

KOKKUVÕTE

Vastavalt ettevõtte Bestnet AS koostatud lähteülesandele projekteeriti antud magistritöö raames kolmes suunas kallutav haagis.

Magistritööd alustati hetkel Euroopa turul müüdavate kallutavate haagiste tutvustamisega. Pakutavatest lahendustest ülevaate saamiseks uuriti ja analüüsiti kahtekümmend kuut haagisemudelit kuuelt erinevalt tootjalt. Seejärel pandi vastavalt projektülesandes antud nõuetele ja uurimistöö tulemusele paika haagise üldkontseptsioon. Kogu projekteerimise vältel lähtuti vastavat valdkonda puudutavatest seadustest ja nõuetest. Samal ajal tuli silmas pidada optimaalset materjalivalikut ja valmistamise tehnoloogiat. Modelleerimiseks kasutati CAD-tarkvara Solid Edge ST6. Vajalike koormuste leidmiseks koostati kinemaatilised mudelid programmiga SolidWorks 2014. Lõplike elementide meetodil tehtud tugevusanalüüsid on teostatud programmiga ANSYS Workbench.

Projekteerimist alustati ostukomponentide valimisega. Kõiki valikuvariante analüüsiti põhjalikult ja seejärel langetati põhjendatud valik. Tähtsamatest ostutoodetest kasutatakse haagisel KNOTT GmbH torsioonvedrustusega sildu ning sama tootja veopead, tugiratast ja hüdrotsilindrit. Hüdropump pärineb ettevõttelt GHIM Hydraulics Srl, poordidelukud ja hinged firmalt Steelpress L.t.d.

Kast on kolmes suunas (taha ja mõlemale küljele) kallutatav. Maksimaalne kallutusnurk kõigis suundades on 50°. Kallutamine toimub kasti all oleva teleskoopsilindriga. Seda käitab hüdropump, mis saab voolu haagisele paigaldatud 12 V pingega akult. Haagise standardvarustusse kuulub 230 V pingega vooluvõrku ühendatav akulaadija. Kliendil on võimalik valida juhtmega või raadiolainetega toimiva juhtpuldi vahel.

Haagise kasti sisemõõdud on 3,062 x 1,907 m ja poordide kõrgus on 0,3 m. Kasti küljepoordid on allaklapitavad ja tagumine poord on võimalik kallutamisel ka altpoolt avanevaks muuta. Kõik poordid ja nurgapostid on eemaldatavad ja nii saab kasti tasapinnaliseks platvormiks muuta. Kastipõhja paremas ja vasakus ääres on kummaski 4 aasa koorma kinnitamiseks. Tagumise ääre külge on võimalik kinnitada pealesõiduteed, mille jaoks on hoiukohad kasti all. Kast toetub alusraamile, mille neljas nurgas on liigendid kasti toetamiseks kallutamisel. Selles suunas, millise külje liigendid on vastavate lukustusvarraste abil fikseeritud, kast kallutab. Alusraami keskel on kahele põikitalale toetuv hüdrotsilinder ja eesosas selle toimimiseks vajalikud komponendid. Alusraami esiosa külge kinnitub tiisel, mille otsas on veopea. Tiisel kinnitub haagise alusraami külge poldliidetega. Nii on võimalik see haagise transportimise ajaks edasimüüjani eemaldada ja haagis võtab koormas vähem ruumi. Materjalina kasutatakse põhilise osa detailide puhul terast voolavuspiiriga 355 x 10⁶ Pa. Lisaks standardmõõtudes nelikanttorudele kasutatakse taladena ettevõtte painutatud profiile. Detailide ühendamisel on võimalusel eelistatud keevitust. Kõik keeviskoostud kuumtsingitakse korrosioonikaitse eesmärgil.

Kõiki olulisi koormust vastuvõtvaid detaile on põhjalikult analüüsitud. Võimalusel on analüüsitud korraga ainult ühte detaili. Nii saab analüüsiprogrammis mudeligeomeetria väiksemateks elementideks jagada ja tulemus on õigete rajatingimuste korral täpsem. Samuti kulub nii simulatsiooni läbiviimiseks vähem aega kui suurema koostu korral. Lihtsama geomeetriaga detailide puhul on arvutitarkvaraga lõplike elementide meetodi abil analüüsimise asemel tekkivad pinged arvutuslikult leitud. Tugevusanalüüside puhul on arvestatud dünaamiliste koormuste ning erinevate tekkida võivate olukordadega kasti kallutamisel. Seejuures on arvestatud ka võimalustega, et haagist kasutatakse teisiti kui on ette

nähtud. Näiteks on arvestatud olukordadega, kui kast on ebaühtlaselt koormatud või koorem ületab lubatud massi. Ettenägematute olukordade jaoks on detailide optimeerimisel jäetud varutegur. Rohkete analüüside tulemusena selgus, et antud tüüpi haagise puhul on paljuski tegemist koormusolukordadega, mida mittekallutatavatel ja ka ainult ühes suunas kallutatavatel haagistel ei esine.

Olgugi, et haagis on projekteeritud püüdes ette näha ja arvestada kõikvõimalikke tekkida võivaid koormusolukordi, kasutusisearasusi ja valmistamisvõimalusi, ei tähenda see, et projekteerimine on lõpetatud, kõik on tootmiseks ja seejärel klientidele üleandmiseks valmis. Kuna ettevõttel puuduvad kallutatavate haagistega seoses kogemused, tuleb suurt rõhku pöörata prototüüpide testimisele. Selleks tuleb kõigepealt paika panna meetodika katsetamiseks haagist võimalikult paljudes ette tulla võivates olukordades ja seejärel vastavalt tulemustele vajalikud muudatused teha. Ka muud tegurid, nagu tootmistehnoloogia ja suhte sisseostukomponentide- ja materjalitarnijatega võivad põhjustada vajadusi muudatusteks.

Spetsialistid on öelnud, et kolmes suunas kallutava haagise puhul on tegemist tootega, millega võib firma maine hävitada või tõsta ettevõtte oma ala tipptegijate hulka. Selleks, et näha kui hea haagisega on tegemist ning kuidas see tarbijate vajadusi rahuldab, läheb veel aega. Nii palju on vähemalt kindel, et antud magistritöö raames on tehtud kõik, et AS Bestneti esimene kolmes suunas kallutava haagise mudel oleks mitte ainult nagu ettevõtte tunnuslause „vedamiseks loodud,“ vaid ka kallutamiseks loodud.