

KOKKUVÕTE

Antud töö eesmärgiks oli konstrueerida SAMI AS-ile uus konkurentsivõimeline toode täiendades sellega kogu ettevõtte tootevalikut. Selleks tooteks valiti kopphari, mille tööpõhimõtte seisneb erinevate materjalide kogurisse pühkimises. Koppharja saab kasutada erinevate alade, platside, teede jms puhastamiseks ja hooldamiseks. Pühitavaks materjaliks võib olla nii kerge tolmu, pori, puulehed, killustik jms kui ka ehituspraht ja –jätmed.

Kopphari koosneb kolmest põhilisest osast, milleks on hari, kogur ja kastmissüsteem. Hari koosneb südamikust, millele toetuvad plastikust harjakettad ning mis kannab edasi mootorilt saadud pöördemomenti. Harja raam toetab südamikku ja on ühendatud koguriga. Kopale kinnitatakse haakekinnitus, näiteks EURO või SMS. Lisaks kuulub koppharja juurde kastmissüsteem, mille abil välditakse töö käigus tekkiva tolmu lendumist. Hari on pandud kopa ette liikuma üles-alla kasutades hüdraulilisi silindreid.

Kuna iga ettevõtte soovib luua parimat toodet omades konkurentsieeliseid teiste tootjate seadmete ees siis tuli ka SAMI AS-i jaoks leida teatud tugevad küljed. Parema toote loomiseks uuriti põhjalikult turul olevaid seadmeid, mis rohkemal või vähemal määral omavad sarnast tööpõhimõtet. Selle tulemusena viidi täielikult kurssi turul valitsevate tendentside ja klientide soovidega.

Turu-uuringu käigus koondati erinevate seadmete põhiparameetrid ühtsesse tabelisse. Kõige lähedasema tööpõhimõtte ja sarnase konstruktsiooniga olid kolm Soome tootja koppharja, millest suurimaks konkurendiks kujunes Snowek-i kopphari. Sarnane toode oli ka SAMI AS koostööpartneril AVANT Techno Oy, mis ei kuulunud konkurentide hulka, sest see on mõeldud konkreetselt AVANT minilaaduritele. AVANT koppharja osade sõlmede ja konstruktsioonide lahendusi kasutati ka SAMI AS koppharja puhul.

Antud töös koostati ajakava kasutades Gantt-i graafikut, kus pandi kirja projekti põhilised etapid ja ülesanded ning vastavalt nende ajaline kestvus. Taoline graafik aitas omada head ülevaadet projekti osadest ning kinni pidada tähtaegadest. Lisaks sai jälgida tegevusi, mis omavahel kattusid ja olid seotud. Antud projekti puhul suudeti püsida määratud ajakavas, kuid esines projektist sõltumatuid viivitusi. Näiteks oli konstruktoril vaja lahendada kiiremad ja

tähtsamaid ülesandeid kui seda oli koppharja projekteerimine. Tulevikus võiks ajagraafiku koostamisel arvestada suurema ajavaruga.

Projekteerimise algusfaasis sai paika pandud koppharja lähteandmed. Kõige olulisemaks parameetriks oli seadme töölaius. Tooteperet plaaniti alustada 2,0 m laiuse seadmega.

Soovituslikuks parameetriks oli 900 mm läbimõõduga harjaketas, millel on kulumise ruumi rohkem. Lisaks tuli kopphari konstrueerida selliselt, et sinna asetatakse kastmissüsteem.

Lähteparameetrite hulka kuulusid ka välja mõeldud konkurentsieelised kasutajasõbralikuma harja südamikule ning täislikuma haakekinnituse süsteemi loomise näol. Efektiivsem haakekinnitus tagab täpsema maapinna ebatasasuste kopeerimise.

Määrati harjaketaste ja mootori tüüp. Valiti Beeline-tüüpi harjakettad siseläbimõõduga 7 tolli, mille puhul ei pea kasutama vahekettaid. Mootori tüübi ja parameetrite valik tehti lähtuvalt konkureerivate toodete puhul kasutusel olevate mootorite andmete põhjal. Lisaks kasutati SAMI AS ja AVANT harjadel olevate mootorite tehnilisi näitajaid. Peale harjaketaste ja mootori valikut liiguti edasi konstrueerimise etapi juurde.

Esiteks konstrueeriti seadme harja osa, millest südamikule ehituse väljatöötamine oli kogu projekti üks keerulisemaid elemente, sest tuli luua kergem ning hooldusvabam võrreldes konkurentide toodetega. Samas tuli jälgida ka tehnoloogilist keerukust, mis mõjutab omakorda hinda.

Genereeriti mitmeid erinevaid sõlmede variante ning analüüsiti neid põhjalikult. Lõplik konstruktsioon sarnanes AVANT koppharja südamikule, kuid oli koostamise poolest lihtsam ning selle tõttu odavam. Projekti käigus jõuti ka reaalselt südamikule valmis ehitada ning analüüsi tulemusena viidi sisse mõned väikesed muudatused, mis edaspidi lihtsustavad koostamist. Välja mõeldud harja südamikule konstruktsiooniga jäädgi rahule, ent lõpliku hinnangu saab anda peale prototüübi katsetamist.

Harja südamikule koosseisu kuulub ka sidur, mis kannab üle mootorilt tekitatud pöördemomendi südamikule ning leevendab järske pöördemomendi muutusi.

Viimaseks harja komponendiks oli lähtuvalt harja mõõtmetele raami konstrueerimine, mis teostati materjalikulu, koostamislihtsust ja sujuvat konstruktsiooni stiili järgides. Lõplik harja konstruktsioon koos vajalike detailidega määrati peale tõstesüsteemi lahendamist.

Kopa osa konstrueerimine ei kujunenud keeruliseks ülesandeks kuna SAMI AS on juba varasemalt valmistanud mitmeid erinevaid kopsasid ning omab arvestatavat kogemust nende valmistamisel. Et loodava koppharja puhul on tegu üsna suure kopaga tuli arvestada ettevõtte

tehnoloogilisi piiranguid. Näiteks detailid, mis painutatakse lehtmetailist, tuli konstrueerida selliselt, et nende mass ei ületaks 70 kg, sest vastasel juhul ei jõuaks pingi operaatorid neid käsitseda.

Teiseks keeruliseks protsessiks peale südramiku konstrueerimise kujunes haakekinnituse sõlme genereerimine. Ka kinnituse puhul mõeldi välja mitmeid erinevaid lahendusi ning seejärel analüüsi neid. Konstrueeriti selline variant, mis tagab koppharja nii esiotsa kui ka terve seadme liikumise külgsuunas üles-alla ning tagantvaates kaldumise paremale ja vasakule. Haakekinnitus jääb seadme puhul ilmselt kõige kriitilisemaks kohaks, kuna sellele mõjuvad praktiliselt enamasti tekkivaid jõudusid.

Tõenäoliselt tuleb peale esimeste katsetuste läbiviimist teha mõningaid muudatusi, mida esmapilgul ei ole tähele pandud.

Kopa konstruktsiooni valmides modelleeriti tõstesüsteem, mille põhikomponentideks on kopa ja harja ühendavad käpad, kinnituskõrvad ning liikumist teostavad hüdrocilindrid. Kuna SAMI AS koppharja hari on massilt kergem kui AVANT-i kopphari siis võeti kasutusele viimase hüdrocilindrid, sest oldi kindel, et need tagavad vajalikud liikumised. Teades hüdrocilindrite parameetreid ja detailide ligikaudseid mõõtmeid, mis võivad tõstmissüsteemi sõlmede vahele tekkida, simuleeriti harja tõstmise kinemaatiline skeem kasutades CAD tarkvara skitseerimist. Skeem oli väga hea kuna sai täpselt proovida erinevaid osade vahekauguseid leides nii optimaalse lahendi.

Antud juhul kujuneb seadme üheks kitsaskohaks asjaolu, et harjaketast ei saa kulumisel maksimaalselt ära kasutada. Seega on tulevikus tõstesüsteemi kinemaatika ja konstruktsiooniline lahendus just see, mida tootearenduse puhul kõige enam muuta. Lisaks võiks leida efektiivsem materjalikasutus. Konstruktsiooni täiendamiseks on juba alustatud.

Olles konstrueeritud praktiliselt lõpliku versiooni loodavast koppharjast, tuli teostada kriitilisematele sõlmedele ja detailidele tugevusarvutused. Esmalt leiti jõud, mis analüüsitavaile osadele mõjuvad. Seejärel teostati arvutused kasutades programmi ANSYS 14.0, kus määrati detailidele rajatingimused, mis mõjutavad uuritavat objekti. Põhiliste tulemustena sooviti teada, millised on tekkivad maksimaalsed pinged ja deformatsioonid. Pärast valitud detailide analüüsimist selgus, et need olid juba konstrueerimise käigus valitud piisavalt tugevad ning osad neist isegi liialt tugevad, mis tähendab, et kaasneb asjatult materjali kulu. Kõikidel komponentidel on tugevusvarutegur ning osadel võeti see teadlikult suurem

kuna reaalselt võib dünaamilise koormuse tagajärjel tekkivad jõud olla suuremad kui staatilise koormuse puhul.

Tootearenduse käigus peab üle vaatama need detailid, mille varutegur oli tahmatult kordades suurem ning seejärel optimeerima neid. Lisaks võiks teostada veel tugevusarvutusi tagaseina väsimusele ning kopa pealmisele osale.

Antud töös jäid põhjalikumalt käsitlemata hüdro- ja kastmissüsteemi projekteerimised, kuid mis reaalselt kuuluvad lahendamise alla. Lisaks jäi kirjeldamata ka seadme disaini kujundamine, mida lähitulevikus tehakse koostöös Eesti Disainikeskusega. Iga seadme puhul on kliendi jaoks oluline ka selle kasutamishendi olemasolu, mida samuti on vaja hiljem luua.

Projekti eesmärgid täideti edukalt – loodi konkurentsivõimeline toode, mille käigus said kõik nõuded täidetud.