

Tutkintotyö

Tomi Suvilampi

SÄHKÖKÄYTTÖINEN TARKASTUSPÖYTÄ

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2009

Diplomi-insinööri Mikko Numminen
Nokian Renkaat Oyj, valvojana insinööri Kalle Suominen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma, automaatiotekniikka

Suvilampi, Tomi
Tutkintotyö
Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Maaliskuu 2009
Hakusanat

Sähkökäyttöinen tarkastuspöytä
41 sivua + 30 liitesivua
Diplomi-insinööri Mikko Numminen
Nokian Renkaat Oyj, valvojana insinööri Kalle Suominen
Automaatio, sähkösuunnittelu, mekaaninen suunnittelu

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyön aiheena oli Nokian Renkaat Oyj:n visuaalisessa laaduntarkkailussa käyttämät tarkastuspöydät. Nokian Renkaissa panostetaan laatuun ja ainoana rengasvalmistajana maailmassa renkaat paitsi testataan koneellisesti, myös tarkastetaan visuaalisesti. Kaikki henkilöautorenkaat kulkevat visuaalisen tarkastuksen läpi, jossa tarkastajat varmistavat niiden laadun. Rengas tarkastetaan pyörivän pöydän päällä. Nykyiset paineilmakäyttöiset tarkastuspöydät alkavat olla jo vanhoja. Lisäksi niistä puuttuu pieniä, tarkastajien työtä helpottavia ominaisuuksia.

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa täysin sähköllä toimiva tarkastuspöytä. Sähkön avulla säädetään pöydän korkeus, joka ei vaadi tarkastajalta enää erillistä korkeuden lukitsemista mekaanisesti. Tarkastaja voi avustaa pyöritystään moottorin avulla, valita pöydän pyörimissuunnan, sekä uutena ominaisuutena säätää myös pyörimisnopeuden. Sähköisesti on toteutettu myös moottorin pöytään kiinnittäminen. Pöydän prototyyppi tulee olemaan tarkastajien koekäytössä sekä yrityksen tulevissa investoinneissa vaihtoehtona uusille, jo Venäjän-tehtaalla käytössä oleville paineilmakäyttöisille pöydille.

TAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Department of Electrical Engineering, Automation Technology

Suvilampi, Tomi	Electrically operated quality control table
Engineering thesis	41 pages + 30 appendices
Thesis supervisor	M.Sc. Mikko Numminen
Commissioning company	Nokian Tyres Ltd., supervisor B.Sc. Kalle Suominen
March 2009	
Keywords	Automation, electrical engineering, mechanical engineering

ABSTRACT

The subject of this thesis was the quality control tables used in Nokian Tyres Ltd. Nokian Tyres highly values quality and as an only tyremanufacturer in the world, tyres are not only tested by machine, but visually checked as well. All the tyres pass through visual control, where inspectors check their quality. The tyre is checked on the top of a rolling table. Current tables which are operated by compressed air are getting old and lack some small features that would ease the inspector's work.

The purpose of this thesis was to design and build an electrically operated quality control table. The height of the table is set electrically and no longer requires inspector to lock the height mechanically. The inspector can assist rolling with motor, choose the direction of running and as a new feature: adjust the running speed. Also the movement of the motorlevel is carried out with electricity. The prototype of the table will be in test run and as an option in future investments to new tables in Russian factory which are also operated by compressed air.

ALKUSANAT

Työni osoittautui hyvin opettavaiseksi ja mielenkiintoiseksi, mikä johtui työn monipuolisuudesta ja haastavuudesta. Työssäni pääsin paitsi soveltamaan automaatiopuolelta oppimiani taitoja, myös harjoittelemaan mekaanista ja sähkösuunnittelua.

Erityiskiitokset haluan osoittaa Nokian Renkaat Oyj:n osastoinsinööri Kalle Suomiselle työn mahdollistamisesta ja ideoinnista. Nokian Renkailta haluan lisäksi kiittää työn eri vaiheissa paljon mukana ollutta Jani Leinosta sekä kaikkia muita työssä mukana olleita.

Kiitokset kuuluvat myös automaatiotekniikan lehtori Mikko Nummiselle tutkintotyöni ohjaamisesta sekä ennen kaikkea laadukkaasta opetuksesta.

Tampereella, 27. maaliskuuta 2009

Tomi Suvilampi

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	6
2	NOKIAN RENKAAT OYJ	7
2.1	HISTORIA JA YRITYSTIETOA	7
2.2	TUOTTEET JA LIKEVAIHTO	8
2.3	MARKKINA-ALUEET JA MARKKINOINTITIETOA	9
2.4	VISUAALINEN TARKASTUS	9
3	LÄHTÖTILANNE	11
3.1	NYKYISTEN PÖYTIEN TUTKIMINEN	11
3.2	KYSELY TARKASTAJILLE	13
4	ESISUUNNITTELU	14
4.1	KORKEUDEN SÄÄTÖ	14
4.2	PÖYDÄN PYÖRITYS	15
4.3	MOOTTORIN PÖYTÄÄN KIINNIAJO	17
5	MEKAANINEN SUUNNITTELU	19
5.1	JALKA	19
5.2	PILARIN YLÄPÄÄ	20
5.3	MOOTTORITASO	21
5.4	PÖYTÄLEVY	22
5.5	PYÖRITYSRULLA	23
5.6	PÖLYSUOJA	23
5.7	SARANAN AKSELI	24
5.8	PÖYDÄN KOKOONPANO	24
6	SÄHKÖSUUNNITTELU JA KOMPONENTIT	26
6.1	KYTKENTÄKOTELO, SYÖTTÖ JA SUOJAUKSET	26
6.2	OHJAUKSET	27
6.3	MOOTTORIN SYÖTTÖ JA SUOJAUS	28
6.4	SÄHKÖKUVAT	29
6.5	LOGO!N OHJELMOINTI	30
7	PÖYDÄN KOKOAMINEN	32
7.1	MEKAANINEN KOKOAMINEN	32
7.2	SÄHKÖKYTKENNÄT	34
8	KÄYTTÖ	35
8.1	TESTAUS JA SÄÄDÖT	35
8.2	KÄYTTÖOHJE	36
8.3	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS JA RISKIENHALLINNAN KARTOITUS	37
9	YHTEENVETO	38
9.1	PALAUTEKYSELY TARKASTAJILLE	38
9.2	JATKOKEHITYS	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	41

1 JOHDANTO

Nokian Renkailla renkaiden laatu varmistetaan visuaalisesti. Tämä tapahtuu pyörittämällä rengasta pöydän päällä. Käytössä olevat vanhat pöydät ovat palvelleet hyvin tarkoitustaan, mutta alkavat olla kohta jo kaksikymmentä vuotta vanhoja. Lisäksi niistä puuttuu pieniä, tarkastajien työtä helpottavia ominaisuuksia.

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa täysin sähköllä toimiva pöytä. Sen korkeuden piti olla säädettävissä siten, ettei se vaadi käyttäjää erikseen lukitsemaan korkeutta. Pöydän pyörimisnopeuden tuli myös olla säädettävissä. Pöytää pyörittävää moottoria ei pidetä kiinni pöytälevyssä koko aikaa, koska tämä aiheuttaa kitkaa ja näin ollen vaatii tarkastajaa käyttämään enemmän voimaa. Tämä on niin sanottu ”vapaa pyörytys.” Moottorin siis piti olla ohjattavissa pöytään kiinni ja siitä irti.

Pöydän prototyyppi tulee tarkastajien koekäyttöön ja lisäksi se tulee toimimaan vaihtoehtona yrityksen investoinneissa jo Venäjän tehtaalla käytössä oleville uusille pöydille.

2 NOKIAN RENKAAT OYJ

2.1 Historia ja yritystietoa /1/

Nokian Renkaat Oyj on vuonna 1988 perustettu yhtiö, joka listautui Helsingin Arvopaperipörssiin vuonna 1995. Yhtiön juuret ulottuvat vuoteen 1898, jolloin perustettiin Suomen Gummitehdas Oy. Polkupyöränrenkaiden valmistus alkoi vuonna 1925 ja henkilöautonrenkaiden valmistus vuonna 1932. Tunnetuin merkkituote, Nokian Hakkapeliitta, tuli tuotantoon vuonna 1936.

Nokian Renkaat on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa henkilöautojen kesä- ja talvirenkaita sekä raskaiden koneiden erikoisrenkaita. Yhtiö on Pohjoismaiden suurin pinnoitusmateriaalien valmistaja ja pinnoittaja. Nokian Renkaat toimii pääosin renkaiden jälkimarkkinoilla. Jatkuvasti uudistuva tuotevalikoima ja asiakkaalle aitoa lisäarvoa tuottavat innovaatiot ovat yhtiön keskeisiä menestystekijöitä.

Nokian Renkaiden tuotekehitys, hallinto ja markkinointi sekä valtaosa tuotannosta ovat Nokialla. Yhtiöllä on kaksi omaa tuotantolaitosta, toinen Nokialla Suomessa (Kuva 1) ja toinen Vsevolozhskissa Venäjällä. Venäjän tehdas on uusi, ja se aloitti toimintansa kesällä 2005. Osa Nokian-merkkisistä renkaista tehdään sopimusvalmistuksena yhteistyökumppaneitten tehtailla. Yhtiöllä on sopimusvalmistusta USA:ssa, Indonesiassa, Kiinassa ja Slovakiassa. Omat myyntiyhtiöt toimivat Ruotsissa, Norjassa, Venäjällä, Saksassa, Sveitsissä, Tsekin tasavallassa, Ukrainassa, Kazakstanissa ja Pohjois-Amerikassa.



Kuva 1 Nokian Renkaat Oyj, Nokian tehdas /2/

2.2 Tuotteet ja liikevaihto /1,3/

Tulosityksikkö kehittää ja valmistaa kesä- ja talvirenkaita henkilö- ja jakeluautoihin. Ydintuotteita ovat nastalliset ja nastattomat talvirenkaat sekä korkean nopeusluokan kesärenkaat, jotka ovat rengasalan nopeimmin kasvavia segmenttejä. Pääosa liikevaihdosta tulee Pohjoismaista ja Venäjältä. Muita tärkeitä markkina-alueita ovat Itä-Eurooppa, Alppialue ja Pohjois-Amerikka.

Henkilö- ja jakeluautojen tuotevalikoima uudistuu nopeasti, ja Nokian-merkkiset renkaat ovat saavuttaneet yhtiön päämarkkinoilla vahvan aseman. Tuotekehitystyötä ohjaavat kestävän turvallisuuden periaate sekä turvallisuutta edistävät tuoteinnovaatiot, joista Nokian Renkaat on kuuluisa.

Liikevaihto koostuu kokonaisuudessaan neljästä tulosityksiköstä, jotka ovat Henkilö- ja pakettiauton renkaat, Raskaat Renkaat, Vianor, Pinnoitustoiminnot ja kuorma-auton renkaat. Nokian Renkaiden liikevaihto ylitti miljardin euron rajan vuonna 2007. Liikevaihto oli tuolloin 1025,0 miljoonaa euroa, muutos oli 22,6 % vuoden 2006 liikevaihtoon verrattuna.

Liikevaihdoltaan Nokian Renkaat on Euroopan viidenneksi suurin rengasvalmistaja. Maailmassa on arviolta kaikkiaan 130 rengasalan valmistajaa, joista Nokian Renkaat on kooltaan viidenneksitoista suurin.

2.3 Markkina-alueet ja markkinointitietoa /1/

Nokian Renkaiden ja Nokian Raskaiden Renkaiden tuotteita viedään noin 60 maahan. Suurimmat vientimarkkina-alueet ovat Pohjoismaat, Venäjä, Pohjois-Amerikka, Itä-Eurooppa ja alppimaat, eli maat, joissa on lunta, metsää ja vuodenaikojen vaihteluista tai muista syistä johtuvat vaativat ajo- ja käyttöolosuhteet. Yhtiön laskutuksesta 70 % tulee ulkomailta.

Nokian Renkaiden tavoitteena on vahvistaa markkina-asemaansa Pohjoismaissa, Venäjällä ja Baltian maissa kaikissa tuoteryhmissä. Tavoite pyritään saavuttamaan uudistuvan tuotevalikoiman ja laajentuvan rengasketjun avulla. Nokian Renkaiden tavoitteena on vahvistaa myös maailmanlaajuisesti markkina-asemaansa pohjoisiin oloihin suunnitelluissa ydintuotteissa.

2.4 Visuaalinen tarkastus

Nokian Renkailla panostetaan laatuun ja ainoana rengasvalmistajana maailmassa renkaat paitsi testataan koneellisesti, myös tarkastetaan visuaalisesti. Kaikki henkilöautorenkaat tulevat paistamisen jälkeen visuaaliseen tarkastukseen (Kuva 2). Paistamisen, laadun varmistamisen ja mahdollisen nastoituksen jälkeen rengas on käyttövalmis. Tarkastuksessa työskentelevät henkilöt tarkastavat renkaat visuaalisesti ja varmistavat niiden laadun. Mikäli laatu on priima, lähetetään rengas kuljettimia pitkin eteenpäin kohti koodausta, jossa rengas ohjataan oikeaan paikkaan. Samanlaiset renkaat välivarastoidaan kuljetinradoille tai manipulaattoreihin odottamaan koneellista testausta ja varastolle lähetystä. Jos renkaan laadussa on jotain poikkeavaa, lähetetään rengas kuljettimella luokittelijalle. Luokittelija tekee viimeisen päätöksen renkaan laadusta: onko se priima, romu, vai korjauskelpoinen, eli voiko sen helposti korjata ”klinikalla” priimaksi.

Visuaalisessa tarkastuksessa työskentelee vuorosta riippuen kuudesta kahdeksaan henkilöä. Tarkastajilla on käytössään kahdeksan pöytää, joilla renkaat tarkastetaan. Renkaan rutiinitarkastuksessa rengas harvoin asetetaan pöydälle vaakatasoon ”makaamaan.” Rengasta pyöritetään siten, että sen kaikki pinnat ja mahdolliset viat ovat helposti havaittavissa valoa vasten. Pöydät on sijoitettu

tulokuljettimien alapuolelle. Kullekin ”tarkastuspöydälle” tulee erilaisia renkaita riippuen siitä, miltä paistolinjalta ne ovat peräisin.



Kuva 2 Nokian Renkaat Oyj, visuaalinen tarkastus

3 LÄHTÖTILANNE

3.1 Nykyisten pöytien tutkiminen

Työ aloitettiin tutkimalla vanhojen pöytien (Kuva 3) ominaisuuksia. Niiden perustoimintaperiaatteet ja mitoitus havaittiin hyviksi, joten niitä päätettiin hyödyntää myös uuden pöydän suunnittelussa. Varsinaisesti ei siis keksitty mitään uutta, vaan pikemminkin uudistettiin vanhaa. Rakenteeltaan pöydät ovat melko yksinkertaisia: teräksinen pöytälevy tolpan päässä. Tarkastaja säätää pöytälevyn suunnilleen vyötärönsä korkeudelle. Säätömahdollisuus on ala-asennon 80 cm:stä yläasennon 100 cm:iin. Pöytälevy itsessään on pyöreä, noin 65 cm halkaisijaltaan ja 10 mm paksuudeltaan. Se on laakeroitu keskeltä siten, että pöytä voi pyöriä vapaasti akselinsa ympäri.

Painavia renkaita tarkastaessaan tarkastaja voi avustaa pyöritystään moottorilla. Moottori käynnistyy poljinta painamalla, mikä ohjaa moottorin kiinni pöytälevyn alapuoleen ja alkaa pyörittää sitä. Moottoripyöriksen avulla myös purseiden¹ poistaminen on helpompaa.

Seuraavaksi mitattiin kaikkien kahdeksan pöydän pyörimisnopeudet. Mittaus suoritettiin optisesti takometrillä heijastinta hyödyntäen. Toisin sanoen pöytään kiinnitettiin heijastava kappale, jonka yläpuolella takometriä pidettiin paikallaan. Takometri laskee keskiarvon siitä, kuinka monta kertaa minuutissa kappale vilahtaa sen ohi. Takometrin merkki oli SKF Digital ja malli Drelloscop CT7. Pöytien pyörimisnopeudet vaihtelivat todella paljon, minkä voi todeta myös taulukon 1 mittaustuloksista.

Taulukko 1 Pöytien pyörimisnopeudet

Pöytä	1	2	3	4	5	6	7	8
Pyörimisnopeus / rpm	98	63	87	56	101	59	63	95

¹ Purse on renkaan valmistuksessa syntyneitä ylimääräistä, paistunutta kumia. Se ei vaikuta mitenkään renkaan laatuun, mutta saattaa liiallisena olla visuaalinen haitta.

Vanhojen pöytien fyysisistä ominaisuuksista poimittiin seuraavat tiedot uuden suunnitteluun: Korkeus pitää saada säädettyä alimmillaan noin 80 cm korkeudelle. Ylimmillään se saa ylittää 100 cm, koska osa tarkastajista käyttää pöytiä jo nyt yläasennossa. Pyörimisnopeuden tulee olla säädettävissä aina 110 rpm:ään asti, johon se kuitenkin turvallisuussyistä rajoitetaan. Pöytälevyn halkaisijaksi valittiin 65 cm.



Kuva 3 Käytössä oleva tarkastuspöytä

3.2 Kysely tarkastajille

Pöydän käyttäjienkin haluttiin antaa vaikuttaa ratkaisuihin. Tarkastajille kirjoitettiin kysely, jonka annettiin olla visuaalisen tarkastuksen ilmoitustaululla kaksi viikkoa, jotta kaikki ehtivät lukea sen. Kysely ja siihen saadut vastaukset löytyvät liitteestä 1. Pöydän alustava hahmotelma oli jo tässä vaiheessa valmis, joten sekin esiteltiin tarkastajille.

Työskenneltyäni tarkastuksessa viitisen vuotta tunnen vanhojen pöytien puutteet ja viat melko hyvin. Ajan myötä pöytien paineilmaliitokset ovat alkaneet vuotaa ja pitää sihinää. Korkeuslukitukset ovat monessa pöydässä rikki ja niiden avaamiseen ja lukitsemiseen pitää käyttää reilusti voimaa. Myös korkeutta säättävät sylinterit ovat muutamassa pöydässä vioittuneita, eivätkä välttämättä säilytä korkeuttaan. Suurin häiritsevä tekijä on kuitenkin pöytiä pyörittävät moottorit. Tarkastaja ei voi itse säätää niiden pyörimisnopeutta ja pöytien pyörimisnopeudet saattavat vaihdella todella paljon, jopa lähes kaksinkertaisesti.

Tarkastajilta saadut ehdotukset jäivät varsin vähäisiksi, kun tulevista parannuksista kerrottiin jo heille suoritettussa kyselyssä. Muutama huomion arvoinen seikka kuitenkin tuli ilmi. Toivottiin kahta erillistä pyörityspoljinta: toinen asennettuna kiinteästi pöytään ja toinen irrallisena maassa. Lisäksi pyydettiin varmistamaan, ettei kävisi kuten edelliselle Venäjän tehtaalla olleelle prototyypipöydälle, josta vapaapyöritys puuttui kokonaan.

4 ESISUUNNITTELU

Ennen mekaaniseen suunnitteluun etenemistä piti valita pääkomponentit, joilla pöytää operoitaisiin, ja rakentaa runko niiden ympärille. Oli mietittävä, miten pöydän nosto, pyöritys ja pyörityksen pöytään kiinniajo toteutettaisiin.

4.1 Korkeuden säätö

Ensin alettiin ideoida pöydän korkeuden säätöä. Sen tuloksena keksittiin muutama erilainen harkinnanarvoinen menetelmä. Vanhojen pöytien korkeutta säädettiin paineilmaikäyttöisillä sylintereillä, mikä vaikutti nytkin hyvältä ratkaisulta, kun sylinteri vaihdettaisiin sähkötoimiseksi. Sylinterin käyttö sovelluksessa edellyttäisi kuitenkin myös korkeuden lukitusta tai vaihtoehtoisesti isompaa sylinteriä, jossa olisi enemmän voimaa säilyttämään pöydän korkeus. Sähkökäyttöiset sylinterit osoittautuivat kuitenkin todella kalliiksi paineilmaikäyttöisiin verrattuna. Toisin kuin paineilmaikäyttöiset sylinterit, sähkökäyttöiset sylinterit eivät koostu pelkästään sylinteristä, vaan sylinteriä ohjataan moottorin avulla. Jo pienimpien sylintereiden hinnat toimilaitteineen ja perustarvikkeineen alkoivat 1500 eurosta. Pöydän lopullisen hinnan haluttiin kuitenkin pysyvän järkevissä rajoissa, joten tämä vaihtoehto hylättiin.

Seuraavaksi mietittiin moottorin sopivuutta korkeuden säätöön. Moottori tehokkaalla jarrulla varustettuna ei vaatisi edes korkeuden lukitsemista. Pöydälle rakennettaisiin jalka, jossa olisi kaksi sylinteriä sisäkkäin, profiilit kiinni toisissaan. Ulompi tukisi pöytää ja pitäisi sen suorassa, sisempi taas liikkuisi sen sisällä ja säätäisi näin korkeutta. Ulompi sylinteri olisi yhdestä sivustaan avonainen ja sisempään hitsattaisiin tälle kohtaa hammasrusketti. Moottori asennettaisiin vaakatasoon ja sen akseliin kiinnitettäisiin hammasratas, joka nostaisi ja laskisi pöytää. Moottori olisi sähkösylinteriä huomattavasti edullisempi ratkaisu, mutta toteutus alkoi kuulostaa vaikealta ja sen toimivuutta pidemmällä aikavälillä alettiin epäillä. Kaiken lisäksi tiedettiin, että moottoria tultiin tässä työssä hyödyntämään jo muussakin yhteydessä. Tämäkään toteutusvaihtoehto ei siis kuulostanut toteuttamiskelpoiselta.

Sylinteri- ja moottoritoteutuksien jälkeen ei mieleen enää tullut sovellukseen sopivaa laitetta. Isosta tehtaasta kuitenkin löytyy paljon laitteita ja automatiikkaa, joten tutkittiin löytyisikö jokin sovellus, jossa säädettäisiin korkeutta ja joka toiminnaltaan olisi muutenkin samantyyppinen.

Renkaan teippikoneen korkeutta säädettiin nostopilarin avulla. Tällaisen ratkaisun arveltiin soveltuvan myös tarkastuspöytään. Laitteen tiedoista kävi ilmi, että nostopilari on tarkoitettu nimenomaan pöydän nostoa varten. Sitä pystytään käyttämään paitsi pöytien nostoon, myös useissa teollisuuden edellyttämässä sovelluksissa. Sen valmistaja on tanskalainen Linak, ja malliltaan se on DL2 (Desklift 2). Nostopilarin ohjaus tapahtuu yksinkertaisimmillaan ylös- ja alaspäin tai vaihtoehtoisesti logiikan ohjaamana. Poikkileikkaukseltaan pilari on suorakaiteen muotoinen ja materiaaliltaan alumiinia. Pilarissa on kaksi sisäkkäistä profiilia, joista sisempää nostetaan ja lasketaan toimilaitteen avulla. Toimilaitteena on karamoottori, joka takaa kantavuuden aina 1500 N asti. Tämä arveltiin vähintään riittäväksi, sillä painoa pilarin päähän ei kertyisi 150 kg:a. Lisäksi valmistajalla oli pilarista edullinen tarjous ja tuote oli kiinnostava myös ohjauksen helppouden takia. Siksi pilari valittiin tähän sovellukseen.

4.2 Pöydän pyöritys

Pöydän pyörityksessä tulisi hyödyntämään moottoria, mutta mikä moottori tarkoitukseen parhaiten soveltuisi ja miten se pöytää pyörittäisi, oli vielä kyseenalaista. Moottorilta edellytettiin suhteellisen pientä kierrosnopeutta, sen säätömahdollisuutta potentiometrillä sekä käynnistystä rampilla. Tarvittiin siis myös taajuusmuuttaja. Pyörityksen toteutus edellytti mekaaniseen suunnitteluun paneutumista.

Vanhoissa pöydissä moottori on pöydän alla vaakatasossa, ja käynnistyessään sylinteri painaa moottorin akselissa kiinni olevan kumitetun pyöritysrullan kiinni pöydän pohjaan. Sähkömoottori on kooltaan paineilmamoottoria huomattavasti suurempi, eikä välttämättä mahtuisi vaakatasossa pöydän alle. Moottori päätettiin asentaa pystyyn ja perinteisemmän jalkakiinnityksen sijaan valittiin laippakiinnityksellinen moottori. Tällöin pöytälevyn alapuolelle, lähes ulkoreunaan,

hitsattaisiin noin 40 mm korkea ”kaulus”. Moottorin pyörittämisellä painautuisi tätä vasten pyöriessään. Näin rulla saisi ison kosketuspinnan silloin, kun vastakkainenkin pinta on pyöreä. Verrattuna tasaisen pinnan pyörittämiseen saataisiin myös lisää vääntöä.

Seuraavaksi laskettiin kierrosnopeusväli, jolla moottoria käytettäisiin. Kuten jo vanhojen pöytien tutkimisessa osoittautui, tuli pöydän nopeuden olla säädettävissä välillä 50 - 110 rpm. Kaulus asennettiin pöydän pohjaan siten, että sen halkaisijaksi muodostui 550 mm. Tällöin sen kehän pituus on noin 1730 mm. Kaulusta vasten pyörivän pyörittäjänsä halkaisija on 110 mm ja sen kehän pituus noin 350 mm. Pyörittäjänsä pöytää täyden kierroksen rulla pyörii noin 5 kierrosta. Pöydältä edellytetty kierrosnopeus oli välillä 50 - 110 rpm. Tällöin moottorin kierrosnopeus pitää olla viisinkertainen siihen nähden, eli välillä 250 - 550 rpm.

Keskusteltiin automaatio-osaston insinöörien kanssa työhön soveltuvasta moottorista ja tultiin siihen tulokseen, että siihen sopisi Sewin valmistama moottori, jossa on integroitu taajuusmuuttaja ja ohjearvomuuunnin. Tämä moottori täytti kaikki vaatimukset: pyörimisnopeus voitaisiin säätää ja luoda rampin avulla pehmokäynnistys. Kaiken lisäksi moottori oli ominaisuuksiinsa nähden melko edullinen ja sen kierrosnopeus alkoi sopivasti 280 rpm:stä ja jatkui aina 1400 rpm:n asti. Pöytälevyn pyörittäminen ei vaadi paljon tehoa moottorilta, eikä pilarin yläpäähän kohdistuvaa painoa haluttu lisätä. Siksi moottoriksi valittiin mallisarjan pienitehoisin moottori, Sewin valmistama Movimot DR71S4. Varauduttiin kuitenkin siihen, että moottorin teho ei riittäisikään, joten valittiin isomman koon laippakiinnitys. Tällöin valittu moottori voidaan tarvittaessa korvata seuraavaksi tehokkaimmalla mallilla ilman rakenteellisia muutoksia. /4/

4.3 Moottorin pöytään kiinniajo

Moottorin pöytään kiinniajo edellytti mekaaniseen suunnitteluun paneutumista. Tiedettiin jo, että moottori asennetaan pystyyn ja että se tulee olemaan laippakiinnityksellinen. Mietittiin, miten moottori saataisiin ajettua kiinni kaulukseen ja siitä irti. Yksinkertainen vaakatasossa tapahtuvaa eteen-taakse -liike voitaisiin toteuttaa kiskoilla. Tämä kuitenkin vaatisi työntävältä komponentilta suhteellisen paljon voimaa ja kiskot saattaisivat jossakin vaiheessa leikata kiinni, joten ajatus hylättiin.

Päädyttiin käyttämään tasoa, joka on saranoituna päästä ja toisesta päästä toimilaitte työntää tason ”ulos”. Näin pyöritysruulla ottaa kiinni kaulukseen. Seuraavaksi pohdittiin millä toimilaitteella tasoa saranan varassa tultaisiin kääntämään. Sylinteri vaikutti pitkään ainoalta ratkaisulta, mutta kuten jo edellä todettiin, se olisi ollut kallis.

Renkaansiirtokattokuljettimesta löydettiin sovellus, jossa solenoidin avulla käännettiin kiskoa. Solenoidin valmistajalta ei valitettavasti löytynyt sopivaa mallia eikä myöskään jälleenmyyjää Suomesta. Useiden hakujen jälkeen löydettiin Suomesta yritys, joka pystyisi toimittamaan sopivan solenoidin. Solenoidin piti olla kahdella kelalla varustettu eli kaksitoiminen. Sillä piti pystyä sekä työntämään että vetämään. Yksitoimisia solenoideja löytyi moneltakin valmistajalta, mutta pelkkä jousipalautus ei jaksaisi vetää pyöritysruulaa irti kauluksesta. Kaksitoiminen solenoidi on toiminnaltaan käytännössä samanlainen kuin sylinterikin, mutta sen männän liike on huomattavasti pienempi. Sovellukseen olisi helposti riittänyt 10 mm:n liikerata, mutta tässä solenoidissa se on 25 mm. Jo pieninkin sylinterin 100 mm:n liikerata olisi ollut liikaa ja se olisi tarvinnut rajoittaa. Kaiken lisäksi solenoidin valintaa puolsi se, että se maksoi vain kolmanneksen sylinterin hinnasta.

Sopivan solenoidin valintaan vaikutti oleellisesti kolme tekijää: voima, kuormitus aika ja fyysinen koko. Kuormitusajalla tarkoitetaan sitä, kuinka kauan solenoidia voidaan pitää jännitteisenä tietyn ajanjakson aikana. Jos tuo aika ylittyy, on vaara, että solenoidi alkaa kuumeta ja palaa rikki. Mitä pienempi

kuormitusaika on, sitä suuremman voiman solenoidi tarjoaa. Moni tarkastaja kuitenkin käyttää pyöritystä yhtenä, joten solenoidia jouduttaisiin pitämään jännitteisenä koko ajan. Turvallisuus- ja kestävyysyistä valittiin siis solenoidi, jota voidaan pitää jännitteisenä jatkuvasti. Jotta saatiin riittävä voima, valittiin mitallisesti isomman kokoluokan solenoidi. Rajoittavana tekijänä oli, että solenoidin piti mahtua pilarin yläpään ja pöytälevyn väliin. Tuo mitta on 100 mm. Solenoidiksi valittiin Isliker Magnetin UGd-90.25, joka tarjoaa voimaa 90 N.

5 MEKAANINEN SUUNNITTELU

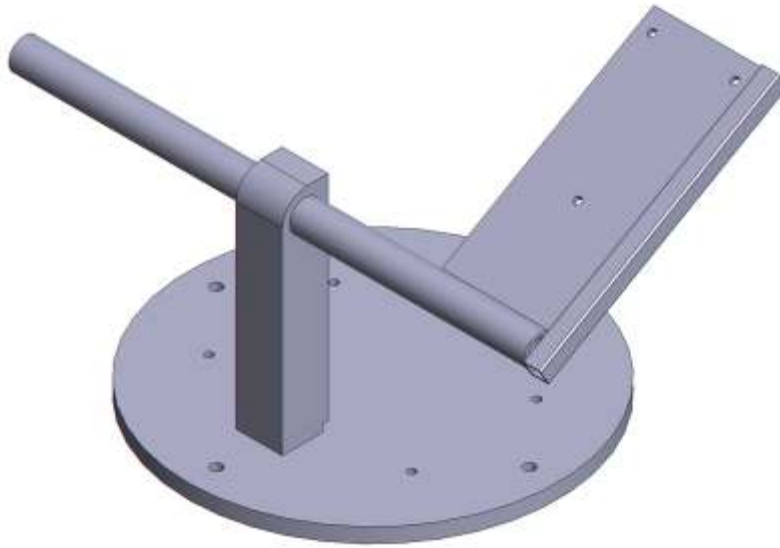
Pääkomponenttien valinnan jälkeen alettiin suunnitella pöydän mekaanista puolta. Se olikin tutkintotyön työläin ja aikaa vievin vaihe. Halusin kuitenkin viedä suunnittelun alusta loppuun asti itse, enkä antaa tätä osuutta jonkun muun hoidettavaksi. Suoranaisestihan se ei sähkötekniikkaan liity, mutta koin sen kuitenkin mielenkiintoiseksi sekä hyväksi tutkielmaksi konetekniikan-koulutusohjelmasta.

Kappaleet mallinnettiin kotimaisella Vertex-suunnitteluohjelmalla. Paitsi että ohjelma on käyttöliittymältään hyvin yksinkertainen, se on myös suomenkielinen. Osat piirretään ohjelmalla oikeankokoisiksi ja -muotoisiksi. Tämän jälkeen kappaleesta laaditaan piirustus, jossa se on kuvattu kaikista tarvittavista suunnista mitoitusta varten. Mitoituksen jälkeen kappale on valmis alihankkijan työstettäväksi. Mitoitettavia kappaleita oli seitsemän kappaletta. Osa niistä oli rakenteeltaan ja suunnittelultaan melko yksinkertaisia. Osa vastaavasti vaati pidempää suunnittelua sekä huomattavasti enemmän mittoja.

Nostopilarin yläpäähän kohdistuva paino haluttiin minimoida, mutta kappaleista piti kuitenkin tulla tarpeeksi rasitusta kestäviä. Suurimpana haasteena oli saranan varassa kääntyvä moottoritaso. Kappaleiden mitoituspiirustukset ovat liitteessä 2.

5.1 Jalka

Rungon jalka (Kuva 4) oli rakenteeltaan kappaleista vaikeimpia, mutta siihen ei suunnittelun aikana kuitenkaan tullut suuriakaan muutoksia. Tämä johtui siitä, että siihen kiinnittyi pelkästään nostopilari. Lisäksi kappaleen painosta ei tarvinnut huolehtia, sillä se tuli suoraan lattiaan kiinni. Materiaaliksi valittiin teräs kestävyytensä vuoksi. Pohjalevyn halkaisijaksi tuli 400 mm. Tämän mittainen se oli vanhoissa pöydissäkin. Näin kiinnitysreiät saatiin tarpeeksi etäälle toisistaan. Jalkatuen korkeudesta tuli lähes sama kuin vanhoissa pöydissä. Jalkatukeen hitsattiin myös taso, johon toinen pyörityspoljin asennettiin kiinteästi.



Kuva 4 Pöydän jalka

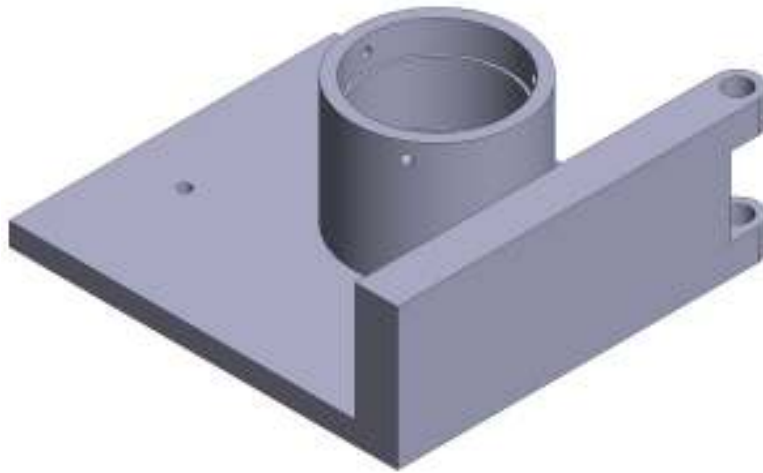
5.2 Pilarin yläpää

Pilarin yläpää (Kuva 5), kuten moottoritasokin vaati laajempaa suunniteltua, jotta päästiin toimivaan, mutta tarpeeksi kevyeen ratkaisuun. Ensin suunniteltiin, että moottoritasoa työntävä toimilaite olisi pilariin nähden keskellä ja liikerata olisi suora. Näin yläpäästä olisi tullut toivottua korkeampi, koska laakeripesä olisi ollut vasta tämän toimilaitteen yläpuolella. Pohjan mitoista tehtiin riittävän suuret, jotta solenoidi saatiin mahtumaan helposti laakeripesän viereen.

Nykyisissä pöydissä laakerointi on toteutettu auton pyörän navalla. Se on kuitenkin koettu hiukan raskaaksi, joten mietittiin vähemmän kitkaa aiheuttavaa toteutusta. Lisäksi laakeroinnista pyrittiin tekemään mahdollisimman huoltoystävällinen siten, että laakerit ovat tarvittaessa nopeasti ja helposti huoltomiehen vaihdettavissa. Laakerointi toteutettiin kahdella päällekkäin olevalla urakuula-laakerilla. Niitä ei kuitenkaan asennettu kiinni toisiinsa, vaan jätettiin väliä 40 mm. Tämä puolestaan mahdollisti sen, että pöytälevystä tuli pitkäakselisena mahdollisimman tukeva. Laakeripesän sisään pohjalevyyn tehtiin kolme läpireikää, joiden ansiosta mahdollisesti kiinnileikkaantuva laakeri saadaan naputtamalla irti. Laakerit ovat erikokoiset: alempi on halkaisijaltaan hieman ylempää pienempi. Pesään voitiin siis tehdä kummallekin laakerille omat tasot,

joita vasten ne lepäävät. Alempaa ei tarvitse lukita mitenkään, ylempi lukitaan kolmella pesän seinämän läpi tulevalla ruuvilla.

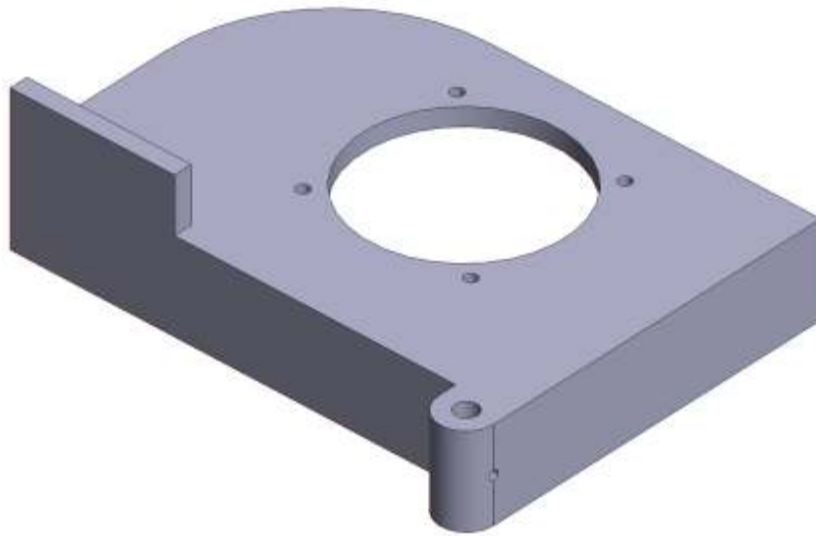
Lattarauta, jonka päähän saranat on tehty, oli alun perin paksuudeltaan 50 mm ja pohjan profiili paksuudeltaan 30 mm. Näillä mitoilla kappaleen painoksi tuli kuitenkin yli 30 kiloa. Terästen profiilitaulukkojen tarkastelun jälkeen profiileja ohennettiin, pohja on nyt 16 mm ja saranan levy 30 mm.



Kuva 5 Nostopilarin yläpää

5.3 Moottoritaso

Moottoritason (Kuva 6) suunnittelu ja mitat olivat suoraan yhteydessä yläpään osan suunnitteluun, koska kappaleet olivat kiinni toisissaan. Niinpä niitä mallinnettiin samanaikaisesti aina välillä varmistaen, että ne sopivat toisiinsa. Mittoja muutellessa oli aina syytä tehdä varmistus, sillä törmättiin ongelmiin kuten tason ottaminen kiinni pöytälevyn kaulukseen. Moottori pultattiin tasoon kiinni alhaalta päin. Taso on paksuudeltaan 10 mm, mikä varmasti riittää moottoria kannattelemaan, vaikka se painaakin 9 kg. Toisesta reunastaan taso pyöristettiin, jottei se näyttäisi rumalta ylhäältä päin katsottaessa. Tässäkin rauta, jonka päähän sarana on tehty, on paksuudeltaan 30 mm. Lukitusta varten tehtiin vielä akseliputkeen reikä ja kierteet pulttia varten.



Kuva 6 Moottoritaso

5.4 Pöytälevy

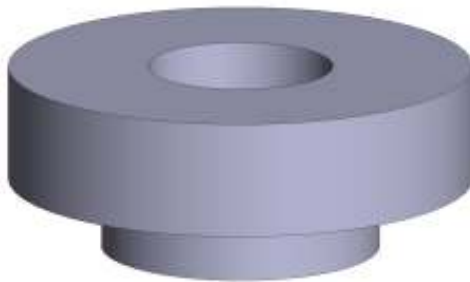
Itse pöytälevyn (Kuva 7) suunnittelu ei ollut yhtä monimutkainen prosessi kuin sen akselin suunnittelu. Kuten laakeripesään, tehtiin siihenkin useampi porras. Isompi laakeri on tietysti sisähalkaisijaltaankin isompi ja se painetaan akselin yläpäähän asti, portaaseen kiinni. Alapuoleltaan se lukitaan kiinni akseliin lukitusrenkaalla, ja pesäänsä se lukitaan kolmella pultilla. Näin pöytälevy on kiinnitetty yläpäähän huolellisesti. Sitä ei voi nostaa pois paikaltaan lukituspultteja avaamatta. Vastaavasti pöydän kokoamisvaiheessa alemmaa laakeria ei laiteta kiinni akseliin vaan suoraan laakeripesään.



Kuva 7 Pöytälevy

5.5 Pyöritysrolla

Pyöritysrollasta (Kuva 8) tuli suunnittelun aikana monia erilaisia variaatioita. Pääpiirteittään se pysyi kuitenkin samanlaisena: pelkästään kiinnitystapa moottorin akseliin muuttui. Aluksi siihen suunniteltiin tavallista kiilaurakiinnitystä, joka olisi pultilla kiinni akselin päästä. Kappaleiden valmistaja oli kuitenkin sitä mieltä, että siihen olisi työstämisen kannalta olemassa helpompikin ratkaisu. Kappaleesta tulikin lopulta yksinkertainen. Akseliin se kiinnitetään Kofix-kiristuselementillä. Tällä saavutettiin myös se, ettei rulla voi leikata akseliin kiinni, jolloin tarvittaisiin ulosvetäjää. Rullan halkaisijaksi tuli 90 mm. Sen kosketuspinta päällystettiin vielä 10 mm vahvalla kumilla pidon parantamiseksi sekä äänekkyyden vähentämiseksi. Kumi oli kovuudeltaan 80 shorea.



Kuva 8 Pyöritysrolla

5.6 Pölysuoja

Laakerointi koettiin tarpeelliseksi suojata (Kuva 9), sillä visuaalisessa tarkastuksessa leijuu jonkin verran kumipölyä. Kappale on yksinkertainen ja materiaaliltaan peltiä. Kiinnitys laakeripesän yläpään tapahtuu hyödyntämällä samoja pultteja kuin millä laakerikin kiinnitetään.



Kuva 9 Pölysuoja

5.7 Saranan akseli

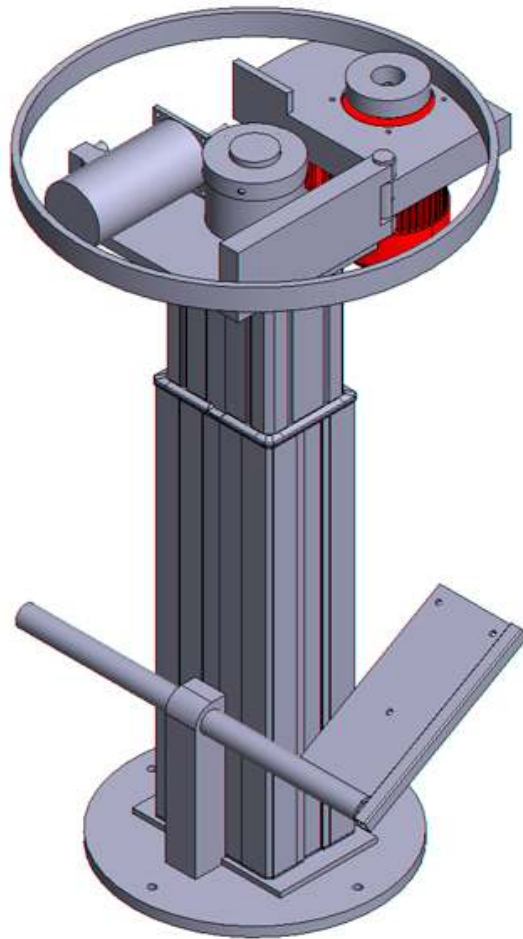
Sarana vaati luonnollisesti myös akselin (Kuva 10). Akseli oli halkaisijaltaan 12 mm kuten moottorin kannakkeen reikäkin. Kitkan ja kiinnileikkaamisen vaaran vähentämiseksi saranan vastakappaleesta tehtiin suurempi. Täten väliin saatiin mahtumaan laakeriholkit. Akselin alapäähän sorvattiin lovi lukitusrengasta varten.



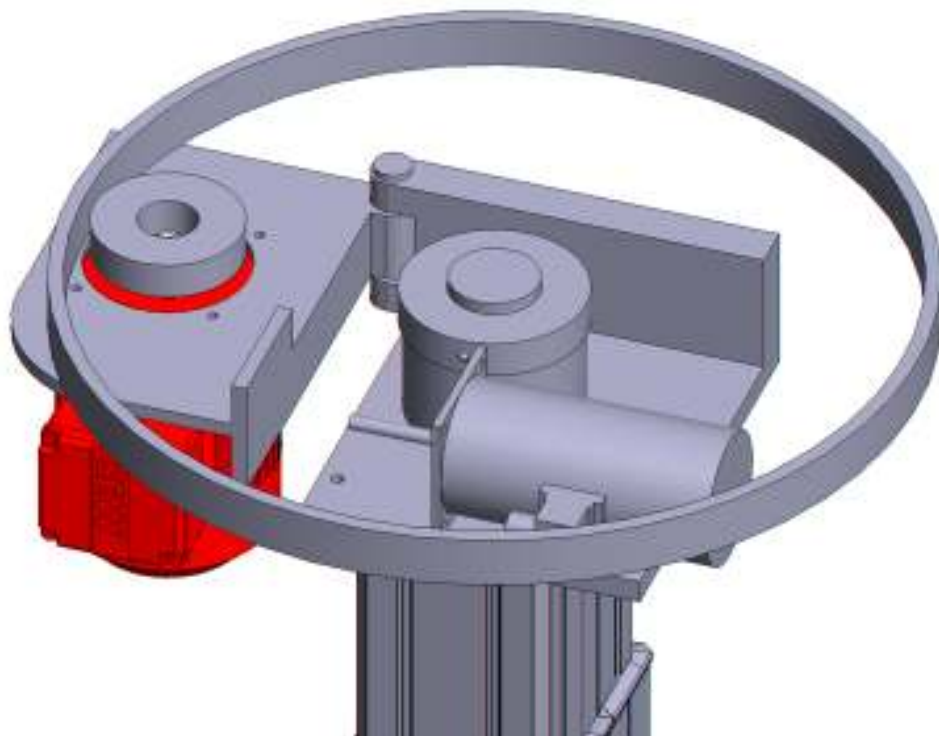
Kuva 10 Saranan akseli

5.8 Pöydän kokoonpano

Osista tehtiin luonnollisesti myös kokoonpano (Kuvat 11 ja 12). Vertexissä kokoonpano oli yhdessä ikkunassa ja kappaleet toisissa. Kappaleita muokkaamalla nähtiin helposti ja nopeasti niiden yhteensopivuus kokoonpanon avulla. Valmistajien sivuilta saatiin myös CAD-kuvat nostopilarista, moottorista ja laakereista. Osien sovittaminen ja yhteensopivuuden varmistaminen on helpompaa tehdä jo virtuaalisessa vaiheessa kuin silloin, kun kappaleet ovat valmiita. Kappaleet sopivat hienosti yhteen. Yläpään kokonaisuudesta tuli todella kompakti, mutta väliä toisiin osiin jäi silti riittävästi. Pöydän korkeudeksi alasennessa saatiin tavoiteltu 800 mm. Pöytälevy on kuvasta piilotettu havainnollistamisen parantamiseksi. /5,6,7/



Kuva 11 Pöydän kokoonpano



Kuva 12 Pöydän kokoonpano, tarkennus yläpäästä

6 SÄHKÖSUUNNITTELU JA KOMPONENTIT

Pöytää suunniteltaessa pyrittiin pitämään kokonaiskustannukset kohtuullisina, sillä mikäli pöydästä tulisi käytännöllinen, niitä tulisi mahdollisesti tilaamaan enemmänkin. Komponentteja valittaessa pyrittiin mahdollisimman edullisiin ratkaisuihin käyttäen kuitenkin tunnettujen valmistajien laadukkaita tuotteita. Pyrittiin myös käyttämään kunnossapidon varastosta jo varastonimikkeellä löytyviä tuotteita. Tämä helpottaisi lisäksi tulevien pöytien kokoamista. Kaikki muut osat löytyivätkin varastosta, paitsi jo aiemmin valitut pääkomponentit: nostopilari, moottori ja solenoidi. Joitain yksittäisiä, vain tähän sovellukseen sopivia tuotteita jouduttiin toki tilaamaan.

Komponenteista tehtiin osaluettelo ja lisäksi pöydästä tehtiin kustannusarvio. Nämä löytyvät liitteistä 6 ja 8.

6.1 Kytkentäkotelo, syöttö ja suojaukset

Kytkentäkoteloksi valittiin Enston valmistama EOP4. Suojausluokaltaan se oli IP66, mikä tarkoittaa, että se on pölytiivis ja voimakkaalta vesisuihkulta suojattu. Ensin mainittu suojaus olisi ollut tähän riittävä. Kooltaan se oli sopivan kompakti, mutta kuitenkin sen kokoinen, että asennuksien tekemiseen oli riittävästi tilaa.

Kolmivaihemoottorin vuoksi kytkentäkotelon syötöksi tuotiin voimavirta. Pöydän tullessa koekäyttöön siitä haluttiin helposti siirrettävä. Tämän takia koteloon ei tuotu kiinteää syöttöä, vaan siihen tuli pistorasia. Häätä-seis -katkaisijaa ei tähän kuitenkaan tarvittu, sillä poljin toimii kuolleenmiehenkytkimenä. Koteloon asennettiin Kraus & Naimerin valmistama päävirtakytkin. Kyseisessä KG-sarjan kytkimessä on suuri koskettimien avautumisväli ja näin ollen se soveltuu hyvin myös turvakytkimeksi.

Teholähteen etusuojaksi valittiin Merlin-Gerinin valmistama johdonsuoja-katkaisija, malliltaan C60N 1C6. Teholähde on muuntajan tapainen laite, joka saattaa ottaa käynnistyessään suurenkin virran. Johdonsuojakatkaisijan laukaisu-

käyrä on C, joka tarkoittaa sen olevan hidas ja sallii näin korkeampia lyhytkestoisia käynnistysvirtoja. Yksivaiheinen teholähde antoi ulos 24 V ja 5 A. Myös se oli Siemensin valmistama ja malliltaan Sitop Smart 5A.

Logiikan etusuojaksi tuli sen manuaalin edellyttämä 0,8 A nopea sulake. Muille virtaa ottaville laitteille tuli oma yhteinen sulakkeensa. Solenoidin virrankulutus oli 1,9 A. Moottorin ohjausyksikön ja ohjearvomuuntimen virrankulutukset olivat melko vähäiset, yhteensä noin 200 mA. Niille valittiin 2,5 A hidas lasiputkisulake. Hidas siksi, että myös solenoidi ottaa käynnistyessään hetkellisesti suuremman virran.

6.2 Ohjaukset

Pöydän toimilaitteet tarvitsivat myös ohjauksen. Kaikkia laitteita olisi voinut käyttää suoraankin ilman sen kummempia ohjauksia, mutta logiikkaohjaus tuli tarpeeseen, koska esimerkiksi solenoidi vetää vain hetken saadakseen pyöritysruullan irti kehästä, kun jalka on nostettu polkimelta. Pilari itsessään ei tarvinnut ohjausta. Sen mukana tuli ohjausyksikkö, jonka avulla korkeus säädetään suoraan napeista. Korkeudensäädön johdotus on kierrätetty kytkentäkotelon kautta, josta se saatiin vietyä yhdessä muiden ohjausjohtojen kanssa ohjausrasialle.

Ohjauksen olisi voinut toteuttaa myös erilaisilla releillä, mutta ne olisivat tulleet kalliimmaksi kuin logiikka. I/O-määrän ollessa melko vähäinen ja ohjausehtojen ollessa yksinkertaiset päädyttiin logiikkamoduuliin. Logiikka oli Siemensin valmistama Logo! 12/24RC, hinnaltaan vain 100 euroa. Se on pikemminkin ohjelmoitava rele kuin ohjelmoitava logiikka, mutta se sisältää kaikki tarvittavat toiminnot. Logiikkaa saa useina eri variaatioina ja sitä on helppo laajentaa esimerkiksi analogisilla moduuleilla. Monipuolisuutensa ja hintansa puolesta se onkin suosittu esimerkiksi älytalojen eri ohjauksissa ja teollisuuden edellyttämässä pienemmissä sovelluksissa. Päädyttiin käyttämään mallisarjan perusversiota, jonka neljä releillä toteutettua digitaalilähtöä kestävä 10 A resistiivisen kuorman tai 2 A induktiivisen kuorman. Digitaalituloja siitä löytyy kahdeksan kappaletta, joista kahta voi käyttää myös analogiatuloina. Käyttötapa päätetään kytkentä-

ohjelmassa. Tuloon tuodaan 24 V jännite polkimen kautta. Vastaavasti rele-lähtöjen toisiin liittimiin tuodaan jännitteet. Logiikkaohjelman ehtojen toteutuessa rele vetää ja jännite johtaa komponentille.

Koska solenoidin virrankulutus on 1,9 A ja käynnistyessään ottaa se hetkellisesti vielä enemmän, koettiin logiikan lähtöjen induktiivisen kuormankeston olevan riittämätön. Solenoidia varten tulivat Omronin valmistamat riviliitinapureleet. Ne kestävät 6 A:n virran ja niiden rele-osa on vaihdettavissa. Lisäksi kelan aiheuttamat jännitepiikit vaimennettiin. Tämä tapahtui asentamalla solenoidin kelojen rinnalle 6 A kestävät diodit estosuunnassa.

Moottorista itsestään pystyi säätämään pyörimisnopeuden ja käynnistysrampin. Nopeuden piti olla koko ajan helposti tarkastajan säädettävissä ilman ruuvimeisseliä ja sähköpätevyyttä, joten moottorin ohjausta varten tilattiin erillinen din-kiskoon asennettava ohjearvomuunnin. Malliltaan se oli MWA21A ja sen avulla pystyi valitsemaan pyörimissuunnan sekä säätämään pyörimisnopeutta. Pyörimisnopeuden valinta tapahtui säätämällä potentiometrillä 10 V vertailujännitettä. Turvallisuussyistä haluttiin maksimipyörimisnopeus kuitenkin rajoittaa, koska ilman sitä pöytä olisi teoriassa voinut pyöriä jopa 250 kierrosta minuutissa. Siksi käytettiin kahta potentiometriä. Toinen niistä asennettiin käyttäjän ulottumattomiin kytkentäkoteloon ja toinen ohjausrasiaan. Kytkentäkotelossa olevalla potentiometrillä rajoitettiin käyttäjän säädettävissä oleva jännite.

6.3 Moottorin syöttö ja suojaus

Moottori on teholtaan 0,37 kW ja sen nimellisvirta on 1,3 A. Moottorien käynnistysvirrat ovat jopa kuusinkertaisia. Tässä tapauksessa käynnistysvirta voi olla siis jopa 7,8 A. Myös moottorin etusuojaksi valittiin Merlin-Gerinin valmistama johdonsuojakatkaisija. Hetkellisen korkean käynnistysvirran vuoksi myös tähän valittiin C-käyrällinen suoja. Johdonsuojakatkaisija oli tyypiltään C60N 3C10, joka oli siis samanlainen kuin teholähteen etusuoja, mutta 3-vaiheinen ja virrankestoltaan 10 A. Muuta erillistä suojaa moottori ei kuitenkaan

tarvinnut, sillä moottorin integroitu taajuusmuuttaja on hyvin monipuolinen ja se sisältää moottorinsuojan.

Moottorin valmistaja edellytti käyttämään verkkokontaktorina ainoastaan käyttöluokan AC-3 (EN 60947-4-1) kontaktoria. Siihen valittiin Telemecaniquen valmistama 3-napainen TeSys-kontaktori LC1-D, joka täytti tämän standardin. Sen nimellisvirrankesto on riittävä 9 A ja se toimii 24 VDC-ohjauksella. Se sisältää myös kaksi apukosketinta, joilla voidaan esimerkiksi ilmoittaa ohjauslogiikalle tai käyttäjälle kontaktorin asennon vaihtumisesta. Niitä ei tässä kuitenkaan tarvinnut käyttää. Kontaktorin valinnassa edellytettiin, että se on pakkoaukeava. Toisin sanoen sen kärjet eivät voi hitsautua kiinni korkean virtapiikin seurauksena. Tämä on toteutettu todella kireällä jousella kontaktorin sisällä. Myös kontaktorin kelan jännitepiikit haluttiin vaimentaa. Tästä kontaktorista sitä ominaisuutta ei löytynyt vakiovarusteena, vaan erillinen jännitepiikkejä vaimentava kelanvaimennuspiiri asennettiin sen rinnalle. Häiriönpoistotekniikkana on siinäkin diodit.

6.4 Sähkökuvat

Komponenttien valinnan jälkeen oli vuorossa varsinaisten kytkentöjen suunnittelu. Ne mallinnettiin ensin paperille hahmottamisen parantamiseksi. Tässä vaiheessa piirrettiin kaikki käytössä olevat komponentit ja niiden ne liittimet, joita tultiin käyttämään. Piirrettiin komponenttien väliset johdotukset ja riviliittimiä lisättiin sitä mukaa kun niitä tarvittiin. Riviliitinryhmiä tuli lopulta kolme kappaletta: syöttöliittimet X0, pääjänniteliittimet X1 ja pienjännite-/ohjausliittimet X2. Piirikaaviot piirrettiin puhtaaksi Nokian Renkailla käytössä olevalla ohjelmalla ePLAN P21. Useiden muiden CAD-pohjaisten ohjelmien tapaan se ei ole sähköpiirustusohjelma, vaan suunnitteluohjelma. Piirikaaviot löytyvät liitteestä 3. Itse CAD:lla tehtiin kuitenkin komponenteista osaluettelo (Liite 6), kotelon ulkoa tulevista kaapeleista kaapelienkytkentäluettelo (Liite 5), sekä piirrettiin kytkentäkotelon layout (Liite 4).

6.5 Logo!:n ohjelmointi

Logo! (Kuva 13) on käyttöliittymältään varsin selkeä. Se voidaan ohjelmoida tietokoneella ja siirtää ohjelma siihen kaapelilla, tai se voidaan ohjelmoida suoraan sen ohjelmointinäytöstä. Tietokoneella ohjelmoitaessa näytölle tuodaan tarvittut toiminnot ja ne yhdistetään toisiinsa viivoilla. Tämän jälkeen toimintojen parametrit asetetaan. Lisäksi ohjelmaa voidaan tietokoneella myös simuloida ja tarkastaa se. Logo!:n kaikista malleista ei löydy ohjelmointinäyttöä, mutta tähän sellainen haluttiin. Ohjelmointinäytön käyttö oli nopea oppia ja lisäksi ohjelmasta tuli sen verran yksinkertainen, että se voitiin helposti ohjelmoida suoraan sillä. Ohjelmointi tapahtuu siten, että näytöllä käsitellään yksi toiminto kerrallaan. Yksi toiminto muodostaa aina yhden blokin. Toiminnon lähtöihin ja tuloihin liitetään toisia toimintoja, joihin viitataan blokin numerolla. Kahdeksan perustoiminnon lisäksi Logo!:sta löytyy peräti 28 erikoistoimintoa, kuten PI-säädin, analogia-triggeri ja ramppitoiminto.



Kuva 13 Siemens Logo! 12/24RC

Pöydän piti toimia seuraavasti: Painettaessa jompaakumpaa poljinta solenoidi työntää ja moottori pyörii. Nostettaessa jalka polkimelta solenoidin työntö ja moottorin pyöritys sammuvat ja solenoidi vetää hetken.

Polkimen tulotieto piti haarottaa kaikille kolmelle tarvittavalle tulolle. Tämä siksi, että logiikka ei salli yhdelle tulolle määrättävän useampaa lähtöä. Laadittiin I/O-luettelo, josta tulojen ja lähtöjen toiminnot käyvät ilmi (taulukko 2). Lähdöt Q1 ja Q3 ovat suorina, eli niiden vetämiselle ei ole ehtoja. Ne ovat vetäneenä aina kun tulotkin ovat päällä. Lähdön Q2 viiveellinen päästäminen toteutettiin veto-hidastustoiminnolla ja RS-kiikulla. Tulotieto oli luonnollisesti invertoitu. Tulon mennessä pois päältä RS-kiikku asettuu ja lähtö Q2 vetää. Samanaikaisesti käynnistyy myös vetohidastus, ja sen ajan kuluessa nolnaan resetoi se kiikun ja lähtö Q2 päästää. Ohjelma kommentteineen on esitettyä toimilohko- ja tikapuukaviona liitteessä 7.

Taulukko 2 I/O-luettelo

Tulot	Toiminto
I1	Käynnistyspoljin, kytkin
I2	Käynnistyspoljin, kytkin
I3	Käynnistyspoljin, kytkin

Lähdöt	Toiminto
Q1	Solenoidi työntö
Q2	Solenoidi veto
Q3	Moottori käy

7 PÖYDÄN KOKOAMINEN

7.1 Mekaaninen kokoaminen

Rungon osien valmistuttua sekä komponenttityökalujen saavuttua päästiin pöydän kokoamisvaiheeseen. Rungon kokoamisvaiheessa ei törmätty ongelmiin, vaan kappaleet sopivat hyvin yhteen (Kuvat 13 ja 14). Moottoritason havaittiin kääntyvän kevyesti, vaikka sille kertyi painoa liki 17 kg. Se oli saranoinnissa käytettyjen laakeriholkkien ansiota. Tason kääntämiseen siis riittäisi vähemminkin tehokas solenoidi, tai välttämättä sen ei tarvitsisi olla kaksitoiminen, sillä jousi jaksaa vetää pyöritysruulan irti kehästä. Myös laakeriratkaisu todettiin erinomaiseksi ja niinpä pöytä pyörii todella kevyesti. Laakereiksi valittiin mallit, jotka olivat valmiiksi suojattuja, joten pölysuoja olikin tarpeeton.

Komponenttien painot mitattiin ja pöydälle kertyi kokonaisuudessaan melko paljon painoa, kuten taulukosta 3 näkyy. Pilarin yläpäähän kohdistuva paino oli peräti 52,8 kg, mikä ei siitä huolimatta ollut liikaa, koska pilari jaksoi nostaa 150 kg:a.

Taulukko 3 Komponenttien painot

Osa	Jalka	Yläpää	Laakerit	Solenoidi	Pölysuoja	Akseli
Paino / kg	19,6	15,4	1,1	7,3	0,2	0,1
Osa	Moottoritaso	Moottori	Pyöritysruula	Pöytälevy	Pilari	Yhteensä:
Paino / kg	6,1	10,7	0,7	11,4	14,6	87,2



Kuva 14 Valmis tarkastuspöytä



Kuva 15 Valmis tarkastuspöytä, tarkennus yläpäästä ilman pöytälevyä

7.2 Sähkökytkennät

Sähkökytkennät aloitettiin kiinnittämällä din-kiskot kotelon asennuslevyyn sekä poraamalla reiät läpivientejä ja kytkimiä varten. Tämän jälkeen komponentit ja riviliittimet asennettiin kiskoihin ja soviteltiin välit sopiviksi. Kytkentäkotelon sisäiset kytkennät tehtiin asennuslevyn ja komponenttien ollessa ulkona kotelosta, ja niiden valmistuttua ne siirrettiin koteloon ulkoisia johdotuksia vaille valmiina. Itse kotelon kaapelointiin sekä kaapeleiden merkkaamiseen sovellettiin standardia SFS-EN 60204.1 /9/. Sen mukaan johtimiin laitettiin molempiin päihin liittintunnukset, joista ilmeni kojettunus ja liittinumero. Johdinten värit valittiin myös standardia noudattaen ja esimerkiksi pääkytkimen ohi kytketyissä piireissä on käytetty oranssia johtoa. Syöttö- ja ohjauspuoli jaettiin selviksi erillisiksi osioiksi asennustöiden ja turvallisuuden vuoksi.

Kytkentäkotelosta ulos lähteviin kaapeleihin asennettiin sekä kytkentäkotelon että komponentin päähän vedonpoistoholkit. Moottorin syöttö- ja ohjauskaapeleissa ne olivat muovisten sijaan metallisia EMC-häiriöiden poistamiseksi. Kaikki kaapelit olivat suojattuja, jotta ne kestäisivät niihin kohdistuvan mekaanisen rasituksen.



Kuva 16 Kytkentäkotelo, valmiit kytkennät

8 KÄYTTÖ

8.1 Testaus ja säädöt

Pöytää luonnollisesti testattiin ja sen säädöt haettiin kohdalleen, ennen kuin se siirrettiin tarkastajien koekäytettäväksi. Huolellisen suunnittelun tuloksena pöydän havaittiin toimivan juuri niin kuin oli haluttukin. Tehdasasetukset tosin eivät olleet sopivat tähän käyttötarkoitukseen nähden.

Ensimmäiseksi säädettiin pyörimisnopeus. Se tapahtui moottorin taajuusmuuttajan sisältä löytyvän kytkimen ja potentiometrin sekä kytkentäkotelosta ja tarkastajan säädettävissä olevasta ohjausrasiasta löytyvien potentiometrien avulla. Pyörimisnopeutta mitattiin jälleen optisesti takometriä hyödyntäen. /10/

Turvallisuussyistä maksiminopeus päätettiin rajoittaa suoraan moottorista eikä kytkentäkotelossa sijaitsevasta nopeudenrajoituspotentiometrillä R1. Se saattaisi esimerkiksi huollon yhteydessä vahingossa asettua suuremmalle ja näin käyttäjän olisi mahdollista säätää pyörimisnopeus vaarallisen nopeaksi. Maksimipyörimisnopeudeksi haluttiin noin 130 rpm. Tämä tapahtui asettamalla ensin potentiometri R1 sekä ohjausrasiassa sijaitseva R2 maksimille. Tämän jälkeen mitattiin pöydän pyörimisnopeus, joka tehdasasetuksella 50 Hz oli noin 160 rpm. Haluttu nopeus saavutettiin ohjearvopotiometrin f1 asennolla 2,7, jolloin maksimikäyntinopeus oli 27 Hz. Moottorin kapasiteetista hyödynnettiin siis vain noin kolmannes. Tämän jälkeen rajoitettiin vielä kytkentäkotelossa sijaitsevalla potentiometrillä R1 käyttäjän säädettävissä olevaksi maksiminopeudeksi 110 rpm.

Myös minimikäyntinopeus haluttiin asettaa, koska muuten pöytä pyörisi turhan hitaasti pienillä potentiometrin R2 asennoilla ja siinä olisi niin sanotusti tyhjää. Samasta syystä haluttiin, että potentiometri kattaa todellisen käyttöalueen tasaisesti. Asetettiin R2 minimiin ja mitattiin pöydän nopeus. Tehdasasetuksena oli 2 Hz ja nopeus silloin vain 10 rpm. Tämä haluttiin nostaa välille 40 - 50 rpm. Se saavutettiin minimitaajuuskytkimen f2 asennolla 2, jolloin taajuus oli 7 Hz ja pöydän nopeus 43 rpm. Lisäksi havaittiin, että pyörimissuunta lukittuu automaattisesti myötäpäivään, kun ohjausrasian potentiometri säädetään minimiin ja 10 V vertailujännite menee nollassa. Tämä ominaisuus ohitettiin asentamalla

potentiometrille pieni 200 Ω etuvastus, jolloin vertailujännitettä ei voi asettaa nolnaan asti. Nyt tarkastaja pystyy säätämään pöydän pyörimisnopeutta välillä 43 - 110 rpm.

Seuraavaksi asetettiin solenoidin vetämistä ohjaavan Q2 lähdön vetohidastusparametri logiikkaohjelmasta. Solenoidin haluttiin vetävän vain hetken, jotta pyöritysrulla irtoaisi pöydän kehästä, minkä jälkeen jousi pitäisi solenoidin sisässä. Aika ei saanut olla liian pitkä, sillä pöytä ei olisi toiminut nykäyksittäin pyöritettäessä. Vetohidastustoiminto ei olisi ehtinyt resetoida kiikkua ja lähtö olisi näin jäänyt vetämään. Lisäksi solenoidi on kohtalaisen tehokas, ja se aiheuttaa melko koväänisen kolahduksen vetäessään pohjaan asti. Ohjelman vetohidastusparametriksi asetettiin niin pieni aika, että se juuri ja juuri ehtii käyttää solenoidin jännitteisenä ja näin vetäistä jäämättä kuitenkaan pitämään. Sopivaksi ajaksi havaittiin 0,2 s.

Tehdasasetuksilla pöytä ei alkanut kuitenkaan pyöriä odotetulla tavalla. Käynnistettäessä pyöritys polkimesta pöytä ryntäsi vauhtiin ja pyöri muutaman ensimmäisen kierroksen nopeammin, minkä jälkeen nopeus tasaantui halutulle tasolle. Tämä ei olisi käyttäjän kannalta toivottua, sillä rengas saattaisi suuren hetkellisen nopeuden vuoksi lähteä käsistä. Ongelma johtui ramppiajasta. Movimotin vakiotoiminnoilla sitä ei voinut asettaa tarpeeksi pitkäksi, jotta pöytä olisi käynnistynyt sujuvasti. Piti ottaa moottorin lisätoiminnoista käyttöön pidennetyt ramppiajat, joilla ramppiaika oli mahdollista asettaa jopa 40 sekuntiin. Sopiva aika löytyi kytkimen t1 asennolla 7, jolloin ohjearvon 50 Hz:n suuruista askelmuutosta vastaava ramppiaika oli 25 sekuntia. Todellinen ramppiaika on siis huomattavasti lyhyempi, koska käytössä oleva taajuusalue liikkui vain 7 Hz:n ja noin 25 Hz:n välillä.

8.2 Käyttöohje

Uudesta pöydästä tehtiin myös käyttöohje tarkastajia varten. Siinä kerrottiin pöydän uusista ominaisuuksista ja siitä miten niitä käytetään sekä varoitettiin asioista, joita sillä ei saa tehdä tai tulee välttää tekemästä. Käyttöohje löytyy liitteestä 11.

8.3 Käyttöönottotarkastus ja riskienhallinnan kartoitus

Tässä vaiheessa pöytä oli valmis siirrettäväksi visuaaliseen tarkastukseen koekäytettäväksi. Koska oli kyse uudesta laitteesta, jossa käytetään vaarallisen korkeita jännitteitä ja josta löytyy liikkuvia osia, piti myös turvallisuusasiat ottaa huomioon. Kytkentäkoteloon laitettiin varoitustarrat, joissa varoitettiin korkeasta jännitteestä ja pääkytkimen ohi kytketyistä ohjauspiireistä. Työsuojelupäällikkö ja työsuojeluvaltuutettu tekivät laitteelle käyttöönottotarkastuksen ja koekäytössä totesivat sen turvalliseksi. Ainoa turvallisuutta mahdollisesti vähentävä tekijä oli pöydän takana liikkuva moottoritaso, jonka väliin sormet saattaisivat jäädä. Käyttäjältä kulku pöydän taakse on kuitenkin estetty sijoitteluratkaisuin, joten asiaa ei koettu turvallisuusriskiksi. Edellä mainittu käyttöohje oli toimitettava käyttöpaikalle ja lisäksi siellä piti mitata, synnyttääkö pöytä mahdollisesti staattista sähköä. Mittauksen tulos oli, ettei se synnyttänyt. Käyttöönottotarkastuksen yhteydessä täytetty lomake on liitteenä 9. Pöydälle luotiin myös oma konetunnuksensa sekä kiinnitettiin siihen konekilpi ja CE-merkintä.

Turvallisuusasioiden yhteydessä kartoitettiin myös mahdolliset riskitekijät. Ainoa vakava riskitekijä olisi sähköiskun saaminen moottorin syöttökaapeleista. Sen saaminen on kuitenkin todella epätodennäköistä, sillä kaapeli on hyvin suojattua ja sen molemmissa päissä on metalliset vedonpoistoholkit. Kaiken lisäksi moottorin kaapelit kulkevat pöydän takana, jonne pääsy on estetty. Riskienhallinnan kartoituslomake on liitteenä 10.

9 YHTEENVETO

9.1 Palautekysely tarkastajille

Kaikkien tarkastajien päästyä kokeilemaan uutta pöytää (Liite 13) heille kirjoitettiin vapaamuotoinen palautekysely. Siinä pyydettiin kertomaan niin positiivisia kuin negatiivisiakin kokemuksia pöydästä ja sen toimivuudesta. Heiltä toivottiin myös parannusehdotuksia pöytään, jotta sitä voitaisiin kehittää entistä paremmaksi. Kysely ja saatu palaute ovat liitteessä 12.

Saatu palaute oli hyvin positiivista ja pöydästä pidettiin paljon. Ainoat negatiiviset palautteet olivat pöytälevyn pinnassa ollut kuhmu ja pyörityspolkimen sijoittelu. Tutkintotyö oli siis kaikin puolin hyvin onnistunut ja siinä saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Sähkömoottorin ansiosta käynti on käytännössä äänetöntä paineilmakäyttöiseen verrattuna ja lisäksi se takaa kattavat säätömahdollisuudet. Nostopilarilla pöydän korkeuden säätäminen saatiin todella vaivattomaksi, koska se ei vaadi lukitusta ja lisäksi pöydän saa nyt tarvittaessa todella korkeaan asentoon.

9.2 Jatkokehitys

Pöydästä tuli todella hyvä ja niinpä sen varsinaisia toteutusratkaisuja on hyödytöntä lähteä muuttamaan. Kehityksen kohteena ovat pikemminkin pienet, yksittäiset seikat.

Pöydän akseliksi sopisi teräs alumiinia paremmin kestävyytensä vuoksi. Sen voisi kiinnittää pöytälevyyn pulteilla, jolloin pöytälevyn irrottaminen sujuisi paremmin kuin nyt. Näin laakerien vaihtaminenkin helpottuisi huomattavasti. Samalla saataisiin hitsauksesta aiheutunut kuhmu pois pöydän pinnasta. Lisäksi kappaleiden profiileja olisi vieläkin varaa ohentaa mekaanisen kestävyuden heikkenemättä. Tällä saataisiin myös kustannuksia hiukan vähennettyä. Toisaalta yhden rungon kappalehinta alenee, jos niitä tilataan kerralla useampia.

Palautteessa toivottiin myös kiinteästi asennettua renkaanottopoljinta lattialla olevan lisäksi. Se olisi helppo toteuttaa, koska pöydän jalasta löytyy jo toiselta

puolelta poljintuki. Lisäksi polkimen sijaintia voisi hiukan muuttaa ja päällystää jalkatuet kumilla pidon parantamiseksi.

Solenoidiksi riittäisi hyvin pienempikin malli ja se voisi olla yksitoiminen. Tällöin vetojousen jousivakion pitää tietysti olla riittävän suuri, jotta pyöritysrulla irtoaisi nopeasti ja hyvin pöydän kehästä. Pienemmällä solenoidilla säästettäisiin lisäksi kustannuksissa.

KytKentäkotelo saisi kuitenkin olla kokoluokkaa suurempi, jolloin koteloon saataisiin mahtumaan kaksi johdotuskourua ja lisätilaa kaapelien läpivienneille. Tämä helpottaisi huoltotöitä ja kytkennöistä tulisi siistimmän näköiset. Lisäksi kotelosta pöydälle lähtevät kaapelit saisivat olla kaksi metriä pidemmät, jolloin kotelon sijoituspaikan löytäminen ei tuottaisi niin paljoa ongelmia.

Pöydälle tuli kokonaisuudessaan hintaa noin 5000 euroa. Kallein yksittäinen kustannusmeno oli runko. Kokonaishinnan voisi saada 4000 euron tuntumaan edellä mainittuja asioita silmällä pitäen sekä pienillä rakenne- ja komponentti-muutoksilla.

LÄHTEET

- 1 Nokian Renkaat Oyj [Henkilöstöopas 2008].[viitattu 12.11.2008]
- 2 Nokian Renkaat Oyj [Materiaalipankki].[viitattu 12.11.2008]
Saatavissa <http://www.nokianrenkaat.fi/>
- 3 Nokian Renkaat Oyj [Vuosikertomus 2007].[viitattu 12.11.2008]
Saatavissa <http://www.nokianrenkaat.fi/>
- 4 Nokian Renkaat Oyj, automaatioinsinööri Mikko Nurminen
[Puhelinkeskustelu].[viitattu 20.11.2008]
- 5 Linak Oy [CAD-kuvat].[viitattu 25.11.2008]
Saatavissa <http://www.linak.fi/>
- 6 Sew Eurodrive Oy [CAD-kuvat].[viitattu 5.12.2008]
Saatavissa <http://www.sew-eurodrive.fi/>
- 7 Oy SKF Ab [CAD-kuvat].[viitattu 25.11.2008]
Saatavissa http://www.skf.com/portal/skf_fi/home
- 8 Siemens Logo! [Manuaali].[viitattu 18.2.2009]
Saatavissa <http://www.siemens.fi>
- 9 SFS-EN 60204.1 [Standardi].[viitattu 26.2.2009]
- 10 Movimot [Manuaali].[viitattu 2.3.2009]
Saatavissa <http://www.sew-eurodrive.fi/>

LIITTEET

- 1 Kysely tarkastajille ja saadut ehdotukset
- 2 Rungon mitoituskuvat
- 3 Piirikaaviot
- 4 Kytöntäkotelo-layout
- 5 Kaapelien kytkentä
- 6 Osaluettelo
- 7 Logiikkaohjelma
- 8 Kustannusarvio
- 9 Käyttöönottotarkastus, koneen tarkistuslista
- 10 Riskienhallinnan kartoitus
- 11 Käyttöohje
- 12 Palautekysely tarkastajille ja saatu palaute
- 13 Kuva valmiista tarkastuspöydästä ja kytkennöistä

Terve!

Kuten moni teistä on jo saattanut kuulla tai huomata, teen insinööriyönäni visuaaliseen tarkastukseen uutta tarkastuspöytää. Uusi pöytä tulee olemaan täysin sähkökäyttöinen ja vaihtoehtona jo Venäjän tehtaalla käytössä oleville uusille pöydille. Nykyisiin paineilmalla toimiviin pöytiin verrattuna saavutetaan monia hyötyjä ja pöytä on käyttäjäystävällisempi. Sähköisellä tarkastuspöydällä saavutetaan muun muassa seuraavia etuuksia:

- Korkeutta ei tarvitse erikseen lukita tarkastajan toimesta
- Portaaton pöydän pyörimisnopeuden säätö
- Yksinkertainen erillinen ohjausrasia, josta tarkastaja voi säätää pöydän korkeuden, pyörimissuunnan sekä -nopeuden. Rasia tulee kiinni tarkastuspöytänsä, jolloin ei tarvitse kyykistellä pöydän alle
- Ei pihinää, kilinää, kolinaa ja pauketta

Työskentelymukavuuden parantamiseksi kaipaisin kuitenkin lisää **toteuttamiskelpoisia** ehdotuksia pöydän varsinaisilta käyttäjiltä, eli teiltä. Listatkaa ehdotuksia hyötyineen takana olevalle paperille. Ohessa myös alustava periaatekuva tulevasta pöydästä ja luonnollisesti se muistuttaa vanhoja pöytiä, ei tässä olla pyörää uudestaan keksimässä. Jos jokin askarruttaa tai on kysyttävää, niin ota yhteyttä allekirjoittaneeseen.

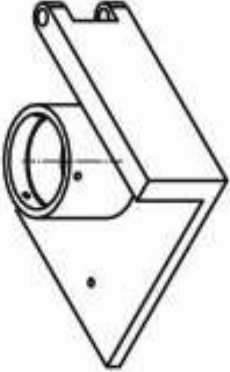
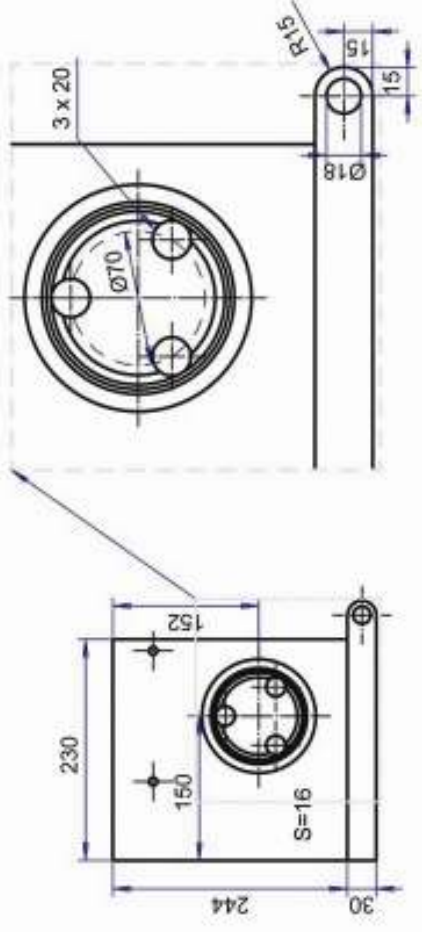
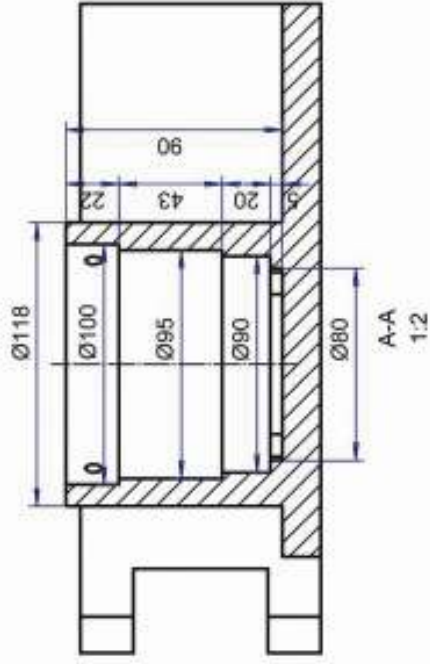
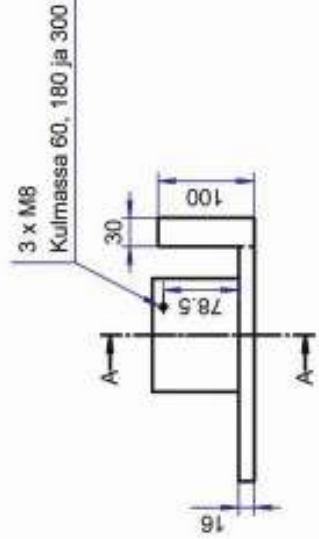
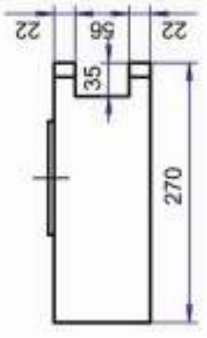
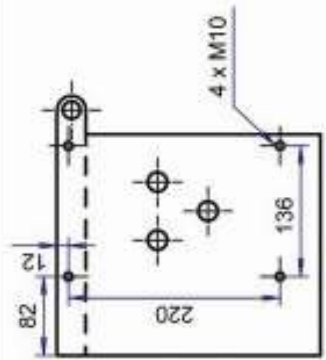
Kiitos!

Terveisin:
Tomi Suvilampi
Puh. 7195
tomi.suvilampi@nokiantyres.com



Ehdotuksia hyötyineen:

- Kaksi erillistä pyörityspoljinta. Toinen maassa ja toinen asennetaan kiinteästi pöydän jalkatukeen. Hyötynä saavutetaan se, ettei yhtä poljinta tarvitse siirrellä, jos haluaa tarkastaa istualtaan
- Varmistaa, ettei käy kuten edelliselle Venäjän tehtaalla olleelle prototyypin pöydälle. Siitä vapaa pyöritys puuttui kokonaan, jolloin pyöritys onnistui vaan jalkapoljinta käyttäen, moottorin avulla



Dia	Yhteisnumero	154	Materiaali	Ø118	Suojakäyttö	Massa	Lisämerkinnät	Muu malli	Lisämerkinnät
	Yhteisnumero	2008-11-20 TS		Ø90		Ø80			
Puhdistusaine			Puhdistusaine			Puhdistusaine			
Tarkastus			Tarkastus			Tarkastus			
Tarkastus			Tarkastus			Tarkastus			
Tarkastus			Tarkastus			Tarkastus			
Tarkastus			Tarkastus			Tarkastus			
Tarkastus			Tarkastus			Tarkastus			

Olettaen tekn. koulutus
 Määrä
 1.5
 (1.2)
 (12.5)

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

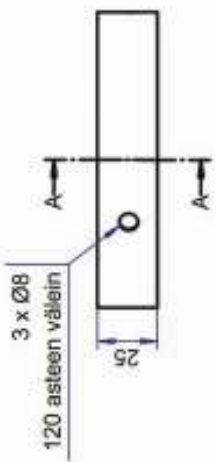
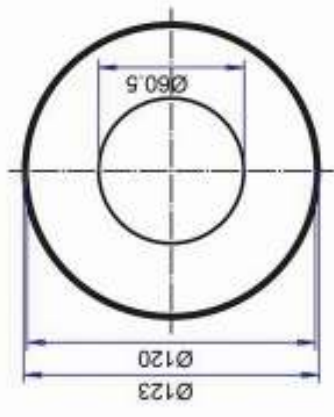
Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

Sähkökäyttöön
 Käsittely
 Sähkökäyttöön

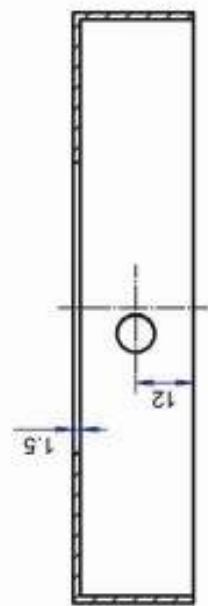


026571

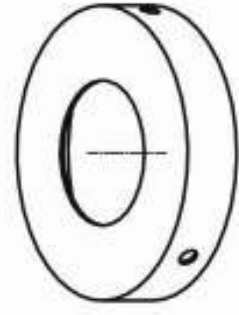
SAHKOKÄYTTÖN
TARKASTUSPÖYTÄ
KOKO: SE1364



3 x Ø8
120 asteen välein

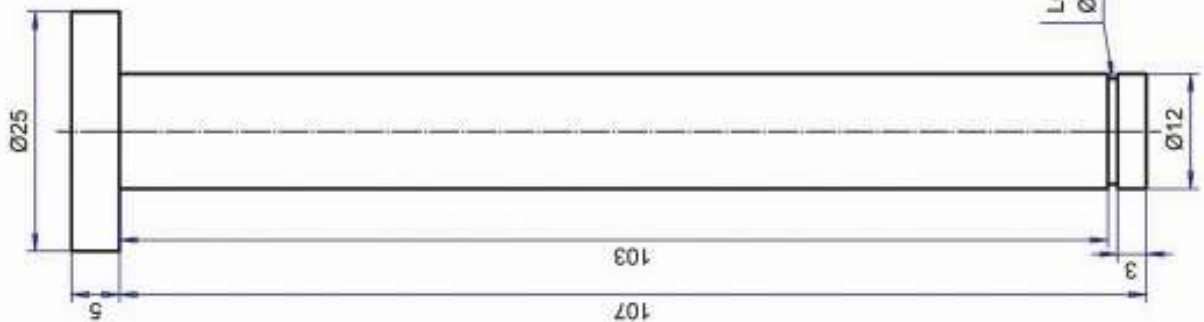


A-A
1:1



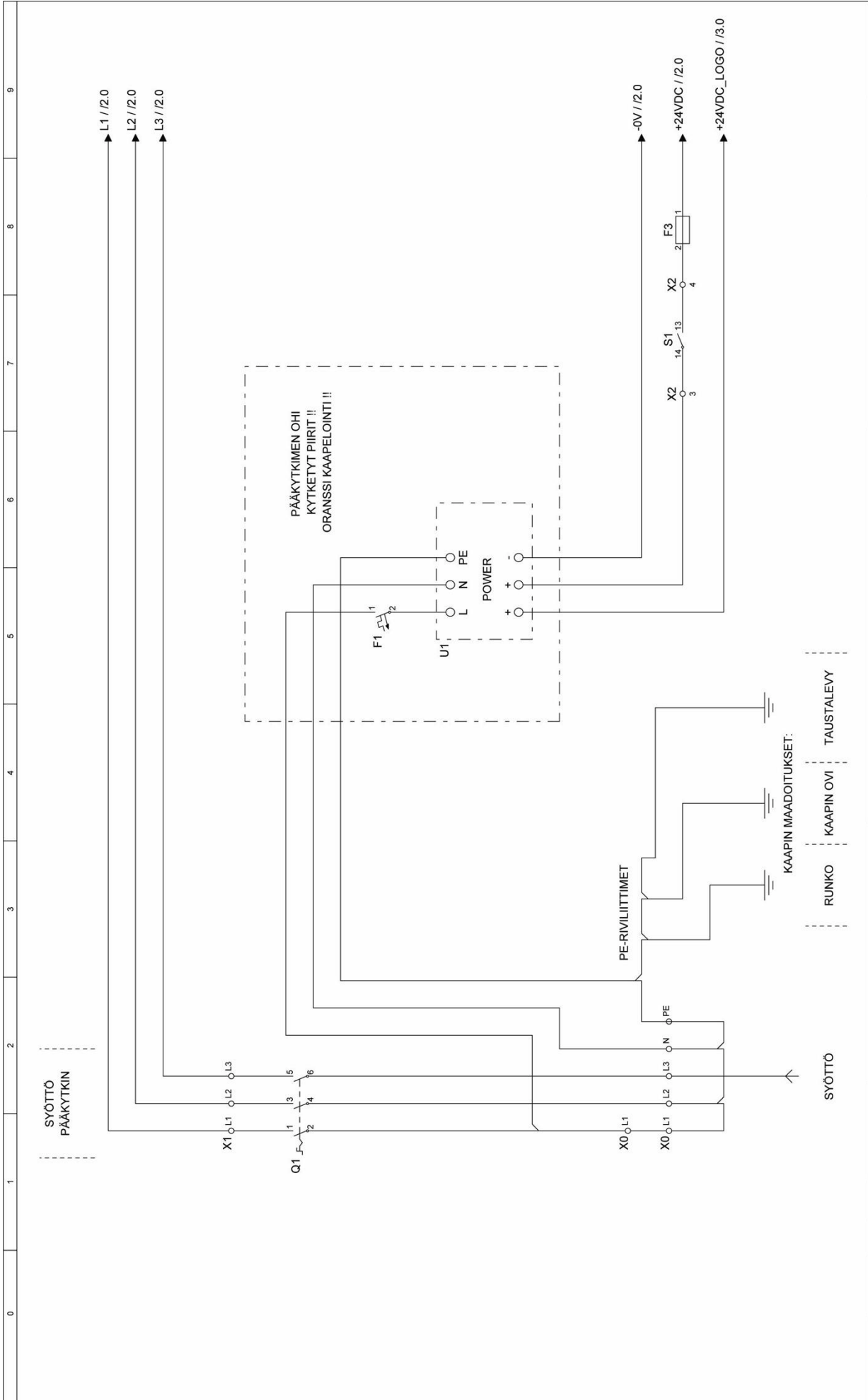
Nimi		Luokka	Projekti	Seuraava	Tehtävä	Etä	Määrä		Yht. kpl
Pöytäkirja							0,2		1
Yhteisö		Suomen Keskustien 17 ES		Nokian Renkaat		Koko		026575	
Materiaali		2028-11-17 ES		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		0,2		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		12		Pöytäkirja		Koko		026575	
Materiaali		(1:1)		Pöytäkirja		Koko		026575	

Materiaali

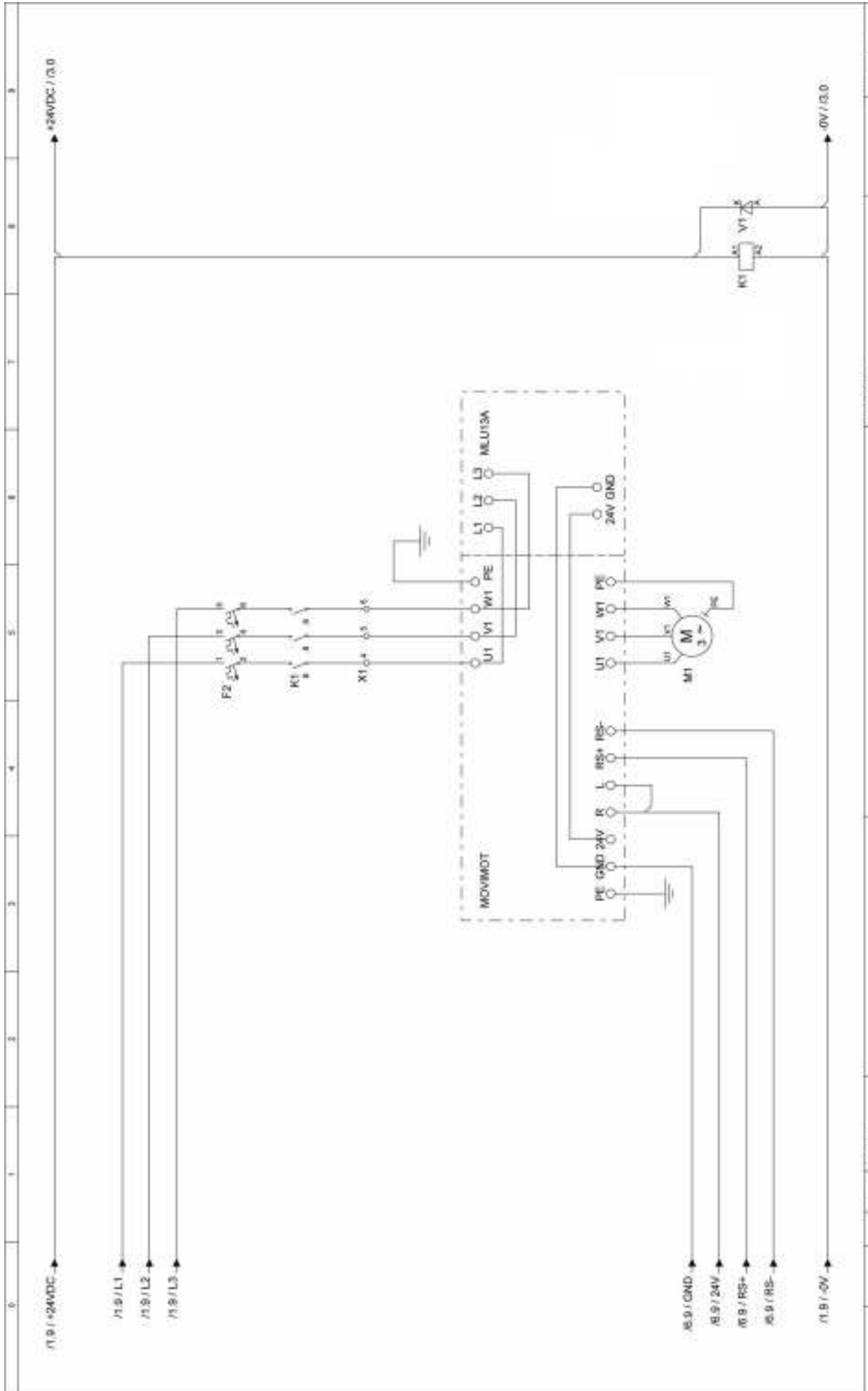


Diag	Perustamisosa	Diagnostiikkalokoinen / Käyttö	Standardi	Massa, volli	Luk.	Pr
	Verkkoyhteys	Moduuri	ei kuulu	Liigantila		
Massa	0,1 kg	Määrä	Koko	SÄHKÖKÄYTTÖINEN		
Suomen	2008-12-15 TS	Yksikö	Koko	TARKASTUSPOYTA		
Tek		Yksikö	Koko	KOKO: SE1384		
Hän		Yksikö	Koko	026576		
Muut						
Puo						
Matk						
Muuta						
Maailma						

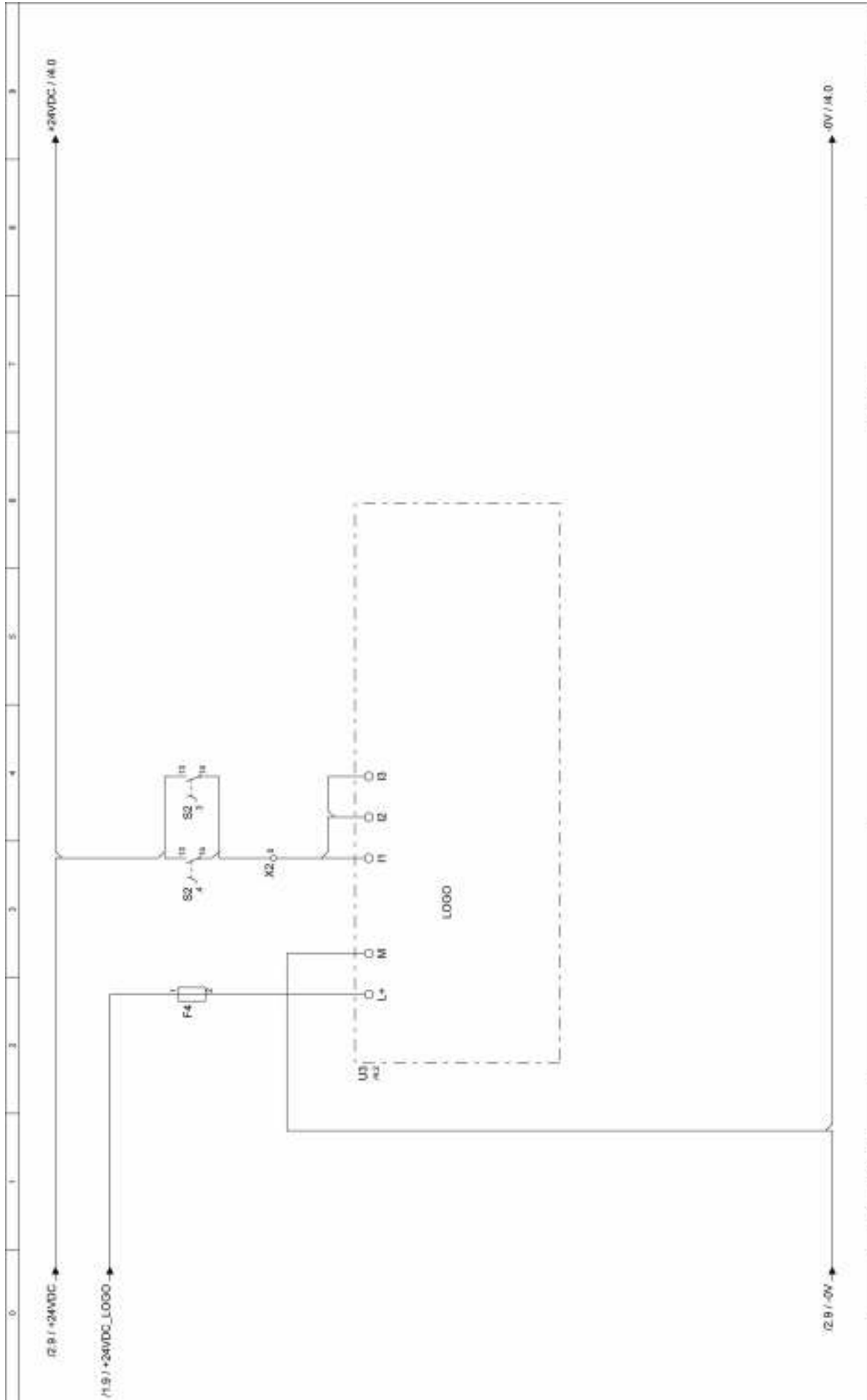
NOKIIN
RENKKAAT



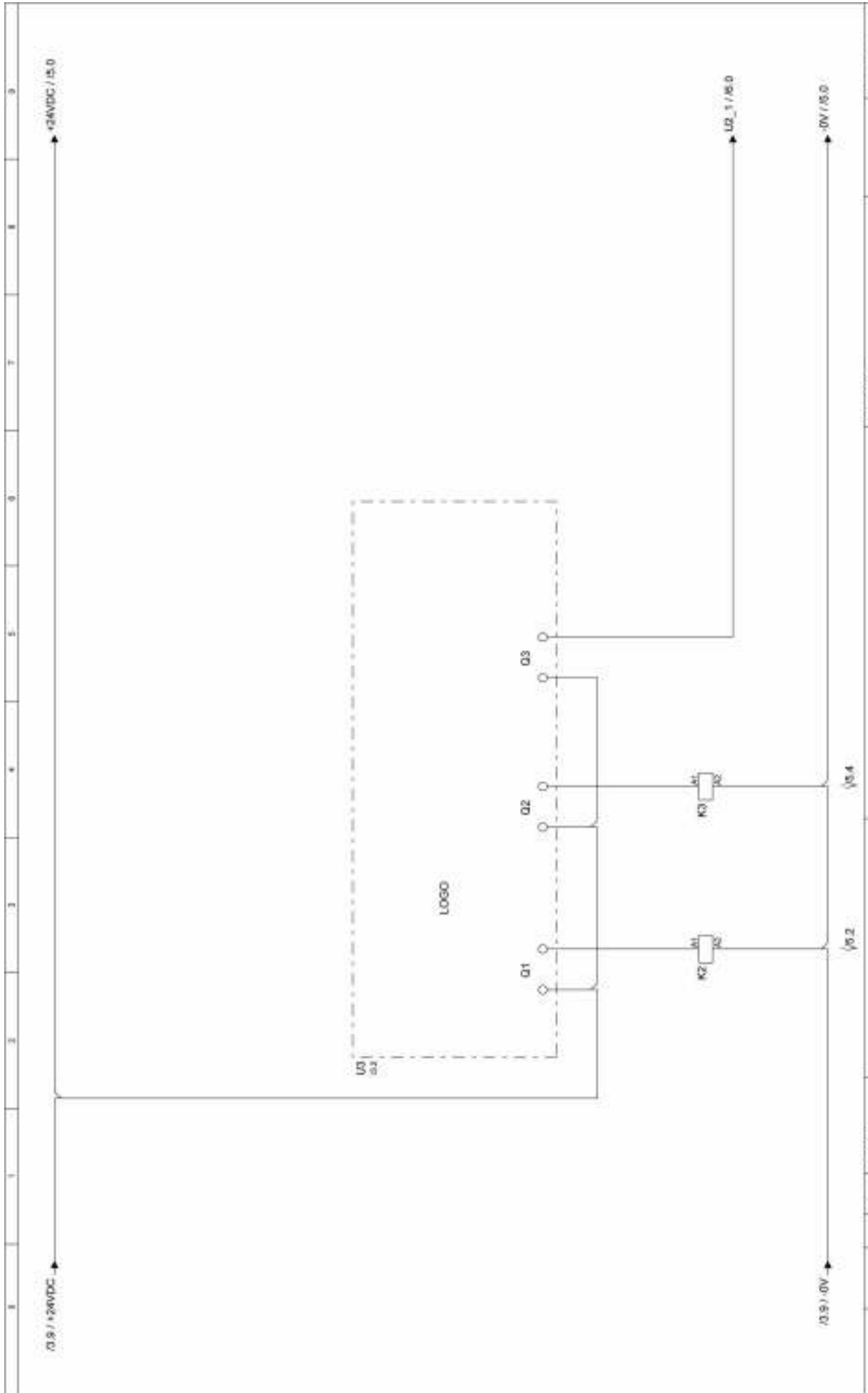
Muutos	Pvm.	12.02.2009	Pihl.	Tommi Suvilampi
	Nimi			
Plant designation Tarkastuspöytä Piirikaavio				
SE1364			Shu:	
Pihl.No 026566			1	
Edellinen sivu:			2	
Seuraava sivu:			7	

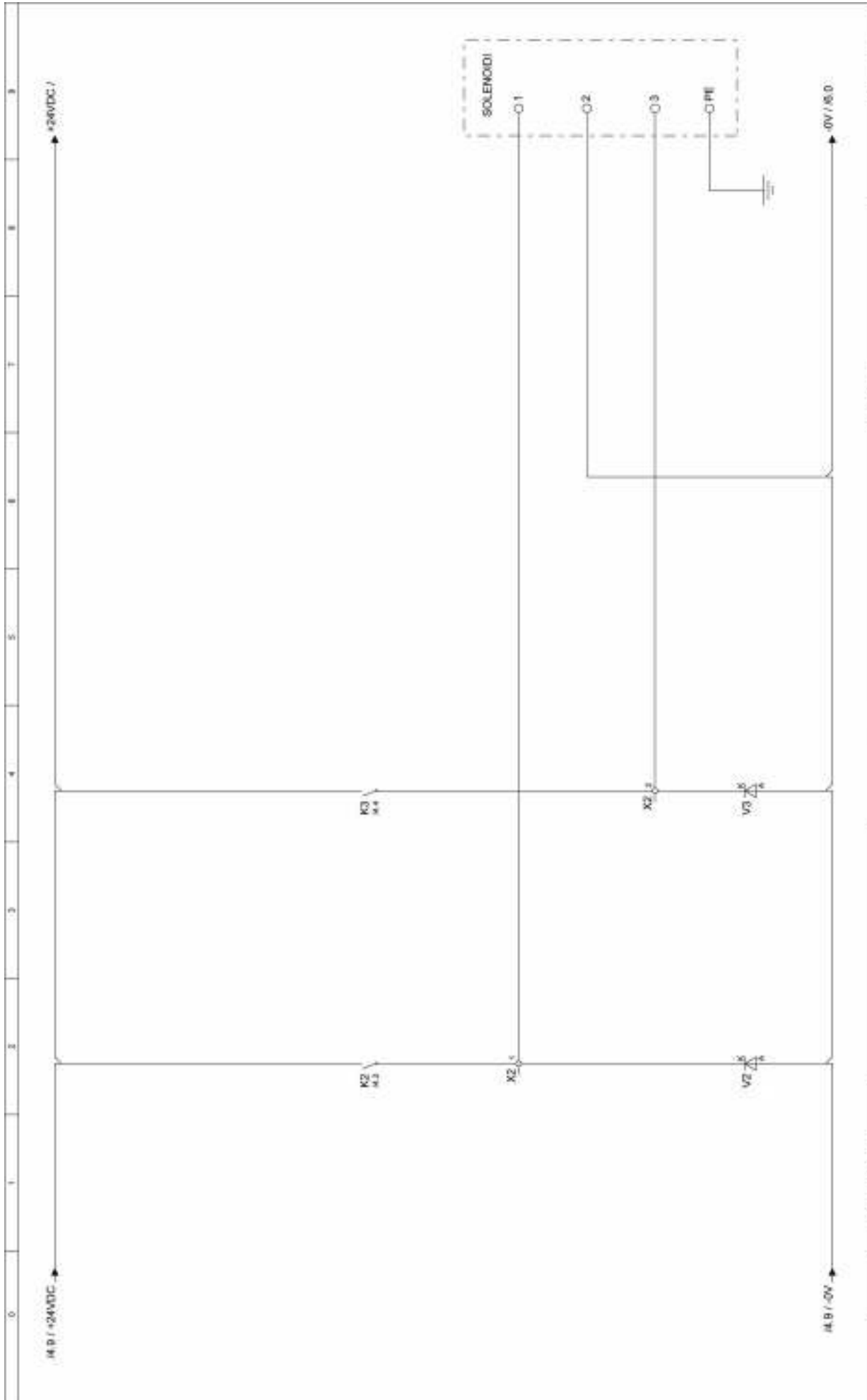


Rev.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Author										
Per.	10.03.2008									
Mod.	Taru Suviro									
Drawn	M. Mäkelä									
Checked	04.03.2008									
Plant designation	Tarkastuspylvä									
Project name	Pöytäkirja									
SE1364	026566									
Rev.	2									
Author										
Checked										
Scale										

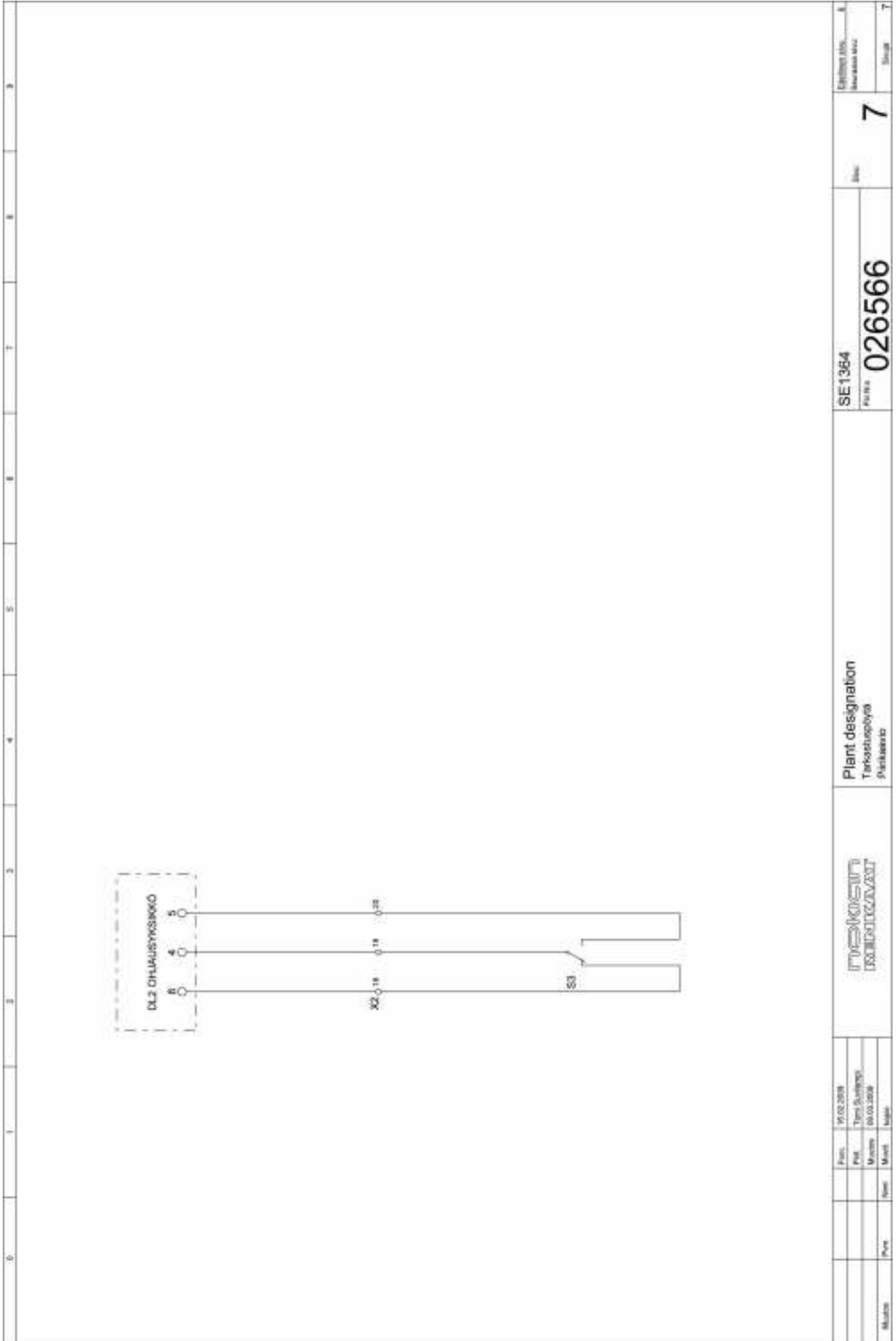


Perit.	12.02.2008	SE1384	026566	3	3
Proj.	Terveisuunnit.				
Muok.	04.03.2008				
Perit.					
Proj.					
Muok.					
Plant designation	Terveystieteiden tutkimuskeskus				
Project No.	026566				
Revision	3				
Scale					

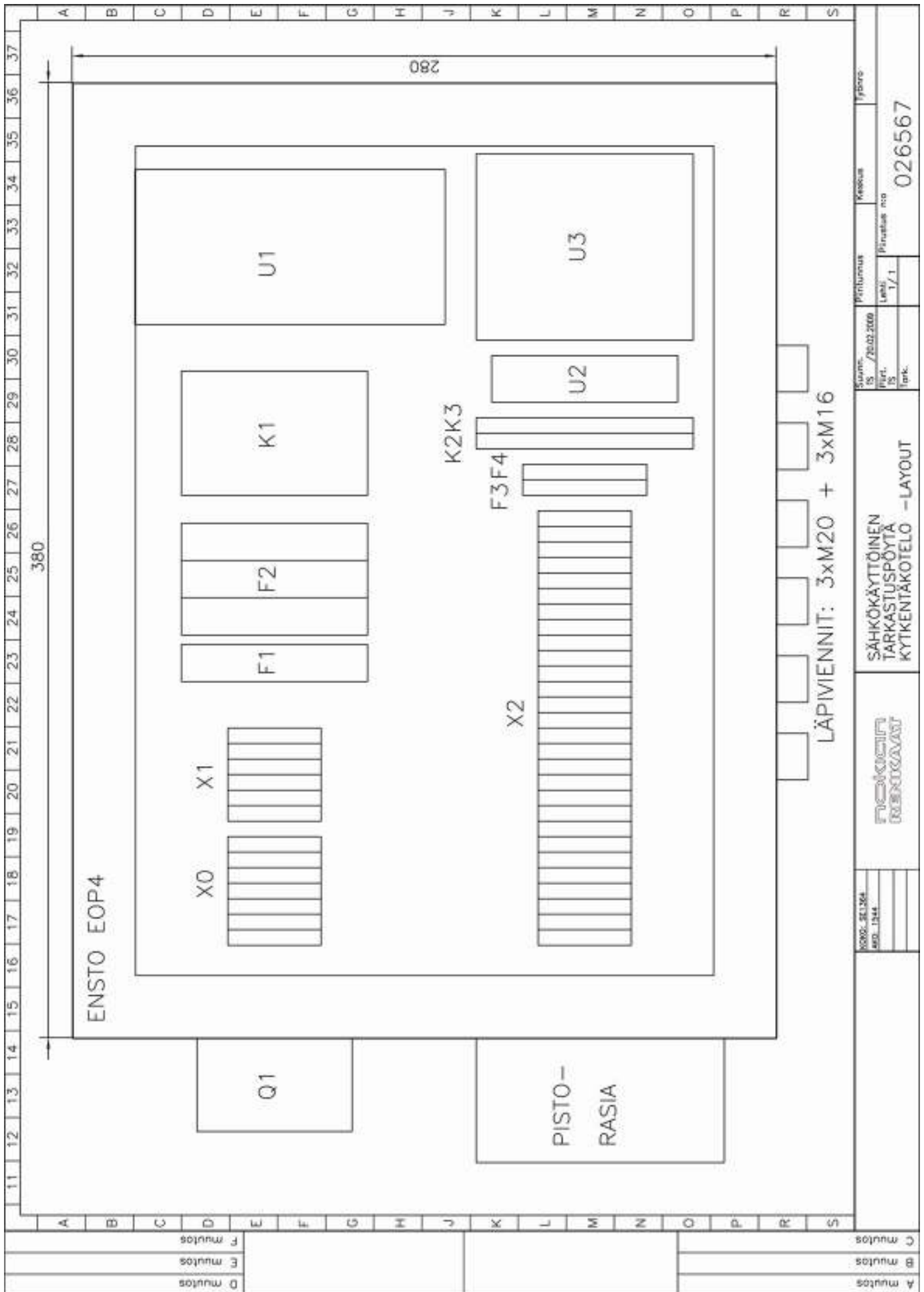




0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+24VDC /									
+24VDC /									
0V / RS.0									
SOLENOIDI									
O1									
O2									
O3									
OPI									
SE1384									
026566									
Plant designation									
Tarkastuspyöryä									
Palkkasto									
Investigation									
ESKUSTUKKUNNAT									
Perit: 01.02.2008									
Pää: Tarmo Suvelampi									
Muokki: 04.02.2008									
Nimi: Määrittäjä									
Kohde: 5									
Käsitellyn kpl:n määrä: 1									
Sivut: 1									



Mittakaava	Perit	19.03.2008	Pöytäkirja	Pöytäkirja	Määräys	04.03.2008	Sivut	7	SE1384	026566	7	Kohde	SE1384	026566	Kohde	SE1384	026566	Sivut	7
	Perit	Työ Suoritus																	
Plant designation													Tarkastusloppu		Päättökäsi				
IRTESKONKESKUS													IRTESKONKESKUS		IRTESKONKESKUS				



	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37					
	KAAPELI	MISTÄ	JOHDIN	MIHIN	REV	KAAPELI	MISTÄ	JOHDIN	MIHIN	REV	KAAPELI	MISTÄ	JOHDIN	MIHIN	REV	KAAPELI	MISTÄ	JOHDIN	MIHIN	REV	KAAPELI	MISTÄ	JOHDIN	MIHIN	REV	KAAPELI	MISTÄ	JOHDIN	MIHIN	REV		
A																																
B	FLEX-CY-J TKD 4x2,5	KK X1:4 X1:5 X1:6 X0:PE :PE	1 sig 2 sig 3 sig 4 PE 5 voiippo	M1 :U1 :V1 :W1 :PE :PE																												
C																																
D	ÖCY-JZ 5x0,75	KK X2:8 X2:10 X2:11 X2:12 X0:PE :PE	1 sig 2 sig 3 sig 4 sig 5 PE 6 voiippo	MOVIMOT :5 :12 :32 :30 :PE :PE																												
E																																
F	ÖPVC-JZ-YCY 400,75	KK X2:1 X2:- X2:2 X0:PE :PE	1 sig 2 sig 3 sig 4 PE	SOLENOIDI :1 :2 :3 :PE																												
G																																
H	ÖPVC-JZ-YCY 400,75	KK X2:+ X2:5	1 sig 2 sig	POLJAIN S2 :13 S2 :14																												
I																																
J	PAARTRONIC -CY-LYCY 6x2x0,34	KK X2:9 X2:13 X2:14 X2:6 X2:16 X2:17 X2:18 X2:19 X2:20	hor kel väh vol rus völ pun mus sin	OHJAUSRASIA S4 :14&12 S4 :13 S4 :11 R2 :1 R2 :3 R2 :2 S3 :33 S3 :34 S3 :31																												
K																																
L																																
M																																
N	Kaapeli 3x0,25	KK X2:18 X2:19 X2:20	pun sin väh	DL2-OHJAIN 1:8 1:4 1:5																												
O																																
P																																
Q																																
R																																
S																																

A muutokset																																	
B muutokset																																	
C muutokset																																	
KODI: 5E1364		MID: 1547		SÄHKÖKÄYTTÖINEN TARKASTUSPÖYTÄ KAAPELIEN KYTKENTÄ		SÄHKÖKÄYTTÖINEN TARKASTUSPÖYTÄ KAAPELIEN KYTKENTÄ		Suunn. 13 / 18.02.2004		Keskus Lehti 1 / 1		Työno Pöytäkirja no 026568																					

KPL	LAITE TUNNUS	LAITTEEN NIMI	TEKNISEET TIEDOT	VALMISTAJA	PIIRI NUMERO	HUOM.
1		Kytkenäkolela	EOP4 280x380x193. IP66	Ensto		
2		Ohjusrasio	XAPM2203	Telemecanique		
3						
4		Nostopitari	DL2	Linak		
5		Nostopitarin ohjousyksikkö	CB04	Linak		
6						
7		Solenoidi	UCd-90.25	Isiker Magnete		
8						
9	M1	Moottori	DRS7154/FF/MM03/MOVIMOT	Sew		
10						
11	Q1	Pääkytkin	KG20 B T203/04	Kraus & Naimer		
12	K1	Kontaktori	LC1-D09BD	Telemecanique		
13						
14	K2, K3	Riviliitäjät	G2RV-SL700 24VDC	Omron		
15						
16	F1	Johdonsuojakatkaisija	C60N 1C6	Merlin-Gerin		
17	F2	Johdonsuojakatkaisija	C60N 3C10	Merlin-Gerin		
18	F3	Riviliitin + lasipurkulaake	UK-SI + 5x20mm 2,5A Hidas	Phoenix		
19	F4	Riviliitin + lasipurkulaake	UK-SI + 5x20mm 0,8A Nopea	Phoenix		
20						
21	U1	Teholähde	Sitop Smart 5A, 24VDC	Siemens		
22	U2	Ohjearvomuunnin	MMA21A	Sew		
23	U3	Logiikka	Logic 12/24RC 6ED1 052-1MD00-0BA6	Siemens		
24						
25	V1	Kontaktorin kelanvaimennuspää	LA4DC3U	Telemecanique		
26	V2, V3	Solenoidin diodinäärittäjä	408-5124 100V 6A	Taiwan Semiconductor		
27						
28	X0	Riviliitin	3xUSLKG 5 (PE), 1xUK5-TWIN, 3xUK5N	Phoenix		
29	X1	Riviliitin	UK5N	Phoenix		
30	X2	Riviliitin	10xUK5-TWIN, 18xUK5N	Phoenix		
31						
32	S1	Ohjousjännitekytkin	2AS, 1NO, XB4B021	Telemecanique		
33	S2	Käynnistyspoljin	XPE-M110	Telemecanique		
34	S3	Korkeudensäätökäytin	3AS, 2NO, XB4B053	Telemecanique		
35	S4	Suunnanvalintakytkin	2AS, NO+NC, XB4B025	Telemecanique		
36						
37	R1, R2	Nopeudenrajoituspotentioimetri	5 kOhm	Bourns		
38	R3	Potentioimetrin etuvastus	200 Ohm			
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						

KODI: 201364

MS: 1556

ROKKEIN
ROKKAUVA

SÄHKÖKÄYTTÖINEN
TARKASTUSPÖYTÄ
OSALUETTELO

Suunn. / 18.02.2004

Keskus

Lehti

1 / 1

Tank.

Työno

Piirustus no

026569

C muutos

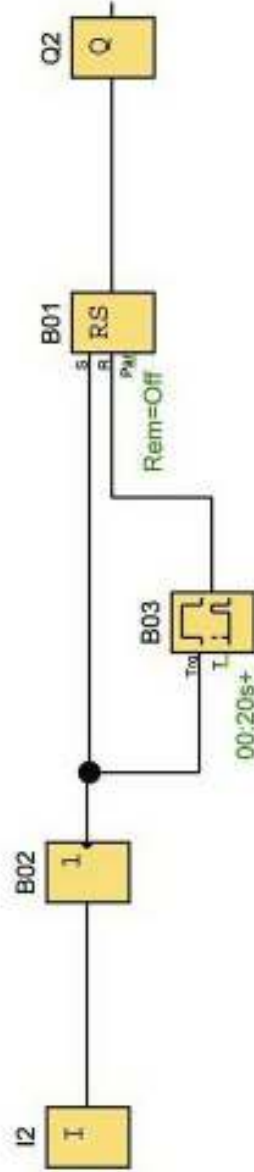
B muutos

A muutos

Lähtö Q1 vetää, kun tulo I1 on päällä



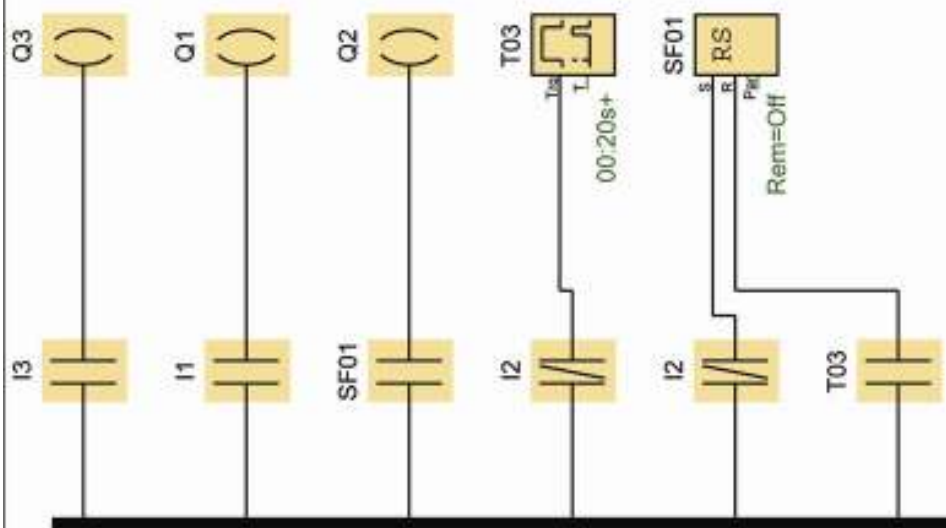
Tulon I2 mennessä pois päältä, RS-kiikku asetuu ja lähtö Q2 vetää. Samaan aikaan käynnistyy vetohidastus. Vetohidastuksen T-parametrim kuluessa nolllaan, resetoi se kiikun ja lähtö Q2 palauttaa



Lähtö Q3 vetää, kun tulo I3 on päällä



Creator:	Tomi Suurampi	Project:		Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Created/Changed:	30/09 3:10 PM/30/09 3:10 PM	File:		Page:	1 / 1




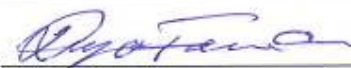


Creator:	Toni Suvelampi	Project:	Installation	Customer:	
Checked:		File:		Diagram No.:	
Created/Changed:	3/2/09 3:13 PM/3/2/09 3:13 PM			Page:	1 / 1

KUSTANNUSARVIO			
	Tuote	Toimittaja	Hinta / €
1	Rungon osat (sis. maalaus)	Tampereen Kuljetinasennus Oy	2500
2	Nostopilari (sis. ohjausyksikkö)	Linak Oy	432
3	Moottori (sis. ohjearvomuunnin)	Sew-Eurodrive Oy	582
4	Solenoidi	Wexon Oy	485
5	Laakerit	Kunnossapito/varasto	30
6	Jalkakytkin (2x)	Kunnossapito/varasto	132
7	KytKentäkotelo	Kunnossapito/varasto	78
8	Ohjauskytkimien kotelo	Kunnossapito/varasto	32
9	Logiikkamoduuli	Kunnossapito/varasto	100
10	Teholähde	Kunnossapito/varasto	100
11	Pääkytkin	Kunnossapito/varasto	33
12	Kontaktori	Kunnossapito/varasto	25
13	Johdonsuojakatkaisijat	Kunnossapito/varasto	39
14	Riviliittimet	Kunnossapito/varasto	38
15	Kaapelit	Kunnossapito/varasto	50
16	Muut piensähkötarvikkeet	Kunnossapito/varasto	72
17	Muut tarvikkeet	Kunnossapito/varasto	48
18	Työtöt alihankkijoilla	Euroll Oy, TPM Oy	100
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Yhteensä:			n. 4900

KONEEN TARKISTUSLISTA VI PRINTABLE

Sivu 1/1

Kone: <i>Sähkökäytt. tarkastuspöytä</i>		Toimittaja: <i>NR</i>
Tarkastuspäiväys: <i>2.3.2009</i>		Läsnä: <i>PAAT, JSI, KLV, Tomi Sevilampi, OA</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Uusi kone <input type="checkbox"/> Konemuutos <input type="checkbox"/> Huolto <input type="checkbox"/> Ennakkotarkastus <input checked="" type="checkbox"/> Käyttöönottotarkastus <input type="checkbox"/> Jälkitarkastus		
Tarkastettava asia	Ok?	Huomautukset
• Konekilpi ja CE-merkintä	<input type="checkbox"/>	<i>-Kiinnitettään (NR)</i>
• Kytinten ja merkkivalojen merkinnät	<input type="checkbox"/>	<i>-Kiinnitettään</i>
• Varoituskyltit	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Käyttöohje	<input type="checkbox"/>	<i>Viimeistely ja toimitus käyttöpaikalle</i>
• Suojarakenteet	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Kuultu suojaa takanurkkaan</i>
• Turvalaitteet	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Huoltotasot, portaat, kaiteet	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Terävät kulmat, särmät ja kuumat pinnat suojattu	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Kompastumisvaara minimoitu	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Nielut, ketjut, hammaspyörät yms. suojattu	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Kts yllä.</i>
• Kemikaalisäiliöt ehjät, ei vuotoja	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Energiänsyötöille (sähkö ja paineet) ja materiaalikuljettimille pääkytkimet ja tarvittaessa tyhjennysventtiilit	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>-merkintä</i>
• Häätäpysäyttimet	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Ei. Kuolleen miehen kytkin ainoastaan</i>
• Melu, pöly ja kaasu-päästöt	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Soveltuvuus käyttöpaikalle -Sähkölaitteiden kotelointi -Sähkömagneettiset häiriöt -Kuormitukset -Lämpö- ja kosteusolot -Riittävästi tilaa, Varastopaikat	<input type="checkbox"/>	<i>Staattinen sähkö mitattava käyttöpaikalla</i>
• Muut tarkastukset tehty	<input type="checkbox"/>	
Muut huomautukset:		
<i>- D-tyo. Dokumentointi viimeistelyssä. - Koeikäyttö ok. Käyttöönotto ok kun dokum. valmis</i>		
Allekirjoitukset:		
Vastaanottaja: 	Toimittaja: 	
Ts.päällikkö: 	Ts.valtuutettu: 	

Sähkökäyttöinen tarkastuspöytä

Osasto: 226		Tarkastelun kohde: Tarkastuspöytä		Päiväys: 05.03.2009	Laatija: Tomi Suvilampi	
Riski tai ongelma	Riskin syyt	Pahimmat seuraukset	Riskin todennäköisyys	Toimenpiteet	Riskin seuraukset	
Vartalon osuminen pyörivään pöytälevyyn	Käyttäjää liian lähellä pöytää	Pieni hankauma tai haava	2	Pöydän reunat pyöristetty	1	
Sormien jääminen pyöritysruulan tai moottoritason väliin	Sormien laittaminen liikkuvien osien väliin moottorin käydessä	Mahdollisesti sormien katkeaminen tai murtuminen	1	Moottori ja pyöritysruulla sijoitettu pöydän taakse. Kulku estetty kuljettimien avulla. Maininta käyttöohjeessa	2	
Sähköisku moottorin sähköjohdoista	Johtojen katkeaminen tai irtoaminen liittimistään, ilman että johdonsuoja-kaikaisija laukeaa	Pahimmillaan kuolema	1	Moottori suojattu ja maadoitettu. Sähköjohto on suojattua ja sen päissä on vedonpoistot	3	
Pöytälevyn lippuminen jalolle	Pöytälevyn akselin katkeaminen, joka voi johtua renkaiden aiheuttamasta rasituksesta, pöytälevyn nojaamisesta tai sen päällä istumisesta	Varpaiden murtuminen. Mustelmia jalkoihin	1	Pöytälevy on lukittu, jolloin sitä ei voi irrottaa ilman työkaluja. Oikeanlainen vaatetus (turva-kengät)	2	
Vaatteiden tarttuminen pyörivään pöytälevyyn	Irtomain vaatekappale	Mustelmat tai ruhjeet	1	Oikeanlaisten työvaatteiden käyttö. Tartuntavaara pieni, pöydän tasaisen pinnan vuoksi	1	
Sähkömoottorin korkea vääntö	Pöytälevystä kiinni pitäminen moottori-pyöryksen aikana	Lihaksien venähtäminen	2	Moottorin korkeasta väännöstä mainittu käyttöohjeessa	2	

Tarkastuspöydän käyttöohje

- Pöydän kaikki säädöt löytyvät ohjausrasiasta. Pöydän korkeus, pyörimisnopeus ja suunta
- Pyörimisnopeus on nyt säädettävissä välillä 40 - 110 rpm. Vanhoissa pöydissä nopeudet vaihtelivat välillä 50 - 100 rpm
- Älä polje poljinta nykäyskäytössä liian tiheään tahtiin, muuten pöytä ei pyöri. Sopivan tahdin löytää kokeilemalla
- Pilari nostaa pöydän jopa 1,5 m korkeuteen. Vaaratilanteiden välttämiseksi sitä ei niin korkealla kuitenkaan saa nostaa. Tämä on vain huoltoa varten. Nosta pöytä vain niin korkeaan asentoon kuin missä sitä oikeasti käytät
- Älä istu pöydän päällä tai nojaa liian voimakkaasti pöytälevyn reunaan. Pöytälevyn akseli voi murtua, koska se on alumiinia, ei terästä kuten vanhoissa pöydissä
- Moottori vääntää todella voimakkaasti. Älä siis pidä pöytälevystä kiinni moottoripyörytyksen aikana
- Älä laita sormiasi pöydän ja sen takana olevan moottoritason väliin
- Älä koske moottoriin, sillä se saattaa käytön jälkeen olla kuuma
- Mahdollisessa vaaratilanteessa katkaise pöydän virta pöntön takaa löytyvästä kytkentäkotelon pääkytkimestä
- Kytkentäkotelon avaaminen on ankarasti kiellettyä
- Mikäli pöydän pyörytys ”tiltaa”, käytä pöntön takaa löytyvästä kytkentäkotelosta ohjausjännite pois päältä ja laita se takaisin päälle
- Jos vika ei tällä toimenpiteellä korjaannu, soita hälylle (puh. 7300)
- Muissa vikatilanteissa soita myös hälylle (puh. 7300)

Terve!

Tässä uusi täysin sähkökäyttöinen tarkastuspöytä. Toivoisin, että kaikki ehtisivät tutustua siihen, sen toimintoihin ja käyttäytymiseen. Käyttäytymiseltään se eroaa hiukan vanhoista pöydistä. Haluaisin saada teiltä nyt palautetta, jotta pöydästä voidaan kehittää entistä parempi. Lisäksi haluaisin palautetta tietääkseni miten työssäni olen onnistunut. Kirjoittamanne palautteet ja kehitysehdotukset tulevat tutkintotyöhöni liitteeksi. Kirjoittakaa ohessa oleville papereille vapaamuotoisesti käyttökokemuksianne ja palautetta, niin positiivista kuin negatiivistakin.

Terveisin

Tomi Suvilampi

Palaute:

- Pöydän paksuus on todella hyvä, mutta kohouma sen keskeltä pitäisi saada pois
- Tuolilla istuvalle jalkapoljin ei ole hyvä. Poljin pitäisi saada kauemmas jalustasta, jotta jalan saa sopivaan asentoon. Jalkatuki on lisäksi liukas ja kenkä lipeää
- Äänettömyys on loistavaa. Plussaa myös siitä, että pöydän saa tarpeeksi alas
- Istualtaan tarkastavaa varten olisi renkaanottopoljin hyvä olla myös kiinteästi asennettuna, kuten pyörityspoljinkin on
- Unelma pöytä! Hiljaisuus on mahtavaa
- Pöytä on "luxus"
- Pöytä on kätevä käyttää, ja siivouskin sujuu paremmin. Hienoa!
- Pöytä on todella hyvä!
- Pöytä on täydellinen!



