

6. KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö põhi eesmärgiks oli näidata, kuidas projekteerida tõstetraaversi ja pakkuda võimalikku ettepanekut, miks traavers võib painduda, kui tõstmisel kasutatakse vale kinnitusmeetodit.

Eesmärkide saavutamiseks tehti järgmised sammud:

1. Enne arvutustega alustamist oli vaja välja selgitada, millised peamised traaversite tüübid on olemas, nende sarnasused ja erinevused, samuti kehtestada algandmed, mille alusel hiljem tehakse arvutusi.
2. Edasine samm oli leida olemasolevate algandmete järgi traaversis tekkiv survejõud ning seejärel valiti traaversile eeldatavalt sobiv profiil - IPE100.
3. Arvutuste jätkamiseks tasus määrata ka painde iseloom, kuna edaspidi mõjutab see juba täpse profiili valikut.
4. Kui hüpoteetiline profiil oli valitud, siis järgmise sammuna oli vaja teha täiendavaid arvutusi, et selgitada välja, kas hüpoteetiline profiil sobib ja kui mitte, siis korrigeerida valikut suurema profiili võtmisega. Ja lõpuks teostada kontrolli. Lahenduseks sobis IPE300 profiil.
5. Kuna profiil on juba arvutatud ja valitud, siis edasi jätkame kinnituste, peamiselt alumiste, arvutamisega. Arvutati ja valiti alumised terastrossid ning tulemuseks oli see, et kõige rohkem sobisid 6x36 klassi ja 18 mm läbimõõduga trossid. Samuti arvutati ja valiti sobivad alumised seeklid ning tulemuseks oli, et sobiv seekel oli kategooriast GRADE 6, mille WLL on 4,75 t ning materjaliks Alloy Steel 4140.
6. Järgmise sammuna sama meetodikat kasutades arvutati ülemised trossid ja seeklid ning tulemuseks oli see, et kõige rohkem sobisid 6x36 klassi ja 22 mm läbimõõduga trossid, ning sobiv seekel on kategooriast GRADE 6, mille WLL on 6,5 t ning materjaliks Alloy Steel 4140.
7. Peale seda valiti ja arvutati välja tõstekõrvad ning arvutati välja ka vajalik keevisõmbluse suurus ülemistele kõrvadele.
8. Arvutuste viimane etapp oli külgekinnituste arvutus ja valik, ning samas ka arvutati vajalik keevisõmbluse suurus.
9. Peale kõigi arvutuste tegemist oli vaja projekteeritud kinnitusi (tõstekõrvad ja külgekinnitused) FEM analüüsiga kontrollida. Tulemuseks on see, et tõstekõrva FEM analüüsi järgi varutegur on 3,4 ja külgekinnitusel on 3,9.
10. Viimane osa on üldise konstruktsiooni analüüs, kus tuli välja selgitada, miks traavers võib kaotada stabiilsuse. Selleks modelleeriti kaks juhtumit. Esimene juhtum oli korrektne tõstmine ja teine juhtum kus raskus on kinnitataud põiksel. Mõlemal juhul on tõstetud koorma mass sama. Tulemuseks sai see, et kui raskust ei kinnitata õigesti, siis FEM analüüsi tulemuste kohaselt langeb stabiilsuse varutegur 24 korda

ja on võrdne peaaegu ühega, mis tähendab, et niipea, kui sellist raskust hakatakse kinnitama kaotab traavers tõenäoliselt stabiilsuse ja selle tulemusena paindub, võttes sellise kõveruse kuju, mis oli näidatud käesoleva töö alguses.

Lõputöö eesmärgid said täidetud ja vastused saadud. Siinkohal tasub aga märkida, et on mõningaid punkte, mida saaks tulevikus parendada. Näiteks terve konstruktsiooni täpsema FEM-analüüsi läbiviimine. Stabiilsusvaruteguri 24-kordne kaotus on veidi suur ja seda tuleks põhjalikumalt uurida. Samuti tuleks analüüsida, miks arvutuste põhjal varutegur nõtkel on 6,1, samal ajal kui FEM-analüüsis on see 24. Erinevus on peaaegu 6 korda, mis viitab sellele, et selleks on vaja põhjalikumalt analüüsi, et tuvastada põhjused.

7. SUMMARY

The main objectives of this bachelor's thesis were, firstly, to demonstrate how to design a lifting traverse, and secondly, to propose a possible explanation for why the traverse could bend if an incorrect method of attachment is used during lifting.

To achieve these goals, the following steps were taken:

1. Before starting any calculations, it was necessary to understand the main types of traverses, their similarities, and differences, as well as establish input data based on which the calculations would be made.
2. Based on the input data, the compressive force occurring in the traverse was determined, followed by the selection of a suitable profile for the traverse, which was initially assumed to be IPE100.
3. In order to continue the calculations, the buckling mode needed to be determined, as it would affect the selection of the precise profile.
4. Since an initial profile was chosen, the next step was to perform additional calculations to determine if the assumed profile was suitable and, if not, adjust the selection by choosing a larger profile. Ultimately, the IPE300 profile was found to be suitable.
5. With the profile determined, calculations for the lower rigging equipment were carried out. The lower steel cables of class 6x36 with a diameter of 18 mm were selected, along with GRADE 6 shackles with a Working Load Limit (WLL) of 4.75 t and made of Alloy Steel 4140.
6. Following the same methodology, calculations were performed for the upper steel cables and shackles. Class 6x36 cables with a diameter of 22 mm and GRADE 6 shackles with a WLL of 6.5 t made of Alloy Steel 4140 were chosen.
7. After the rigging equipment was selected, calculations and selection of padeyes were performed, including the necessary weld size for the upper padeyes.
8. The final step in the calculations was the selection and calculation of the side attachments, as well as the necessary weld size for the side attachments.
9. Once all the calculations were completed, the designed attachments (padeyes and side attachments) were verified using FEM analysis. The factor of safety for the padeyes was found to be 3,4, and for the side attachments, it was 3,9.
10. The concluding part involved the analysis of the overall structure to understand why the traverse could lose stability. Two scenarios were simulated: lifting the load correctly and lifting the load diagonally. The mass of the lifted load was the same in both cases. The FEM analysis showed that if the load was attached incorrectly, the factor of safety for stability decreased by 24 times, almost reaching one. This

indicates that once such a load is lifted, the traverse is likely to lose stability and bend, resulting in the observed deformation.

The author believes that the set objectives were achieved, and the answers were obtained. However, there are aspects that could be improved in the future. For example, a more precise FEM analysis of the entire structure could be conducted to further investigate the significant decrease in the factor of safety. Additionally, an analysis should be conducted to determine why the factor of safety in stability calculations is 6,1, while in the FEM analysis, it is 24. The difference is almost sixfold, indicating the need for a more in-depth analysis to establish the reasons behind this inconsistency.