

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2019

Juho-Matias Hautakorpi

VALMET 500 -TRAKTORIN SÄHKÖJÄRJESTELMÄN UUDELLEENSUUNNITTELU

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Kesäkuu 2019 | 29 sivua, 6 liitesivua

Juho-Matias Hautakorpi

VALMET 500 -TRAKTORIN SÄHKÖJÄRJESTELMÄN UUDELLEENSUUNNITTELU

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ikääntyneeseen traktoriin toimiva, yksinkertainen ja pitkäikäinen sähköjärjestelmä. Työssä tavoitellaan kohtuullisella budjetilla toteutettavaa järjestelmää, jonka toteuttaminen ei vaadi suuria investointeja sähköjärjestelmän toteuttamiseen vaadittavissa työvälineissä.

Työssä käytetään paljon hyödyksi aikaisempaa kokemusta eri komponenteista, erityisesti valaisimista. Varsinaiseen sähköjärjestelmän toteuttamiseen aletaan vasta, kun suunnitelma on täysin selvillä. Komponentteja ei hankita suunnitelman tekemistä varten testattavaksi, jolloin työssä käytetään paljon hyväksi internetistä löytyvää tietoa eri komponenteista. Uuden sähköjärjestelmän sähkökaavio piirretään Microsoft Visio -ohjelmistolla.

Työn lopputuloksena esitetään valmis suunnitelma uudesta sähköjärjestelmästä, joka sisältää päivitetyn sähkökaavion, uuden johdotuksen ja järjestelmän eri komponenteille oikeansuuriset sulakkeet.

ASIASANAT:

sähköjärjestelmä, sähköjohdin, komponentti

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

June 2019 | 29 pages and 6 pages in appendices

Juho-Matias Hautakorpi

VALMET 500 TRACTOR ELECTRICAL SYSTEM REDESIGN

The purpose of this thesis was to design a simple, long-standing and functional electrical system for the tractor. The work aims at a low budget system that doesn't require significant investments in tools.

The work utilizes a lot of the author's earlier expertise in different components, especially lights. The actual building of the electrical system starts when the plan is fully completed. Components will not be bought for testing to make a plan. That's why a lot of information about the components found on the internet is used in the work. The electrical diagram of the new system was drawn with the Microsoft Visio.

The final result of this thesis is complete plan for a new electrical system. It includes an updated electrical diagram, new wiring and right fuses for the different components of the system.

KEYWORDS:

electrical system, electrical wire, component

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 NYKYINEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ	8
3 UUDEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	11
3.1 Perusteita	11
3.2 Valaisimet	12
3.3 Kojetaulu ja muut ohjaamon komponentit.	13
3.4 Johdotukset ja moottoritila	14
3.5 Budjetti	14
4 KOMPONENTTIEN VALINTA	16
4.1 Valaisimet	16
4.2 Ohjaamon takaikkunan pyyhin.	18
4.3 12 V -pistorasia	20
4.4 Kytkimet ja releet	20
4.5 Johtimien materiaali ja suojaus	24
4.6 Johdinpaksuudet ja sulakkeet	25
4.7 Uusi sähkökaavio	27
5 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

LIITTEET

- Liite 1. Budjettitaulukko
- Liite 2. Laskelma ikkunanpyyhkimen sopivuudesta
- Liite 3. Johtimet ja sulakkeet
- Liite 4. Uusi sähkökaavio

KAAVAT

Kaava 1. Sähköteho virran suhteen ratkaistuna	25
---	----

KUVAT

Kuva 1. Valmet 500 traktori.	6
Kuva 2. Nykyiset takatyövalot.	8
Kuva 3. Nykyiset etutyövalot.	9
Kuva 4. Sähköjärjestelmän nykykunto sulakerasialta katsottuna.	9
Kuva 5. Valmet 500 kojetaulu.	10
Kuva 6. Ohjaamon taka-alavalo (Motonet 2019a).	16
Kuva 7. Ohjaamon etuylävalot, SAE reflector 24 W (Lumise verkkokauppa 2019b).	17
Kuva 8. Vanhat lokasuojavalot.	17
Kuva 9. Uudet lokasuojavalot (Traktorimies 2019).	18
Kuva 10. Takaikkunan pyyhin (Akku-Teho Marine Oy).	19
Kuva 11. USB-pistorasia (Fixus 2019).	20
Kuva 12. Kaksoisrele (Motonet 2019b).	21
Kuva 13. Vilkkurele (Biltema, 2019a).	21
Kuva 14. Relesokkeli (Motonet 2019c).	22
Kuva 15. Vilkkukytkin (IKH 2019a).	22
Kuva 16. Lisävalokytkin (IKH 2019b).	23
Kuva 17. Ajovalokytkin (IKH 2019c).	24
Kuva 18. Suojasukka (Biltema 2019b).	25
Kuva 19. Nomogrammi (Koivisto ym. 2009).	26
Kuva 20. Uusi sulakerasia (Lumise verkkokauppa 2019c)	26

KUVIOT

Kuvio 1. Värilämpötilat (Lumise verkkokauppa 2019a)	13
---	----

TAULUKOT

Taulukko 1. IP-luokituksen numerointi.	11
--	----

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena suunnitella uudelleen sähköjärjestelmä vanhaan satunnaiskäytössä olevaan maataloustraktoriin. Suunnittelun kohteena oleva maataloustraktori on pääosin lumenauraus ja polttopuun ajossa oleva, vuonna 1969 valmistettu Valmet 500 -traktori (Kuva 1).



Kuva 1. Valmet 500 traktori.

Projektin lähtökohta on suunnitella koko sähköjärjestelmä uudelleen, kuitenkin vanhaa järjestelmää mukailten. Tarkoitus on suunnitella yksinkertainen ja traktorin lopun käyttöön kestävä, mahdollisimman huoltovapaa järjestelmä. Traktoria on tarkoitus peruskorjata tulevaisuudessa myös muiltakin osin, ja nyt suunniteltava sähköjärjestelmä olisi käytettävissä myös silloin. Työssä on tarkoitus valita käytössä oleville sähkökomponenteille oikeat johtimet, valita oikeat sulakekoot eri sähkökomponenteille ja selvittää mahdollisimman hyvä johtimien suojaus. Työ on tarkoitus toteuttaa traktorin arvoon nähden järkevällä budjetilla, joten työssä käytettäviä komponentteja valitessa otetaan huomioon

myös hinta/laatu/käyttötarvesuhde. Työssä ei ole tarkoitus keskittyä yksittäisten sähkökomponenttien ominaisuuksien arviointiin, ellei erikseen työn toteutuksen kannalta ole oleelliseksi katsottu sitä käsitellä.

Suunnittelutyötä lähdettiin tekemään, koska kohteena olevan traktorin nykyinen sähköjärjestelmä on ollut jo useita vuosia luotettavuutta heikentävä osakokonaisuus. Alkuperäinen järjestelmä ei enää 60 vuoden jälkeen ole toimintavarma ja sitä on viimeisten vuosien aikana jouduttu jatkuvasti korjaamaan.

2 NYKYINEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

Alkuperäinen Valmetin sähköjärjestelmä on rakennettu kahdella sarjaan kytketyllä 6 V akulla, joita lataamaan traktoriin on asennettu Lucas C40T tasavirtalaturi ja Lucas RB 340, laturista erillään oleva jännitteensäädin. Akkujen yhteenlaskettu kapasiteetti on ollut 140 Ah ja järjestelmä on ollut plus (+) -navasta runkoon maadoitettu. Alkuperäinen järjestelmä on rakennettu periaatteella, jossa sähkökomponenteille on rakennettu mahdollisimman vähän johtimia eli järjestelmä on toteutettu niin sanottuna yksijohdinjärjestelmänä.

Alun perin traktorissa on ollut valaisimia hyvin niukasti. Traktorin etuosassa on sijainnut etuvalaisimet, lokasuojien päällä taka- ja etuäärivalaisimet sekä traktorin takaosassa vain yksi työvalaisin. Alkuperäisessä järjestelmässä on ollut myös suuntavalaisimet. (Valmet 500 käyttö ja huolto.)

Traktorin sähköjärjestelmä ei nykykunnossaan ole täysin alkuperäinen. Vuosien saatossa järjestelmä on kokenut useampia muutoksia, osa hyviä ja osa huonoja, ja tarpeen on pohtia myös näiden muutosten järkevyyttä. Nykyisellään traktorissa on kaksi 12 V rinnan kytkettyä akkua, joiden yhteenlaskettu kapasiteetti on 140 Ah, akut ovat maadoitettu runkoon miinus (-) -navasta. Alkuperäinen tasavirtalaturi ja erillinen jännitteensäädin on vaihdettu myös ajansaatossa vaihtovirtalaturiin, jonka yhteydessä sijaitsee jännitteensäädin.

Nykyisellään traktorin valaisimia on muokattu lähinnä lisäämällä välttämättömiä työvalaisimia. Traktorin ohjaamon takayläosaan on asennettu neljä kappaletta H3 55 W -halogeenipolttimolla varustettua työvalaisinta (Kuva 2).



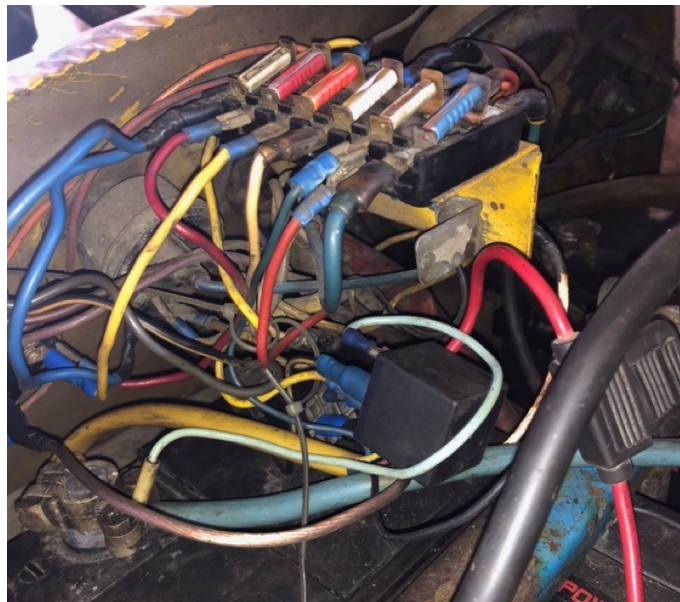
Kuva 2. Nykyiset takatyövalot.

Ohjaamon etuyläosaan on asennettu kaksi kappaletta H3 35 W Xenon -muutossarjalla olevaa työvalaisinta (Kuva 3). Etuvaloumpioihin on alkuperäisten 45/40 W R2 -hehkulankapolttimoiden tilalle asennettu H4 60/55 W -halogeenipolttimot.



Kuva 3. Nykyiset etutyövalot.

Viimeisimpiä suuria muutoksia alkuperäiseen sähköjärjestelmään on päävirtakatkaisimen asentaminen maadoituskaapelin väliin. Tämä katsottiin välttämättömäksi toimenpiteeksi, kun arvioitiin järjestelmän nykyistä kuntoa (Kuva 4). Suureksi huoleenaiheeksi nousi sähköjärjestelmä ei kuitenkaan vuosien saatossa ole onneksi aiheuttanut vaarallisia eikä järjestelmään ole tullut vikaa, joka olisi voinut aiheuttaa koko traktorin tuhoutumisen.



Kuva 4. Sähköjärjestelmän nykykunto sulakerasialta katsottuna.

Valmetin kojetaulu on lähes alkuperäiskunnossa. Kojetaulussa sijaitsee kahden mittarin lisäksi vain virtalukko, vilkkukytkin, valokytkin ja äänimerkinantolaitteen painonappi. Kojetaulussa sijaitsee myös moottorilämmittimen pistorasia (Kuva 5).



Kuva 5. Valmet 500 kojetaulu.

3 UUDEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

3.1 Perusteita

Suunnittelun alkuvaiheessa oli selvää, että traktorissa olevia sähkölaitteita ei tulla vähentämään, vaan päinvastoin, tarkoituksena olisi lisätä järjestelmään muutamia sähkökomponentteja. Suunnittelussa oli tarkoitus ottaa huomioon myös järjestelmän uudelleenrakentamisen kustannukset, joten ensimmäisenä tavoitteena oli päättää, mitkä sähkökomponentit tullaan uusimaan ja mitä uuteen järjestelmään jää vielä vanhaa. Pienen pohdinnan jälkeen suunnitelmassa päädyttiin siihen, että uuteen järjestelmään tullaan hyötykäyttämään muutamia vanhoja komponentteja ja myös osaa alkuperäisistä traktorin komponenteista.

Jäljempänä opinnäytetyössä verrataan komponentteja keskenään erilaisien ominaisuuksien näkökulmasta. Komponentteja valittaessa pyrittiin myös huomioimaan, että sopiviksi valitut komponentit olisi saatavilla muutamasta paikasta, eikä esimerkiksi useampia eri valaisimia tarvitsisi tilata eri verkkokaupoista.

IP-luokitus on kansainvälinen kotelointiluokitus (eng. International Protection), jolla esitetään suojaustaso kosteudelta ja vierailta esineiltä sekä pölyltä. IP-luokitus merkitään koodilla IP XX, esimerkiksi IP 56, jossa ensimmäinen numero merkitsee laitteen suojaustason vieraiden esineiden ja pölyn osalta. Jälkimmäinen numero ilmaisee suojaustason veden osalta. Molemmat numerot voivat olla väliltä 0-8. Numeroiden jälkeen luokituksessa voi ilmetä kaksi lisäkirjainta, jotka kertovat laitteessa mahdollisista erikoissuojauksista. Tavallisen kuluttajan kannalta kaksi jälkimmäistä kirjainta eivät kuitenkaan ole merkityksellisiä. (Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry 2018.)

Taulukko 1. IP-luokituksen numerointi.

	Ensimmäisen numeron merkitys	Toisen numeron merkitys
	Vieraat esineet ja pöly	Veden sisäänpääsy
0	Suojaamaton	Suojaamaton
1	Esineen halkaisija on yli 50mm	Pystysuoraan tippuvalta vedeltä
2	Esineen halkaisija on yli 12,5mm	Tippuvalta vedeltä (+/- 15°)
3	Esineen halkaisija on yli 2,5mm	Satavalta vedeltä (+/- 60°)
4	Esineen halkaisija on yli 1,0mm	Roiskuvalta vedeltä
5	Pölysuojattu	Vesisuihkulta, joka suunnasta
6	Pölytiivis	Voimakkaalta vesisuihkulta
7		Lyhytaikaisesti upotettuna
8		Jatkuvasti upotettuna

Edellä esitetyn taulukon perusteella voi todeta, että projektin komponenttien IP-luokituksen tulisi vähintään olosuhteisiin nähden olla IP 55. Kuitenkin, budjetti huomioiden, ilman IP-luokitusta olevaa komponenttia ei voi suoralta kädeltä hylätä, jos komponentti on rakennettu laadukkaasti. Selvästi asetettua luokitustasoa huonommat komponentit jätettiin kuitenkin valitsematta.

3.2 Valaisimet

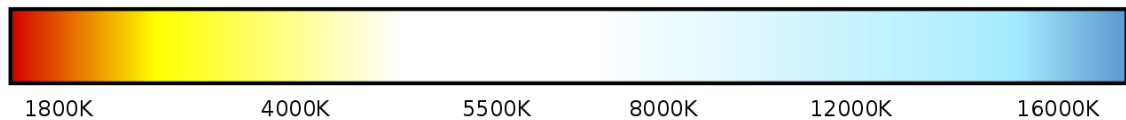
Valaisimien valinnassa pyrittiin käyttämään hyväksi jo aikaisempia omia käyttökokemuksia erilaisista valaisimista, mutta kuitenkin verraten eri hintaisten valaisimien ilmoitettuja teknisiä tietoja. Valaisimia valittaessa verrattiin pääsääntöisesti kolmea tärkeää seikkaa, jotka olivat IP-luokitukset, valovirta ja värilämpötila. Alun alkaen oli kuitenkin selkeää, että valaisimiksi valitaan LED-valaisimia. Vertailua tekemättäkin on yleisesti tiedossa, että LED-valaisin pystyy tuottamaan paremman valotehon perinteiseen halogeenivalaisimeen verrattuna, vähäisemmällä virtamäärällä.

Valaisimien osalta päätettiin säilyttää ennallaan ohjaamon etuosassa olevat ajovalaisimet ja takayläosassa olevat työvalot. Etuosan alkuperäiset valot haluttiin säilyttää täysin ulkonäkösyistä. Ohjaamon takayläosan työvalojen osalta ei myöskään nähty tarvetta uusimiselle. Vanhat valaisimet olivat vielä täysin ehjät ja toimintakuntoiset, sekä niiden tehokkuus oli jo ennestään todettu riittäväksi traktorin käyttätarve huomioon ottaen. Kaikkiin edellämainittuihin valaisimiin on tarkoitus toteutusvaiheessa kuitenkin asentaa uudet hyvälaatuiset polttimot. Uudistettaviksi valaisimiksi jäivät takapyörien lokasuojien päällä sijaitsevat ääri- ja suuntavalaisimet sekä ohjaamon etuyläosassa sijaitsevat työvalaisimet. Valaisimen osalta päädyttiin myös lisäämään kaksi pienempää kohdetyövalaisinta, jotka tulee asennettavaksi ohjaamon takaosassa alhaalle valaisemaan traktorin koukkulaitetta. Tällä pyritään helpottamaan työkoneiden kiinnitystä.

Valovirta ilmaisee kuinka paljon valaisin tuottaa valoa kokonaisuudessaan. Valovirran yksikkö on Lumen (lm) (Lamppuexpress 2019). On tärkeää tiedostaa, että valovirta ei suoraan ilmaise valon voimakkuutta tiettyä pinta-alaa kohden, eikä valovirta kerro mitään itse valaisimen tuottamasta valokeilasta. Valon muita ominaisuuksia kuvaamaan on olemassa yksilöt Luksi ja Kandela, ne ilmaisevat valaistusvoimakkuuden ja valovoiman (Lampputieto 2019a). Ajoneuvoluokan valaisimista näitä tietoja kuitenkin on harvoin saatavilla.

Väriämpötila ilmaisee valon värisävyn. Väriämpötila ilmaistaan yksiköllä Kelvin (K). Pienen väriämpötilan omaava valo on lämpimän värinen ja punertava. Väriämpötila muuttuu kylmemmäksi ja sinertävämmäksi, mitä korkeampi valon väriämpötila on. (Lamppu-tieto 2019b).

Kuvio 1. Väriämpötilat (Lumise verkkokauppa 2019a)



Yllä esitetty kuvio 1 havainnollistaa eri väriämpötiloja. Neutraalin valkoisen valon väriämpötila on noin 4500-6000 K, mikä on tavanomainen ajoneuvoihin tarkoitetuissa valaisimissa. Halogeenipolttimossa väriämpötila on yleensä noin 2700-2800 K. Oikean väriämpötilan valinta riippuu aina valaistavasta kohteesta ja siitä miten miellyttäväksi valaistua kohdetta katsova henkilö valon värin kokee. Ajoneuvovalaisimissa väriämpötilan valinta onkin aina kompromissi eri tekijöiden välillä. (Lumise verkkokauppa 2019a.)

3.3 Kojetaulu ja muut ohjaamon komponentit.

Kojetaulusta säilytetään alkuperäisenä kaikki muu, paitsi suuntavalaisimien kytkin ja valokytin. Suuntavalojen ja valojen kytkimet ovat jollakin tapaa viallisia. Kojetaulun mitta-reista on yhteys sähköjärjestelmään ainoastaan taustavalojen osalta sekä latauksen ja kaukovalojen merkkivalot. Äänimerkinantolaitteen painonappi ja alkuperäinen virtalukko säilytetään alkuperäisenä. Syytä kummankaan uusinnalle ei nähty, sillä molempien komponenttien toiminnassa ei ole ollut ongelmia. Itse äänimerkinantolaite todettiin myös ehjäksi, joten sen uusimiselle ei ole tarvetta. Ohjaamon etuikkunan pyyhkimen moottori todettiin edelleen toimintakuntoiseksi.

Kokonaan uusia komponentteja ohjaamoon päädyttiin selvittämään takalasinpyyhkimen ja 12 V pistorasian osalta. Takalasin pyyhkimelle on useasti koettu olevan tarvetta, joten sähköjärjestelmän uudelleenrakennuksen yhteydessä selvitettiin takalasinpyyhkimen lisäsmahdollisuutta. Kojetauluun lisätään 12 V pistorasia puhelimen lataustarkoitukseen. Suurin osa traktorin käyttötarpeesta tapahtuu talviaikaan, jolloin myös puhelimen akku

on kovilla. Häätätilanteiden vuoksi virran ulossaanti traktorin akuista ulkoiselle laitteelle oltava helppoa.

3.4 Johdotukset ja moottoritila

Sähköjärjestelmän johdinten kunto oli lähtökohtana koko uudelleensuunnittelulle, joten alunalkaen oli jo selvää, että kaikki johdinsarjat on uusittava. Johtosarjojen toimivilta osilta ei kuitenkaan tarkoituksena ollut lähteä muuttamaan järjestelmän rakennetta jo sen toimivilta osilta. Johtosarjan rakentamisen lähtökohtana pidettiin johtimien uusimista oikean kokoisilla johtimilla ja asianmukaisella mekaanisella suojauksella. Moottoritilan komponenteista päädyttiin käyttämään nykyistä laturia. Nykyisen laturin tyyppikilpi on ajan myötä irronnut. Traktorin varaosia myyvän liikkeen kuvastosta löytyi kuitenkin samanlainen laturi, joka traktorissa on. Tämän laturin virranantokyky on 45 A ja teho 630 W. Kaikkien sähkölaitteiden ollessa samaan aikaan päällä, tarvittava kokonaisvirtamäärä on 55 A. Tällaista tilannetta, jossa kaikki sähkökomponentit olisivat samaan aikaan päällä pitkiä yhtäjaksoisia aikoja, ei tule olemaan. Nykyisen laturin teho todettiin riittäväksi. Starttimoottori ja akut todettiin vielä käyttökelpoiseksi. Hiljattain asennettua päävirtakatkaisinta tullaan käyttämään myös uudessa sähköjärjestelmässä.

3.5 Budjetti

Traktorin käyttötarve ja arvo huomioon ottaen suunnitellaan toimiva, mutta pitkäikäinen järjestelmä, jonka kulut pysyvät kohtuullisena. Tämän johdosta suunnittelun edetessä ja sen komponentteja valitessa pyritään pitämään silmällä myös sähköjärjestelmän todellisen toteutuksen aiheuttamia kustannuksia. Traktori itsessään on vain muutaman tuhannen euron arvoinen, joten kustannukset halutaan pitää mahdollisimman matalana, mutta kuitenkin pyrkiä pitämään komponenteissa keskimääräistä parempi laatu.

Suunnittelun ohella laaditaan hankittavista komponenteista Excel-taulukko (Liite 1), jolla on tarkoitus seurata eri komponenttien ja tarvikkeiden hankinnasta aiheutuvia kuluja. Kulutaulukkoon lasketaan vain tässä työssä erikseen mainittujen komponenttien hinnat ja niiden hankintakulut, eikä siinä tulla ottamaan huomioon pientarvikekulua, jota todellisen toteutuksen yhteydessä varmasti tulee. Pientarvikkeilla tarkoitetaan muun muassa sähkölaitteiden ja johtosarjojen kiinnitykseen käytettäviä ratkaisuja.

Suunnittelun myötä syntyvä Excel-taulukko antaa erittäin hyvän alustavan arvion työn todellisen toteuttamisen kustannuksista. Taulukon arvion mukaan työn toteutuskustannukset ovat noin 420 €. Suunnitelman toteutusaikataulu ei tämän työn kirjoitushetkellä ole vielä selvillä, joten valittuihin komponentteihin saattaa tulla hinnanmuutoksia. Hankintahetkellä niiden saatavuuskin on tarkistettava.

4 KOMPONENTTIEN VALINTA

4.1 Valaisimet

Uudet valaisimet olivat siis ohjaamon etuyläosaan sijoitettavat työvalot, ohjaamon taka-alaosaan sijoitettavat valaisimet ja lokasuojien päälle sijoitettavat valaisimet.

Ohjaamon taka-alaosaan valittiin työvalo Motonet Oy:n valikoimasta (Kuva 6).



Kuva 6. Ohjaamon taka-alavallo (Motonet 2019a).

Kyseiset valot valikoituivat ohjaamon taka-alaosan valoiksi oman kokemukseni perusteella. Käytössäni on muissa projektikohteissa asennettuna samanlaiset valaisimet ja tiesin niiden olevan valokeilaltaan ja valovirraltaan sopivat myös traktorin ohjaamon taka-alavaloksi. Valaisimen ollessa myös fyysisesti hyvin kompaktin kokoinen, se soveltuu erinomaisesti sille suunniteltuun paikkaan asennettavaksi. Valaisimen IP luokitus 66 on riittävä, kun otetaan huomioon suunniteltu asennuspaikka, jossa suurella todennäköisyydellä talvikeleillä valaisimen pinnalle pääsee talviaikaan muun muassa lunta.

Ohjaamon etuylävalaisimia valittaessa vertailtiin jo enemmän hintaa ja valmistajien lupamia valovirtamääriä valaisimista. Etuylävalaisimissa päädyttiin kuvan 7 mukaisiin valaisimiin. Valaisimia asennetaan kaksi kappaletta, yksi ohjaamon molemmin puolin.

**Tekniset tiedot:**

- Käyttöjännite: 9-36V
- Teho: 24W (16x1,5W Philips LED)
- Leveä valokuvio
- Valovirta: 2272 lm (valmistajan ilmoittama)
- Mitat: 128 x 114 (jalalla 143) x 48 mm
- Alumiinikuori, PMMA-linssi
- Deutsch-liitin, mukana myös vastakappale
- ECE R10, RFI/EMC-suojaus
- IP68
- 12kk takuu

Kuva 7. Ohjaamon etuylävalot, SAE reflector 24 W (Lumise verkkokauppa 2019b).

Kyseinen valaisin valikoitui ohjaamon etuyläosaan loppujen lopuksi sen suhteellisen pienen ”syvyysmitan” takia. Valaisinta verrattiin useampiin vastaavanlaisiin valaisimiin, joissa ilmoitettu teho oli noin 20-30 W ja luvattu valovirta yli 2000 lm. Vertailussa oli mukana valaisimet hintaluokassa < 50 €/kpl. Tässä luokassa kaikki valaisimet olivat alumiinikuorisia. Valaisin tullaan asentamaan ohjaamon etuosassa olevaan katon jatkeeseen, kiinnitysrauta ylöspäin. Tällöin valaisimen matala syvyysmitta antaa sille lisää säätömahdollisuutta alaspäin, eikä valaisimen runko pääse osumaan ohjaamoon.

Valaisimien valinnassa suurimman hankaluuden aiheutti lokasuojien päällä olevat valaisimet. Valaisimet ovat lokasuojien päällä todella rikkoutumisalttiissa paikassa (Kuva 8). Lokasuojat tärisevät vanhassa traktorissa huomattavan voimakkaasti ja metsäajossa puiden oksat pääsevät helposti osumaan valaisimeen ja rikkomaan sen.



Kuva 8. Vanhat lokasuojavalot.

Vanhoissa lokasuojavalloissa on hyvin paljon ollut ongelmia perinteisten hehkulankapolttimoiden toimintavarmuudessa. Lokasuojien päällä valaisimeen aiheutuva värinä joko hajottaa polttimon tai vaihtoehtoisesti aiheuttaa polttimon ja polttimon kannan välille huonon kontaktin. Valaisimen paikkaa ei haluttu lähteä muuttamaan, sillä tarkoituksena oli pitää järjestelmä yksinkertaisena, jolloin uusiksi lokasuojavalaisimiksi etsittiin samankaltaista yhdistelmävalaisinta. Vanhan lokasuojavalon sijaintia ei myöskään muutettu, sillä sen näkyvyys olisi todennäköisesti heikentynyt oleellisesti. Uuden valaisimen ympärille rakennetaan pienet ja kevyet suojarahdat estämään esimerkiksi puiden oksien osuminen valaisimeen.

Uusiksi lokasuojavalloiksi etsittiin vanhaa valaisinta vastaavaa yhdistelmävalaisinta, mutta LED- polttimoilla. Ongelmaksi muodostui kuitenkin, että Suomesta, eikä järkevällä etsintämäärällä ulkomailtakaan, ollut vastaavaa yhdistelmävalaisinta LED-polttimoilla saatavilla. Lokasuojavalaisimiksi päädyttiin lopuksi hankkimaan vastaavanlaiset pyöreät yhdistelmävalaisimet hehkulankapolttimoilla (Kuva 9). Valaisimet ovat saatavilla suomalaisesta verkkokaupasta Traktorimies.fi.

Lokasuojavalo yleismallinen (1KPL) (PL-2000)

Valkoinen/vilkku etupuolella, Punainen/vilkku takapuolella.
 Pyöreä, kromattu jalka
 Halkaisija: 85mm
 Korkeus: 130mm
 Syvyys: 85mm
 Sisältää polttimot



Kuva 9. Uudet lokasuojavalot (Traktorimies 2019).

4.2 Ohjaamon takaikkunan pyyhin.

Ohjaamon takaikkunan pyyhin oli yksi projektissa traktoriin lisättäviä sähkökomponentteja. Takaikkunan pyyhkimelle on useasti ollut tarvetta ja tässä yhteydessä haluttiin selvittää sen lisäämisen mahdollisuutta. Selvitystyössä vartenotettavia valmiita vaihtoehtoja ei aluksi tuntunut oikein löytyvän. Akku-Teho Marine Oy:n verkkokaupasta löytyi kuitenkin tuote, joka sisälsi sekä moottorin että pyyhkijän varren ja sulan (Kuva 10).



Kuva 10. Takaikkunan pyyhin (Akku-Teho Marine Oy).

Sopivan vaihtoehdon löydyttyä oli tarkistettava, onko kyseessä oleva pyyhkijänmoottori ja varsi mahdollista asentaa toimivasti. Pyyhkijän varren pituus sekä moottorin pyyhkäisykulma olivat säädettävissä, jonka ansiosta tämä pyyhinmalli on sovitettavissa moneen eri asennuspaikkaan. Sarjassa mukana tuleva pyyhkijänsulka oli vain 305mm pitkä, eikä sulan kiinnityksestä ollut varmuutta. Pyyhkijän varsi oli kuitenkin kuvan perusteella sulan kiinnityskohdasta metallia, joten sen muokkaaminen standardia vastaavaksi sulan kiinnitykseksi nähtiin mahdolliseksi.

Ohjaamon takaikkunan koko on korkeudeltaan 530 mm. Sen leveys alareunasta on 960mm ja yläreunasta 830mm. Takaikkunan yläpuolella ohjaamossa on 90mm suora metallinen osuus, johon moottorin kiinnitys ohjaamon sisäpuolelle on mahdollista. Moottori asennetaan siten, että moottorista tuleva akseli osuu ohjaamon ulkopuolelta katsottuna tuon suoran metalliosuuden keskelle. Lasin yläreunasta akseliin on 45mm. Oletetaan, että alkuperäisen pyyhkijänsulan tilalle asennetaan 475mm pitkä pyyhkijänsulka. Pyyhkijänsulan liike pyritään saamaan siten, että se pyyhkii mahdollisimman läheltä lasin alareunan lasin keskeltä.

Liitteessä 2 on laskettu sulan pyyhkimä alue, kun ikkunan keskelle alareunaan jätetään maksimissaan 10mm korkuinen alue pyyhkimättä. Lopputulemana voidaan todeta, että pyyhinsarja on mahdollista asentaa traktorin takaikkunaan ja myös pyyhinkulma voidaan asettaa 110° :ksi. Lasketut arvot eivät tässä tapauksessa välttämättä vastaa täysin todellisuutta. Liitteen 2 havainnekuvan perusteella pyyhkimen varren ja sulan pituutta säätämällä saadaan pyyhkimen sulka pysymään ikkunan reunojen sisäpuolella.

4.3 12 V -pistorasia

Kojelautaan oli tarkoitus asentaa 12 V pistorasia. Ensin kojelautaan suunniteltiin asennettavaksi pistorasiaa, josta virtaa olisi saanut tarvittaessa kaikille niille 12 V:lla toimiville laitteille, jossa oli tupakansytytinmallinen pistoke. Suunnitelman edetessä todettiin käytön olevan kuitenkin valtaosin puhelimen lataamista. Pistorasiaksi alettiin etsimään kojelautaan upotettavaa 12 V järjestelmään kytkettävää kiinteää USB-pistorasiaa. Pistorasiaksi valikoitui kuvan 11 mukainen upotettava pistorasia.



Upotettava 2 x USB-laturi kaikkiin 12 - 24V ajoneuvoihin. Asennus esim. busseihin, auton kojelautaan tai veneeseen. Lähtöjännite: DC 5V/ 3,1A. Suunniteltu matkakäyttöön esim. tabletin tai älypuhelimien kanssa.

Kuva 11. USB-pistorasia (Fixus 2019).

Kyseisestä pistorasiasta ei ollut saatavilla IP-luokitusta, mutta kuvauksen mukaan se soveltuu myös veneilykäyttöön ja siinä oli kiinteä liitinten suojaksi tarkoitettu suojakansi. Kuvauksessa todettu 3,1 A:n virranantokyky on myös riittävä suunniteltuun käyttöön.

4.4 Kytkimet ja releet

Alkuperäisessä järjestelmässä kaikkien sähkökomponenttien, pois lukien käynnistysmoottorin, tarvitsema virta on kulkenut virtalukon kautta. Alkuperäisessä järjestelmässä tämä on varmasti ollut vielä toimiva ratkaisu. Uudessa sähköjärjestelmässä kaikki traktorin valaisimet kytketään releillä. Tämä nähtiin tarpeelliseksi, sillä uudessa järjestelmässä on myös tehokkaita valaisimia. Vaikka uuteen järjestelmään valittujen LED-valojen kytkentä ei tehonsa kannalta välttämättä vaadi relekytkentää, päätettiin myös LED-valaisimet kytkeä releillä. Kun LED-valaisimimet kytketään releillä, katkaisijalle ei kohdistu suurta kuormitusta ja katkaisimien ohjausvirta voidaan keskitetysti ohjata virtalukon kautta. Valaisimien kytkentä toteutetaan perinteisillä kytkentäreleellä, jossa releen läpi kulkevaa virtapiiriä ohjataan erillisellä ohjausjännitteellä (Tieteen termipankki, 2014). Kytkentäreleiden määrä järjestelmässä on kuusi kappaletta. Tällöin jokaiselle järjestelmässä olevalle valopiirille on oma rele.

Kaikki uudet järjestelmän releet ja kytkimet sijoitetaan kojelaudan takana olevaan tilaan. Tämä tila on rajallinen ja suunnittelussa on huomioitava, että käytettävissä oleva tila ei mahdollista komponenttien väljää sijoittelua. Releiden kompakti koko on siis tärkeässä roolissa niiden valinnassa. Suunnitelman edetessä päädyttiin valitsemaan kolme saatavilla olevaa kaksoisrelettä, joissa samaan koteloon on kiinnitettynä kaksi kytkevää relettä (Motonet 2019b).

Kaksoisrele 12V 2x40A
48-1861



Kuva 12. Kaksoisrele (Motonet 2019b).

Valituissa kaksoisreleissä ilmoitettu virrankesto on 40A. Releiden valintahetkellä johtimien läpi kulkevat tarkat virtamäärät eivät olleet vielä tiedossa, mutta järjestelmään tulevien toimilaitteiden tehojen perusteella, voidaan valittujen releiden todeta olevan riittävät.

Vilkkureleeksi uuteen järjestelmään valittiin vanhan järjestelmän mukaan kolminapainen rele (Kuva 13). Tässä järjestelmän osassa ei koettu tarpeelliseksi lähteä muuttamaan jo ennestään toimivaa ratkaisua.



Kuva 13. Vilkkurele (Biltema, 2019a).

Kaikkien kuuden kytkevän releen kytkentä sähköjärjestelmään toteutetaan saatavilla olevilla relesokkeleilla. Tällöin järjestelmä pystytään rakentamaan mahdollisimman yksin-

kertaisesti, ilman ylimääräisiä liitoksia, jolloin siitä saadaan myös luotettavampi. Relesokkeleita valittaessa tarjolla olisi ollut myös malleja, jossa relesokkelissa olisi valmiina neljänäpäiselle releelle liitinkoskettimet ja noin 100mm pituudelta johdinta. Tällöin kuitenkin järjestelmään tulisi ylimääräisiä liitoksia, jotka oleellisesti heikentäisivät sen kestävyyttä. Tämän johdosta relesokkeliksi valikoitiin kuusi Motonetista saatavaa relesokkeliä, joihin valittiin myös sopivat lattaliittimet, jolloin johtimet voidaan suoraan liittää relesokkeleihin ilman ylimääräisiä liitoksia.

Relesokkeli yleisreleille
48-1872



Kuva 14. Relesokkeli (Motonet 2019c).

Uusia kytkimiä järjestelmään asennetaan vilkuille, etuvaloille ja työvaloille. Vilkkukytkimen valinnassa haettiin ainoastaan samankaltaisuutta vanhaan kytkimeen verrattuna ja kytkimeksi valikoitui paikallisesta traktoritarvikeliikkeestä saatava, kuvan 15 mukainen, yleismallinen vilkkukytkin. Valintaan vaikutti vain ja ainoastaan se, että uusi kytkin oli täysin vanhan kaltainen ja se sopii jopa suoraan vanhaan asennusreikään.



Kuva 15. Vilkkukytkin (IKH 2019a).

Ohjaamon etu- ja takaosaan sijoitettaville työvaloille asennetaan kolme erillistä ON/OFF-tyyppistä kytkintä. Etuylävaloille, takaylävaloille ja taka-alavaloille kullekin omansa.

Nämä kolme kytkintä tullaan sijoittamaan ohjaamon kojelautaan, joka haluttiin pitää mahdollisimman alkuperäisen näköisenä, joten kytkimien täytyi olla mahdollisimman pienikokoisia ja pyöreään asennusreikään sopivia, helpon ja huomaamattoman asennuksen takia. Sopivat, kuvan 16 mukaiset, roisketiiviit kytkimet löytyivät samasta paikallisesta tarvikeliikkeestä kuin vilkkukytkin. Kytkimien ilmoitettu IP65 -suojaustaso on riittävä. Kytkimien yhtenä ominaisuutena löytyi myös punaisen värinen LED-merkkivalo, mutta tässä yhteydessä, sen ei nähty olevan tarpeellinen ominaisuus, eikä se täten vaikuttanut kytkimen valintaan.



Kuva 16. Lisävalokytkin (IKH 2019b).

Kytkimien valinnassa eniten ongelmia tuotti seisontavalojen ja etuvalojen kytkin. Edellämainittujen valaisimien kytkentä haluttiin toteuttaa alkuperäisen kytkennän tavoin, yhdellä kytkimellä. Kytkimen tulee olla 4-asentoinen, jossa OFF-asennon lisäksi on kolme eri asentoa. Kytkimen täytyy toimia siten, että etuparkkipolttimet ja lokasuojavalot palavat kaikissa kytkimen kolmessa (1-3) asennossa. Kytkimen on toimittava myös siten, että sen 2-asennossa palavat parkkien lisäksi vain ajovalot ja 3-asennossa palavat parkkien lisäksi vain kaukovalot.

Loppujen lopuksi samasta paikallisesta traktoritarvikeliikkeestä, mistä muutkin ohjaamon katkaisijat valittiin, löytyi tarpeisiin sopiva valokytkin (Kuva 17).



Kuva 17. Ajovalokytkin (IKH 2019c).

4.5 Johtimien materiaali ja suojaus

Uusi sähköjärjestelmä päätettiin toteuttaa vanhan järjestelmän tapaan yksijohtimisena. Tässä tapauksessa kaikki sähkökomponentit tullaan maadoittamaan muutamaa valikoituun maadoituspisteeseen, kuitenkin järkevän etäisyyden päähän komponenteista. Traktorin ohjaamon rakenne on hyvin yksinkertainen, jolloin alkuperäisille johtimille tarkoitetut johtokourut ovat rajalliset ja johtimien kiinnittäminen on hankalampaa, mitä enemmän ja pidemmällä matkalla niitä on.

Uusi sähköjärjestelmä tullaan toteuttamaan osaksi siten, että se rakennetaan suoraan traktoriin, eikä sitä tehdä erillisenä valmiiksi ennen asennusta, mutta mahdollisuuksien mukaan ahtaisiin paikkoihin asennettavia johdotuksia pyritään tekemään kuitenkin irrallaan, valmiiksi johtosarjaksi.

Koko uusi sähköjärjestelmä tullaan rakentamaan muutamalla johdinvärillä. Suurin osa sähkökomponenteista maadoitetaan suoraan runkoon. Tarvittaessa maadoitusvedot tullaan kuitenkin tekemään mustan värisellä johtimella. Virtajohtimiksi järjestelmään valitaan 2-3 eri väriä johtimille, selkeyttämään johtimien kytkentää ja tulevaisuudessa mahdollisen vianhaun helpottamiseksi. Johtimina tullaan käyttämään monisäikeistä kuparijohdinta, jossa on PVC-muovipäälysteinen kuori. Monisäikeinen johdin kestää hyvin tärinää ja taittelua, mikä on ensiarvoisen tärkeä ominaisuus ajoneuvoympäristössä. Johtimeksi valikoitui muovikuorinen kuparijohdin myös siksi, että sitä on saatavilla kohtuulliseen hintaan, joten johtimien hankintakustannukset eivät nouse liian korkeaksi. Muovipintaisella johtimella on riittävän laaja käyttölämpötila-alue, sekä sen veden, öljyn ja polttoaineen sietokyky on riittävä.

Johtimien liitokset ja liittimet toteutetaan eristämättömillä puristusliittimillä, joiden päälle asennetaan kutistesukka. Kojetaulun takana sijaitsevia lyhyitä johtimia ei tulla niiden oman eristevaipan lisäksi suojaamaan, ellei erityistä tarvetta nähdä. Valaisimille ja muille sähkökomponenteille, jotka eivät sijaitse kojetaulun takana, vedettävät johtimet tullaan suojaamaan erillisellä johdinsuojalla. Valaisimille ja muille sähkökomponenteille asennettavat virtajohtimet mitoitetaan siten, että ne voidaan asentaa kulkemaan samaa reittiä, jolloin ne voidaan asentaa myös samaan suojamateriaaliin. Johtimien suojaksi asennetaan nailonista valmistettu suojasukka (Kuva 18).



Kuva 18. Suojasukka (Biltema 2019b).

4.6 Johdinpaksuudet ja sulakkeet

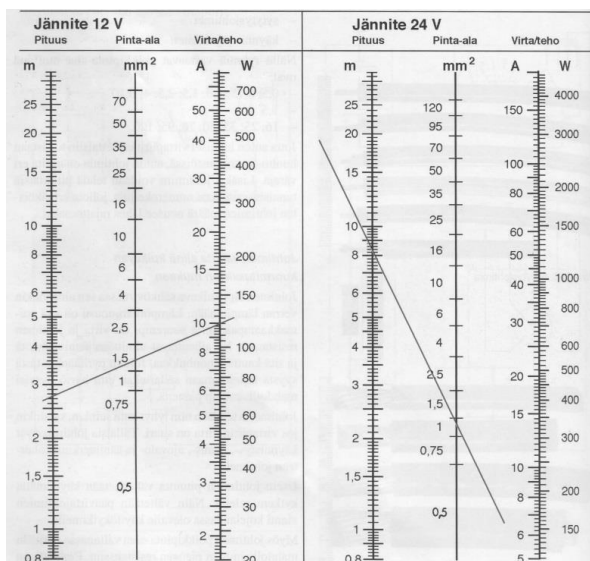
Oikean kokoisen johtimen valintaan vaikuttaa ratkaisevasti johtimen mitta ja johtimeen kytkettävän komponentin tarvitsema virta. Johdin pyritään mitoittamaan siten, että jännitehäviö pysyy siedettävän pienenä ja johtimesta pyritään tekemään mahdollisimman lyhyt, varsinkin silloin, kun virta on suuri. Johtimen oikeaan valintaan vaikuttaa suuresti siinä kulkevan virran määrä ja kauanko virta johtimessa yhtäjaksoisesti kulkee (Koivisto ym. 2009, 147 – 148). Esimerkiksi valaisimille on valittava suuremman pinta-alan omaava johdin, verrattuna esimerkiksi ikkunanpyyhkimen moottorille. Internetissä on saatavilla useampia erilaisia laskureita, joilla ainakin suuntaa antavan tiedon oikeankokoisesta johtimesta voi laskea.

Oikeanlaisen johtimen valintaan voidaan käyttää saatavilla olevia taulukkoja, niin kutsuttuja nomogrammeja (Kuva 18). Taulukosta on helppo katsoa oikean kokoinen johdin, kun johtimen tarvittava matka ja virtamäärä tai teho on tiedossa. (Koivisto ym. 2009, 148)

Johtimessa kulkeva virta saadaan seuraavanlaisesti:

$$I = \frac{P}{U}$$

Kaava 1. Sähköteho virran suhteen ratkaistuna



Kuva 19. Nomogrammi (Koivisto ym. 2009).

Johtimien ja sähkökomponenttien suojaksi järjestelmään on asennettava sulakkeet. Sulake on virtapiirin heikoin kohta ja ylikuormitustilanteessa se sulaa poikki ja katkaisee virran. Oikeanlainen sulake on valittava virtapiiriin aina suurimman sallitun virran mukaan, ettei sulake ”pala” normaalilla käyttövirralla. (Koivisto ym. 2009, 167.)

Uudessa sähköjärjestelmässä päädyttiin jakamaan virtapiirit kymmenelle eri sulakkeelle. Jokaiselle valaisinryhmälle on oma sulakkeensa ja muut toimilaitteet on jaoteltu sulakkeiden taakse niiden toiminnan ja tarpeen mukaan.

Sulakerasiaksi valikoitiin malli, jossa syöttö sulakkeille tapahtuu yhden kontaktin kautta (Kuva 19). Tällöin sulakerasialle mitoitetaan yksi syöttöjohto, kaikkien sähkökomponenttien mukaan. Sulakerasiassa on käytössä ATO-sulakkeet, eli tavallisemmin kutsutut latta-sulakkeet.



Kuva 20. Uusi sulakerasia (Lumise verkkokauppa 2019c)

Suunnitelmaan valitut johdinpaksuudet ja sulakkeet on tarkemmin eritelty liitteessä 3.

Tietoa alkuperäisen starttimoottorin sähkötehosta ei ollut saatavilla. Traktorivaraosaliikkeestä uuden starttimoottorin tehoksi ilmoitettiin 3,8 kW. Starttimoottorin vaatiman johtimen pituus on alle 1000 mm. Starttimoottorin johtimeksi valittiin 20 mm² johdin. Alkuperäinen starttimoottorin syöttöjohdin on myös saman kokoinen.

Akkujen maadoituskaapeliksi valittiin saman pinta-alan omaava johdin kuin starttimoottorin syöttöjohdin.

4.7 Uusi sähkökaavio

Projektin yhdeksi osaksi kuului myös uuden sähkökaavion piirtäminen. Sähkökaavion piirtäminen toteutettiin tietokoneella ja projektin kertaluontoisuuden takia ilmaiseksi käytävissä olevalla ohjelmistolla.

Internetistä löytyi hakemalla useita kymmeniä vaihtoehtoja, joilla sähkökaavion piirtämisen olisi voinut suorittaa. Turun Ammattikorkeakoulun oppilaskäyttöön osoitetuilla tietokoneilla oli asennettuna Microsoft Visio -ohjelma. Kyseinen ohjelma on Microsoftin kehittämä ohjelma kaavioiden luomiseen. Yksinkertaisten sähkökaavioiden piirtäminen onnistuu ja sen käyttö on pienellä harjoittelulla suhteellisen vaivatonta.

Ohjelma ei täysin sovellu mielestäni monimutkaisten sähkökaavioiden piirtämiseen. Tämnäköisen sähkökaavion piirtämisen aikana en päässyt täysin perille ohjelman toimintalogiikasta. Enemmällä käytöllä ohjelman toiminta tulisi varmasti paremmin tutuksi ja myös sen mahdollinen potentiaali tällaiseen käyttöön tulisi paremmin esille. Ohjelman käytön lopputuloksena syntyi liitteen 4 mukainen sähkökaavio projektin uudesta sähköjärjestelmästä. Sähkökaavio ei ole piirretty varsinaisesti standardien mukaisesti, mutta se on käyttötarkoitus huomioiden selkeä ja ymmärrettävä.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusi sähköjärjestelmä Valmet 500 -traktoriin. Työn tarkoitus oli suunnitella toimiva, edullinen ja yksinkertainen sähköjärjestelmä. Työn tavoitteisiin kuului erilaisten sähkökomponenttien ominaisuuksien vertailu, ottaen huomioon niiden käyttötarve ja hankintahinta.

Työssä käytettiin tiedonhankintaan lähes kokonaan internetistä saatavaa materiaalia. Nykyaikana erilaisia tuotteita tarjoavia verkkokauppoja on lukemattomia määriä ja tämän suunnittelutyön suorittamisen kannalta se oli vain hyvä asia. Työssä käytettiin apuna myös Turun ammattikorkeakoulun tietokoneille asennettua Microsoft Visio -ohjelmistoa kaavioiden luomiseen, sekä Turun ammattikorkeakoulun opiskelijalisenssillä saatavaa AutoCAD-ohjelmistoa.

Työn lopputuloksena saatiin mielestäni toimiva ja järkevä suunnitelma projektin kohteena olevan traktorin uudeksi sähköjärjestelmäksi, sisältäen uudelleenpiirretyn sähkökaavion. Työn pohjalta uuden sähköjärjestelmän oikea toteuttaminen on helpompaa ja arvioidun kustannuslaskelman kannalta järkevää lähteä toteuttamaan. Suunnitelma oli kaikenkaikkiaan helppo tehdä, vaikkakin komponentteja valittaessa huomattiin, että verkkokaupat tarjoavat hyvin vähän suunnittelutyössä tarvittavaa tietoa myymistään tuotteistaan. Esimerkiksi suuresta osasta sähkökomponentteja ei ollut saatavilla IP-luokitus-tietoa tai sisäistä kytkentää.

LÄHTEET

Akku-Teho Marine Oy 2019. Viitattu 16.5.2019

<https://www.akkuteho.fi/fi/product/vetus-tuulii-pyyhk-sarja-12v-sis-varsi-sulka/ORW12SET>.

Biltema 2019a. Vilkkurele. Viitattu 19.6.2019

<https://www.biltema.fi/autoilu---mp/sahkojarjestelma/releet/vilkkurele-12-v-2000017800>.

Biltema 2019b. Suojasukka. Viitattu 19.6.2019

<https://www.biltema.fi/autoilu---mp/sahkojarjestelma/johtosukat/punottu-johtosukka-2000041555>.

Fixus 2019. Viitattu 17.5.2019

https://www.fixusnet.fi/fin/usb_laturi_3_1a_upotettava_2xusb_king-p-657461-51991.

IKH 2019a. Vilkkukatkaisija. Viitattu 2.6.2019

<https://www.ikh.fi/fi/vilkun-katkaisin-kinnasmalli-st050019>.

IKH 2019b. Keinukytkin. Viitattu 2.6.2019

<https://www.ikh.fi/fi/katkaisin-on-off-12v-roisketiivis-st70003>.

IKH 2019c. Valokytkin. Viitattu 2.6.2019

<https://www.ikh.fi/fi/valokatkaisija-ford-f3959708>

Koivisto, J-P.; Mikkolainen, P. & Rantala, J. 2012. Autotekniikka 5 - Autosähkötekniikan perusteita. Helsinki: Otava.

Lamppuexpress 2019. Lumen ja lux. Viitattu 15.5.2019

<https://www.lamppuexpress.com/blogi/mita-lumen-ja-lux-tarkoittaa/>.

Lampputieto 2019a. Lamppujen ominaisuuksia. Viitattu 15.5.2019

<https://lampputieto.fi/lampun-valinta/lamppujen-ominaisuuksia/>.

Lampputieto 2019b. Valon värilämpötila. Viitattu 15.5.2019

<https://lampputieto.fi/lampun-valinta/lamppujen-ominaisuuksia/kelvin-varilampotila/>.

Lumise verkkokauppa 2019a. Värilämpötila. Viitattu 15.5.2019

<https://www.lumise.fi/info/varilampotila/327/>.

Lumise verkkokauppa 2019b. LED-työvalo 24 W. Viitattu 15.5.2019

<https://www.lumise.fi/raskas-kalusto/tuote/led-tyovalo-24w-sae-reflector-9-36v/20201200511/>.

Lumise verkkokauppa 2019c. Sulakerasia. Viitattu 15.5.2019

<https://www.lumise.fi/ajoneuvovalaistus/tuote/sulakerasia-10xqm/3050120484/>.

Motonet 2019a. LED-työvalo 10 W. Viitattu 16.5.2019

<https://www.motonet.fi/fi/tuote/481046/led-tyovalo-10-30-v-1x10-w-teho-led>.

Motonet 2019b. Kaksoisrele 12 V. Viitattu 16.5.2019

<https://www.motonet.fi/fi/tuote/481861/Kaksoisrele-12V-2x40A>.

Motonet 2019c. Relesokkeli. Viitattu 16.5.2019

<https://www.motonet.fi/fi/tuote/481872/Relesokkeli-yleisreleille>.

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry 2018. Viitattu 15.5.2019

<https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>.

Tieteen termipankki 2014. Viitattu 2.6.2019

<http://tieteentermipankki.fi/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6tekniikka:rele>.

Traktorimies 2019. Viitattu 16.5.2019

<https://www.traktorimies.fi/tuote/17593/takavalot/lokasuojavallo-yleismallinen-1kpl>.

Valmet 500 käyttö ja huolto 1968. Viitattu 13.5.2019

<https://docplayer.fi/14387764-Valmet-traktorin-omistajalle.html>.

Budjettitaulukko

Komponentti	Komponentin merkki	Kauppa	Tarvittava kappalemäärä	Hinta/kpl	Toimituskulut	Hinta yhteensä
Taka-alavallo	-	Motonet	2	24,90	0,00	49,80
Etuylävalo	SAE 24W Reflector	Lumise verkkokauppa	2	32,90	3,90	69,70
Lokasuojavallo	PL-2000	Traktorimies.fi	2	17,50	4,90	39,90
Takalasinpyyhkijä	Vetus	Akku-Teho Marine Oy	1	69,00	9,90	78,90
USB-pistoke	KING	Fixus	1	12,90	0,00	12,90
Kaksoisrele	Nagares	Motonet	3	4,99	0,00	14,97
Vilkkurele	Biltema	Biltema	1	5,99	0,00	5,99
Relesokkeli	-	Motonet	6	1,99	0,00	11,94
Lattaliitin relerasiaan (10kpl)	-	Motonet	3	1,99	0,00	5,97
Vilkkukatkaisin	CRX	IKH	1	9,30	0,00	9,30
Katkaisin ON/OFF	CRX	IKH	3	7,90	0,00	23,70
Valokatkaisija	CRX (FORD)	IKH	1	14,40	0,00	14,40
Sulakerasia *	Autoline	Lumise verkkokauppa	1	18,00	0,00	18,00
Johdotimet 0,75- 4 mm2 **			65	0,75	0,00	48,75
Johdotimet 20 mm2			2	6,99	0,00	13,98
* = Tuote tilataan jonkin muun tuotteen kanssa samasta verkkokaupasta samoilla toimituskuluilla. ** = Arvio, laskettu komponenttien tarvitsemat johdinpituudet yhteen ja lisätty vielä 20m, hinta keskihinta johdimmelle						418,20

Laskelma ikkunanpyyhkimen sopivuudesta

Sulan kiinnityspisteen sijainti ikkunan alareunasta = $475\text{mm} \div 2 + 10\text{mm} \rightarrow 247,5\text{mm}$

Pyyhkijänmoottorin akselin sijainti lasin alareunasta = $530\text{mm} + 45\text{mm} \rightarrow 575\text{mm}$

Tällöin pyyhkijän varren pituudeksi tulee = $575 - 247,5\text{mm} \rightarrow 327,5\text{mm}$

Tarvittava pyyhkijänvarren pituus 327,5mm osuus säätöjen ääripäiden välille, jotka ovat 280mm – 366mm.

Lasketaan pyyhkijänsulan ylä- ja alapään etäisyys moottorin akselista.

Alapään etäisyys = $327,5\text{mm} + 475 \div 2 \rightarrow 565\text{mm}$

Yläpään etäisyys = $327,5\text{mm} - 475 \div 2 \rightarrow 90\text{mm}$

Pyyhkijän sulan pyyhkimä alue on tietynkokoisen ympyrän, tietynkokoisen sektorin pinta-ala. Tällöin on selvitettävä, ettei pyyhkijän sulan pyyhkimän alueen leveys a ole leveämpi, kuin lasin leveys.

Tämä saadaan suoraan Kosinilauseella, kun tiedetään, että pyyhkijän moottorin pyyhintäkulma α on 80° tai 110° ja sektorin säde r on 565mm.

Lasketaan sektorin leveys, kun pyyhintäkulma on 80°

$$a = \sqrt{565\text{mm}^2 + 565^2 - 2 \times 565 \times 565 \times \cos 80} \rightarrow 726,3\text{mm}$$

Sektorin leveys, kun pyyhintäkulma on 110°

$$a = \sqrt{565\text{mm}^2 + 565^2 - 2 \times 565 \times 565 \times \cos 110} \rightarrow 925,6\text{mm}$$

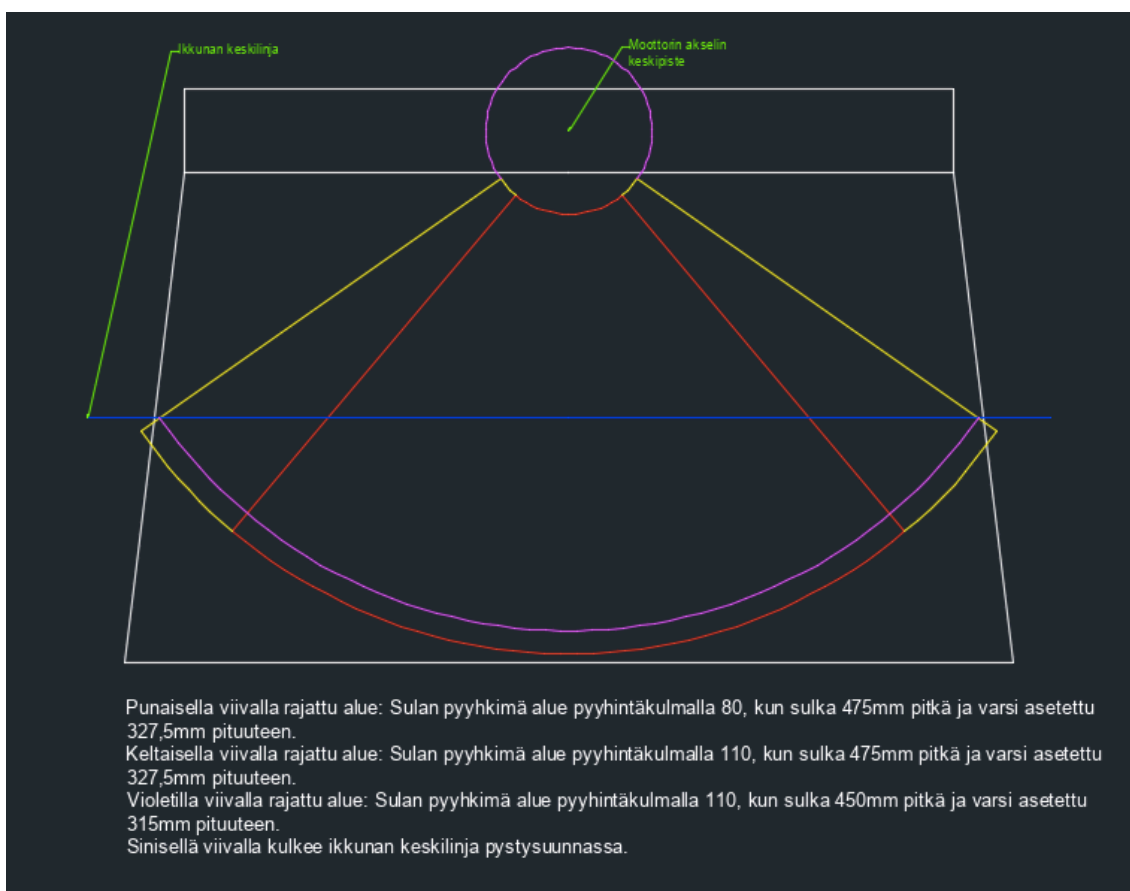
Lasketaan lasin leveys lasin korkeussuunnan puolella välissä, ottamalla ylä- ja alareunan leveyden keskiarvo.

Leveys puolessavälissä = $(830\text{mm} + 930\text{mm}) \div 2 \rightarrow 895\text{mm}$

Piirretään laskettujen arvojen perusteella AutoCAD-ohjelmistolla havainnekuva. Piirustuksesta voidaan todeta, että pyyhkimen sulan alaosan piirtämän sektorin kaari menee lasin reunan yli hieman alle lasin puolenvälin, kun pyyhintäkulma on 110° . Tästä voidaan todeta pyyhkijän sulan menevät lasin reunan yli, kun pyyhintäkulma on 110° .

Edellä mainittujen kaavojen avulla lasketaan uudelleen arvot. Asetetaan pyyhkimen varren pituudeksi 315mm ja asennetaan vain 450mm pitkä pyyhkimen sulka. Nyt havainnekuvasta voidaan todeta, että pyyhkimen sulan pyyhkimä alue pysyy kokonaisuudessaan ikkunan sisäpuolella.

Ikkunanpyyhkimen havainnekuva



Johtimet ja sulakkeet

Komponentti	Johtimen pituus (m)	Virta (A)	Johdin nomogrammin mukaan (mm ²)	Käytettävä johdin (mm ²)
Etuparkkipolttimet 2x 5 W	2,6	0,9	0,5	0,75
Ajovalot 2x 55 W	2,6	9,2	1,5	1,5
Kaukovalot 2x 60 W	2,6	10	1,5	1,5
Lokasuojavalot 4x 5 W	5,4	1,7	0,75	1,5
Vilkut 2x 10 W	3,5	1,7	0,5	0,75
Etuylävalot 2x 24W	2,7	4	0,75	0,75
Takaylävalot 4x 55 W	4	18,4	4	4
Taka-alavalot 2x 10 W	2,5	1,7	0,5	0,75
Äänimerkinantolaite ja 12 V -pistorasia	0,5	3,1	0,5	0,75
Pyyhkimet	3,7	4	0,75	0,75

Taulukossa on valittu 0,5 mm² sijaan 0,75 mm² johtimet vähentämään erilaisten johdinten hankintatarvetta, sekä suuremman pinta-alan omaavan johtimen paremman mekaanisen kestävyysden takia.

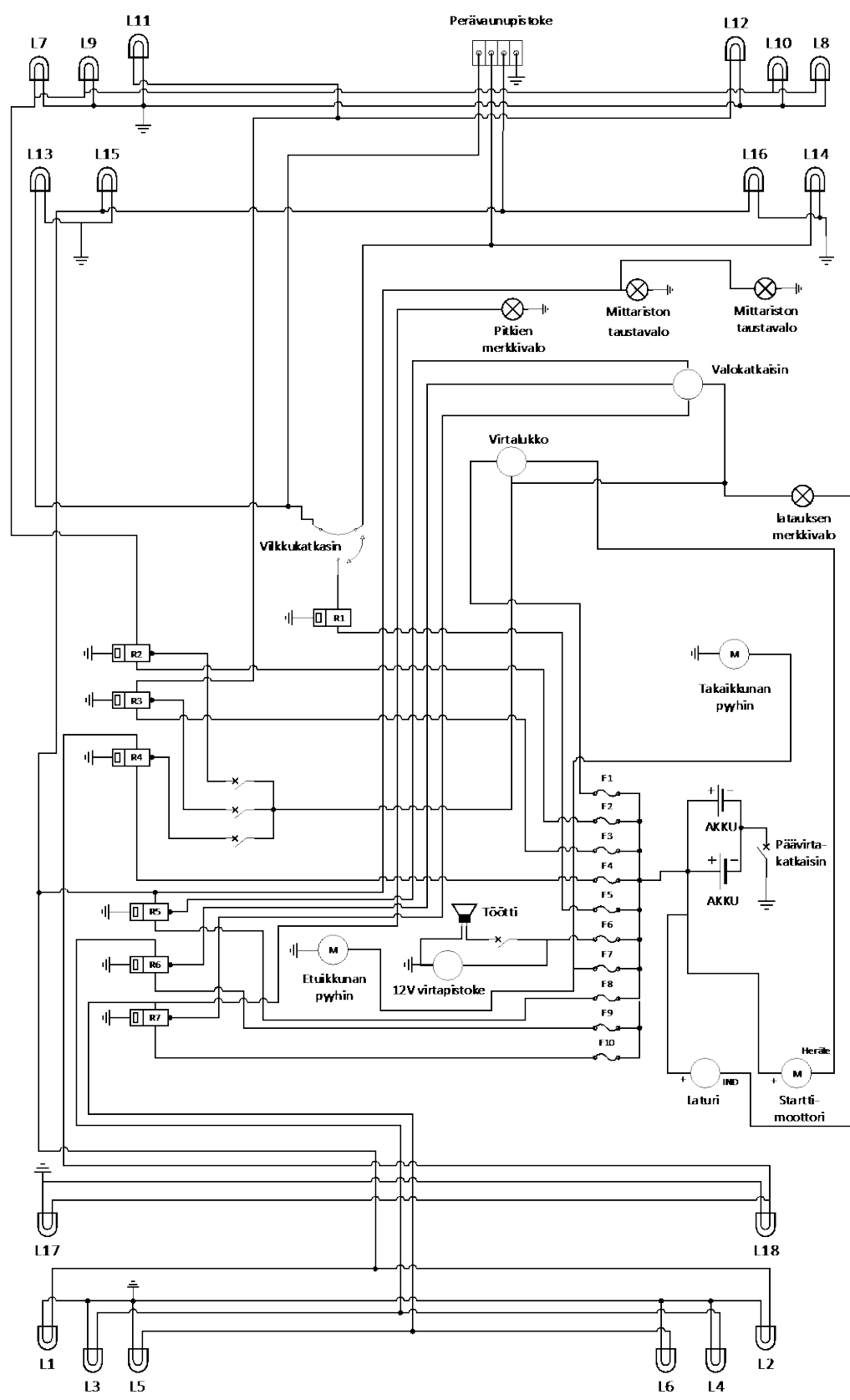
Lokasuojavalojen ja vilkkujen johtimet on valittu myös seuraavasta johdinkoosta. Suunnitelman mukaan traktoriin asennetaan myös perävaunupistoke, jolloin mahdollisen perävaunun valaisimet kuormittavat näitä johtimia.

Ohjausvirrat sekä muut tarvittavat johdinvedot tehdään 0,75 mm² johtimella.

Sulakepaikka	Sulakekoko (A)
F1 Virtalukko	7,5
F2 Takaylävalot	20
F3 Taka-alavalot	3
F4 Etuylävalot	4
F5 Vilkut	3
F6 Äänimerkinantolaite ja 12 V Virtapistoke	4
F7 Pyyhkimet	4
F8 Parkkipolttimet ja lokasuojavalot	4
F9 Ajovalot	10
F10 Kaukovalot	10

Sulakkeet eri sähkökomponenteille ja niiden johtimille on valikoitu ylläolevan taulukon mukaisesti.

Uusi sähkökaavio



Sähkökaavion merkkien selitykset:

Valaisin		Sulake		Rele	
L1	Oikea etuparkki	F1	Virtalukko	R1	Vilkkurele
L2	Vasen etuparkki	F2	Takaylävalot	R2	Takaylävalot
L3	Oikea ajovalo	F3	Taka-alavalot	R3	Taka-alavalot
L4	Vasen ajovalo	F4	Etuylävalot	R4	Etuylävalot
L5	Oikea kaukovalo	F5	Vilkut	R5	Parkit/takavalot
L6	Vasen kaukovalo	F6	Töötti/12V pistoke	R6	Ajovalot
L7	Oikea takaylävalo 1	F7	Pyyhkimet	R7	Kaukovalot
L8	Vasen takaylävalo 1	F8	Parkit/takavalot		
L9	Oikea takaylävalo 2	F9	Ajovalot		
L10	Vasen takaylävalo 2	F10	Kaukovalot		
L11	Oikea taka-alavalo				
L12	Vasen taka-alavalo				
L13	Oikea vilkku				
L14	Vasen vilkku				
L15	Oikea lokasuojavalo				
L16	Vasen lokasuojavalo				
L17	Oikea etuylävalo				
L18	Vasen etuylävalo				