

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Autotekniikka

2010

Tuomas Henriksson

Mercedes-Benz Zetroksen päällirakenteen sähkösuunnittelu



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka | Autotekniikka

26.4.2010 | Sivumäärä 30

Ohjaaja

Juha-Pekka Lindqvist

Tekijä

Tuomas Henriksson

TYÖN NIMI

Mercedes-Benz Zetroksen päällirakenteen sähkösuunnittelu

Päättötyössäni tein Mercedes-Benz Zetroksen päällirakenteen sähkösuunnittelun päällirakenteen valojen- ja varoitusvilkkujen asennuksesta sekä nosturiin tehtävien sähkömuutoksista. Keskityn dokumentoimaan tehdyt ratkaisut ja perustelemaan ratkaisuja sekä esittämään tarvittavia argumentteja suunnittelussa käytetyille ratkaisuille.

Sähkösuunnittelu sisälsi lavarakenteeseen tulleiden sähkölaitteiden sähkökaavion suunnittelun, joka sisältää johdin paksuudet ja määrän. Lisäksi selvitin päällirakentajan ohjekirjasta ajoneuvon valmistajan ohjeet sähköasennuksille. Nosturin muutokset suunniteltiin myös käyttäen nosturi valmistajan ohjeita ja nosturin alkuperäistä sähkösarjaa mahdollisimman pienillä muutoksilla, joka johtui nosturin johtosarjaan tehtävien muutoksien monimutkaisuudesta. Päällirakenteeseen tuli useita työ- ja varoitusvaloja, nosturin kaukohallinnasta tuli ajoneuvon kaukokäynnistys, -sammutus ja -kierrostenosto. Nosturiin asennettiin henkilökorin turvasarja ja virransyöttö henkilökorille henkilökorin työvalojen tarpeeseen. Nosturin sähkösuunnittelu sisälsi myös nosturin ohjelmointia käyttötarkoitustaan varten.

ASIASANAT:

Sähkösuunnittelu, päällirakenne, henkilökori, lavarakenne, kuormausnosturi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and transportation engineering | Automotive

Date | Total number of pages 30

Juha-Pekka Lindqvist

Tuomas Henriksson

TITLE OF THESIS

Electrical wiring design to the body building of the Mercedes-Benz Zetros

My diploma work's including drawing the wiring diagram and the harness diagram of the bodybuilding. In the bodybuilding are platform, loading crane and hydraulic winch. Wiring diagram and harness diagram contain thickness of the cable, colors and wiring locations. In the work I troubleshooter how we can use the original electrical systems of the vehicle and the crane. I read the body manufacturer's instruction's manual and the crane instruction's manual. We have to do many variations to the crane's harness, because the crane equipped with two work lights and personal basket which including emergency stop, emergency landing, work lights and flasher lights. The bodywork have also many work lights and flasher lights. Remote control of the crane controlled vehicle remote drive (starting, stopping and rpm controlling), hydraulic winch and any crane functions. Design including also programming the crane's to purpose of use.

KEYWORDS:

Electrical wiring design, body building, platform, loading crane, personal basket

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Mercedes-Benz Zetros	6
1.2 Päällirakenne	6
2 PÄÄLLIRAKENTEEN SÄHKÖT	7
2.1 Työvalot ja varoitusvilkut	7
2.2 Nosturi	7
3 SÄHKÖSUUNNITTELU	8
3.1 Lavarakenne	8
3.1.1 Hytti	8
3.1.2 Valot ja varoitusvilkut lavarakenteessa	17
3.2 Nosturi	18
3.2.1 Henkilökorin sähkökytkentä	20
3.2.2 Puomin ja jibin johtosarjan muutokset	24
3.2.3 Releet	25
3.2.4 Nosturin ohjelmointi	26
4. PÄÄTELMÄT	27
4.1 Ajoneuvon sähkösuunnittelu	28
4.2 Nosturin sähkösuunnittelu	28
4.3 Lavarakenteen sähkösuunnittelu	29
5. LÄHTEET	30
KUVAT	
Kuva1. Katkaisijoiden tekstit	9
Kuva 2. Sulakkeiden ja releiden sijoitus	12
Kuva 3. DIN-standardin mukainen sähkökaavio	15
Kuva 4. Johdotuskaavio	16
Kuva 5. Nosturin sähkökaavio	19

	5
Kuva 6. Henkilökorin kytkentäkaavio	23
Kuva 7. Lisälaiterellerasiat	26

TAULUKOT

Taulukko 1. Sulakekoot	11
Taulukko 2. Sähkökaavion merkkiselitykset	14
Taulukko 3. Henkilökoripistokkeen liittimien navat	22
Taulukko 4. Pystyrungon liitin rasian lisäjohtimien värikoodit	24
Taulukko 5. Alkuperäisen johtosarjan värikoodit	25

1 Johdanto

Päättötyöni aiheena oli suunnitella Mercedes-Benz Zetros maastokuorma-auton päällirakenteen sähköt. Auto tuli Suomalaisen energiateollisuuden urakointiyhtiön käyttöön. Päällirakenteeseen sisältyy kuormalava ja Hiabin XS377E-6 HiPro kuormausnosturi sekä hydraulinen vinssi. Kyseinen maastokuorma-auto oli ensimmäinen euroopassa siviilikäyttöön myyty yksilö. Sähkösuunnittelua, kuten koko päällirakenteen suunnittelua, hidasti mallin uutuus. Sähkösuunnittelussa keskityin suunnittelemaan tarvittavat muutostyöt niin, että ne sopisivat mahdollisimman hyvin yhteen ajoneuvon alkuperäisen johtosarjan kanssa. Myös jälkikäteen tehtävät muutostyöt päällirakenteen sähköasennukseen pyrin ottamaan huomioon. Suunnittelua ohjasi myös ajoneuvon valmistajan ohjeet päällirakenteesta ja sen sähköasennuksista. Ajoneuvon tuleva käyttö asetti myös vaatimuksia suunnittelulle.

1.1 Mercedes-Benz Zetros

Malli on tarkemmalta mallimerkinnältään Zetros 2733 A 6x6. Auto on kolmeakselinen, jossa jokainen akseli on vetävä. Autossa ei ole nostettavaa teliä ja kaikilla akseleilla on yksikköpyörät. Akselivälit ovat 4750 mm ja 1450 mm ja jokainen akseli on jäykkä ja jousitettu lehtijousin. Kokonaismassa on 25/27 tonnia. Akselit ovat varustettu tasauspyörästön lukoilla. Moottori on 6-sylinterinen rivimoottori, jonka iskutilavuus on 7,2 l. Moottori tuottaa 240 kW:n (326 hv) tehon ja 1300 Nm:n väännön kierrosalueella 1200-1600 rpm. Pakokaasujen päästöaso on Euro 5. Auto varustettu 9+1 manuaalisella vaihteistolla, jossa on jatkona kaksinopeuksinen voimanjakolaatikko.

1.2 Päällirakenne

Nosturi on Hiabi XS377E-6 HiPro, joka on varustettu Space 5000 valvontajärjestelmällä, Combi Drive 2 ohjauksen, hydraulisen Jibin 70x-3 ja OLP

kääntösektorin rajoituksella. Hydraulisäiliön kokonaistilavuus on 200 litraa. Edessä nosturin yhteydessä kääntyvät tukijalat, joiden hydraulinen levitys 7,0 m ja takana lisätukijalat, joiden hydraulinen levitys 3,0 m. Lavan ulkopituus 4000 mm, leveys 2550 mm ja laitakorkeus 600 mm.

2 Päällirakenteen sähköt

Päällirakenteen sähköihin kuului kahtena erillisenä osana lavarakenteeseen tulevat työvalot ja varoitusvilkut sekä nosturin sähköihin tulevat muutokset ja ohjelmoinnit. Nosturin sähköihin suunniteltiin tarvittavat muutokset ja lavarakenteen sähköt toteutettiin alusta asti sähkösuunnittelun mukaisesti.

2.1 Työvalot ja varoitusvilkut

Päällirakenteeseen tuli yhteensä kahdeksan työvaloa lavarakenteeseen, sekä nosturin puomeihin kaksi kappaletta ja henkilökoriin kaksikappaletta. Varoitusvilkkuja tuli lavarakenteeseen 4 kappaletta, joista edessä olevat ovat majakkatyyppejä ja takana olevat led-tekniikalla toteutettuja varoitusvilkkuja. Lisäksi henkilökoriin tuli neljä pientä varoitusvilkkua. Edessä olevista työvaloista kaksikappaletta tuli majakkoiden kanssa samoihin tankoihin ja tangoista tehtiin paineilmasyli-tereillä nousevat. Työvalojen ja varoitusvilkkujen ohjaus toteutettiin yhteensä kuudella katkaisijalla. Nousevien majakkatankojen paineilman ohjaus toteutettiin sähköiselläventtiilillä, jolle tuli oma katkaisija. Takana työvalot sijoitettiin alkuperäisten takavalojen läheisyyteen samoihin kannakkeisiin. Lisäksi lavarakenteen etusosaan tavarasäilytys laatikoiden viereen sijoitettiin alhaalla olevat lisäperuutusvalot, jotka syttyvät takavalojen kanssa yhtäaikaan.

2.2 Nosturi

Nosturi varustettiin henkilökorivarustuksella, johon kuului henkilökorin turvasarja sisältäen hätälaskun ja -pysäytyksen. Lisäksi nosturin kauko-ohjaintalaitteesta tuli nosturin työvalojen ohjaus, auton käynnistys, sammutus, kierrosten nosto ja

vinssin ohjaus. Nosturin sähköihin tehtiin tarvittavat muutokset. Osittain valmistajan ohjeiden mukaaan ja osittain omien suunnitelmien perusteella.

3 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelu aloitettiin samaan aikaan kun alustalle aloitettiin rakentamaan lavarakennetta. Kävin tutustumassa autoon ja sen alkuperäisiin sulake- ja reletauluihin etukäteen ja aloitin laatimaan sähkösuunnittelua sulakkeiden, katkaisijoiden, releiden ja läpivientien toteuttamiseksi. Käytimme kaikkiin virran ottoihin auton alkuperäistä sulaketaulua. Hytin- ja lavarakenteen kytkentärasiaan menevään johtosarjan väliin laitoimme alkuperäiseen pistoketauluun oman pistokkeen helpottamaan asennusta, sekä mahdollisesti myöhemmin tehtäviä muutoksia.

3.1 Lavarakenne

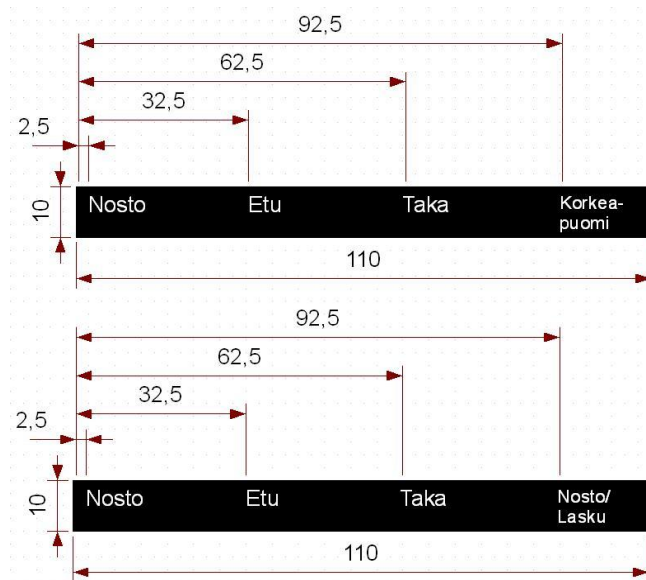
Lavarakenteen sähköjä varten rakennettiin ohjaamoon tarvittavat katkaisijat, sulakkeet ja releet. Ohjaamosta sitten tuotiin läpiviennin kautta vasemman puolen oven alle kytkentärasia, josta sitten jaettiin päälirakenteeseen sähköt. Valojen ja varoitusvillkujen lisäksi rasiaan tuotiin nosturin tarvitsema virta. Kytkentärasian paikka valittiin sellaiseksi, että siihen on myöhemminkin helpohko päästä tekemään tarvittavia kytkentöjä ja tai korjaustöitä.

3.1.1 Hytti

Katkaisijat

Katkaisijat päätettiin asentaa ajoneuvon alkuperäisiin paikkoihin alkuperäisvaraosakatkaisijoilla. Vapaita paikkoja oli ratin oikealla puolella pienellä uudelleen ryhmittelyllä tarvittava määrä. Siirsimme muutaman alkuperäisen katkaisijan paikkaa, näin saimme kaikki päälirakenteen tarvitsemat katkaisijat sijoitettua samaan ryhmään. Katkaisijat tilattiin oikeilla symbooleilla ja lisäksi katkaisijoiden ylä- tai alapuolelle laitettiin sanallinen selitys, koska esimerkiksi

varoitusvilkut olivat jaettu kolmen erikatkaisijan taakse. Katkaisijoiden viereen sijoitettiin myös nosturin korkeasta puomista varoittava varoitusvalo. Selitystekstiä varten mittasin alkuperäisten katkaisija paikkojen etäisyydet ja mittaukseiden perusteella suunnitelin mittapiirustuksen, jonka perusteella tilattiin kuvanmukaiset tekstikehykset. Materiaali oli muovi, jossa kaiverretut valkoiset tekstit mustassa muovissa.



Kuva 1. Katkaisijoiden tekstit

Releet ja sulakkeet

Sulakkeiden sijoittelua aloin miettimään ajoneuvon käyttö-ohjekirjassa olevan sulakelistan perusteella. Mitkä paikat olisivat vapaina ja tai olisiko alkuperäisessä listassa nimetty jo päälirakenteelle sulakepaikkoja. Osapaikoista oli nimetty, joten käytin ne ja loput sijoitin näiden viereen. Autossa oli alunperin automaattisulakkeet, joten myös päälirakenteen tarvitsemat sulakkeet toteutettiin automaattisulakkein. Aivan sulakepaikkojen vieressä oli alkuperäisiä relepaikkoja vapaana niitä käytettiin releiden asentamiseen. Kaikki suurempia virtoja

tarvitsevat katkaisijaohjatut laitteet tarvitsivat releen, koska katkaisijan läpimenenvä suurin sallittu kuorma on päälirakentajan ohjekirjassa rajattu kolmeen ampeeriin.

Sulakkeet ryhmiteltiin ryhmiin seuraavalla tavalla:

1. Katkaisijoiden ohjaus, paikka F8
2. Nosturi, paikka F11
3. Varoitusvilkut/majakat, paikka F12
4. Etuyövalot, F13
5. Takatyövalot/peruutusvalot, F14

Sulakkeiden koko määräytyi kunkin sulakkeen takana olevien laitteiden vaatiman virran mukaan. Laskin toimilaitteiden tehot yhteen ja tehon perusteella sitten virran. Nosturin sulakekoko on valmistajan ilmoittama ja katkaisijoiden ohjaukseen valitsin 5 ampeerin sulakkeen, koska katsoin sen olevan sopiva käyttötarkoitukseen. Katkaisijoiden ohjaus virralla ohjataan myös majakkatankojen nostoa ja laskua ohjaavaa paineilmaventtiiliä. Varoitusvilkkujen kohdalla sulakekoko on hieman ylimitoitettu, mutta edessä olevien majakoiden istukoihin sopii myös kauko-ohjattava hakuvalo, jonka virran kulutus on majakoita suurempi. Työvalojen kohdalla pyörustin lukemat seuraavaksi suurempaan käytännössä toimvaan sulakekokoon. Valojen kohdalla 10 ampeeria olisi ollut liian lähellä vaadittavaa virtamäärää, joten valitsin 15 ampeerin sulakkeen.

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

jossa $P = \text{teho watteina}$ $U = \text{jännite}(24V)$

Taulukko 1. Sulakekoot

Sulakepaikka	Sulake	Teho (W)	Virta (A)	Sulakekoko
F8	F1	-		5 Katkaisijoiden ohjaus
F11	F2	-		30 Nosturi
F12	F3	60	2,5	7,5 Varoitusvilkut
F13	F4	220	9,2	15 Etutyövalot
F14	F5	220	9,2	15 Takatyövalot

Releitä taas tuli kuusikappaletta. Varoitusvilkuille ja työvaloille, kutakin kyseisten toimilaitteiden katkaisijaa kohden omansa. Majakkatankojen nostoa ja laskua varten ei tarvittu relettä, koska sähköisen paineilmaventtiilin vaatima ohjausvirta ei ylitä katkaisijan suurinta sallittua virtaa. Releinä käytettiin alkuperäisiin relepaikkoihin sopivia minireleitä, jotka ovat toiminnaltaan vastaavia kuin perinteiset vaihtokärkireleet, mutta ovat vain ulkomitoiltaan kompaktimpia.

Sulakkeiden ja releiden sijoittelu on merkitty kuvaan 2. Kuvassa Punaisella on neliöity sulakepaikat ja taas vihreällä relepaikat. Punaisella on ympyröity sulakkeiden syöttövirtojen ottopaikka. Päälirakentajan ohjekirjan mukaan kyseistä paikasta voi ottaa korkeintaan 100 A:a. Myös maadoituspiste löytyy sulake- ja reletaulun välittömästä läheisyydestä.



Kuva 2. Sulakkeiden ja releiden sijoitus

Johtimet

Johtimien paksuudet valittiin myös toimilaitteiden vaatimien virtojen mukaan. Ohuimpana virtajohtimena käytettiin 1,0 mm². Releiden ohjausjännitteissä ja katkaisijoiden parkkivalojen ja -merkkivalojen johtimina käytettiin myös ohuempaa 0,75 mm². Paiksuimpana johtimena käytettiin hytin ja kytkentärasian välissä 2,5 mm², koska pistoketaulussa olevan pistokkeen yksittäisten liittimien suositeltu johtimen enimmäispaksuutta oli 2,5 mm².

Lavarakenteessa kullekin toimilaitteelle vedettiin oma virta- ja maajohtin. Lukkuun ottamatta takana olleita varoitus- ja työvaloja, joille tuli kummallekin parille yhteiset johdot kytkentärasian ja ne haaroitettiin takana. Tämä lisää johtimien määrää, mutta vähentää jännitehäviöitä. Ajoneuvo ei ollut varsinaisesti runkomaadoitettu, joten runkoa ei voinut käyttää maajohtimena. Kytkentärasian varoitusvilkuille käytettiin 1,0 mm² ja taas työvaloille käytettiin 1,5 mm². Takana haaroitetuille valoille käytettiin 1,5 mm². Hytistä kytkentärasialle tulevat varoitus- ja työvalojen virtajohtimet olivat 1,5 mm². Nosturin virta- ja maajohtimena

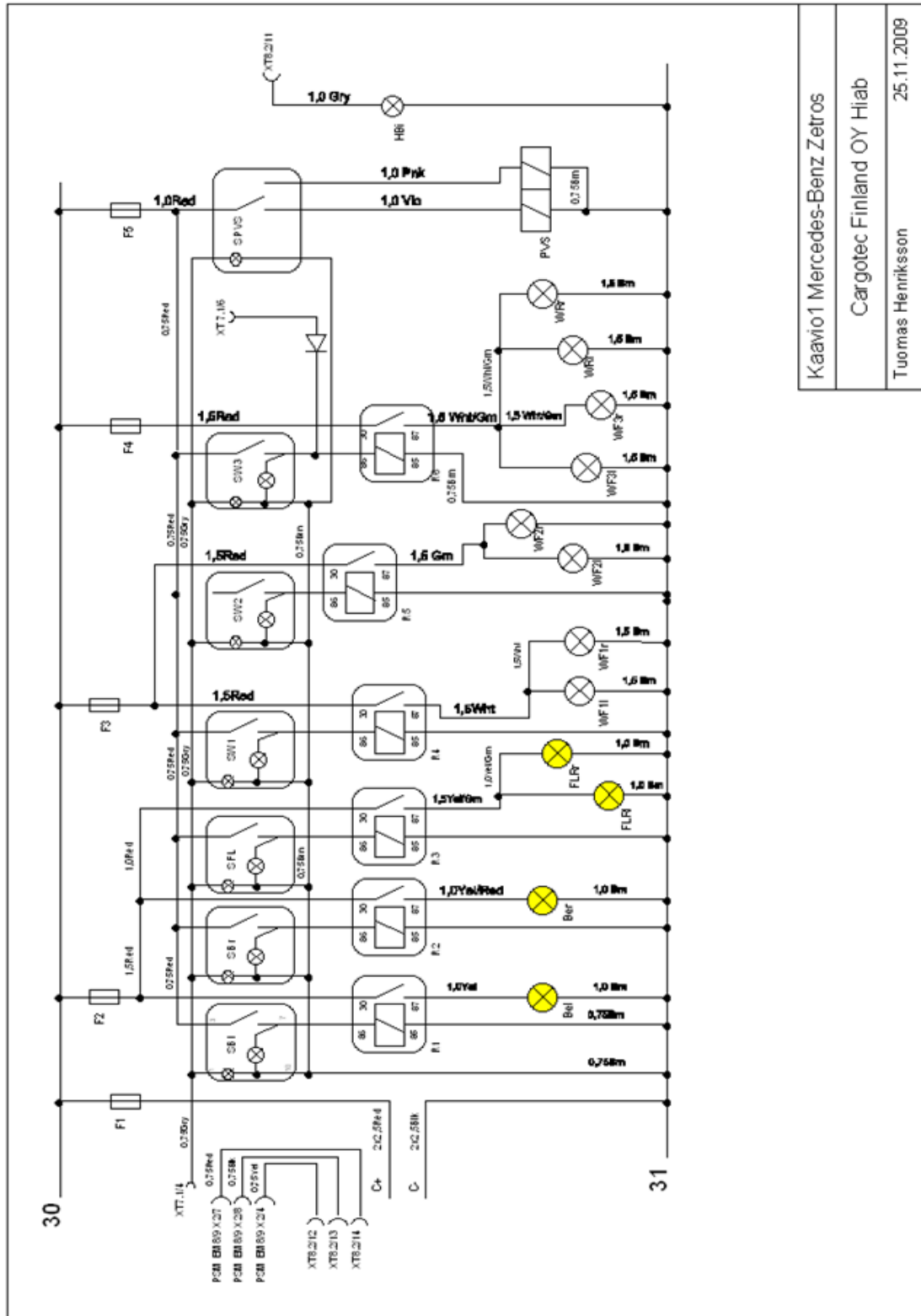
käytettiin kahta 2,5 mm² johdinta. Lisäksi kytkentärasiaan tuotiin kaksi 2,5 mm² maajohdinta. Muiden johtimien kokona käytettiin 1,0 mm²

Sähkökaavio

Kun sulakkeiden, releiden ja kataisijoiden sijoittelu ja lukumäärä oli selvillä piirsin sähkökaavion käyttäen Dia nimistä ohjelmaa. Piirsin kaavion mukaillen DIN-standardia. Kaaviossa on esitetty katkaisijat, sulakkeet, releet, toimilaitteet ja johtojen värikoodit sekä -pokkipinta-alat. Lisäksi piirsin erillisen johdotusta kuvaavan kaavion, joka helpotti sähkötyön tekemistä itse lavarakenteeseen. Sähkö- ja johdotuskaavion lisäksi laatisin erillisen taulukon, josta selviää kaavioiden merkkiselitykset. Lisäksi laatisin erillisen taulukon, josta selviää päälirakenteen pistokkeen napajärjestys. Pistoke erottaa hytin johtosarjan kytkentärasiaan menevästä johtosarjasta. Johdotuskaavioon kyseinen liitin on piirretty ja se on merkitty merkinnöillä XT8.2f ja XT8.2m. Merkintä on alkuperäistyylinen. Samalla tyylillä on merkitty myös alkuperäiset pistokkeet sulake- ja reletaulussa, josta päälirakentajan ohjekirja käyttää nimitystä FF-board.

Taulukko 2. Sähkökaavion merkkiselitykset

Merkki	Selite
30	Sähköliitäntä 30 (jatkuva akkuvirta, +)
31	Sähköliitäntä 31, maa
F1	Sulake
F2	Sulake
F3	Sulake
F4	Sulake
F5	Sulake
R1	Vaihtokärkirele
R2	Vaihtokärkirele
R3	Vaihtokärkirele
R4	Vaihtokärkirele
R5	Vaihtokärkirele
R6	Vaihtokärkirele
C+	Nosturin virransyöttö, + liitäntä
C-	Nosturin virransyöttö, - liitäntä
SBI	Vasemman majakan katkaisija
SBr	Oikean majakan katkaisija
SFL	Takavaroitusvilkkujen katkaisija
SW1	Nostettavien työvalojen katkaisija
SW2	Eteen ylös kiinteästi asennettujen työvalojen katkaisija
SW3	Taka- ja eteen alas asennettujen työvalojen katkaisija
SPVS	Paineilmaventtiilin katkaisija
Bel	Vasen majakka
Ber	Oikea majakka
FLRI	Vasen takavaroitusvilkku
FLRr	Oikea takavaroitusvilkku
WF1l	Nostettavatyövalo vasen
WF1r	Nostettavatyövalo oikea
WF2l	Vasemmalle eteen ylös kiinteästi asennettu työvalo
WF2r	Oikealle eteen ylös kiinteästi asennettu työvalo
WF3l	Vasemmalle eteen alas asennettu työvalo
WF3r	Oikealle eteen alas asennettu työvalo
WRI	Vasentakatyövalo
WRr	Oikeatakatyövalo
PVS	Paineilmaventtiilin solenoidi
HBI	Korkeanpuomin varoitusvalo
XT8.2f	18-napainen liitin naaras
XT8.2m	18-napainen liitin uros
CB1	Liitinrasia lavarungossa



Kaavio 1 Mercedes-Benz Zetros

Cargotec Finland OY Hiab

Tuomas Henriksson 25.11.2009

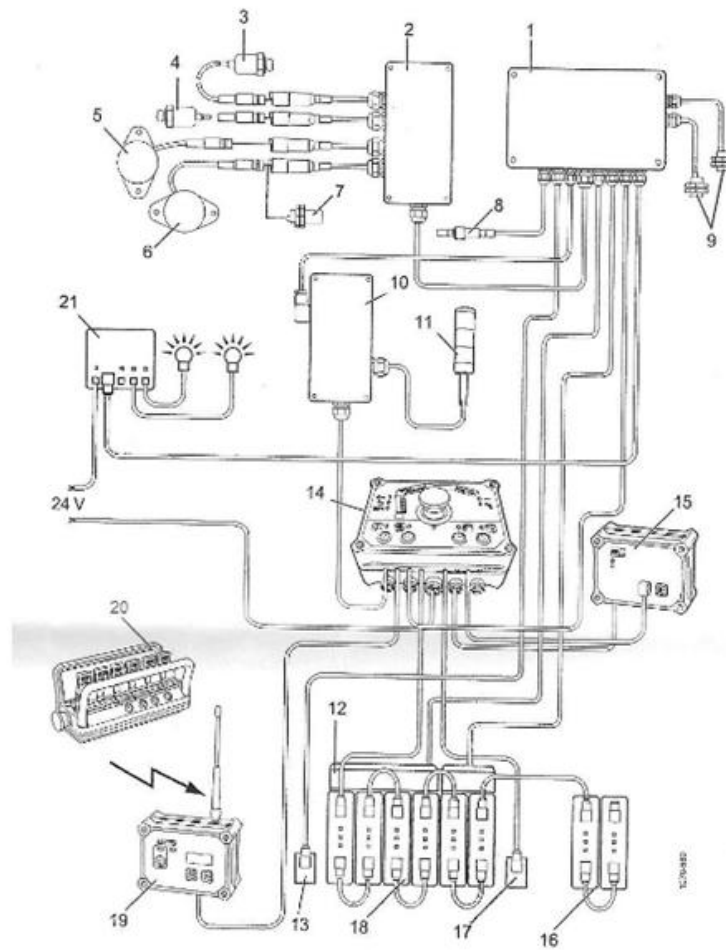
Kuva 3. DIN-standardin mukainen sähkökaavio

3.1.2 Valot ja varoitusvilkut lavarakenteessa

Sähköjohtojen läpivientiin hytistä auton runkoon käytettiin aluperäistä läpivientipaikkaa hytin oikeassa etukulmassa konepellin alla. Kaikki tarvittavat johtimet sijoitettiin suojaputkeen, joka oli sopivan kokoinen alkuperäiseen läpivientiin. Sijoitimme kytkentärasian oikean hytin oven alapuolelle kuorma-auton runkoon, paikkaan, johon pääsee myös myöhemmin tekemään, joko muutos- tai korjaustöitä. Rasiana käytimme kosteussuojattua kytkentärasiaa. Rasian sisään laitoimme monikantaisen kytkentäriman, josta oli helppo jakaa eri valojen ja nosturin tarvitsemat virrat. Kaikki lavarakenteeseen tulevat johdot suojattiin myös suojaputkella ja tarvittavat läpiviennit toteutettiin tiivillä erillisillä suojaputkiläpivienneillä. Valojen sijoittelussa kiinnitettiin huomiota niiden valaisumahdollisuuksiin sekä siihen että ne olisivat mahdollisimman hyvin suojassa auton käyttöluonteesta johtuen. Varoitusvilkuiksi eteen tuli majakka tyyppiset Federal Signalin ledimajakat ja takana saman valmistajan pyöreät ledivaroitusvilkut. Työvaloiksi laitettiin joko neliön muotoisia tai asennuspaikan niin salliessa hieman isompia suorakaiteen muotoisia. Valmistaja oli Nordic ja polttimoiden teho 55 W. Työvalojen paikka pyrittiin valitsemaan niin, että ne valaisisivat mahdollisimman hyvin tarkoituksen mukaiseen suuntaan. Edessä alhaalla olevat valot, jotka olivat tarkoitettu peruutusvaloiksi osoittamaan takapyörän alueelle helpottamaan erityisesti maastossa peruuttamista, tuottivat eniten ongelmia, johtuen lavarakenteen alla olevista työlaatikoista. Yleisest valot saatiin sijoitettua hyvin lavarakenteeseen suojaisiin paikkoihin, mistä ne kumminkin valaisevat hyvin. Käyttökokemus vasta osoittaa olisiko jokin paikka ollut parempi ja tarvitaanko ajoneuvoon lisää työvaloja. Valojen lisääminen ainakin on suhteellisen helppoa käytetystä jakorasiasta johtuen.

3.2 Nosturi

Nosturin sähkösuunnittelun ja muutoksien helpommaksi ymmärtämiseksi alla on yksinkertainen kaaviokuva nosturin sähkölaitteista. Kaaviokuva ei ole täysin muutoksien jälkeisestä nosturista, mutta auttaa ymmärtämään millainen ylipäätään on tällaisen nosturin sähköjärjestelmä.



1. Space
2. Pystyrungon liitinrasia
3. Paineanturi
4. Paineanturi
5. Kulma-anturi
6. Kulma-anturi
7. ELINK anturi
8. Tietokone liitäntä
9. Kääntösektorin anturit
10. Spacen relelaatikko
11. Nosturin toimintavalot
12. Karan tunnistimet
13. Vapaakiertoventtiili
14. Päävirtarasia PDB
15. Lisälaiterelerasia
16. DA2 moduuli
17. Vapaakiertoventtiili
18. DA2 moduuli
19. Vastaanotin
20. Koukohallinta laite

Kuva 5. Nosturin sähkökaavio

Nosturin sähkösuunnittelussa keskityttiin tekemään tarvittavat muutokset mahdollisimman pienin muutoksin, joka osoittautui odotettua hankalammaksi. Nosturiin ei voinut alkuperäisten johtojen asennustavan vuoksi tehdä suuria muutoksia. Vetää puomiin esimerkiksi lisää johtoja. Käytimme alkuperäisiä moninapaisia kaapeleita yhdistelemällä johtimia saadaksemme tarvittavan suuret johdin poikkipinta-alat. Ratkaisu ei ole sähköteknisessä mielessä kaikkein paras, mutta tässä tapauksessa välttämätön, koska lisäjohtojen vetäminen puomiin olisi vaatinut mittavaa nosturin purkamista. Ongelmaa aiheutti erityisesti henkilökori, johon tuli kaksikappaletta työvaloja teholtaan 55 W kappale, sekä jibiin tuleva työvalo, joka tuli vielä omalla ohjauksellaan toimimaan nosturin kaukohallinta laitteesta. Näiden työvalojen yhteiskuormitus oli siis 165 W, jolloin maajohdon paksuus tuli ongelmaksi. Nosturin ”runkoa” ei voi käyttää nivelien ja liikkuvien puomien vuoksi maajohtimena Asia saatiin ratkaistua edellä mainitulla alkuperäisen moninapaisen johtimen johtoja yhdistelemällä.

Lisäksi nosturin sähköissä tehtiin myös lisäyksiä ohjausjärjestelmän koteloon henkilökorivarustuksen vaatimalla tavalla, sekä nosturin kaukohallinta laitteista vaadittujen toimintojen aikaan saamiseksi nosturiin asennettiin kaksikappaletta lisärelerasioita. Relerasioista saatiin syöttövirrat ja -jännitteet vinsin ohjaukselle, kuorma-auton kaukokäynnistykselle, -sammutukselle ja -kierrosten nostolle ja nosturiin asennettavien työvaloille. Lisärelerasioita varten otettiin käyttöjännite nosturin PDB rasiasta vapaista virran ottopaikoista, joista otettiin myös nosturin hydraulikkaoljyn jäähdyttimen puhaltimen virta.

3.2.1 Henkilökörin sähkökytkentä

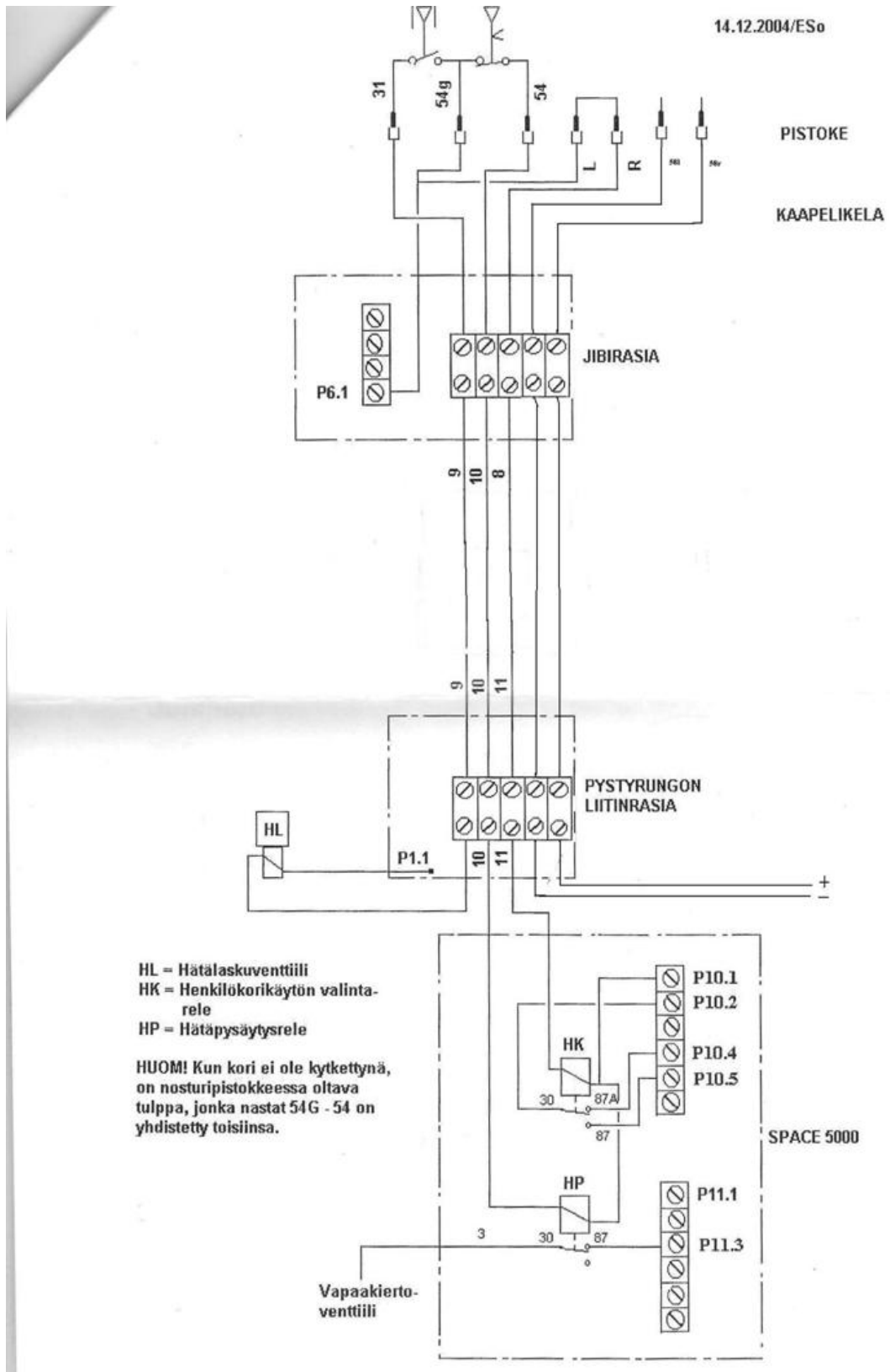
Henkilökörin hätälasku ja -pysäytys toteutettiin alkuperäisen kytkentäohjeen mukaisesti. Kaavioon vain lisättiin henkilökörin työvalojen ja varoitusvilkkujen vaatima virransyöttö. Henkilökörin sähköpistokkeena käytimme 7-napaista peräkärryn pistoketta. Alkuperäisessä ohjeessa lisätään vaihtokärkirele vapaakiertoventtiilille menevään virtajohtimeen. Releelle tulee ohjausjännite

henkilökorin hätäpysäytyspiirin kautta navalle 86, joilloin vaihtokärkireleen navat 30 ja 87 kytkeytyvät ja virtapääsee vapaakiertoventtiin magneettikelalle. Hätäpysäytyspiiri toimii niin, että kun hätäpysäytystä painetaan katkeaa releen ohjausjännite ja vaihtokärkirele palaa lepoasentoonsa yhdistäen releen navat 30 ja 87a. Yleisesti käytössä olevat hätäpysäytys järjestelmät toimivat juurikin jännitteen katkaisuperiaatteella. Tällä varmistetaan se, että jos hätäpysäytyspiirin johtimet ovat katkenneet tai liittimet hapettuneet, niin koko toimilaitetta ei voida käyttää. Tämän vuoksi tilanteessa, jossa nosturiin ei ole kytketty henkilökoria, niin tarvitsee käyttää henkilökorin sähköpistokkeessa sokeaa tulppaa, jossa on yhdistetty henkilökorin hätäpysäytyspiirin navat 54 ja 54g. Hätälasku on toteutettu yksinkertaisella magneettiventtiilillä, joka on taittopuomin hydraulikkaletkuissa. Venttiilissä on kuristettu virtauslinja. Kuristuksen halkaisija on 1,0 mm. Magneettiventtiin kelan ohjausvirtaa ohjataan henkilökorista painonapilla. Alkuperäinen kytkentä sisältää myös nosturin ohjausjärjestelmälle välttämättömän henkilökorin tunnistuksen. Ohjausjärjestelmä puolittaa nostotehon ohjelmallisesti. Tämä on toteutettu myöskin vaihtokärkireleellä ja henkilökorin sähköpistokkeen henkilökorin puoleseen pistokkeseen laittamalla hyppyjohdin pitokkeen napojen L ja R väliin. Tällöin henkilökorin tunnistuksessa oleva vaihtokärkireleen navat 30 ja 87 yhdistyvät. Nosturin ohjausjärjestelmä Space:ssä vaihtokärkirele ohjaa juuri saako liitin P10.4 vai P10.5 jännitettä liittimestä P10.2. Liittimet P10.2 ja P10.5 ovat yhdistyneet vaihtokärkireleen kautta kun henkilökori on kytketty. Sähkökytkennän vaatimat releet asennettiin nosturin ohjainlaatikko Space 5000 sisään, jossa niille oli riittävästi tilaa.

Alla olevassa taulukossa on kerrottu henkilökorin sähköpistokkeen napajärjestys, sekä kuvassa esitetty sähkökaaviona nosturiin tehdyt muutokset henkilökorin kytkemisen yhteydessä.

Taulukko 3. Henkilökoripistokkeen liitimien navat

Pinni	Toiminto
1/L	24V (Henkilökoritunnistuksen)
2/54g	24V
3/31	Hätälaskuventtiin 24 v syöttö
4/R	Henkilökoritunnistusreleen 24 v
5/58r	24V (Henkilökorin valot)
6/54	Hätäpysäytysreleen 24 v
1/58l	Maa



Kuva 6. Henkilökorin kytkentäkaavio

3.2.2 Puomin ja jibin johtosarjan muutokset

Nosturin alkuperäisten johdotuksien muutoksia hankaloittaa alkuperäisten komponenttien liittimien epälooginen järjestys. Space-ohjainjärjestelmän laatikossa yleisesti jokaisen liitin kamman ensimmäinen pinni on maa ja toinen plusvirta (24 V), kun taas Jibin kytkentärasiaassa pinnien järjestys on täysin eri.

Pystyrungon liitin rasiaan vietiin alkuperäisten johtojen lisäksi seitsemän napainen johdin, jossa kunkin johtimen paksuus oli 1,5 mm². Tällä tavoin saatiin liitinrasiaan vietyä lisääjotimia ja varmistettua johtimet yhteen liittämällä riittävä virrankesto. Pystyrungon liitinrasiasta taas eteenpäin oli käytettävissä aluperäisen johtosarjan johtimia riittävästi. Liitinrasiaan tulleen lisäjohtimen värit ja selitykset ovat alempana taulukossa. Lisäjohdin oli välttämätön, koska nosturin puomiin, jibiin ja henkilökoriin tuli työvaloja.

Taulukko 4. Pystyrungon liitin rasiaan lisäjohtimien värikoodit

Väri	Toiminto
Keltainen	Vapaa
Sininen	Maa
Valkoinen	Vapaa
Vihreä	Maa
Ruskea	Henkilökörin 24V
Punainen	Työvalon 24V
Musta	Työvalon 24V

Muutoksia tehtiin myös pystyrungon liitinrasiasta Jibin sähkörasiaan menevään johtosarjaan. Muutoksia tehtiin juurikin jibiin tulevan työvalon ja henkilökoriin tulevien valojen vuoksi. Alempana taulukossa oleva numerointi ja värit ovat Jibin johtosarjan numeroita. Taulukosta selviää numerointi ja värikoodaus. Nosturin puomin ja jibin väliin laitettiin liitin, jotta jibi olisi irroitettavissa. Liittimessä on ainoastaan 10 – pinniä, liittimen runko toimisi 11:sta, mutta sitä ei käytetty, vaan johtimet 1 ja 7 kytkettiin samaan pinniin numeroltaan yksi.

Taulukko 5. Alkuperäisen johtosarjan värikoodit

Väri	Pinni	Toiminto
Ruskea	1	24V
Punainen	2	Jibin paineanturin signaali
Oranssi	3	Jibin paineanturin signaali
Keltainen	4	Jibinkääntöanturin signaali
Vihreä	5	Maa
Sininen	6	Maa
Violetti	7	24V
Harmaa	8	Jib työvalo
Valkoinen	9	Hätälasku
Väritön	10	Hätäseis
Vaalean keltainen	11	Henkilökori signaali

3.2.3 Releet

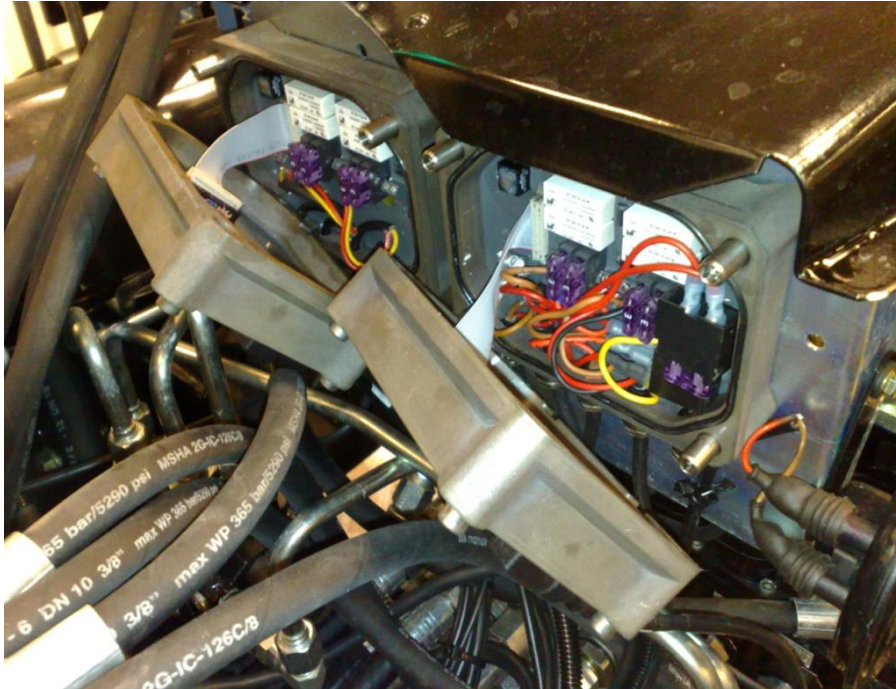
Nosturiin tulevia kaukohallinnasta ohjattavia työvaloja, ajoneuvon kaukokäyttöä ja vinssin ohjaamista varten tarvittiin yhteensä kuusi kappaletta nosturin sähköpiirissä olevaa relettä, joita pystytään ohjaamaan kaukohallinnasta ohjelmoinnin jälkeen. Alunperin nosturissa oli vain yksi lisälaiterelerasia, joka sisälsi neljä relettä joten asensimme toisen lisää.

Nosturin puomissa olevaa työvaloa ohjataan nosturin lisälaitereleellä ja taas Jibin työvaloa tavallisella vaihtokärkireleellä, joka saa ohjauksen puomissa olevan työvalon releeltä. Tämä jätti vapaaksi lisälaiterelepaikkoja mahdollisesti myöhempiä lisäyksiä varten ja kun puomin sekä Jibin työvalot haluttiin joka tapauksessa syttyvän yhtäaikaaisesti niin kytkentä oli mahdollinen. Erillinen vaihtokärkirele tarvittiin, koska lisärelerasian yksittäisen releen maksimi kuormitus on kolme ampeeria. Tämä riittää juuri yhdelle 55 W:n työvalolle.

Ajoneuvon käynnistys, sammutus ja kierrosten nosto vaativat kukin oman releensä, koska toiminnot tapahtuvat kaukohallinnan eri käyttökytkimistä.

Laitoimme nämä toiminnot alkuperäisenä olleeseen lisälaiterelerasiaan, jossa oli käytössä jo yksi rele nosturin työvaloja varten.

Hydraulisen vinssin ohjaus vaati kaksi ohjelmoitavaa lisärelettä, jotta vinssiä pystyy ajamaan sisään ja ulos. Nämä kytkimme alkuperäisen lisärelerasian lisäksi asennettuun lisälaiterelerasiaan. Tähän rasiaan jäi vielä vapaaksi kaksi relettä mahdollisesti jälkeen päin asennettavia lisätoimintoja varten.



Kuva 7. Lisälaiterelerasiat

3.2.4 Nosturin ohjelmointi

Nosturin ohjelmoinnissa ohjelmoitiin toimimaan lisälaiterelerasiaan releet kytkeytymään halutuista kaukohallinnan käyttökytkimistä, asetettiin henkilökorikäytön aikaiset nostotehon rajoitukset sekä määritettiin nosturissa olleen OPS lisälaitteen toiminta. OPS on lisätoiminto, joka esimerkiksi estää nosturin liikuttamisen niin, että se törmää kuorma-auton hyttiin. Tässä ajoneuvossa kyseistä lisävarustetta tarvittiin, koska hydraulista vinssiä voitiin käyttää joko edessä tai takana. Vinssin painon vuoksi sen siirtämiseen edestä

taakse käytetään nosturia apuna. Ohjelmointia varten käytettiin Space Win tietokoneella, joka oli kytketty nosturin ohjainlaite Spaceen liitäntä kaapelilla.

Lisälaitereleiden toiminnan ohjelmointi tapahtui yksinkertaisesti Remote control menusta. Tällöin tarvitsi myös kaukohallintalaite olla kytkettynä kaapelilla radiovastaan ottimeen, jotta tietokoneella valitut tai kirjoitetut symbolit siirtyivät kaukohallinta laitteen näytölle.

Henkilökorikäytön aikainen nostotehon rajoitus ohjelmoitiin yksinkertaisesti lisäämällä Spacen ohjelmaan henkilökori ohjelma. Kun henkilökori kytketään saa nosturin ohjainjärjestelmä tiedon siitä analogisella signaalilla, joka on edellä selostettu. Tällöin ohjainjärjestelmä päästää nostamaan ja ajamaan nosturin jatkoja ulospäin mikäli nosturin nostoteho on kyseisellä alueella on vähintään 700 kg. Henkilökörin painoraja on 350 kg, mutta lain vaatima turvallisuuskerroin asettaa tarvittavaksi nosturin nostotehoksi koko henkilökorin käyttöalueella vähintään 700 kg.

Etusektorin rajoittimen OPS ohjelmointi perustuu osittain pystyvuomin kääntö anturien ja taittopuomin kulma anturien ohjelmointiin tai paikan muuttamiseen. Pystyvuomin kääntösektorin antureiden vastakelevyä jouduttiin mekaanisesti muokkaamaan, jotta nosturin estetty kääntösektori osui hytin kohdalle. Tätä ei pystytty ohjelmallisesti tekemään, toisin kuin taittopuomin kulma-anturin estettävä taittokulma oli ohjelmallisesti muutettavissa. Mekaanisesti muutettu kääntösektori ja ohjelmallisesti ohjelmoitu taittokulma haettiin oikeaksi kokeilemalla.

4. Päätelmät

Sähkösuunnittelu ja sen toteutus sujui päällisin puolin ilman suurempia ongelmia. Toki nosturiin tehdyt muutokset aiheuttivat hieman ongelmia. Suunnittelun osalta eteen tuli paljon juttuja, joita joutui miettimään tarkkaan miten kyseiset asiataan helpoin ja järkevin ratkaista. Mielestäni onnistuin ratkaisemaan eteen tulleet ongelmat kohtuudella. Myös sähkökaavioiden piirtämisessä oli alkuun hieman ongelmaa, koska ohjelma jolla kaaviot piirsin oli minulle uusi. Sen

käytönopetteluun meni hieman aikaa, mutta kun ohjelmaa oppi käyttämään oli se varsin looginen käyttää. Työtä helpotti paljon se, että minulla on itselläni kokemusta sähköasennuksista useammalta kesältä ja olen itsekin toteuttanut erilaisia sähköasennuksia. Osittain siis työnsuunnittelu oli rutiinin omaista, mutta toki joukossa oli paljon uuttakin.

4.1 Ajoneuvon sähkösuunnittelu

Ajoneuvon osalta suunnittelua helpotti, se että autossa oli alkuperäisessä sulake- ja reletaulussa paikkoja riittävästi lisäreleille ja -sulakkeille. Myöskin kyseisessä taulussa oli riittävän suuri virranotto paikka, joka olisi riittänyt aina 100 ampeeriin asti. Myöskin katkaisijat saatiin sijoitettua helposti alkuperäisiin paikkoihin loogiseen järjestykseen. Hieman jouduttiin alunperin olleita katkaisijoita siirtämään eripaikkoihin, mutta se ei oikeastaan tuottanut ongelmia. Hyttiin tehdyt sähkökytkentöjen suunnittelun apuna oli myös alkuperäiset päälirakentajan ohjekirjat ja -tiedotteet. Vaikkakin auto oli malliltaan uusi ja erilainen mitä aikaisemmin on tehty, niin sähkölaitteet ja sähkökomponentit olivat samanlaisia mitä kyseisellä valmistajalla on muissakin ajoneuvoissa. Kaukokäynnistyksen, -sammuksen ja -kierrosten noston signaalit tulivat samaan PSM:n ohjainlaitteeseen samoihin pinneihin kuin muissakin valmistajan malleissa. Tästä asiasta ei ollut täyttä varmuutta, mutta asia varmistui ohjainlaitteen tyyppinumeron perusteella, koska se todettiin samaksi kuin muissakin malleissa.

4.2 Nosturin sähkösuunnittelu

Nosturiin tehdyt muutokset osoittautuivat oikeastaan ainoiksi mahdollisiksi ratkaisuiksi, koska nosturiin ei voi koko puomien matkalle asentaa lisäjohtimia. Ongelman aiheutti suurimmaksi osaksi henkilökoriin tulleet työvalot, koska niiden virrantarve oli niin suuri, että alkuperäisestä johdinnipussa olleivat yksittäisten johtimien poikkipinta-ala ei ollut riittävä. Tämä ongelma ratkaistiin yhdistelemällä yksittäisiä johtimia yhdeksi yhdistämällä niiden päät samaan liitospisteeseen. Tämä ratkaisu ei ole sähkötekniisessä mielessä parasmahdollinen, mutta tässä tapauksessa ainoa mahdollinen edellä kuvattujen ongelmien vuoksi.

4.3 Lavarakenteen sähkösuunnittelu

Lavarakenteen sähköjen suunnittelu sujui helpommin ja oli alkuperinkin katsottuna helpompi. Sähkösuunnittelu lavarakenteeseen sisälsi enemmän ennenstään tuttua ja rutiinin omaisempaa työtä. Myöskin sähköteknisessä mielessä asennukset olivat kohtuu yksinkertaisia. Työvalojen määrä oli vain hieman tavallista isompi. Hieman työvalojen johdotukset aiheuttivat päänvaivaa, koska asennuspaikat olivat osittain hankalia. Esimerkiksi liikkuvien majakkatankojen yhteydessä johdotuksen vetäminen on hieman haasteellisempaa, mutta nämäkin ongelmat olivat aika helposti ratkaistavissa.

5. LÄHTEET

Mercedes-Benz 2009. Mercedes-Benz Zetros Preliminary information for body manufacturers

Hiab 2009. Hiab Space 5000 Service manual

Cargotec Finland, Hiab 2009. Työmääräin 0030191342

Bosch Autoteknillinen taskukirja, 2003. 5-uudistettu painos. Autoalan koulutuskeskus