



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
EHITUSTEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

JÄRELPIINGESTATUD ARMATUURIGA VAHELAE ARVUTUS

ANALYSIS OF A FLOOR WITH POST-TENSIONED TENDONS
EA 60 LT (inseneriõpe)

Üliõpilane: **Egon Eelmets**

.....

Juhendaja: **Johannes Pello**

.....

Tallinn, 2017.a.

1 Kokkuvõte

Magistritöö on jagatud kolmeks osaks. Esimene osa hõlmab endas pingebetonkonstruktsioonide teooriat ning konstrueerimise põhimõtteid. Teine osa käsitleb pingebetoontala ning kolmas osa pingebetonplaadi arvutusi. Lisaks on joonestatud ka plaadi ja tala armeerimine.

Esimese osa algus kirjeldab kasutatavate materjalide iseloomustamisega ning üldisi põhimõtteid. Kirjeldatud on kasutatud materjalide üldisi omadusi ning kande- ja kasutuspiirseisundite arvutus põhimõtteid. Kasutuspiirseisundi arvutustes välja toodud tähtsamad punktid hõlmavad endas betooni pingepiiranguid, pragudekindluse kontrolli ning läbipaindekontrolli. Kasutuspiirseisundis on käsitletud peamiselt painde- ja põikjõukandevõimet ning ankurdustsooni kontrolli ja muljumist. Eeltingekadod on jagatud kahte põhigruppi: esmased eeltingekadod, mis ilmnevad koos konstruktsiooni pingestamisega ning lõplikud tingekadod, kujunedes välja aja jooksul. Esialgsete tingekadude hulka kuuluvad hõõrdest põhjustatud tingekadod, betooni elastsest deformatsioonist põhjustatud eeltingekadu ja ankrute libisemisest tekkivad eeltingekadod. Lõplikud tingekadod on mahukahanemisest, relaksatsioonist ning roomest. Jätkuvtalades, mis on staatikaga määramata konstruktsioonid, jaguneb eeltingestusmoment kaheks komponendiks. Primaarne moment, mis on eeltingestusjõu ja tema õla korrutis ning sekundaarne moment, mis on eeltingestusjõust tingitud toereaktsioonide lisamoment, moodustavad kogumomendi. Sekundaarsete momentide levinud leidmise viisiks on eeltingestjõu asendamine ekvivalentse koormustega.

Teine osa käsitleb endas järeltõmmatud armatuuriga pingebetoontala arvutusi. Tala on kavandatud kaheavalisena sildega 17 meetrit. Konstruktsiooni eesmärgiks on seatud pragudevaba kasutuspiirseisundi olukord, milles on arvestatud ka ekvivalentkoormuste abil leitud sekundaarseid momente. Kandepiirseisundis on põikjõukandevõime projekteerimisel on ette nähtud vertikaalsed rangid ning ankurdustsooni puhul kohalike lõhestusjõudude vastuvõtmiseks vertikaalne armatuur.

Kolmanda osa moodustab järeltõmmatud armatuuriga pingebetonplaadi arvutus, mis on kavandatud neljasildelisena ja lisaks üks konsoolne ots. Konstruktsiooni eesmärgiks on seatud pragudevaba kasutuspiirseisund olukord. Selleks on kasutatud arvutuste tegemisel betooni vähendatud elastsusmoodulit ning pragunenud ristlõike karakteristikuid. Võimalike pragude tekkimise piirkondadesse on projekteeritud pingestamata armatuur lisapingete vastuvõtmiseks tulenevalt prao avanemisest.

Käesolev magistritöö on andnud suuri teadmisi ning ülevaate järeltõmmatud nakketa pingebetonkonstruktsioonide projekteerimisest.

2 Summary

Current masters thesis “Post-tensioned slab design” is divided into three major groups. Firstly, common post-tensioned structures and construction methods are briefly described. Second part consists of design and calculations for the post-tensioned beam. In third part, calculations and design are produced for post-tensioned slab. For construction purposes, drawings are produced for post-tensioned slab and beams.

First part begins with describing the materials used in the post-tensioned concrete structures and things needed to consider when using such materials in serviceability or ultimate limit state. Concrete stresses during tensioning, cracked concrete section and deflections are all part of serviceability limit state. Adding to those, main focus is primarily on bending and shear load capacity and anchorage zones of post-tensioned cables in the cross section of the construction member. Loss of prestress force is being divided to two groups: primary losses under prestress force which occur under time tensioning the cables and final losses of prestress forces which will form and affect the member through its lifespan. Primary losses of prestress forces are made up from friction between the cable channels and concrete, elastic shortening of concrete and movement of anchorages when tensioning the member. Final losses of prestress forces consists of creep, relaxation and shrinkage of the concrete over time.

Moment caused by prestress force in statically indeterminate beams such as continuous beams is divided into two components. Primary moment is prestressing force multiplied by its eccentricity from central axis and secondary moment is addition of prestressing moment by support reaction. Combination of primary moments and secondary moments is represented by total moment. Frequent and most used method finding the second moment is equivalent loading method.

Second part includes calculations of post-tension beam. Continuous beam is designed with two spans each 17 m in length. Objective in such member is not allowing cracking at serviceability limit state, while taking in consideration of secondary moments. Under shear load in ultimate limit state condition requires additional steel reinforcement. Same undertaking is needed to take in order to avoid cracking of the member for local shear forces in anchorage zones for post-stress cables.

Third part of the thesis is designing the post-tensioned slab which has four spans and one console. Objective is not allowing cracking of the slab at serviceability limit state, while taking in consideration of secondary moments. In order to comply with these limits, characteristics of cracked cross section and decreased concrete's modulus of elasticity is being used in calculations. Parts of the member, where cracks of concrete are possible to occur, extra reinforcement are added to withstand the emerged forces.

This master thesis has given me thorough overview of designing post-tensioned concrete structural members.