



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**KVARTSLIIVA ASENDUSVÕIMALUSED  
PURUSTATUD SILIKAATKIVIST LIIVAGA  
KUIVSEGU BETOONI VALMISTAMISEL**

**SUBSTITUTION OPTIONS: REPLACING QUARTZ SAND  
WITH CRUSHED SILICATE STONE SAND IN THE  
PREPARATION OF DRY-MIX CONCRETE  
MAGISTRITÖÖ**

Üliõpilane: Rain Siegel

Üliõpilaskood 182245

Juhendaja: Tiina Hain

Tallinn 2023

## KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida täielikult või osaliselt loodusliku kvartsliiiva asendamise võimalusi PSKL-iga betooni kuivsegus, muutes samuti ka lisandi ja tsemendikogust võrreldes originaalretseptiga. Seejärel uurida asenduste ja muutuste mõju kuivsegu ning kivistunud betooni omadustele.

Purustatud silikaatkivi liiva mõju uurimiseks valmistati kokku 33 erinevat retsepti asendades kuivsegus liivad PSKL-ga järgmistes ulatuses 25%, 50%, 75 % ja 100% (osades segudes muudeti lisaks ka tsemendi ja lisandi kogust).

PSKL-i kasutusele võtmine kuivsegudes võimaldaks leida silikaatkivide lammutusjätmetele rakenduse aidates sealjuures kaasa keskkonna jalajälje vähendamisele kuivsegude tootmisel. Samuti annab PSKL-i kasutamine kuivsegudes võimaluse kaevandada väiksemas koguses looduslikku liiva ja nii säästa keskkonda.

Katsed teostati laboratoorse lõugpurustiga saadud PSKL-iga. Võib oletada, et lõugpurusti ei pruugi olla optimaalne purusti PSKL-i tootmiseks. Seetõttu oleks soovituslik lähtuvalt töö raames saadud perspektiivsetest tulemustest teostada katseseeriad ka tööstuslikult erinevate purustustehnoloogiatega saadud materjalidega.

Katsete tulemuste põhjal järeldub, et looduslikku kvartsliiiva on võimalik asendada kuivsegus kuni 25% ulatuses PSKL-iga ning lisandi koguse suurendamisega ilma, et kivistumata ja kivilinenud betooni omadused oluliselt muutuksid. PSKL-i negatiivne mõju ilmnis veeimavusele, mis mõjutab segu kasutamist väliskeskkonnas või veega kokkupuutuvates konstruktsioonides. Kuivsegudes, kus liiv on asendatud 50% ulatuses PSKL-ga, võimaldab tekkinud negatiivseid aspekte töödeldavuse, painde- ja survetugevuse ning veeimavuse osas vähendada tsemendi ja lisandi koguse suurendamine. 50% ulatuses PSKL-i asendamise otstarbekust tuleks täiendavalt uurida majanduslikust ja keskkonnahoiu aspektist lähtuvalt. Katsetulemustest inspireerituna soovib autor teostada täpsemaid uuringuid PSKL-i kasutamismõimaluste kohta ka muudes tsemendi sisaldavates kuivsegudes täitematerjalide asendamisel 25%-50% ulatuses ning tähelepanu pöörata veeimavuse katsetamisele, sest see mõjutab oluliselt betooni kestvust.

## SUMMARY

The objective of this master's thesis was to explore the possibilities for completely or partially substituting natural quartz sand with crushed silicate brick (CSB) in concrete dry mixes, while also altering the amounts of additives and cement compared to the original recipe. Subsequently, the study examined the impact of these substitutions and modifications on the properties of both the dry mix and the hardened concrete.

To assess the effects of crushed silicate brick, a total of 33 different recipes were prepared by substituting the sand in the dry mixes with CSB at levels of 25%, 50%, 75%, and 100% (in some mixes, the amounts of cement and additives were also adjusted).

Utilizing CSB in dry mixes could provide a use for the demolition waste of silicate stones, thereby helping to reduce the environmental footprint of dry mix production. Additionally, using CSB in dry mixes allows for mining smaller quantities of natural sand, thus conserving the environment.

The experiments were conducted using CSB obtained with a laboratory jaw crusher. It can be presumed that a jaw crusher may not be the optimal tool for producing CSB. Therefore, based on the promising results obtained in this study, it is advisable to conduct trial series with materials processed using different industrial crushing technologies.

The test results indicate that natural quartz sand can be replaced in the dry mix by up to 25% with CSB along with an increase in additive amount, without significantly altering the properties of both uncured and cured concrete. The negative impact of CSB was observed on water absorption, which affects the use of the mixture in outdoor environments or structures in contact with water. In mixes where sand was replaced by 50% with CSB, increasing the amounts of cement and additives can mitigate the negative aspects related to workability, flexural and compressive strength, and water absorption. The feasibility of replacing 50% of the sand with CSB should be further investigated from economic and environmental conservation perspectives. Inspired by the test results, the author recommends conducting more precise studies on the possibilities of using CSB in other cement-containing dry mixes for replacing aggregate materials at levels of 25%-50%, and emphasizes the importance of testing water absorption due to its significant impact on the durability of concrete.