

**HOONE ELEMENTIDE JA PIIRDETARINDITE SOOJUS-  
JA NIISKUSTEHNILINE TOIMIVUS**  
**Niiskuslevi hindamine numbrilise modelleerimisega**

**Hygrothermal performance of building components and  
building elements – Assessment of moisture transfer by  
numerical simulation**

## EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN 15026:2023 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis jõustumisteate meetodil vastu võetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles augustis 2023;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2025. aasta märtsikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 14 „Ehitiste soojuslik toimivus“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus.

Standardi on tõlkinud Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 14.

Standardi rahvusliku lisa koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 14 „Ehitiste soojuslik toimivus“, rahvusliku lisa koostamist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus.

Rahvusliku lisa on koostanud EVS/TK 14, rahvusliku lisa on heaks kiitnud EVS/TK 14.

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

Standard sisaldab Eesti rahvuslikku lisa NA.

Euroopa standardimisorganisatsioon on teinud Euroopa standardi EN 15026:2023 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 26.07.2023.

Date of Availability of the European Standard EN 15026:2023 is 26.07.2023.

See standard on Euroopa standardi EN 15026:2023 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN 15026:2023. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation and Accreditation. It has the same status as the official versions.

Tagasisidet standardi 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 91.120.01

### 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

## Hygrothermal performance of building components and building elements – Assessment of moisture transfer by numerical simulation

Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments – Évaluation du transfert d'humidité par simulation numérique

Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation

This European Standard was approved by CEN on 26 June 2023.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, 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 .....                                                | 4  |
| SISSEJUHATUS .....                                                   | 5  |
| 1 KÄSITLUSALA .....                                                  | 7  |
| 2 NORMIVIITED .....                                                  | 7  |
| 3 TERMINID, MÄÄRATLUSED, SÜMBOLID JA ÜHIKUD .....                    | 7  |
| 4 SOOJUS- JA NIISKUSTEHNILISED VÕRRANDID JA MATERJALI OMADUSED ..... | 9  |
| 4.1 Eeldused .....                                                   | 9  |
| 4.2 Tasakaaluvõrrand .....                                           | 10 |
| 4.2.1 Üldist .....                                                   | 10 |
| 4.2.2 Siseenergia tihedus .....                                      | 10 |
| 4.2.3 Täiendavad soojus- ja niiskusallikad .....                     | 10 |
| 4.3 Juhtpotentsiaalide ja säilinud koguste vahelised seosed .....    | 11 |
| 4.4 Soojus- ja niiskuslevi .....                                     | 11 |
| 4.4.1 Üldist .....                                                   | 11 |
| 4.4.2 Soojuse ja entalpia levi materjalide sees .....                | 11 |
| 4.4.3 Niiskuslevi .....                                              | 12 |
| 4.4.4 Niiskuslevi läbi materjalide sõlmede/aurutõkete/kilede .....   | 13 |
| 4.4.5 Sisemised õhukihid .....                                       | 14 |
| 4.5 Materjali omadused .....                                         | 14 |
| 5 ÄÄRE- JA LÄHTETINGIMUSED .....                                     | 14 |
| 5.1 Sisekliimatingimused .....                                       | 14 |
| 5.1.1 Kasutustingimused .....                                        | 14 |
| 5.1.2 Parameetrid .....                                              | 15 |
| 5.1.3 Andmete allikad .....                                          | 15 |
| 5.2 Välistingimused .....                                            | 15 |
| 5.2.1 Andmete allikad .....                                          | 15 |
| 5.2.2 Kliimaparameetrid .....                                        | 16 |
| 5.3 Tabelina esitatud kliimaandmete interpoleerimine .....           | 16 |
| 5.4 Soojus- ja niiskusvood piirpinnal .....                          | 17 |
| 5.4.1 Soojusülekanne .....                                           | 17 |
| 5.4.2 Veeauru difusioon .....                                        | 20 |
| 5.4.3 Konvektiivne latentne soojusvoog .....                         | 20 |
| 5.4.4 Kaldvihm .....                                                 | 20 |
| 5.5 Algtingimused .....                                              | 21 |
| 6 NUMBRILINE SIMULATSIOON .....                                      | 21 |
| 6.1 Taust .....                                                      | 21 |
| 6.2 Geomeetriline modelleerimine .....                               | 22 |
| 6.3 Võrgustiku ja ajasammu tundlikkuse uuringud .....                | 22 |
| 7 SISENDANDMETE JA TULEMUSTE DOKUMENTATSIOON .....                   | 23 |
| 7.1 Üldist .....                                                     | 23 |
| 7.2 Probleemi kirjeldus .....                                        | 23 |
| 7.2.1 Üldist .....                                                   | 23 |
| 7.2.2 Käsitlusala ja simulatsiooni subjekt .....                     | 23 |
| 7.3 Mudeli geomeetria ja sisendparameetrid .....                     | 23 |
| 7.3.1 Simuleeritud geomeetria .....                                  | 23 |
| 7.3.2 Algtingimused .....                                            | 23 |
| 7.3.3 Ääritingimused .....                                           | 23 |
| 7.3.4 Materjali parameetrid .....                                    | 24 |

|           |                                                                     |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 7.3.5     | Abimudelid .....                                                    | 24 |
| 7.3.6     | Väljundspetsifikatsioonid.....                                      | 24 |
| 7.4       | Simulatsioonimeetod ja numbrilised omadused .....                   | 24 |
| 7.4.1     | Üldist.....                                                         | 24 |
| 7.4.2     | Simulatsiooni tööriist.....                                         | 24 |
| 7.4.3     | Numbrilise simulatsiooni omadused.....                              | 24 |
| 7.4.4     | Numbrilise täpsuse kontroll.....                                    | 24 |
| 7.5       | Arvutuse aruanne .....                                              | 25 |
| 7.5.1     | Üldist.....                                                         | 25 |
| 7.5.2     | Tulemuste esitamine.....                                            | 25 |
| 7.5.3     | Tulemuste tõlgendamine.....                                         | 25 |
| Lisa A    | (teatmelisa) Materjaliomadused .....                                | 26 |
| A.1       | Üldist.....                                                         | 26 |
| A.2       | Soojuse salvestamine .....                                          | 26 |
| A.3       | Soojuslevi .....                                                    | 26 |
| A.4       | Niiskuse säilitamine.....                                           | 28 |
| A.5       | Niiskussiirde omadused.....                                         | 29 |
| A.5.1     | Üldist.....                                                         | 29 |
| A.5.2     | Veeauru difusioonitakistus.....                                     | 29 |
| A.5.3     | Vedelikussiirde omadused.....                                       | 30 |
| A.6       | Materjaliga seotud mudeli piirangud .....                           | 32 |
| A.6.1     | Üldist.....                                                         | 32 |
| A.6.2     | Materjalide piiride mõju vedela niiskuse siirdele .....             | 32 |
| A.6.3     | Hüsterees .....                                                     | 33 |
| A.6.4     | Paisumine.....                                                      | 33 |
| A.6.5     | Ilmastik ja vananemine .....                                        | 33 |
| Lisa B    | (normilisa) Võrdlusuuringud.....                                    | 34 |
| B.1       | Üldist.....                                                         | 34 |
| B.1.1     | Üldine taust .....                                                  | 34 |
| B.1.2     | Viite rakendamine .....                                             | 34 |
| B.2       | Probleemi kirjeldus.....                                            | 34 |
| B.3       | Tulemused .....                                                     | 35 |
| B.4       | Muud võrdlusnäited ja valideerimiskomplektid.....                   | 38 |
| Lisa C    | (teatmelisa) Niiskusarvutuste testaasta.....                        | 39 |
| Lisa D    | (normilisa) Elamute ja büroohoonete siseääretingimused .....        | 40 |
| Lisa E    | (normilisa) Abimudelid erimõjude lihtsustatud lisamiseks .....      | 41 |
| E.1       | Üldist.....                                                         | 41 |
| E.2       | Tagumine ventilatsioon ja ehituskomponentide õhutus.....            | 41 |
| E.3       | Õhuvoolest läbi ehituskomponentide põhjustatud kondensatsioon ..... | 42 |
| E.4       | Tuulest juhitud vihma läbitungimine .....                           | 43 |
| Lisa NA   | (teatmelisa) Eesti standardi rahvuslik lisa.....                    | 44 |
| Kirjandus | .....                                                               | 46 |

## EUROOPA EESSÕNA

Selle dokumendi (EN 15026:2023) on koostanud tehniline komitee CEN/TC 89 „Thermal performance of buildings and building components“, mille sekretariaati haldab SIS.

Euroopa standardile tuleb anda rahvusliku standardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumisteatega hiljemalt 2024. a jaanuariks ja sellega vastuolus olevad rahvuslikud standardid peavad olema kehtetuks tunnistatud hiljemalt 2024. a jaanuariks.

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

See dokument asendab standardit EN 15026:2007.

Võrreldes standardiga EN 15026:2007 on kõige olulisemad tehnilised muudatused järgmised:

- käsitusala on lühendatud;
- kõik levivalemid on antud kahemõõtmeliste arvutuste jaoks ning lisatud on eriefekte arvestavate abimudelite lähteterminid;
- lisas E on dokumenteeritud lähenemisviisid levivalemites allikate ja sumbuivate komponentide arvestamiseks, et võtta arvesse neid eriefekte nagu komponentide ventilatsiooni, vihmavee läbitungimist ja õhulekkeid;
- soojuslevi valemisse on lisatud jää moodustumine ja külmumisentalpia;
- lisas A on toodud detailsema teabega oluliselt laiendatud materjaliomaduste osa;
- sisemiste ja väliste ääritingimuste osad ja vastavad lisad on muudetud, võttes arvesse uusimad uurimistulemused.

Igasugune tagasiside ja küsimused selle dokumendi kohta tuleks suunata rahvuslikele standardiorganisatsioonidele. Täieliku loetelu neist standardiorganisatsioonidest on võimalik leida CEN veebilehelt.

CEN-i/CENELEC-i sisereeglite järgi peavad Euroopa standardi kasutusele võtma järgmiste riikide rahvuslikud standardimisorganisatsioonid: Austria, Belgia, Bulgaaria, Eesti, Hispaania, Holland, Horvaatia, Iirimaa, Island, Itaalia, Kreeka, Küpros, Leedu, Luksemburg, Läti, Malta, Norra, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Põhja-Makedoonia Vabariik, Rootsi, Rumeenia, Saksamaa, Serbia, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Šveits, Taani, Tšehhi Vabariik, Türgi, Ungari ja Ühendkuningriik.

## SISSEJUHATUS

See standard määratleb soojus- ja niiskustehnilise simulatsioonitarkvara praktilised rakendused, mida kasutatakse soojus- ja niiskuslevi ennustamiseks mitmekihilistes piirdetarindite komponentides, mille mõlemal pool mõjuvad muutuvad kliimatingimused.

Vastupidiselt elemendisisesse kondenseerumise hindamisele püsivatel sisetimingustel Glaseri meetodil (mida on kirjeldatud standardis EN ISO 13788) annab soojus- ja niiskustehniline dünaamiline modelleerimine üksikasjalikumad ja täpsemad teavet piirdetarindis esinevate niiskusriskide ja vastavate parandusmeetmete kavandamise kohta. Kui Glaseri meetod võtab arvesse ainult soojusjuhtivust ja veeauru difusiooni püsivatel sisetimingustel, siis selles dokumendis määratletud valemitest koosnevad soojus- ja niiskustehnilised simulatsioonimudelid võtavad arvesse soojuse ja niiskuse akumulereerumist, varjatud soojuse mõju ning vedeliku ja konvektiivset levi reaalses ääre- ja algtingimustes. Tänapäeval leiavad sellised mudelid ehituspraktikas laialdast kasutamist, mille tulemusena on soojus- ja niiskustehnilise modelleerimise täpsus ja korratavus oluliselt paranenud.

Selles dokumendis esitatavate mudelite abil on võimalik modelleerida järgmisi ehituskomponentides toimuvaid soojuse ja niiskuse leviprotsesse:

- esialgse ehitusniiskuse väljakuivamine;
- talvetingimustes difusioonist põhjustatud niiskuse akumulereerumine tarindisisesse kondenseerumise tulemusel;
- kaldvihmast põhjustatud niiskuse sissetungimine;
- väljastpoolt sissetungiva niiskuse põhjustatud veeauru suvine kondenseerumine;
- pikklainelise soojuskiirguse jahutavast toimest põhjustatud kondenseerumine välispindadel;
- niiskuslevi ja aurustumisega seotud soojuskadu.

Piirdetarindite soojus- ja niiskustehnilise modelleerimise seisukohalt olulised tegurid on kokku võetud alljärgnevalt. See dokument algab selle füüsikalise mudeli kirjeldamisega, millel soojus- ja niiskustehnilised modelleerimisvahendid põhinevad. Seejärel kirjeldatakse vajalikke sisendparameetreid ja nende leidmisviise. Dokumendi viimase osa moodustavad väljundi hindamine, tõlgendamine ja dokumenteerimine. Arvsimulatsiooni vahendite hindamise võrdlusjuhtumeid (*Benchmark cases*) käsitletakse lisa B.

Sisendparameetrid on järgmised:

- piirdetarindite konstruktsioon, orientatsioon ja kalle;
- hügrotermilise materjali parameetrid ja funktsioonid;
- ääretimingused, pinna juhtivused sise- ja väliskliima jaoks;
- algtingimused, arvutusperiood, numbrilised kontrollparameetrid.

Väljundparameetrid on järgmised:

- temperatuuri ja soojusvoo jaotus ning ajalised varieeruvused;
- niiskussisaldus, suhteline niiskus ja niiskusvoo jaotus ning ajaline varieeruvus.

Põhinedes väljundparameetritele, saavad eksperimentaalselt valideeritud järeltöötuse vahendid aidata hinnata:

- niiskusest sõltuvat soojuslikku toimivust;
- bioloogilist kasvu, mädanikku ja korrosiooni;
- niiskusega seotud kahjustusi ja lagunemist.

Arvutuste väljundid on kasulikud erinevateks eesmärkideks, kuid standard ei käsitle neid rakendusi ja need tehakse kasutaja enda riisikol.

See dokument on EVS-i poolt loodud eelvaade

## 1 KÄSITLUSALA

See dokument määrab kindlaks mudeli komponendid, mida kasutatakse numbrilises hügrotermilises simulatsioonimudelis ehituskonstruksioone läbiva mööduva soojus- ja niiskuslevi ülekande arvutamiseks.

See dokument määrab kindlaks meetodi, mida kasutatakse numbrilise soojus- ja niiskustehnilise simulatsioonimudeli valideerimiseks, mis nõuab vastavust selle dokumendiga.

## 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 ISO 7345. Thermal performance of buildings and building components — Physical quantities and definitions (ISO 7345:2018)

EN ISO 9346. Hygrothermal performance of buildings and building materials — Physical quantities for mass transfer — Vocabulary (ISO 9346:2007)

## 3 TERMINID, MÄÄRATLUSED, SÜMBOLID JA ÜHIKUD

Dokumendi rakendamisel kasutatakse standardites EN ISO 9346 ja EN ISO 7345 esitatud termineid ja määratlusi. Rakendatakse alljärgnevaid sümboleid ja ühikuid.

| Sümbol      | Suurus                                          | Ühik                    |
|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
| $a_r$       | pinna vihmavee säilitustegur                    | – (0 ... 1)             |
| $c_1$       | vee ( <i>liquid water</i> ) erisoojus           | J/(kg · K)              |
| $c_v$       | veeauru ( <i>water vapour</i> ) erisoojus       | J/(kg · K)              |
| $c_{ice}$   | jää ( <i>ice</i> ) erisoojus                    | J/(kg · K)              |
| $c_a$       | õhu ( <i>air</i> ) erisoojus                    | J/(kg · K)              |
| $c_s$       | kuiva materjali (tahke) erisoojus               | J/(kg · K)              |
| $D_1$       | vee difuussus                                   | m <sup>2</sup> /s       |
| $E_{sol}$   | päikese kiirgusvoo kogutihedus                  | W/m <sup>2</sup>        |
| $g, g_w$    | niiskusvoog                                     | kg/(m <sup>2</sup> · s) |
| $g_l$       | veevoog                                         | kg/(m <sup>2</sup> · s) |
| $g_{l,max}$ | materjali pinda absorbeeruv maksimaalne veevoog | kg/(m <sup>2</sup> · s) |
| $g_p$       | sademeveest põhjustatud niiskusvoog             | kg/(m <sup>2</sup> · s) |
| $g_v$       | veeauruvoog                                     | kg/(m <sup>2</sup> · s) |
| $h$         | pinna soojusjuhtivus                            | W/(m <sup>2</sup> · K)  |