

8. KOKKUVÕTE

Magistritöö käigus on analüüsitud maapealsete terasest püstmahtutite projekteerimist ja tootmist. Keskendatud on sellise suurusega mahutitele, mida on veel otstarbekas valmistada töökojas ning paigaldada objektile komplekselt. Teema analüüsimise vajadus on tulnud ettevõttest Estanc, mis aastate jooksul on projekteerinud ja valmistanud taolisi mitmeid taolisi mahuteid, kuid mille projekteerimise ja seeläbi ka tootmise efektiivsus saaks olla parem, et olla nende toodete seas konkurentsivõimelisem.

Töö alguses on antud ülevaade mahutite projekteerimist ja valmistamist puudutavatest standarditest, olulisematest sõlmedest, eripäradest ning nõuetest.

Üheks töö peamiseks eesmärgiks oli luua arvutuste programm Excelis, mis hõlbustaks ja kiirendaks sisendparameetrite abil materjalide paksuste ja oluliste sõlmede kontrolli vastavalt standardile. Exceli programm loodi mahuti põhielementide (põhi, kest, katus, ühendused) ning tuulekoormuse ja ankrukinnitustele mõjuvate jõudude arvutamiseks. Eelkõige on tuginetud standardile EN 14015, mis Euroopas ja lähiregionis levinuim standard taoliste mahutitele. Lisaks loodi programm töstmise ajal koormuse jaotumise leidmiseks, mida saab kasutada ka muude mahutite või konstruktsioonide puhul teades vajalikke parameetreid.

Võrreldi ka erinevaid konstruktsioonilisi sõlmesid nagu mahuti ankurdusmeetodid, tõstesõlmed ning kahekordse põhja tugikonstruktsioon. Võrdlustes on silmas peetud valmistamise lihtsust, majanduslikku otstarbekust ning mahuti eksploatatsiooni. Välja on toodud eelised ja puudused ning seeläbi otstarbekamad lahendused. Sõlmedele ning konstruktsioonidele, mida standard ei kirjelda, on tehtud LEM-arvutused, et kontrollida nende tugevust. Arvutusi on võimalik korrata tulevaste projektide puhul.

Samuti on toodud ülevaade mahuti tootmisest sealhulgas erinevate konstruktsioonide koostamine ning operatsioonide järjekord. Selle käigus on toodud välja efektiivsemad meetodid. Veel on toodud ülevaade järelkontrollist, katsetamisest ning pinnatööstlusest. Töö lõpus on analüüsitud mahuti valmistamise omahinda konkreetse näite majanduslike arvutuste põhjal.

Teemat edasi arendades oleks mõistlik analüüsida taolist mahutit osana tellija projekteeritud tehase süsteemis ning süveneda mahutit puudutavasse protsessiarvutustesse. Lisaks, ei ole siin analüüsitud komponente nagu kaitseklapid ja ventiilid, lekkeandurid jne. Tootmise seisukohalt on võimalik edasi välja töötada tootmisoperatsioonide plaan või marsruutkaart, et oleks detailsem arusaam operatsioonidest. Selle edasiarendus oleks operatsioonide normeerimine.

9. SUMMARY

The aim of this thesis is to analyse the design and manufacturing of above ground flat bottomed vertical steel tanks. The focus has been on tanks the size of which allows them to be manufactured entirely in the workshop with minimal operations on site during installation. The necessity to investigate the topic has come from the company Estanc, where such tanks have been designed and manufactured, but where the design and therefore manufacturing could be more effective in order to increase competitiveness in the market.

The thesis begins with an overview of the standards regarding tank design and manufacturing and describing the most important aspects, requirements etc.

One of the main goals of the thesis was to develop an Excel-based calculation program to verify that the standard norms for design and material thicknesses are covered. The program was developed to check the main parts (bottom, shell, roof, nozzles), wind load, foundation loads concerning the tank. Mainly the program is based on standard EN 14015, which is most commonly applied in Europe to such equipment. In addition, another program was created to calculate load distribution in tank lifting during transport and installation, which can be used for other equipment as well.

The second part of the thesis compares the design of different elements, such as anchoring methods, lifting devices and the double bottom supporting structure. The comparison considers manufacturing simplicity, economical advantages and final use of the tank describing pros and cons for various designs. Furthermore, for elements not covered by standards, FEM-calculations were performed for verification. The calculations can be repeated in future projects.

The final part of the thesis gives an overview of the manufacturing procedures for different elements and the necessary operations. The most effective methods are emphasised. In addition, an overview of quality control, testing and surface treatment is given. Finally an economical calculation is done based on an example tank.

To further develop the topic the author suggests to analyse the tank as part of a larger system in the factory of the end-customer and to investigate the process-related calculations. Furthermore, in this thesis additional equipment such as safety valves, leak instrumentation etc. is not covered. From a manufacturing standpoint the next step would be to develop a production route plan for a more detailed operational management.