

## SUMMARY

The aim of this bachelor's thesis is to optimise the hydraulic system of Metec's pickup truck snowplough. The following steps were taken for optimising the hydraulic system: calculating the hydraulic system's minimal parameters, decreasing the hydraulic system's size, and addressing overheating in cables. The main parameters calculated were the pressure and flow rate required for achieving the desired hydraulic cylinder velocities. After hydraulic system and its working principles. The schematic was used for simulating the pressure losses in the hydraulic system. These were used as the basis for picking smaller components for the system and for consideration of how to make the whole system smaller.

First, a product competitor analysis is done, where different companies' pickup truck snowploughs are compared to Metec's snowplough. The aim is to provide a good overview of different snowploughs and companies. The main focus was companies that retail in Scandinavia and Estonia. For the comparison, the data on the snowploughs that were available on the company websites was compared to Metec's snowplough. Then the hydraulic theory used in calculations is covered, based on the theory and formulas provided the minimum pressure for moving the cylinders is found and the flow rate required to move the cylinders in the specified time is also found. The hydraulic schematic for the whole system was constructed using the data found in the previous sections and data provided by Metec. After that the same schematic was used for simulating the minimum pressure for the whole system, the methodology used was based on increasing pressure by one bar for each test and marking down the velocity of each different cylinder movement. This provided a graph where the velocity plateaued at a certain pressure, the highest plateau point is the minimum pressure the pump needs to output. Lastly, the parameters found were compared with the power unit datasheet to check if they were achievable.

The next goal was to minimise the dimensions of the hydraulic control system. To achieve this, the hydraulic power unit was to be replaced. Methodology for choosing the power unit included checking if the parameters are similar to the current power unit's and then the dimensions of the power unit were the determining factor for selection. Of the 5 catalogues considered, Dana's was chosen. With the new power unit selected it was placed into the hydraulic system. Two orientations were considered and the one with a smaller volume was picked. In one orientation the hydraulic control block was placed as it was earlier, just moved closer and it is possible to replace the directional control valves with smaller ones. In the second orientation, the control block was attached to the hydraulic power unit

horizontally. Meaning the system got wider which made the volume also larger despite the length and width being smaller. The result of these comparisons was that if the power unit is replaced the volume of the hydraulic system decreases by 4.9 litres. If the directional control valves are replaced the volume decreases by 1.94 litres.

The last aim is to solve the overheating of the cables connecting the hydraulic system to the car's battery. This was done by checking if the current wires could handle the current required by the motor at the pressure where the pressure relief valves would trigger. The model number or company that the cables are purchased from wasn't stated, therefore cables with the same cross-sectional area and name were looked at. The conclusion was that either the cross-sectional area of the cables should be increased, or the maximum pressure of the hydraulic system should be regulated to be smaller using the relief valves.

Possibilities for more developments of the snowplough would include price optimisation, which would allow for the snowplough to be more affordable. This was initially one of the goals of this thesis, but due to the prices of parts not being public, the focus was set on reducing the hydraulic system's size.

# KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on Meteci *pickup* maasturi lumesaha hüdrojaama optimeerimine. Hüdrojaama optimeerimiseks tehti järgmised sammud: hüdrojaama minimaalsete parameetrite arvutamine, hüdrojaama mõõtmete vähendamine ja kaablite ülekuumenemise käsitlemine. Põhilised parameetrid, mida oli vaja arvutada oli hüdrocilindrite soovitud kiiruste saavutamiseks vajalik rõhk ja vooluhulk. Pärast nende väärtuste leidmist koostati hüdrooskeem, et saada täielik ülevaade hüdrojaamast ja selle tööpõhimõtetest. Hüdrooskeemi kasutati hüdrojaama rõhukadude simuleerimiseks. Kalkulatsioonida ja simulatsiooni põhjal asendati osad süsteemi komponendid väiksemate vastu selle käigus sai hüdrojaama mõõtmeid vähendada.

Töös analüüsiti Meteci konkurente ja koostati tooteanalüüs, kus võrreldi erinevate firmade *pickup* maasturitele disainitud lumesahkasid Meteci omaga. Võrdluse eesmärgiks oli anda ülevaade erinevatest konkureerivatest ettevõtetest ja nende lumesahkade parameetritest. Analüüsis olid fookused Skandinaavia ja Eesti ettevõtted, mis keskenduvad lume ja jää hooldus toodetele. Analüüsiti Meteci lumesahaga võimalikult sarnaseid tooteid ning toodi välja paremad ja halvemad omadused. Seejärel tehti ülevaade arvutustes kasutatud hüdraulika teooriast. Teooriale ja valemitele tuginedes arvutati minimaalne rõhk silindrite liigutamiseks ja vooluhulk, mida on vaja, et liigutada hüdraulilisi silindreid etteantud aja jooksul. Kogu süsteemi hüdrooskeem koostati eelnevates peatükkides leitud andmete ja Meteci esitatud andmete põhjal. Hüdraulilist skeemi kasutati hüdrojaama minimaalse rõhu simuleerimiseks, kus arvestati ka jaamas tekkivate rõhu kadudega. Simuleerimiseks kasutatud meetodika põhines rõhu suurendamisel ühe baari võrra iga katse korduse jaoks, iga kord märgiti silindri liikumise kiirus sellel rõhul üles. Simulatsiooni andmete põhjal koostati graafik, millel on näha, kuidas silindri kiirus jõuab teatud rõhu juures maksimumi, neljast katses kõrgeim rõhk on minimaalne rõhk, mida pump peab välja andma. Lõpuks võrreldi leitud parameetreid vooluallika tehniliste andmetega, et veenduda, kas see vooluallikas saab neid saavutada.

Teiseks eesmärgiks oli optimeerida hüdrojaama sellisel viisil, et see oleks võimalikult kompaktne. Selle saavutamiseks oli vaja hüdrauliline vooluallikas välja vahetada. Hüdraulilise vooluallika valikul olid olulised kaks põhilist aspekti, see peab olema väiksem oma mõõtudel ning samuti pidid olema selle parameetrid võimalikult sarnased praeguse hüdraulilise vooluallika omadega. Vooluallika valimiseks kaaluti viit kataloogi, neist valiti Dana kataloog. Peale sobivaima vooluallika valimist paigutati see hüdrojaama. Prooviti kahte erinevat asetust hüdrojaama jaoks, nende ruumalasisid võrreldi ja valiti väiksema ruumalaga hüdrojaam. Ühes asetuses paigutati hüdraulika juhtplokk nii nagu varem, see

nihutati lähemale vooluallikaleja. Samuti vahetati suunaventiilid väiksemate vastu, see vähendas ruumala veelgi. Teises asetuses kinnitati juhtplokk vooluallika külge horisontaalselt. Mille käigus hüdrojaam muutus laiemaks, selle tõttu suurenes ka ruumala, hoolimata sellest, et pikkus ja laius olid väiksemad sellel hüdrojaamal. Tulemuseks oli, et kui vahetada vooluallikas väiksema vastu siis väheneb hüdrojaama ruumala 4.9 liitri võrra. Kui lisaks veel suunaventiilid ära vahetada siis väheneb ruumalaa veel 1.94 liitri võrra.

Viimaseks eesmärgiks on lahendada ülekuumenimine kaablites, mis tekkis hüdroüsteemi ja auto akut ühendavates kaablites. Selleks kontrolliti, kas kaablid talvad vool mida vooluallika mootori nõuab rõhul, kus kaitseklappid rakkenduvad. Kuna mudelinumber, ega firma, kust kaablid osteti ei olnud teada, vaadati sama ristlõike pindala ja nimetusega kaableid. Järelduseks oli see, et kas tuleks suurendada kaablite ristlõike pindala või reguleerida hüdroüsteemi maksimaalset rõhku kaitseklappide abil väiksemaks.

Tulevikus saab lumesaha hüdrojaama täiendavalt arendada selle hinda optimeerides. See võimaldaks lumesahaka toota ja müüa soodsama hinnaga. Hinna optimeerimine oli algselt üks käesoleva lõputöö eesmärke, kuid kuna uute kasutatavate osade hinnad ei olnud avalikud, siis keskenduti hüdroüsteemi mõõtmete vähendamisele ja ülekuumenemise eemaldamiseks.