

**BETOONI SURVETUGEVUSE HINDAMINE
KONSTRUKTSIOONIDES JA VALMISTOODETES**

**Assessment of in-situ compressive strength in structures
and precast concrete components**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN 13791:2019 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 jaanuaris 2020;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2020. aasta jaanuarikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 7 „Betoon ja betoontooted“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardikeskus ning rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Standardi on tõlkinud ja eestikeelse kavandi ekspertiisi on teinud Eesti Betooniühing, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 7.

Euroopa standardimisorganisatsioonid on teinud Euroopa standardi EN 13791:2019 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 21.08.2019.

Date of Availability of the European Standard EN 13791:2019 is 21.08.2019.

See standard on Euroopa standardi EN 13791:2019 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 13791:2019. 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 91.080.40

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

**Assessment of in-situ compressive strength in structures
and precast concrete components**

Évaluation de la résistance à la compression sur site
des structures et des éléments préfabriqués en béton

Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in
Bauwerken oder in Bauwerksteilen

This European Standard was approved by CEN on 7 July 2019.

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.....	3
SISSEJUHATUS.....	4
1 KÄSITLUSALA.....	7
2 NORMIVIITED.....	7
3 TERMINID, MÄÄRATLUSED, TÄHISED JA LÜHENDID	8
3.1 Terminid ja määratlused	8
3.2 Tähised ja lühendid.....	9
4 UURINGUTE EESMÄRK JA KATSEPARAMETRID	11
5 KATSEPIIRKONNAD, MÕÖTMISKOHAD JA KATSETE ARV	14
5.1 Katsepiirkonnad.....	14
5.2 Mõõtmiskohad	14
6 PUURSÜDAMIKE KATSETAMINE JA EHITISBETOONI SURVETUGEVUSE MÄÄRAMINE	16
7 ANDMEKOGUMI ESMANE HINDAMINE	17
7.1 Katsepiirkonna hindamine, et teha kindlaks, kas tegu on betooni ühe tugevusklassiga	17
7.2 Katsepiirkonna üksikute katsetulemuste hindamine	18
8 SURVETUGEVUSE HINDAMINE OLEMASOLEVA KONSTRUKTSIOONI KONSTRUKTSIOONILISE EKSPERTIISI KÄIGUS	20
8.1 Hindamine ainult puursüdamike katseandmete põhjal	20
8.2 Hindamine kaudsete katseandmete ja puursüdamike katseandmete kombinatsiooni põhjal.....	21
8.2.1 Uuritavast konstruktsioonist võetud puursüdamike andmete põhjal kalibreeritud kaudse katse kasutamine.....	21
8.2.2 Katsepiirkonna <i>ehitisbetooni</i> normsurvegevuse hindamine	22
8.2.3 <i>Ehitisbetooni</i> survegevuse hindamine konkreetses kohas	23
8.3 Kaudsete katsete kasutamine koos vähemalt kolme puursüdamiku katsetulemusega	23
9 BETOONI SURVETUGEVUSKLASSI HINDAMINE KAHTLUSE KORRAL	24
9.1 Üldist	24
9.2 Puursüdamike katseandmete kasutamine	25
9.3 Kaudne katsetamine koos puursüdamike valikuliste katseandmetega	26
9.4 Sõelkatse, kasutades üldist või erilist seost kaudse katsemeetodiga.....	27
9.5 Menetlus juhul, kui tootja on deklareerinud survegevuse mittevastavuse.....	28
Lisa A (teatmelisa) Juhised uurimise korraldamiseks	29
Lisa B (teatmelisa) Näide pörkearvu ja survegevusklassi vahelise üldise seose kohta.....	37
Kirjandus.....	39

EUROOPA EESSÕNA

Dokumendi (EN 13791:2019) on koostanud tehniline komitee CEN/TC 104 „Concrete and related products“, mille sekretariaati haldab SN.

Euroopa standardile tuleb anda rahvusliku standardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumisteatega hiljemalt 2020. a veebruariks ja sellega vastuolus olevad rahvuslikud standardid peavad olema kehtetuks tunnistatud hiljemalt 2020. a veebruariks.

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.

See dokument asendab standardit EN 13791:2007.

Peamised muudatused võrreldes standardiga EN 13791:2007 on järgmised:

- a) standard on täies ulatuses ümber töötatud, kuid metodoloogiline käsitlusviis ja käsitlusala ulatus ning enamik esialgsest ülesehitusest on järjepidevuse huvides säilitatud;
- b) põhirõhk on *ehitisbetooni* normsurvetugevuse määramisel, kasutamiseks koos standarditega EN 1990 ja EN 1992-1-1;
- c) esitatud on üksikasjalikumad juhised meetodite kohaldamiseks, eriti seoses katsetulemuste, mõõtmiste, betooni mahu, mõõtmiskohtade, väikese katsepiirkonna ja katsepiirkonnaga;
- d) lisatud on nõuded, mis selgitavad uurimise eesmärki, kasutatavaid menetlusi, katsemeetodeid, mõõtmiskohti ja katsepiirkondi, mis tuleb kindlaks määrata enne katsetamise algust;
- e) peatükk 8 „Survetugevuse hindamine olemasoleva konstruktsiooni konstruktsioonilise ekspertiisi käigus“ hõlmab varasemaid nõudeid *ehitisbetooni* normsurvetugevuse hindamiseks kas puursüdamike või kaudsete meetodite põhjal;
- f) peatükk 9 „Betooni survetugevusklassi hindamine kahtluse korral“ hõlmab varasemaid hindamisnõudeid, mida rakendatakse kahtluste korral standardkatsete alusel hinnatud betooni vastavuse suhtes;
- g) standardi EN 13791:2007 käsitlusviisid A ja B ei kehti enam;
- h) standard EN 13791 on kooskõlas standardi EN 206 nõuetega.

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

(1) See dokument hõlmab kahte *ehitisbetooni* survetugevuse hindamise meetodit. Need on

- katsepiirkonna *ehitisbetooni* normsurvetugevuse hindamine ja/või *ehitisbetooni* survetugevuse hindamine kindlaksmääratud kohtades;
- ehitisse paigaldatud betooni survetugevusklassi hindamine, kui on kahtlusi standardkatsete tulemustel põhineva survetugevuse või ehitustööde kvaliteedi suhtes.

(2) Mõlemal rakendusel on mitu ühist sammu, nagu on näidatud tabelis 1, kuid hindamismeetodid on erinevad. Selle erinevuse põhjuseks on asjaolu, et *ehitisbetooni* tugevuse hindamisel (peatükk 8) puuduvad andmed selle eeldatava väärtuse kohta ning hindamisel võetakse arvesse andmete arvuga seotud määramatust. Peatüki 8 kohaselt määratud *ehitisbetooni* tugevus on väärtus, mis põhineb standardi EN 1992-1-1:2004 jaotise A.2.3 kohasel valmiskonstruktsiooni või -elemendi katsetamisel.

MÄRKUS Teave tarnitud betooni esialgse kvaliteedi kohta võib olla kättesaadav, kuid *ehitisbetooni* tugevus võib aja jooksul muutuda.

(3) Enamik peatükis 9 kirjeldatud meetodeid on rakendatavad juhul, kui on tõestatud, et tarnitud betoon vastab tootja survetugevuse toimivusdeklaratsioonile, kuid kohapeal võetud proovide katsetulemused näitavad mittevastavust, ja kui seda lahknemist ei ole võimalik muul viisil lahendada. Kuna CEN-i standardite toimivusdeklaratsiooni verifitseerimismeetodeid peetakse usaldusväärseks, siis eeldatakse, et betoon vastab spetsifitseeritud normtugevusele ja katseandmete statistilist töötlust kasutades kontrollitakse selle hüpoteesi kehtivust.

Kui peatüki 9 kohasel hindamisel ilmneb survetugevuse mittevastavus, peaksid tootja ja teised asjaomased pooled kasutama jaotises 9.5 kirjeldatud meetodit.

(4) Peatükkide 8 ja 9 meetoditel on erinev käsitusviis, mis võib anda märkimisväärselt erinevad tulemused.

(5) Selle dokumendi sätted kehtivad normaal-, kerg- või raskebetoonist betoonkonstruktsioonidele, kui ei ole sätestatud teisiti.

(6) See dokument hõlmab ainult kaudse katsemeetodi (UPV või pörkevasara) ja survetugevuse vahelise seose kasutamist. Nii UPV kui ka pörkevasara kombineeritud kasutamine koos puursüdamikega on küll kasulik meetod, kuid seda ei ole selles dokumendis üksikasjalikult kirjeldatud.

(7) Selle dokumendi koostamisel on lähtutud eeldusest, et seda kasutatakse koos standardiga EN 1992-1-1. Kui seda kasutatakse koos teiste projekteerimisstandarditega, võivad mõne teguri väärtused vajada muutmist. Ka kasutatakse selles dokumendis teguri α_{cc} puhul standardi EN 1992-1-1:2004 termini 3.1.6 soovituslikku väärtust 1,0 ja teguri η puhul standardi EN 1992-1-1:2004 jaotise A.2.3 soovituslikku väärtust 0,85. Kui riigisisestes eeskirjades kasutatakse nende tegurite väärtustest erinevaid väärtusi, võib osutuda vajalikuks selle standardi asjakohaseid valemite võimalust mööda kohandada.

(8) Kasutuskohas kehtivates eeskirjades võib olla esitatud meetodeid, mis jäävad väljapoole selles dokumendis spetsifitseeritud meetodite käsitusala. Nende hulka kuuluvad näiteks

- kahe kaudse katsemeetodi ja puursüdamike katsetamise kombinatsioon;
- alla 50 mm läbimõõduga puursüdamike kasutamine;
- väljatõmbekatse kasutamine;
- sõelkatse, mis vastab jaotises 9.4 spetsifitseeritud põhimõtetele;
- peatüki 8 meetodites: sätted vähem kui 8 puursüdamiku kasutamise kohta ilma kaudsete katseteta;

- tugevuse languse hindamine kogu elemendi ulatuses pärast tulekahju;
- peatüki 9 meetodites: kaheldava betooni kvaliteediga elemendi võrdlemine sarnase, nõuetele vastavast betoonist elemendiga.

Peale selle võivad kasutuskohas kehtivad eeskirjad sisaldada nõudeid teiste aspektide kohta, mida ei ole selles dokumendis spetsifitseeritud. Nende hulka kuuluvad näiteks

- seos puursüdamike 2 : 1 ja 1 : 1 survetugevuste vahel, kui kohalike materjalide katseandmete põhjal rakendatakse erinevat väärtust kui 0,82;
- seos *ehitisbetooni* survetugevuse ja puursüdamike vahel, mille pikkuse ja läbimõõdu suhe erineb suhtest 2 : 1 või 1 : 1;
- seos *kergeehitisbetooni* survetugevuse ja puursüdamiku pikkuse ja läbimõõdu suhte vahel;
- ristsuunalist sarrust sisaldavate puursüdamike tugevuse korrigeerimine;
- seos puursüdamiku tugevuse ning sama läbimõõdu ja pikkusega valatud silindri tugevuse vahel;
- tegurid, kui hindamine ei toimu standardi EN 1992-1-1 või EN 1990 kohaselt;
- standardi EN 1992-1-1:2004 jaotises A.2.3 esitatud teguri η väärtus, juhul kui riigisisestes eeskirjades kasutatav väärtus erineb soovitatavast väärtusest 0,85;
- jaotise 8.3 kriteeriumidest erinevad kriteeriumid konstruktsiooniliseks ekspertiisiks;
- jaotiste 9.2 ja 9.3 erinevad kriteeriumid, kui standardi EN 206:2013+A1:2016 jaotise B.3.1 survetugevuse kriteeriume ei ole ehitusplatsile tarnitud koormate hindamiseks kasutatud;
- juhised asjakohaste meetmete rakendamiseks, kui betooni tootja on deklareerinud mittevastavust või kui betoon on osutunud mittevastavaks.

(9) Juhised uurimise korraldamiseks on esitatud lisas A.

(10) Lisajuhised ja taustteave selle standardi EN 13791 uustöötamise kohta ja väljatöötatud arvutusnäited on esitatud tehnilises aruandes CEN/TR 17086 [1].

Tabel 1 — Juhised asjakohaste peatükkide/jaotiste kohta

Meede	Peatükk/jaotis
Uurimisobjekt	Peatükk 4, A.1
Katsemeetodite valik	A.3, A.4
Hindamismeetodi valik:	A.2
<i>ehitisbetooni</i> tugevuse määramiseks, põhinedes	
— puursüdamike katseandmetel,	8.1
— katsekehade põhjal kalibreeritud kaudsel meetodil,	8.2
— puursüdamike ja kaudsetel katsetel.	8.3
või survetugevuse hindamiseks, kui tootmisohje andmed näitavad vastavust ja samasuskatse näitab mittevastavust, mis põhineb	
— puursüdamike katseandmetel,	9.2
— kaudsetel katsetel ja puursüdamike valikulisel katsetamisel,	9.3
— sõelkatsetel.	9.4
Menetlus, kui tootja on teatanud survetugevuse mittevastavusest	9.5
Katsepiirkondade ja mõõtmiskohtade valik	5.1, 5.2, A.4
<i>Ehitisbetooni</i> tugevuse määramine puursüdamike katseandmete põhjal	Peatükk 6
Andmekogumi hindamine, et teha kindlaks, kas see pärineb samast betoonist	7.1
Andmekogumi hindamine, et teha kindlaks, kas see sisaldab erindeid (<i>outliers</i>)	7.2
Andmete hindamine ja kasutamine	A.4, A.5, A.6

1 KÄSITLUSALA

(1) See dokument

- sisaldab meetodeid ja menetlusi *ehitisbetooni* survetugevuse ning monoliitsete ja valmistoote *ehitisbetooni* normsurvetugevuse hindamiseks, kasutades otseseid meetodeid (puursüdamike katsetamine) ja kaudseid meetodeid, nt ultraheli levimiskiirus, pörkearv;

MÄRKUS Vastavuse tagamiseks projekteerimisstandardiga EN 1992-1-1, kus survetugevus põhineb silindritel 2 : 1, põhineb *ehitisbetooni* survetugevus puursüdamikel 2 : 1 läbimõõduga ≥ 75 mm.

- sisaldab põhimõtteid ja juhiseid kaudsete katsemeetodite tulemuste ja *ehitisbetooni* survetugevuse vaheliste seoste määramiseks;
- esitab meetodeid ja juhiseid rajatava konstruktsiooni ehitusele tarnitud betooni survetugevusklassi vastavuse hindamiseks, kui on kahtlusi standardkatsete tulemustes või on põhjust kahelda ehitustööde kvaliteedis.

(2) Selles dokumendis esitatakse nõuded *ehitisbetooni* tugevuse määramiseks mõõtmiskohtades ja normtugevuse määramiseks katsepiirkondades, kuid selle teabe rakendamisel tuleb lähtuda konkreetsest olukorrast, millele tuleb anda ehitustehniline hinnang.

(3) See dokument ei hõlma betooni kvaliteedi hindamist, lähtudes teistest omadustest peale survetugevuse, nt kestvusest.

(4) See dokument ei ole mõeldud standardi EN 206 või EN 13369 kohaseks betooni survetugevuse vastavuse hindamiseks, välja arvatud standardi EN 206:2013+A1:2016 jaotises 5.5.1.2 või 8.4 nimetatud juhtudel.

(5) See dokument ei hõlma valmisbetoelementide tavapärase vastavuskontrolli menetlusi ega kriteeriume *ehitisbetooni* tugevuse otsese või kaudse mõõtmise põhjal.

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.

EN 206:2013+A1:2016. Concrete — Specification, performance, production and conformity

EN 1990:2002. Eurocode — Basis of structural design

EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings

EN 12350-1. Testing fresh concrete — Part 1: Sampling

EN 12390-2. Testing hardened concrete — Part 2: Making and curing specimens for strength tests

EN 12390-3. Testing hardened concrete — Part 3: Compressive strength of test specimens

EN 12504-1. Testing concrete in structures — Part 1: Cored specimens — Taking, examining and testing in compression

EN 12504-2. Testing concrete in structures — Part 2: Non-destructive testing — Determination of rebound number

EN 12504-4. Testing concrete — Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity

EN 13369:2018. Common rules for precast concrete products

EN 13670. Execution of concrete structures

3 TERMINID, MÄÄRATLUSED, TÄHISED JA LÜHENDID

3.1 Terminid ja määratlused

Standardi rakendamisel kasutatakse allpool esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogilisi andmebaase järgmistel aadressidel:

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

MÄRKUS Survetugevuse avaldistega seotud lühendid ja nende tähendused on esitatud jaotises 3.2.

3.1.1

puursüdamiku pikkustegur (*core length factor*)

tegur puursüdamiku mõõteväärtuse või puursüdamiku katsetulemuse teisendamiseks sama läbimõõduga, kuid kahe läbimõõdu pikkusega puursüdamiku ekvivalentseks väärtuseks

3.1.2

kaudne katse (*indirect test*)

mittepurustav katse standardi EN 12504-2 kohaselt pörkearvu määramiseks või standardi EN 12504-4 kohaselt ultraheli levimiskiiruse määramiseks (UPV)

3.1.3

koorem (*load*)

veokiga ühekorraga transporditav betooni kogus, mis koosneb ühest või enamast segumist

3.1.4

küpsus (*maturity*)

vanuse ja temperatuuri funktsioon, mille puhul on betooni kõigil sama küpsusega partiidel sama survetugevus

MÄRKUS Küpsust väljendatakse sageli ekvivalentse vanusena päevades, temperatuuril 20 °C. Standardi EN 13670 kohaselt peavad küpsuse arvutused põhinema kasutatud tsemenditüübi või tsemendi ja kasutatud keemilise lisandi kombinatsioonil sobivaks osutunud küpsusfunktsioonil.

3.1.5

pörkearv (*rebound number*)

ühes mõõtmiskohas võetud vähemalt üheksa kehtiva pörkevasara lugemi mediaan, mida on vajaduse korral korrigeeritud löögisuuna suhtes

MÄRKUS 1 Pörkearv tuleb esitada täisarvuna.

MÄRKUS 2 Pörkearvu määramise meetod on spetsifitseeritud standardis EN 12504-2.

3.1.6

sõeluuring (*screening test*)

kaudse katse protseduur, millel on üldine või eriline seos survetugevusega