



**EESTIS KASUTATAVATE TSEMENTIDE JA AS
SEMTU BETOONISEGU PLASTIFITSEERIVATE
KEEMILISTE LISANDITE SOBIVAIMA TOIMIMISE
KONTROLL BETOONISEGUDES**

COMBINED EFFECT OF COMMONLY USED CEMENTS IN ESTONIA AND
PLASTICIZING CHEMICAL ADMIXTURES ACCORDING TO AS SEMTU
PRODUCTS AND THEIR APPLICABLE PERFORMANCE IN CONCRETE

EPM 60 LT

Üliõpilane: **Mihkel Kukk**

.....

Juhendaja: **Eneli Liisma**

.....

Tallinn, 2016.a.

SISUKOKKUVÕTE EESTI KEELES:

Käesoleva lõputöö fookuseks oli kontrollida ja analüüsida, kas AS Semtu uued potentsiaalsed superplastifikaatorid on sobilikeks alternatiivideks juba toodetavatele lisanditele. Betoonisegude valmistamiseks kasutati kahte Eestis toodetavat ja kasutatavat tsementi, portland-põlevkivitsement CEM II/A-T 52,5 N ja portland-komposiittsement CEM II/B-M (T-L) 52,5 N. Superplastifikaatorite uurimisel analüüsiti, kas kaubabetooni tootmiseks mõeldud lisand MC on võimalik asendada lisandiga 8 ning kas betoonelementide tootmiseks mõeldud lisand ELE on võimalik asendada lisandiga 12.

Tulemuste saamiseks viidi läbi laboratoorsed katsed, mille käigus kontrolliti betoonisegude töödeldavust, eksperimentaalse katsega määratud tardumisaega, veevajadust ja õhusisaldust. Lisaks teostati kivistunud betooni tiheduse, survetugevuse ja veeimavuse katsed.

Kõigepealt on esitatud kokkuvõtlikud tulemused tabelis 8.1 hindamaks, kas kaubabetooni tootmiseks mõeldud lisand MC on sobilik asendada lisandiga 8. Tulemustena on esitatud lisandi 8 mõjud betoonisegu ja kivinenud betooni erinevatele omadustele võrreldes lisandiga MC.

Tabel 8.1 – Lisandi 8 võrdlus lisandiga MC

Kasutatud tsement		portland-põlevkivitsement CEM II/A-T 52,5 N	portland-komposiittsement CEM II/B-M (T-L) 52,5 N
Betoonisegu	Töödeldavus	Suurendab 45 minutini töödeldavust kuni 89% ; hilisem töödeldavus praktiliselt sama	Suurendab 45 minutini töödeldavust kuni 171% ja 95 minutini kuni 44% ; hilisem töödeldavus praktiliselt sama
	Tardumisaeg	Tardumisaja algus ja lõpp praktiliselt samad	Tardumisaja algus praktiliselt sama; tardumisaja lõpp saabub kuni 14% hiljem
	Veevajadus	Vähendab veevajadust kuni 4%	Veevajadus praktiliselt sama
	Õhusisaldus	Suurendab õhusisaldust kuni 52%	Suurendab õhusisaldust kuni 24%
Kivinenud betoon	Tihedus	Tihedus praktiliselt sama	Tihedus praktiliselt sama
	Survetugevus	Suurendab 1 päeva vanuse betooni survetugevust 46% ; vähendab 28 päeva vanuse betooni survetugevust 4%	Suurendab 1 päeva vanuse betooni survetugevust 97% ; vähendab 28 päeva vanuse betooni survetugevust 9%
	Veeimavus	Veeimavus praktiliselt sama	Vähendab veeimavust kuni 10%

Läbiviidud katsete põhjal võib öelda, et lisandi 8 mõju betoonisegule ja kivinenud betoonile on vähendatud seguvee kogustega tehtud katsete ja konstantse vesitsementteguriga tehtud katsete korral sarnane. Võrreldes lisandiga MC võimaldab

lisand 8 tsementi CEM II/A-T 52,5 N kasutades vähendada vesitsementtegurit 0,50-lt 0,48-le. Samas tsementi CEM II/B-M (T-L) 52,5 N kasutades on lisandi 8 vesitsementtegur 0,49, mis on sama võrreldes lisandiga MC. Lisandi 8 kasutamisel ei oma seguvee vähendamine kivistunud betooni survetugevusele ja veeimavusele negatiivset mõju.

Saadud tulemuste põhjal võib öelda, et lisand 8 on sobilikuks alternatiiviks lisandile MC, kuid erilist tähelepanu tuleb pöörata betoonisegu õhusisalduse suurenemisele ja 28 päeva vanuse betooni survetugevusele. Kui portland-põlevkivitsementi CEM II/A-T 52,5 N kasutamisel oli lisandiga 8 tehtud 28 päeva vanuse betooni survetugevus suurem etalon betoonist, siis portland-komposiitsementi CEM II/B-M (T-L) 52,5 N kasutades vähenes lisandiga 8 valmistatud betooni survetugevus ka etalon betooniga võrreldes 3%.

Kokkuvõtlikud tulemused analüüsima, kas betoonelementide tootmiseks mõeldud lisand ELE on sobilik asendada lisandiga 12 on esitatud tabelis 8.2. Tulemustena on esitatud lisandi 12 mõjud betoonisegu ja kivinenud betooni erinevatele omadustele võrreldes lisandiga ELE.

Tabel 8.2 – Lisandi 12 võrdlus lisandiga ELE

Kasutatud tsement		portland-põlevkivitsement CEM II/A-T 52,5 N	portland-komposiitsement CEM II/B-M (T-L) 52,5 N
Betonisegu	Töödeldavus	Vähendab 45 minutini töödeldavust kuni 33%; hilisem töödeldavus kuni 38% suurem	Suurendab 5 ja 135 minuti töödeldavust kuni 40%; vähendab 45 ja 90 minuti töödeldavust kuni 27%
	Tardumisaeg	Tardumisaja algus praktiliselt sama; tardumisaja lõpp saabub kuni 13% varem	Tardumisaja algus praktiliselt sama; tardumisaja lõpp saabub kuni 17% varem
	Veevajadus	Suurendab veevajadust kuni 3%	Suurendab veevajadust kuni 2%
	Õhusisaldus	Suurendab õhusisaldust kuni 22%	Suurendab õhusisaldust kuni 44%
Kivinenud betoon	Tihedus	Vähendab tihedust kuni 1%	Vähendab tihedust kuni 1%
	Survetugevus	Suurendab 1 päeva vanuse betooni survetugevust 31%; vähendab 28 päeva vanuse betooni survetugevust 9%	Suurendab 1 päeva vanuse betooni survetugevust 26%; vähendab 28 päeva vanuse betooni survetugevust 6%
	Veeimavus	Vähendab veeimavust kuni 3%	Suurendab veeimavust kuni 11%

Läbiviidud katsete põhjal võib öelda, et lisandi 12 mõju betoonisegule ja kivinenud betoonile on vähendatud seguvee kogustega tehtud katsete ja konstantse vesitsementteguriga tehtud katsete korral sarnane. Võrreldes lisandiga ELE suurendab lisand 12 tsementi CEM II/A-T 52,5 N kasutades vesitsementtegurit 0,50-lt 0,51-le. Samas tsementi CEM II/B-M (T-L) 52,5 N kasutades on lisandi 12 vesitsementtegur 0,49, mis on

sama võrreldes lisandiga ELE. Lisandi 12 kasutamisel ei oma seguvee vähendamine kivistunud betooni survetugevusele ja veeimavusele negatiivset mõju.

Saadud tulemuste põhjal võib öelda, et lisand 12 ei ole sobilikuks alternatiiviks lisandile ELE, kuid lõplike järelduste tegemiseks tuleks analüüsida lisandite 12 ja ELE toimivust rohkemate betoonisegude baasil. Portland-põlevkivitsemendi CEM II/A-T 52,5 N kasutamisel esinesid negatiivsed mõjud betoonisegu veevajadusele ja õhusisaldusele ning kivinend betooni survetugevusele. Portland-komposiitsemendi CEM II/B-M (T-L) 52,5 N kasutades olid negatiivselt mõjutatud betoonisegu veevajadus ja õhusisaldus ning kivinenud betooni survetugevus ning veeimavus.

SUMMARY OF MASTER THESIS:

The aim of this research was to control and analyze the combined effect of cements produced and commonly used in Estonia and plasticizing chemical admixtures according to AS Semtu products and their applicable performance in concrete.

Two cements were used in this research, Portland burnt shale cement CEM II/A-T 52.5 N and Portland composite cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N. The main focus was to analyze whether the admixture SemFlow MC that is used to produce ready-mixed concrete can be replaced with the admixture numbered 8 in this research. In addition the focus was on whether the admixture SemFlow ELE that is used to produce concrete for precast concrete products can be replaced with the admixture numbered 12 in this research.

In order to find the results for the research questions, laboratory tests were conducted to test different characteristics of fresh concrete: workability, experimentally tested setting time, water demand and air content. Additionally, characteristics of hardened concrete were tested: density, compressive strength and water absorption.

Firstly, table 9.1 summarizes the results for evaluating the replaceability of admixture SemFlow MC that is used to produce ready-mixed concrete with the admixture number 8. Results are presented from the perspective of the admixture number 8.

Based on the tests made with reduced amount of water in concrete and tests made with constant water/cement ratio, it can be said that the effect of the admixture number 8 on fresh concrete and hardened concrete is similar. Compared to the admixture SemFlow MC the admixture number 8 enables to reduce water/cement ratio from 0.50 to 0.48 when using cement CEM II/A-T 52.5 N. In comparison, the water/cement ratio for the admixture number 8 is 0.49 when using cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N, which is the same compared to the admixture SemFlow MC. Reducing water amount in concrete does not have a negative effect on the compressive strength and water absorption of hardened concrete when using admixture number 8.

In general, it is found that the admixture number 8 is an applicable alternative to the admixture SemFlow MC, but special attention must be paid to the fresh concrete's air content and the 28 day old hardened concrete's compressive strength. When Portland burnt shale cement CEM II/A-T 52.5 N was used, the concrete made with admixture number 8 had a larger compressive strength than the concrete that was made without any

superplasticizers. In contrast, when Portland composite cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N was used, the compressive strength of the concrete made with admixture number 8 decreased by 3% compared to the compressive strength of a concrete that was made without any superplasticizers.

Table 9.1 – Admixture number 8’s results in comparison with the admixture SemFlow MC

Cement		Portland burnt shale cement CEM II/A-T 52.5 N	Portland composite cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N
Fresh concrete	Workability	Increases 45 minute workability up to 89% ; later, the workability is practically the same	Increases 45 minute workability up to 171% and 95 minute workability up to 44% ; later, the workability is practically the same
	Setting time	The beginning and the end of the setting time is practically the same	The beginning of the setting time is practically the same; the end of the setting time arrives up to 14% later
	Water demand	Reduces water demand up to 4%	Water demand is practically the same
	Air content	Increases air content up to 52%	Increases air content up to 24%
Hardened concrete	Density	Density is practically the same	Density is practically the same
	Compressive strength	Increases 1 day compressive strength up to 46% ; decreases 28 day compressive strength up to 4%	Increases 1 day compressive strength up to 97% ; decreases 28 day compressive strength up to 9%
	Water absorption	Water absorption is practically the same	Reduces water absorption up to 10%

Secondly, tabel 9.2 summarizes the results for evaluating whether the admixture SemFlow ELE that is used to produce concrete for precast concrete products can be replaced with the admixture number 12. Results are presented from the perspective of the admixture number 12.

Based on the tests made with reduced amount of water in concrete and tests made with constant water/cement ratio, it can be said that the effect of the admixture number 12 on fresh concrete and hardened concrete is similar. Compared to the admixture SemFlow ELE the admixture number 12 increases water/cement ratio from 0.50 to 0.51 when using cement CEM II/A-T 52.5 N. In comparison, the water/cement ratio for the admixture number 12 is 0.49 when using cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N, which is the same compared to the admixture SemFlow ELE. Reducing water amount in concrete does not have a negative effect on the compressive strength and water absorption of hardened concrete when using admixture number 12.

In conclusion, it is found that the admixture number 12 is not an applicable alternative to replace the admixture SemFlow ELE. However, in order to make final conclusions, further tests should be conducted to analyze the effects of admixture number 12 for different concretes. When Portland burnt shale cement CEM II/A-T 52.5 N was used, negative effects on fresh concrete's water demand and air content as well as hardened concrete's compressive strength appeared. In addition, when Portland composite cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N was used, negative effects on fresh concrete's water demand and air content as well as hardened concrete's compressive strength and water absorption appeared.

Table 9.2 – Admixture number 12's results in comparison with the admixture SemFlow ELE

Cement		Portland burnt shale cement CEM II/A-T 52.5 N	Portland composite cement CEM II/B-M (T-L) 52.5 N
Fresh concrete	Workability	Decreases 45 minute workability up to 33%; later, the workability is up to 38% larger	Increases 5 ja 135 minute workability up to 40%; decreases 45 ja 90 minute workability up to 27%
	Setting time	The beginning of the setting time is practically the same; the end of the setting time arrives up to 13%	The beginning of the setting time is practically the same; the end of the setting time arrives up to 17%
	Water demand	Increases water demand up to 3%	Increases water demand up to 2%
	Air content	Increases air content up to 22%	Increases air content up to 44%
Hardened concrete	Density	Decreases density up to 1%	Decreases density up to 1%
	Compressive strength	Increases 1 day compressive strength up to 31%; decreases 28 day compressive strength up to 9%	Increases 1 day compressive strength up to 26%; decreases 28 day compressive strength up to 6%
	Water absorption	Reduces water absorption up to 3%	Increases water absorption up to 11%