

AKENDE, USTE JA LUUKIDE SOOJUSLIK TOIMIVUS
Soojuslähivuse arvutus
Osa 2: Raamide numbriline arvutusmeetod

Thermal performance of windows, doors and shutters
Calculation of thermal transmittance
Part 2: Numerical method for frames
(ISO 10077-2:2017)

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN ISO 10077-2:2017 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis jõustumisteate meetodil vastuvõetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles augustis 2017;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2017. aasta augustikuu numbris.

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

Standardi on tõlkinud Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit, eestikeelse kavandi ekspertiisi on teinud ja standardi on heaks kiitnud EVS/TK 14.

Euroopa standardimisorganisatsioonid on teinud Euroopa standardi EN ISO 10077-2:2017 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 19.07.2017.

Date of Availability of the European Standard EN ISO 10077-2:2017 is 19.07.2017.

See standard on Euroopa standardi EN ISO 10077-2:2017 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus ja sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN ISO 10077-2:2017. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation. 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.

ICS 91.060.50; 91.120.10

Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardikeskusele

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

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardikeskusega: Koduleht www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

English Version

**Thermal performance of windows, doors and shutters -
Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical
method for frames (ISO 10077-2:2017)**

Performance thermique des fenêtres, portes et
fermetures - Calcul du coefficient de transmission
thermique - Partie 2 : Méthode numérique pour les
encadrements (ISO 10077-2:2017)

Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und
Abschlüssen - Berechnung des
Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 2: Numerisches
Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2017)

This European Standard was approved by CEN on 27 February 2017.

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, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

SISUKORD

EUROOPA EESSÕNA.....	4
SISSEJUHATUS.....	5
1 KÄSITLUSALA.....	9
2 NORMIVIITED.....	9
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	9
4 TINGTÄHISED JA ALAINDEKSID	10
4.1 Tingtähised.....	10
4.2 Alaindeksid.....	11
5 ARVUTUSMEETOD	11
5.1 Meetodi väljund.....	11
5.2 Üldine põhimõte.....	12
5.3 Arvutusprogrammide hindamine	12
6 SOOJUSLÄBIVUSE ARVUTAMINE.....	12
6.1 Väljundandmed.....	12
6.2 Arvutuste ajasamm	13
6.3 Sisendandmed.....	13
6.3.1 Geomeetrilised omadused.....	13
6.3.2 Soojuserijuhtivuse väärtused	14
6.3.3 Pindade emissiivsus.....	14
6.3.4 Üldised ääritingimused	14
6.3.5 Rulookarpide ääritingimused.....	14
6.4 Arvutuse käik.....	16
6.4.1 Soojuslähivuse määramine	16
6.4.2 Õõnsuste käsitus, kasutades peegelduva kiirguse kiiritustiheduse meetodit.....	16
6.4.3 Õõnsuste käsitus üksiku ekvivalentse soojuserijuhtivuse meetodil.....	27
7 PROTOKOLL.....	33
7.1 Protokollu sisu.....	33
7.2 Geomeetrilised andmed	33
7.3 Soojustehnilised andmed.....	34
7.3.1 Soojuserijuhtivus	34
7.3.2 Emissioonitegur.....	34
7.3.3 Ääritingimused	34
7.4 Tulemuste esitamine	34
Lisa A (normlisa) Sisendandmete ja meetodite valiku andmeleht – Mall.....	35
Lisa B (teatmelisa) Sisendandmete ja meetodite valiku andmeleht – Vaikivvalikud	37
Lisa C (normlisa) Piirkondlikud viited kooskõlas ISO rahvusvahelise poliitikaga.....	39
Lisa D (normlisa) Valitud materjalide soojuserijuhtivus ja muud omadused.....	40
Lisa E (normlisa) Pinnatakistus	43
Lisa F (normlisa) Soojuslähivuse määramine	45
Lisa G (normlisa) Arvutusprogrammide hindamise üldnäited, kasutades õõnsuste käsitlemisel peegelduva kiirguse kiiritustiheduse meetodit.....	49
Lisa H (normlisa) Arvutusprogrammide hindamiseks kasutatavate aknaraamide näited, kasutades õõnsuste käsitlemisel peegelduva kiirguse kiiritustiheduse meetodit.....	54

Lisa I (normlisa) Arvutusprogrammide hindamiseks kasutatavate aknaraamide näited, kasutades õõnsuste käsitlemisel üksiku ekvivalentse soojuserijuhtivuse meetodit.....	66
Lisa J (normlisa) Lisas D loetletud puiduliigid.....	77
Kirjandus.....	80

See dokument on EVS-i poolt loodud eelvaade

EUROOPA EESSÕNA

Dokumendi (EN ISO 10077-2:2017) on koostanud tehniline komitee CEN/TC 89 „Thermal performance of buildings and building components“, mille sekretariaati haldab SIS, koostöös tehnilise komiteega ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“.

Euroopa standardile tuleb anda rahvusliku standardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumisteatega hiljemalt 2018. a jaanuariks ja sellega vastuolus olevad rahvuslikud standardid peavad olema kehtetuks tunnistatud hiljemalt 2018. a jaanuariks.

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

Standard on koostatud mandaadi alusel, mille on Euroopa Standardimiskomiteele (CEN) andnud Euroopa Komisjon ja Euroopa Vabakaubanduse Assotsiatsioon.

See dokument on osa hoonete energiatõhususe standardikogumikust (EPB standardid) ja see on koostatud mandaadi M/480 alusel (vt viide [EF1] allpool), mille on Euroopa Standardimiskomiteele (CEN) andnud Euroopa Komisjon ja Euroopa Vabakaubanduse Assotsiatsioon ja see toetab EL-i direktiivi 2010/31/EÜ põhinõudeid hoonete energiatõhususe kohta (EPBD, [EF2]).

Kui seda dokumenti kasutatakse riigisisese või piirkondliku õigusloome kontekstis, võib spetsiifiliste rakenduste puhul anda ette kohustuslikud valikud riigi või piirkondlikul tasemel, esmajoones on võimalikud rakendused riiklikeks õigusaktideks üle võetud EL-i direktiivide kontekstis.

Edasisteks sihtrühmadeks on mitteeluhoonete energiatõhususe Euroopa Liidu vabatahtliku sertifitseerimisskeemi (vt EPBD artikkel 11.9) kasutajad ja teised piirkondlikud (näiteks üleeuroopalised) huvirühmad, kes soovivad luua eeldusi mingite hoonete rühmade energiatõhususe klassifitseerimiseks.

See dokument asendab standardit EN ISO 10077-2:2012.

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

Viited:

[EF1] Mandate M480. Mandate to CEN, CENELEC and ETSI for the elaboration and adoption of standards for a methodology calculating the integrated energy performance of buildings and promoting the energy efficiency of buildings, in accordance with the terms set in the recast of the Directive on the energy performance of buildings (2010/31/EU) of 14th December 2010

[EF2] EPBD. Recast of the Directive on the energy performance of buildings (2010/31/EU) of 14th December 2010 Endorsement notice The text of ISO 10077-2:2017 has been approved by CEN as EN ISO 10077-2:2017 without any modification.

Jõustumisteade

CEN on standardi ISO 10077-2:2017 teksti muutmata kujul üle võtnud standardina EN ISO 10077-2:2017.

SISSEJUHATUS

See dokument on üks osa standardisarjast, mille eesmärk on hoonete energiatõhususe hindamise metodoloogia rahvusvaheline harmoneerimine. Seda standardisarja nimetatakse lühivalt „EPB standardisarjaks“.

Üldise kooskõlastatuse, üheselt mõistetavuse ja läbipaistvuse tagamiseks on kõik EPB standardid koostatud kindlaid reegleid järgides.

Kõik EPB standardid tagavad teatud paindlikkuse meetodite, nõutavate sisendandmete ja teistele EPB standarditele viitamise suhtes, tänu lisas A esitatud normatiivsetele mallidele ja lisas B esitatud teatmelistele vaikivvalikutele.

Selle dokumendi korrektse kasutamise huvides on nende valikute kindlaksmääramiseks lisas A esitatud normatiivsed mallid. Teatmelised vaikivvalikud on esitatud lisas B.

Selle dokumendi peamine sihtrühm on arhitektid, insenerid ja haldusnormide koostajad.

Kasutamisel õigusaktide koostajate poolt: kui dokumenti kasutatakse riiklike või piirkondlike õigusaktide nõuete kontekstis, siis võib kohustuslikud valikud spetsiifiliste rakenduste korral kindlaks määrata riiklikul või piirkondlikul tasandil. Need valikud (kas lisa B teatmelised vaikivvalikud või riiklikele/piirkondlikele vajadustele kohandatud valikuvõimalused, mis peavad kõigil juhtudel vastama lisa A mallidele) on võimalik teha kättesaadavaks rahvusliku lisa või eraldiseisva (st õigusliku) dokumendina (riigisisese eeskirjana).

MÄRKUS 1 Niisiis sellisel puhul:

- õigusaktide koostaja **spetsifitseerib** valikud;
- konkreetne kasutaja rakendab dokumenti hoonete energiatõhususe hindamiseks, **kasutades** sealjuures õigusaktide koostajate etteantud valikuid.

Selles dokumendis käsitletavat teemat võivad olla riiklikult reguleeritud. Sama teema kohta käivad riiklikud regulatsioonid võivad teatud rakenduste korral olla lisas B antud vaikivväärtuste suhtes ülimuslikud. Teatud rakenduste puhul võivad riiklikud regulatsioonid olla ülimuslikud kogu selle dokumendi suhtes. Üldjuhul ei avaldata õiguslike nõudeid ja valikuid standardites, vaid õiguslikes dokumentides. Et vältida väljaannete kattumist ja raskusi taoliste dokumentide ajakohastamises, tuleks rahvuslikus lisas viidata nendele õigusaktide tekstidele, milles valitsusasutuste tehtud valikud on esitatud. Eri rakenduste puhul on võimalikud erinevad rahvuslikud lisad või riigisisese eeskirjad.

Juhul kui lisa B vaikivväärtusi, -valikuid ja viiteid teistele EPB standarditele ei järgita riigisiseste määruste, juhiste või tavade tõttu, siis eeldatakse, et

- riigi või piirkondlike õigusaktide loojad valmistavad ette valikuid ja riiklike või piirkondlike väärtusi sisaldavaid andmelehti lisa A malli kohaselt. Sellisel juhul on rahvuslik lisa (nt NA) soovitatav, sisaldades viidet nendele andmelehtedele;
- või rahvuslik standardimisorganisatsioon kaalub võimalust lisada lisa A malli kohane rahvuslik lisa, õigusnormide kohaselt, mis määravad kindlaks riigi või piirkondlikud väärtused ja valikud.

Edasised sihtrühmad on isikud, kes soovivad luua eeldusi mingite hoonete rühmade energiatõhususe klassifitseerimiseks.

Rohkem teavet on võimalik leida seda dokumenti täiendavast tehnilisest aruandest (ISO/TR 52022-2).

EPB hindamise üldraamistik hõlmab:

- a) üldtermineid, määratlusi ja tingtähiseid;
- b) hoone ja hindamise ääretingimusi;
- c) hoone jaotust ruumikategooriateks;
- d) EPB arvutusmetoodikat (hoone asukohas ja selle ümbruses kasutatud, edastatud, toodetud ja/või eksporditud energia arvutusvalemeid);
- e) valemikogu ja sisend- ning väljundandmete suhteid, mis seovad kõiki EPB hindamiseks vajalikke eri elemente;
- f) üldnõudeid EPB osaarvutustega tegelemiseks;
- g) eri ruumide tsoneerimise reegleid;
- h) tõhususindikaatoreid/-näitajaid;
- i) mõõdetud energiatõhususe hindamise metoodikat.

Standard ISO 10077 koosneb kahest osast. Selles dokumendis esitatav meetod on ette nähtud raamiprofiilide soojuslike omaduste arvutuslike väärtuste määramiseks, mida oleks võimalik kasutada standardis ISO 10077-1 esitatud akende, uste ja luukide soojusläbivuse arvutusmeetodis. See meetod on alternatiiv standardis EN 12412-2 spetsifitseeritud kliimakambris mõõtmise meetodile. Mõnel juhul võib eelistada kliimakambris mõõtmise meetodit, eriti siis, kui füüsikalised ja geomeetrilised andmed puuduvad või kui profiilil on keeruline geomeetiline kuju.

Kuigi selle dokumendi meetod rakendub põhiliselt vertikaalsetele raamiprofiilidele, sobib see ligikaudse meetodina ka horisontaalprofiilide (nt alumised ja ülemised horisontaalprofiilid) ja kaldasendis kasutatavate toodete (nt katuseaknad) puhul. Sisseehitatud klaasingu arvutustes on soojusvoolude jaotus ja raami temperatuuriväli selle arvutuse kasulik lisateave.

Standardisari ISO 10077 ei hõlma hoonete fassaade ega rippfassaade, mida käsitletakse standardis ISO 12631.

Tabelis 1 on esitatud selle dokumendi suhteline asukoht EPB standardisarja standardi ISO 52000-1 kohases moodulstruktuuris.

MÄRKUS 2 ISO tehnilises aruandes ISO/TR 52000-2 on esitatud sama tabel, kus iga mooduli puhul on näidatud ka asjakohaste EPB standardite ja nendega kaasnevate, kas juba avaldatud või alles koostamisel olevate tehniliste aruannete numbrid.

MÄRKUS 3 Moodulid esindavad EPB standardeid, kuigi üks EPB standard võib hõlmata enam kui ühte moodulit ja üks moodul võib olla hõlmatud enama kui ühe EPB standardi poolt, näiteks vastavalt lihtsustatud ja detailne meetod.

Tabel 1 — Selle dokumendi positsioon (siin: M2–5) EPB standardisarja moodulstruktuuris

Üldine raamistik		Hoone (kui selline)		Hoonete tehnosüsteemid										
	Kirjeldused		Kirjeldused		Kirjeldused	Küte	Jahutus	Ventilatsioon	Niisutamine	Kuivatamine	Soe tarbevesi	Valgustus	Hoonete automaatika ja juhtimine	PV, tuul, ..
Alammoodul						M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
sub1		M1		M2										
1	Üldine		Üldine		Üldine									
2	Üldised terminid ja määratlused, tingtähised, ühikud ja indeksid		Hoone energiavajadus		Vajadused								a	
3	Rakendused		(Vabad) sisetingimused ilma süsteemideta		Maksimum-koormus ja võimsus									
4	Energiatõhususe esitamise viisid		Energiatõhususe esitamise viisid		Energia-tõhususe esitamise viisid									
5	Hoonete kategooriad ja ümbrus		Soojuslevi läbivuse teel	ISO 10077-2	Emissioon ja kontroll									
6	Hoonete kasutus ja toimivustingimused		Soojuslevi infiltratsiooni ja ventilatsiooni teel		Jaoamine ja kontroll									

7	Energiateenuste ja energia-kandjate liitmine		Hoonesisesed soojusallikad		Salvestus ja kontroll														
8	Hoone tsoneerimine		Päikesesoojuse kasutamine		Teke ja kontroll														
9	Arvutuslik energiatõhusus		Hoone dünaamika (termiline mass)		Koormus- jaotus ja toimivus-tingimused														
10	Mõõdetud energiatõhusus		Mõõdetud energiatõhusus		Mõõdetud energia-tõhusus														
11	Järelevalve		Järelevalve		Järelevalve														
12	Sisekliima soojusliku mugavuse avaldumise viisid				BMS, (<i>Building Management Systems</i> , hoone haldamise süsteem)														
13	Väliskeskonna tingimused																		
14	Majandus-arvestus																		
^a Varjutatud moodulid pole rakendatavad.																			

1 KÄSITLUSALA

See dokument spetsifitseerib arvutusmeetodi ja esitab sisendandmed raamiprofiilide soojusläbivuse ja raamide ning klaasingu või teiste täitepaneelide ühenduste joonsoojusläbivuse (pikkusepõhise soojusläbivuse) arvutamiseks.

Meetodit võib kasutada ka luukide soojustakistuse ja rulookarpide ja nendega sarnaste elementide (nt žalusiide) soojustehniliste omaduste hindamiseks.

See dokument esitab ka kriteeriumid arvutustes kasutatavate numbriliste meetodite hindamiseks.

See dokument ei hõlma päikesekiirguse, õhulekkest põhjustatud soojusülekande või kolmemõõtmelise soojusülekande (nt metallist punktliidete) mõju. Samuti ei käsitleta raamide ja ehituskonstruksioonide vaheliste külmasildade mõju.

MÄRKUS Sissejuhatuses esitatud tabel 1 näitab selle dokumendi suhtelist positsiooni EPB standardite sarjas standardis ISO 52000-1 esitatud moodulsüsteemi kontekstis.

2 NORMIVIITED

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

ISO 7345. Thermal insulation — Physical quantities and definitions

ISO 10211. Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations

ISO 10292. Glass in building — Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing

ISO 10456:2007. Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values

ISO 12567-2:2005. Thermal performance of windows and doors — Determination of thermal transmittance by hot box method — Part 2: Roof windows and other projecting windows

ISO 17025. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

ISO 52000-1. Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures

EN 673. Glass in building — Calculation of thermal transmittance (U-value) — Calculation Method

EN 12519. Windows and pedestrian doors — Terminology

MÄRKUS Muud vaikeviited EPB standarditele (v.a ISO 52000-1) identifitseeritakse EPB mooduli numbriga ja esitatakse lisas A (normatiivne mall tabelis A.1) ja lisas B (teatmeline vaikevalik tabelis B.1).

NÄIDE EPB moodul number M5-5 või M5-5,1 (juhul kui moodul M5-5 on jagatud osadeks) või M5-5/1 (juhul kui viidatakse mooduli M5-5 standardi spetsiifilisele jaotisele).