



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

HANG-OFF TOWER'I KONSTRUKTSIOONI
ARVUTUSED

STRUCTURAL ANALYSIS OF HANG-OFF TOWER

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Olga Dernovaja

Üliõpilaskood: A060592

Juhendaja: Priit Luhakooder

Tallinn, 2017.a.

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 201.....

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees
/ nimi ja allkiri /

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö ülesandeks oli *hang-off tower*'i arvutus Eurokoodeksi ja NORSOK standardite järgi. Ülemiste postide siire kontroll ja vastavus lubatud piirväärtustele.

Projekteeritav konstruktsioon on ajutine *hang-off tower*, mis monteeritakse laeva pakpoordi. Konstruktsiooniga laeva kasutatakse Goliat platvormi teenindamiseks Barentsi meres.

Lõputöö käigus määrati konstruktsioonile mõjuvaid koormusi ning vastavaid koormuskombinatsioone. Lähtudes konstruktsiooni spetsiifikast ja asukohast olid normatiivsed väärtused ja koormuskombinatsioonide tegurid, mida Eurokoodeksid ei käsitle, võetud NORSOK'i normide järgi.

Arvutuste tulemusel ja profiilide kontrollimisel selgus, et konstruktsioonile mõjuvad koormused ei ületa piirväärtusi ja *hang-off tower* vastab määratud nõuetele.

Esimene etapp: lähteandmete kogumine kontrollarvutuste alustamiseks.

Selleks koostati projekteeritava konstruktsiooni andmete kogum mõõtmete, kaalu ja ristlõigete (I-talad, nelikanttorud) kohta. Võttes arvesse projekteeritava konstruktsiooni asukohta (Norra) ja ehituskohta (Eesti), raha ning ajakulu, olid kokkuhoiu mõttes võetud kasutusele kohalike tootjate materjalid ja valitud enimkasutatud ristlõiked.

Teine etapp: projekteeritava konstruktsiooni koormuste määramine. Koormuskombinatsioonide kasutamine vastavalt *hang-off tower* töötamisele *offshore* tingimustes.

Sellel etapil kirjeldati koormuste suuruseid, mõju, valemide ja põhjendati kasutatava standardi valikut. Lumekoormusega mitteamestamist antud lõputöös õigustati Norra spetsiifikaga.

Kolmas etapp: projekteeritava konstruktsiooni sisejõudude leidmine. Seoses konstruktiivse skeemi keerukusega, mis oli tingitud konstruktsiooni kujust ja otstarbest, kasutati arvutuste teostamiseks Robot Structural Analysis Professional 2017 (Student version) programmi. Järeldati, et osa elementidest on enim koormatud

koormuskombinatsiooni 105 ja 109 rakendamisel. Seega olid arvutused tehtud lähtudes maksimaalsetest tekkinud sisejõududest.

Neljäs etapp: konstruktsiooni elementide kontroll.

Eurokoodeksi arvutuste põhimõtete järgi kasutati piirseisundite meetodit ning konstruktsiooni kandevõime arvutati lineaarse arvutusmudeli järgi.

Neljanda etapi sammudeks olid enim koormatud posti, tala ja diagonaalide kontrollarvutused. Elementide kontrollarvutuste teostamisel kasutati Eurokoodeksi kohaselt arvutuste algoritme ja seejärel kontrolliti tulemusi elementide kaupa.

Kõik arvutused olid tehtud Eurokoodeksite ja NORSOK standardite järgi.

Käesoleva magistritöö kokkuvõtteks võib öelda, et vaadeldav konstruktsioon on kontrollitud ja vastab esitatud nõuetele ning on kasutamiseks kõlblik. Konstruktsioon tervikuna ja selle osad on piisava kandevõime varuga. Ülemise posti konstruktsiooni maksimaalne siire ei ületa standardites lubatud väärtusi.

SUMMARY

The purpose of this thesis was strength calculations of the temporary *hang-off tower*'s structure according to Eurocodes and NORSOK standards. To verify, that rigging columns on the weather deck of the structure maximum displacement does not exceed the permitted standards.

The temporary *hang-off tower*'s structure to be positioned at the portside of the vessel. It is used during the pull-in operation to the platform, which requires temporary recovery of products to Goliat field located in the Barents Sea.

During the calculations, loads and loads combinations applied to the *hang-off tower* have been found. According to construction type and placement, load and load characteristic values, different from Eurocodes, were applied to the *hang-off tower* according to NORSOK standards.

Calculations and steel profiling checks revealed that the construction of the loads do not exceed the limit values and the *hang-off tower* meets the specified requirements.

The first stage: basic data collection in order to start verification calculations.

For this purpose the approximate research of the calculated construction size, weight, materials and cross-sections (I-beams, rectangular tubes) was done. Taking into account the location of *hang-off tower* (Norway) and place of its construction (Estonia), in order to decrease project price and production time, there had been chosen most widely used by local producers materials and cross-sections.

The second stage: determination of projected design loads.

The use of load combinations according to the *hang-off tower* development in offshore conditions.

At this stage, the load value, impact, formulas and justify the selection of the standards were described. Snow load not taken into account in this thesis according to specifics of Norway offshore requirements.

The third stage: findings of the internal forces of the calculated construction.

Regarding to the constructive complexity of the scheme, due to the shape of the structure and its function calculations were performed in Robot Structural Analysis Professional 2017 (Student version) program. It was concluded that the most heavily loaded part of the

elements of the combination of the load 105 and 109 of the implementation. Consequently, further calculations were made on the basis of the maximum of the internal forces.

The fourth stage: *hang-off tower* elements check.

According to Eurocode, there were used an appropriate design principles: the method of limit state design was used as a basis and the calculations of the structure were done according to the linear design model. All calculations were made according to Eurocodes and NORSOK standards.

In conclusion of this master's thesis it can be outlined, that the *hang-off tower* is tested and meets the requirements and is fit for use. The design as a whole and its parts have adequate carrying capacity margin. Top-mail the structure maximum displacement does not exceed the permitted standards.