



KÕRGTUGEVA BETOONI VALMISTAMINE
KOHALIKUL E HITUSTURUL OLEVATEST
MATERJALIDEST

Ultra-high performance concrete made from locally available materials
EA60LT

Üliõpilane: **Alex Liivamäe**

Juhendaja: **Tanel Tuisk**

Tallinn, 2017.a.

SISUKOKKUVÕTE EESTI KEELES:

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida kõrgtugeva betooni valmistamis võimalusi Eesti ehitusturul saadaolevatest materjalidest.

Katsetati nelja erinevat peenrāni – tihendatud- ja tihendamata-, veeldatud- ning Microwhite peenrāni. Katsetest selgus, et kõige sobivamaks osutus tihendamata peenrāni. Tänu millele suurenesid betooni survetugevused kuni 30% võrreldes betooniga, mis ei sisalda peenrāni. Tihendamata peenrāni kasutamisega vähene segamisaeq kuni 3 korda võrreldes sama koguse tihendatud peenrāniga. Samuti oli segu vähem kleepuv, mis lihtsustas oluliselt paigaldamist ja aitas kaasa õhu eraldumisel.

Microwhite ja tihendamata peenrāni (940U) 28 päevastes survetugevustes suurt erinevus ei olnud, seevastu 56 päevased survetugevused olid kuni 15 MPa kõrgemad tihendamata peenrānil. Microwhite maksumus on ligikaudu kaks korda kõrgem tihendamata peenrānist. Seejuures on võimalik valmistada heledamat tooni betooni ilma pigmenti lisamata.

Katsetati kahte erinevat tsementi - Ultratsement (CEM I 52,5 R) ja Põlevkivi kiirtsement (CEM II A-T 52,5 N). Kasutades ainult Ultratsementi langeb betoonisegu töödeldavus sama vesi-tsementeguri korral, kuna Ultratsemendi jahvatuspeensus on suurem, kuid omas mõne võrra suuremaid varajasi survetugevusi, mida võib ka eeldada kiirkivinevast tsemendist. Seega oli otstarbekas kombineerida kahte tsementi. Katsetest selgus nende optimaalseks vahekorraaks 2:3 ja parima 28 päevase tulemuse 127 MPa andis 500 kg/m³ summaarne tsemendi kogus.

Suurimad survetugevused 1, 7, 28 ja 56 päevaselt olid vastavalt 82, 103, 127 ja 141 MPa.

Efektiivsema kõrgtugeva betooni valmistamiseks võiks kaaluda antud töö tulemusena saadud parimate segude modifitseerimist. Tuleks uurida tsemendi koguse muutmise mõju 50 kg/m³ ulatuses betooni survetugevusele. Samuti langetada vesi-tsementtegur alla 0,25 ning vajadusel tõsta plastifikaatori kogust. Fiibrite kasutamine oleks täiendav meetod veelgi kõrgema survetugevuse saavutamiseks. Täitematerjalide vahekorra muutmise annaks ühtlasema osakeste suuruse jaotuse ning sõelkõver oleks paremas vastavuses Andreasseni ideaalsõelkõverale. Seejuures võib lisada peentäitematerjale suuruses 50 ja 125 µm peene osise osakaalu tõstmiseks.

Antud uurimustöö põhjal saab väita, et Eesti ehitusturul kättesaadavatest materjalidest on võimalik valmistada kõrge survetugevusega betooni.

SUMMARY OF MASTER THESIS:

The aim of this master thesis was to analyse the capability to produce ultra-high performance concrete from locally available materials.

Densified, undensified, liquefied and Microwhite microsilica were used in this study. The best results yield from experiments with undensified microsilica which improved the compressive strength of concrete by 30% compared to mixture without microsilica. Also, the mixing time reduced up to 3 times when using undensified microsilica compared to if the same amount of densified microsilica was used. Furthermore, the mix was less sticky and more workable thus allowing more air to be released from it. Based on this study the recommended amount of undensified microsilica is 14% by the weight of cement. There was no significant difference in the 28-day compressive strength between undensified and Microwhite microsilica however after 56 days undensified microsilica produced 15 MPa higher strength. Although Microwhite microsilica didn't have great gain in compressive strength it is still able to produce light toned concrete without the need of pigments.

CEM I 52,5 R and CEM II A-T 52,5 N were used with specific surface area of 580 and 410 m²/kg respectively. By combining the cements in ratio 2:3 it was possible to gain a desirable specific surface area with 500 kg/m³ of cement which produced 28-day compressive strength of 127 MPa.

Desired workability and compressive strength was achieved by implementing water cement ratio of 0,25 to 0,31. This was possible by using 2,5 to 3,5 % of superplasticizer (PCE) by the weight of cement. These values produced a workable and easy to mix mixture.

The best compressive strength in 1, 7, 28 and 56 days were 82, 103, 127 ja 141 MPa respectively.

Regarding the results of this master thesis the following recommendations are made. The amount of cement should be changed in increments of 50 kg/m³. Also, it would be wise to reduce water cement ratio under 0,25 and increase the content of PCE. By using fibers in concrete, it is possible to increase the compressive strength even more.

In conclusion, it is possible to produce ultra-high performance concrete from locally available materials.