



# BETOONI VARAJASE LÄBIKÜLMUMISE MÕJU BETOONI OMADUSTELE

The influence of early freezing on the properties of concrete  
**EA60LT**

Üliõpilane: **Jürgen Jõgeva**

.....

Juhendaja: **Tanel Tuisk**

.....

Tallinn, 2017.a.

## **SISUKOKKUVÕTE EESTI KEELES:**

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida madalate temperatuuride mõju betooni omadustele.

Valmistati kolm erinevat betoonisegu, mille ainukeseks erinevuseks oli külmumisvastase ja tardumist kiirendava betoonilisandi Mapefast SA-450 sisaldus, olles kas 0%, 1% (soovituslik miinimum) või 6% (soovituslik maksimum) tsemendi massist.

Kivinenud katsekehad asetati kolme kaupa erinevatesse kivinemiskeskondadesse erinevatel aegadel. Valitud temperatuurid olid  $+10^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$  ja  $-20^{\circ}\text{C}$  ja nendesse asetati katsekehad 1, 3 ja 7 päeva pärast katsekehade valmistamist. Iga kord jäeti kolm katsekeha kivinema ka normaaltingimustele ( $+20^{\circ}\text{C}$ ).

Katsetulemused näitavad selgelt madalate temperatuuride mõju betooni survetugevusele. Mida varem kivinemiskeskonda muudeti, seda suurem oli miinustemperatuuride negatiivne mõju. Külmumisvastase lisandita betooni katsekehad, mis asetati miinustemperatuuridel kivinemiskeskonda 1 päeva vanuselt ei saavutanud üle 45% oma 14 päevasest tugevusest. Mida madalam oli kivinemiskeskonna temperatuur, seda madalamaks jäid kivinenud betooni survetugevused samal ajal kivinemiskeskonda vahetanud katsekehade puhul. 1 päeva normaaltingimustel ja 13 päeva külmas kivinenud betooni survetugevus langes 30% võrreldes kivinemist  $-5^{\circ}\text{C}$  ja  $-20^{\circ}\text{C}$  juures.

Külmumisvastase keemilise lisandi kasutamine omas madalatel temperatuuridel betooni survetugevuse saavutamisele positiivset mõju võrreldes lisandita betooniga. Olenevalt külmumisvastase lisandi sisaldusest (1% või 6%) ja kivinemiskeskonna temperatuurist olid saavutatud survetugevused 5-15% kõrgemad võrreldes lisandita betooni samade näitajatega. Katsed näitasid, et mida madalam oli kivinemiskeskonna temperatuur, seda enam avaldus kasutatud külmumisvastase lisandi positiivne mõju.

**SUMMARY OF MASTER THESIS:**

The purpose of this master thesis was to explore the influence of low temperatures on the properties of concrete.

Three different concrete mixture were made with the only difference between them being the amount of chemical admixture of antifreeze and setting accelerator for concrete Mapefast SA-450 being 0%, 1% (recommended minimum) or 6% (recommended maximum) amount of cement weight.

3 test pieces were put to the different temperatures on different times. Chosen temperatures were  $+10^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$  and  $-20^{\circ}\text{C}$  and time factors were 1, 3 or 7 days after the concrete was made. Each time there were 3 test pieces that were left to harden on normal conditions ( $+20^{\circ}\text{C}$ ).

Test results of concrete without chemical admixture shows us that low temperatures have significant effect on the compressive strength of the concrete. The earlier the hardening zone was changed, the bigger was the negative effect of low temperature. Test pieces that were put on a different hardening environment after 1 day did not even reach 45% of their relative compressive strength of 14 days. The lower was the temperature, the smaller was the compressive strength of the concrete compared with the same time factors. The compressive strength of concrete which was 1 day on normal conditions and 13 days in cold temperatures dropped over 30% when compared on temperatures  $-5^{\circ}\text{C}$  and  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Using chemical admixture of antifreeze and setting accelerator had a positive effect on the compressive strength of the concrete compared to the concrete without chemical admixture. Depending on the amount of admixture (1% or 6%) and the temperature of hardening environment the results were approximately 5-15% higher compared to the results of concrete without admixture. Tests showed that the was lower the temperature, the higher was the positive effect of chemical admixture.