

**KATUSTE PÄIKESEENERGIASÜSTEEMID**  
**Nõuded päikesepaneelide konstruktsioonilistele**  
**liidetele**

**Solar energy systems for roofs**  
**Requirements for structural connections to solar panels**

## EESSÕNA TEHNILISE ARUANDE EESTIKEELSELE VÄLJAANDELE

See väljaanne on

- CEN-i tehnilise aruande CEN/TR 16999:2019 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmunisega EVS Teataja 2021. aasta novembrikuu numbris.

Dokumendi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 20 „Plaat- ja tükkkatusekattematerjalid“, dokumendi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Dokumendi on tõlkinud ja eestikeelse kavandi ekspertiisi teinud Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit, dokumendi on heaks kiitnud EVS/TK 20.

Dokumendi mõnede sätetele on lisatud Eesti olusid arvestavaid märkusi, selgitusi ja täiendusi, mis on tähistatud Eesti maatahisega EE.

Euroopa standardimisorganisatsioonid on teinud CEN-i tehnilise aruande CEN/TR 16999:2019 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 27.02.2019.

Date of Availability of the CEN Technical Report CEN/TR 16999:2019 is 27.02.2019.

See dokument on CEN-i tehnilise aruande CEN/TR 16999:2019 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus.

This document is the Estonian [et] version of the CEN Technical Report CEN/TR 16999:2019. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation and Accreditation.

Tagasisidet tehnilise aruande sisu kohta on võimalik edastada, kasutades EVS-i veebilehel asuvat tagasiside vormi või saates e-kirja meiliaadressile [standardiosakond@evs.ee](mailto:standardiosakond@evs.ee).

ICS 27.160

### Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonsesse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel ilma Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskuse kirjaliku loata on keelatud.

Kui Teil on küsimusi standardite autoriõiguse kaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusega. Koduleht [www.evs.ee](http://www.evs.ee); telefon 605 5050; e-post [info@evs.ee](mailto:info@evs.ee)

English Version

## Solar energy systems for roofs – Requirements for structural connections to solar panels

Systèmes d'énergie solaire pour les toits : Exigences relatives aux raccordements des panneaux solaires à la charpente

Solare Energiesysteme für Dächer: Anforderungen an konstruktive Verbindungen zu Sonnenkollektoren

This Technical Report was approved by CEN on 26 November 2018. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 128.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

**CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels**

## SISUKORD

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| EUROOPA EESSÕNA.....                                        | 3  |
| SISSEJUHATUS.....                                           | 4  |
| 1 KÄSITLUSALA.....                                          | 5  |
| 2 NORMIVIITED.....                                          | 5  |
| 3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....                              | 6  |
| 4 TÄHISED.....                                              | 6  |
| 5 PÄIKESEPANEELIDE PAIGALDAMINE.....                        | 6  |
| 6 PROJEKTEERIJA VASTUTUS.....                               | 6  |
| 7 TERMILISED PÄIKESEKOLLEKTORID JA PV-PÄIKESEPANEELID ..... | 6  |
| 8 KANDEPIIRSEISUNDI PÕHIMÕTTED .....                        | 7  |
| 8.1 Üldist.....                                             | 7  |
| 8.2 Arvutusolukorrad .....                                  | 7  |
| 8.3 Kandepiirseisund .....                                  | 7  |
| 8.4 Kasutuspiirseisund.....                                 | 7  |
| 9 KOORMUSTE MÄÄRAMINE .....                                 | 7  |
| 9.1 Alaliskoormused (G).....                                | 7  |
| 9.2 Muutuvkoormused (Q).....                                | 8  |
| 9.2.1 Üldist.....                                           | 8  |
| 9.2.2 Kasuskoormused.....                                   | 8  |
| 9.2.3 Lumekoormused .....                                   | 8  |
| 9.2.4 Tuulekoormused.....                                   | 8  |
| 9.2.5 Kriitiline koormuskombinatsioon.....                  | 9  |
| 9.2.6 Koormuste kombinatsioonitegur $\psi$ .....            | 9  |
| 9.2.7 Koormuste osavarutegurid.....                         | 9  |
| 9.2.8 Konstruktsiooni purunemise tagajärg.....              | 10 |
| 10 LIIDETE KANDEVÕIME .....                                 | 10 |
| 10.1 Kinnituselementide kuju ja tüüp .....                  | 10 |
| 10.2 Arvutustepõhine projekteerimine.....                   | 10 |
| 10.3 Arvutamine koos katsetamisega.....                     | 10 |
| 11 ARVUTUS ERAKORDSETEL KOORMUSTEL .....                    | 12 |
| 12 ARVUTUSED MAAVÄRINAKOORMUSELE .....                      | 12 |
| Lisa A (teatmelisa) Liidete arvutuspildid.....              | 13 |
| Lisa B (normlisa) Täiendav teave tuule mõju kohta.....      | 43 |
| Kirjandus.....                                              | 69 |

## EUROOPA EESSÕNA

Dokumendi (CEN/TR 16999:2019) on koostanud tehniline komitee CEN/TC 128 „Roof covering products for discontinuous laying and products for wall cladding“, mille sekretariaati haldab NBN, koostöös järgmiste tehniliste komiteedega: CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“, CEN/TC 254 „Flexible sheets for waterproofing“, CEN/TC 312 „Thermal solar systems and components“ ja CLC/TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“.

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et dokumendi mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. CEN ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

## SISSEJUHATUS

Järgnev on kokkuvõte päikesepaneelide ja katusekonstruktsiooni vahelise konstruktsiooniliste liidete projekteerimisnõuetest, nagu neid on selles tehnilises aruandes üksikasjalikult kirjeldatud.

- a) Päikesepaneeli tüüp: termilised või fotogalvaanilised päikesepaneelid, mis vastavad standardi EN 12975-1 (päikesekollektorid) või EN 61215 (PV-päikesepaneelid) mehaanilise kandevõime nõuetele.
- b) Koormuste ja koormuskombinatsioonide määramine: päikesepaneelide alaliskoormus ning asjakohased lume- ja tuulekoormused vastavalt standarditele EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 ja EN 1991-1-4. Lisateabe saamiseks päikesepaneelide lume- ja tuulekoormuse kohta viidatakse Prantsuse standardile NF P78-116 ja Hollandi standardile NEN 7250.
- c) Päikesepaneelide arvutiskoormuste määramine: igat koormust korrutatakse vastava osavaruteguriga  $\gamma_G$  või  $\gamma_Q$  kandepiirseisundis ja eraldi kasutuspiirseisundis, vastavalt standardile EN 1990.
- d) Kõige ebasoodsamate arvutiskoormuste kombinatsioonide tuvastamine, mis toimivad samaaegselt kande- ja kasutuspiirseisundis. Koormuste muutmise, rakendades kombinatsioonitegurit  $\psi$  ühele kahest samaaegselt toimivast muutuvkoormusest.
- e) Päikesepaneelide ja katusetarindite vaheliste liidete kandevõime määramine vastavalt ühe või mitme järgmise Euroopa standardi arvutusmeetodile:  
sari EN 1992 kuni sari EN 1996 ja sari EN 1999 kande- ja kasutuspiirseisundite korral:
  - 1) kasutuspiirseisundis kandevõime määramine spetsifitseeritud maksimaalsel, liite funktsioneerimist piiraval deformatsioonil, või
  - 2) kandevõime määramine, katsetades kasutus- ja kandepiirseisundi koormusel.
- f) Arvutuste kontrollimine, kinnitamaks, et arvutuslik kandevõime ei ole väiksem kui mõlema piirseisundi puhul arvutuslike koormuste kriitiline kombinatsioon.

Neli näidet erinevate päikesepaneelide liidete tugevusarvutuste kohta on esitatud lisas A.

## 1 KÄSITLUSALA

See dokument annab juhiseid päikeseapaneelide (termiliste või fotogalvaaniliste) ja lamedate või viilkatuste (kahekaldeliste katuste) vaheliste konstruktsiooniliste liidete ohutuse ja kasutatavuse põhimõtete ja nõuete kohta.

See dokument ei sisalda nõudeid:

- katuse, päikeseapaneelide ja liidete ilmastikukindlusele;
- päikeseapaneelide elektrilistele, soojuslikele või mehaanilistele omadustele;
- ettevaatusabinõudele rajatise tulekahju vältimiseks.

## 2 NORMIVIITED

Allpool nimetatud dokumentidele on tekstis viidatud selliselt, et nende sisu kujutab endast kas osaliselt või terveniisti selle dokumendi nõudeid. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

EN 1990:2002. Eurocode - Basis of structural design<sup>1</sup>

EN 1991-1-1. Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings

EN 1991-1-3:2003. Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads

EN 1991-1-4:2005. Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

EN 1992 (kõik osad). Eurocode 2 - Design of concrete structures

EN 1993 (kõik osad). Eurocode 3 - Design of steel structures

EN 1994 (kõik osad). Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures

EN 1995 (kõik osad). Eurocode 5 - Design of timber structures

EN 1996 (kõik osad). Eurocode 6 - Design of masonry structures

EN 1998-1:2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings<sup>2</sup>

EN 1998 (kõik osad). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 (kõik osad). Eurocode 9: Design of aluminium structures

EN 1999-1-1:2007. Eurocode 9: Design of aluminium structures - Part 1-1: General structural rules<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> EN 1990:2002/A1:2005 muudatus mõjutab seda dokumenti.

<sup>2</sup> EN 1998-1:2004/A1:2013 muudatus mõjutab seda dokumenti.

<sup>3</sup> EN 1999-1-1:2007/A1:2009 ja EN 1999-1-1:2007/A2:2013 muudatused mõjutavad seda dokumenti.