

PEENTÄITEMATERJALI TERASTIKULISE KOOSTISE  
MÕJU BETOONI KÜLMAKINDLUSELE

INFLUENCE OF FINE AGGREGATE PARTICLE SIZE DISTRIBUTION ON  
CONCRETE FROST RESISTANCE  
EA 60 LT (inseneriõpe)

Üliõpilane: **Robert Treier**

.....

Juhendaja: **Tanel Tuisk**

.....

Tallinn, 2017. a.

## SISUKOKKUVÕTE EESTI KEELES

Töö eesmärgiks oli leida, kuidas 0-2mm peenliiva sisaldus mõjutab betooni õhusisaldust ja õhu struktuuri ning seeläbi ka betooni külmakindlust. Õhusisaldust mõõdeti rõhumeetodil standardi EVS-EN 12350-7 järgi. Õhu struktuuri mõõdeti *Air Void Analyzer-i* ehk õhu struktuuri analüsaatori abil, mille tootja deklareerib vastavust standardile ASTM C475 ja EN 480-11 katsemeetoditele. Külmakindlust katsetati Eesti standardi EVS 814:2003 järgi pinnakooremise meetodil.

Töös kasutati nelja erinevat peentäitematerjalide terastikulist koostist. Leiti, et suurem peenema liiva doseering vähendab betooni õhusisaldust, kuid see ei tähenda halvemat külmakindlust. Betooni külmakindlus on mõjutatud mikroõhu sisaldusest ja paigutustegurist. Kuigi Euroopa standard EVS-EN 934-2 nõuab paigutustegurit alla 0,200 mm, leiti uurimustöös, et ka ligi kaks korda suurema paigutusteguriga (0,387 mm) betoon võib olla külmakindel.

Peenema liiva doseeringu suurendamine vähendab õhumullide paigutustegurit betoonis, kuid teatud peenema liiva doseeringu korral (käesolevas töös üle 15%) hakkab paigutustegur suurenema.

Kuigi suurem õhku manustava lisandi doseering suurendab betoonisegusse manustatava õhu sisaldust, leidub lisandi doseering, mille suurendamisel sama segamise kestuse juures enam õhusisaldus ei suurene. Õhusisalduse suurendamine on sellisel juhul võimalik ainult segamisaega pikendades. Leiti, et pikem segamise kestus vähendab ka õhumullide paigutustegurit, kuid see vajab edasist uurimist.

Ühe protsendiline õhusisalduse suurendamine vähendas keskmiselt betooni tihedust 26 kg/m<sup>3</sup> ning survetugevust 7%.

Tulemused näitasid, et ilma õhku manustava lisandita valmistatud betoonid ei olnud EVS 814:2003 järgselt külmakindlad. Suurim pinnamassikadu pärast 56 tsüklit oli 37,6 kg/m<sup>2</sup>.

## SUMMARY OF MASTER THESIS

The aim of this diploma thesis „Influence of the Fine Aggregate Particle Size Distribution on Concrete Frost Resistance“ was to find how sand with 0-2 mm particle size affects the air content and characteristics in mortar, and through this the frost resistance of concrete. Air content was tested with pressure gauge method, which is set by the European standard EVS-EN 12350-7:2009. Air characteristics were tested with Air Void Analyzer (AVA) which is not a standard method, but the laboratory equipment manufacturer declares the compatibility with standards ASTM C475 and EN 480-11. The frost resistance was tested by Estonian standard EVS 814:2003 surface scaling method.

Four different fine aggregate particle size distribution were used. It was found that larger fine aggregate content lowers the air concrete in fresh concrete. Lower air content does not necessarily diminish the frost resistance of concrete. Concrete frost resistance is affected by the micro air content and air void spacing factor. Although the European standard EVS-EN 934-2 require spacing factor less than 0,200 mm for frost resistant concrete, it was found that concrete with spacing factor 0,387 mm can be still durable to freeze-thaw cycles.

Greater fine aggregate dosage decreases the spacing factor of concrete. It was found that fine aggregate dosages over 15% increased the air bubble spacing factor.

Although bigger air-entraining agent dosage results in greater air content in concrete mixture there exists a maximum air-entraining agent dosage when the agent is still effective. Exceeding this dosage do not increase the air content in fresh concrete at the same mixing time. There is a possibility to increase the mixing time to entrain more air in concrete mixture. It was also found that longer mixing time leads to smaller spacing factor, but this needs further investigation.

The density reduced  $26 \text{ kg/m}^3$  and compressive strength by 7 % for each percent air content increase.

The results showed that concretes made without air-entraining agent did not correspond to Estonian standard EVS 814:2003 requirements about loss of surface weight and was not frost resistant. The biggest surface weight loss after 56 freeze-thaw cycles was  $37,6 \text{ kg/m}^2$ .