



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Kiviainesnäytteen käsittely ja testituloksen luotettavuus

Hanna Järvenpää, diplomi-insinööri
Kehityspäällikkö, Lohja Rudus Oy Ab
hanna.jarvenpää@lohjarudus.fi

Tekniset laatuominaisuudet annetaan lukuina, jotka perustuvat mittauksiin ja testauksiin. Ennen kuin laatutason määrittävät testitulokset ovat käytettävissä on niitä edeltänyt joukko toimintoja, joiden merkitys voi olla jopa suurempi kuin eri laatutasojen luokkarajat.

Testituloksen virhelähteet jaotellaan seuraavasti (SFS-EN 932-6 [3]):

- näytteenottovirhe
- yhdistetyn näytteen jakovirhe
- laboratorionäytteen jakovirhe
- laboratorion sisäinen testivaihtelu (jos testataan vain yhdessä laboratoriossa)
- laboratorioden välinen testivaihtelu (jos testataan useammassa eri laboratoriossa).

Tässä artikkelissa on käyty läpi edellä lueteltuja asioita erityisesti kiviaineksen kannalta, vaikka ne ovatkin monelta osin sovellettavissa kaikkiin rakennusmateriaaleihin. Tekstissä viitataan useisiin SFS-EN standardeihin. Standardien täydelliset nimet löytyvät lopussa olevasta kirjallisuusviiteluettelosta.

1 Testattavien näytteiden lukumäärä

Jokaisessa testimenetelmässä on määritetty kyseiseen testiin tarvittavan näytteen määrä. Menetelmä voi perustua siihen, että tulos on yhden *testinäytteen* antama arvo tai että menetelmä edellyttää useamman *yksittäistestinäytteen* testaamista ja tulos on niiden perusteella lasketavissa oleva arvo.

Esimerkkeinä voidaan antaa Los Angeles -luku (SFS-EN 1097-2 [4]), jossa testataan yksi testinäyte, kun taas jäädytys-sulatus kestävyys (SFS-EN 1367-1 [5]) määrittämisessä testataan kolme yksittäistestinäytettä. Menetelmä edellyttää useamman yksittäistestinäytteen testaamista, jos testimenetelmän sisäisen hajonnan tiedetään olevan melko suuri ja/tai kerralla testattavan näytteen määrä on melko pieni, jolloin vähäinenkin virhe näytteenotto-valmistus -ketjussa voi vaikuttaa tulokseen merkittävästi.

Se kuinka monta kertaa näytteitä tulee ottaa ja testata tilastollisen luotettavuuden saamiseksi

erän laadusta on oma kokonaisuutensa, jota ei tässä artikkelissa käsitellä.

2 Näytteenotto

Näytteenotto on ehdottomasti tärkein vaihe luotettavan testituloksen saamisessa. Jos näyte ei edusta todellista tuotetta/raaka-ainetta, ei myöskään saatu testitulos voi kuvata kyseistä materiaalia. *Edustavalle näytteelle* voidaan antaa seuraavanlainen kuvaus: ”Osa kokonaisuudesta, joka on valittu siten, että se totuudenmukaisesti edustaa kokonaisuutta”

Näytteenottovirheeseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi näytteenottajan oma rutii-
ninomaisuus, näytteenottomenetelmä, osanäyt-
teiden lukumäärä ja yhdistetyn näytteen koko
sekä näytteenoton ajankohta. Jos näytteitä ottaa
useampi henkilö, se aiheuttaa oman lisänsä vir-
heeseen. Kunnollinen perehdyttäminen näyt-
teenottamiseen ja näytteenottamisen merkityk-
sen sisäistäminen ovat peruslähtökohtia näyt-
teenottovirheen minimoimiseen. Standardissa
(SFS-EN 932-1 [1]) on asia ilmaistu lauseilla
”Näytteen ottajan tulee olla henkilö, joka on saa-
nut opastuksen näytteen ottamiseen.” sekä
”Näytteen ottajaa pitää informoida näytteen
oton päämäärästä”.

2.1 Näytteenottosuunnitelma

Ennen näytteenottoa edellytetään tehtäväksi
näytteenottosuunnitelma, jossa otetaan kantaa
siihen, kuinka juuri kyseiselle tuotteelle tehdään
näytteenotto. Vaihtoehtoisia menetelmiä on
useita ja standardissa kuvataan näytteenottami-
nen pysäytetyltä hihnalta, hinnan tai kourun
poistopäästä, pneumaattisesti kuljetetusta kivi-
aineksesta, pakatusta kiviaineksesta, kuljetti-
men kauhasta, kauhakuormaajasta tai kaivuri-
sta, siilosta, varastokasoista sekä rautatievaunus-
ta, kuorma-autosta tai laivasta. Osa menetelmis-
tä on siis tuotannon aikaiseen näytteenottoon so-
veltuvia ja osa taas toimitukseen menevän, jo
valmistetun, tuotteen näytteenottoon käytettä-
viä menetelmiä.

Jos näytteitä otetaan useita ja eri ajankohtina tulisi myös näytteenottomenetelmä pitää samana näytteenottovirheen rajoittamiseksi. Näytteenottosuunnitelmasta tulee myös ilmetä

- käytettävä näytteenotin
 - osanäytteiden lukumäärä
 - yhdistetyn näytteen tavoiteltava koko eli massa.
- Näytteenotin tulee olla tuotteelle ja näytteenottoon sopiva ja virheen pienentämiseksi näytteenotin kannattaa pitää aina samana. Näytteenotin voi olla esimerkiksi kauha, lapio, keuhikko tai mekaaninen/automaattinen näytteenotin. Kaikkien näytteenottimien suuaukon leveys tulee olla vähintään kolme kertaa tuotteen maksimi raekoko ja kuitenkin vähintään 10 mm.

Osanäyte määritellään standardissa: Näytteenottimella yhdellä ottokerralla erästä saatava näytemäärä. Ja yhdistetty näyte määritellään osanäytteiden muodostamaksi koosteeksi. Standardin määritelmä aikaisemmin jo kuvatulle edustavalle näytteelle on: Yhdistetty näyte, johon on otettu osanäytteitä tietyn näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Edustavan näytteen laatu vastaa koko erän laatua.

Käytännön kiviainestoinnissa jokaiselle tuotteelle/tuoteryhmälle tehdään näytteenottajan työohjeeksi näytteenottosuunnitelma, jonka perusteella näytteiden otto tapahtuu aina samalla tavalla.

2.2 Näytteenottoraportti

Tuotteen ja sen laadun jäljitettävyyden kannalta jokaisesta näytteestä tulee tehdä näytteenottoraportti. Raportista tulee käydä ilmi

- raportin ja laboratorionäytteen tunnus
- näytteenottopaikka ja -aika
- tuotteen tunnistetiedot
- missä näyte on otettu
- mistä se on otettu
- viittaus näytteenottosuunnitelmaan
- näytteenottajan nimi.

3 Yhdistetyn näytteen koko ja näytteen jakaminen

Yhdistetyn näytteen koko määritetään ottamalla huomioon kiviaineksesta tehtävät testit sekä kiviaineksen raekoko ja tiheys.

Yhdistetyn näytteen vähimmäismäärän laskentaan annetaan seuraava ohjeellinen kaava (SFS-EN 932-1 [1]):

$$M = 6 \times \sqrt{D} \times \rho,$$

jossa

M = yhdistetyn näytteen koko, [kg]

D = tuotteen suurin raekoko, [mm]

$$\rho = \text{tuotteen tiivistämätön irtotiheys} \\ [\text{Mg/m}^3] (= [\text{kg/dm}^3])$$

Esimerkki:

Tuote: 0/90 mm

Irtotiheys: 1.6 Mg/m³ (oletus)

⇒

$$M = 6 \times \sqrt{90} \times 1.6 = 91 \text{ kg}$$

Kaikkaa tätä määrää ei tarvitse kuitenkaan kaataa laboratorioon, vaan se voidaan jo näytteenotopaikalla jakaa pienemmäksi, jaetuksi näytteeksi.

Jaetun näytteen standardin mukainen määritelmä on: Näyte, joka saadaan yhdistetystä (tai osanäytteestä) jakomenettelyn avulla. Standardissa määritettyjä jakomenettelyjä ovat jakaminen näytteenjakolaatikolla (näytteenjakaja), nelioimällä tai jakava lapiointi. Sitä osaa jaetusta näytteestä, joka viedään laboratorioon testejä varten kutsutaan myös laboratorionäytteeksi. Laboratorionäytteen koko määräytyy ennen kaikkea eri testausiin tarvittavien testi/yksittäistesti näytteiden koosta.

Vaihtoehtoisista jakomenetelmistä ehdottomasti pienin jakovirhe aiheutuu käytettäessä näytteenjakolaatikkoa. Erään tutkimuksen mukaan nelioimällä ja jakavan lapioinnin menetelmällä virheen keskiarvonnat olivat 5–6 -kertaisia näytteenjakolaatikolla syntyneisiin keskiarvoihin verrattuna [6].

Merkittävä jakovirheeseen vaikuttava tekijä on jaettavan näytteen kosteuspitoisuus. Liian märkää näytettä voi olla vaikea käsitellä ja jakaa edustavasti, vastaavasti liian kuiva näyte erottuu helposti käsittelyssä.

4 Laboratorionäytteen jakaminen

Laboratorionäytteen jakamisesta on myös standardi, SFS-EN 932-2 [2]. Siinä on kuvattu menetelmiä ja menettelyjä, joilla laboratorionäyte saadaan vähimmillä jakosuorituksilla tarpeellisen kokoiseksi testi/yksittäistestinäytteeksi. Näytteen jakamisessa ja sen säilyttämisessä edustavana on oleellista, että jakamisen suorittava henkilö ei tee mitään korjauksia jaettuun näytteeseen, esimerkiksi lisää tai poista pientä määrää näytettä.

Standardissa esitetyt jakomenettelyt ovat

– näytteen puolitus

– näytteen 3/4 jako

– näytteen 5/8 jako.

Menettelyt tuottavat nimensä mukaisesti aina kaksi jaettua näytettä, joissa suhteet ovat siis suunnilleen (1/2 – 1/2), (3/4 – 1/4) ja (5/8 – 3/8) näytteen alkuperäisestä massasta. Jakomenetelmienä ovat pyörivä näytteenjakaja, näytteenjako-

laatikko, neliöinti ja jakava lapiointi. Näistä menetelmistä pyöriivä näytteenjakaja aiheuttaa pienemmän jakovirheen.

5 Testitulosten toistettavuus (r) ja uusittavuus (R)

Testitulosten toistettavuuden ja uusittavuuden määrittäminen ja laskeminen on esitetty standardissa SFS-EN 932-6 [3].

Testitulosten toistettavuus kuvaa laboratorion sisäistä testitulosten vaihtelua, joka syntyy saman laboratorion tuloksissa, kun käytetään samaa testimenetelmää ja testinäytteet ovat identtisiä eikä laboranttia, laitteita, reagensseja, kalibrointia tai ympäristöä ole vaihdettu. Toistettavuus r on arvo, joka on pienempi tai yhtäsuuri kuin kahden samassa laboratorioissa saadun testituloksen erotuksen itseisarvo 95 %:n todennäköisyydellä.

Testitulosten uusittavuus kuvaa eri laboratoriorien välistä testitulosten vaihtelua, joka syntyy eri laboratoriorien välillä kun käytetään samaa testimenetelmää ja testinäytteet ovat identtisiä, mutta laborantti, laitteet, reagenssit, kalibroinnit ja ympäristö on vaihdettu. Uusittavuus R on arvo, joka on pienempi tai yhtäsuuri kuin kahden eri laboratorioissa saadun testituloksen erotuksen itseisarvo 95 %:n todennäköisyydellä.

Esimerkkejä r - ja R -arvoista:

	r_1	R_1
Los Angeles -luku	0.06X	0.17X
Jäädytys-sulatus testi	0.04 + 0.36X	0.07 + 0.62X

jossa

X = testitulos

alaviite₁ tarkoittaa, että tulosten analysoinnissa ei ole erotettu näytteen jakovirheitä testausvirheestä

KIRJALLISUUSVIITTEET

SFS-EN 932-1. Kiviainesten yleisten ominaisuuksien testaus. Osa 1: Näytteenottomenetelmät.

SFS-EN 932-2. Kiviainesten yleisten ominaisuuksien testaus. Osa 2: Laboratorionäytteiden jakaminen.

SFS-EN 932-6. Kiviainesten yleisten ominaisuuksien testaus. Osa 6: Toistettavuuden ja uusittavuuden määritelmät.

SFS-EN 1097-2. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 2: Iskkestävyyden määrittämissenetelmät.

SFS-EN 1367-1. Kiviainesten lämpö- ja rapautuvuusominaisuuksien testaus. Osa 1: Jäädytys-sulatuskestävyyden määrittäminen.

Smith R., James G. "The sampling of bulk materials", The Royal Society of Chemistry, p. 191, 1981

Merks J. W. "Sampling and weighing of bulk solids". Trans Tech Publications, p. 399, 1985