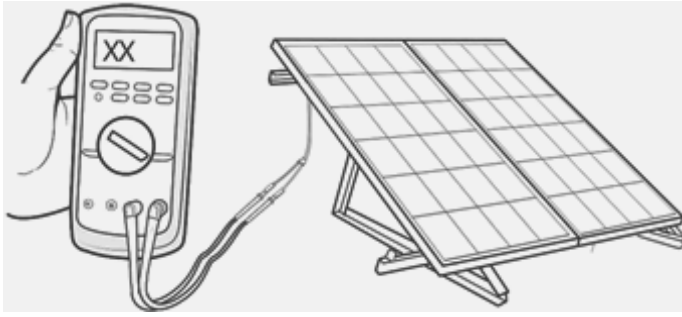


მზის პანელის საზომი: მოკლე ჩართვის დენი

მზის პანელის პარამეტრების გაზომვა

როდესაც მზის პანელი იწარმოება, ის მოწმდება აკმაყოფილებს თუ არა საჭირო სტანდარტებს. ტესტირებისას გასათვალისწინებელია ორი მნიშვნელოვანი პარამეტრი:

1. **მოკლე ჩართვის დენი (ISC)**
არის დენი, რომელიც იზომება მაშინ, როდესაც მზის პანელის ტერმინალები (დადებითი და უარყოფითი) ერთმანეთთან არის დაკავშირებული და არ არსებობს დატვირთვა.

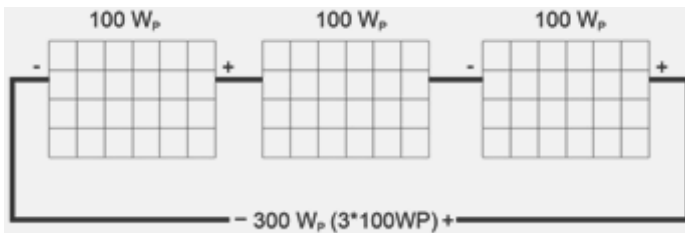


მზის პანელის საზომი: ღია წრედის ძაბვა

2. ღია წრედის ძაბვა (VOC) არის ძაბვა მზის პანელის უარყოფით და დადებით ტერმინალებზე, როდესაც ის არ არის დაკავშირებული რაიმე დატვირთვასთან.

პანელების დაკავშირება მასივის შესაქმნელად

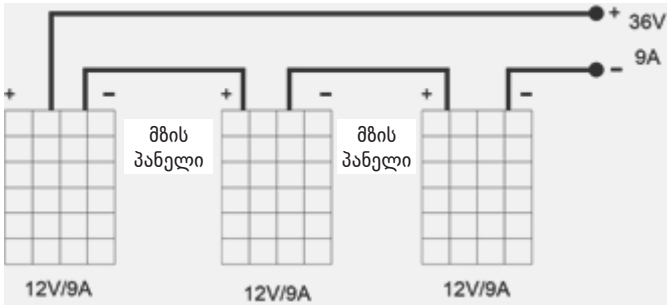
მზის იდენტური პანელების დაკავშირება მასივის შესაქმნელად მაგალითად, თუ გაქვთ სამი მზის პანელი სიმძლავრით 100 W_p და ისინი მიმდევრობით უნდა დაკავშირდეს, მასივის ჯამური გამომავალი სიმძლავრე იქნება 300 W_p.



ფოტოელექტრული მასივის დაკავშირება

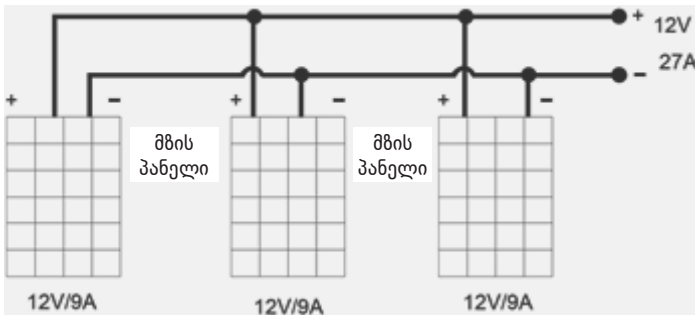
▶ მზის პანელების დაკავშირებით იქმნება მასივები. როდესაც მზის პანელები დაკავშირებულია მასივის შესაქმნელად, ამ მასივის მთლიანი სიმძლავრე არის თითოეული მზის პანელის სიმძლავრის რეიტინგის ჯამი. მზის პანელების ერთმანეთთან დაკავშირება მასივის შესაქმნელად შეიძლება სამი განსხვავებული გზით. ესენია:

1. მიმდევრობითი დაკავშირება მზის პანელის მასივის გამომავალი ძაბვის გასაზრდელად.
2. პარალელური დაკავშირება მზის პანელის მასივიდან გამომავალი დენის გასაზრდელად.
3. მიმდევრობით-პარალელური დაკავშირება, როგორც გამომავალი ძაბვის, ისე დენის გასაზრდელად.



დაკავშირებული მიმდევრობით იდენტური მზის პანელები

მაგალითად, თუ გაქვთ მზის სამი პანელი, თითოეული 12 V და 9 A, დაკავშირებული მიმდევრობით, მასივის გამომავალი დენი და ძაბვა, შესაბამისად, იქნება 36 V/9 A.



პარალელურად დაკავშირებული იდენტური მზის პანელები

ამ კავშირში მზის სამი პანელი 12 V და 9 A დაკავშირებულია პარალელურად. შესაბამისად, გამომავალი დენი და ძაბვა არის 12 V/27 A.

მასივის სიმძლავრე და შეუსაბამობა

თუ თქვენ დააკავშირებთ მზის პანელებს, რომლებსაც აქვთ განსხვავებული სიმძლავრე, მასივიდან გამომავალი ეს სიდიდე იქნება ბევრად ნაკლები თითოეული მოდულის სიმძლავრის ჯამზე. რამდენი ენერჯია დაიკარგება, დამოკიდებულია კავშირის ტიპზე, მოდულებსა და მუშაობის რეჟიმს შორის განსხვავებაზე.

მიმდევრობით დაკავშირებული მზის პანელები

- ▶ როდესაც იდენტური მზის პანელები (მზის პანელები ერთი და იმავე პარამეტრებით) დაკავშირებულია თანმიმდევრობით, ისინი წარმოქმნის უფრო მაღალ გამომავალ ძაბვას.
- ▶ ეს გაზრდილი გამომავალი ძაბვა არის ინდივიდუალური მზის პანელების ძაბვების ჯამი.

მზის პანელების მიმდევრობით დასაკავშირებლად მზის პანელის დადებითი (+) ტერმინალი უკავშირდება მასივში მომდევნო მზის პანელის უარყოფით (-) ტერმინალს.

პარალელურად დაკავშირებული მზის პანელები

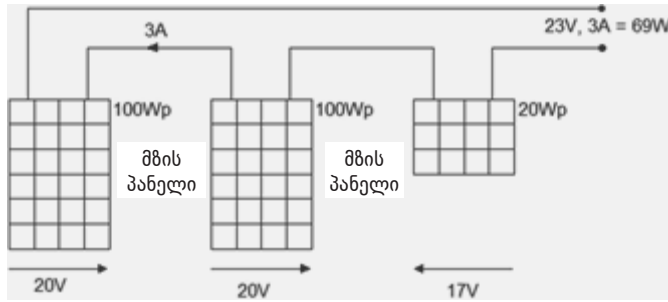
- ▶ როდესაც იდენტური მზის პანელები დაკავშირებულია პარალელურად, მიიღება უფრო მაღალი გამომავალი დენი.
- ▶ ეს გაზრდილი გამომავალი დენი შეადგენს ცალკეული პანელის მიერ გამომუშავებული დენის ჯამურ რაოდენობას.

მზის პანელების პარალელურად დასაკავშირებლად მზის პანელის დადებითი (+) ტერმინალი უკავშირდება მასივის მომდევნო მზის პანელის დადებით (+) ტერმინალს.

სხვადასხვა ელექტრული მახასიათებლის მქონე მოდულების ერთმანეთთან დაკავშირებას შეუსაბამობა ეწოდება.

შეუსაბამო კავშირები უნდა აირიღოთ თავიდან, ვინაიდან ასეთ დროს იზღუდება/მცირდება ცალკეული მოდულის მიერ ენერჯიის გამომუშავება.

როდესაც სხვადასხვა სიმძლავრის მოდულები მიმდევრობით უკავშირდება დატვირთვას (დამუხტვის კონტროლერი + ელემენტი), მოდული უფრო სუსტი დენით მოქმედებს, როგორც წინააღმდეგობა ან დატვირთვა წრედში. უფრო ძლიერი მოდულ(ებ)ი წარმოქმნის დენს, რომელიც მიედინება წრედში. ეს დენი მცირდება სუსტი მოდულის წინააღმდეგობის გამო და ის იწვევს დაბალი ძაბვის შემცირებას სუსტ მოდულში. ამ ვარდნას ახასიათებს პოლარობა საპირისპირო მიმართულებით, რაც ამცირებს ყველა მოდულის სერიული კავშირის საერთო ძაბვას. ის ასევე მოიხმარს სხვა მოდულების ენერგიას.

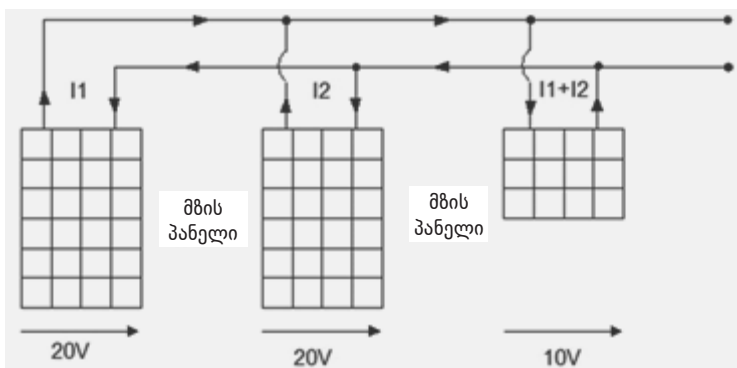


სერიულად დაკავშირებული სხვადასხვა ზომის მზის პანელი

ამ მაგალითში დაბალი ვარდნა სუსტ მოდულზე არის 17 V. ამიტომ წრედის მთლიანი ძაბვა არის $2 \times 20 \text{ V} - 17 \text{ V} = 23 \text{ V}$. მთლიანი გამოშვებული სიმძლავრე კიდევ უფრო ნაკლებია, ვიდრე ერთ-ერთი ძლიერი მოდულისა.

როდესაც იმავე დაბვის მქონე ფოტოელექტრონული (PV) მოდულები შეუსაბამოა და პარალელურად დაკავშირებული, მაშინ მთლიანი სიმძლავრე არის მოდულების ინდივიდუალური სიმძლავრეების ჯამი.

მაგრამ, როდესაც განსხვავებული დაბვის მქონე PV მოდულები დაკავშირებულია პარალელურად, დაბალი დაბვის მქონე მოდულს შეუძლია როგორც დატვირთვამ, ისე იმოქმედოს წრედში. თუ დატვირთვა არ არის დაკავშირებული წრედთან, მაშინ უფრო მაღალი დაბვის დენი მიედინება დაბალდაბვიანი მოდულისკენ. თუ დენი მაღალია, ამან შეიძლება გამოიწვიოს დაბალი დაბვის მქონე მოდულის დაზიანება.



შეუსაბამო მზის პანელები დაკავშირებული პარალელურად

შეუსაბამო მზის პანელები მიმდევრობით დაკავშირებისთვის

როდესაც მზის პანელები სხვადასხვა გამომუშავების დენით არის დაკავშირებული სერიულად, დაბალი დენის მოდული მოქმედებს როგორც წინააღმდეგობა ან წრედში, ამცირებს წრედის სიმძლავრეს და კიდევ მოიხმარს სხვა მოდულების მიერ გამომუშავებულ ენერგიასაც.

პარალელური კავშირისთვის შეუსაბამო მზის პანელები

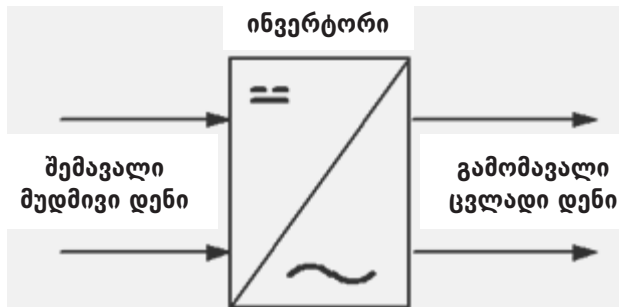
როდესაც ერთი და იმავე დაბვის მქონე შეუსაბამო მზის პანელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია პარალელურად, ენერგია არ იკარგება.

- ▶ როდესაც განსხვავებული დაბვის შეუსაბამო მზის პანელები დაკავშირებულია პარალელურად, მაღალი დაბვის მზის პანელები ამარაგებს დაბალი დაბვის მქონე პანელებს.

3.2 ინვერტორები

ინვერტორების ფუნქცია

ინვერტორი - ეს არის ელექტრომონოცილობა, რომელიც გარდაქმნის მუდმივ დენს (DC) ცვლად დენად (AC). AC საჭიროა ელექტროენერგიით უზრუნველსაყოფად სახლებისა და ოფისების უმეტესობაში.



ინვერტორებს აქვთ შემავალი და გამავალი მხარე

განმარტება

სისტემის დაბვა არის შემავალი დაბვა ინვერტორის DC მხარეს. სისტემის დაბვა, როგორც წესი, ფასდება 12-ვოლტიანი საფეხურებით (12 V, 24 V, 48 V, 60 V და ა.შ.)

შემავალი მხრიდან ინვერტორი დაკავშირებულია მუდმივი დენის წყაროსთან (მაგ.: პირდაპირ აკუმულატორის საცავთან ან მზის პანელების მასივთან).

გამომავალი მხარე მომხმარებელს აწვდის ცვლად დენს (AC), (როგორც წესი, 220-დან 240 ვოლტამდე).

ინვერტორების კლასიფიკაცია

ინვერტორები, ზოგადად, კლასიფიცირდება ორ კრიტერიუმზე დაყრდნობით:

1. შემავალი დაბვა;
2. გამომავალი დაბვის სინუსოიდი.

ქსელური ინვერტორი

- ▶ ქსელური ინვერტორები მზის პანელებისგან მიღებულ მუდმივი დენის ელექტროენერგიას გარდაქმნის ცვლადი დენის ელექტროენერგიად, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საყოფაცხოვრებო ტექნიკისთვის.
- ▶ ხელმისაწვდომია სხვადასხვა სიმძლავრის ქსელური ინვერტორები (kW), რომლებიც კლასიფიცირდება მზის პანელების მასივიდან გამომავალი დაბვისა და სიმძლავრეების მიხედვით.
- ▶ ქსელური ინვერტორები ელექტროენერგიას პირდაპირ აწვდის უშუალოდ მომხმარებელს და აკუმულატორების დამუხტვა მათ არ შეუძლია.
- ▶ ქსელური ინვერტორები ვერ ფუნქციონირებს როგორც ავტონომიური მონოცილობა აკუმულატორის კინვერტორთან ან გენერატორთან კავშირის გარეშე.



3.5 kVA აკუმულატორის ტიპური ინვერტორი

აკუმულატორის ინვერტორი

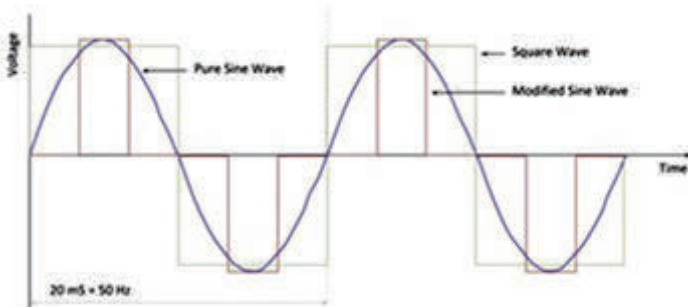
- ▶ აკუმულატორული ბატარეის ინვერტორები გარდაქმნის მუდმივი დენის (DC) ელექტროენერგიას ცვლად დენად (AC), რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჩვეულებრივი საყოფაცხოვრებო ტექნიკისთვის.
- ▶ აკუმულატორული ბატარეის ინვერტორები სხვადასხვა მოცულობით არსებობს და მათი საზომი ერთეულია კილოვოლტამპერი kVA. შემავალი დენის დაბვა განსხვავდება ზომების მიხედვით.
- ▶ დაბალი გამომავალი სიმძლავრის მქონე ინვერტორებისთვის (ანუ 1 kVA -ზე ნაკლები) ჩვეულებრივ იყენებენ ბატარეის დაბალ დაბვას (24 V ან ქვემოთ), ხოლო მაღალი სიმძლავრის ინვერტორებს ჩვეულებრივ სჭირდება უფრო მაღალი დაბვის ბატარეა.

ინვერტორის რეიტინგი	სისტემის ვოლტაჟი
0.8 kVA	12 V
1.5 kVA	24 V
2.0 kVA	24 V
3.0 kVA	48 V
3.5 kVA	48 V
5.0 kVA	60-96 V

გამომავალი სინუსოიდა

ინვერტორების უმეტესობას გამომავალი სინუსოიდის სამი ტიპი აქვს.

1. მართკუთხა სინუსოიდა ყველაზე მარტივი და საბაზისო ტიპია. მას მხოლოდ რამდენიმე შემთხვევაში იყენებენ. მაგალითად, განათებაში. ეს ინვერტორის ყველაზე იაფი ტიპია.



გამომავალი სინუსოიდის ტიპები

3.3. აკუმულატორები

მზის პანელი გამოიმუშავებს ელექტროენერგიას დღის განმავლობაში, როდესაც მზე ანათებს. პანელი ვერ ინახავს ენერგიას. როდესაც ელექტროენერგია დაგჭირდება ღამით, ის უნდა იყოს შენახული, მაგალითად, აკუმულატორულ ბატარეებში.



Powerwal - თანამედროვე ლითიუმ-იონის ელემენტი, შექმნილი Tesla Inc.-ის მიერ; ახლახან დანერგილი საერთაშორისო ბაზარზე წყარო: Infinigeek

2. სუსტი სინუსოიდური ტალღის ინვერტორები უზრუნველყოფს გამოშვებულ ძაბვას, რომელიც ძალიან ჰგავს ქსელის გამოშვებულ სინუსოიდს. ამ ტიპის ინვერტორის ტიპი უნდა გამოიყენოთ მგრძობიარე აღჭურვილობასთან, როგორცაა თქვენს სისტემაში ჩართული მრავალი ელექტრომონოცილობა. ამ ტიპის ინვერტორები ყველაზე ძვირადღირებულია.
3. მოდიფიცირებული სინუსოიდური ტალღის ინვერტორები არის გარდამავალი მართკუთხა ტალღისა და სუსტი სინუსოიდური ტალღის ინვერტორებს შორის. საყოფაცხოვრებო და მცირე საოფისე აღჭურვილობის უმეტესობა უპრობლემოდ იმუშავებს ამ ტიპის ინვერტორზე.

გავრცელებული ტიპები

არსებობს აკუმულატორების ორი ძირითადი ტიპი, რომლებიც გამოიყენება მზის ფოტოელექტრული სისტემებისთვის.

1. **ლითიუმ-იონის (li-ion) აკუმულატორული ბატარეები**
უახლესი ტექნოლოგიაა ბაზარზე. ისინი ხშირად გამოიყენება მაღალი დონის ელექტრომონოცილობებში, როგორცაა: მობილური ტელეფონები და ლეპტოპები.

- ▶ Li-ion აკუმულატორები ფართოდ არ გამოიყენება სახლის მზის ფოტოელექტრული სისტემებში სიძვირის გამო.
- ▶ მათი ზომისა და წონის მიხედვით, ლითიუმ-იონურ აკუმულატორებს ხანგრძლივი გამძლეობის ციკლი და ენერჯის შენახვის მაღალი შესაძლებლობა აქვს.
- ▶ საშუალოდ, ლითიუმ-იონის აკუმულატორები ძლებს წარმოების თარიღიდან 5 წლის განმავლობაში, გამოყენების სიხშირის მიხედვით.



ტიპური 6 V და 12 V სველი უჯრედოვანი აკუმულატორული ბატარეები

2. ტყვია-მუავის აკუმულატორები

აკუმულატორული ბატარეის ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ტიპია მზის პანელების სისტემებში.

ისინი ძალიან გამძლეა და სათანადო პირობებში მათი მუშაობის ხანგრძლივობა 2-დან 10 წლამდეა. ამ ტიპის აკუმულატორების ტექნოლოგიის მწარმოებლების დიდი არჩევანი არსებობს.

- ▶ არსებობს ტყვია-მუავის სხვადასხვა სიმძლავრის აკუმულატორები. მაგ.: 2 V, 6 V, და 12 V.

ტყვია-მუავის აკუმულატორები

გამოიჩინეთ სიფრთხილე და დარწმუნდით, რომ აკუმულატორები დამონტაჟებულია ისეთ ადგილებში, სადაც ადეკვატური ვენტილაციაა.

ტყვია-მუავის აკუმულატორები კლასიფიცირდება ორი კრიტერიუმის მიხედვით.

1. გამოყენება (სტარტერი vs. ღრმა ციკლი)

- ▶ სტარტერის აკუმულატორებს ჩვეულებრივ იყენებენ მანქანის ძრავების ასამუშავებლად. ისინი გამოუსადეგარია მზის პანელებისთვის.
- ▶ ღრმა განმუხტვის ციკლის აკუმულატორები შექმნილია სპეციალურად ისეთი გამოყენებისთვის, როგორც მზის ენერჯის სისტემებია.

2. აკუმულატორის ქილის ტიპი (სველი vs. მშრალი)

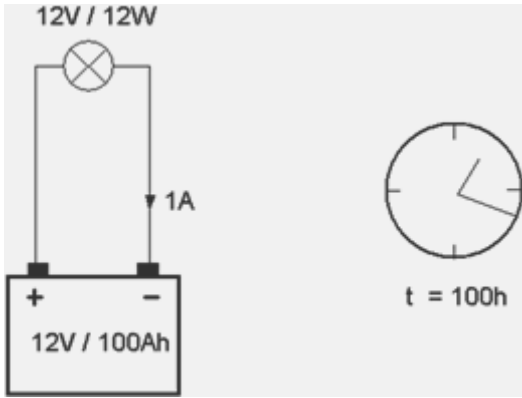
- ▶ სველი (თხევადშიგთავსიანი) ქილებიანი აკუმულატორი ხელმისაწვდომი ტიპია. ასეთ აკუმულატორში ბატარეის მუავა თხევად მდგომარეობაშია და საჭიროებს რეგულარულ მოვლას და ახლა ისინი ხშირად მშრალქილიანი ბატარეებითაა ჩანაცვლებული.



ტიპური 12 V დალუქული აკუმულატორული ბატარეა
- წყარო: www.chargeinverters.com

- ▶ მშრალი (დალუქული) აკუმულატორი მარტივი დასამონტაჟებელი და გამოსაყენებელია. დალუქულ აკუმულატორში ბატარეის მჟავა არ არის თხევადი. მას აქვს ბლანტი, არადენადი (ჟელეს)კონსისტენცია ან ისეთი მასაა, რომ შეინოვება ღრუბლით (AGM). დალუქული აკუმულატორები არ საჭიროებს მოვლას.

აკუმულატორის მახასიათებლები



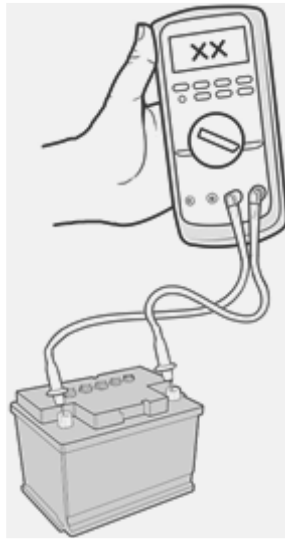
100 ამპ. ბატარეა 12W დატვირთვისთვის

აკუმულატორის მახასიათებლები

- ▶ აკუმულატორები ელექტროენერჯის შესანახი მოწყობილობებია. ელექტროენერჯია იზომება ვტ.საათსა (Wh) და კვტ.საათში (kWh).
- ▶ მზის პანელების სისტემებში გამოყენებული ელემენტების უმეტესობა 12-ვოლტიანი (V) ელემენტებია.
- ▶ დიდ ბატარეებს შეუძლია შეინახოს მეტი ენერჯია, ვიდრე პატარებს.
- ▶ ბატარეის მოცულობას ეწოდება ტევადობა (C) და იზომება ამპ. საათებით (Ah).
- ▶ 12 V-იან აკუმულატორს, ტევადობით (C) = 100 Ah, შეუძლია შეინახოს 1,200 Wh ($12\text{ V} \times 100\text{ Ah} = 1,200\text{ Wh}$) ელექტროენერჯია.

თუ 12 ვტ. სიმძლავრის მუდმივი დენის (DC) ნატურა უკავშირდება ამ აკუმულატორს და ნატურა მოიხმარს 1 ამპერ დენს, სრულად დამუხტულ ელემენტს ამ დენის მიწოდება შეუძლია 100 საათის განმავლობაში.

დამუხტვის დონის აგანსაზღვრა



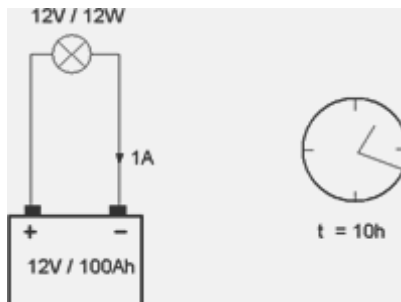
აკუმულატორის დამუხტვის დონე (SOC)

- ▶ დამუხტვის მაჩვენებელი აღწერს აკუმულატორის დამუხტვის დონეს, მაგ.: სრულად დამუხტულის ან ცარიელის საზომი ერთეული არის %.
- ▶ სრულად დამუხტულ აკუმულატორს შეესაბამება 100% SoC;
- ▶ ნახევრად დამუხტულ აკუმულატორს - 50% SoC;
- ▶ ცარიელ აკუმულატორს - 0% SoC.
- ▶ დამუხტვის დონე (SoC) შეიძლება განისაზღვროს ძაბვის გაზომვით, თუმცა ეს არ არის სანდო მაჩვენებელი.

12 V მუავა-ტყვიის აკუმულატორის გაზომვისას (დატვირთვის გარეშე)

ძაბვის საზომი	SoC
12.9 V	100%
12.7 V	75%
12.5 V	50%
12.3 V	25%
12.1 V	0%

განმუხტვის დონე

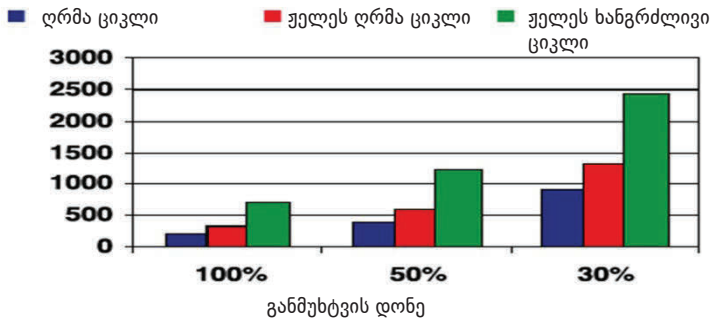


% DoD

განმუხტვის სიღრმე - DOD

- ▶ აღწერს აკუმულატორის სიმძლავრის განმუხტვის დონეს მისი გამოყენებისას. საზომი ერთეულია %.
- ▶ მაგალითად, თუ 12-ვატიანი (W) მუდმივი დენის (DC) ნათურა მიერთებულია ისეთი ტიპის აკუმულატორს, როგორც ნახატბეა, აკუმულატორი გასცემს 1 ამპერ დენს. თუ ნათურა იმუშავებს 10 საათის განმავლობაში, ის მოიხმარს 10 ამპ საათ (Ah) დენს. ამ 100-საათიანი (Ah) აკუმულატორის პირობებში ეს აკუმულატორის მოცულობის 10%-ს განმუხტავს. განმუხტვის სიღრმე (DoD) იქნება 10%.
- ▶ თუ იგივე ნათურა იმუშავებს 50 საათის განმავლობაში, DoD იქნება 50%.

აკუმულატორის მუშაობის ხანგრძლივობა გამოიხატება ციკლებში, რაც ნიშნავს, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ დამუხტვა განმუხტვის გარკვეული (განსაზღვრული) რაოდენობის ციკლისთვის. ამის შემდეგ ის სუსტდება და კარგავს თავის თვისებას (ენერჯის შენახვის უნარს). მაგალითად, 12 V/100 Ah აკუმულატორს, რომელიც გამოყენებულია ძალიან ბევრი ციკლისთვის, შესაძლოა შენარჩუნებული ჰქონდეს მხოლოდ 50 Ah ტევადობა. ეს ნიშნავს, რომ მისი მოცულობა შემცირდა და ის უფრო „პატარა“ აკუმულატორი გახდა. რაც უფრო ღრმაა აკუმულატორის განმუხტვა, მით უფრო ნაკლები რაოდენობის ციკლი გეყენებათ დროთა განმავლობაში.



აკუმულატორის მუშაობის ხანგრძლივობა

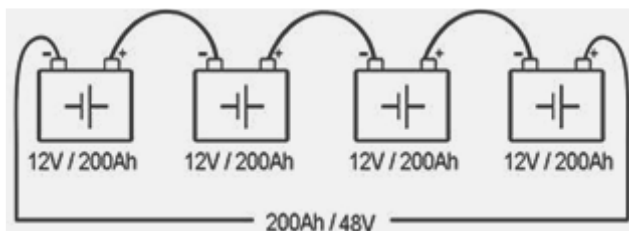
- ▶ დამოკიდებულია აკუმულატორის განმუხტვის სიხშირეზე.
- ▶ დამოკიდებულია განმუხტვის სიღრმეზე (DoD).
- ▶ დამოკიდებულია საცავის ტემპერატურაზე.
- ▶ ყოველ ჯერზე, როდესაც აკუმულატორს ბოლომდე განმუხტავთ, ამით ამცირებთ მისი მუშაობის ხანგრძლივობას.
- ▶ განმუხტვისა და დამუხტვის პროცესს ეწოდება ციკლი.
- ▶ მზის პანელების სისტემებში, ციკლი როგორც წესი, ერთდღიანია, ვინაიდან აკუმულატორი განიმუხტება ღამით და იტენება დღის განმავლობაში.
- ▶ მოცულობის მხოლოდ 10%-ის განმუხტვა (DoD = 10%) ზედაპირული ციკლია. მოცულობის 100%-ის განმუხტვას (DoD = 100%) ღრმა ციკლი ეწოდება.
- ▶ ღრმა ციკლები უფრო საზიანოა და ამცირებს აკუმულატორის მუშაობის ხანგრძლივობას, ზედაპირულ ციკლებთან შედარებით.

მაშინაც, როდესაც აკუმულატორი არ გამოიყენება და უბრალოდ ინახება, მუშაობის ხანგრძლივობა მაინც იკლებს. ამას შენახვის ვადა ეწოდება. შენახვის ვადა დიდწილად დამოკიდებულია შენახვის ტემპერატურასა და დამუხტვის დონეზე. კარგი ხარისხის ჟელეიანი აკუმულატორი შეიძლება შეინახოს 10 წლამდე 20°C ტემპერატურაზე, მაგრამ მხოლოდ 6 წლის განმავლობაში გაძლებს 30°C ტემპერატურაზე. SoC ყოველთვის უნდა შენარჩუნდეს 100%-ზე შენახვის დროს და თავიდან დაიტენოს ყოველ 3-4 თვეში.

აკუმულატორული ბატარეის მოცულობა

აკუმულატორული ბატარეების მიმდევრობითი დაკავშირება

მაგალითად, თუ გაქვთ ოთხი 200 Ah/12 V აკუმულატორი და ისინი მიმდევრობითაა დაკავშირებული, აკუმულატორის ჯამური მოცულობა იქნება 48 V, 200 Ah.

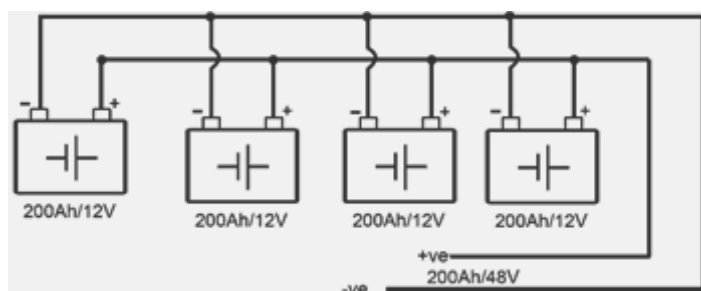


მიმდევრობით დაკავშირებული აკუმულატორები

იმისათვის, რომ აკუმულატორები მიმდევრობით იყოს დაკავშირებული, ბატარეის უარყოფითი ტერმინალი უნდა მიუერთდეს შემდეგი ბატარეის დადებით ტერმინალს.

აკუმულატორების პარალელური დაკავშირება

მაგალითად, თუ გაქვთ ოთხი 200 Ah/12 V აკუმულატორი და ისინი პარალელურადაა დაკავშირებული, აკუმულატორიდან გამომავალი სიმძლავრე იქნება 12 V, 800 Ah.



აკუმულატორების პარალელურად დასაკავშირებლად მათი უარყოფითი ტერმინალი უნდა იყოს მიერთებული შემდეგი ბატარეის უარყოფით ტერმინალთან, ხოლო დადებითი ტერმინალი - მომდევნო დადებით ტერმინალთან.

შეუსაბამო აკუმულატორების მიერთება

როდესაც სხვადასხვა ტიპის აკუმულატორები ერთმანეთთან დაკავშირებულია პარალელურად, ხდება შემდეგი:

- უფრო პატარა (ან ძველი) აკუმულატორები განიმუხტება უფრო სწრაფად და ღრმად; ისინი უფრო მალე გაფუჭდება.

აკუმულატორული ბატარეის მოცულობა

როდესაც აკუმულატორები ურთიერთდაკავშირებულია საცავის შესაქმნელად, აკუმულატორის საცავის მთლიანი ძაბვა და სიმძლავრე დამოკიდებულია იმაზე, ბატარეები ერთმანეთთან შეერთებულია მიმდევრობით თუ პარალელურად, ანდა შერეული (ორივე) მეთოდით. არსებობს დაკავშირების სამი ტიპი:

- მიმდევრობითი შეერთება აკუმულატორის მოცულობის გამომავალი ძაბვის გასაზრდელად.
- პარალელური შეერთება აკუმულატორის მოცულობის გამომავალი სიმძლავრის გაზრდის მიზნით.
- მიმდევრობით-პარალელური შეერთება აკუმულატორის მოცულობის გამომავალი ძაბვისა და სიმძლავრის გასაზრდელად.

არასდროს დააკავშიროთ არაერთნაირი აკუმულატორები!

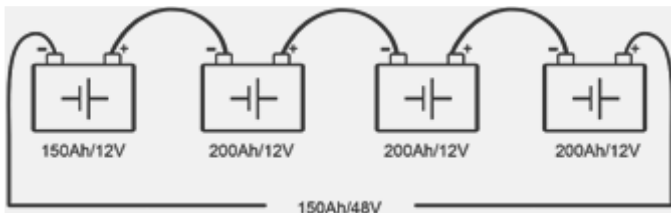
აკუმულატორის საცავში მოთავსებულ ბატარეებს უნდა ჰქონდეს ერთი და იგივე წლოვანება, ტიპი, კლასიფიკაცია და ტევადობა.

- ▶ მცირე (ან უფრო ძველი) აკუმულატორები იტენება უფრო სწრაფად და ზედმეტად; შესაბამისად, ისინი უფრო სწრაფად ფუჭდება.
- ▶ უფრო დიდი (ან უფრო ახალი) აკუმულატორები არასოდეს იტენება სრულად, რადგან პატარა აკუმულატორის მაღალი ძაბვა არის სიგნალი დამუხტვის კონტროლერისთვის, რომ შეაჩეროს დამუხტვის პროცესი. ასეთი ხელსაწყო მუშაობის ხანგრძლივობაც შემცირდება.

როდესაც სხვადასხვა ტიპის აკუმულატორები ერთმანეთთან დაკავშირებულია პარალელურად, ხდება შემდეგი:

- ▶ უფრო პატარა (ან ძველი) აკუმულატორები განიმუხტება უფრო სწრაფად და ღრმად; უფრო დიდი აკუმულატორები განიმუხტება მცირე (ან ძველ) აკუმულატორებში; იხარჯება ენერჯია.

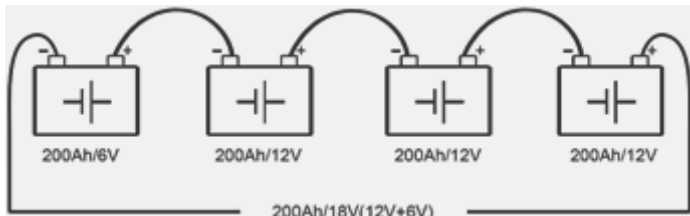
მიმდევრობით შეერთებაში - აკუმულატორები იმავე ძაბვით, მაგრამ სხვადასხვა ტევადობით



ძველმა აკუმულატორმა დაკარგა თავისი ტევადობა. ის გახდა "პატარა" აკუმულატორი. ძველი 200 Ah აკუმულატორი, რომელიც სერიულად არის დაკავშირებული ახალი 200 Ah აკუმულატორებთან, გავლენას მოახდენს სისტემაზე, როგორც ეს ზემოთაა აღწერილი!

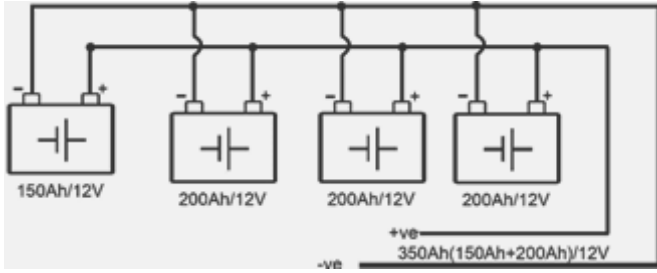
მაგალითად, თქვენ შეიძლება შეგხვდეთ ოთხი აკუმულატორი, რომელთაგან ერთის მახასიათებელია 150 Ah/12 V, ხოლო დანარჩენი სამისა - 200 Ah/12 V და ყველაფერი მიმდევრობით არის დაკავშირებული. აკუმულატორული ბატარეიდან გამომავალი ძაბვაა 48V, მაგრამ გამომავალი სიმძლავრე განისაზღვრება ყველაზე დაბალი სიმძლავრის მქონე აკუმულატორით: ამ შემთხვევაში, 12 V/150 Ah აკუმულატორის პარამეტრის მიხედვით.

მიმდევრობით შეერთებული - აკუმულატორები იმავე ტევადობით, მაგრამ სხვადასხვა ძაბვით



დამუხტვის კონტროლერისთვის უცნობია, რომ ერთ -ერთი აკუმულატორი არის მხოლოდ 6V. ის აკუმულატორს მუხტავს როგორც 48V-იანს მაშინ, როდესაც თითოეული აკუმულატორი იღებს 12V-ს. ეს იწვევს 6V აკუმულატორის მთლიან გადატვირთვას და განადგურებას.

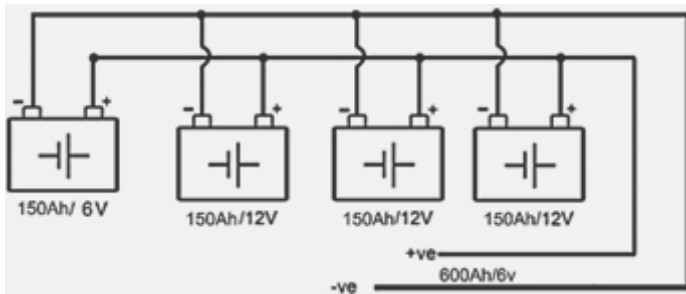
მაგალითად, თქვენ შეიძლება შეგხვდეთ აკუმულატორის ბატარეა ოთხი აკუმულატორით, რომელთაგან ერთს აქვს რეიტინგი 200 Ah/6 V, ხოლო დანარჩენ სამს - 200 Ah/12 V და ყველაფერი დაკავშირებულია სერიულად. ასეთ ვითარებაში აკუმულატორული ბატარეის საერთო ძაბვა გახდება 42 V ((3 × 12 V) + 6 V), ხოლო ტევადობა რჩება 200 Ah.



სხვადასხვა ზომის აკუმულატორები დაკავშირებულია პარალელურად

მაგალითად, აკუმულატორულ ბატარეას აქვს ოთხი აკუმულატორი, რომელთაგან ერთს აქვს 150 Ah/12 V პარამეტრები, ხოლო დანარჩენ სამს - 200 Ah/12 V და ყველა დაკავშირებულია პარალელურად. შესაბამისად, გამოშვებული ძაბვა არის 12 V, ხოლო გამოშვებული სიმძლავრე - 750 Ah (150 Ah + 3 × 200 Ah).

პარალელურად შეერთებული აკუმულატორები ერთნაირი ტევადობით, მაგრამ სხვადასხვა ძაბვით



მაგალითად, აკუმულატორული ბატარეა შედგება ოთხი აკუმულატორისგან, რომელთაგან ერთის მახასიათებლებია 150 Ah/6, V ხოლო დანარჩენისამისა - 150 Ah/12, V და ყველა დაკავშირებულია პარალელურად. 12 V-იანი აკუმულატორები მყისიერად განიმუხტება 6 V-იან აკუმულატორში, ვინაიდან ყველა აკუმულატორის ძაბვა თანაბრდება ერთ სიდიდემდე. ეს მძიმე განმუხტება და არასაკმარისი ძაბვა მათ დროთა განმავლობაში გაანადგურებს. 6 V აკუმულატორი მყისიერად აიწვეს მაღალ ძაბვამდე, 12 V-მდე და მნიშვნელოვნად გადაიტვირთება, რაც მასაც გაანადგურებს.

3.4. დამუხტვის კონტროლები

დამუხტვის კონტროლერს ოთხი ძირითადი ფუნქცია აქვს:

1. დამუხტოს აკუმულატორები უსაფრთხოდ, წრაფად და სრულად.
2. დაიცვას აკუმულატორები ღრმა განმუხტვისგან, (თუ დამუხტვის კონტროლერს ჩაშენებული აქვს დატვირთვის კონტროლერის ფუნქცია).
3. დაიცვას აკუმულატორი ზედმეტი დამუხტვისგან.
4. თავიდან აირიდოს დენის მიწოდება აკუმულატორიდან მზის პანელებისკენ.

დამუხტვის კონტროლერის ფუნქცია

- ▶ დამუხტვის კონტროლერი არეგულირებს მზის პანელის მასივიდან ენერჯის გამომუშავებას, რომელიც გამოიყენება თქვენი აკუმულატორის დასამუხტად. ეს ხდება მზის პანელის მასივიდან აკუმულატორისთვის მიწოდებული ძაბვის მართვის.

არსებობს ორი ძირითადი ტექნოლოგია დამუხტვის კონტროლერებისთვის:

1. განივ იმპულსური მოდულაცია (PWM).



Victron 12 V 10 A PWM
დამუხტვის კონტროლერი

2. მაქსიმალური სიმძლავრის წერტილის ტრეკინგი (MPP ან MPPT)

- ▶ დამუხტვის კონტროლერების უმეტესობას ასევე შეუძლია შეასრულოს დატვირთვის კონტროლერის როლი მუდმივი დენის (DC) დატვირთვისთვის მიწოდებისთვის, რაც უზრუნველყოფს დაბალი ძაბვის გათიშვას (LVD) თქვენი აკუმულატორის ზედმეტად ღრმა განმუხტვისგან დასაცავად.
- ▶ ზოგიერთს ასევე აქვს მახასიათებლები დროში განერილი გათიშვისთვის და გამორთვა/ჩართვის (ON/OFF) ფუნქცია სინათლის დონეზე დაყრდნობით. ეს შეიძლება გამოყენებული იქნეს სინათლის ავტომატური ჩართვისთვის საღამოს საათებში.
- ▶ მონივრულ დამუხტვის კონტროლერები ავტომატურად გეგმავს აკუმულატორის ელემენტებში ძაბვის გათანაბრებას, რაც ტექნიკური მომსახურების ღონისძიებაა აკუმულატორის მუშაობის გასახანგრძლივებლად.

განივიმპულსური მოდულაცია (PWM)

- ▶ ეს დამუხტვის კონტროლერის ყველაზე ხშირად გამოყენებული ტიპია.
- ▶ აკუმულატორის დატენის ძაბვა რეგულირდება მაღალი სიხშირის ჩართვა/გამორთვის გადამრთველის მოთხოვნის დონის მიხედვით.



Victron 12/24 V 20 A MPPT
დამუხტვის კონტროლერი

მაქსიმალური სიმძლავრის წერტილის ტრეკინგი (MPPT)

- ▶ MPPT კონტროლერები საშუალებას აძლევს მზის პანელების მასივს იმუშაოს ძაბვის განსაზღვრულ დიაპაზონში ოპტიმიზირებული სიმძლავრის გამომუშავებით, ბატარეის ძაბვისგან დამოუკიდებლად.
- ▶ MPPT მონაცემილობებს შეუძლია უზრუნველყოს 30%-მდე სასარგებლო სიმძლავრე.

ისინი უფრო ძვირადღირებულია და უმეტესად გამოიყენება დიდი ზომის მზის პანელების მასივებში.

3.5. დამცავი მოწყობილობები



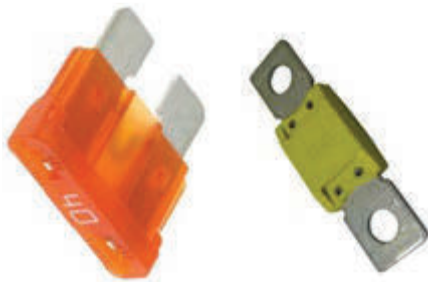
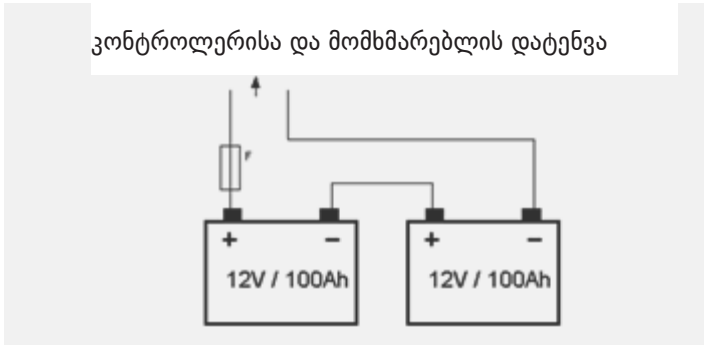
ტიპური გათიშველი გამოიყენება მზის პანელის მასივის
დამუხტვის კონტროლერთან დასაკავშირებლად
წყარო: www.soneparcanada.com

გათიშველები

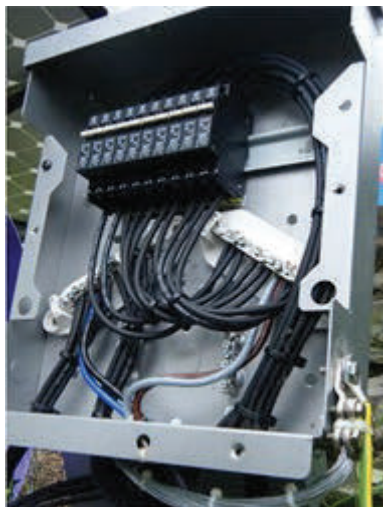
- ▶ პერსონალისა და სისტემის უსაფრთხოების მიზნით, თქვენ შეიძლება იფიქროთ გათიშველის დაყენებაზე, რომელსაც სისტემის სხვადასხვა კომპონენტის იზოლირება შეუძლია.
- ▶ მზის პანელების მასივსა და დამუხტვის კონტროლერს შორის დაყენებული გადამრთველების გათიშვა მიზანშეწონილია მუდმივი დენის (DC) 60 V და უფრო მაღალ ძაბვაზე, რათა უზრუნველყოს უსაფრთხო მონტაჟი და ტექნიკური სამუშაოები. გათიშვის კონცენტრატორები უნდა გაკეთდეს მუდმივი დენის (DC) გადართვისთვის და ჰქონდეს მზის პანელების მასივის მაქსიმალური დენის შესაბამისი ამპერეტიტივი.

არ შეიძლება ჩვეულებრივი ცვლადი დენის (AC) გადამრთველების გამოყენება. დატვირთვის პროცესში სისტემის ნებისმიერი სიმძლავრის გათიშვა წარმოქმნის ნაპერწკალს. DC ნაპერწკლები ბევრად უფრო დესტრუქციულია AC ნაპერწკლებთან შედარებით და შეიძლება გაანადგუროს გადამრთველი მონაცემილობა, რომელიც არ არის დამზადებული DC ნაპერწკლების მედეგობისთვის.

კონტროლერისა და მომხმარებლის დატენვა



მარცხნიდან მარჯვნივ: საავტომობილო დნობადი მცველები, DC დნობადი მცველი, DC ამომრთველი



4 კვტ (kW) მზის პანელების მასივი, რომელიც აერთიანებს 10 პანელს და ერთი კაბელით უკავშირდება დამუხტვის კონტროლერს.

აკუმულატორის ორ პოლუსს შორის მოკლე ჩართვა ათავისუფლებს ძალიან მაღალ დენს; რაც უფრო დიდია ტევადობა, მით უფრო მაღალია დენი. დიდ აკუმულატორზე ამან შეიძლება ადვილად დაადნოს მავთულები და გამოიწვიოს ხანძარი. შესაბამისად, აკუმულატორი ან აკუმულატორის მასივი დაცული უნდა იყოს შესაბამისი DC მცველებით. DC ამომრთველების გამოყენება შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მათი საშუალებით შესაძლებელია მოკლე ჩართვისას მაღალი დენის მართვა, რომელიც აკუმულატორში ჩნდება.

AC დამცველების გამოყენება არ შეიძლება DC მხრიდან.

მცირე ზომის აკუმულატორებისა და DC-ს უფრო მცირე დატვირთვისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საავტომობილო დნობადი მცველები; უფრო დიდი სიმძლავრის დენს და აკუმულატორებს ესაჭიროება DC დნობადი მცველები უფრო მაღალი ამპერისა და ძაბვის რეიტინგებით:

- ▶ აკუმულატორსა და დამუხტვის კონტროლერს შორის გაყვანილობაში - DC ამომრთველი ან DC დამცავი.
- ▶ ინვერტორის AC გამომავალსა და ელექტრო მომხმარებლებს შორის - AC ამომრთველი.

მიერთების კოლოფი

- ▶ **მიერთების კოლოფი**
არის ქსელის ელემენტი, რომელშიც მზის პანელები ერთიერთდაკავშირებულია მზის პანელის მასივის შესაქმნელად.
- ▶ **მიერთების კოლოფის**
გამომავალი კაბელი, როგორც წესი, არის ორსადენიანი, რომელიც უერთდება დამუხტვის კონტროლერს.

მიერთების კოლოფი შეიცავს გათიშვის გადამრთველს ან DC ამომრთველს მზის მასივის თითოეული სქემისთვის



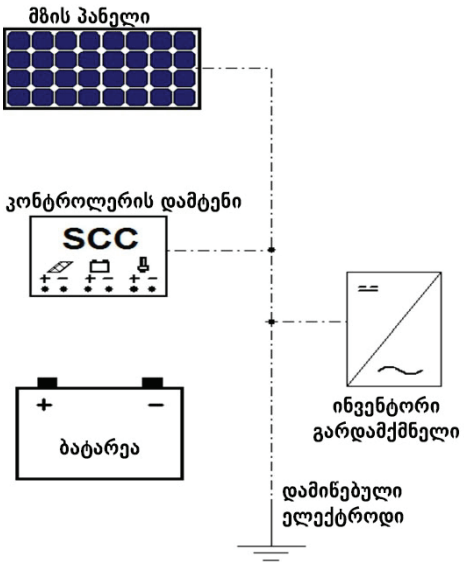
დამაკავშირებელი კოლოფი

დამაკავშირებელი კოლოფი ზოგადი სახელწოდებაა ქსელის ელემენტისა, რომელშიც ერთმანეთთან არის დაკავშირებული სხვადასხვა სქემის სადენები და კაბელები.

3.6. დამინება

რატომ არის საჭირო მზის პანელების სისტემის დამინება?

მონყობილობის დამინება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გაუმართავი აღჭურვილობის გამო სახიფათო ძაბვისგან დასაცავად. ის ასევე ხელს უწყობს აღჭურვილობის დაცვას სახიფათო ძაბვისგან ელვის შემთხვევაში.



დამინების საჭიროება და ტიპები

აღჭურვილობის დამინება ნიშნავს ელექტრომონყობილობის კორპუსის ყველა ლითონის ერთმანეთთან და დამინების ელექტროდთან დაკავშირებას. ეს კორპუსები მოიცავს მზის პანელების ჩარჩოებს, ინვერტორებისა და დამტენის კონტროლერის კორპუსებს, ლითონის შეერთების ყუთებს, ასევე პოტენციურ ელექტროდის (PE) გამტარებს ინსტალაციის AC მხარეს.

დამინება უზრუნველყოფს სისტემის ყველა კომპონენტის მეტალის ნაწილების დაკავშირებას ნულოვანი პოტენციალის მქონე ნიადაგთან.

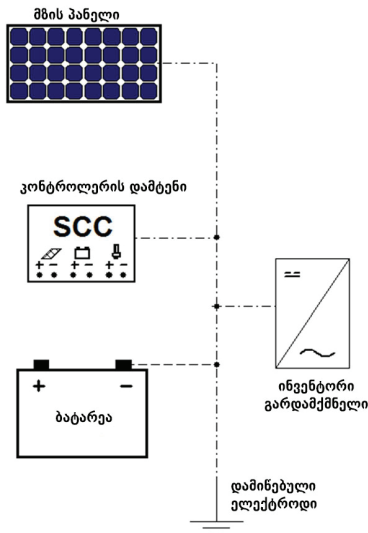
ამრიგად, მეხის დაცემის შემთხვევაში, მონყობილობაში დენის გადინება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს დაზიანება ან დაზიანებები, შეუძლებელია.

სისტემური დამინება, პირიქით, ნიშნავს აკუმულატორის დადებითი ან უარყოფითი სადენის დამინებასთან დაკავშირებას. სისტემის დამინება აუცილებელია მაშინ, როდესაც მწარმოებლები ამას მოითხოვენ თავიანთი აღჭურვილობის სათანადო ფუნქციონირებისათვის.



ალტურვილობის დამინების კავშირი მზის პანელების ჩარჩოებზე

სისტემის დამინება გარკვეული ტიპის ალტურვილობის სათანადო ფუნქციონირებისთვის; ისეთებისთვის, როგორცაა: ზოგიერთი ტიპის ინვერტორები, დამცავი მოწყობილობები ან მზის პანელები.



სისტემის დამინების სქემა



მზის პანელების სისტემის დაკავშირება დამინების ელექტროდთან



დამინების ელექტროდის დაგება სპილენძის ლენტის მეშვეობით

ზოგიერთი ტიპის მზის პანელი უარყოფითად უნდა დამინდეს; წინააღმდეგ შემთხვევაში, დაიკარგება გამომუშავების სიმძლავრე დაგროვილი ელექტროსტატიკური მუხტის გამო.

გარდა ამისა, ელექტრული ქსელის დაცვის ზოგიერთი მოწყობილობა, როგორცაა მუდმივი დენის (DC) RCDs, არ იმუშავებს სისტემის დამინების გარეშე.

მუდმივი დენის ბოძებიდან მხოლოდ ერთის დამინება ზრდის ელექტრომოკის რისკს მზის პანელების სისტემის ინსტალაციისა და მოვლის სამუშაოების შესრულების დროს.

4. მზის ფოტოელექტრონული სისტემის კონფიგურაცია

მოდულის შესახებ

მზის ენერჯის სისტემები შეიძლება დამონტაჟდეს სხვადასხვა კონფიგურაციით, რაც დამოკიდებულია მდებარეობასა და დანიშნულებაზე. ეს მოდული სტუდენტებს აცნობს მზის ენერჯის სისტემების სხვადასხვა კონფიგურაციას და მათ შესასრულებლად საჭირო კომპონენტებს.

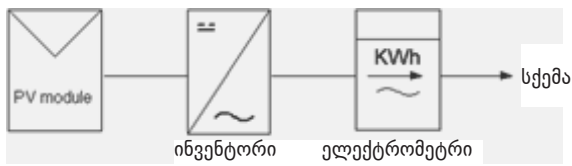
სწავლის შედეგები

მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს:

- მზის ენერჯის სისტემების სხვადასხვა კონფიგურაციის იდენტიფიცირებას.
- მზის ენერჯის სისტემის შესაბამისი კონფიგურაციის შერჩევას საჭიროებისამებრ.

4.1. ქსელთან მიერთებული სისტემები

ქსელთან მიერთებული სისტემის კომპონენტები



ქსელთან დაკავშირებული სისტემის სქემა

ქსელთან მიერთებული სისტემა შედგება შემდეგი კომპონენტებისგან:

- ▶ მზის მოდული, მასივი;
- ▶ ინვერტორი;
- ▶ დატვირთვა (მაგ.: ნათურა, ვენტილატორი, ტუმბო);
- ▶ ელექტროაქსესუარები (მაგ.: ჩამრთველები, რობოტები, კაბელები და სხვ.);
- ▶ ელექტროქსელი.

4.2. მზის ავტონომიური (ქსელგარეუ) სისტემები

მზის ავტონომიური სისტემების კომპონენტები

მზის ავტონომიური ფოტოელექტრონული (PV) სისტემა (ასევე ცნობილი, როგორც დამოუკიდებელი ფოტოელექტრონული (PV) სისტემები) შექმნილია ელექტროქსელისგან დამოუკიდებლად სამუშაოდ და ძირითადად დაპროექტებულია და გაზომილია იმისთვის, რომ უზრუნველყოს ელექტროენერჯია მუდმივი ან ცვლადი ელექტრონული დატვირთვებისთვის, ან ორივესი ერთდროულად.

კომპონენტები

მზის ავტონომიური სისტემა შედგება შემდეგი კომპონენტებისგან:

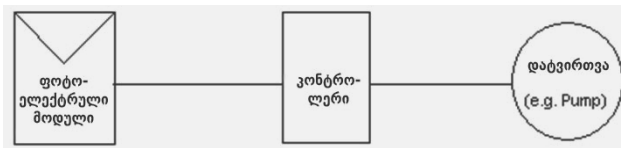
- ▶ მზის მოდული, მასივი;
- ▶ აკუმულატორები;
- ▶ დამუხტვის კონტროლერი;
- ▶ ინვერტორი;
- ▶ დატვირთვა (მაგ.: ნათურა, ვენტილატორი, ტუმბო);
- ▶ ელექტროაქსესუარები (მაგ.: ჩამრთველები, შტეფსელები, კაბელები და სხვ.)



მზის ენერჯის ავტონომიური სისტემის კომპონენტები

ავტონომიური მზის პანელების სისტემის კონფიგურაცია

1. ავტონომიური სისტემა აკუმულატორის ბატარეის გარეშე და მხოლოდ მუდმივ დენზე (DC)



ერთ-ერთი შესაძლო გამოყენება ამ შემთხვევაში არის წყლის ამოტუმბვა. წყალი იტუმბება მანამ, სანამ მზე ანათებს. ჭარბი წყლის შენახვა შესაძლებელია ავზში. მასში ტივტივა გადამრთველს შეუძლია ტუმბოს გათიშვა, როცა ავზი სავსეა.



პირუტყვი სვამს წყალს ქვაბურიდან
წყარო: Prof. Dr.-Ing. Habil Ingo Stadler

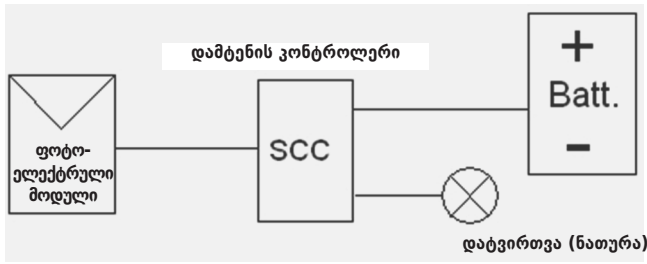
ავტონომიური სისტემა აკუმულატორის გარეშე

ამ ტიპის სისტემა ჩვეულებრივ გამოიყენება არაკრიტიკული სისტემებისთვის, როდესაც ელექტროენერჯია ღამით არ არის საჭირო.

ასეთ სისტემებში კონტროლერს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ფუნქცია, როგორებიცაა:

- ▶ ძაბვის სტაბილიზაცია მის კონკრეტულ დონეზე ქვემოთ შესანარჩუნებლად;
- ▶ დატვირთვის გათიშვა, როდესაც ძაბვა ძალიან დაბალია (არასაკმარისი მზე);
- ▶ მაგალითად, მუდმივი დენის (DC) გარდაქმნა ცვლად დენად (AC) ცვლადი დენის ტუმბოსთვის (AC pump);
- ▶ ტუმბოს გათიშვა, როდესაც ავზი სავსეა, მოტივტივე გადამრთველის გამოყენებით.

2. ავტონომიური სისტემა აკუმულატორული ბატერეით და მხოლოდ მუდმივი დენის დატვირთვით (DC load)

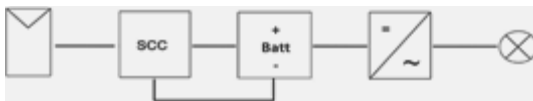


გამოყენების მაგალითი: ელექტროენერჯის მიწოდება განათებისთვის



ელექტროენერჯის გამომუშავება-მიწოდება განათებისთვის
-წყარო: Prof. Dr.-Ing. Habil Ingo Stadler

3. ავტონომიური სისტემა ცვლადი დენის დატვირთვით (AC loads)



მაგალითი: მზის პანელები სატელეკომუნიკაციო ანძების ელექტროენერჯით უზრუნველყოფისთვის



მზის ფოტოელექტრონული სისტემა სატელეკომუნიკაციო კომპლექსის (მხოლოდ) ცვლადი დენის დატვირთვით უზრუნველსაყოფად

ავტონომიური სისტემა აკუმულატორით

ამ ტიპის სისტემა ჩვეულებრივ გამოიყენება არაკრიტიკული სისტემებისთვის, როდესაც ელექტროენერჯია საჭიროა ღამით.

მარტივი და ეფექტიანია, ცვლადი დენის (AC) გარდაქმნის საჭიროების გარეშე.

მუდმივი დენის (DC) დატვირთვების ხელმისაწვდომობა შეზღუდულია, უმეტესად 12 -ვოლტიანი (V) ნათურები, მუდმივი დენის მაცივრები და ტელეფონის დატენა. ბაზარზე ცოტაა 24-ვოლტიანი (V) მონწყობილობები.

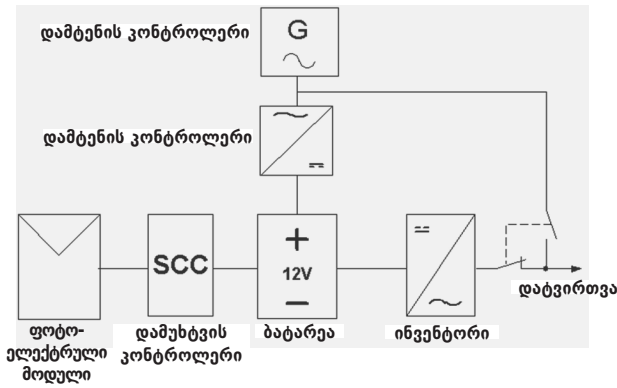
ავტონომიური სისტემა ცვლადი დენის დატვირთვით (AC LOADS)

ამ ტიპის სისტემა ჩვეულებრივ გამოიყენება იმ სიტუაციებში, როდესაც ქალაქის ქსელის ხარისხის უფრო მაღალი ძაბვის ელექტროენერჯია საჭიროა როგორც დღისით, ასევე ღამით.

შესაძლებელია კომბინაცია, რომელიც ასევე იყენებს მუდმივი დენის დატვირთვას პირდაპირ აკუმულატორიდან ან დამუხტვის კონტროლერიდან.

4.3. ჰიბრიდული სისტემები

ჰიბრიდული გულისხმობს ელექტრომომარაგების ისეთ სისტემას, რომელსაც ერთზე მეტი დენის გენერატორი აქვს. გენერატორები შეიძლება მუშაობდეს მონაცვლეობით ან ერთდროულად. არსებობს ენერჯის სხვადასხვა წყარო და გზები, რომლებითაც შესაძლებელია ჰიბრიდული სისტემის დაკავშირება.



როგორც ზემოთ ნახსენები სისტემის კონფიგურაციის ორივე ტიპის შემთხვევაში, ჰიბრიდული სისტემა შედგება იმავე კომპონენტებისგან, როგორებიც აქვს ავტონომიურად არსებულ სისტემას; თუმცა, ის ასევე მოიცავს ელექტროენერჯის ალტერნატიულ წყაროს, როგორცაა დიზელის/ბენზინის გენერატორი ან ქარის პატარა ტურბინა.

5. სისტემის ძირითადი პარამეტრები

მოდულის შესახებ

იმისათვის, რომ მემონტაჟემ ნარმატებით დააინსტალიროს 1 კვტ პიკური სიმძლავრის მზის ფოტოელექტრული გარდამქნელი სისტემა, მან უნდა იცოდეს, როგორ შეარჩიოს სისტემის შესაბამისი კომპონენტები.

სწავლის შედეგები

მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს:

- მზის არაუმეტეს 1 კვტ პიკური სიმძლავრის ფოტოელექტრული სისტემის მოთხოვნების გაანალიზებას;

5.1. ელექტრული დატვირთვა

ცვლადი დენის (AC) დატვირთვა



ცვლად დენზე მომუშავე ტელევიზორი



კომპაქტური ლუმინესცენციური ნათურა (CFL)
(ეკონომნათურა)

ეს მოიცავს საერთო საყოფაცხოვრებო ტექნიკას, რომელსაც ჩვენ ყოველდღიურად ვიყენებთ. მათ შორისაა ისეთი მოწყობილობები, როგორებიცაა: ტელევიზორები, წყლის გამაცხელებლები, კონდიციონერები, ნათურები, მაცივრები და ა.შ.

საქართველოს ბაზრისთვის შექმნილი ხელმისაწვდომი ცვლადი დენის მოწყობილობები მუშაობს 220-დან 240 ვოლტამდე დიაპაზონში.

მუდმივი დენის დატვირთვები (DC loads)



ტიპური მუდმივი დენის დატვირთვის საყინულე



შუქდიოდური (LED) ნათურა

ეს დატვირთვები მოიცავს მონოცილობებს, რომლებიც მუდმივ დენზე მუშაობს. არ შეიძლება ამ მონოცილობების დაკავშირება პირდაპირ ქსელთან. მუდმივი დენის დატვირთვებია: ტელევიზორები, მაცივრები, ნათურები, ტუმბოები, ვენტილატორები და ა.შ.

მუდმივი დენის დატვირთვების უმეტესობა 12 ვოლტზე მუშაობს; თუმცა არსებობს რამდენიმე, ძირითადად, ნათურები და მაცივრები, რომლებიც 24 ვოლტისთვისაა განკუთვნილი.

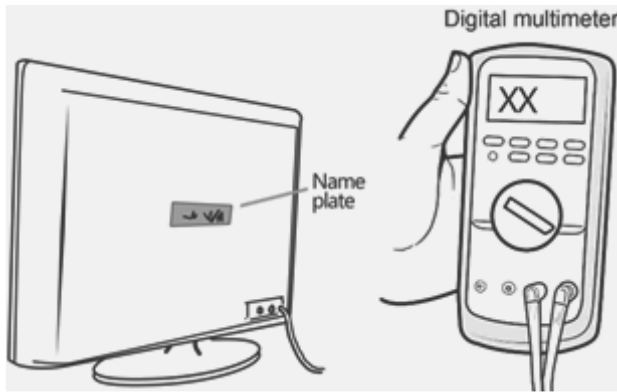
5.2. ეტაპობრივი კალკულაციები

დავალება 1 - ენერჯის საჭიროების შეფასება



ავტონომიური ან ჰიბრიდული სისტემის დასაინსტალირებლად საჭიროა შემდეგი რვა ნაბიჯის გადადგმა:

1. შეაფასეთ ენერჯის საჭიროება (დატვირთვის შეფასება);
2. აკუმულატორული ბატარეის შერჩევა
3. მზის ხელმისაწვდომი რესურსის შეფასება;
4. მზის პანელების მასივის შერჩევა;
5. დამუხტვის კონტროლერის შერჩევა;
6. ინვერტორის შერჩევა;
7. სისტემის ოპტიმიზაცია;
8. სადენების ზომის შერჩევა.



ენერჯის საზომი

მონყობილობის სიმძლავრის რეიტინგის მიღების სამი მეთოდი:

1. პირდაპირ წაკითხვა ეტიკეტზე (ხშირად ძალიან არაზუსტი მონაცემია);
2. ძაბვისა და დენის პირდაპირი გაზომვა მულტიმეტრის გამოყენებით სიმძლავრის დასადგენად;
3. მოხმარებული ენერჯის პირდაპირი გაზომვა ენერჯის მრიცხველის გამოყენებით.

ელექტრული სისტემის ენერჯის მოთხოვნა დამოკიდებულია სისტემის დატვირთვაზე, რომელიც გულისხმობს ნებისმიერ ელექტრულ მონყობილობას სახლსა თუ ოფისში.

ბატარეებზე მომუშავე მზის ელექტროსისტემის ენერჯოსაჭიროების შეფასებისას მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, რომელიც ელექტრომონყობილობა რამდენი ხნით უნდა იყოს ჩართული.

ელექტრული დატვირთვები განსხვავდება ტიპისა და სიმძლავრის მიხედვით. ზოგიერთი მონყობილობა, როგორებიცაა: წყლის ტუმბოები და კონდიციონერები, მოითხოვს დიდ გამშვებ დენს, რომელიც, შეიძლება ხუთჯერ აღემატებოდეს მოქმედ დენს. თუმცა, ეს მაღალი სასტარტო დენის გავლა მხოლოდ 0.5 წამი გრძელდება. სხვა დატვირთვები, როგორებიცაა: წყლის გამაცხელებლები, ელექტროუთოები და ჩაიდნები, ძირითადად თანაბარი, მაგრამ დიდი სიმძლავრის მოხმარებით ხასიათდება.

ზოგიერთი დატვირთვა (ენერჯოეფექტური) განსაკუთრებით კარგად ერგება მზის სისტემებს. მაგალითად, LED და CFL ნათურები (ენერჯოდამზოგავი ნათურები) უკეთესია, ვიდრე ჩვეულებრივი ვარვარების ნათურები (ისინი მოიხმარს ვარვარების ნათურებისთვის საჭირო ენერჯის მხოლოდ 10%-დან 40%-მდე).

მაგალითად, ორსაძინებლიანი ბინისთვის საჭირო ენერჯის მოცულობის დასადგენად შეგიძლიათ გამოიყენოთ მსგავსი ცხრილი:

მომხმარებელი	სიმძლავრე ვტ.	რაოდენობა	ჯამური სიმძლავრე ვტ.	მუშაობის ხანგრძლივობა დღე-ღამეში სთ.	მომხმარებელი ენერჯია დღე-ღამეში ვტ. სთ.
კონდიციონერი	1200	3	3600	6	21600
მაცივარი	120	1	120	8	960
მიკროტალღური ღუმელი	1000	1	1000	0.1	100
ნათურა	20	10	200	8	1600
ჩაიდან	2000	1	2000	0.1	200
უთო	1500	1	1500	0.5	750
ტელევიზორი (ჩართული)	68	1	68	3	204
ტელევიზორი (მოლოდინის რეჟ.)	5.1	1	5.1	21	107.1
სატელეტური ანტენა	17	1	17	3	51
სატელეტური ანტენა (მოლოდინის რეჟ.)	16	1	16	21	336
თმისაშრობი	250	1	250	0.2	50
ვენტილატორი	70	2	140	4.6	640
წყალგამაცხელებელი	1200	2	2400	0.25	600
ეზოს ნათურა	30	6	180	5	900
კომპიუტერი	20	1	20	5	100
მუსიკალური ცენტრი	150	1	150	4	600
მობილურის დამტენი	15	1	15	2	30
					28828.1

ზოგიერთი ცვლადი დენის დატვირთვა, როგორცაა: კომპაქტური ლუმინესცენციური (CFL) ნათურა და ძრავები (მაგ.: მაცივრებში), ძალიან დაბალი ფაქტორის მატარებელია, რაც ნიშნავს, რომ ისინი დიდი ოდენობით ზედმეტ (ე.წ. რეაქტიულ სიმძლავრეს) იყენებენ დენის წყაროდან (გენერატორი, ინვერტორი) კოეფიციენტის შესაბამისი ელექტრო დატვირთვის უზრუნველსაყოფად. მაგალითად, ტიპური ენერგოეფექტური ნათურის სიმძლავრის კოეფიციენტია 0.6. ენერჯის წყაროს მიხედვით, 10 ვტ ენერგოეფექტური ნათურა მოიხმარს 10 ვტ/0.6 = 16.7 ვტ ენერჯას. მაცივარში იმავე დაბალი სიმძლავრის კოეფიციენტის მქონე 120 ვტ.-იანი ძრავი მოიხმარს 120 ვტ/0.6 = 200 ვტ.-ს.

დატვირთვის ანალიზი						
დატვირთვები	საჭირო ენერჯია (ვატი)	რაოდენობა	ჯამური სიმძლავრე (ვატი)	დღიური მოხმარება	დღიური ენერჯის მოხმარება (ვტ. საათი)	
1 კონდიციონერი	1,200	3	3,600	6	21,600	
2 კომპაქტური ლუმინესცენციური ნათურა	20	10	200	8	1,600	
3 მაცივარი	120	1	120	8	960	
4 მიკროტალღური ღუმელი	1,000	1	1,000	0.1	100	
5 ელექტროჩაიდან	2,000	1	2,000	0.1	200	
6 უთო	1,500	1	1,500	0.5	750	
7 ტელევიზორი (ჩართული)	68	1	68	3	204	
ტელევიზორი (-მოლოდინის რეჟიმში)	1	5.1	21	107		
8 სატელეტის მიმღები (ჩართული)	17	1	17	3	51	
9 DVD ფლეიერი	15	1	15	2	30	
10 სახლის კინოთეატრი	150	1	150	4	600	
11 თმის ელექტროაშრობი	250	1	250	0.2	50	
12 ვენტილატორი	70	2	140	4	640	
13 ფლოურესცენტული მილაკი (ნათურა)	30	6	180	5	900	
14 კომპიუტერი	20	1	20	5	100	
15 წყლის გამათბობელი	1,200	2	2,400	0.25	600	
სულ					28,953	

სხვა იშვიათი მაგრამ თანაბრად მნიშვნელოვანი დატვირთვებია ვამპირული ან ფანტომური დატვირთვები. ეს დატვირთვები წარმოიქმნება მოწყობილობების ლოდინის რეჟიმში.

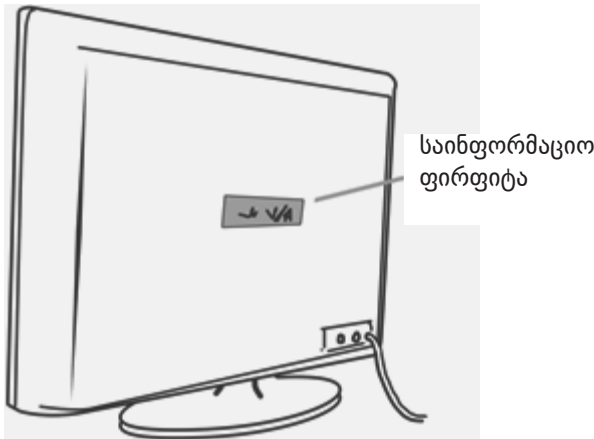
მაგალითად, თქვენი დეკოდერი მოიხმარს ელექტროენერჯას მოლოდინის რეჟიმში.

სიმძლავრის კოეფიციენტი

სიმძლავრის ფაქტორი გულისხმობს რეალურ, გამოყენებად ელექტროენერჯას, რომელიც გამოიმუშავდება გენერატორის, მაგალითად, ინვერტორის მიერ.

მაგალითად, ტელევიზორისთვის საჭირო დღიური მოცულობის დასადგენად საჭიროა:

1. განსაზღვროთ ტელევიზორის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე (ჩვეულებრივ, მითითებულია ტელევიზორის უკანა მხარეს საინფორმაციო ფირფიტაზე). ჩვენს მაგალითში, ეს არის 68 W.
2. ჰკითხოთ სისტემის მფლობელს, დღეში რამდენ საათს იყენებს ტელევიზორს. ჩვენს მაგალითში, ეს არის 3 საათი.
3. ენერჯის დღიური მოხმარება (Edaily) ამ ტელევიზორისთვის არის $68 \text{ W} \times 3 \text{ სთ} = 204 \text{ Wh}$.
4. გაიმეორეთ კითხვა და გამოიყენეთ საჭირო ენერჯის მოხმარების განსაზღვრის წესი თითოეული მონაცემებისთვის.



შენიშვნა

დაგავიწყდეთ სისტემის ვამპირული დატვირთვების (მოლოდინის რეჟიმში მოხმარება) გამოთვლა.

ჩვენი ტელევიზორის მოლოდინის რეჟიმში მოხმარება შეადგენს 5.1 W-ს., რადგან ის გამოიყენება დღეში 3 საათის განმავლობაში, ხოლო ლოდინის რეჟიმშია დღეში 21 საათის განმავლობაში.

$$5.1 \text{ W} \times 21 \text{ საათი} = 107.1 \text{ Wh.}$$

ტელევიზორის ჯამური დღიური ენერჯის მოხმარება არის

$$204 \text{ Wh} + 107.1 \text{ Wh} = 311.1 \text{ Wh.}$$

სავარჯიშო

გამოთვალეთ, თქვენი სახლისთვის დღიურად ენერჯის რა რაოდენობას მოიხმართ.

დავალემა 2 - აკუმულატორული ბატარეის მოცულობა

ზემოთ გამოთვლილი ყველა ენერგეტიკული მოთხოვნა უნდა ინახებოდეს აკუმულატორში. საჭიროების შემთხვევაში ბატარეა უზრუნველყოფს ენერჯიას.

აკუმულატორის მოცულობის დასადგენად მიჰყევით შემდეგ მითითებებს:

1. განსაზღვრეთ სისტემის დატვირთვების დღიური ენერგეტიკული მოთხოვნა:

ჩვენს მაგალითში, ორსაძინებლიანი სახლისთვის, გამოვრიცხავთ მძიმე დატვირთვებს, როგორებიცაა: კონდიციონერი, მიკროტალღური ღუმელი, ელექტროჩაიდანის, უთო და წყლის გამაცხელებელი.

დარჩენილი ენერჯის დღიური მოხმარება შეადგენს 7,498 Wh-ს.

2. გაყავით მიღებული ოდენობა ინვერტორის ეფექტურობაზე. ხარისხიანი ინვერტორის ეფექტურობა დაახლოებით 90%-ია.

აკუმულატორის მოცულობის შესარჩევად უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი კრიტერიუმები:

- ▶ ინვერტორის ეფექტიანობა (η_{inv}). ზოგადი დამუშავებით თქვენი ინვერტორის ეფექტიანობა იგულისხმება, რომ არის 90%.
- ▶ ბატარეის განმუხტვის დონე (DoD). ბატარეის გამართული მუშაობისთვის არ დაიყვანოთ განმუხტვის დონე 30%-ზე ნაკლებზე დღიურად. სხვა

$$= \frac{E_{\text{daily}}}{0.9}$$

$$7,498 \text{ Wh} \div 0.9 = 8,331 \text{ Wh}$$

ეს არის ენერჯის მოთხოვნილება, რომელიც უნდა უზრუნველყოს აკუმულატორმა.

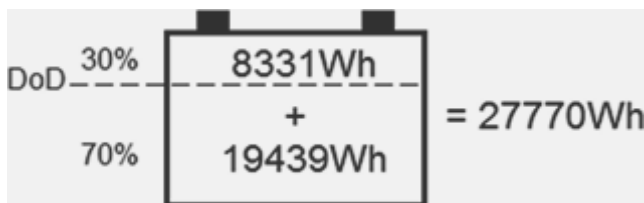
3. გაყავით მნიშვნელობა აკუმულატორის განმუხტვის სიღრმეზე (DoD) ბატარეის საჭირო ენერჯის სიმძლავრის დასადგენად.

როგორც წინა თავში ვნახეთ, აკუმულატორის მოქმედების ვადა ხანმოკლეა, როდესაც ის 100%-ით განიმუხტება ყოველდღიურად. იმისთვის, რომ აკუმულატორმა მისაღები დროით იმუშაოს, უნდა ავირჩიოთ განმუხტვის სიღრმე (DoD) არაუმეტეს 30%-ისა ყოველდღე. კარგი ხარისხის ღრმა ციკლის გელის ბატარეას შეუძლია გაუძლოს 1,300 ციკლს მუშაობის ამ რეჟიმში.

30%-იანი განმუხტვის სიღრმე (DoD) ნიშნავს, რომ 8,331 Wh-მა შეიძლება შეადგინოს ბარატერის ენერჯის მოცულობის მხოლოდ 30%, ვინაიდან ესაა ჩვენი დღიური ენერჯის მოთხოვნა.

$$\text{აკუმულატორის ენერჯის საჭირო მოცულობა} = \frac{E_{\text{demand}} 0.3}{0.3}$$

$8,331 \text{ Wh} \div 0.3 = 27,770 \text{ Wh}$. ეს არის აკუმულატორის საჭირო ენერჯის ტევადობა. თუ ამ ბატარეიდან გამოვტვირთავთ ჩვენს დღიურ ენერჯეტიკულ მარაგს 8,331 Wh-ის მოცულობით, მაშინ განმუხტვის სიღრმე (DoD) არ იქნება 30%-ზე მეტი და შეგვიძლია მივაღწიოთ აკუმულატორის ეფექტიან მუშაობას 2-დან 5 წლამდე, ბატარეის ხარისხიდან გამომდინარე.



4. ბატარეის საჭირო ენერჯის სიმძლავრე გაყავით სისტემის დაბრუნებაზე აკუმულატორის სიმძლავრის ამპერ-საათებში (Ah) დასადგენად.

$$\begin{aligned} \text{ბატარეის მოცულობა} &= \frac{\text{ენერჯის შენახვის მოცულობა}}{\text{შერჩეული სისტემის დაბრუნება}} \\ &= \frac{27,770}{48 \text{ V}} \text{ h} = 579 \text{ Ah} \end{aligned}$$

სიტყვებით, ყოველთვის დატოვეთ ბატარეა მინიმუმ 70%-იან დამუხტვის დონეზე.

- ▶ სისტემის დაბრუნება. ის უნდა შეირჩეს ინვერტორის შემავალი

გადანყვეტილების მიღება სისტემის დაბრუნების შესახებ

თუ გჭირდებათ მეტი ენერჯია, რომელიც მოითხოვს მზის პანელების მძლავრ მასივს, დამუხტვის კონტროლერში გამავალი დენი შესაძლოა ძალიან მაღალი იყოს. ასეთ დროს უკეთესია სისტემის დაბრუნება გაზრდა, დამუხტვის დენის შემცირება და კონტროლერის ხარჯის დაზოგვა.

გამოიყენეთ მოცემული ცხრილი თქვენი სისტემის შესაბამისი დაბრუნების დასადგენად.

ენერჯის საშუალო დღიური მოხმარება (კვტ/სთ/დღ.)	მაქსიმალური სიმძლავრე ნუთში (კვტ.)	სისტემის დაბრუნება
0-4	0-1	12
2-6	1-2	24
4-12	2-4	48
8+	4-8	60+

შენიშვნა

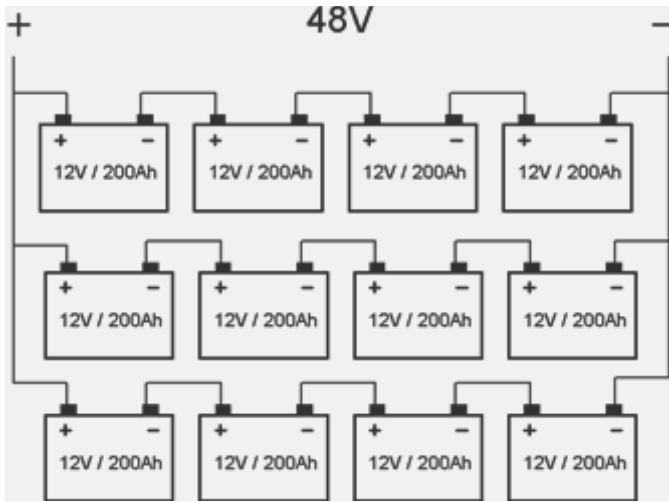
აკუმულატორის ზომის განსაზღვრისას მნიშვნელოვანია დაამონტაჟოთ საკმარისად დიდი მოცულობის ბატარეა იმისთვის, რომ მოწყობილობებმა მინიმუმ 24 საათის განმავლობაში იმუშაოს დატენის გარეშე. ისეთ კლიმატურ ზონაში, სადაც ხანგრძლივად არის ღრუბლიანი ამინდი, შესაძლოა საჭირო გახდეს უფრო დიდი მოცულობის აკუმულატორის გამოყენება.

გახსოვდეთ!

აკუმულატორის შექმნისას, უნდა იცოდეთ მისი დაბრუნება და ამპერ-საათის მაჩვენებელი.

სახლის მზის ფოტოელექტრული სისტემისთვის, როგორც წესი, საჭირო დაბრუნება არის 12 V, 24 V ან 48 V.

აკუმულატორის საცავის კონფიგურაცია შესაძლოა გამოიყურობოდეს შემდეგნაირად:



სავარჯიშო

აკუმულატორის რა ტევადობაა საჭირო, თუ სისტემაში ჩართულია კონდიციონერი, ელექტროჩაიდანის, მიკროტალღური ღუმელი, უთო და წყლის გამაცხელებელი?

რა ზომის აკუმულატორის მოცულობაა საჭირო თქვენი სახლის ელექტროენერგიით უზრუნველსაყოფად 24 საათის განმავლობაში?

თუ სისტემიდან გამოთიშულია კონდიციონერი, ელექტროჩაიდანის, მიკროტალღური ღუმელი, უთო და წყლის გამაცხელებელი, რა მოცულობის აკუმულატორის საცავი იქნება საჭირო?

აკუმულატორის სიმძლავრე დამოკიდებულია იმაზე, მოწყობილობა რამდენ ენერგიას მოითხოვს.

მწარმოებლები აფასებენ ბატარეებს ამპერ-საათებში და არა ვატ-საათებში.

გამოთვლილი ვატ-საათების ამპერ-საათებში გადასაყვანად ვატ-საათი გაყავით ბატარეის (სისტემის) ძაბვაზე.

აკუმულატორს აქვს სისტემური ძაბვა 48 V და საჭირო სიმძლავრე 579 Ah.

ჩვენ ვიცით, რომ ბაზარზე ხელმისაწვდომი აკუმულატორები 12 V, 200 Ah-იანია.

აქედან გამომდინარე, გვჭირდება ოთხი აკუმულატორი, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულ სერიას წარმოადგენს ($12\text{ V} \times 4 =$

48 V) და სამი პარალელურად დაკავშირებული ხაზისგან ($200\text{ Ah} \times 3 = 600\text{ Ah}$) შედგება.

დავალება 3 - მზის ენერჯის შეფასება

ნებისმიერ ადგილას არსებული მზის ენერჯის გამოსათვლელად გამოიყენება ტერმინი „მზის მაქსიმალური გამოსხივების საათები“ (PSH).

PSH-ის მიმოხილვა

კლიმატი	PSH	მდებარეობა
Mangrove swamp	4	Yenegoa, Lagos
High rainforest	4.5	Ibadan, Awka, Enugu
Guinea savannah	5	Abuja, Kaduna
Sudan savannah	5.5	Kainji, Kano
Sahel savannah	6	Sokoto

მზის მაქსიმალური გამოსხივების საათები (PSH)

ეს ფაქტორი განსაზღვრავს მზის გამოსხივების მთლიან რაოდენობას, რომელიც ხელმისაწვდომია კონკრეტულ ადგილას საშუალოდ დღის განმავლობაში.

მაგ.: 5 PSH ნიშნავს, რომ მზის ენერჯია ადგილზე შეადგენს 5 კვტ.სთ/მ²/დღეში (kWh/m²/d).

დავალება 4 - მზის პანელის მასივის ზომის შერჩევა

მზის პანელების მასივის ზომის განსაზღვრისას მნიშვნელოვანია გაითვალისწინოთ, რომ მან უნდა უზრუნველყოს თქვენი სისტემისთვის საჭირო ყოველდღიური ენერჯია. მზის პანელების მასივს უნდა შეეძლოს ბატარეის ხელახლა დამუხტვა 100% SoC-მდე ყველა ან უმეტესი დღეების განმავლობაში. ფოტოელექტრული მასივის საჭირო ზომის დასადგენად, მიჰყევით შემდეგ ნაბიჯებს:

1. გაყავით დღიური ენერჯიის მოთხოვნილება მზის სისტემის მუშაობის თანაფარდობაზე.

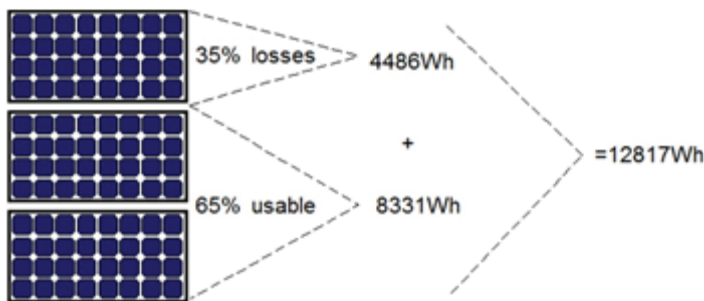
ენერჯიის მოთხოვნილება არის ყველა ელექტრომომხმარებლისთვის საჭირო ენერჯიის მოთხოვნა ინვერტორის ეფექტურობის ჩათვლით.

ორთახიანი სახლის მაგალითში ეს იყო

$$8,331 \text{ Wh/d.}$$

$$8,331 \text{ Wh} \div 0,65 = 12,817 \text{ Wh}$$

12,817 Wh ეს არის ენერჯია, რომელიც მზის მასივმა უნდა გამოიმუშაოს იდეალურ პირობებში.



2. გაყავით ეს მნიშვნელობა ადგილმდებარეობის შესაბამის PSH-ზე.

ორთახიანი სახლის მაგალითის გამოყენებით ვივარაუდოთ, რომ ინსტალაციის ადგილი არის იქ, სადაც PSH უდრის 4,5-ს.

$$\begin{aligned} \text{პანელების მასივის საჭირო ზომა} &= \frac{12,817 \text{ h}}{4.5 \text{ h}} \\ &= 2, 848 \text{ W}_p \text{ or } 2. 8 \text{ kW}_p \end{aligned}$$

მზის პანელების შერჩევა

მას შემდეგ, რაც გავიგებთ მზის პანელების მასივის საჭირო ზომას, უნდა განვსაზღვროთ მზის პანელების რაოდენობა და ტიპი. ჩვენს მაგალითში, თუ გვაქვს 48V აკუმულატორული ბატარეა, გვჭირდება 24 V ნომინალური ძაბვის ორი მზის პანელი სერიულად.

მზის სისტემის პარამეტრების განსაზღვრისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი:

- ▶ მზის ხელმისაწვდომი რესურსი, რომელიც დამოკიდებულია გეოგრაფიულ მდებარეობაზე;
- ▶ მზის პანელების ეფექტურობა რეალურ და არანორმალურ გარემოში. გახსოვდეთ, რომ მზის პანელები საშუალოდ გამოიმუშავენ ნორმალური ენერჯიის 65%-ს რეალურ გარემოში.

შენიშვნა

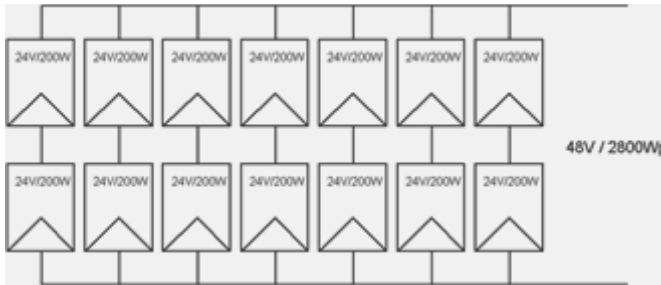
მზის 36-უჯრედიანი პანელის მაქსიმალური ძაბვაა 17ვოლტი. ეს პანელი შეიძლება გამოყენებული იყოს 12 ვ-იანი აკუმულატორული ბატარიის დასამუხტად.

მზის 72-უჯრედიანი პანელის მაქსიმალური ძაბვაა 34 ვოლტი. ეს პანელი შეიძლება გამოყენებული იყოს 24 ვ-იან აკუმულატორული ბატარეის დასამუხტად.

ნომინალური ძაბვა გულისხმობს ბატარეის შესაბამის ძაბვას, რომლის დამუხტვაც შესაძლებელია მზის პანელით. დღესდღეობით, მზის პანელების უმეტესობა ინარმოვბა ნომინალური ძაბვით 12 ან 24 V.

მზის პანელების ოდენობა = $2.848\text{Wh} / 200 = 14,24$ მზის პანელი

უახლოეს მთელ რიცხვამდე დამრგვალებით, ამ სისტემისთვის დაგჭირდებათ 14 ერთეული 200 WP მზის პანელი.



სავარჯიშო

დაეუშვათ, რომ ხელმისაწვდომია მხოლოდ 180 WP მზის პანელები, რამდენი მზის პანელი დაგჭირდებათ აკუმულატორის საცავის დასამუხტად, თუ სახლში ჩართულია ყველა მოწყობილობა?

მზის პანელის ნომინალური ძაბვის დასადგენად უმარტივესი გზა მის უკანა მხარეს არსებული ეტიკეტის დათვალიერება. თუ ღია წრედის ძაბვა (VOC) არის 12 V -ზე მეტი და ნაკლები, ვიდრე 24 V, მისი ნომინალური ძაბვაა 12 V. ანალოგიურად, თუ ქსელის ძაბვა მეტია, ვიდრე 24 V და ნაკლებია 48 V-ზე, ნომინალური ძაბვაა 24 V.

დავალება 5 - დამუხტვის კონტროლერის შერჩევა

დამუხტვის კონტროლერი განთავსებულია მზის პანელსა და დატვირთვის შორის. მან უნდა მართოს მზის მასივიდან მაქსიმალური დენი, რადგან ხანმოკლე პერიოდის განმავლობაში მზის ძლიერმა გამოსხივებამ შეიძლება გამოიწვიოს პანელების მიერ ენერჯის გამომუშავების 20%-ით გაზრდა. თქვენი სისტემისთვის დამუხტვის კონტროლერის საჭირო ზომის დასადგენად შეგიძლიათ შეამოწმოთ მაქსიმალური დენის რეიტინგი თქვენი მზის პანელების მონაცემთა ფურცელზე ან გამოიყენოთ შემდეგი გაანგარიშება:

დამუხტვის კონტროლერის საჭირო ზომა

$$= \frac{\text{მზის პანელების მასივის ზომა}}{\text{მასივის მაქსიმალური სიმძლავრისე}} \times 1.2$$

24 V მზის პანელის მაქსიმალური სიმძლავრის ძაბვა დაახლოებით 35 V-ია. ეს მონაცემი განთავსებულია ეტიკეტზე, ან წერია მონაცემა ფურცელზე. მასივის მაქსიმალური სიმძლავრის ძაბვა არის სერიაში დაკავშირებული მაქსიმალური სიმძლავრის ძაბვა-თა ჯამი. რომ მივუბრუნდეთ ჩვენს სისტემას, გვაქვს ორი 24 V პანელი, რომლებიც დაკავშირებულია სერიაში; შესაბამისად, მაქსიმალური სიმძლავრის ძაბვა = $2 \times 35\text{ V} = 70\text{ V}$.

$$\text{მზის პანელების მასივის ზომა (Wp)} = 14 \times 200\text{ Wp} = 2800\text{ Wp}$$

შესაბამისად,

$$\text{დამუხტვის კონტროლერის საჭირო ზომა} = \frac{2800\text{ Wp}}{70\text{ ვ}} \times 1.2 = 48\text{ A}$$

ასეთ დროს უნდა აარჩიოთ დამუხტვის კონტროლერი რეიტინგით 48 A. ყველაზე ხელმისაწვდომი ზომა ბაზარზე არის 50 A დამუხტვის კონტროლერი. შესაბამისად, ეს არის დამუხტვის კონტროლერი, რომელიც უნდა აირჩიოთ.

დამუხტვის კონტროლერის შერჩევას, ყველაზე მნიშვნელოვანი გასათვალისწინებელი ფაქტორია

- ▶ ის, რამდენად დიდ სიმძლავრეს ატარებს იგი. ჩვეულებრივ კონტროლერები არის 10, 20, 30, 40 და ა. შ. ამპერიანები.

დამუხტვის კონტროლერი შესაძლოა მუშაობდეს რამდენიმე ძაბვაზე (12 V, 24 V), თუმცა მაქსიმალური დენი ფიქსირებული და დამოუკიდებელია მუშა ძაბვისგან.

დავალება 6 - ინვერტორის შერჩევა

რომ დავუბრუნდეთ ჩვენს ორსაძინებლიან სახლს:

ყველა აღჭურვილობის ჯამური სიმძლავრე - კონდიციონერის, მიკროტალღური ღუმელის, წყლის გამაცხელებლის, ელექტროქვებისა და უთოების გამოკლებით - არის 1181 ვტ. (W).

ინვერტორებმა არ უნდა იმუშაოს მუდმივად დატვირთვის ზღვარზე.

აქედან გამომდინარე, თქვენ უნდა აირჩიოთ ინვერტორი, რომელსაც შეუძლია უზრუნველყოს უწყვეტი სიმძლავრის მაჩვენებელი 20%-ზე მეტი სიმძლავრით, ვიდრე გჭირდებათ. ჩვენს მაგალითში ეს იქნება $1,181 \text{ W} \times 1.2 = 1,417 \text{ W}$.

ასევე არ არის მიზანშეწონილი ინვერტორის ზედმეტად გაზრდა, რადგან ინვერტორი, რომელიც იყენებს მაქსიმალურ სიმძლავრეს, ამასთან, მუშაობს ძალიან დაბალი ეფექტურობით. ასევე გასათვალისწინებელია არასაჭირო ხარჯები.

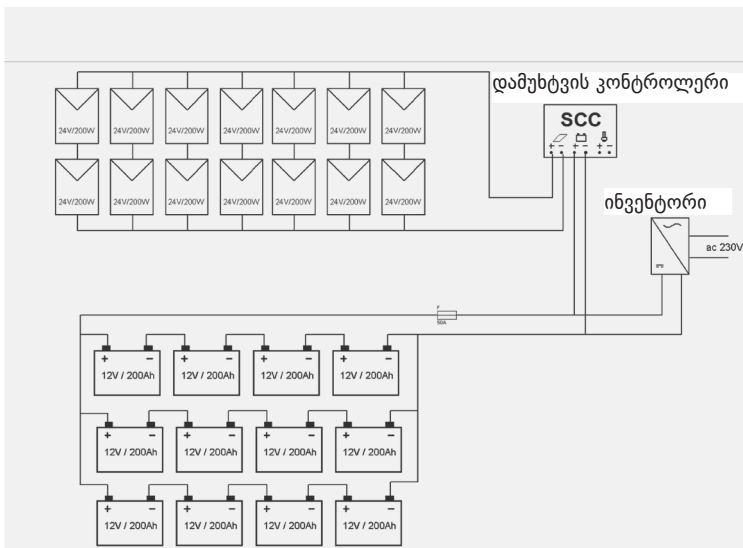
არჩევანის გაკეთებისას გახსოვდეთ, რომ ინვერტორები შეფასებულია ვოლტ-ამპერებში (VA) და თქვენ უნდა გარდაქმნათ ეს მაჩვენებელი ვატებად (W). ეს შეიძლება გაკეთდეს უწყვეტი სიმძლავრის რეიტინგის 80%-ზე გაყოფით.

შესაბამისად,

$$\text{ინვერტორის საჭრო ზომა} = \frac{1,417 \text{ W}}{0.8} = 1,772 \text{ VA}$$

ახლა, შეარჩიეთ ინვერტორი, ყველაზე ახლო მაჩვენებლით. ეს იქნება 2 kW ინვერტორი.

დასრულებული სისტემა შესაძლოა გამოიყურებოდეს ასე:



ახლა, შეარჩიეთ ინვერტორი, ყველაზე ახლო მაჩვენებლით. ეს იქნება 2 kW ინვერტორი.

ინვერტორის ზომის შერჩევას ყოველთვის გაითვალისწინეთ შემდეგი:

- ▶ გამომავალი ძაბვა - დარწმუნდით, რომ შერჩეული ინვერტორის გამომავალი ძაბვა შეესაბამება ქვეყნის სტანდარტებს. ჩვენს შემთხვევაში 220 V-დან 240 V-მდე.
- ▶ უწყვეტი დენის მიწოდება - თქვენი გამოთვლილი ენერჯის მოთხოვნიდან გამომდინარე, განიხილეთ, რომელი დატვირთვები იქნება თანადროული. აუცილებელია განიხილოთ კლიენტის მოთხოვნები და დარწმუნდეთ, რომ შერჩეული ინვერტორი ამ საჭიროებებს დააკმაყოფილებს.
- ▶ ნაკადის დამუშავების უნარი - დატვირთვები, როგორებიცაა მაცივრები, ქმნის დენის მცირეხნიან მატებას მუშაობის დროს. ეს გასათვალისწინებელი ფაქტორია ინვერტორის შერჩევას. თუმცა, ინვერტორების უმეტესობა უმკლავდება მოკლე პერიოდში დენის მატებას, რომელიც 2-3-ჯერ აღემატება ნომინალურ გამომავალ სიმძლავრეს, თუ ის არ გაგრძელდება 0.5-დან 2 წამზე მეტი დროის განმავლობაში.
- ▶ სამომავლო დატვირთვები. ინვერტორის შერჩევას გახსოვდეთ, რომ სისტემას, სავარაუდოდ, დაემატება ახალი დატვირთვები. იგულისხმეთ 20% ზრდა ენერჯის მოხმარებაში და უზრუნველყავით იგი.

6. 1 KW_p მზის პანელების სისტემის დამონტაჟება

მოდულის შესახებ

მზის სისტემების დაყენება, თუმცა, შედარებით მარტივი პროცესია, უნდა შესრულდეს ზუსტად. ეს მოდული აღწერს ეტაპებს, რომლებიც საჭიროა აკუმულატორულ-ბატარეიანი მზის სისტემის დასაყენებლად, რომელიც შედგება მზის პანელის მასივისაგან არაუმეტეს 1 kW_p და 9600 Wh აკუმულატორული ბატარეისაგან.

სწავლის შედეგები

მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს:

- მზის ენერჯის სისტემების დაინსტალირებას საყოფაცხოვრებო და მცირე კომერციული გამოყენებისთვის.

ყოველთვის წაიკითხეთ სახელმძღვანელოები

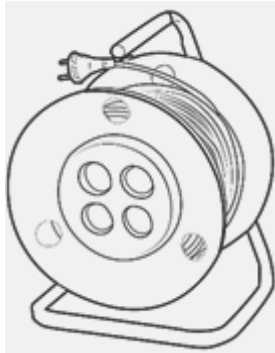
ინსტალაციის ან ექსპლუატაციის დროს აღჭურვილობა უმეტესად იმის გამო ზიანდება, რომ ტექნიკოსმა ან ოპერატორმა არ დაუთმო საკმარისი დრო სახელმძღვანელოს დეტალურად გაცნობას. ყველა დამუხტვის კონტროლერსა და ინტეგრირებულ განსხვავებული ფუნქცია, ჩამრთველები, ინდიკატორის ნათურები და კონექტორები აქვს. მათი ფუნქციები შესწავლილი უნდა იყოს, სანამ რაიმე დაკავშირება განხორციელდება. ბევრი მონაცემი (განსაკუთრებით დამუხტვის კონტროლერები) საჭიროებს კონფიგურაციის სპეციფიკურ პროცედურებს სისტემის ოპტიმიზებული მუშაობისთვის.

6.1. საჭირო ხელსაწყოები

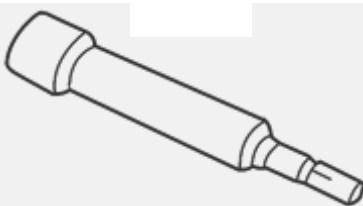
უსადენო ბურღი



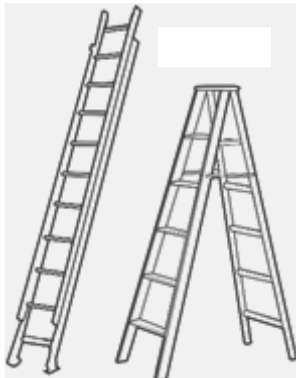
დამაგრძელებელი



მისაერთებელი (გადამბმელი)

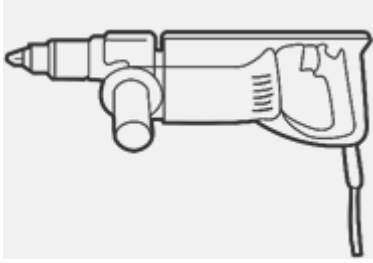


კიბე



1 KW_p მზის ფოტოელემენტური სისტემის ინსტალაცია

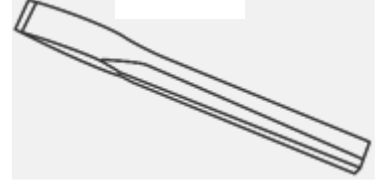
ბურღი



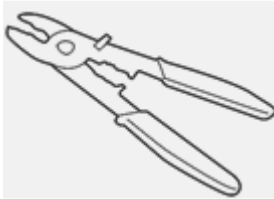
ელექტრობურღის
წვერები, ბურღის თავები



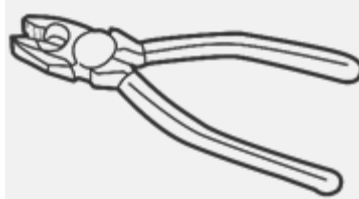
სატეხი



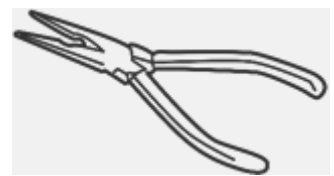
დამჭერი ინსტრუმენტი



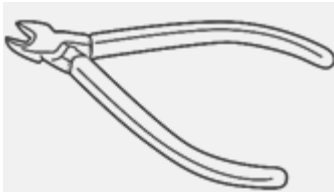
ბრტყელტუჩა;



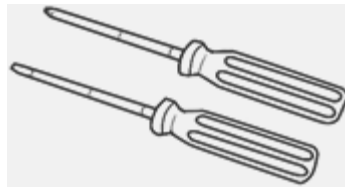
ნემსიწვერა ბრტყელტუჩა;



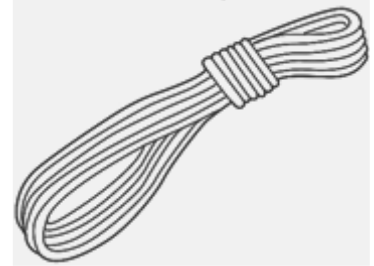
საკვნეტელა



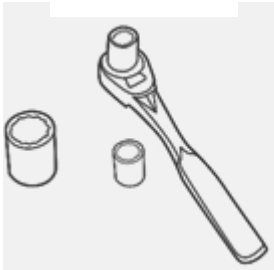
სახრახნისების ნაკრები



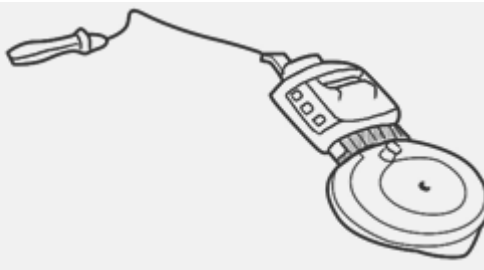
თოკი



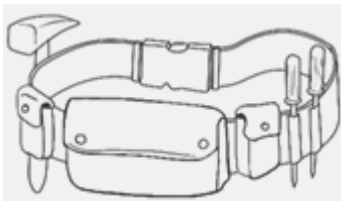
ქანჩის გასაღები



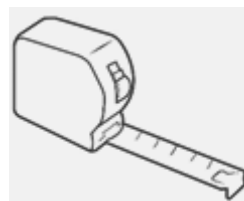
ელექტრიკოსის ცარციანი ზონარი მოსანიშნად



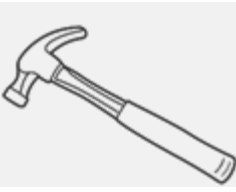
ხელსაწყოების ქამარ



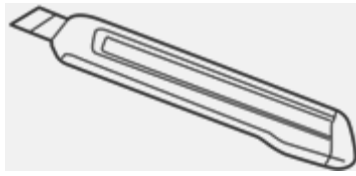
საზომი ლენტი



ჩაქუჩი



ვახელის საჭრელი დანა.



მარწუხებიანი მულტიმეტრი

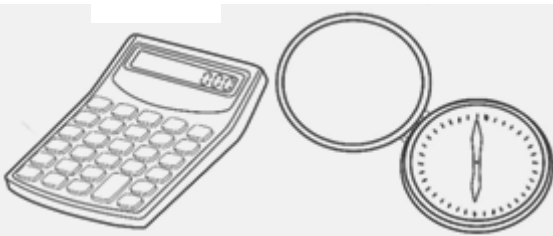


თარაზო



კალკულატორი

კომპასი



6.2. შესაფერისი ზედაპირები

მზის პანელები შეიძლება დამონტაჟდეს სხვადასხვა ზედაპირზე. თუმცა, სისტემების უმეტესობა დამონტაჟებულია ბოძებზე, სახურავებზე ან მიწაზე.

დამონტაჟება ბოძებზე



ბოძებზე დამონტაჟებული მზის პანელები
- წყარო: www.acutrack.com

ბოძებს ძირითადად ირჩევენ მცირე ზომის ისეთი სისტემებისთვის, როგორებიცაა: ქუჩის განათება და შუქნიშნების სისტემები

სარგებელი	ნაკლი
რთულია მოპარვა;	რთულია განმეინდა
დაცულია დაზიანებისაგან.	

დამონტაჟება სახურავებზე



მზის პანელები - დამონტაჟებული დახრილ სახურავზე

სახურავზე დამონტაჟებას პრიორიტეტი ენიჭება, როდესაც მიწაზე სივრცე შეზღუდულია. ეს ვარიანტი კარგად იცავს სისტემას ქურდობისგან, თუმცა მისი განმეორება რთულია.

სარგებელი	ნაკლი
კარგად არის დაცული მოპარვისგან	სახურავის დიზაინიდან გამომდინარე, შესაძლოა რთული იყოს დაინსტალირება და გასუფთავება.
არ საჭიროებს ზედმეტ სივრცეს.	

დამონტაჟება ბრტყელ ზედაპირზე ან მიწაზე



მიწაზე დამონტაჟებული პანელების მასივი
წყარო: Melissa Van Hoorne, <http://blog.solarmicronics.co>

მიწაზე მონტაჟი ჩვეულებრივ გამოიყენება მზის პანელების ძალიან დიდი მასივების დამონტაჟებისას და მაშინ, როდესაც მიწის ფართობი დიდია.

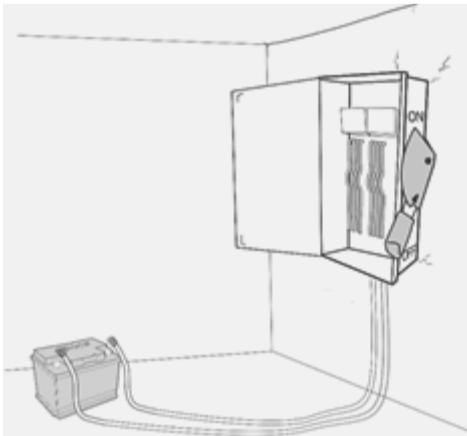
მიწაზე დამონტაჟების ტექნიკა ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბეტონის სახურავის ბრტყელ ზედაპირებზე დამონტაჟებისას.

სარგებელი	ნაკლი
ადვილია დასაინსტალირებლად და გასასუფთავებლად;	საჭიროებს დიდ ფართობს.
	იოლია მისი მოპარვა.

6.3. აკუმულატორების დამონტაჟება



24 V აკუმულატორის საცავი



მოიხსენით ყველა სამკაული!

აკუმულატორის სისტემებთან მუშაობა შეიძლება მზის ელექტროდანადგარებისა და ტექნიკური მოვლის ყველაზე საფრთხილო ნაწილი აღმოჩნდეს. ბატარეებთან შეხება შეიძლება სახიფათო იყოს.

ყოველთვის გამოიჩინეთ სიფრთხილე ბატარეის ტერმინალებთან ან მათ მახლობლად ელექტრული რკალის თავიდან ასაცილებლად. ყოველთვის გახსენით მუდმივი დენის (DC) გამომრთველი ბატარეებსა და ინვერტორს შორის აკუმულატორის საცავის მომსახურების ან მასზე მუშაობის დაწყებამდე.

ასევე გახსოვდეთ აკუმულატორის საცავის ვენტილაცია, განსაკუთრებით თხევადი (სველი) მჟავა-ბატარეების გამოყენებისას.

აკუმულატორებმა შეიძლება შეინახოს მუსტი ძალიან მაღალი დენის პოტენციალით, ამ უკანასკნელმა კი შექმნას ელექტრული წრედის შეკვრის საშიშროება. ლითონის ხელსაწყოებსა და სამკაულებს შეუძლია შეკვრას ელექტრონრედი ბატარეებში, რაც გამოიწვევს ძლიერ დამწვრობას ან ბატარეის აფეთქებას. მოიხსენით სამკაულები და ყოველთვის გამოიყენეთ შესაბამისი ხელსაწყოები ბატარეებთან მუშაობისას.



დაიცავით თვალები სათვალთ!



ცული კავშირი (მარცხნივ) კარგი კავშირი (მარჯვნივ)

ბატარეის ცული კავშირები იწვევს დაზიანებას, სითბოსა და ნაპერწკალს. ნაპერწკალი სწრაფად გაანადგურებს ბატარეის კონექტორს.



აკუმულატორები დაცულია ბატარეის ყუთში ვენტილაციით

თხევადი ტყვია-მჟავის აკუმულატორებთან მუშაობისას ყოველთვის გაიკეთეთ სათვალე.

აკუმულატორის სადენები ჩვეულებრივი მუშაობის დროს შეიძლება ძალიან მაღალ ძაბვას ატარებდეს. აირჩიეთ სადენის შესაბამისი ზომა და ასეთივე კონექტორები ბატარეების დასაკავშირებლად.

ბატარეების დასაკავშირებლად რეკომენდებულია კაბელის ზომა, არანაკლებ 16 მმ² -ისა.

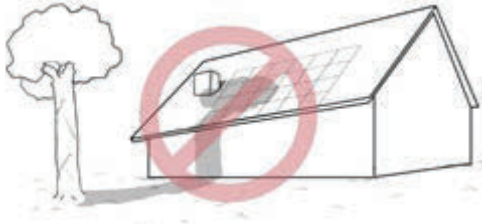
ბატარეის ტერმინალებზე მოკლე ჩართვამ შეიძლება გამოიწვიოს დიდი რაოდენობით ენერჯის გამოყოფა ძლიერი ნაპერწკლებით. ბატარეები დაცული უნდა იყოს შემთხვევით ჩამოვარდნილი ნივთებისა და სხვა მექანიკური ზემოქმედებისგან. ინსტალაციამ უნდა უზრუნველყოს ჰაერის გარკვეული ნაკადი, რადგან ბატარეები მოხმარებისას ოდნავ თბება.

6.4. მზის პანელების დამონტაჟება

მოჩრდილვა

დარწმუნდით, რომ ხეებმა, ბოძებმა, მაღალმა შენობებმა, ბუხრებმა ან სხვა ახლომდებარე ბუნებრივმა თუ ხელოვნურმა ობიექტებმა არ დაჩრდილოს მზის პანელები.

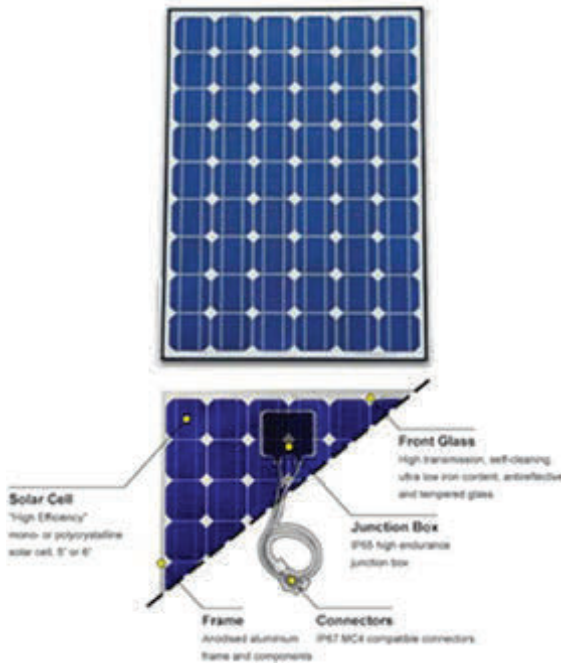
- ▶ ყოველთვის დააინსტალირეთ მზის პანელები ისე, რომ მათ მიიღონ მზის თანაბარი რაოდენობა მთელი დღის განმავლობაში.



მცირე ჩრდილმაც კი შეიძლება გამოიწვიოს ენერჯის განუზომლად დიდი დანაკარგი

- ▶ სამონტაჟო სამუშაოების დასრულებამდე დარწმუნდით, რომ არ არსებობს რაიმე დაბრკოლება (ბუნებრივი ან ადამიანის მიერ შექმნილი), რომელიც ჩრდილს მიაყენებს ან გამოიწვევს მზის პანელების დაჩრდილვას.

მზის პანელებთან მუშაობა



მზის პანელის ილუსტრაცია სხვადასხვა ნაწილით



ყოველთვის გადაიტანეთ მოდულები თავდაპირველ შეფუთვაში!

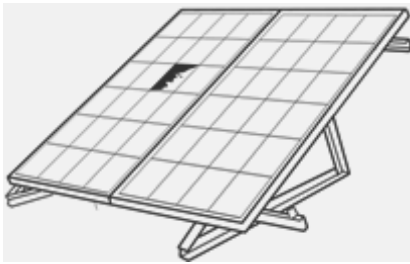
მზის პანელებს, როგორც წესი, აქვს ალუმინის ჩარჩო და დაფარულია დამცავი შუშით, რომელსაც შეუძლია გაუძლოს სეტყვის ზემოქმედებას. თუმცა, მოდულების ტრანსპორტირების ან აწვევის დროს სიფრთხილეა საჭირო.

ყოველთვის გახსოვდეთ:

1. მოდულის დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, გადაიტანეთ ისინი თავდაპირველ შეფუთვაში ინსტალაციის ადგილამდე;
2. არასათანადო ტრანსპორტირებამ და ინსტალაციამ შეიძლება დაზიანოს მოდული;
3. მყარი ობიექტების მოდულის უკანა მხარეს მოხვედრამ, შესაძლოა, დაზიანება გამოიწვიოს;
4. ერთი უკრედის გატეხვით განადგურებული და გამოუსადეგარია მთელი მზის პანელი;
5. მზის პანელები შეინახეთ მშრალ და გრილ ადგილას;
6. დაიცავით მზის პანელები ნაკანრებისა და მსგავსი დაზიანებისგან;
7. მზის პანელი დაუცველად არ დააყრდნოთ მის კიდეებს, რადგან ამან შეიძლება დაზიანოს მისი ჩარჩო;
8. დარწმუნდით, რომ პანელები არ ილუნება საკუთარი წონის ქვეშ;

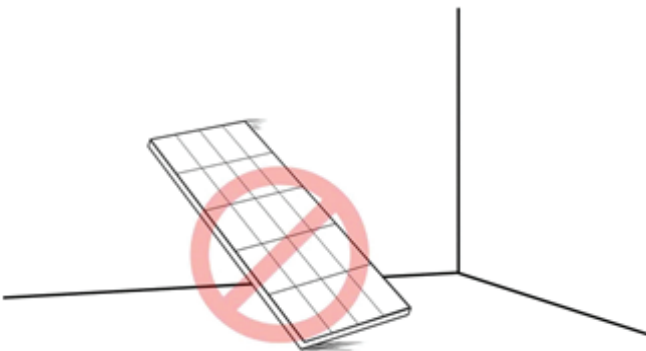


არასწორმა ტრანსპორტირებამ ან დამონტაჟებამ შეიძლება დააზიანოს მოდული



გატეხილი მზის პანელის უჯრედი

როდესაც ერთი უჯრედი ზიანდება, მთელი მზის პანელი ან გამოსადეგარია, ან მუდმივად დაზიანებულია და ის უკვე დაბალი ღირებულებისა და დაბალი სიმძლავრისაა.

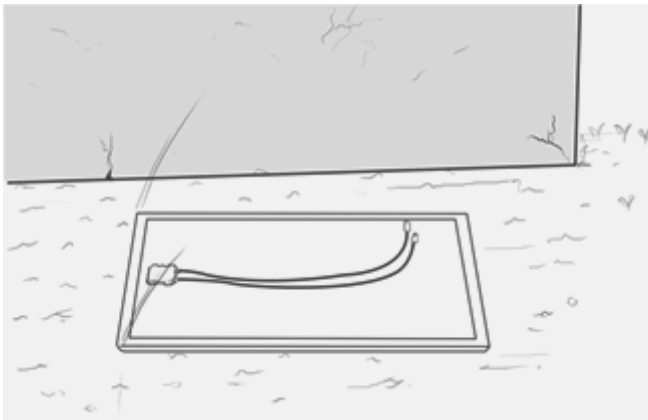


მზის პანელი დაუცველად არ დააყრდნოთ კიდეს!

9. არასდროს გადაადგილოთ ან ასწიოთ მზის პანელები კაბელების გამოყენებით ან დამაკავშირებელ ყუთთან დაჭიდებით.
10. არ დაადოთ მზის პანელები სახით არც ერთ მყარ ზედაპირს;
11. დაუშვებელია მზის პანელების წინა მხარეზე მექანიკური ზემოქმედება;
12. არ დადგეთ მზის პანელებზე;
13. არ დააგდოთ და არ განათავსოთ საგნები მზის პანელებზე;
14. არ მოახვედროთ ქიმიკატები მზის პანელებს;
15. არ ჩაძიროთ მზის პანელები სითხეებში;
16. არ დააინსტალიროთ მზის პანელები წვიმის დროს;
17. არ გახვრიტოთ მზის პანელების ჩარჩო; არ გაჭრაოთ ან შეცვალოთ პანელის ნაწილები და რელსები;
18. მთლიანად დაფარეთ მზის პანელები გაუმჭვირვალე მასალებით დამონტაჟებისა და გაყვანილობის უზრუნველყოფისას ელექტროენერჯის წარმოების შესაჩერებლად;
19. არ გამოიყენოთ ქიმიკატები მზის მოდულების განმენდისას;
20. მოიხსენით მეტალისლითონის სამკაულები ელექტროშოკის თავიდან ასარიდებლად;
21. არ შეეხოთ საკაბელო ელექტროკონტაქტებს.



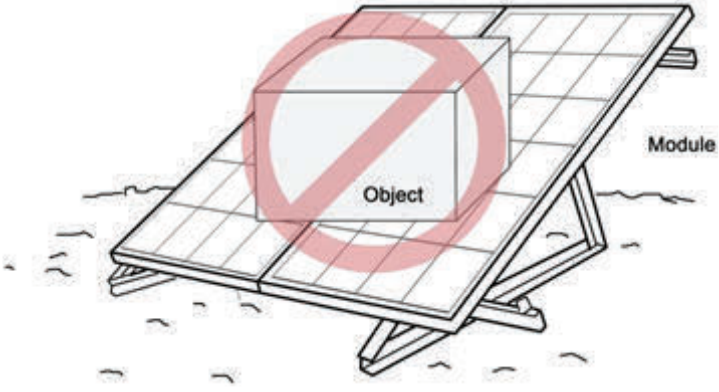
არასდროს გადაადგილოთ ან ასწიოთ მზის პანელები სადენებით ან შეერთების კოლოფით!



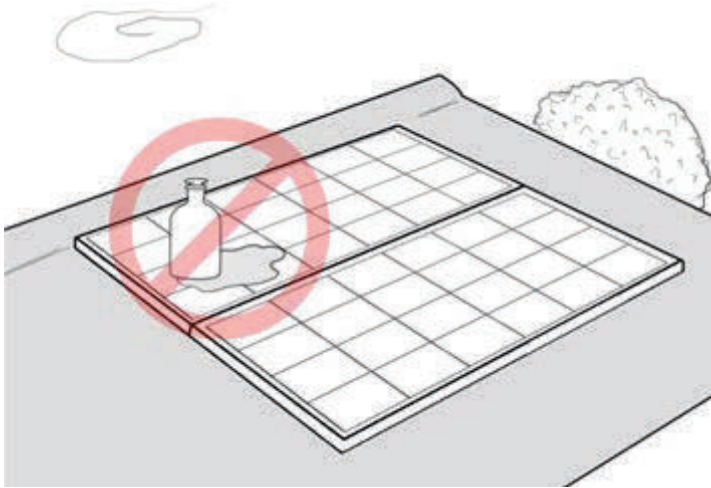
არ დაანვეთ მზის პანელების ზედაპირს !



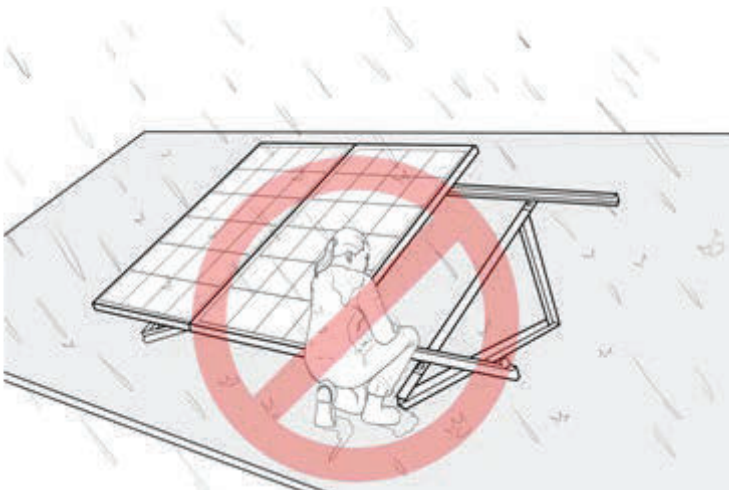
არ დადგეთ მზის პანელზე!



არასდროს მოათავსოთ საგნები მზის პანელის ზედაპირზე!



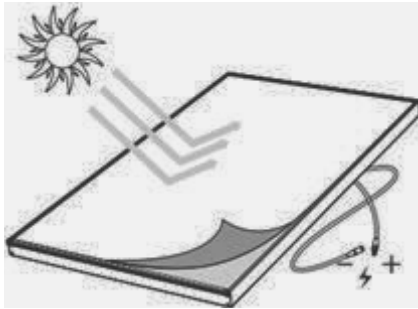
მოარიდეთ მზის პანელებს ქიმიკატები!



არ დაამონტაჟოთ მოდულები წვიმის დროს!



არ დაჭრათ ან შეცვალოთ მზის პანელების ნაწილები ან რელსები!



დამონტაჟების დროს (დღისით) დაფარეთ მზის მოდულები შოკის რისკის შესამცირებლად!



გაბურღოთ ხვრელები ჩარჩოში აბსოლუტური აუცილებლობის გარეშე!

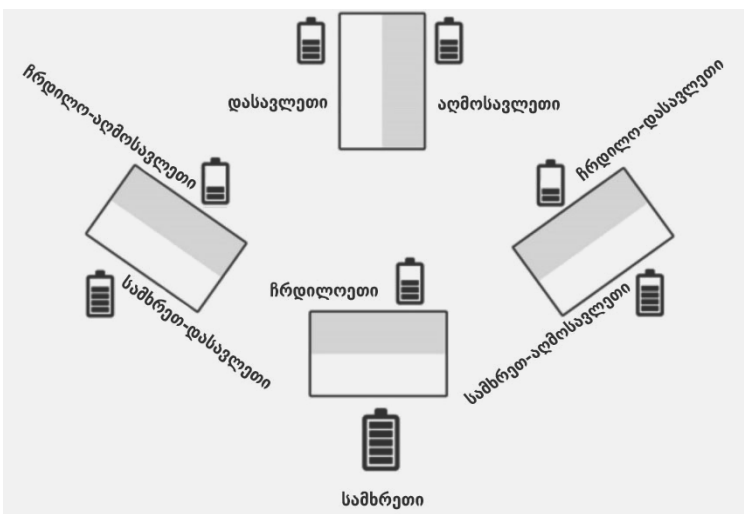
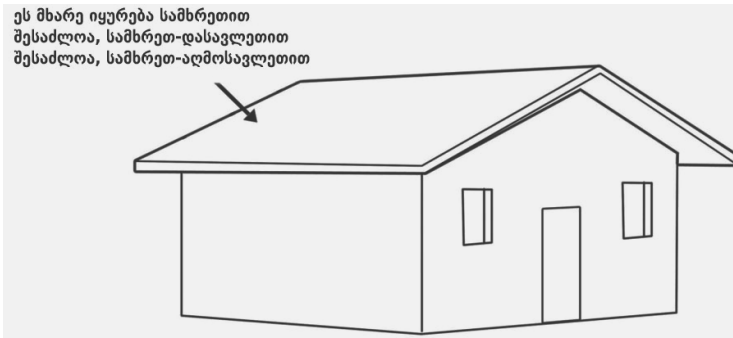


მოარიდეთ უცხო საგნები მზის პანელის უკანა მხარეს!

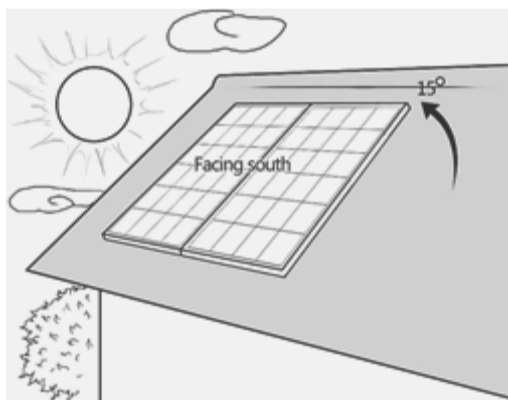
მზის პანელების მოდულების დამაგრება

სანამ დაიწყებთ

ეს მხარე იყურება სამხრეთით
შესაძლოა, სამხრეთ-დასავლეთით
შესაძლოა, სამხრეთ-აღმოსავლეთით

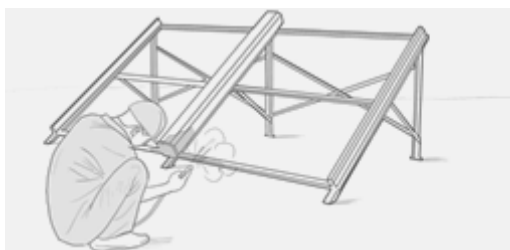


მზის პანელის მიმართულება განსაზღვრავს გამომუშავებული ენერჯის ოდენობას.

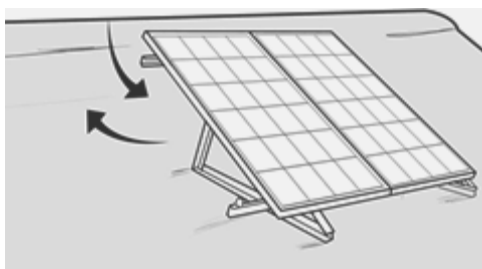


დარწმუნდით, რომ მზის პანელები ყოველთვის სამხრეთისკენ არის მიმართული. გაითვალისწინეთ, რომ ოპტიმალური რეკომენდებული დახრის კუთხე ავტონომიური სისტემებისთვის 42°-ია, ხოლო ქსელთან მიერთებული სისტემებისთვის კი 35°-ი.

- ▶ მზის პანელის გამომავალი სიმძლავრე ყველაზე მაღალია, როდესაც მზე პირდაპირ პანელს უყურებს.
- ▶ საქართველოში მზის პანალებიდან მაქსიმალური ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად პანელები ისე უნდა განთავდეს, რომ ისინი სამხრეთისკენ იყოს მიმართული.
- ▶ საქართველოში მზის პანელების ოპტიმალური დახრილობა არის 45°.
- ▶ არაიდეალურმა მიმართულებამ (ჩრდილოეთი, აღმოსავლეთი, დასავლეთი) შეიძლება შეამციროს მზის პანელების წარმადობა 35%-მდე.



სამონტაჟო მასალები დამზადებული უნდა იყოს ალუმინისგან (სასურველია) ან ადეკვატურად დაფარული ჟანგის საწინააღმდეგო საღებავით.



დატოვეთ საკმარისი არე ვენტილაციისთვის. ექსპლუატაციის დროს მზის პანელები ძალიან ცხელდება, ამიტომ მნიშვნელოვანია, უზრუნველყოთ სივრცე პანელების ქვეშ ჰაერის ცირკულაციისთვის.



შესაბამისი დამცავი ტანსაცმელი

მზის პანელებისთვის სამონტაჟო მასალების გამოყენებისას დაიცავით შემდეგი წესები:

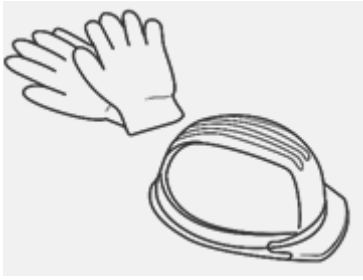
- ▶ შეარჩიეთ გამძლე, კოროზიისგან დაცული და ულტრაიისფერი სხივების მიმართ რეზისტენტული მასალა;
- ▶ დარწმუნდით, რომ სამონტაჟო მასალები კარგად არის დაფარული ჟანგის საწინააღმდეგო საღებავით ან სრულფასოვნად გალვანიზებული დაჟანგვის თავიდან ასაცილებლად;
- ▶ პანელის დამონტაჟებისას დარწმუნდით, რომ უკანა მხარეს საკმარის სივრცეს ტოვებთ ვენტილაციისთვის;
- ▶ შეარჩიეთ სამონტაჟო მასალები, რომლებიც ტემპერატურის ბუნებრივი ცვლებადობის ფონზე უზრუნველყოფს გაფართოებასა და შეკუმშვას, დაჭიმვის გარეშე;
- ▶ უზრუნველყავით სამონტაჟო მასალისა და ადგილმდებარეობის გრძელვადიანი სტაბილურობა;
- ▶ მზის პანელების დამონტაჟებისას დაიცავით უსაფრთხოების ეს ინსტრუქციები:

1. ყოველთვის ატარეთ შესაბამისი სამუშაო ტანსაცმელი და დამცავი აღჭურვილობა:

- ▶ სამუშაო ტანსაცმელი როგორც ზედა, ისე ქვედა ტანისთვის უნდა გერგებოდეთ კარგად და თავისუფლად გადაადგილების საშუალებას გაძლევდეთ;

2. ყოველთვის ატარეთ დამცავი აღჭურვილობა:

- ▶ მყარი დამცავი ჩაფხუტი ისეთ ადგილებში მუშაობისას, სადაც მაღალია საგნების ჩამოცვენის რისკი;
- ▶ საიზოლაციო, დამცავი ხელთათმანები ელექტროკომპონენტებთან მუშაობისთვის.



ხელთათმანები და დამცავი ჩაფხუტი



დამცავი ფეხსაცმელი



ყოველთვის შეამოწმეთ კიბე!



გამოიყენეთ კიბე საკმარისად განიერი საფეხურებით უსაფრთხოდ მუშაობის უზრუნველსაყოფად!

- ▶ დამცავი ფეხსაცმელი ელექტროშოკის თავიდან ასარიდებლად;
- ▶ მზის მოდულები გამოიმუშავენ ელექტროენერგიას სინათლის ზემოქმედებისას. ელექტროსადენებთან მუშაობისას დაგვირდებით ელსაიზოლაციო ხელთათმანების ტარება;

3. დაიცავით უსაფრთხოების წესები კიბეზე ასვლისა და ჩამოსვლისას:

- ▶ გამოყენებამდე ყოველთვის შეამოწმეთ კიბე! დარწმუნდით, რომ გამართულია და დაუზიანებელი;
- ▶ გამოიყენეთ კიბე საკმარისად განიერი საფეხურებით, რომ გჭონდეთ უსაფრთხოდ მუშაობის შესაძლებლობა;
- ▶ შეარჩიეთ უსაფრთხო ადგილი მისაყუდებელი და გასაშლელი კიბის დასადგმელად;
- ▶ ყოველთვის იმუშავეთ პარტნიორთან ერთად. ერთმა ადამიანმა კიბე მყარად უნდა დაიჭიროს, როდესაც მეორე მუშაობს;
- ▶ როდესაც იყენებთ ორნაწილიან კიბეს, დაამაგრეთ ის თოკებით, რომ თავიდან აირიდოთ გვერდებზე გასრიალება, ხოლო თქვენმა პარტნიორმა უნდა უზრუნველყოს კიბის მყარი დგომა;

4. მაღალ ადგილებში მუშაობისას ატარეთ შესაბამისი აღკავებულობა და გამოიყენეთ ხარაჩოები:

- ▶ ორ მეტრზე (2 მ) ან მეტ სიმაღლეზე მუშაობისას გამოიყენეთ ხარაჩოები ან სხვა აღჭურვილობა სტაბილური სამუშაო პლატფორმის უზრუნველსაყოფად;



დაამაგრეთ კიბე, რომ თავიდან აიცილოთ გასრიალება! ეს მარტივად შეიძლება გაკეთდეს ხის დაფის გამოყენებით.



ყოველთვის იმუშავეთ პარტნიორთან ერთად!



ხარაჩოები და დამცავი ჯებირები

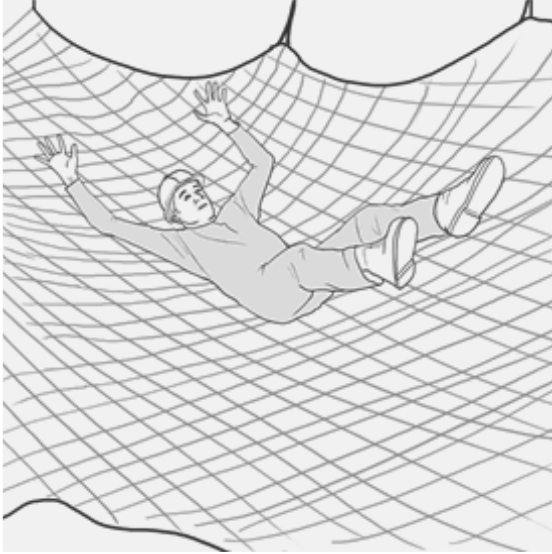
- ▶ ხარაჩოები დაპროექტებული და დადგმული უნდა იყოს კვალიფიციური პირის მიერ;
- ▶ როდესაც სტაბილური სამუშაო პლატფორმის დადგმა სირთულეებთანაა დაკავშირებული, დაამონტაჟეთ დამცავი ბადეები, ან ატარეთ აღკავშმულობა და მიიღეთ სხვა ზომები ვარდნის თავიდან ასარიდებლად;
- ▶ მყარად და უსაფრთხოდ დაამაგრეთ აღჭურვილობა და შეამოწმეთ, რომ მაშველი თოკის სიგრძე 2მ ან ნაკლებია;
- ▶ უსაფრთხოდ დაამაგრეთ ძირითადი საყრდენი მოწყობილობა (ლითონის კიბე);

5. დაამონტაჟეთ სათავსოები და გადასაფარებლები:

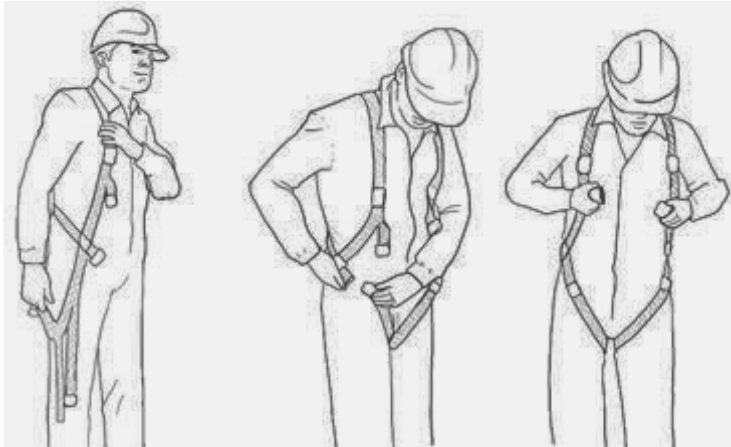
- ▶ ღია ჭრილებსა და სხვა სახიფათო ადგილებზე დაამონტაჟეთ კედლები, დამცავი ჯებირები ან გადასაფარებლები სამუშაო ზედაპირების კიდეში, რომლებიც სამი მეტრით (3მ) ან მეტითაა დაშორებული მიწიდან;
- ▶ როდესაც სათავსოების, დამცავი მოაჯირების დაყენება ან გადასაფარებლების გაშლა უკიდურესად რთულია ან, როდესაც ისინი მოსახსნელი მოცემულ ლოკაციაზე სამუშაოების სანარმოებლად, დაამონტაჟეთ დამცავი ბადე, ატარეთ საჭირო აღკავშმულობა და მიიღეთ ზომები ვარდნის თავიდან ასაცილებლად.

6. დაცვა ჩამოცვნილი საგნებისგან:

- ▶ როდესაც არსებობს საფრთხე, რომ საგანი ჩამოვარდება 1.8მ ან მეტი სიმაღლიდან, დანიშნეთ ადამიანი, რომელიც ყურადღებას მიაქცევს სამუშაო ზონას. ის უნდა დარწმუნდეს, რომ საფრთხე არავის ემუქრება;
- ამასთან, ყველა გააფრთხილოს, რომ არსებობს რაიმეს ჩამოვარდნის საფრთხე;



დამცავი ბადე



უსაფრთხოების ღვედები

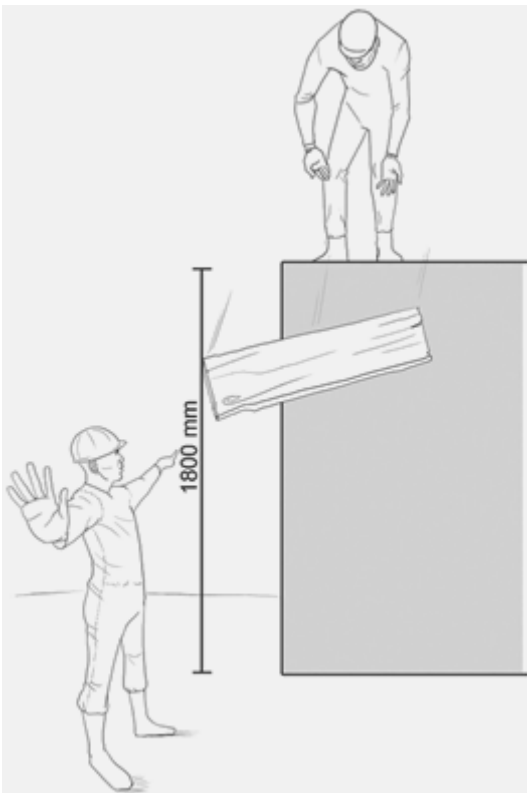
- ▶ თავიდან აირიდეთ ტერიტორიაზე იმ პირების დაშვება, რომლებიც ადგილზე არ მუშაობენ, რათა დაიცვათ ისინი ზედმეტი რისკებისგან;
- ▶ დაალაგეთ ხელსაწყოები და მასალები აკურატულად და დაამაგრეთ ისინი თოკებით, ან გამოიყენეთ ჩანთები, ან სხვა მეთოდები, რათა თავიდან აირიდოთ ამა თუ იმ საგნის ჩამოვარდნა მუშაობის დროს;

უსაფრთხოების ღვედები საჭიროა სიმძლავრე მუშაობისას ჩამოვარდნისგან დასაცავად. მათი გამოყენებისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი:

1. ღვედებს უნდა ჰქონდეს კაუჭი, რომელიც მიმაგრებულია ფიქსირებულ, მყარ ზედაპირზე, როგორებიცაა: ბეტონის კედელი ან ჭერი;
2. დარწმუნდით, რომ ყველა კაუჭი მუშაობს იდეალურად და ლითონის ნაწილები არ არის დაჟანგული;
3. ღვედებთან დაკავშირებული უსაფრთხოების თოკი უნდა უზრუნველყოფდეს, რომ არასასურველი, შემთხვევით დაცემის დროს მემონტაჟე საკმარისად დაცული იყოს მიწაზე დარღვარდნისგან.
4. თუ უსაფრთხოების ღვედები დეფორმირდა და გაინელა ვარდნის გამო, ის უნდა შეიცვალოს ახლით.



დამცავი აღჭურვილობა, მაშველი თოკის სიგრძე 2მ ან ნაკლებია.

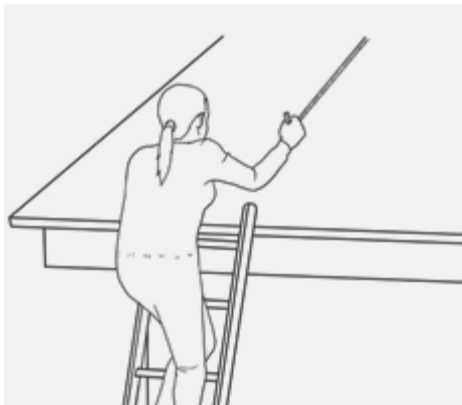
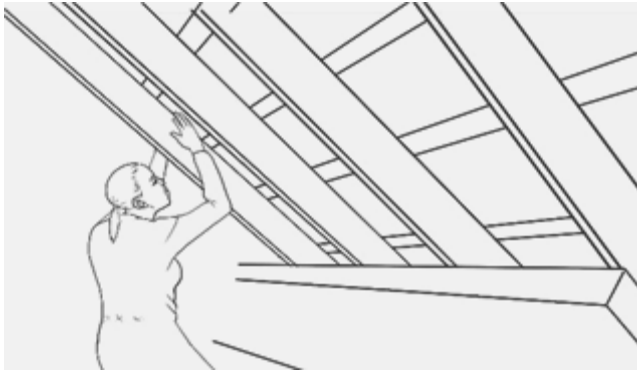


1 კვ, მზის ფოტოვოლტურული სისტემების ინსტალაცია

9 სპანდსა

6.5. მზის პანელების დამონტაჟება სახურავზე

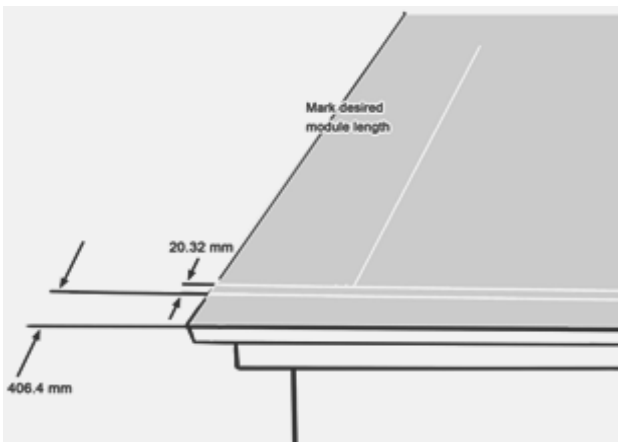
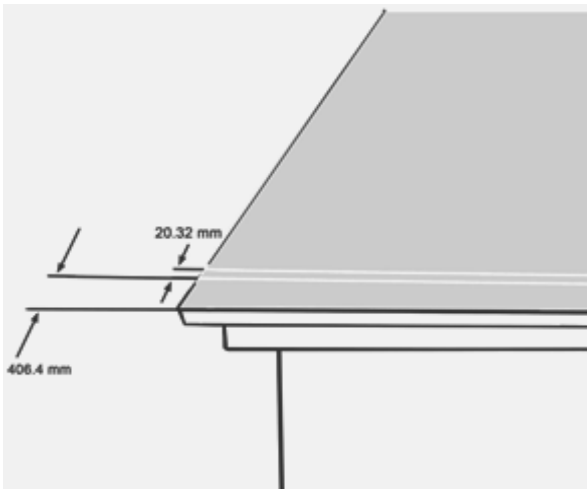
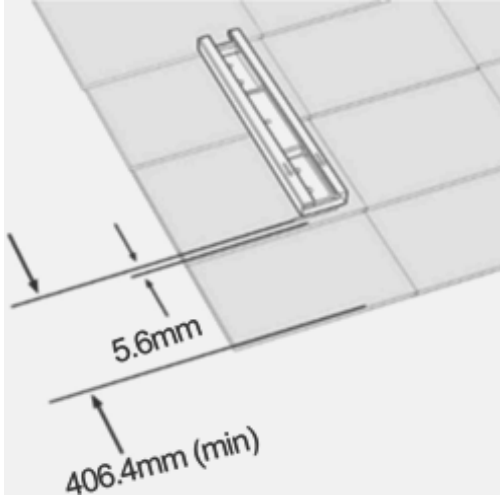
სახურავის მომზადება მონტაჟისთვის



1. იპოვეთ ნივნივები (სახურავის კონსტრუქციის დამრეცი ძელები) სახურავის შიდა მხარეს.

2. იპოვეთ და გაზომეთ ნივნივების მდებარეობა სხვენში შიდა მხრიდან ან გარედან და გადაიტანეთ ზომები სახურავზე;

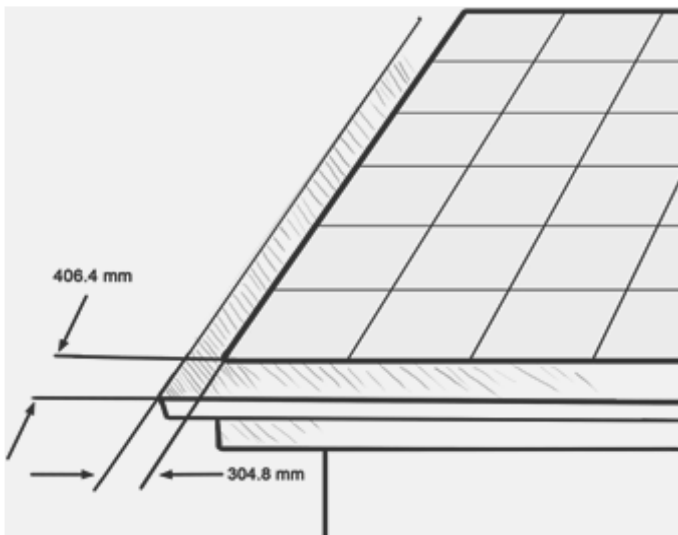
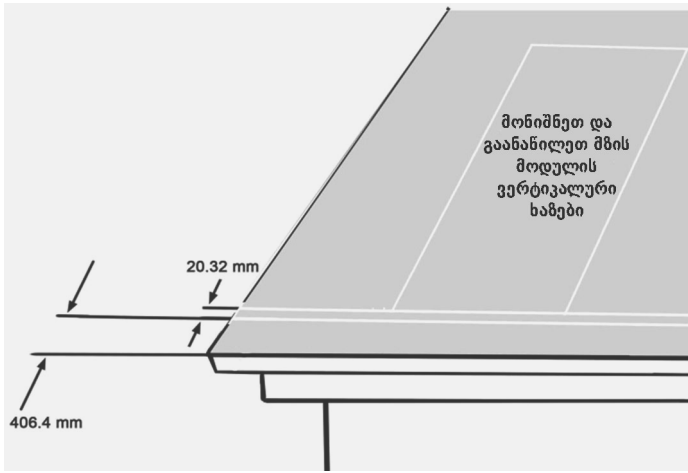
3. დაასკანერეთ სახურავი მაღალი მგრძნობელობის შტიფტით;



4. გაზომეთ არანაკლებ 400 მმ სახურავის კალთის ნაპირიდან. მონიშნეთ ცარცის ზონარით; ეს იქნება სლაიდერის ქვედა კიდის მდებარეობა. ეს ხაზი უნდა იყოს მინიმუმ 5.5 მმ-ით დაშორებული ტკეჩების (ფიცრების) უახლოესი წინა კიდიდან;

5. გაზომეთ 20 მმ ცარცის ხაზიდან და მონიშნეთ ახალი ხაზი. ეს იქნება მოდული ქვედა კიდეების მდებარეობისა;

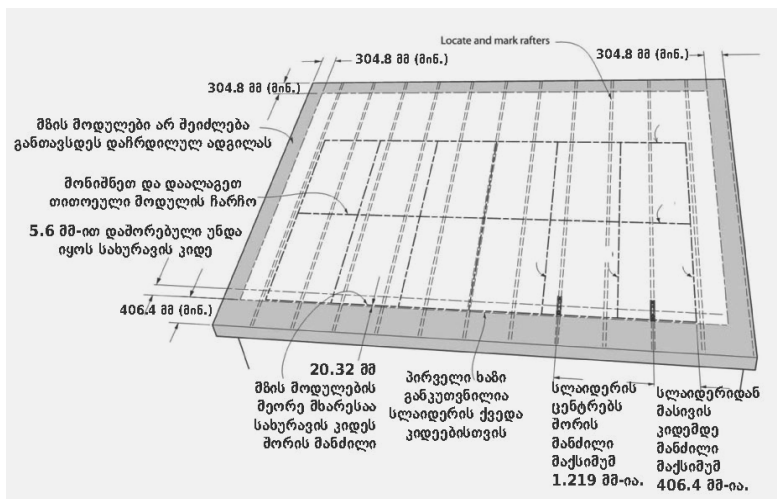
6. გაზომეთ მზის პანელის ცარცის ხაზიდან მოდულის სასურველ სიგრძემდე მასივის შესაქმნელად; გაავლეთ ჰორიზონტალური ხაზები მონიშნულ ადგილებში;



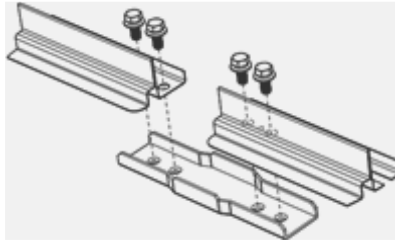
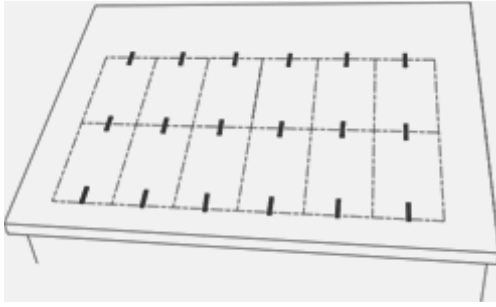
7. მონიშნეთ და გაანანილეთ მზის მოდულის ვერტიკალური ხაზები;

8. მასივი უნდა დამონტაჟდეს სახურავის კიდიდან მინიმუმ 400 მმ-ის და სახურავის გვერდებიდან 300 მმ-ის დაშორებით. ეს მანძილი უნდა უზრუნველყოფდეს სიმყარეს.

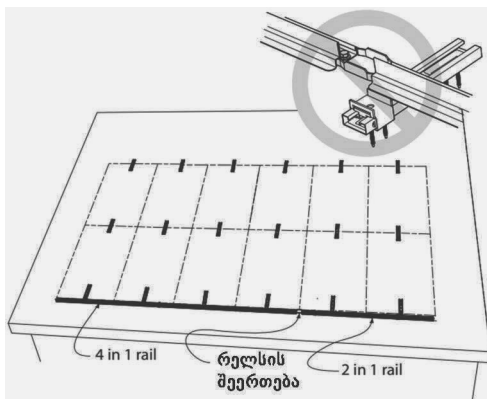
მზის პანელების სამაგრებისა და საყრდენების დაყენება დახრილ სახურავზე



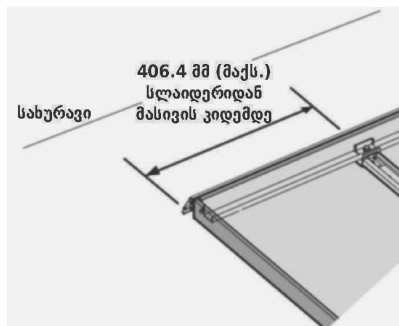
1. სლაიდერების დაყენებამდე შეამოწმეთ რელსების (ფოლადის ძელების) და შეერთების ნერტილების განლაგება;



წინასწარ ააწყვეთ რელსები და შეერთებები



არ დაუშვათ გადაფარვა

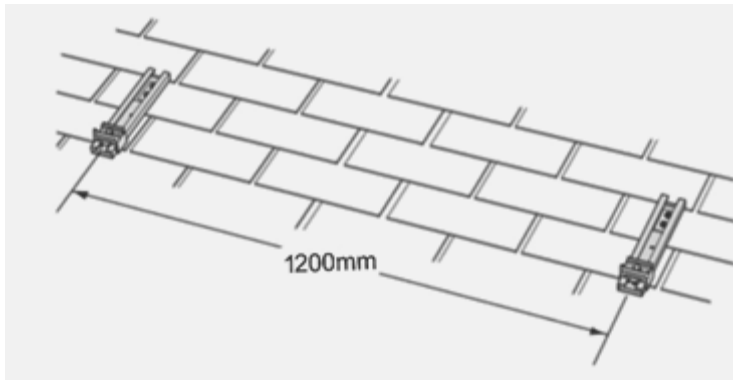


2. განათავსეთ სლაიდერები სასურველ ადგილებზე;
3. გადაიტანეთ რელსები შეერთებების პოზიციაში; დარწმუნდით, რომ სლაიდერების და შეერთების ადგილები არ ემთხვევა ერთმანეთს და მათ შორის არ არის გადაკვეთა.
4. თუ სლაიდერები და შეერთების ადგილები ერთმანეთს კვეთს ან ძალიან ახლოს არის:
 - ▶ გადაადგილეთ რელსები ჰორიზონტალურად;
 - ▶ გადაიტანეთ სლაიდერები მომდევნო ნივნივაზე ან მოხსენით შეერთების ადგილები მოკლე და გრძელი რელსების საპირისპირო მხარეს გადასატანად;
 - ▶ ხელახლა დაამაგრეთ შეერთების ადგილები რელსების გადაცვლის შემდეგ და შეამოწმეთ გადაკვეთის ადგილების არსებობა.

ყურადღება: მაქსიმალური მანძილი სლაიდერიდან მასივის კიდემდე არის 400 მმ.

სლაიდერის სტანდარტული ნაკრების ინსტალაცია

სლაიდერებს შორის დისტანცია არ უნდა აღემატებოდეს 1,200 მმ-ს ცენტრიდან



თითოეული რეგულირებადი სლაიდერი აღჭურვილია წინასწარ დამონტაჟებული ბუტილის ვაუჩუკის/რეზინის გამაძლირებელი ბალიშებით. სახურავზე დამონტაჟებამდე აუცილებელია დამცავი საფარის მოხსნა. სვრელი მდებარეობს სლაიდერის ცენტრალურ წერტილში. ის შეიძლება გამოყენებული იყოს როგორც საიტის ფანჯარა, წინასწარ მონიშნული ცარცის საზის თავზე განსათავსებლად;

სლაიდერის ერთ ბოლოში ორი ისარია, რომლებიც უნდა იყოს მიმართული სახურავის კიდისკენ. ისინი მიუთითებს სლაიდერის ჩაღმავების მდებარეობაზე, რომელიც იცავს სტანდარტული სლაიდერის ქვედა სამაგრს ამოვარდნისგან;

მოათავსეთ სლაიდერი მონიშნულ ადგილას და დაამონტაჟეთ თვითმჭრელი ხრახნები ზედა და ქვედა წერტილებში;

სლაიდერის სტანდარტულ ნაკრებზე ისარი მიუთითებს კიდებზე.

6.6. სისტემის კომპონენტების დაკავშირება

მზის პანელების დაკავშირება



მოდულის კვების სადენები სახურავის თუნუქის ფურცლის ქვეშ

მზის პანელების შეერთებისას დაიცავით შემდეგი წესები:

- ▶ გახსოვდეთ, რომ მზის პანელების მასივი უკვე წარმოქმნის ძაბვას მზის ოდნავ სინათლებზეც კი;
- ▶ შეარჩიეთ კვების ისეთი ძირითადი კაბელი მასივიდან დამუხტვის კონტროლერამდე, რომელიც ძაბვის ვარდნას 3%-იანი ნიშნულის ქვემოთ შეინარჩუნებს;
- ▶ ჩვენი 1 kWp 48 V სისტემისთვის საჭიროა 25 მ2 ზომის კაბელი მზის პანელების მასივსა და დამუხტვის კონტროლერს შორის 30მ-მდე კაბელისსადენის გასატარებლად;



წვიმისგან დაცული შეერთების კოლოფი



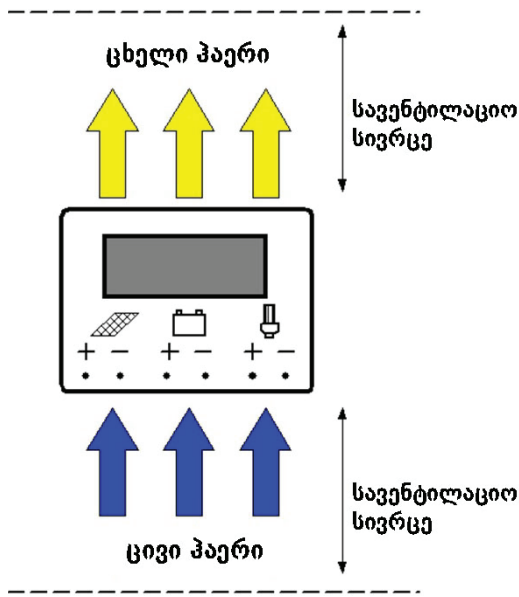
მზის პანელების მასივის ლითონის ჩარჩოს დამიწება

- ▶ მოერიდეთ არასათანადოდ გრძელი სადენების გამოყენებას;
- ▶ გამოიყენეთ ხრახნიანი კონექტორები ყველა შეერთებისთვის; გადახლართვით შეერთება ძალიან არასანდო მეთოდია;
- ▶ შეაერთეთ მზის მოდულის სადენები დამუხტვის კონტროლერის მკვებავ სადენტან შეერთების კოლოფში;
- ▶ დააკვირდით ფერის კოდს: დადებითი არის წითელი, უარყოფითი - შავი;
- ▶ დამაკავშირებელი კოლოფი დაცული უნდა იყოს წვიმისგან, სასურველია დამაგრდეს სახურავის ქვეშ;
- ▶ დაიცავით სადენები მექანიკური დაზიანებისა და ქვების ზემოქმედებისგან;

ადგილებში, სადაც მზის ფოტოელექტრული მასივი დაუცველია და შეიძლება მეხის დაცემის საშიშროების წინაშე აღმოჩნდეს, მასივი დამიწებული უნდა იყოს უარყოფითი ტერმინალის მიწასთან დაკავშირებით, ისეთი პატარა სისტემისთვისაც კი, როგორც ჩვენს მაგალითშია განხილული. ფოტოელექტრული მასივის ლითონის ჩარჩოს დამიწების ელექტროდთან დასაკავშირებლად გამოყენებული უნდა იყოს სპილენძის შიშველი კაბელი მინიმალური ზომით 10 მმ²;

თუ მზის პანელების მასივი დამონტაჟებულია შენობის სახურავზე რომელზეც უკვე არსებობს მეხამრიდი, ჩვეულებრივ, არ არის საჭირო მზის პანელების მასივის ლითონის ჩარჩოს დამიწება.

დამუხტვის კონტროლერის დამონტაჟება



დამუხტვის კონტროლერის გაგრილება

დამუხტვის კონტროლერი თბება მუშაობისას, ამიტომ მისთვის სამონტაჟო ადგილის შერჩევისას გაითვალისწინეთ, რომ იყოს ჰაერის ნაკადის მოძრაობის შესაძლებლობა. ასევე გაითვალისწინეთ რომ კონტროლერთან დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით, პირველ რიგში უნდა მიაერთოთ აკუმულატორები და შემდეგ მზის პანელების სადენები.



PWM დამუხტვის ტიპური კონტროლერი

დამუხტვის კონტროლერის დამონტაჟებისას დაიცავით შემდეგი წესები:

- ▶ ნაიკითხეთ ინსტრუქცია;
- ▶ შეამოწმეთ და დარწმუნდით, რომ ძაბვისა და დენის რეიტინგები ემთხვევა მზის მასივისას;
- ▶ გაითვალისწინეთ და დატოვეთ სავენტილაციო სივრცე დამუხტვის კონტროლერის გარშემო, როგორც სახელმძღვანელოშია მითითებული;
- ▶ გაითვალისწინეთ სხვადასხვა ტიპის ბატარეის დაყენების შესაძლო ვარიანტები;
- ▶ პირველ რიგში, შეაერთეთ აკუმულატორი;
- ▶ შემდეგ შეაერთეთ მზის პანელების მასივი;
- ▶ დარწმუნდით, რომ ყველა შეერთება მჭიდროა.

დამუხტვის ბევრ კონტროლერს შეუძლია იმუშაოს სისტემის სხვადასხვა ძაბვაზე,

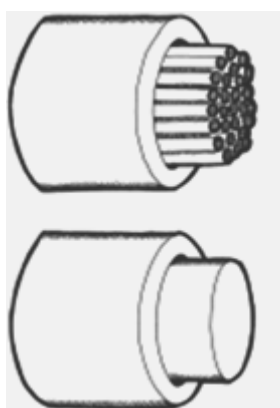
მაგ.: 12 და 24 V-ზე. ძაბვა, როგორც წესი, ავტომატურად ფიქსირდება ბატარეის მიერთებისთანავე.

მზის სისტემის წრედები

მზის ენერჯის სისტემები, როგორც წესი, შეიძლება დაიყოს შემდეგ წრედებად:

- ▶ მზის წყაროს წრედი: მზის პანელებს შორის ურთიერთკავშირი, რომელიც მთავრდება ფოტოელექტრული კომბინატორის ყუთთან;
- ▶ მზის გამომავალი წრედი: წრედი მიერთების კოლოფსა და მუდმივი დენის ამომრთველს შორის, რომელიც გამოიყენება მზის პანელების მასივის დანარჩენი სისტემისგან იზოლაციისთვის;
- ▶ დამუხტვის კონტროლერის შემავალი წრედი: ურთიერთკავშირი მუდმივი დენის ამომრთველსა და დამუხტვის კონტროლერს შორის (მზის პანელების მასივი და აკუმულატორული ბატარეა);
- ▶ დამუხტვის კონტროლერის გამომავალი წრედი: ურთიერთკავშირი დამუხტვის კონტროლერსა და მუდმივი დენის დატვირთვებს შორის;
- ▶ ინვერტორული გამომავალი წრედი: ურთიერთკავშირი ინვერტორსა და მთავარ გამანაწილებელ დაფას შორის.

სადენებისა და კაბელების ტიპები



მრავალწვერა სპილენძის სადენი

დიდი დიამეტრიანი ერთწვერა სპილენძის სადენი

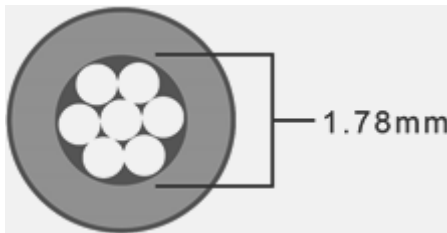
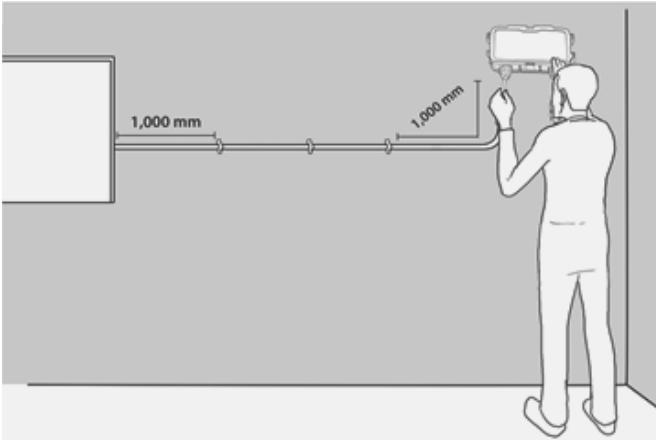
მზის პანელების დამონტაჟებისთვის უნდა გამოიყენოთ კარგად იზოლირებული სპილენძის კაბელები. ეს კაბელები შეიძლება იყოს როგორც მრავალწვერიანი, ისე ერთწვერიანი. ამ სადენების გამოყენება შესაძლებელია მზის პანელების სისტემის ინსტალაციისას, მაგრამ გაითვალისწინეთ მათი ინდივიდუალური დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

გაყვანილობის წესები

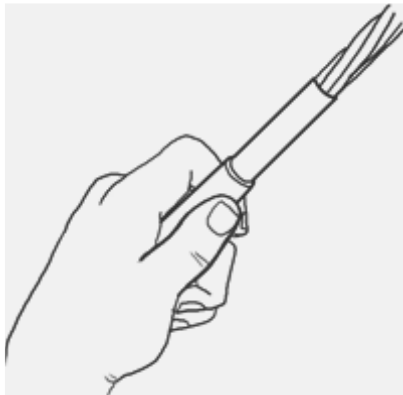
ორი მნიშვნელოვანი წესი მზის პანელების სისტემაში სადენების დასაკავშირებლად:

- 1) ყოველთვის გამოიყენეთ ხრახნიანი კონექტორები;
- 2) ყოველთვის მოუჭირეთ ხრახნებს მჭიდროდ.





განივი კვეთის ფართობი: 2.5მმ²



ცუდმა იზოლაციამ შეიძლება გამოიწვიოს ხანძარი
წყარო: www.completepc.co.uk

▶ **გაყვანილობის წესი #1:**

არასდროს გამოიყენოთ იმაზე გრძელი სადენები, ვიდრე რეალურად გჭირდებათ; ისინი უნდა იყოს, რაც შეიძლება, მოკლე;

იდეალურ შემთხვევაში, გაყვანისას დატოვეთ დამატებითი მეტრი (1 მ) კაბელის თითოეულ ბოლოში პროცესის მარტივად დასრულებისთვის;

▶ **გაყვანილობის წესი #2:**

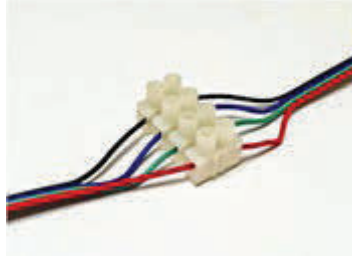
ყოველთვის გამოიყენეთ სამუშაოსთვის შესაბამისი სადენი;

▶ **გაყვანილობის წესი #3:**

არასდროს გამოიყენოთ 2.5 მმ²-ზე ნაკლები კვეთის კაბელი მზის სისტემების გაყვანილობის დამონტაჟებისას;

▶ **გაყვანილობის წესი #4:**

დარწმუნდით, რომ სადენები სწორად არის მოჭრილი და კარგად იზოლირებული.



სადენის ფერი	გამოყენება
წითელი	ნეიტრალურ
ლურჯი	ძაბვის გადამცემი სადენი
შავი	ძაბვის გადამცემი სადენი
მწვანე/ყვითელი/უფერო	დამინება

▶ **გაყვანილობის წესი #5:**

არასდროს გადაგრიხოთ სადენები ერთმანეთში; ყოველთვის გამოიყენეთ კონექტორები;

▶ **გაყვანილობის წესი #6:**

ყოველთვის გამოიყენეთ შესაბამისი სადენის კონექტორები;

არ გამოიყენოთ სადენების კვანძები. სანაცვლოდ, გამოიყენეთ ხრახნიანი კონექტორები;

▶ **გაყვანილობის წესი #7:**

დარწმუნდით, რომ ყველა გამოყენებული სადენი შეესაბამება პირდაპირი და ცვლადი დენების სისტემების ფერთა კოდირებას.

მზის პანელების სისტემაში მოსაყვანილებელი სადენი უნდა შეირჩეს შემდეგი კრიტერიუმებით:

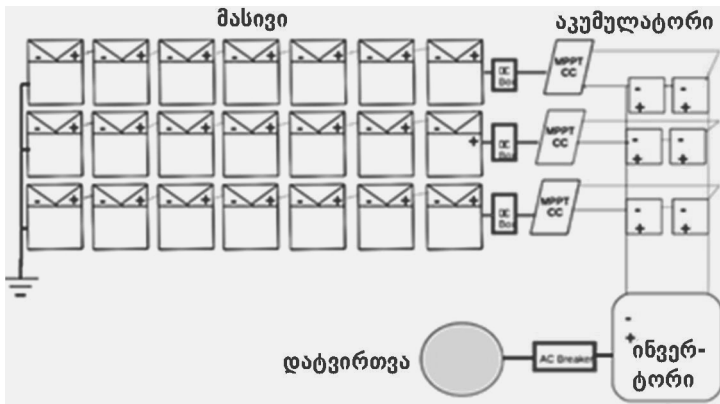
- ▶ მაქსიმალური ნებადართული სიმძლავრის დანაკარგი;
- ▶ კაბელის სიგრძე;
- ▶ მაქსიმალური ნომინალური დენი.

ყოველთვის შეამოწმეთ კაბელის მწარმოებლის გამტარუნარიანობის სქემები კაბელების მზის პანელების სისტემაში შეერთებამდე!

6.7. ეტაპობრივი ინსტალაცია (ნაბიჭ-ნაბიჭ)

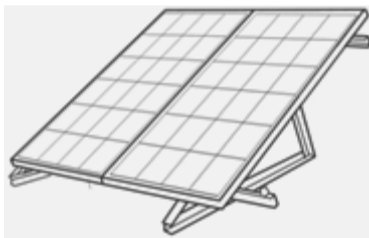
მზის პანელების სისტემის დამონტაჟების დაწყებამდე უნდა მოამზადოთ ტერიტორია. ეს პროცესი გულისხმობს შემდეგ ნაბიჯებს:

- ▶ გაეცანით ადგილს, სადაც დამონტაჟდება მზის პანელები;
- ▶ დარწმუნდით, რომ ეს ადგილი არ არის ჩრდილში ან მის ირგვლივ არ არის დამჩრდილავი ობიექტები, რომლებმაც შეიძლება ხელი შეუშალოს მზის პანელების მიერ ენერჯის გამომუშავებას. ეს შეიძლება იყოს ხეები, შენობები ან სხვა ხელოვნური სტრუქტურები ახლომახლო, როგორებიცაა, მაგალითად, ელექტრობოძები.
- ▶ ასევე მნიშვნელოვანია, ყურადღებით განიხილოთ ისეთი საკითხები, როგორებიცაა: მიწის ზედაპირიდან დაშორება (თუ მზის პანელები მიწაზე დგება) და მიწის დახრილობა (გრადიენტი);

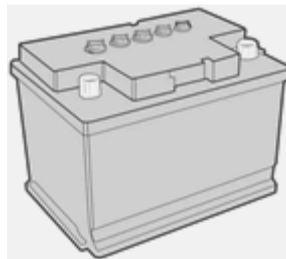


მოამზადეთ ინსტალაციის სქემა. ეს შეიძლება იყოს საზოგადოებრივი დიაგრამა, რომელიც აჩვენებს სისტემის კომპონენტებს შორის კავშირს.

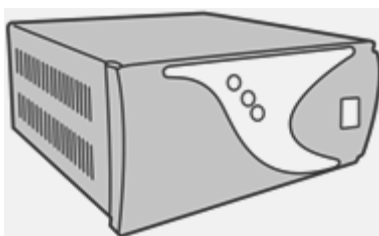
აღჭურვილობა და მასალები მონტაჟისთვის



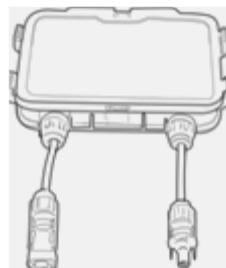
მზის პანელი



აკუმულატორი



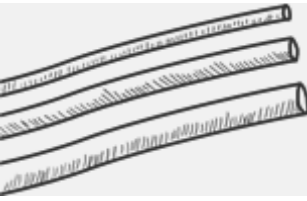
ინვერტორი



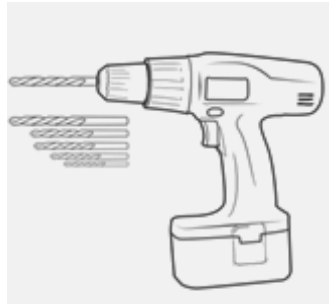
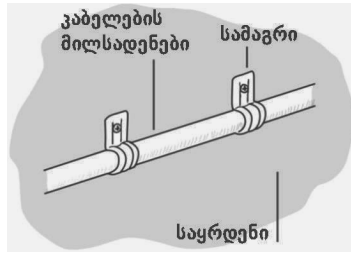
დამუხტვის კონტროლერი

მოამზადეთ ყველა საჭირო აღჭურვილობა და მასალა, რომლებიც საჭიროა ინსტალაციის დასასრულებლად. ესენია:

1. მზის პანელები;
2. აკუმულატორები;
3. ინვერტორი;
4. დამუხტვის კონტროლერ(ებ)ი;
5. სხვადასხვა ზომის სადენები;
6. კაბელების მილსადენები/საყრდენები და სხვა სამაგრები;
7. ელექტრობურღი შესაბამისი საბურღი წვერებით;
8. სადენები;
9. ხრახნები და სამაგრები;
10. სახრახნისები;
11. საკაბელო ეტიკეტები;



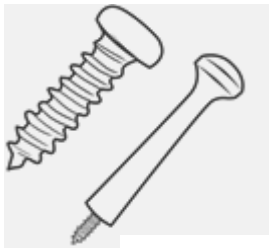
სხვადასხვა ზომის სადენები



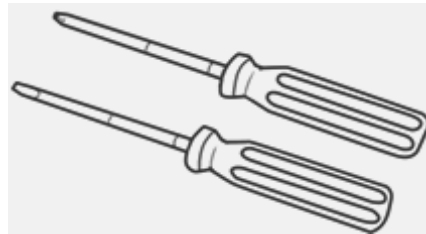
ელექტრობურღი და მისი წვერები



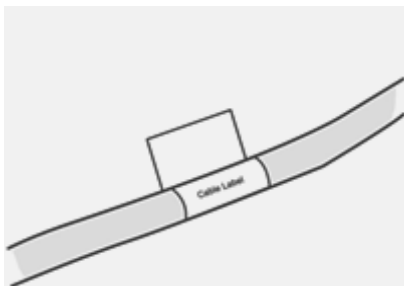
სადენები



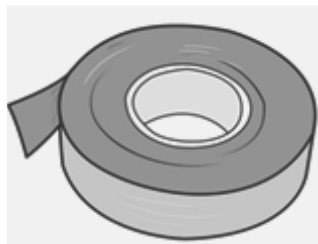
ხრახნები და სამაგრები



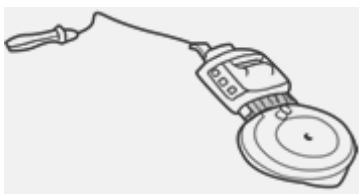
სახრახნისები



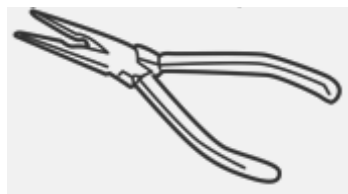
საკაბელო ეტიკეტები



საიზოლაციო ლენტა

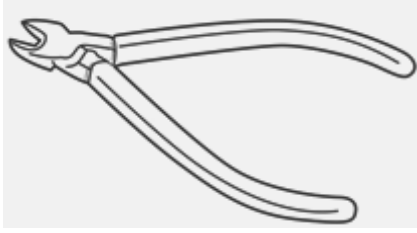


ელექტრიკოსის ცარციანი მოსანიშნი ხელსაწყო



ნემსიწვერა საკვანტელა

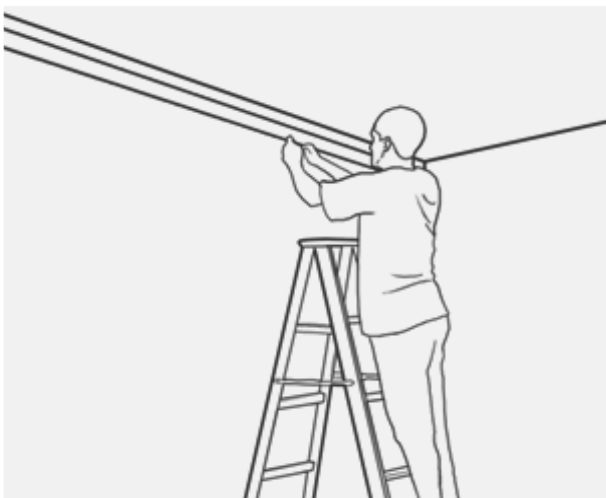
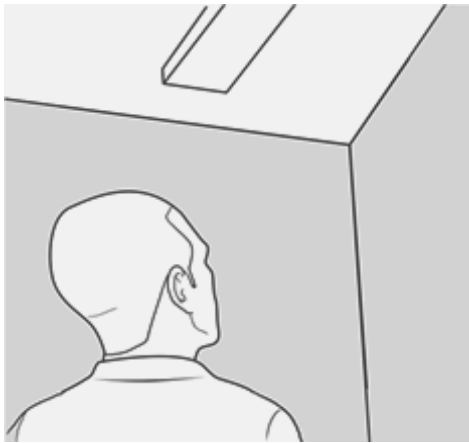
- 12. საიზოლაციო ლენტა;
- 13. ცარციანი ზონარი;
- 14. ქლიბი;
- 15. სადენის საჭრელი;
- 16. თარაზო.



სადენის საჭრელი, საკვანეტელა

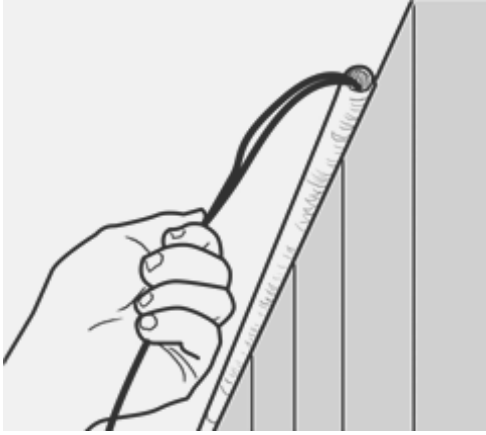


თარაზო



1. განსაზღვრეთ და დაადგინეთ სისტემის კომპონენტების მონტაჟის ადგილი და საკაბელო მარშრუტი;

2. დაამონტაჟეთ საკაბელო არხები დაგეგმილი საკაბელო მარშრუტის გასწვრივ;



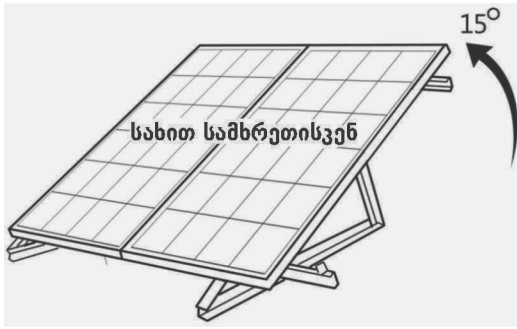
3. გაატარეთ სადენები მილში;

4. განსაზღვრეთ და დაადგინეთ სისტემის კომპონენტებისა და საკაბელო მარშრუტის დამონტაჟების ადგილი;

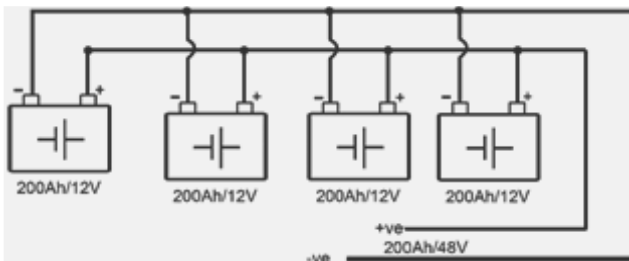
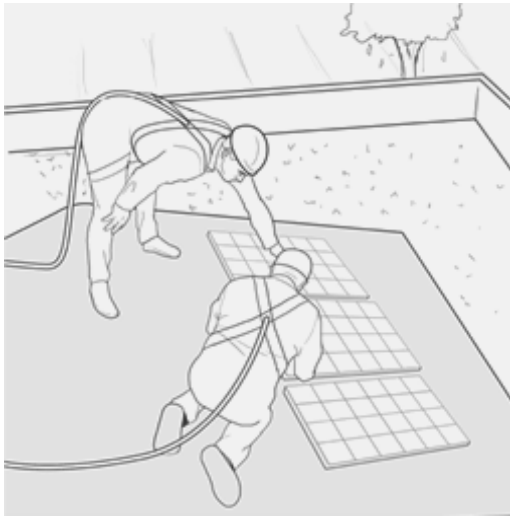
5. ყოველთვის დატოვეთ ერთი მეტრით გძელი კაბელი ბოლოში;

6. დაწყვეთ კომპონენტები წინასწარ განსაზღვრულ ადგილას;

7. დააინსტალირეთ მზის პანელების სამონტაჟო სისტემები;



საქართველოში იდეალური შედეგის მისაღებად მზის პანელები სახით სამხრეთისკენ უნდა დამონტაჟდეს, დახრილობის 15°-იანი კუთხით.

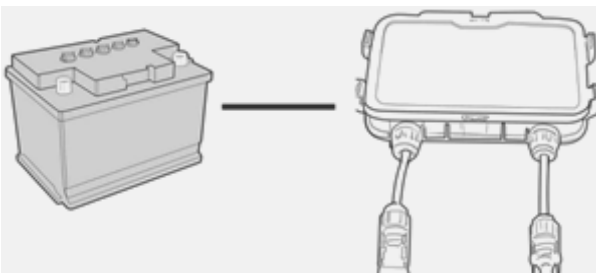
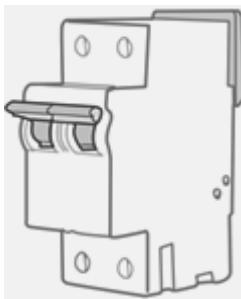
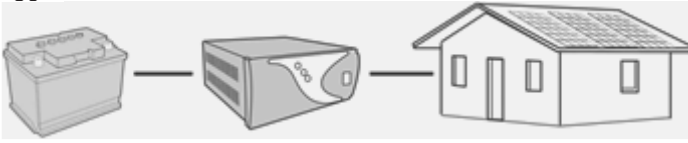


8. დაამონტაჟეთ მზის პანელები წინასწარ მომზადებულ კონსტრუქციებზე, შესაბამისი დახრის კუთხით (15°) და სახით სამხრეთისკენ;

9. დააკავშირეთ მზის პანელები სასურველი კავშირის ტიპის შესაბამისად (მიმდევრობითი/ პარალელური);

10. დააკავშირეთ აკუმულატორები სასურველი კავშირის ტიპის შესაბამისად (მიმდევრობითი/ პარალელური);

სისტემა



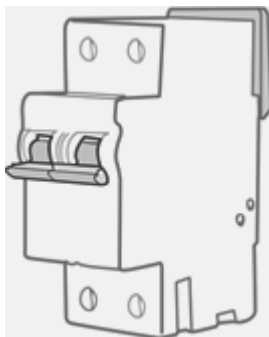
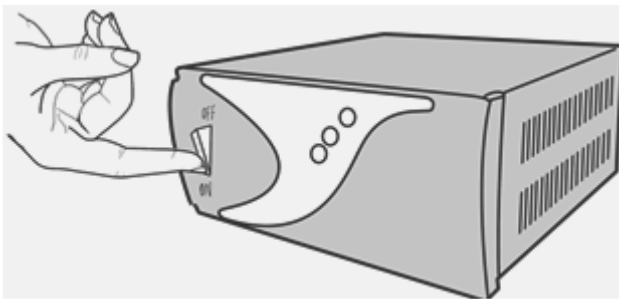
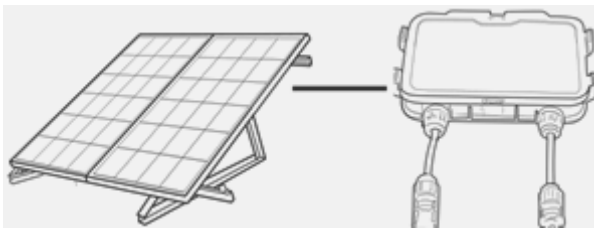
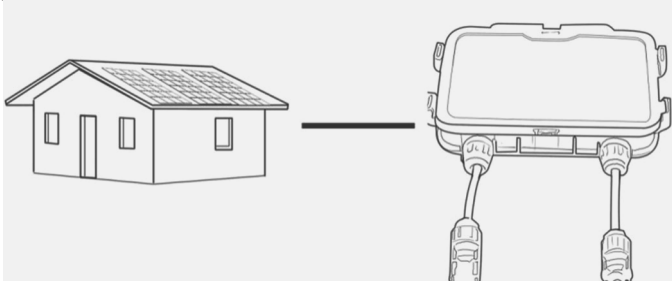
11. თუ მოცემულია ცვლადი დენის (AC) სისტემა, დააკავშირეთ აკუმულატორები ინვერტორთან. დარწმუნდით, რომ ინვერტორის გამომავალი გამომრთველი გათიშულია, ანუ „OFF“ პოზიციაში;

12. ცვლადი დენის (AC) სისტემისთვის დაუკავშირეთ ინვერტორის გამომავალი სადენი სახლის გამანაწილებელ ფარს. იყავით ფრთხილად და დარწმუნდით, რომ მხოლოდ შესაბამისი სქემებია დაკავშირებული;

13. დარწმუნდით, რომ ამომრთველი გამორთულ, „OFF“, პოზიციაშია;

14. დააკავშირეთ აკუმულატორი და დამუხვების კონტროლერი;

მუდმივი დენის სისტემა



15. თუ სისტემა მუდმივი დენის (DC) დატვირთვისგან შედგება, შეაერთეთ ასეთი დატვირთვები დამუხტვის კონტროლერთან;

16. დააკავშირეთ მზის პანელების მასივი დამუხტვის კონტროლერთან;

17. ჩართეთ ინვერტორი, დააჭირეთ ღილაკს "ON";

18. ჩართეთ გამანაწილებელი დაფის ამომრთველი; დააჭირეთ ღილაკს "ON".

7. ტექნიკური მომსახურება და დიაგნოსტიკა

მოდულის შესახებ

მზის სისტემის ინსტალაციის დასრულების შემდეგ, მნიშვნელოვანია დარწმუნდეთ, რომ სისტემა ადეკვატურად ფუნქციონირებს და პერიოდულად მონიტორინგს უნდა უზრუნველყვეთ შესაძლო გაუმართაობის მინიმუმამდე შესამცირებლად. გაუმართაობის შემთხვევაში შესაბამისი გადამწყვეტილებების მიღებისა და განხორციელების პასუხისმგებლობა სათანადო ფუნქციონირების აღსადგენად ეკისრება სისტემის ინსტალატორს.

ეს მოდული აღწერს ტექნიკური მომსახურების აქტივობებს, რომლებიც საჭიროა მზის ფოტოელექტრული სისტემის გამართული მუშაობის უზრუნველსაყოფად. ის ასევე აღწერს გადაჭრის გზებს იმ ხშირად წარმოშობილი პრობლემებისთვის, რომლებსაც სტუდენტები აწყდებიან მუშაობის პროცესში.

სწავლის შედეგები

მოდულის დასასრულს მონაწილე შეძლებს:

- მზის სისტემის თითოეული კომპონენტის ტექნიკური მომსახურებისთვის საჭირო ნაბიჯების ახსნას;
- მზის ფოტოელექტროგარდამქმნელი სისტემის სხვადასხვა კომპონენტის ტექნიკური მომსახურების პროცედურის განსაზღვრას;
- სხვადასხვა ფოტოელექტრული გარდამქმნელი სისტემის გამოცდის პროცედურის განსაზღვრას;
- ტექნიკური მომსახურებისა და შეკეთებისთვის საჭირო სხვადასხვა ტიპის ხელსაწყოების /დანადგარების იდენტიფიცირებას.

7.1 აკუმულატორების ტექნიკური მომსახურება

აკუმულატორების ტექნიკური მომსახურება

სისტემის გამართული მუშაობის მაქსიმალურად გასაგრძელებლად აუცილებელია შესაბამისი ტექნიკური მომსახურება! საბედნიეროდ, ბენზინის/დიზელის გენერატორებთან შედარებით, მზის ელექტროსისტემები ნაკლებ მოვლას საჭიროებს.

რეგულარულად შეამოწმეთ და განმინდეთ აკუმულატორები!

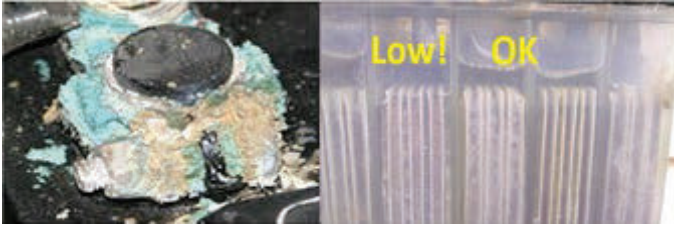
ვიზუალური შემოწმება უნდა ჩატარდეს თვეში ერთხელ აკუმულატორის საცავის ზოგადი მდგომარეობის შესაფასებლად. მიაქციეთ ყურადღება:

- ▶ კოროზიის აკუმულატორის ტერმინალებზე;
- ▶ დნობის ნიშნებს აკუმულატორის კორპუსზე;
- ▶ ელექტროლიტების გაჟონვის ნიშნებს;
- ▶ ელექტროლიტის დონეს
- ▶ თხევად მუავა-აკუმულატორებში.

აკუმულატორის მოვლა ყველაზე მნიშვნელოვანია ტექნიკური მომსახურებებიდან. არასათანადო მოვლა-შენახვამ შესაძლოა გამოიწვიოს სისტემის გაუმართაობა ან, უარეს შემთხვევაში, გახდეს ადამიანის ფიზიკური დაზიანებისა და ზოგიერთ შემთხვევაში სიკვდილის მიზეზი;

აკუმულატორის ტექნიკური მომსახურება უნდა განხორციელდეს (ჩატარდეს) ყოველთვიურად.

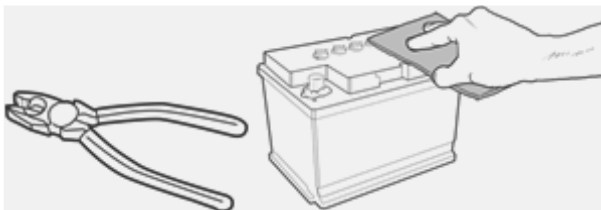
1. ყოველთვის გეკეთოთ დამცავი სათვალე;
2. ატარეთ ხელთათმანები იზოლაციისთვის და აკუმულატორის მუავასთან კონტაქტის თავიდან ასაცილებლად;
3. ყოველთვის გამოიყენეთ იარაღები იზოლირებული სახელურებით.



კოროზირებული აკუმულატორის ტერმინალი (მარცხნივ);
ელექტროლიტის დონე (მარჯვნივ).

დატბორილ ბატარეებზე ელექტროლიტის დონის შემოწმება შესაძლებელია თავსახურის მოხსნით ან გვერდიდან შეხედვით, თუ კორპუსი გამჭვირვალეა. სითხე მთლიანად უნდა ფარავდეს ფირფიტებს, მაგრამ დარჩეს თავსახურის კიდის ქვემოთ (იხ.: აკუმულატორის მოხმარების სახელმძღვანელო). ფირფიტები არასდროს უნდა იყოს ჰაერთან შეხებაში და არ უნდა გაშრეს.

თუ საჭიროა შევსება, გამოიყენეთ მხოლოდ გამოხდილი წყალი - არავითარი ონკანის წყალი და აკუმულატორის მუავა!



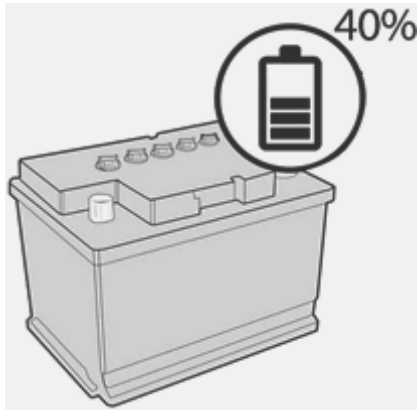
არასდროს მოწიოთ სიგარეტი აკუმულატორთან
ან მიაახლოოთ ალი!

შეამოწმეთ აკუმულატორის ძაბვა

უმეტეს შემთხვევებში, შეგხვდებით მხოლოდ მშრალი ბატარეები (არ სჭირდება ტექნიკური მომსახურება). ბატარეის დამუხტვის დონის (SoC) დასადგენად ყველაზე მოსახერხებელი გზა მისი ძაბვის გაზომვა.

4. აკუმულატორის ტერმინალიდან კოროზიის მოსაშორებლად გამოიყენეთ ლითონის ქლიბი ან ზუმფარა;
5. შეამოწმეთ გადაბმების სიმჭიდროვე;
6. გაასუფთავეთ ბატარეის ყველა ზედაპირი ჭუჭყისა და ტენიანობისგან;
7. შეამოწმეთ ელექტროლიტების დონე დატბორილ ბატარეებში;
8. გაათანაბრეთ ბატარეები ყოველთვიურად; გაითვალისწინეთ გაათანაბრების ძაბვა და ბატარეის ტიპი;
9. მიიტანეთ ძველი ბატარეები გადასამუშავებლად; არასდროს გადაყაროთ ისინი ჩვეულებრივ ნარჩენებთან ერთად და არ დატოვოთ გარეთ (ბუნებაში).

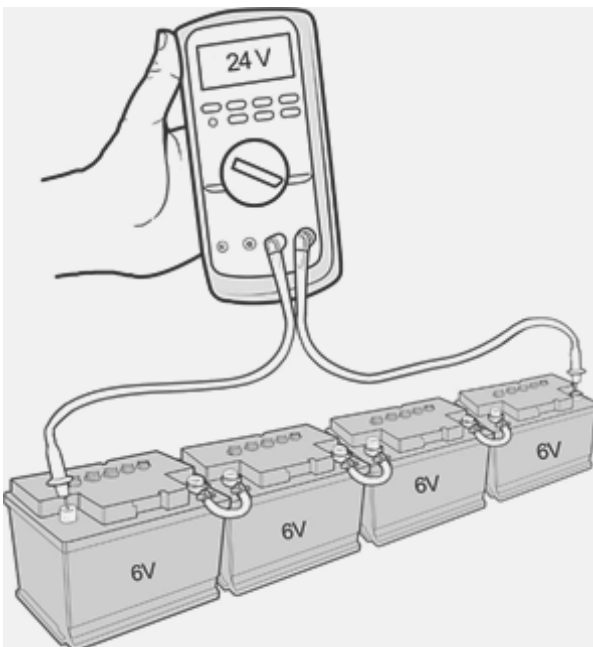
ძაბვა იზომება ვოლტმეტრის გამოყენებით. ვოლტმეტრი დაკავშირებული უნდა იყოს ბატარეის უარყოფით და დადებით ტერმინალებთან.



60% DoD = 40% SoC

ბაზარზე ხელმისაწვდომი ბატარეების ყველაზე გავრცელებული ტიპები არის 12 V და 6 V ტყვია-მუავის ბატარეები. ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი გვიჩვენებს მოსალოდნელ მაჩვენებლებს დატენის სხვადასხვა დონეზე.

დამუხტვის დონე	12 V ბატარეა	6 V ბატარეა
100%	12.9	6.45
75%	12.7	6.35
50%	12.5	6.25
25%	12.3	6.15
0%	12.0	6.0



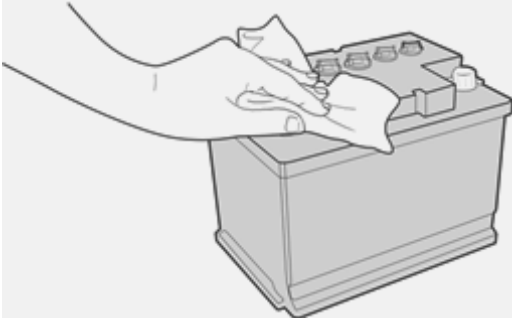
24 V-იანი აკუმულატორული ბატარეა (ოთხი 6V-იანი ბატარეა)
40%-იანი დამუხტვის მაჩვენებლით (SoC)

დამუხტვის დონე (SOC)

დამუხტვის დონე აჩვენებს პროცენტს ბატარეის სიმძლავრისა და გამოსაყენებელი ენერჯის დონეს 12 V აკუმულატორისთვის, რომელიც 48 V აკუმულატორულ ბატარეაშია გამოყენებული. 100%-იანი დამუხტვისას (SoC) უნდა ელოდოთ ძაბვის წაკითხვას 51.6 V-ზე;

დამუხტვის დონე (SoC) შეიძლება გამოვლინდეს გონივრული სიზუსტით მხოლოდ კარგი ხარისხის მულტიმეტრის გამოყენებისას, რომელსაც შეუძლია ზუსტად აღმოაჩინოს მცირედი განსხვავებები ძაბვაში.

აკუმულატორის ტექნიკური მომსახურების მოსამზადებელი სამუშაოები



მუშაობის დაწყებამდე განმინდეთ აკუმულატორის ზედაპირი



პირველადი დახმარების ყუთი დაზიანებების სამკურნალოდ

- ▶ საჭიროა აკუმულატორის იზოლირება მზის პანელების დენის წყაროდან გათიშვით და გამავალი დატვირთვის გამორთვით;
- ▶ მშრალ-ქილებიან ბატარეებთან მუშაობისას საჭიროა მხოლოდ ტერმინალების განმინდა და კოროზიის შემოწმება;
- ▶ სველ-ქილებიან ბატარეებთან მუშაობისას თავსახურები უნდა იყოს დალუქული, მჭიდროდ მოჭერილი, უჭრედების ჭუჭყისგან დასაცავად;
- ▶ ყოველთვის თან იქონიეთ პირველადი დახმარების ყუთი;
- ▶ მუავას დაღვრის შემთხვევისთვის ყოველთვის გქონდეთ გვერდით საკვები სოდისა და წყლის ნაბავი.

7.2. მზის პანელის ტექნიკური მომსახურება

მზის პანელის მასივის ტექნიკური მომსახურება

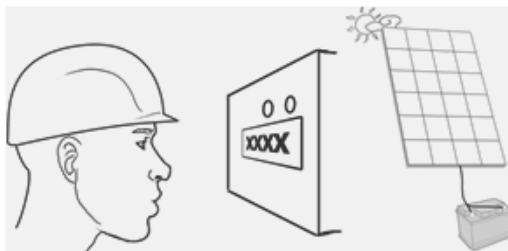
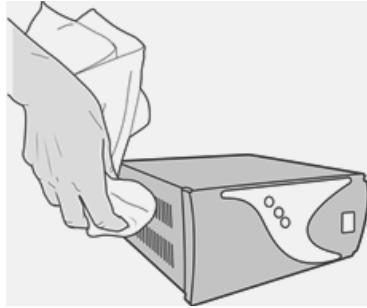
არსებობს გავრცელებული მცდარი მოსაზრება, რომ მზის პანელები არ საჭიროებს მოვლას. ეს ასე არ არის! მზის პანელების ოპტიმალური მუშაობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა გარკვეული მომსახურება.



1. ყოველწლიურად შეამოწმეთ მასივის სამონტაჟო სტრუქტურების მდგომარეობა. მზის პანელის დასამაგრებლად გამოყენებული ჭანჭიკები და ჩარჩოები ვიზუალურად უნდა დაათვალიეროთ, ხომ არ არის დაჟანგული. ასევე დარწმუნდით, რომ ისინი მყარად არის დამაგრებული. შეამოწმეთ, ხომ არ იყო ქურდობის მცდელობები (ყველა ნაწილი თავის ადგილზეა თუ არა);

7.3. ინვერტორისა და დამუხტვის კონტროლერის ტექნიკური მომსახურება

ვინაიდან ეს კომპონენტები თითქმის არ შედგება მოძრავი ნაწილებისგან და არ აქვს შეხება არც ქიმიკატებთან და არც გარემოსთან, მათი მოვლა შედარებით მარტივია.



ინვერტორისა და დამუხტვის კონტროლერის მოვლა უნდა განხორციელდეს აკუმულატორის საცავის შემონმებისას, თვეში ერთხელ.

მოვლისთვის საჭირო აქტივობები:

1. შეამოწმეთ, რომ გადაბმები მჭიდროდაა დაფიქსირებული. გამოიყენეთ მშრალი ქსოვილი დაგროვილი ჭუჭყისა და მტვრის გასაწმენდად, ყველა ზედაპირიდან და სავენტილაციო სისტემიდან;
2. ვიზუალურად შეისწავლეთ ყველა ინდიკატორი და დისპლეი(ეკრანი), რათა დარწმუნდეთ, რომ მზის პანელის მასივი მუხტავს (ტენის) აკუმულატორის საცავს.

7.4. სადენების და კავშირების ტექნიკური მომსახურება



მღრღნელების ნაკბენები სადენზე

სისტემის კომპონენტების დამაკავშირებელი სადენებისა და გაყვანილობის მოსავლელად გააკეთეთ შემდეგი:

1. შეამოწმეთ ყველა პანელი და კოლოფი, მღრღნელების ან მწერების შეჭრის ნიშნები არ აღენიშნებოდეს; შეამოწმეთ გადაბმების სიმჭიდროვე და ასევე, რამდენად დაცულია წყლისგან;
2. შეამოწმეთ ყველა ჩამრთველისა და ამომრთველის ეფექტურობა ჩართვისა და გამორთვის დროს; გადართვისას არ უნდა ჩნდებოდეს ნაპერწკალი;
3. შეამოწმეთ კოროზიის ან დნობის ნიშნები კაბელსა და მათი შეერთების წერტილებზე;
4. შეამოწმეთ, სადენებზე მღრღნელების ნაკბილარები ხომ არ არის;
5. შეძლებისდაგვარად, ვიზუალურად შეამოწმეთ ყველა საკაბელო არხი და საყრდენები, არ იყოს გაცვეთილი;
6. დარწმუნდით, რომ დამინების ყველა გადაბმა ხელუხლებელია.

7.5. ტექნიკური მომსახურების გრაფიკი



საბედნიეროდ, ზოგიერთი ტექნიკური დავალება შეიძლება შეასრულოს სისტემის მფლობელმა. ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი გვიჩვენებს მზის სისტემის ტექნიკური სამუშაოების სიხშირეს.

მოვლის სამუშაო	ყოველდღიური	ყოველკვირეული	ყოველთვიური	3 თვეში	6 თვეში
ბატარეები			X		
მზის პანელების მასივი	ამინდის მიხედვით: ყოველდღიურად, კვირაში ან თვეში ერთხელ				
ინვერტორი			X		
დამუხტვის კონტროლერი			X		
სადენები და გაყვანილობა (ვიზუალური დათვალიერება)			X		

7.6. დიაგნოსტიკა

ხარვეზის აღმოჩენა

პრობლემების მოგვარების დეტალურ პროცესამდე დაიწყეთ სისტემის მფლობელის/ოპერატორისთვის ამ კითხვების დასმით, რაც დაგეხმარებათ პრობლემის მარტივად იდენტიფიცირებაში:

- ▶ ბოლო დროს მოღრუბლული ამინდი იყო? მზის ნაკლები შუქი ნიშნავს, რომ სისტემა გამოიმუშავებს ნაკლებ ენერჯიას, ვიდრე დატვირთვა მოიხმარს.
- ▶ სისტემა ახალი დამონტაჟებულია? ახალ სისტემაში ხარვეზები შეიძლება გამოწვეული იყოს გაუმართავი კომპონენტებით ან არასწორი ინსტალაციით;
- ▶ მოხდა თუ არა უახლოეს წარსულში რამე ცვლილება სისტემის გაყვანილობაში?
- ▶ ხომ არ დაგიმატებიათ ახალი დატვირთვა, რომელიც არ იყო თავდაპირველი სისტემის დიზაინის ნაწილი?
- ▶ რამდენი წლისაა ბატარეები? რა მდგომარეობაშია ისინი? შეუძლიათ თუ არა საჭირო მუხტის შენარჩუნება?
- ▶ მცველები და ამომრთველები გამართულად მუშაობს? როდესაც დამცავები განწყვეტილია, შეამოწმეთ მიზეზი (მაგ.: მოკლე ჩართვა) დამცავის შეცვლამდე?
- ▶ ყველა სადენი უსაფრთხოდ არის დაკავშირებული? არის რაიმე ხილული კოროზია ან გაშიშვლებული სადენი?
- ▶ მოდულები ხომ არ არის მტვრიანი ან დაჩრდილული?

მზის სისტემებში სხვადასხვა კომპონენტთან მიმართებით შეიძლება გამოვლინდეს სხვადასხვა გაუმართაობა. ხშირი ხარვეზებია:

- ▶ ბატარეის დაბალი მუხტი;
- ▶ დამუხტვის შეფერხება მზის მოდულებიდან;
- ▶ ინვერტორის მუშაობის შეწყვეტა;
- ▶ დამცავების და ამომრთველების გამორთვა.

შესაძლო მიზეზები**გამოსავალი**

ინვერტორის ჩამრთველი ON/OFF გამორთულ მდგომარეობაშია

ჩართეთ ინვერტორი

მოკლე ჩართვა ცვლადი დენის წრედში

ამოართეთ ცვლადი დენის წრედი და მასთან მიერთებული მომხმარებლები;
ამოაერთეთ და ხელახლა შეაერთეთ მუდმივი დენის სადენები ინვერტორიდან; შეამოწმეთ გამომავალი ძაბვა; დააერთეთ ცვლადი დენის წრედი და ცალ-ცალკე (ერთი მეორის შემდეგ) დააერთეთ ცვლადი დენის მომხმარებლები ცვლადი დენის წრედთან.

ინვერტორი გადატვირთულია

ამოართეთ ცვლადი დენის მომხმარებლები ერთი მეორის შემდეგ;
ამოაერთეთ და ხელახლა შეაერთეთ მუდმივი დენის სადენები ინვერტორიდან;
შეამოწმეთ გამომავალი ძაბვა;
შეამოწმეთ ცვლადი დენის მომხმარებლების სიმძლავრეები; დააერთეთ ცვლადი დენის მომხმარებლები ცვლადი დენის ქსელთან ერთი მეორის შემდეგ.

ინვერტორი გადახურებულია

ამოართეთ ცვლადი დენის წრედთან მიერთებული მომხმარებლები; ადროვით ინვერტორს გაგრილება; შეამოწმეთ ინვერტორის ვენტილატორი; შეამოწმეთ ცვლადი დენის მომხმარებლების სიმძლავრეები; დააერთეთ ცვლადი დენის მომხმარებლები ცვლადი დენის ქსელთან ერთი მეორის შემდეგ.

აკუმულატორული ბატარეის დაბალი ძაბვა

გაზომეთ აკუმულატორული ბატარეის ძაბვა. იხელმძღვანელეთ „ბატარეის დაბალი მუხტი“ მითითებებით.

პუბლიკაცია დაიბეჭდა შვედური საერთაშორისო განვითარების თანამშრომლობის სააგენტოს (Sida) ინკლუზიური და მწვანე ეკონომიკის განვითარების პროგრამა RECONOMY-ს ფარგლებში, რომელსაც ახორციელებს შვეიცარიული ურთიერთთანამშრომლობის ორგანიზაცია HELVETAS, ენერგოეფექტურობის ცენტრი საქართველოსა და აღმოსავლეთ პარტნიორობისა და დასავლეთ ბალკანეთის ქვეყნების სხვა პარტნიორებთან ერთად.

This material was printed by RECONOMY—an inclusive and green economic development program of the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida), implemented by HELVETAS Swiss Intercooperation in partnership with the Energy Efficiency Centre Georgia and others in the Eastern Partnership and the Western Balkan countries.

