

EHITISTE TOIMIVUS

**Soojuse, õhu ja niiskuse ebakorrapärasuste tuvastamine
ehitistes infrapunameetoditega**

Osa 1: Üldised protseduurid

Performance of buildings

**Detection of heat, air and moisture irregularities in
buildings by infrared methods**

**Part 1: General procedures
(ISO 6781-1:2023)**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN ISO 6781-1:2023 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 septembris 2023;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2024. aasta veebruarikuu numbris.

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

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

Euroopa standardimisorganisatsioon on teinud Euroopa standardi EN ISO 6781-1:2023 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 16.08.2023.

Date of Availability of the European Standard EN ISO 6781-1:2023 is 16.08.2023.

See standard on Euroopa standardi EN ISO 6781-1:2023 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 ISO 6781-1:2023. 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.

ICS 91.120.10

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; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

English Version

**Performance of buildings - Detection of heat, air
and moisture irregularities in buildings by infrared
methods - Part 1: General procedures (ISO 6781-1:2023)**

Performance des bâtiments - Détection
d'irrégularités de chaleur, air et humidité dans les
bâtiments par des méthodes infrarouges - Partie 1:
Modes opératoires généraux (ISO 6781-1:2023)

Verhalten von Gebäuden - Feststellung von
wärme-, luft- und feuchtebezogenen
Unregelmäßigkeiten in Gebäuden durch
Infrarotverfahren - Teil 1: Allgemeine Verfahren
(ISO 6781-1:2023)

This European Standard was approved by CEN on 24 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, Türkiye 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
EESSÕNA.....	5
SISSEJUHATUS.....	7
1 KÄSITLUSALA.....	8
2 NORMIVIITED.....	8
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	8
3.1 Üldised terminid.....	8
3.2 Termograafia terminid.....	11
4 SÜMBOLID JA LÜHENDATUD TERMINID.....	14
5 TERMOGRAAFIA KASUTAMISE NÄIDISRAKENDUSED EHITISTE HINDAMISEL.....	15
6 KLIENDIPOOLNE ETTEVALMISTUS.....	15
7 PERSONALI KVALIFIKATSIOON.....	16
7.1 Personal — Üldised juhised.....	16
7.2 Rakendusespetsiifilised nõuded.....	17
7.2.1 Eluhooned — Kvalifikatsiooninõuded.....	17
7.2.2 Tööstushooned — Kvalifikatsiooninõuded.....	17
7.2.3 Haldushooned / tööstushooned — Kvalifikatsiooninõuded.....	18
8 NÕUDED ELU- JA ÄRI- JA HALDUSHOONETE TERMOGRAAFIAKONTROLLI SEADMETELE.....	18
8.1 Seadmed — Üldised nõuded.....	18
8.2 Seadmete kalibreerimine ja kontrollimine.....	19
9 OHUTUS.....	19
10 TERMOGRAAFIA TEHNIKAD.....	19
10.1 Üldist.....	19
10.2 Võrdlev termograafia.....	19
10.2.1 Üldist.....	19
10.2.2 Tehnika.....	20
10.3 Võrdlev kvalitatiivne termograafia.....	20
10.4 Võrdlev kvantitatiivne termograafia.....	21
10.4.1 Üldist.....	21
10.4.2 Võrdlev kvantitatiivne termograafia — Piirangud.....	21
11 KONTAKTIVABA INFRAPUNARADIOMEETRIA (PUNKTRADIOMEETIA) KASUTADES TERMOGRAAFIAKEEMERAID.....	22
12 ÕHULEKE JA MASSÜLEKANNE.....	22
12.1 Õhuleke.....	22
12.2 Massülekanne — niiskus.....	22
13 NIISKUSE TUVASTAMINE.....	23
13.1 Juhtivuse katsemeetod — Niiskuse tuvastamine.....	23
13.2 Mahtuvuslik katsemeetod — Niiskuse määramine.....	23
13.3 Faasimuutuse katsemeetod — Niiskuse määramine.....	23
14 LÄHTEMÕÕTMISED EHITISE HOOLDUSE JA SEISUKORRA MONITOORIMISEKS.....	24
15 ANDMETE KOGUMINE.....	24
16 PEEGELDUNUD TEMPERATUURI JA KIIRGUSVÕIME NING SUMMUTAVATE AINETE VÄLIMÕÕTMISED.....	25

17	VÖRDLEVAD HINDAMISKRITEERIUMID — TÕSIDUS.....	25
18	DIAGNOOS JA PROGNOOS.....	25
18.1	Uuringute välbad.....	25
18.2	Kujutise tõlgendamine.....	26
18.3	Rikke tuvastamise protsess.....	26
19	KATSEARUANNE.....	26
19.1	Üldine informatsioon	26
19.2	Ehitisespetsiifiline teave.....	27
19.3	Kvalitatiivsed kontrollid	28
19.4	Kvantitatiivsed kontrollid	28
19.5	Ohtlikest tingimustest teavitamine	28
	Lisa A (normlisa) Pro-forma ohutusreeglid ja juhised	29
	Lisa B (normlisa) Peegeldunud näiva temperatuuri ja kiirgusvõime väärtused.....	30
	Lisa C (teatmelisa) Näited ehitiste soojuse, õhu ja niiskuse rikestest, tõrgetest ja anomaaliatest, mis on tuvastatud infrapunatermograafia (IRT) abil.....	34

EUROOPA EESSÕNA

Dokumendi (EN ISO 6781-1:2023) on koostanud tehniline komitee CEN/TC 163/SC 1 „Test and measurement methods“ koostöös tehnilise komiteega CEN/TC 89 „Thermal performance of buildings and building components“, mille sekretariaati haldab DIN.

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

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.

See dokument asendab standardit EN 13187:1998.

Dokument on koostatud standardimistaotluse alusel, mille on Euroopa Standardimiskomitee (CEN) andnud Euroopa Komisjon ja Euroopa Vabakaubanduse Assotsiatsioon.

Igasugune tagasiside ja küsimused selle dokumendi kohta tuleks suunata dokumendi kasutaja rahvuslikule standardimisorganisatsioonile/rahvuslikule komiteele. Täielik loetelu nende organisatsioonide kohta on leitav CEN-i veebilehtedelt.

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.

Jõustumisteade

CEN on dokumendi ISO 6781-1:2023 teksti muutmata kujul üle võtnud kui EN ISO 6781-1:2023.

EESSÕNA

ISO (International Organization for Standardization) on ülemaailmne rahvuslike standardimisorganisatsioonide (ISO rahvuslike liikmesorganisatsioonide) föderatsioon. Tavaliselt tegelevad rahvusvahelise standardi koostamisega ISO tehnilised komiteed. Kõigil rahvuslikel liikmesorganisatsioonidel, kes on mingi tehnilise komitee pädevusse kuuluvast valdkonnast huvitatud, on õigus selle komitee tegevusest osa võtta. Selles töös osalevad ka ISO-ga seotud rahvusvahelised riiklikud organisatsioonid ning vabaühendused. Kõigis elektrotehnika standardimist puudutavates küsimustes teeb ISO tihedat koostööd Rahvusvahelise Elektrotehnikakomisjoniga (IEC).

Selle dokumendi väljatöötamiseks kasutatud ja edasiseks haldamiseks mõeldud protseduurid on kirjeldatud ISO/IEC direktiivide 1. osas. Eriti tuleb silmas pidada eri heakskiidukriteeriumeid, mis on eri liiki ISO dokumentide puhul vajalikud. See dokument on kavandatud ISO/IEC direktiivide 2. osas esitatud toimetamisreeglite kohaselt (vt www.iso.org/directives).

ISO pöörab tähelepanu võimalusele, et selle dokumendi rakendamine võib olla seotud patendi (patentide) kasutamisega. ISO ei võta seisukohta mis tahes esitatud patendiõiguste tõendamise, kehtivuse ega rakendatavuse eest. Selle dokumendi avaldamise kuupäeva seisuga ei ole ISO saanud teateid patendi (patentide) kohta, mida võib vaja minna selle dokumendi rakendamiseks. Dokumendi kasutajaid on siiski hoiatatud, et siin esitatu ei pruugi olla uusim teave, mis võib olla saadud patendiandmebaasist (kättesaadav veebilehelt www.iso.org/patents). ISO ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

Mis tahes selles dokumendis kasutatud ärieline käibenimi on kasutajate abistamise eesmärgil esitatud teave ja ei kujuta endast toetusavaldust.

Selgitused standardite vabatahtliku kasutuse ja vastavushindamisega seotud ISO eriomaste terminite ja väljendite kohta ning teave selle kohta, kuidas ISO järgib WTO tehniliste kaubandustõkete lepingus sätestatud põhimõtteid, on esitatud järgmisel aadressil: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dokumendi on koostanud tehnilise komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ alamkomitee SC 1 „Test and measurement methods“ koostöös Euroopa Standardimiskomitee (CEN) tehnilise komiteega CEN/TC 89 „Thermal performance of buildings and building component“ ISO ja CEN-i vahelise tehnilise koostöö lepingu kohaselt (Viini leping).

Teine väljaanne tühistab ja asendab esimest väljaannet (ISO 6781:1983), mis on tehniliselt üle vaadatud.

Peamised muudatused on järgmised:

- nüüd hõlmab ISO 6781 esimest osa, mis on suunatud termograafia tavakasutajale ja esitab asjakohased termograafia üldnõuded;

MÄRKUS Standardite sarja ISO 6781 järgmised osad esitavad termograafilised nõuded, mis on asjakohased termograafia praktikutele ja tehnilised nõuded spetsiifilist tüüpi ehitiste termograafia.

- katab üldnõuded, mis on seotud õhulekete ja niiskusanomaaliat tuvastamisega kasutades termograafilisi meetodeid, lisaks termilistele anomaaliatele;
- ajakohastab põhjalikult termograafianõuded, termograafia ulatuslikest tehnoloogilistest uuendustest alates standardi ISO 6781:1983 avaldamisest;
- annab üldise teabe ja konkreetseid piirangud kvalitatiivse ja kvantitatiivse termograafia kohta;
- annab üldise teabe ja nõuded termograafiaoperaatorite ja aruannete koostajate kvalifikatsiooni kohta.

Standardite sarja ISO 6781 kõikide osade loetelu on leitav ISO veebilehelt.

Igasugune tagasiside ja küsimused selle dokumendi kohta tuleks suunata dokumendi kasutaja rahvuslikule standardimisorganisatsioonile. Täielik loetelu nende organisatsioonide kohta on leitav veebilehelt www.iso.org/members.html.

See dokument on EVS-i poolt loodud eelvaade

SISSEJUHATUS

Ehitiste infrapunatermograafia pakub vahendi kvalitatiivseks energiakao defektide olemasolu identifitseerimiseks ehitiste konstruktsioonides. Need defektid ja anomaaliad võivad hõlmata näiteks soojusisolatsiooni defekte, niiskuse sisaldust ja/või soovimatuid õhuliikumisi või lekkeid ehitise välisviimistluses.

Hoone termograafia teostatakse infrapunatermograafiakaamera abil, mis loob pildi sihtpinna näiva kiirgustemperatuuri alusel. Termokiirgus (infrapunakiirguse tihedus) sihtpinnalt konverteeritakse infrapunatermograafiakaamera abil, et luua termopilt (termogramm). See pilt (termogramm) esitab termokiirguse suhtelise intensiivsuse pinna erinevatelt osadelt. Pildil näidatud kiirguse intensiivsus on otseselt seotud

- a) pinnatemperatuuri jaotusega,
- b) pinna karakteristikutega,
- c) ümbritsevate tingimustega ja
- d) sensori endaga.

Selle tulemusena võib pinnatemperatuuri jaotus olla võtmeelemendiks ehitise komponentide, ehitise väliskonstruktsioonide toimivuse monitoorimisel ja probleemide diagnoosimisel. Selle kasutamisel saab pinnatemperatuuri jaotumiste analüüsi abil näidata ehitiste väliskonstruktsioonide ja komponentide soojus- ja niiskusomaduste ebaühtlust ja õhu liikumist hoone väliskonstruktsioonide sees. Need ebaühtlused võivad tekkida näiteks termoisolatsiooni defektide, niiskusesisalduse ja õhu lekkimise tõttu komponentide sees või läbi sõlmede või komponentide montaaživigade tõttu, mis hõlmavad hoone konstruktsiooni.

Selle täieliku kasulikkuse realiseerimiseks esialgse kvalitatiivse sõeluuringu või süvadiagnostika tehnikana, tuleb termograafiat sageli toetada ja/või valideerida muude meetoditega. Need meetodid sisaldavad infrapuna-kiirgustundliku jälgimisgaasi meetodeid, ehitiste väliskonstruktsioonide õhutiheduse mõõtmise meetodeid, soojusvoolu mõõtureid, suitsu difusiooni meetodeid, anemomeetria meetodeid, niiskuse mõõtureid ja suhtelise niiskuse (*relative humidity, RH*) andureid.

Ehitise infrapunatermograafia kontrollimetoodikaid saab kasutada kas uue ehitise kvaliteedikontrolli rakendustes või olemasolevates ehitistes jätkuvaks tingimuste monitoorimiseks perioodilise või hoone seisukorra konkreetse aruandluse jaoks. Viimaste rakendustega võivad kaasneda visuaalsed rikketunnuste sümptomid, samas kui esimestega ei pruugi ilmtingimata ilmned visuaalseid rikketunnuste sümptomeid.

1 KÄSITLUSALA

See dokument spetsifitseerib nõuded ja metodoloogiad infrapunatermograafia teenustele hoonetes soojuse, õhu ja niiskuse ebakorrapärasuste tuvastamiseks, mis aitavad kasutajatel täpsustada ja mõista

- a) vajalike termograafiateenuste ulatuse,
- b) kasutamiseks vajalike seadmete tüüpi ja tingimusi,
- c) seadmete operaatorite, pildianalüütikute, aruande koostajate ja soovitude andjate kvalifikatsiooni ja
- d) tulemuste aruandlust.

See annab juhised termograafiateenuste pakkumisest tulenevate lõpptulemuste mõistmiseks ja kasutamiseks.

See dokument on rakendatav infrapunatermograafia meetodite üldistele protseduuridele, mida saab rakendada elamute, äri- ja haldus- ning eriotstarbeliste hoonete puhul.

2 NORMIVIITED

Allpool 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 6781-3. Performance of buildings — Detection of heat, air and moisture irregularities in buildings by infrared methods — Part 3: Qualifications of equipment operators, data analysts and report writers

ISO 7345. Thermal performance of buildings and building components — Physical quantities and definitions

ISO 9288. Thermal insulation — Heat transfer by radiation — Vocabulary

ISO 9869-1. Thermal insulation — Building elements — In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance — Part 1: Heat flow meter method

ISO 9972. Thermal performance of buildings — Determination of air permeability of buildings — Fan pressurization method

ISO 10878. Non-destructive testing — Infrared thermography — Vocabulary

3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Dokumendi rakendamisel kasutatakse standardites ISO 7345, ISO 9288, ISO 10878 ja allpool esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogiaandmebaase järgmistel aadressidel:

- ISO veebipõhine lugemisplatvorm: kättesaadav veebilehelt <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: kättesaadav veebilehelt <https://www.electropedia.org/>.