



# FOTOELEKTRISKO SISTĒMU UZSTĀDĪŠANAS VADLĪNIJAS

(MIKROĢENERĀCIJAS IETVAROS)



LATVIJAS ELEKTROENERĢĒTIĶU UN ENERGOBŪVNIĒKU ASOCIĀCIJA  
Specializētais sertifikācijas centrs

1. versija 01.09.2023.

# SATURA RĀDĪTĀJS

Lietotie saīsinājumi un termini	3
Ievads	4
Fotoelektriskās sistēmas	6
Fotoelektrisko sistēmu zemēšana un ēkas zibensaizsardzības sistēmas	14
Fotoelektrisko sistēmu uzstādīšana	18
Fotoelektrisko sistēmu projektēšana, piemēri	21
Fotoelektrisko sistēmu nodošana ekspluatācijā, uzraudzība un atbildība	24



## LIETOTIE SAĪSINĀJUMI UN TERMINI

1. **FES – fotoelektriskā sistēma.**
2. **FEP – fotoelektriskais panelis.**
3. **SS – sadales sistēma:** enerģijas sadales tīkls vai cauruļvadu sistēma ar visiem sadales funkciju veikšanai nepieciešamajiem energoapgādes komersanta objektiem, kurus izmanto enerģijas transportēšanai no pārvades sistēmas līdz lietotāja energoapgādes sistēmas piederības robežai.
4. **SSO – sadales sistēmas operators:** energoapgādes komersants, kas sniedz enerģijas pārvades vai sadales, dabasgāzes uzglabāšanas vai sašķidrinātās dabasgāzes pakalpojumus.
5. **Mikroģenerators** – elektroenerģijas ražošanas iekārta, ar vienas vai trīs fāžu zemspriegumu un darba strāvu līdz 16 A.

**Zibensaizsardzības sistēma** (*lightning protection system LPS*) – vienota sistēma, ko izmanto, lai samazinātu fiziskos bojājumus, kādus būvei var nodarīt zibensizlāde.

**Ārējā zibensaizsardzības sistēma** (*external lightning protection system*) – zibensaizsardzības sistēmas daļa vai atsevišķa sistēma, kurā ir zibens uztvērējsistēma, zibens novedējsistēma un zibens zemētājsistēma.

**Iekšējā zibensaizsardzības sistēma** (*internal lightning protection system*) – zibensaizsardzības sistēmas daļa, kas sastāv no potenciālu izlīdzinātājsavienojumiem un/vai elektriskās izolācijas attiecībā pret ārējo zibensaizsardzības sistēmu.

**Zibens uztvērējsistēma** (*air-termination system*) – ārējās zibensaizsardzības sistēmas daļa, kurā tiek izmantoti tādi metāla elementi, kā stieņi, troses vai režģi, kas paredzēti zibens tiešai uztveršanai.

**Zibens novedējsistēma** (*down-conductor system*) – ārējās zibensaizsardzības sistēmas daļa, kas paredzēta zibensstrāvas novadīšanai no zibens uztvērējsistēmas līdz zemētājsistēmai.

**Zibens zemētājsistēma** (*earth-termination system*) – ārējās zibensaizsardzības sistēmas daļa, kas paredzēta zibensstrāvas novadīšanai un izkliedēšanai zemē.

**Zibensizlādes potenciālu izlīdzināšana** (*lightning equipotential bonding*) – zibensaizsardzības sistēmas tieša vai ar pārspriegumaizsardzības ierīcēm pastarpināta savstarpēji saistīta metāla daļu savienošana, kas paredzēta zibensstrāvas izraisītās potenciālu starpības samazināšanai.

**Potenciālu izlīdzinātājkopne PIK** (*bonding bar*) – metāla kopne, kurai var tikt pievienotas instalācijas metāla daļas, ārējās vadītājdaļas, kā arī elektroapgādes, telekomunikāciju un citas ar zibensaizsardzības sistēmu saistītās līnijas.

**Potenciālu izlīdzinātājvads** (*bonding conductor*) – vads, ar kuru savstarpēji nesaistītas vadītājdaļas pievieno zibensaizsardzības sistēmai.

**Bīstama dzirksteļošana** (*dangerous sparking*) – zibens spēriena izraisīta dzirksteļizlāde, kas aizsargājamā būvē izraisa fiziskus bojājumus.

**Atdalītājattālums** (*separation distance*) – attālums, kas ir pietiekams, lai starp divām vadītājdaļām nerastos bīstama dzirksteļošana.

**Pārspriegumaizsardzības ierīce PAI** (*surge protective device SPD*) – pārejas pārspriegumu ierobežošanai un zibensstrāvas impulsu novadīšanai paredzēta ierīce ar vismaz vienu nelineāru elementu.

# IEVADS

Atbilstoši Nacionālā enerģētikas un klimata plānam 2021. – 2030. gadam (<https://www.em.gov.lv/lv/nacionalais-energetikas-un-klimata-plans>), ir jānodrošina resursu, un it īpaši, fosilu un neilgtspējīgu resursu patēriņa būtisku samazināšanu un vienlaicīgu pāreju uz ilgtspējīgu, atjaunojamu un inovatīvu resursu izmantošanu, nodrošinot vienlīdzīgu pieeju energoresursiem visām sabiedrības grupām.

Viens no populārākajiem atjaunojamu resursu veidiem ir saules enerģija. Šīs enerģijas izmantošanas veids strauji attīstās Latvijas Republikā, sākot ar 2011. gadu.

Vadlīnijas paredzētas plašam profesionāļu un ieinteresēto personu lokam – speciālistiem un būvspeciālistiem elektroenerģētikas jomā, nekustamo īpašumu pārvaldītājiem un īpašniekiem, valsts un pašvaldību institūcijām.

Vadlīnijas ir balstītas uz citu valstu pieredzi, pieejamajiem pētījumiem un normatīvajiem dokumentiem. Izstrādātās vadlīnijas veicina vienotu izpratni par normatīvo aktu prasībām atjaunojamo energoresursu izmantošanā un energobūvniecībā Latvijas Republikas teritorijā.

## NORMATĪVIE AKTI UN STANDARTI

### Normatīvie akti

Ministru kabineta noteikumi Nr.294	Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 261-15 "Ēku iekšējā elektroinstalācija"
Ministru kabineta noteikumi Nr.238	Ugunsdrošības noteikumi
Ministru kabineta noteikumi Nr.253	Atsevišķu inženierbūvju būvnoteikumi
Ministru kabineta noteikumi Nr.574	Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 008-14 "Inženiertīklu izvietojums"
Ministru kabineta noteikumi Nr.1041	Noteikumi par obligāti piemērojamo energostandartu, kas nosaka elektroapgādes objektu ekspluatācijas organizatoriskās un tehniskās drošības prasības

### Eirokodeksu saimes standarti

LVS EN 1991 LVS EN 1993 LVS EN 1995	Iedarbes uz konstrukcijām, sniega slodzes, vēja slodzes, tērauda konstrukciju projektēšana, koka konstrukciju projektēšana
---	--

### Piemērojamie standarti LBN 261-15 prasību izpildei

LVS HD 60364-7-712:2016	Zemsprieguma elektroietais. 7-712.daļa: Prasības īpašām ietaisēm vai vietām. Fotoelektriskās (PV) sistēmas
LVS CLC/TS 51643-32:2020	Zemsprieguma pārspriegumaizsardzības ierīces. 32.daļa: Fotoelementu iekārtu līdzsprieguma pusē slēgtas pārspriegumaizsardzības ierīces. Izvēles un lietošanas principi
LVS EN 61643-11:2018	Zemsprieguma pārspriegumaizsardzības ierīces. 11.daļa: Zemsprieguma sistēmās slēgtas pārspriegumaizsardzības ierīces. Prasības un testēšanas metodes (IEC 61643-11:2011, modificēts)
LVS EN 61643-21:2002	Zemsprieguma pārspriegumaizsardzības ierīces - 21.daļa: Telekomunikācijās un signalizācijas tīklos slēgtās pārspriegumaizsardzības ierīces - Veiktspējas prasības un testēšanas metodes

## Citi nacionālie standarti

LVS EN 62446-1:2016	Fotoelementu (PV) sistēmas. Testēšanas, dokumentācijas un ekspluatācijas prasības. 1.daļa: Tīklam pieslēgtas sistēmas. Dokumentācija, testēšana pirms nodošanas ekspluatācijā un inspicēšana (IEC 62446-1:2016)
LVS EN IEC 62446-2:2020	Fotoelementu (PV) sistēmas. Testēšanas, dokumentācijas un ekspluatācijas prasības. 2.daļa: Tīklam pieslēgtas sistēmas. PV sistēmu ekspluatācija (IEC 62446-2:2020)
LVS CEN/TR 16999:2019	Saules enerģijas sistēmas uz jumtiem. Prasības saules enerģijas paneļu konstruktīvajiem savienojumiem
LVS EN 62852:2015	Savienotāji līdzstrāvas lietojumam fotoelementu sistēmās. Drošuma prasības un testēšana (IEC 62852:2014)
LVS EN 50618:2015	Elektriskie kabeli fotoelektriskām sistēmām (BT(DE/NOT)258)
LVS EN IEC 63112:2021	Fotoelementu (PV) paneļi. Zemesslēguma aizsardzības iekārtas. Drošums un ar drošumu saistītās funkcijas (IEC 63112:2021)
LVS EN 60269-6:2011	Zemsprieguma drošinātāji. 6. daļa: Papildu prasības saules enerģijas fotoelektrisko sistēmu aizsardzībai paredzēto drošinātāju ieliktņiem (IEC 60269-6:2010 + 2010. gada decembra koriģējums)
LVS EN 61643-31:2019	Zemsprieguma pārspriegumaizsardzības ierīces. 31.daļa: Prasības un testēšanas metodes fotoelementu iekārtu pārspriegumaizsardzības ierīcēm (IEC 61643-31:2018, modificēts)
LVS EN 50549-1+AC:2022	Prasības elektrostacijām, kas paredzētas paralēlam darbam ar sadales elektrotīklu. 1.daļa: Pieslēgums zemsprieguma sadales tīklam. Piemērošanai līdz B tipa elektrostacijām ieskaitot
LVS EN 50549-2+AC:2022	Prasības elektrostacijām, kas paredzētas paralēlam darbam ar sadales elektrotīklu. 2.daļa: Pieslēgums vidsprieguma sadales tīklam. Piemērošanai līdz B tipa elektrostacijām ieskaitot
LVS EN 50160:2023 L	Publisko elektroapgādes tīklu sprieguma raksturlielumi
LVS EN 62305-4+AC:2021	Zibensaizsardzība. 4.daļa: Būvēs ierīkotas elektriskās un elektroniskās sistēmas (IEC 62305-4:2010)

## Starptautiskie standarti (nav pieejami LVS katalogā)

IEC 62548:2016	<i>Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements</i>
IEC TS 62738:2018	<i>Ground-mounted photovoltaic power plants - Design guidelines and recommendations</i>
IEC 61643-32:2017	<i>Low-voltage surge protective devices - Part 32: Surge protective devices connected to the d.c. side of photovoltaic installations - Selection and application principles</i>

**Aktīvo sistēmas operatoru saraksts – <https://www.sprk.gov.lv/content/pakalpojumu-sniedzaji-1>**

**Prasības un nosacījumi mikroģeneratoru pieslēgšanai – jānoskaidro pie attiecīgā SSO.**

**Vadlinijām nav saistoša rakstura, ar tām nav obligāti jāiepazīstas un jāievēro, bet gan var izmantot kā palīg līdzekli.**

# FOTOELEKTRISKĀS SISTĒMAS

## SAULES RADIĀCIJA

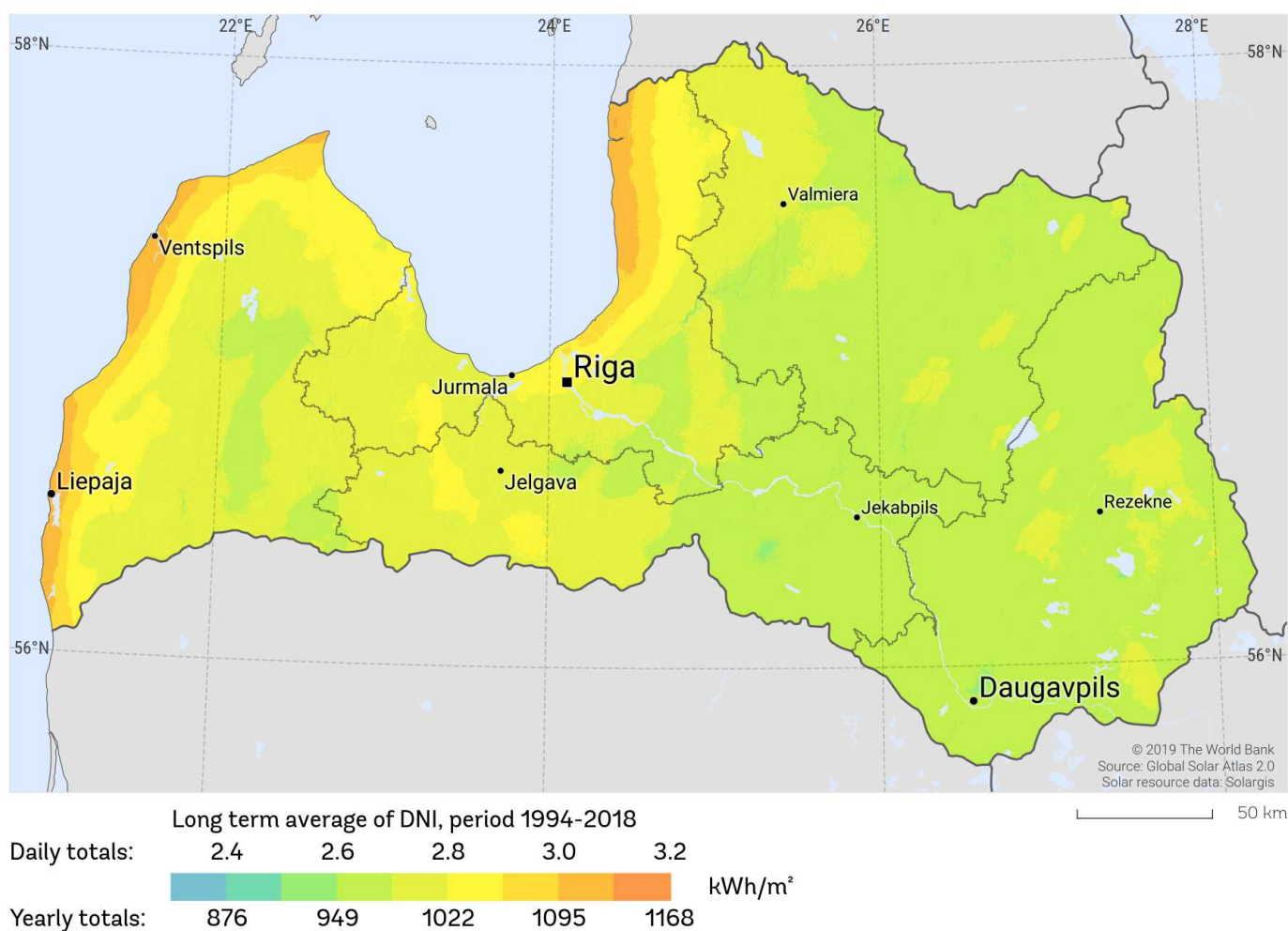
### SAULES RADIĀCIJAS DAUDZUMA NOTEIKŠANA

Lai izvērtētu FES būvniecību, ir jāpārbauda saules radiācijas daudzums (tiešais un izkliedētais). 1. attēlā ir uzrādīts saules radiācijas daudzums Latvijas teritorijā.

SOLAR RESOURCE MAP

## DIRECT NORMAL IRRADIATION

### LATVIA



1. attēls. Saules radiācijas daudzuma noteikšanas karte\*

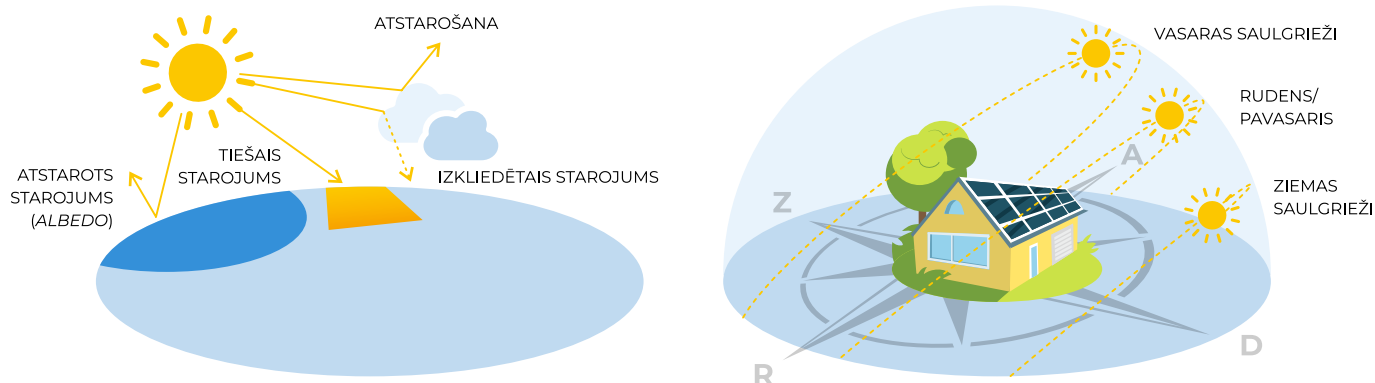
\*Avots: <https://globalsolaratlas.info/map?c=56.897004,24.609375,6&r=LVA> (skatīts 29.08.2023.)

## AZIMUTS UN LEŅĶIS PRET HORIZONTU, SEKOŠANAS SISTĒMAS

Latvijas apstākļiem optimālais leņķis, lai iegūtu maksimāli saražoto elektroenerģijas apjomu gada laikā no tiešā starojuma, ir robežās no 38° līdz 41° pret horizontu dienvidu virzienā. Mākoņainā laikā optimālāks ir 25° leņķis pret horizontu, jo sistēma darbojas no izkliedētās radiācijas.

Lai iegūtu augstāku saražotās elektroenerģijas pašpatēriņu, optimālāks ir austrumu/rietumu virziena risinājums (šajā gadījumā kopējais saražotais elektroenerģijas apjoms būs par 10 - 15% mazāks).

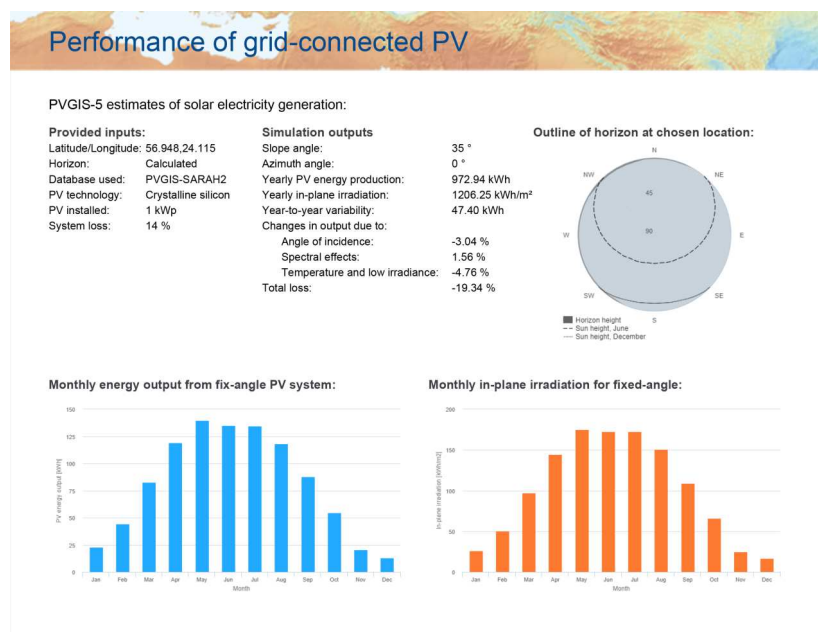
Abu iepriekš minēto sistēmu «plusus» var apvienot, izmantojot PV paneļu sistēmu ar sekošanas funkciju, tādā veidā iegūstot +10–15% ražību, salīdzinot ar dienvidu sistēmu.



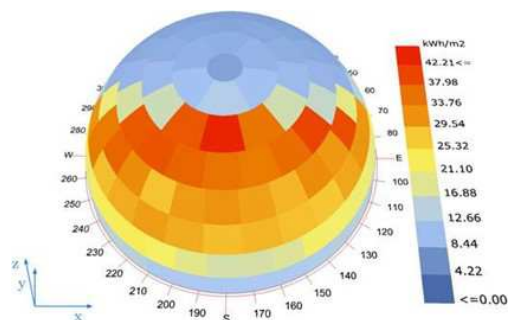
2. attēls. Azimutu noteikšanas ilustratīvā informācija

## PROGRAMMAS UN APRĒĶINI

FES produktivitātes aprēķināšanas programmas palīdz gūt pārliecību par FES izbūves pareizību un palīdz novērtēt FES efektivitāti. Programmas ļauj salīdzinoši precīzi aprēķināt saules stacijas veiktspēju visa gada garumā, ņemot vērā tās atrašanās vietu, izvietojumu attiecībā pret horizontu, blakus esošām ēkām un kokiem.



3. attēls. Piemērs aplēses programmai «PV GIS»\*



4 attēls. Aplēses programmas «GLOBAL SOLAR ATLAS» ekrānuņēmums\*\*

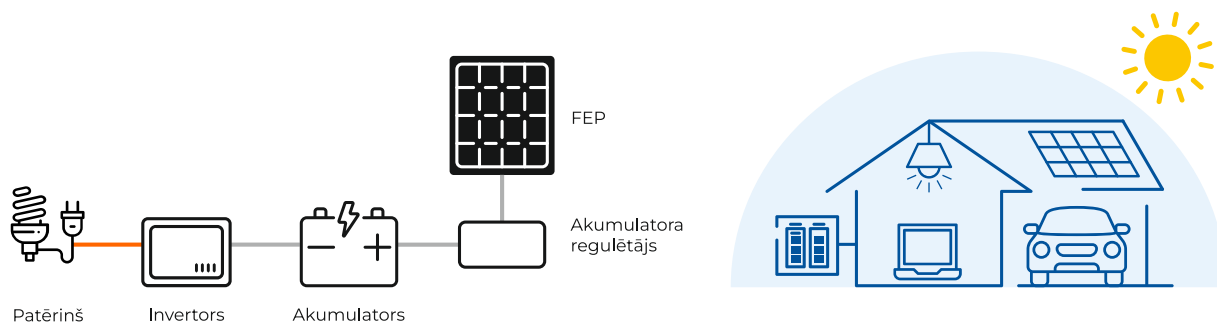
\*Avots: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) (skatīts 29.08.2023.).

\*\*Avots: <https://globalsolaratlas.info/map?c=56.897004,24.609375,6&r=LVA> (skatīts 29.08.2023.)

## FOTOELEKTRISKO SISTĒMU VEIDI

**AUTONOMĀ FES** - nodrošina pašpatēriņu bez pieslēguma ārējam tīklam. Vai autonoma FES, kura tīkla sprieguma neesamības gadījumā nodrošina ar elektroenerģiju būtiski svarīgos patērētājus.

**AUTONOMĀ FES AR AKUMULATORU BATERIJĀM** (5. att.), kas nozīmē, ka diennakts gaišajā laikā FES saražotās elektroenerģija pārpalikums, kas tajā momentā netiek patērēts tiek uzkrāts akumulatoru baterijās, no kurām tā tiek patērēta diennakts tumšajā laikā un laikā, kad FES sedz aizēnojums.

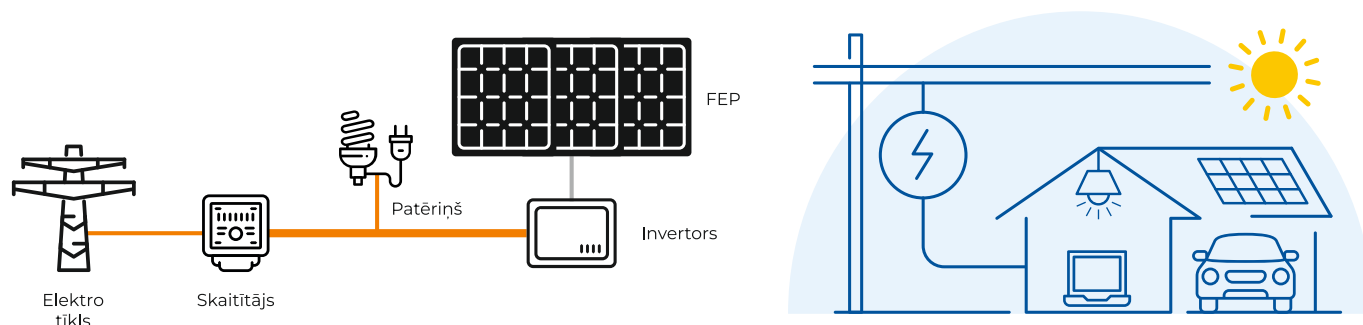


5. attēls. Autonomā FES risinājumi

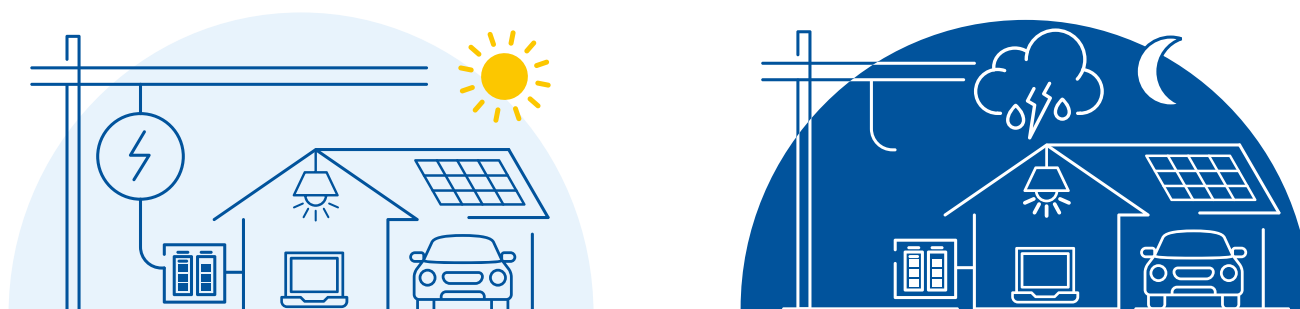
Autonomas sistēmas gadījumā ir rūpīgi jāizvērtē savi elektroenerģijas lietošanas paradumi un tie maksimāli jāpielāgo FES darbībai, lai maksimāli izmantotu saražoto elektroenerģiju tās ražošanas laikā, savukārt minimāli izmantotu to laikā, kad FES nedarbojas – nav nepieciešamais saules starojums. Jo efektīvāk izdosies salāgot patēriņu ar saražoto apjomu un mazināt patēriņu neražošanas laikā, jo mazākas un arī lētākas būs uzstādāmās akumulatoru baterijas. Tāpat ir jāveic nepieciešamo akumulatoru bateriju ietilpības aprēķins.

**TĪKLIKĻĀDES FES** (6., 7. att.) – pieslēgta ārējam elektriskajam tīklam, kur saražoto elektroenerģiju primāri izmanto pašpatēriņam un to, kas paliek pāri, nodod elektropārvades tīklā.

Šīs sistēmas var būt ar akumulāciju vai bez tās. Izplatītākie akumulācijas veidi: uzkrājot enerģiju akumulatoru baterijās vai izmantojot saražoto/neizmantoto elektroenerģiju, uzsildot apkures akumulācijas tvertni vai karstā ūdens tvertni.



6. attēls. Tīkļievades FES risinājumi

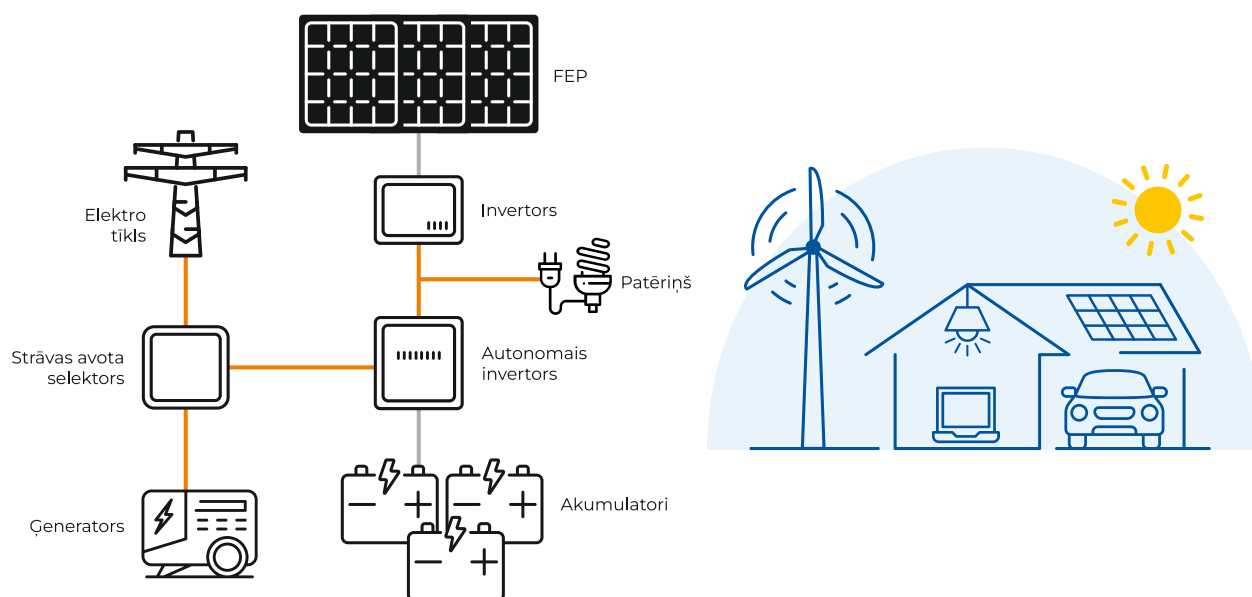


7. attēls. Tīkļievades FES ar akumulatoru risinājumi



Elektrotīkla sistēma kas ir savienota ar citu patstāvīgu elektroenerģijas avotu – pieslēgumu. Parasti tas ir AS «Sadales tīkls» pieslēgums pie kopējā elektrotīkla. Saražotais elektroenerģijas pārpalikums, kas netiek patērēts ražošanas brīdī, tiek nodots kopējā elektrotīklā. Savukārt, brīžos, kad elektroenerģijas patēriņš pārsniedz saražoto apjomu, tas tiek ņemts no kopējā elektrotīkla. Elektroapgādes pārtraukuma gadījumā ir iespējams nelielai slodzei, piemēram, avārijas apgaismojumam, cirkulācijas sūkņim, apkures sistēmai un tml., izmantot akumulatorus.

**KOMBINĒTĀS/HIBRĪDSISTĒMAS** (8. att.) – autonomās un tīklievades sistēmas tiek apvienotas. Dienas laikā saražotās un nepatērētās elektroenerģijas apjoms tiek uzkrāts akumulatoru baterijās, no kurām tas tiek patērēts neražošanas laikā. Savukārt izstrūkstošā elektroenerģija tiek saņemta no elektrotīkla. Kā papildus elektroenerģijas ražošanas avots šādā sistēmā var būt arī vēja ģenerators, neliels HES vai iekšdedzes dzinēja ģenerators. Šādas sistēmas priekšrocība varētu būt lielāka neatkarība no elektrotīkla pieslēguma un kopējās elektroenerģijas cenas, bet šāda sistēma ir arī krietni sarežģītāka un dārgāka.



8. attēls. Iespējami «hibrīdie» risinājumi (vairāki ģenerācijas avoti)

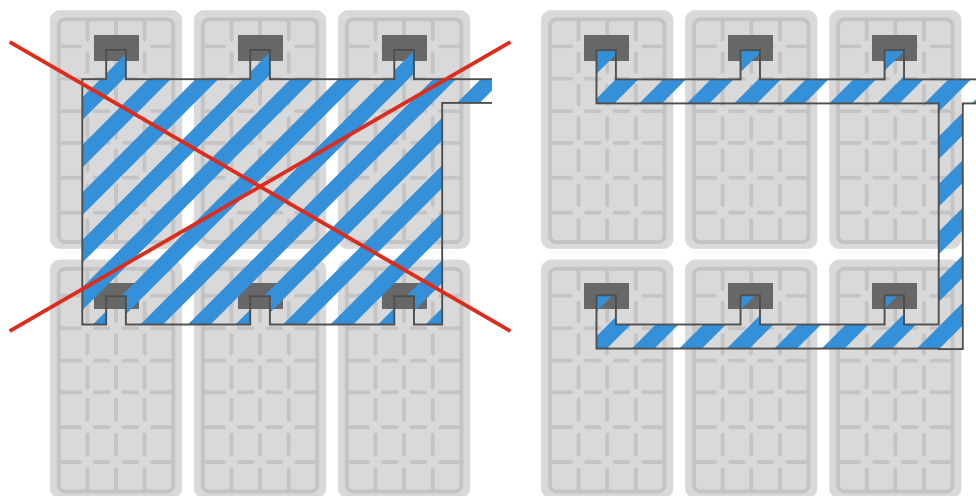
Kombinētas sistēmas gadījumā pieslēdzot FES kopējam elektrotīklam, ir jāsaņem atļauja/tehniskās prasības vai tehniskie noteikumi no SSO. Šajā gadījumā sistēmas operators pārbaudīs esošā elektro pieslēguma atbilstību FES jaudai, kā arī pārbaudīs sistēmas operatora elektrotīklu atbilstību FES elektroenerģijas saņemšanai. Nepieciešamības gadījumā operators izsniegs tehniskos noteikumus un pieprasīs veikt elektrotīklu pārbūvi FES jaudas saņemšanai. Šajā gadījumā var nākties izstrādāt būvprojektu sistēmas operatora tīklu pārbūves vajadzībām atbilstoši tehniskajos noteikumos noteiktajām prasībām.

## FOTOELEKTRISKO PANEĻU TIPI

CE atbilstības deklarācija (*Declaration of Conformity*), kas uzrāda, ka paneļi ir saskaņā ar Starptautiskās Elektrotehniskās komisijas (IEC) standartiem testēti, sertificēti un atbilst IEC 61215 (kristāliskā silīcija fotoelektriskie paneļi) vai IEC 61646 (terestriālie plānplēves fotoelektriskie paneļi), kā arī IEC 61730. IEC 61730 nosaka un apraksta paneļu konstrukcijas pamatprasības, lai nodrošinātu drošu elektrisko un mehānisko darbību. Šis sertifikāts ir obligāts fotoelektriskām sistēmām visā Eiropā. IEC 61215 un IEC 61646 sertifikācija pārbauda saules paneļus mākslīgi radītas spriedzes apstākļos, kas ietekmē PV moduļu degradāciju.

### FOTOELEKTRISKO PANEĻU VIRKNES/PARALĒLAIS SLĒGUMS (9.att.)

Slēdzot paneļus virknē neveidot cilpas, vienas virknes kabeļus novietot maksimāli tuvu vienu otram. Tas nepieciešams no zibensaizsardzības viedokļa, lai pērkona negaisa laikā neveidotos papildu spriegums virknē.



9. attēls. FES virknes slēguma montāžas piemēri

## KABEĻI, VADI, PIEDERUMI KABEĻIEM UN VADIEM

### ELEKTRISKIE KABEĻI FOTOELEKTRISKĀM SISTĒMĀM

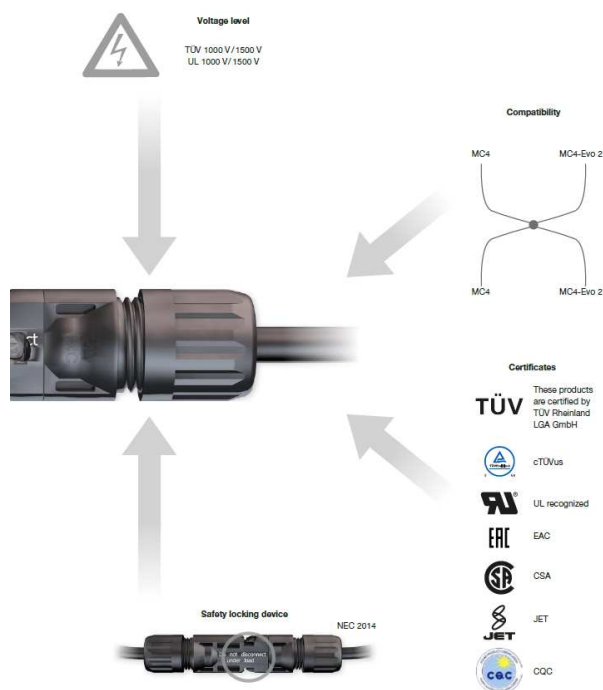
Līdzsprieguma (DC) kabeļiem jānodrošina atbilstība H1Z2Z2-K/LVS EN 50618:2015 standartam.

DC kabeļi: PV sistēmas projektēšanā īstermiņa izmaksu apsvērumi var ietekmēt neatbilstoša aprīkojuma izvēli un ilgtermiņā radīt drošības un veiktspējas problēmas. Veicot kabeļu šķērsgriezumu izvēli, ņemt vērā sekojošo kritēriju, līdzstrāvas sprieguma kritums – mazāks par 1%.

Maiņsprieguma (AC) kabeļa zudumi: lai nodrošinātu optimālu enerģijas atdevi, kabeļa zudumi visam zemsprieguma kabelim (no invertora līdz pieslēguma vietai pie SSO) nedrīkst pārsniegt 2%, ideālā gadījumā 1,5%.

### KABEĻU UN VADU PIEDERUMI JĀIZVĒLAS ATBILSTOŠI:

- kabeļa šķērsgriezumam;
- sprieguma līmenim (1000/1500V);
- tipa saderībai (piemēram, MC4 -MC4-Evo2) (dažādu tipu konektorus drīkst izmantot gadījumos, ja ražotājs norādījis to saderību);
- nepieciešamajai aizsardzības klasei (piemēram, IP68);
- atbilstībai standartiem.



10. attēls. FES kabeļu savienojuma piemērs

Kabeļu savienojumu un gala apdares montāža (10. att.) jāveic atbilstoši ražotāja norādījumiem, izmantojot speciālos instrumentus (11. att.).



11. attēls. Pielietojamo instrumentu piemērs

## DC (LĪDZSTRĀVAS TĪKLS) DROŠINĀTĀJI (12. att.)

DC drošinātāji FES paredzēti, lai nodrošinātu paneļu un invertoru aizsardzību pret paneļu bojājumu un atpakaļstrāvu virknē.

DC drošinātājus ir iespējams izmantot tikai gadījumā, ja pie viena drošinātāja pieslēgtas divas vai vairāk paralēli saslēgtas paneļu virknes, jo īsslēguma strāva vienā virknē gandrīz neatšķiras no darba strāvas virknē.

DC drošinātājam un drošinātāju pamatnēm jābūt atbilstošam spriegumam (līdz 1000 V).

Modernās fotoelektriskajās sistēmās neizmanto drošinātājus paneļu aizsardzībai, jo aizsardzība realizēta invertorā.



12. attēls. Piemērs pielietojamiem DC drošinātājiem un to pamatnēm\*

\*Avots: [https://www.etigroup.eu/images/userfiles/en-GB/documents/products/building\\_industry/Green\\_Protect.pdf](https://www.etigroup.eu/images/userfiles/en-GB/documents/products/building_industry/Green_Protect.pdf) (skatīts 29.08.2023.)

## MIKROĢENERATORI

Par mikroģeneratoru tiek uzskatīta elektroenerģijas ražošanas iekārta, piemēram, invertors, ģenerators (iekārta, kura pievadīto enerģiju pārvērš elektriskajā enerģijā, maiņstrāvas formā). Mikroģeneratori paredzēti maiņstrāvas elektroenerģijas ražošanai ar vienas vai trīs fāžu spriegumu un darba strāvu līdz 16A. Vienas fāzes elektrotīklā tas atbilst 3,7 kW, bet trīs fāžu elektrotīklā – 11,1 kW jaudai. Mikroģeneratora paralēlais darba režīms nodrošina divvirzienu elektroenerģijas apmaiņu starp lietotāja elektroietaisi un kopējo tīklu, primāri nodrošinot ar elektroenerģiju lietotāja tīklu (elektrība var plūst gan virzienā no elektrotīkla uz lietotāja elektroietaisi, gan otrādi).

### Mikroģeneratoram jāatbilst:

1. LVS EN 50549-1:2019 «Prasības elektrostacijām, kas paredzētas paralēlam darbam ar sadales elektrotīklu. 1.daļa: Pieslēgums zemsprieguma sadales tīklam. Piemērošanai līdz B tipa elektrostacijām ieskaitot».
2. «Tīkla kodeksa elektroenerģijas nozarē» (Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas padomes lēmums Nr.1/4) prasībām, t.sk. 7. pielikuma 3.–6. punkta prasībām.
3. Eiropas Komisijas 2016. gada 14. aprīļa Regulai Nr. 2016/631, kas ir pamatā kodeksam par ģeneratoriem piemērojamajām tīkla pieslēguma prasībām, t.sk. 13. panta prasībām.

### Mikroģeneratoram jānodrošina:

1. Prasības invertoru aizsardzības iestatījumiem:
  - a) sprieguma augšējā robeža 255 V ( $\leq 1,5$  s);
  - b) sprieguma apakšējā robeža intervālā 100 V - 195,5V ( $\leq 3$  s);
  - c) frekvences augšējā robeža intervālā  $\geq 52$  Hz ( $\leq 0,5$  s);
  - d) frekvences apakšējā robeža intervālā  $\leq 47,3$  Hz ( $\leq 0,5$  s);
  - e) ierobežotas frekvences jutīguma režīms – paaugstināta frekvence (LFSM–O) 50,2 Hz, 5%;
  - f) nesimetriskā sprieguma aizsardzība.
2. Automātiskā sinhronizācija.
3. Atslēgšanās no elektrotīkla gadījumos, kad tīkla operatora elektrotīklā nav sprieguma.
4. Automātiska atslēgšana no elektrotīkla invertora bojājuma gadījumā.

### Mikroģeneratoru pieslēgšana:

1. Mikroģeneratoru jāpieslēdz lietotāja iekšējos elektro tīklos. Starp mikroģeneratora invertoru un elektroenerģijas komercuzskaites mēraparātu jābūt uzstādītam automātslēdzim (vēlams ar B raksturlielni) ar nominālu ne lielāku par 16 A.
2. Ja paralēli pieslēgti vairāku mikroģeneratoru invertori, katrs ar savu tīkla aizsardzības iekārtu, tai jānodrošina savstarpēji saskaņota aizsardzības iekārtu darbība. Ja tiek pieslēgti vairāki vienfāzes mikroģeneratoru invertori, tos pieslēdz dažādām fāzēm tā, lai katrā fāzē pieslēdzamo mikroģeneratoru invertoru kopējā darba strāva nepārsniegtu 16 A.
3. Prasības automātslēdzīem mikroģeneratora pieslēguma vietā (maiņsprieguma pusē):
  - MSA (maksimālstrāvas aizsardzība starpfāžu īsslēgumu un virsstrāvu gadījumā);
  - ISA (īsslēguma strāvas aizsardzība tuvo starpfāžu īsslēgumu gadījumā).

## SISTĒMAS JAUDAS UN KONFIGURĀCIJAS NOTEIKŠANA

Aptuvens vienkāršākais sistēmas aprēķina veids: gada elektroenerģijas patēriņš dalīts ar 1000 ir invertora jauda maiņsprieguma pusē.

Piemēram, pie ikmēneša patēriņa 250kWh

$$250 \text{ kWh} \times 12 \text{ mēneši} = 3000 \text{ kWh/gadā}$$

$$3000 \text{ kWh/gadā} / 1000^* = 3 \text{ kW (AC)}$$

Ņemot vērā sistēmas zudumus un invertora jaudas lietderības koeficientu, DC puses «zelta likums»:

$$\text{Jauda AC} \times (1,1-1,2) = \text{DC (Wp)}$$

$$3 \times 1,2 = 3,6 \text{ kWp}^{**}$$

FEP virknes (summējas spriegums) un paralēlā (summējas strāva) slēguma aprēķins: ņemot vērā FEP īpašību, ka, palielinoties apkārtējai vides temperatūrai (t), samazinās ģenerētais spriegums un savukārt, pazeminoties temperatūrai, process ir pretējs. Aprēķinā jāiekļauj konkrētas ģeogrāfiskās vietas minimālās un maksimālās iespējamās temperatūras. Piemēram, nepareizi izvēlēts FEP skaits var radīt situāciju, ka vasarā karstākajā laikā sistēma pārstāj strādāt, jo FEP virknes slēgums nesasniedz minimālo nepieciešamo spriegumu invertora ieejā, un savukārt ziemā pie zemas temperatūras un augstas saules radiācijas (kas reizēm novērojams februāra/marta mēnešos) var novest pie sprieguma paaugstināšanās līdz līmenim, kurš var bojāt invertoru.

\* – koeficients (skatīt 1. attēlu)

\*\* – FES paneļu jauda (pīķjauda)

# FOTOELEKTRISKO SISTĒMU ZIBENSAIZSARDZĪBA UN PĀRSPRIEGUMAIZSARDZĪBA

Zibensizlāde ir viens no bīstamākajiem elektroinstalācijas draudiem, jo atmosfēras izlādes negaisa laikā var sasniegt pat vairākus simtus kiloampēru. Elektroinstalācijas bojājumi var rasties no tiešas vai netiešas zibensizlādes. Mūsdienās, neskatoties uz tehnoloģiskajiem uzlabojumiem, neviena ierīce nespēj novērst zibens veidošanos. Tomēr pareizi, atbilstoši LVS EN 62305 sērijas standartiem, ierīkota zibens un pārspriegumaizsardzība (ZPA) spēj samazināt potenciālos bojājumus līdz minimumam. Lai nodrošinātu efektīvu ZPA, ir nepieciešama koordinēta zibens uztvērējsistēma, novedējsistēma, zemētājsistēma, potenciālu izlīdzināšana, kā arī spēka un datu līniju pārspriegumaizsardzība.

## Zibensaizsardzības sistēmas nepieciešamība

Zibensizlādes atbrīvotā enerģija ir viens no biežākajiem ugunsgrēka cēloņiem, tāpēc ēkas un cilvēku aizsardzībai no tiešas zibensizlādes nepieciešams uzstādīt zibensaizsardzības sistēmu. FES projektēšanas stadijā ir jāizvērtē zibensaizsardzības sistēmas nepieciešamība un zibensaizsardzības klase. Atbilstoši LBN 261-15 "Ēku iekšējā elektroinstalācija" zibensaizsardzību obligāti paredz trešās grupas ēkās. Pārējos gadījumos zibensaizsardzības ierīkošanas nepieciešamību nosaka, ņemot vērā ēkas raksturlielumus un riska kritērijus, kas noteikti piemērojamā standartā LVS EN 62305-2:2020 "Zibensaizsardzība. 2. daļa: Riska pārvaldība (IEC 62305-2:2010, modificēts)". Pirms FES uzstādīšanas jāveic riska novērtējums.

## Zibens uztvērējsistēmas ierīkošana

Atbilstoši LVS EN 62305-3:2020 «Zibensaizsardzība. 3.daļa: Aizsardzība pret būvju bojājumiem un dzīvības briesmām (IEC 62305-3:2010, modificēts)» standartam zibens uztvērējsistēmas izvietojuma noteikšanai atļauts izmantot aizsargleņķa metodi, zibenslodes metodi un aizsargtīkla metodi. Detalizēta informācija par zibens uztvērējsistēmu izvietojumu dota LVS EN 62305-3:2020 A pielikumā. Ēkām, kurām uz jumta uzstādīta fotoelektriskā sistēma, lai novērstu pārmērīgu ēnojumu jāievēro noteikts attālums starp FES un zibens uztvērējsistēmu. Izklīdētās ēnas, piemēram, no gaisvadu līnijām būtiski FES un ražību. Tomēr nekustīgu ēnu gadījumā uz virsmas aiz objekta tiek mestas tumšas, skaidri iezīmētas ēnas, kas var ietekmēt FES ražību, tāpēc zibens uztvērējsistēma jāierīko tā, lai uz FEP netiktu mesta ēna. To var panākt, ievērojot pietiekamu attālumu, jo, palielinoties attālumam, ēnojums pakāpeniski samazinās. Zibens uztvērējstieņiem ar diametriem 10 un 16 mm, attālums, pēc kura ēnojums var neņemt vērā, attiecīgi ir 1,08m un 1,76 m.\*

## Zibensizlādes potenciālu izlīdzināšana

Aizsardzības pasākumu, kas nepieciešams, lai novērstu bīstamu pārspriegumu veidošanos zibensizlādes laikā, sauc par zibensizlādes potenciālu izlīdzināšanu. Lai samazinātu potenciālu starp diviem vadītājiem, tos savā starpā nepieciešams savienot. Zibensizlādes potenciālu izlīdzināšana jāierīko atbilstoši standarta LVS EN 62305-3:2020 6.2 punkta prasībām. Jāņem vērā, ka, ietverot iekšējās sistēmas potenciālu izlīdzināšanā, daļa zibensstrāvas var plūst pa tām, tāpēc ir svarīgi izvēlēties atbilstoša šķērsgriezuma potenciālu izlīdzinātārvadus. Minimālais vara vada šķērsgriezums potenciālu izlīdzinātārvadiem, kas nav tieši savienoti ar zibensaizsardzības sistēmu jābūt 6 mm<sup>2</sup>, kas ir pietiekoši inducētas zibensstrāvas vadīšanai, bet izlīdzinātārvadiem, kas ir savienoti ar zibensaizsardzības sistēmu – 16 mm<sup>2</sup>, lai tie spētu izturēt zibensstrāvas impulsu. Ja potenciālu izlīdzinātārvads var tikt uzskatīts kā zibens novedējsistēmas vadītājs, tad minimālais vara vadītāja šķērsgriezums ir 50 mm<sup>2</sup>.

\*Avots [1] DEHN + SÖHNE – *Lightning Protection Guide 3rd updated edition as of December 2014.* (skatīts 29.08.2023.)

## Atdalītājattālums

Uzstādot FES uz ēkas ar zibensaizsardzības sistēmu, jāievēro noteikts atdalītājattālums. Atbilstoši LVS EN 62305-3:2020 atdalītājattālums  $s$  ir attālums, kas ir pietiekams, lai starp divām vadītājdaļām nerastos bīstama dzirksteļošana, ko aprēķina atbilstoši standarta LVS EN 62305-3:2020 6.3. punkta prasībām. Sliktākajā gadījumā šāda nekontrolēta dzirksteļošana var izraisīt ugunsgrēku.

## FES zemēšana

Elektrisko ierīču zemēšanai ir būtiska loma, jo tā pilda gan aizsargfunkciju, gan nodrošina pareizu iekārtas darbību. Zemēšana ir visu strāvu vadošo daļu savstarpēja savienošana un pievienošana zemētājam. FEP parasti tiek stiprināti uz metāla konstrukcijām, līdzstrāvas puses spēka daļa parasti ir ar dubultu vai pastiprinātu izolāciju atbilstoši LVS HD 60364-4-41:2017 «Zemsprieguma elektroietais. 4-41. daļa: Aizsargpasākumi. Aizsardzība pret strāvas triecienu (IEC 60364-4-41:2005, modificēts + A1:2017, modificēts)», invertoru integrētas izolācijas uzraudzības sistēmas ir efektīvas tikai, ja sistēma ir savienota ar zemi. Dažādu tehnoloģiju kombinācija fotoelektriskajās sistēmās rada atšķirīgas zemētājsistēmas prasības.

FES metāliskās daļas ir funkcionāli zemētas tikai, ja tās atrodas zibens uztvērējsistēmas aizsargzonā un tiek ievērots minimālais atdalītājattālums  $s$ . Šādā gadījumā FEP metāla montāžas stiprinājumiem jābūt pastāvīgi savienotiem vismaz ar  $6 \text{ mm}^2$  šķērsriezuma vara vadu. Ja FES nevar pilnvērtīgi nodalīt no zibensaizsardzības sistēmas, t.i., netiek ievērots minimālais atdalītājattālums, tā ir jāsavieno ar zibensaizsardzības sistēmu un tā kļūst par daļu no zibensizlādes potenciālu izlīdzināšanas. Atbilstoši šiem elementiem jāspēj izturēt zibensstrāvas impulsu, tātad montāžas stiprinājumiem šādā gadījumā jābūt pastāvīgi savstarpēji savienotiem un pievienotiem zibensaizsardzības sistēmai vismaz ar  $16 \text{ mm}^2$  šķērsriezuma vara vadu, vai 50mm, ja tie potenciāli var kalpot kā daļa no zibens novedējsistēmas.

## Pārspriegumaizsardzības nepieciešamība un prasības

Zibensizlādes laikā vadītājos inducējas bīstami pārspriegumi. Lai novērstu šo pārspriegumu radītos bojājumus, nepieciešams pirms aizsargājamās iekārtas uzstādīt pārspriegumaizsardzības ierīci (PAI). Izvēloties PAI jāņem vērā, kādā tīklā tā tiek uzstādīta – līdzstrāvas, maiņstrāvas vai vājstrāvas.

Pārspriegumaizsardzības ierīces tiek uzstādītas atbilstoši LVS HD 60364-7-712:2016 «Zemsprieguma elektroietais. 7-712. daļa: Prasības īpašām ietaisēm vai vietām. Fotoelektriskās (PV) sistēmas» un LVS CLC/TS 51643-32 «Zemsprieguma pārspriegumaizsardzības ierīces. 32.daļa: Fotoelementu iekārtu līdzsprieguma pusē slēgtas pārspriegumaizsardzības ierīces. Izvēles un lietošanas principi» (skat. 1. tabulu).

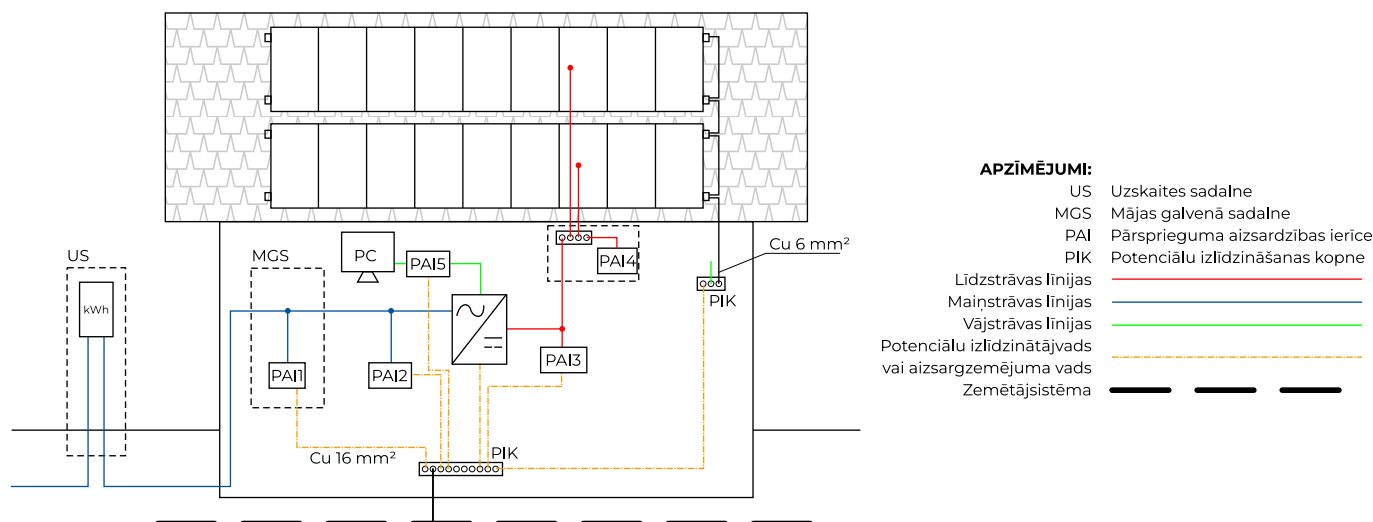
Līdzstrāvas pusē parasti tiek uzstādītas divas PAI (13. att. PAI 3 un PAI 4). PAI 4 nav nepieciešama, ja attālums starp fotoelektriskajiem paneļiem un invertoru < 10 m. Maiņstrāvas pusē parasti tiek uzstādītas divas PAI (13. att. PAI 1 un PAI 2). PAI 2 nav nepieciešama, ja attālums starp invertoru un ēkas galveno sadalni >10 m. Ja invertoram ir pieslēgtas vājstrāvas līnijas, tad papildus nepieciešama PAI 5.

Ja tiek uzstādīta 1. tipa PAI, tad tās pievienošanai zemētājsistēmai jebkurā gadījumā jāizmanto min.  $16 \text{ mm}^2$  vara kabelis.

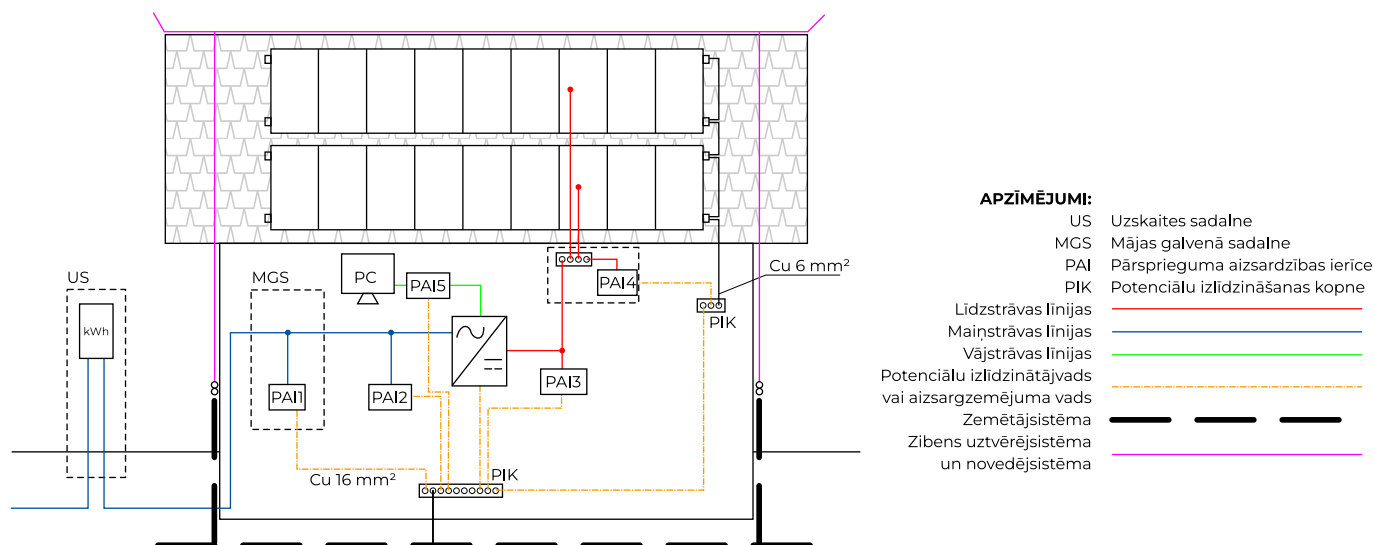
Piemēri ar PAI uzstādīšanu brīvi stāvošām FES doti 16. att un 17. att.

## 1. tabula. Prasības PAI uzstādīšanai

Situācija	FES uz ēkas bez ārējās zibenssargsardzības sistēmas (13. att.)	FES uz ēkas ar ārējo zibenssargsardzības sistēmu un ievērotu min. atdalītājattālumu (14. att.)	FES uz ēkas ar ārējo zibenssargsardzības sistēmu un neievērotu min. atdalītājattālumu (15. att.)
PAI 1	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-11:2013	1. tipa atbilstoši LVS EN 61643-11:2013	1. tipa atbilstoši LVS EN 61643-11:2013
PAI 2	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-11:2013	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-11:2013	1. tipa atbilstoši LVS EN 61643-11:2013
PAI 3	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-31:2019	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-31:2019	1. tipa atbilstoši LVS EN 61643-31:2019
PAI 4	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-31:2019	2. tipa atbilstoši LVS EN 61643-31:2019	1. tipa atbilstoši LVS EN 61643-31:2019
PAI 5	atbilstoši LVS EN 61643-21:2002	atbilstoši LVS EN 61643-21:2002	atbilstoši LVS EN 61643-21:2002

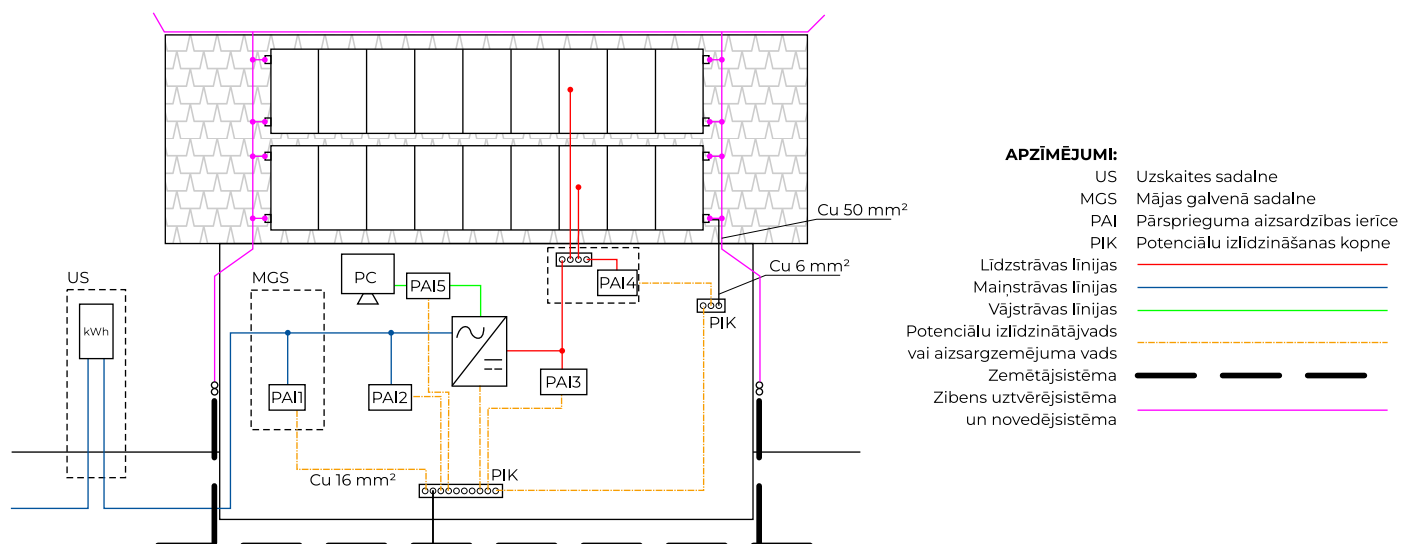


13. attēls. Piemērs ar FES uz ēkas jumta bez ārējās zibenssargsardzības sistēmas

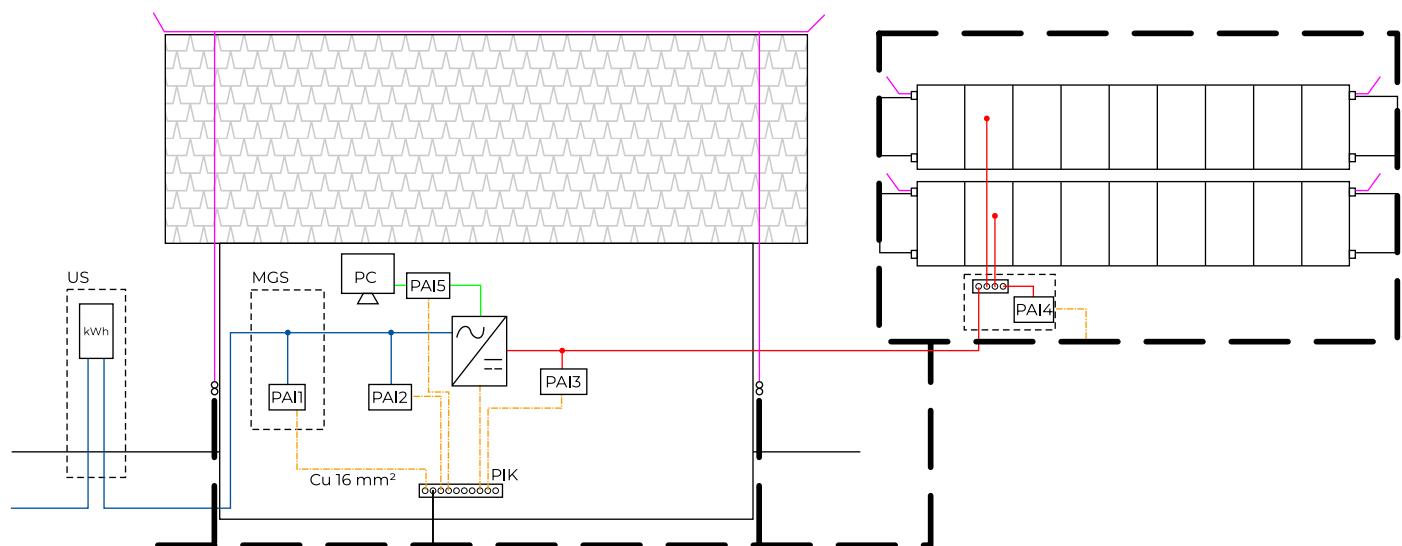


14. attēls. Piemērs ar FES uz ēkas jumta ar ārējo zibenssargsardzības sistēmu un ievērotu minimālo atdalītājattālumu

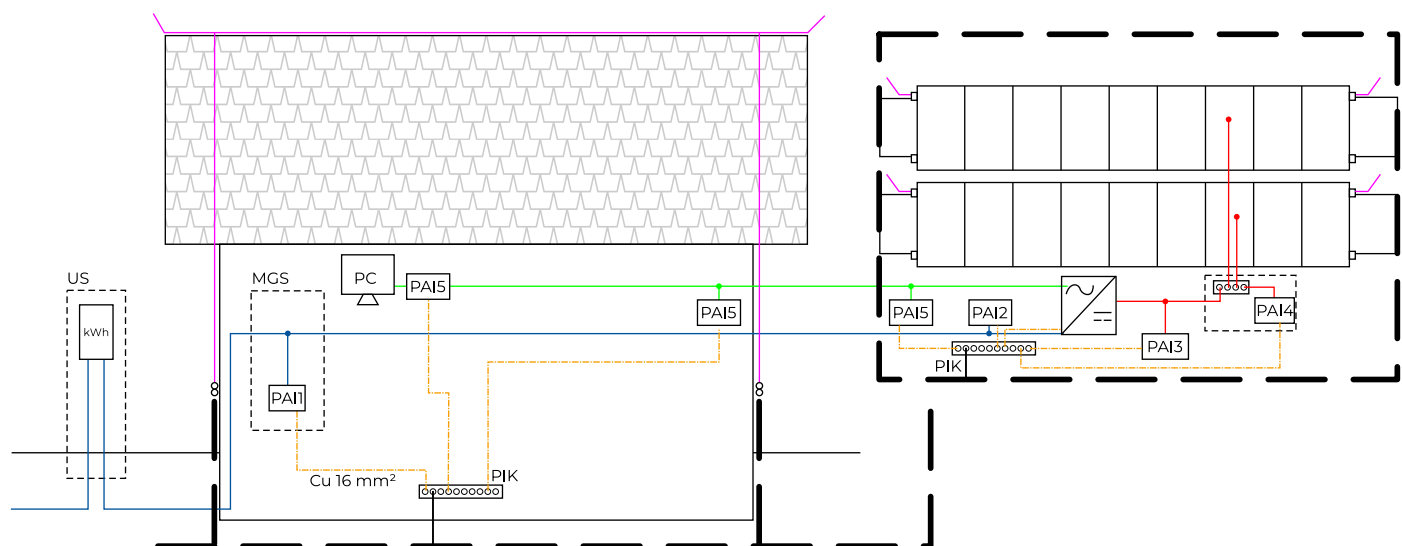




15. attēls. Piemērs ar FES uz ēkas jumta ar ārējo zibensaizsardzības sistēmu, kad nav iespējams ievērot minimālo atdalītājattālumus



16. attēls. Piemērs ar brīvi stāvošu FES un invertoru ēkā



17. attēls. Piemērs ar brīvi stāvošu FES un invertoru ārpus ēkas

# FOTOELEKTRISKO SISTĒMU UZSTĀDĪŠANA

## VIETĒJĀS PAŠVALDĪBAS PRASĪBAS

Pirms FES uzstādīšanas ir jāvērtē konkrētajā pašvaldībā vai tās iestādē – būvvaldē, lai noskaidrotu, iestādes prasības dokumentācijas izstrādei FES uzstādīšanai

## PIETEIKUMS SSO

Aktīvo SSO saraksts:

<https://www.sprk.gov.lv/content/pakalpojumu-sniedzeji-1>

Pie SSO (attiecīgajā licences darbības zonā) jānoskaidro prasības mikroģeneratora pieslēgšanai pie tīkla!

## VISPĀRĒJĀS TEHNISKĀS PRASĪBAS MIKROĢENERATORA PIESLĒGŠANAI

Invertora iestatījumu protokolam jāatbilst atbilstoši Eiropas Komisijas 2016. gada 14. aprīļa Regulai Nr. 2016/631, kas ir pamatā kodeksam par ģeneratoriem piemērojamajām tīkla pieslēguma prasībām.

## PRASĪBAS MIKROĢENERATORU UZSTĀDĪTĀJIEM

1. Mikroģeneratora uzstādīšana un invertora ieregulēšana jāveic būvspeciālistam, kurš ir sertificēts elektroietaišu izbūves darbu vadīšanā, virzienā «Elektrostaciju elektriskā daļa», t.sk. «Elektrodzinēji un ģeneratori (mikroģeneratori) līdz 1 kV» Latvijā akreditētā institūcijā, kas ir kompetenta veikt personu sertificēšanu un atbilst standarta LVS EN ISO/IEC 17024 prasībām. <http://www.leea.lv>
2. Mikroģeneratora uzstādītājam jāveic tehniskie aprēķini un jānodrošina, lai situācijā, kad elektroenerģijas ražošanas iekārtas strādā ar maksimālo jaudu un īpašumā nav pašpatēriņa (slodze ir vienāda ar 0 kW), sprieguma paaugstinājums klienta elektrotīklā no mikroģeneratora invertora/-iem līdz sadales sistēmas operatoram (SSO) piederības un apkopes robežai nepārsniegtu 2% (4,6 V). Ja aprēķinos sprieguma paaugstinājums ir lielāks, par klienta līdzekļiem jāveic klienta iekšējo elektrotīklu ievada kabeļa nomaiņa (jāpalielina šķērssriezums). SSO ir tiesības lūgt klientam uzrādīt tehniskos aprēķinus, lai pārliecinātos, ka sprieguma paaugstinājums nepārsniegs maksimālo pieļaujamo vērtību.

## MONTĀŽAS SISTĒMAS

FES montāžas veidi (18. att.):

1. FES slīpam jumtam (stiprinājums tiek veikts uz jumta leņķi);
2. FES horizontālam (plakanam) jumtam (montāžas sistēma ar atsvariem);
3. uz zemes brīvi stāvoša FES (FEP novietoti uz atbalsta konstrukcijām);
4. FES, kas ir integrēta būvē (FEP ir ēkas sastāvdaļa - jumts, sienas, balkons vai tml.).

Jumta un FES montāžas konstrukcija ietekmē jumta kopējo svaru. Tādēļ pirms FEP montāžas ir jāpārliecinās par jumta konstrukcijas drošību, veicot jumta konstrukcijas novērtējumu un kopējā svara aprēķinu, saskaņā ar spēkā esošiem LR normatīvajiem aktiem, ņemot vērā arī sniega un vēja slodzi. Minēto aprēķinu veic atbilstošās specialitātes speciālisti (būvkonstruktori).

*FEP uz slīpa jumta**FEP uz slīpa jumta**FEP uz plakana jumta**FEP uz plakana jumta (austrumu-rietumu)**FEP uz zemes brīvi stāvoši**FEP uz zemes brīvi stāvoši**Elektriskais jumta profils (jumtā integrēti FEP)**FEP kā balkona sastāvdaļa**18. attēls. FEP montāžas iespējamie risinājumi*

Lai nodrošinātu drošību, uzstādot FES sistēmu jaunā vai esošā ēkā, konstrukcijas aprēķinā ir jāņem vērā FES sistēmas instalācijas slodze, tāpat kā jebkura cita iekārta, kas uzstādīta uz ēkas konstrukcijas, visi attiecīgie būvnormatīvi un drošības noteikumi. Lai veiktu šos aprēķinus var būt nepieciešams piesaistīt kompetentu būvinženieri vai konsultantu. Pirms uzstādīšanas darbu uzsākšanas pārbaudiet, vai jumts spēj izturēt FES slodzi. FES montāžas konstrukcijai ir jānodrošina termiskā izplešanās un saraušanās (piemēram, termiski pārtraukumi un spraugas kā noteicis ražotājs). Tas ir īpaši svarīgi lielām montāžas konstrukcijām. Tāpat, projektējot un uzstādot FES, jāņem vērā lietus ūdens novadīšana no jumta, lai izvairītos no ūdens baseinu veidošanās uz jumta stipra lietus laikā. Jāņem vērā lietus kanalizācijas vieta saistībā ar moduļu izvietojumu, lai izvairītos no drenāžas sistēmas pārslodzes spēcīga lietus laikā.

Projektējot FES, jāapsver droša piekļuve montāžas konstrukcijai, kas ir īpaši svarīgi turpmākai ekspluatācijai. FES ir jāprojektē un jāuzstāda, ņemot vērā maksimālo paredzamo vēja ātrumu un sniega slodzi, kas sastopams šajā reģionā.

Ir svarīgi, lai būtu pietiekama atstarpe starp jumta segumu un FEP, kas nodrošinātu dzesēšanu un atvieglotu jumta pašattīrīšanos, novēršot lapu un citu gružu uzkrāšanos.

Avārijas gadījumā FES atslēgšanas procedūrai jābūt skaidri norādītai.

## IERĪKOŠANA

*Ierīkojot FES, jāpievērš uzmanība prasībām: instrumentiem, ugunsdrošībai, elektrodrošībai, darba aizsardzībai!!!*

1. Mikroģenerators jāuzstāda un apliecinājums jāiesniedz SSO norādītajā termiņā. Pēc mikroģenerators uzstādīšanas jāiesniedz SSO apliecinājums un jāpievieno aizpildīts un parakstīts invertora iestatījumu protokols, kā arī invertora datu plāksnītes fotofiksācijā.
2. Mikroģeneratoru drīkst pieslēgt paralēlam darbam ar SSO elektrotīklu tikai pēc SSO izsniegtās rakstiskās atļaujas saņemšanas, ievērojot tajā iekļautos nosacījumus, vai īslaicīgi uz mikroģenerators darbības pārbaudes un aizsardzības ieregulēšanas laiku.
3. Mikroģenerators ekspluatācijas laikā nedrīkst pasliktināt citu elektroenerģijas sistēmai pieslēgto lietotāju elektroapgādes kvalitāti, un elektroenerģijas kvalitātei uz elektroietaišu piederības robežas jāatbilst standarta LVS EN 50160 «Publisko elektroapgādes tīklu sprieguma raksturlielumi» prasībām.
4. SSO personālam, saskaņojot ar mikroģenerators valdītāju, jābūt iespējai veikt mikroģenerators apskati un pārbaudīt mikroģenerators invertora iestatījumus.
5. Ja mikroģenerators ekspluatācijas laikā tiek konstatēts, ka mikroģenerators valdītājs (īpašnieks) bez saskaņošanas ar SSO veicis izmaiņas mikroģenerators invertora iestatījumos vai invertora nomaiņu, SSO ir tiesības pieprasīt un lietotājam ir pienākums nekavējoties atslēgt mikroģenerators no SSO elektrotīkla.

# FOTOELEKTRISKO SISTĒMU PROJEKTĒŠANA, PIEMĒRI

Pieņemot lēmumu izvēlēties uzstādīt FES, ir rūpīgi jāiepazīstas gan ar inženiertehniskajām, gan juridiskajām prasībām un likumdošanu, kas šajā procesā ir jāievēro. Daļēji to var veikt pats patērētājs, ja ir pieredze darbā ar normatīvo datu bāzēm un būvniecības informācijas sistēmu (BIS). Bet noteikti ir darbi, pie kuriem būs nepieciešams piesaistīt savas jomas profesionāļus un attiecīgās jomās sertificētus speciālistus.

Vispirms potenciālais FES īpašnieks izvērtē savas saimniecības elektroenerģijas patēriņu, veicot tā auditu, ko var izdarīt pie sava SSO. Gadījumā, ja tas ir AS "Sadales tīkls", to var izdarīt portālā [www.e-st.lv](http://www.e-st.lv). Ja objektā ir uzstādīts viedais skaitītājs, tad pieejamā informācija par patērēto elektroenerģiju un tās grafiks ir precīzs. No patēriņa datiem konkrētajā saimniecībā aprēķina vēlamo uzstādāmās FES jaudu, pieņemot, ka pie optimāliem uzstādīšanas apstākļiem tā saražotu ~1 MWh elektroenerģijas gadā.

Kad pieņemts pozitīvs lēmums par vēlmi un nepieciešamību uzstādīt FES, ir jāvēršas konkrētajā pašvaldībā vai tās iestādē – būvvaldē, lai noskaidrotu iestādes prasības dokumentācijas izstrādei FES uzstādīšanai.

Vispārējās tehniskās prasības un nosacījumi elektrostacijas (mūsu gadījumā FES) pieslēgšanai paralēlam darbam ar sadales sistēmu ir izstrādāti, atbilstoši regulējumam, kuru nosaka Eiropas Komisijas 2016. gada 14. aprīļa regula (ES) Nr. 2016/631 un Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas 2013. gada 26. jūnija lēmums Nr. 1/4 «Tīkla kodekss elektroenerģijas nozarē». Elektroenerģijas kvalitātei uz elektroietaišu piederības robežas jāatbilst standarta LVS EN 50160 «Publisko elektroapgādes tīklu sprieguma raksturlielumi» prasībām.

Paralēli darbam ar būvvaldi ir jāpieprasa tehniskie noteikumi un jāsaņem atļauja FES uzstādīšanai attiecīgajam sadales sistēmas operatoram, piemēram, – AS "Sadales tīkls" gadījumā atļauja mikroģenerators pieslēgšanai, ko var izdarīt portālā [www.e-st.lv](http://www.e-st.lv), norādot objekta informāciju un plānoto ražošanas jaudu. No sadales sistēmas operatora tiks saņemtas tehniskās prasības FES pieslēgšanai ar vai bez nepieciešamības pārbūvēt esošos sadales sistēmas operatora elektrotīklus. Ja tiek noteiktas prasības pārbūvēt esošos sadales sistēmas elektrotīklus, šī daļa notiek atbilstoši izsniegto tehnisko noteikumu prasībām un valstī pastāvošo likumdošanu un būvnormatīviem. Tehniskajos noteikumos tiek noteikts to derīguma termiņš - būvprojekta izstrādes/saskaņošanas termiņš, kā arī norādes par būvprojekta izstrādātāju (projektētāju) – sertificētu būvspeciālistu. Visus sertificētos būvspeciālistus, kas ir tiesīgi izstrādāt elektrotīklu būvprojektus, var atrast Būvniecības informācijas sistēmas mājaslapā: [https://bis.gov.lv/bisp/lv/specialist\\_certificates](https://bis.gov.lv/bisp/lv/specialist_certificates);

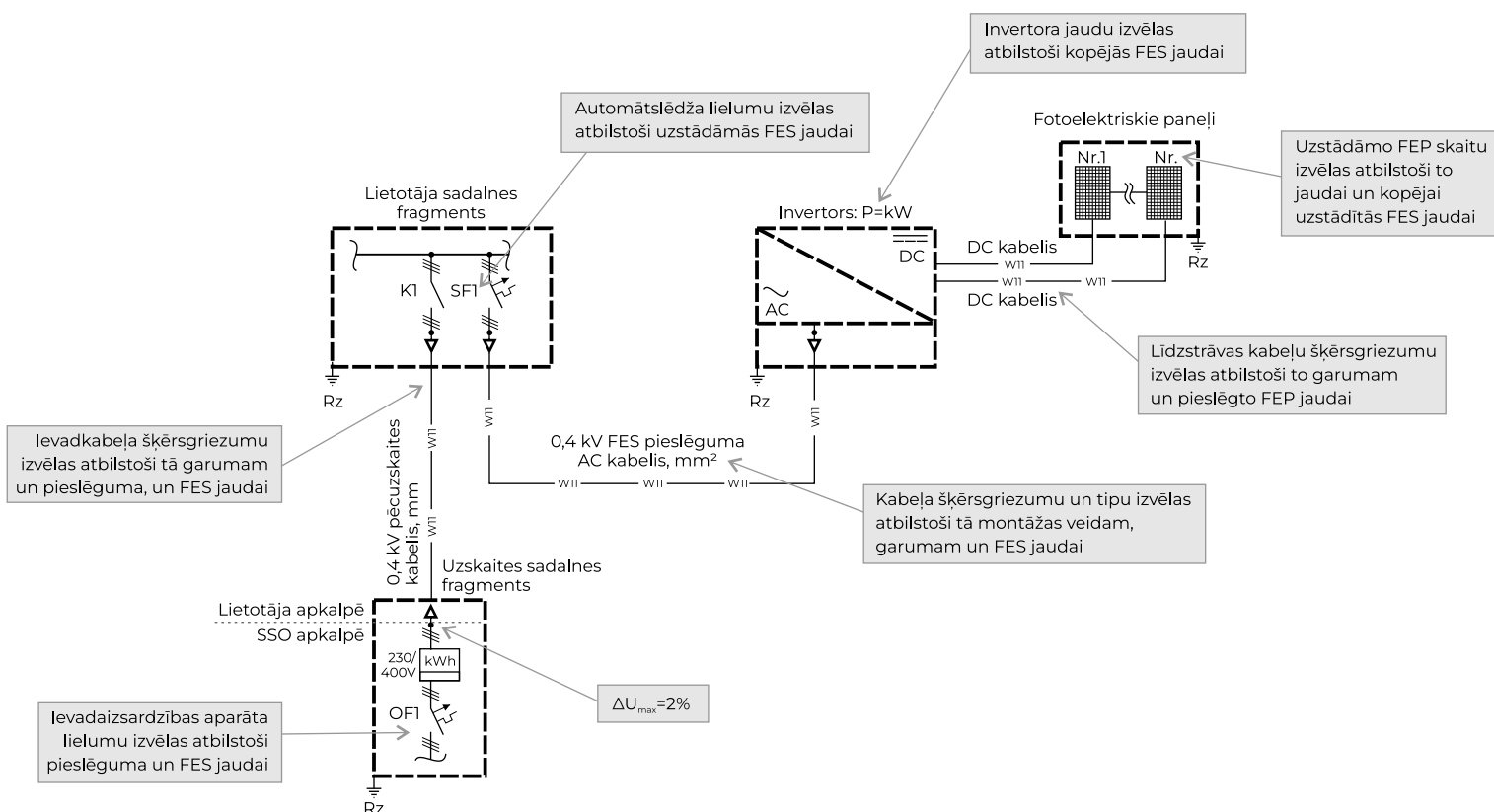
Kad lietotājs ir izvēlējis FES uzstādīšanas vietu un veidu (vai tā ir brīvi stāvoša uz zemes, vai novietota uz ēkas jumta), ir nepieciešams izvērtēt esošo elektroinstalāciju un iespējamās pieslēguma vietas tai. Ir jāizvērtē racionāli tuvākais, bet tajā pašā laikā tehniski atbilstošs pieslēguma punkts. Tā var būt ēkas galvenā sadalne, grupu sadalne vai var tikt uzstādīta jauna sadalne tieši FES pieslēgšanai esošajam elektrotīklam.

Attiecīgās FES uzstādītājam un/vai projektētājam ir jāveic nepieciešamie tehniskie aprēķini un jānodrošina, lai situācijā, kad elektroenerģijas ražošanas iekārtas (FES) strādā ar maksimālo jaudu un dotajā brīdī īpašumā nav pašpatēriņa, sprieguma paaugstinājums klienta elektrotīklā no elektroenerģijas ražošanas moduļiem (šajā gadījumā FES invertoriem) līdz sadales sistēmas operatora piederības un apkopes robežai maiņstrāvas pusē nedrīkst pārsniegt 2% (4,6 V), ja FES plānots pieslēgt zemsprieguma elektrotīklā. Ja, veicot aprēķinus sprieguma paaugstinājums pārsniedz augstāk norādīto vērtību, klientam ir jāveic savu iekšējo elektrotīklu, ievada kabeļa/u nomaiņa – jāpalielina to šķērsgriezums vai jāmaina materiāls, tādā veidā palielinot elektrisko vadītspēju. SSO ir tiesīgs klientam

pieprasīt uzrādīt nepieciešamos tehniskos aprēķinus, kā arī veikt nepieciešamos mērījumus, lai pārlicinātos, ka sprieguma paaugstinājums nepārsniegs maksimālo pieļaujamo vērtību.

Savukārt sprieguma izmaiņa līdzstrāvas ķēdēs atbilstoši standartam IEC 62548:2016 nedrīkst pārsniegt 1%. Lai šo prasību ievērotu, ir jāveic nepieciešamie elektrotehniskie aprēķini un jāizvēlas atbilstoša šķērsgriezuma kabeļi FES līdzstrāvas ķēdēs. Atkarībā no uzstādāmo paneļu jaudas un līdzstrāvas kabeļu garuma tie būs 4 mm<sup>2</sup> vai 6 mm<sup>2</sup> Cu (vara jeb kapara) speciālie FES pieslēgumam paredzētie kabeļi.

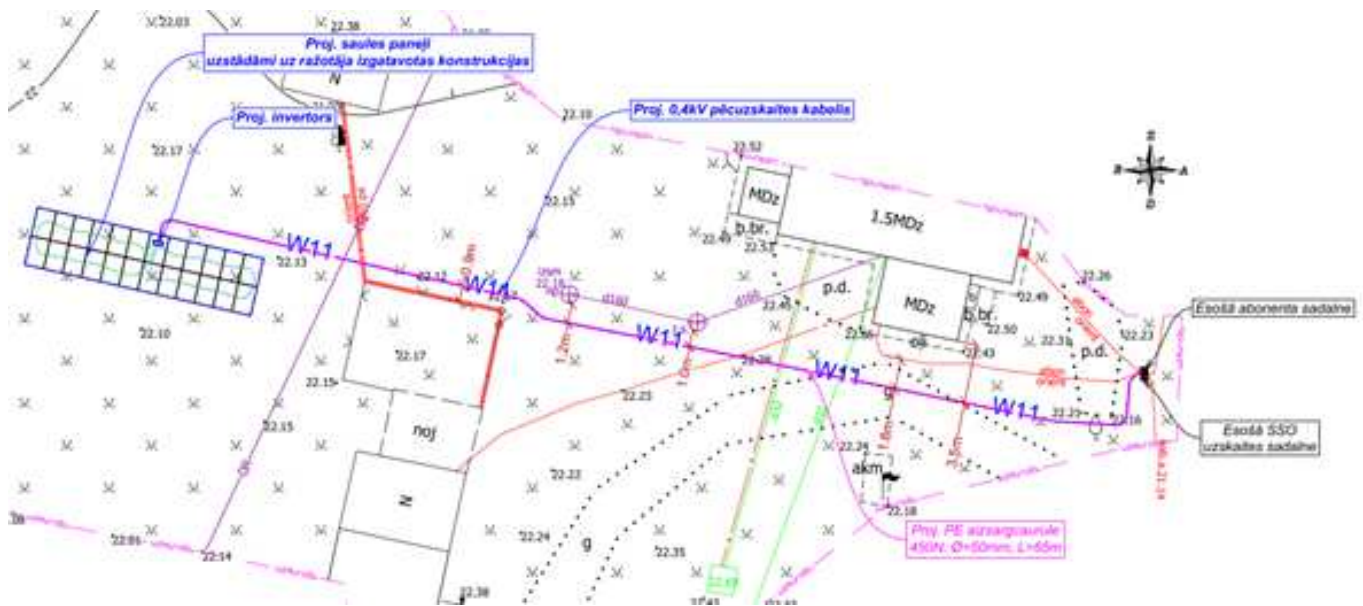
Lai pārbaudītu elektrotīkla aizsardzības iespējas pret īsslēguma strāvām un izvēlētos atbilstošus aizsargaparātus (automātslēdžus vai drošinātājus), ir jāveic vienfāzes īsslēguma strāvas aprēķinu elektrolīniju tālākajos punktos, jo šajās vietās strāva ir vismazākā un var nenodrošināt līnijas savlaicīgu atslēgšanos bojājuma gadījumā (19.att.).



19. attēls. FES principiālās shēmas piemērs

Gadījumā, ja tiek uzstādīta brīvstāvoša FES īpašnieka teritorijā, līdz tai būs jāizbūvē jauns kabeļa pievads. Kabeļa pievada ierīkošanai būs jāizstrādā būvprojekta dokumentācija (20.att.) un tā jāaskaņo atbilstoši «Būvniecības likumam» un MK noteikumiem Nr.253 «Atsevišķu inženierbūvju būvnoteikumi». Tāpat ir jāizvērtē pašas FES konstrukcijas izvietojums, vai tas nepārkāpj Aizsargjoslu likumu un/vai MK noteikumu Nr.574 «Inženiertīklu izvietojums» prasības.

FES konstrukcijas būtu jāizvēlas iegādāties un uzstādīt no specializētiem un sertificētiem to ražotājiem ar atbilstošu dokumentāciju, uzstādīšanas instrukciju, garantiju utt. Nebūtu ieteicams FES uzstādīt uz paša izveidotām konstrukcijām. Gadījumā, ja tomēr konstrukcijas tiek veidotas paša spēkiem, tad to veids, risinājumi, stiprība u.c. parametri noteikti būtu jāizstrādā sertificētam būvspeciālistam – būvinženierim. Attiecīgās jomas būvspeciālists veic visus nepieciešamos slodžu aprēķinus, lai gūtu pārliecību, ka konstrukcija spēs izturēt tai uzliktās tiešās un netiešās slodzes, ārējos vides apstākļus (laikapstākļus) utt.



20. attēls. FES izbūves projekta piemērs

Uzstādot FES uz esošas ēkas jumta vai citām konstrukcijām, atsevišķa būvniecības ieceres dokumentācija tās ierīkošanai var nebūt nepieciešama, ja inženiertīklu ierīkošana atbilst MK noteikumu Nr.253 «Atsevišķu inženierbūvju būvnoteikumi» 6.punktā minētajām prasībām, ieceres izstrādi nepieprasa konkrētās pašvaldības būvvalde vai būvvaldes funkcijas pildošā iestāde, kā arī FES uzstādīšanai nav nepieciešams pastiprināt vai veikt pārbūvi esošajās ēkas būvkonstrukcijās, kā arī ja nav no jauna jāierīko FES nepieciešamais zemējuma kontūrs, kas tiktu izvietots ārpus ēkas. Neskatoties uz to, ka šajos gadījumos atsevišķu būvniecības ieceri var neveidot, visai jaunajai elektroinstalācijai ir jāatbilst Latvijas būvnormatīvam LBN 261-15 «Ēku iekšējā elektroinstalācija» un tajā minētajiem standartiem.

Tāpat jāizvērtē nepieciešamība pēc papildus mehāniskās aizsardzības elektroinstalācijai, kas tiek montēta brīvi stāvoši uz jumta vai tehniskajās telpās (piemēram, bēniņos).

Vadoties pēc uzstādāmās FES ražošanas jaudas un izvēlētajiem FEP, var aprēķināt platību, kāda ir nepieciešama to uzstādīšanai. Attiecīgi izvērtējot ēkas jumta platību – tās atbilstību uzstādāmās FES vajadzībām, novietojuma virzienu (vai FEP var novietot D vai AD vai DR virzienā). Tāpat izvērtēt, vai FEP neaizēnos tuvumā esoši lieli koki vai blakus esošas lielas ēkas un celtnes. Šeit būtiski pieminēt, ka noēnojums krietni atšķiras atkarībā no gada laika. FES var uzstādīt arī uz dažādām jumta plaknēm, tādā veidā vairāk izmantojot ne tikai dienas vidus dienvidu saules gaismu, bet arī rīta un vakara gaismu austrumu un rietumu pusēs.

Tāpat būtisks faktors, kas jāņem vērā, uzstādot FES, ir izvēlēta invertora tehniskie parametri: maksimālā ģenerējošā jauda, maksimālais ieejas spriegums, palaišanas spriegums, maksimālā ieejas un izejas strāva.

# FOTOELEKTRISKO SISTĒMU NODOŠANA EKSPLUATĀCIJĀ, UZRAUDZĪBA UN ATBILDĪBA

## CĒLOŅI, RISKI, PRASĪBAS

Uzstādīšanas pakalpojumu sniedzējam jāveic risku novērtējums gan par iespējamo apdraudējumu un to mazināšanu uzstādīšanas posmā, gan pēc tā. Visiem ir jābūt informētiem par to, ka spriegumu no FEP nevar atslēgt (izņemot gadījumus, kad tas tiek nodrošināts ar tehniskiem līdzekļiem). Ir jāveic īpaši piesardzības pasākumi, lai nodrošinātu, ka spriegumaktīvas daļas uzstādīšanas, lietošanas un apkopes laikā nav pieejamas vai arī tām nevar pieskarties. Projektējot aizsardzības sistēmu FES, vienmēr ir jāievēro standarta prakse. Vēl viens svarīgs aspekts ir tas, ka FES uzstādīšana rada apdraudējumu kopumu – elektriskās strāvas trieciena, kritiena un vienlaicīgas apgrūtinātas montāžas dēļ. Ir svarīgi nodrošināt, lai sistēmas ekspluatāciju ilgtermiņā neapdraudētu nekvalitatīva montāža vai pēc tam veikta neatbilstoša apkope. Liela daļa no tā ir atkarīga no instalācijas kvalitātes un sistēmas pārbaudes un testēšanas. Tāpēc, lai nodrošinātu FES drošību, nepieciešams ievērot:

- pareizu sistēmas komponentu (moduļi, invertori, kabeļi, savienotāji, sadales kārbas, izolatori utt.) izvēli, kas atbilst attiecīgajiem Latvijas un starptautiskajiem standartiem;
- pareizu FES projektēšanu un uzstādīšanu;
- pareizu FES darbību un turpmāko ekspluatāciju, piesaistot kvalificētu atbilstošas jomas speciālistu.

## IERĪKOŠANA, NODOŠANA EKSPLUATĀCIJĀ UN UZRAUDZĪBA

### Valsts Ugunsdzēsības un glābšanas dienesta ieteikumi:

- FES elementus ierīko ne tuvāk par 1 m no ugunsdrošām sienām un ugunsdrošības nodalījuma norobežojošām būvkonstrukcijām.
- Jāparedz iespēju atslēgt strāvu no FES padeves ugunsgrēka gadījumā, piemēram, pie būves ierīko viegli pamanāmu, efektīvu un ātri iedarbināmu elektroapgādes pārtraukšana ierīci (ierīces atrašanās vietu var apzīmēt ar speciālu zīmi un uzrakstu “Elektroenerģijas atslēgšanas ierīce”)
- FES elektroinstalācijas un elektroinstalācijas kontaktsavienojumu pārbaudi jāveic atbilstoši ugunsdrošību normatīvo aktu prasībām.
- FES jāatbilst būvniecības ieceres dokumentācijas risinājumam, to uztur darba kārtībā un ekspluatē atbilstoši elektroinstalācijas ierīkošanu regulējošo normatīvo aktu un ražotāja noteiktajām ugunsdrošības prasībām.
- Ieteicams izvietot FES tādā veidā, lai ugunsgrēka gadījumā tā netraucētu evakuāciju.
- Jumta daļā, kur izvietos FEP, ieteicams ierīkot parapetu, nožogojumu vai jumta drošības sistēmas (slīdes, troses) vai drošības stiprinājumus.

Ja FES konfigurācija paredz, ka starp FEP un jumtu ir paredzēta sprauga/tukšums, šajā vietā nedrīkst pieļaut degspējīgu augu atlikumu uzkrāšanos.

### Apdrošinātāju asociācijas ieteikumi FES uzstādīšanai:

- Pirms mikroģenerators un autonoma elektroenerģijas ražošanas avota izbūves, jāveic būves elektroinstalācijas tehniskā stāvokļa novērtējums.
- Pirms FEP elementu vai saules kolektoru uzstādīšanas uz būvju jumtiem, jāveic jumta nesošo konstrukciju un jumta seguma tehniskā stāvokļa novērtējums.
- Mikroģeneratori un autonomi elektroenerģijas ražošanas avoti jānodrošina pret tiešām un netiešām zibens izlādēm.



- Ja būves elektroenerģiju nodrošina autonomas elektroenerģijas ražošanas avots, lai nepieļautu cilvēku vai īpašuma apdraudējumu, pie būves ierīko viegli pamanāmu, efektīvu un ātri iedarbināmu elektroapgādes pārtraukšana ierīci. Ierīces atrašanās vietu apzīmē ar speciālu zīmi un uzrakstu "Elektroenerģijas atslēgšanas ierīce".
- Ja būves elektroenerģiju nodrošina autonomas elektroenerģijas ražošanas avots, avārijas dienestu drošai darbībai, jāizbūvē zemējuma ietaise, avārijas dienestu tehnikas un aprīkojuma saņemšanai (atbilstoši MK noteikumiem Nr.238 "Ugunsdrošības noteikumi").
- Pēc mikroģeneratora un autonoma elektroenerģijas ražošanas avota būvdarbu pabeigšanas, mikroģeneratoru un autonomu elektroenerģijas ražošanas avotu ekspluatācijā jāpieņem, no būvdarbu veicēja neatkarīgam būvspeciālistam.
- Mikroģeneratora un autonoma elektroenerģijas ražošanas avota izbūvi jāveic, noformējot būvniecības ieceres dokumentāciju.

## **FES NODOŠANAS EKSPLUATĀCIJĀ MINIMĀLAIS DOKUMENTĀCIJAS SASTĀVS ATBILSTOŠI STANDARTĀ LVS EN 62446 PRASĪBĀM.**

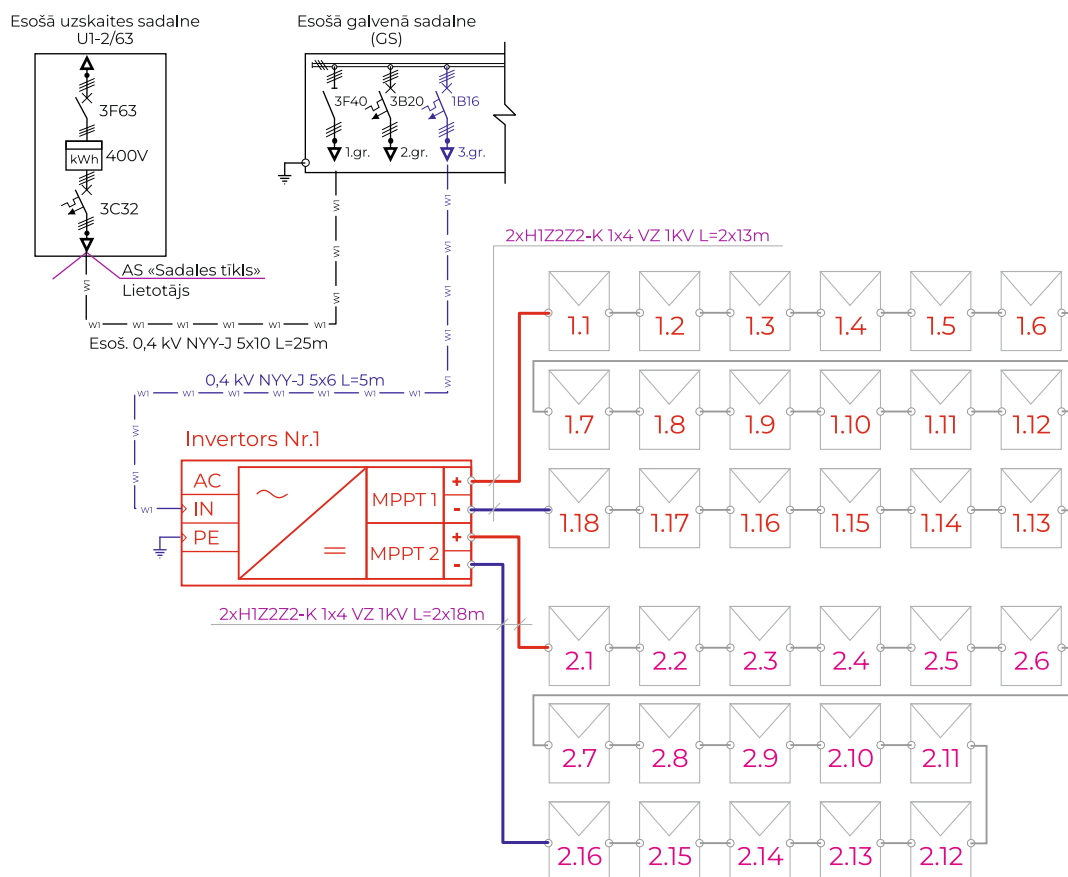
### **1. Pamatinformācija par FES:**

- Uzstādīšanas adrese;
- Uzstādīšanas datums;
- Pasūtītājs;
- FES sistēmu nominālā jauda, AC – invertoru kopējā jauda, DC – FEP kopējā jauda;
- Informācija par uzstādītām galvenajām komponentēm;
- Invertori – ražotājs un jauda,
- FES paneļi – ražotājs, jauda un skaits.

### **2. Informācija, kas jāatspoguļo izpilddokumentācijā:**

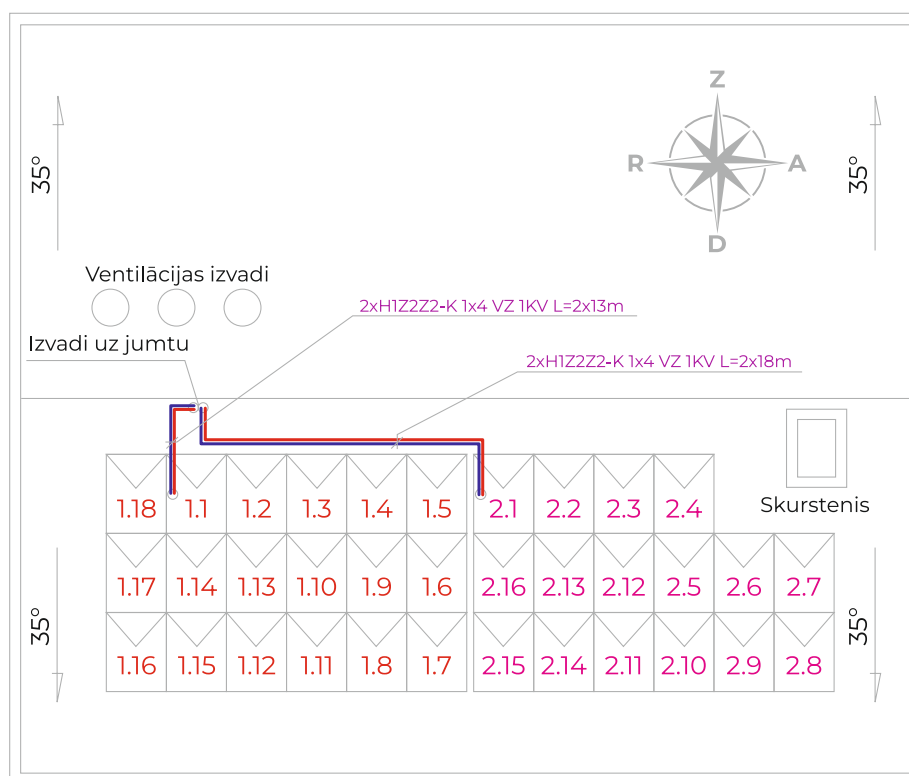
- Vispārīgie parametri;
- Informācija par līdzsprieguma DC daļu:
  - FES paneļu tips – informācija no datu uzlīmes.
  - FES paneļu kopējais skaits.
  - FES paneļu virkņu skaits.
  - FES paneļu skaits virknē.
- Informācija par kabeļiem: tips, šķērsriezumi un garumi;
- Informācija par papildu aizsargierīcēm, drošinātājiem un diodēm;
- Informācija par papildu komponentēm: līdzstrāvas slēdžiem un FEP jaudas optimizētājiem (optimaizers);
- Informācija par invertoriem: invertoru tips – informācija no datu uzlīmes;
- Informācija par maiņsprieguma AC daļu:
  - Invertora pieslēguma vieta (sadalnes nosaukums un grupas numurs).
  - Automātslēdžu vai drošinātājslēdža tehniskie parametri.
  - Informācija par zemējumu, zibens aizsardzību un pārsprieguma aizsardzību.
  - Informācija par maiņsprieguma kabeļa tipu, šķērsriezumu un garumu.
- Mērījumu protokoli atbilstoši LBN 261-15 un MK not. Nr. 238 prasībām;
- Testa protokoli atbilstoši LVS EN 62446 prasībām.

Objekta shēma (21.att.)



21. attēls. Objekta principiālās shēmas piemērs

Objekta jumta plāns (22.att.)



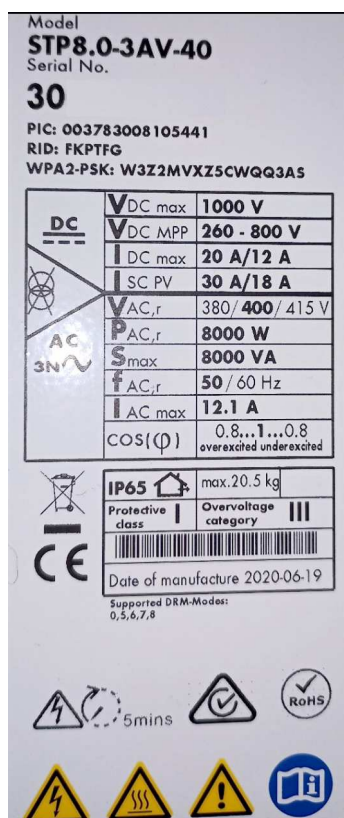
22. attēls. Objekta jumta plāna piemērs

- Objekta 1. stāva plāns (23.att.)

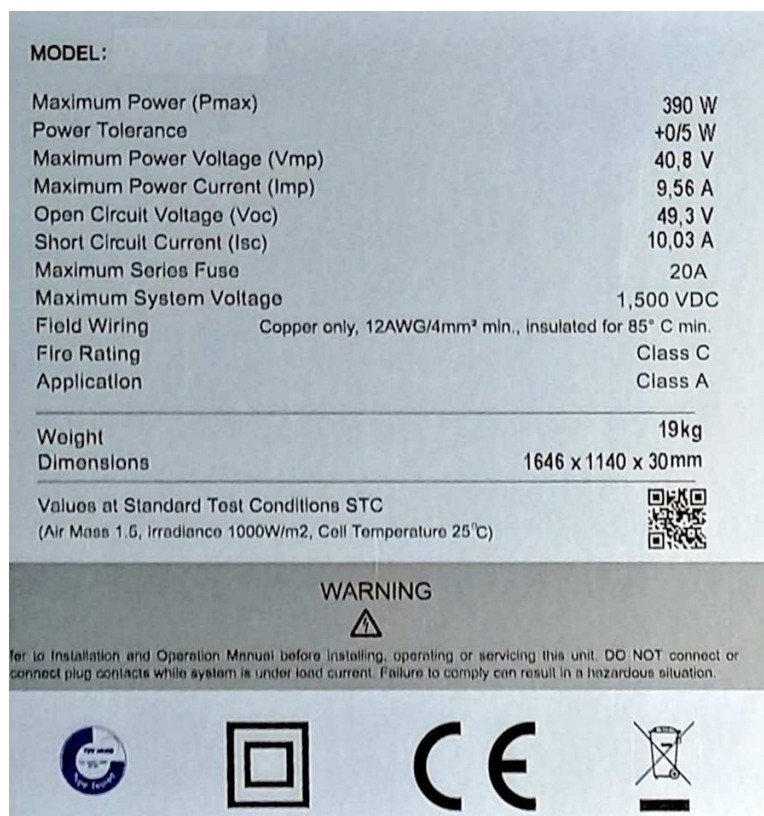


23. attēls. Objekta 1. stāva plāna piemērs

- Invertora datu plāksnītes (24.att.) un FEP datu uzlīmes (25.att.) fotofiksācijas



24. attēls. Invertora datu plāksnītes piemērs



25. attēls. FEP datu uzlīmes piemērs