



TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

Ehituse ja arhitektuuri instituut

KOHTLA-JÄRVE SPORDI- JA TERVISEKESKUSE PUIKONSTRUKTSIOONIDE TUGEVUSARVUTUSED

THE STRUCTURAL ANALYSIS OF WOOD CONSTRUCTIONS OF KOHTLA-
JARVE SPORT AND HEALTH CENTRE
EA 70 LT (magister)

Üliõpilane: **Tatjana Hünne**

Juhendaja: **Eero Tuhkanen**

Tallinn, 2018.a.

8. KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli näidata, kuidas kasutada magistriõppe käigus omandatud teadmisi konstruktsioonide arvutamisel ja arvutustulemuste analüüsimisel.

Magistritöös on teostatud tugevusarvutused Kohtla-Järve spordi- ja tervisekeskuse suure spordisaali liimpuidust katusesõrestiku projekteerimiseks. Dimensioneerimisele on kuulunud kõik liimpuidust tarindid. Raudbetoonist tarindite ja sõlmede dimensioneerimist käesolevas magistritöös käsitletud ei ole.

Magistritöös on leitud konstruktsioonidele mõjuvad koormused, projekteerimistarkvaraga Autodesk Robot Structural Analysis on koostatud arvutusmudelid ja on teostatud arvutused kandekonstruktsioonides kasutatavate ristlõigete leidmiseks. Võrreldes erinevaid koormuskombinatsioone on selgunud, et määravaks saab olukord, kus domineerivaks muutuvkoormuseks on lumekoormus.

Katusesõrestiku dimensioneerimise esimene etapp on sõrestiku sisejõudude arvutamine. Sõrestiku kontrollarvutused on teostatud sõrestiku ülemisele vööle, alumisele vööle, suurima sisejõuga tõmbediagonaalile, suurima sisejõuga survepostile ja sõrestiku toepinnale. Sõrestiku alumise ja ülemise vöö varraste ristlõikeks on arvutatud 2x200x440 mm. Diagonaalide ja postide ristlõikeks on arvutatud 200x400 mm. Kasutatud on puitu tugevusklassiga GL28h.

Liidete arvutus on teostatud kahel meetodil: mitmelõikelise liite arvutus ja terasest keskelemendiga kahelõikelise liite arvutus. Mitmelõikelise liite puhul sõrestiku ühendamiseks vajalike naaglite dimensioneerimisel on selgunud, et toe- ja jätkusõlme ühendamiseks tuleb kasutada naagleid läbimõõduga 16 mm. Diagonaalide ja postide naaglid vöödega ühendamiseks on läbimõõduga 12 mm. Terasest keskelemendiga kahelõikelise liite puhul naaglite läbimõõd on jääb samaks, kuigi naaglite arv on tunduvalt suurem. Mitmelõikelise liite puhul on toesõlmes kokku 18 naaglit läbimõõduga 16 mm, terasest keskelemendiga kahelõikelise liite puhul on vajalik paigaldada kokku 110 naaglit läbimõõduga 16 mm. Mitmelõikelise liite kasutamine annab võimaluse vähendada naaglite arvu ning sõlmede konstrueerimist oluliselt lihtsustada.

Kasutuspiir seisundis on käsitsiarvutusena kontrollitud sõrestiku hetkelist ja lõplikku läbipainet, arvestades liidete järeleandvust. Läbipainete leidmisel on kasutatud normatiivset koormuskombinatsiooni. Suurim deformatsioon sõrestikus toimub, kui domineerivaks koormuseks võetakse lumekoormus. Käsitsi arvutatuna on läbipainde

tulemused suuremad kui arvutatuna programmi Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018 abil. Arvutustulemuste erinevuse põhjuseks on, et programm ei arvesta läbipainde arvutamisel liidete järeleandvust ja puidu roomeomadusi.

Sõrestiku käitumist tulekahjuolukorras on arvestatud käesolevas töös puidu söestumiskiirusega. Tulekahjuolukorras on arvestatud avariikoormusega, see tähendab, et ülekoormustegureid ei ole rakendatud ning kasutatud on vastavaid normkoormuse vähendustegureid. Arvutustulemused näitasid, et tulekahju olukorras on tagatud kandevõime 60 minutit (R60).

Magistritöö eelviimases osas on teostatud sidesõrestiku arvutus. Sidesõrestiku varraste ristlõikeks on arvutatud 240x240 mm. Kasutatud on puitu tugevusklassiga GL28h.

Käesoleva magistritöö eesmärk – kasutada õpitud teadmisi konstruktsioonide arvutamisel, arvutustulemuste analüüsimisel ja tutvuda projekteerimistarkvaraga Autodesk Robot Structural Analysis – on saavutatud.

9. SUMMARY

The aim of the Master's thesis is to demonstrate how to apply the knowledge acquired during the Master's study in order to calculate structures and analyse calculation results.

The Master's thesis comprises the strength calculations for the design of the truss made of laminated timber of the big sports hall of Kohtla-Järve Sports and Health Centre. All laminated timber structures are dimensioned. The dimensions of reinforced concrete structures and units are not discussed in the Master's thesis.

The Master's thesis includes considerations of loads that structures have to bear calculated by applying the design software Autodesk Robot Structural Analysis by which calculation models are prepared and calculations for finding the cross-sections used in the bearing structures have been applied. Comparison of different load combinations has shown that of primary importance is the situation in which the dominant variable load is a load of snow.

The first stage of dimensioning the truss comprises the calculation of the internal strength of construction. Test calculations are carried out for the top and bottom chord, for the web with the biggest internal strength, for the pressure pole with the highest internal strength, and the support surface of the truss. The calculated cross-section of the top and the bottom chord of the truss is 2x200x440 mm. The calculated cross-section of webs and vertical posts is 200x400 mm. Timber used is of strength class GL28h.

For the calculation of connections, two methods are applied: calculation for the multi-cut connection and calculation for the double-cut connection with the central steel element. Upon the dimensioning of pins required for the connection of the truss with the multi-cut connection, it appeared that the diameter of pins needed for the connection of support and joints has to be 16 mm. The diameter of pins of webs and vertical posts used for connecting the chords has to be 12 mm. In case of double-cut connection with a central steel element, the diameter of pins may remain the same; however, the number of pins is significantly bigger. In a multi-cut connection, the support unit includes 18 pins with the diameter of 16 mm, in case of double-cut connection with the central steel element, 110 pins with the diameter of 16 mm have to be installed. The application of multi-cut connection enables to reduce the number of pins and significantly simplifies the design of connection units.

The momentary and final deflections of the framework in service limit state while considering the flexibility of connections have been checked by manual calculations. For the establishment of deflection, the standard load combination is used. The biggest deformation in the truss occurs when the dominant load is a load of snow. The results of deflection calculated manually are bigger than those calculated by using the program Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018. The difference in results is due to the circumstance, that the program does not take into account the flexibility of connections and the creeping characteristics of timber.

The behavior of the truss in case of fire is calculated in this paper taking into account the charring speed of timber. In case of fire, the emergency load is calculated, i.e. that the overload factors have not been applied and only the reduction factors of the corresponding standard load are used. The results of calculations show that in case of fire the load bearing capacity is guaranteed for 60 minutes (R60).

In the penultimate part of the Master's thesis, the calculation of the connecting truss is carried out. The calculated cross-section of rods of the connecting framework is 240x240 mm. The strength class of the timber used is GL28h.

The aim of the Master's thesis has been accomplished: the knowledge acquired during the studies has been applied for the calculation of structures as well as for analysing the results of calculations. In addition, the author was able to become familiar with the design software Autodesk Robot Structural Analysis have been achieved.