

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

Tutkintotyö

Juha Manninen

KAAPELEIDEN MUOTOVIRHEIDEN EHKÄISY

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Tekn.lis. Tauno Kulojärvi
Nokian Renkaat Oyj, osastoinsinööri Jouni Hyriäinen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

Manninen, Juha

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Heinäkuu 2007

Hakusanat

Kaapeleiden muotovirheiden ehkäisy

34 sivua + 16 liitesivua

Tekn.lis. Tauno Kulojärvi

Nokian Renkaat Oyj, osastoinsinööri Jouni Hyriäinen

muotovirheet, Nokian Renkaat, apex

TIIVISTELMÄ

Nokian Renkaat on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa kesä- ja talvirenkaita autoihin, sekä renkaita erilaisiin raskaisiin koneisiin.

Henkilöauton renkaissa käytettäviä kaapeleita tehdään komponenttivalmistus-osastolla. Kaapeliytimen tarkoituksena on lujittaa renkaan jalkaosaa vannealueella ja siten varmistaa vanteelle asennuksen (ja ilman pitävyyden). Kaapeli puristuu vanteen reunaan vasten, kun rengas paineistetaan.

Ongelmaksi on muodostunut kaapeleiden liiallinen soikeus, joka aiheuttaa ongelmia PC1-osaston kokoonpanossa, kokoonpanokoneilla. Soikeat kaapelit putoavat kuljettimiltaan niitä vietäessä kokoonpanokoneen rummulle. Etenkin ongelmia esiintyy autosingle-koneilla (K27-K44 sekä M1).

Työn tarkoituksena oli kartoittaa syitä kaapeleiden soikeuteen ja etsiä ratkaisuja ongelmien ehkäisemiseksi. Kartoitus kattaa koko välin kaapelinkäärinnästä kokoonpanoon.

Alustavasti on arveltu, että suurin ongelman aiheuttaja on tällä hetkellä liuskattujen kaapeleiden välivarastoinnissa, jossa aiheutuu kaapelivaunuissa roikkuviin kaapeleihin soikeutta. Yhtenä työn päätarkoituksena oli miettiä uudenlaisia välivarastointimenetelmiä, joista aiheutuisi vähemmän soikeutta kaapeleihin.

Työn tärkeimpiä tuloksia olivat kaapeliytimien ja liuskattujen kaapeleiden koeriiputuksista saadut mittaustulokset. Niistä ilmeni, että suurin osa soikeudesta syntyy kaapeliytimen ja liuskatun kaapelin ollessa vielä lämpimät, ennen kun ne ovat jäähtyneet hallissa vallitsevaan lämpötilaan. Soikeutumisen alkaa siis jo ytimien käärinnästä.

Tuloksien perusteella voidaan heti jo ytimien käärinnästä asti ruveta ehkäisemään kaapeleihin kohdistuvia muotovirheitä. Mitä pyöreämpänä kaapeliydin saapuu liuskaukseen, sitä pienempiä muotovirheet ovat kaapeleissa liuskauksen jälkeen.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Product development

Manninen, Juha

Precaution for to cables formal errors

Engineering Thesis

34 pages, 16 appendices

Thesis Supervisor

Lis.Tech. Tauno Kulojärvi

Commissioning Company

Nokian Renkaat Oyj. Engineer Jouni Hyriäinen

July 2007

Keywords

formal error, Nokian Tyres, apex, bead wire

ABSTRACT

Cables elliptic give rise to problem in department of PC1 assembly line. Elliptic cables drop away from carriage when it transmits cables to assembly machines barrel. Problems are act especially in autosingle-machines (K27-K44 and M1).

Aim of this diploma work is to chart the reasons of cables elliptics and find to decision to prevent beforehand the problems to this exploratory study.

Provisionally has assumed that the biggest reason for this problem is in this time the cables intermediate storage, where cables hang in the cable carriages. One main purposes of this diploma work is to consider new methods of the intermediate storage, which give rise just little elliptics to the cables.

The main conclusions of this diploma work were the results which gets the test-hanging of cable cores and band of the cables. Most of the elliptics arise when the cable cores and the band of the cables are warm before those have cooled in to the halls temperature. It begins to go elliptic already in to the bind of the cores.

On account of this conclusions we can at the beginning prevent beforehand the formal error directly in the cable cores binding. When the cable cores are more circular when it comes to apexing that means lower formal errors in to cables after apex.

ALKUSANAT

Työ oli mielenkiintoinen ja todella haastava. Vaikka itse olenkin työskennellyt komponenttivalmistuksessa, niin ytimien käärintä ja liuskaus olivat minulle täysin uusia osa-alueita, joihin täytyi tutustua aivan alusta asti.

Kaapeleiden soikeutta tuskin pystytään koskaan poistamaan kokonaan, mutta sitä voidaan aina ehkäistä. Kaapelin ei tarvitse olla täysin 100 % pyöreä, jotta sitä pystyttäisiin käyttämään. Kun työtä alettiin tehdä, ajatuksena oli, että kaapelissa saa olla hieman soikeutta, kunhan sen pystyy vain kokoonpanossa ongelmitta käyttämään.

Ensinnäkin suuret kiitokset verstasteknikko Petri Raskille ja laatu- ja menetelmätekniikko Mikko Luomalle, joilta sain paljon lähdeaineistoa työtä varten. Kiitokset myös Juha Mustamäelle, jonka aiemmin tekemien tilastojen ja tutkimuksien perusteella sain lähtökohtia työhöni. Kiitos avustuksesta ja ohjaamisesta kuuluu myös osastoinsinööri Jouni Hyriäiselle, sekä insinööriyöni ohjaajalle tekn.lis. Tauno Kulojärvelle. Kiitokset kuuluvat myös työn ideasta insinööri Laura Niemiselle.

Pirkkalassa 19.7.2007

Juha Manninen

Juha Manninen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT.....	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO.....	7
2 NOKIAN RENKAAT	8
2.1 Nokian Renkaiden historiaa	8
2.2 Valmistustoiminta ja Vianor	9
PC1: Henkilö- ja jakeluauton renkaat.....	9
PC2: Raskaat renkaat	9
PC4: Kuorma-auton renkaat	10
PC5: Vianor	10
2.3 Nokian Renkaiden tulos 2006	10
2.4 Henkilöauton renkaiden valmistusprosessi	11
2.4.1 Raaka-aineet	12
2.4.2 Sekoitus	12
2.4.3 Komponenttivalmistus	13
2.4.4 Kokoonpano.....	16
2.4.5 Vulkanointi eli paisto.....	17
2.4.6 Tarkastus.....	17
3 KAAPELIYHDISTELMÄN VALMISTUSPROSESSI.....	18
3.1 Kaapeliytimien käärintä	18
3.2 Kaapeliytimien välivarastointi	21
3.3 Kaapeliytimien liuskaus	22
3.4 Liuskattujen kaapeliytimien välivarastointi	24
4.5 Renkaiden kokoonpano	25

Juha Manninen

4 SYITÄ KAAPELEIDEN SOIKEUTUMISEEN.....	25
4.1 Kaapeliytimien käärintä ja välivarastointi.....	25
4.2 Kaapeliyhdistelmät.....	27
4.2.1 Liuskaus	27
4.2.2 Liuskattujen kaapeleiden välivarastointi	30
5 TULOSTEN TARKASTELU JA ARVIOINTI.....	31
LÄHDELUETTELO	33
LIITTEET.....	34

Juha Manninen

1 JOHDANTO

Nokian Renkaat on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa kesä- ja talvirenkaita autoihin, sekä renkaita erilaisiin raskaisiin koneisiin.

Henkilöauton rengas koostuu monesta eri komponentista, joista yksi on kaapeliyhdistelmä, josta käytetään myös nimitystä kaapeli. Kaksiosainen kaapeli muodostuu kaapeliytimestä ja kolmiotäytteestä (apex). Kaapelin tarkoituksena on lujittaa renkaan jalkaosaa vannealueella ja siten varmistaa vanteelle asennuksen (ja ilman pitävyyden). Kaapeli puristuu vanteen reunaan vasten, kun rengas paineistetaan. Nokian Renkailla valmistettavien kaapeleiden tuumakoko vaihtelee nykyisin 13 ja 22 tuuman välillä.

Kaapelin soikeus aiheuttaa ongelmia kokoonpanossa, kokoonpanokoneilla. Ongelmia esiintyy autosingle-koneilla (K27-K44 sekä M1), joilla pääasiassa kootaan 16 – 22 tuumaisia henkilöautojen renkaita. Ongelma ilmenee kokoonpanokoneella rengasaihiota kootessa, kun kaapelinkuljetin vie kaapelia rummulle. Soikea kaapeli osuu kapeimmasta kohtaa rummulla jo olevaan inneri/koordii-yhdistelmään ja putoaa kuljettimelta kesken kuljetuksen.

Alustavien tutkimusten perusteella suurin ongelman aiheuttaja on tällä hetkellä liuskattujen kaapeleiden välivarastoinnissa, jossa aiheutuu kaapelivaunuissa roikkuviin kaapeleihin soikeutta. Etenkin RunFlat renkaissa käytettävien kaapeleiden soikeus aiheuttaa paljon ongelmia, koska RunFlat renkaissa käytetään vahvempia materiaaleja ja komponentteja kuin normaaleissa renkaissa, mistä taas johtuvat pienemmät ”välykset” rengasaihiota kootessa.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on kartoittaa syitä kaapeleiden soikeuteen ja etsiä ratkaisuita ongelmien ehkäisemiseksi. Kartoitus kattaa koko välin kaapelinkäärinnästä kokoonpanoon.

Juha Manninen

2 NOKIAN RENKAAT

Nokian Renkaat on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa kesä- ja talvirenkaita autoihin sekä renkaita erilaisiin raskaisiin koneisiin. Yhtiö on myös Pohjoismaiden suurin pinnoitusmateriaalien valmistaja ja pinnoittaja. Lisäksi sillä on Pohjoismaiden suurin ja kattavin rengasketju, Vianor, johon kuuluu noin 170 omaa myyntipistettä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Virossa ja Latviassa. /1/

2.1 Nokian Renkaiden historiaa

Nokian Renkaat Oyj on vuonna 1988 perustettu yhtiö, joka listautui Helsingin Arvopaperipörssiin vuonna 1995. Yhtiön juuret ulottuvat vuoteen 1898, jolloin perustettiin Suomen Gummitehdas Oy: vuonna 1959 se muutettiin Suomen Kumitehdas Oy:ksi. Vuonna 1967 syntyi kolme eri yhtiötä, jotka jakautuivat kumin, kaapelin ja paperin tuotantoon. Vuonna 1988 syntyi Joint venture -yhtiö Nokia Renkaat Oy.

Polkupyörärenkaiden valmistus alkoi vuonna 1925 ja henkilöautorenkaiden valmistus vuonna 1932. Tunnetuin merkkituote, Nokian Hakkapeliitta, tuli tuotantoon vuonna 1936.

Vuonna 1945 valmistui Nokialle uusi rengastehdas, jota laajennettiin ensimmäisen kerran vuonna 1968 ja toisen kerran vuonna 1981. Viimeisimmät laajennustyöt tehtiin vuosien 1996 ja 2001 välisenä aikana.

Ensimmäiset omat vähittäismyyntipisteet avattiin Ruotsiin ja Latviaan vuonna 1998, ja oma rengasketju laajentui Suomeen ja Viroon. Vianor-nimi otettiin koko vähittäismyyntiketjun käyttöön vuosien 1999 - 2000 aikana. Vuonna 2002 valmistui Nokialle uusi logistiikkakeskus.

Vuonna 2003 Nokian Renkaat luopui omistuksestaan ja Bridgestone Europe NV/SA:sta tuli suurin osakkeenomistaja. Nokian Renkaiden toinen tehdas käynnistettiin Vsevolozhskissa Venäjällä vuonna 2005. /2/

2.2 Valmistustoiminta ja Vianor /2/

Nokian Renkaat on jaettu neljään eri tulosityksikköön, joista käytetään lyhennettä PC (= Profit Centre)

PC1: Henkilö- ja jakeluauton renkaat

Tulosityksikkö kehittää ja valmistaa kesä- ja talvirenkaita henkilö- ja jakeluautoihin. Ydintuotteita ovat nastalliset ja nastattomat talvirenkaat, sekä suurten nopeusluokkien kesärenkaat. Nämä ovat rengasalan nopeimmin kasvavia segmenttejä. Nokian-merkkiset kesä- ja talvirenkaat on räätälöity erilaisten markkinoiden tarpeita ja olosuhteita varten.

Määrällisesti myydyimpiä tuotteita ovat pohjoisten olojen alueille suunnitellut Nokian Hakkapeliitta -talvirenkaat ja Nokian Hakka -kesärenkaat. Päämarkkinat ovat Pohjoismaat ja Venäjä. Muita tärkeitä markkina-alueita ovat Itä-Eurooppa, IVY-maat, Alppialue ja Pohjois-Amerikka. Talvirenkaiden osuus yksikön liikevaihdosta on noin 80 %. Kesärenkaista noin 50 % on suurten nopeusluokkien kesärenkaita, eli ns. high performance- ja ultra high performance -renkaita.

PC2: Raskaat renkaat

Raskaat Renkaat -tulosityksikkö valmistaa metsäkonerenkaita, maatalouden erikoisrenkaita, sekä työkoneiden renkaita. Tuotekehitys keskittyy kapeisiin ja kasvaviin segmentteihin, kuten metsäkonerenkaisiin, teollisuustraktoreiden ja erilaisten työkoneiden renkaisiin.

Juha Manninen

PC4: Kuorma-auton renkaat

Kuorma-auton renkaat -yksikkö vastaa kuorma-auton renkaiden ja pinnoitusmateriaalien tuotekehityksestä ja myynnistä. Kuorma-auton renkaat valmistetaan sopimusvalmistuksena Espanjassa ja Kiinassa.

PC5: Vianor

Vianor-rengasketju on alallaan Pohjoismaiden suurin ja kattavin. Ketjuun kuului vuoden 2006 lopussa yhteensä 261 myyntipistettä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Virossa, Latviassa ja Venäjällä. Nokian Renkaat omistaa itse yhteensä 164 Vianor -pistettä. Venäjällä pääosa pisteistä on partnervetoisia.

2.3 Nokian Renkaiden tulos 2006

Vuosi 2006 oli Nokian Renkaiden 15. peräkkäinen kasvun vuosi. Liiketoiminta kehittyi suotuisasti koko vuoden, myynti kasvoi ja tulos nousi. Hyvän tuloksen perusteena olivat Raskaiden Renkaiden myynnin ennätyslukemat sekä hyvä talvirengasmyynti Pohjoismaissa, Venäjällä ja IVY-maissa.

Myyntiä ja logistiikkaa tehostettiin Venäjällä, minkä ansiosta henkilöautorenkaiden myynti Venäjällä ylitti myynnin pohjoismaissa. /7 s.8/

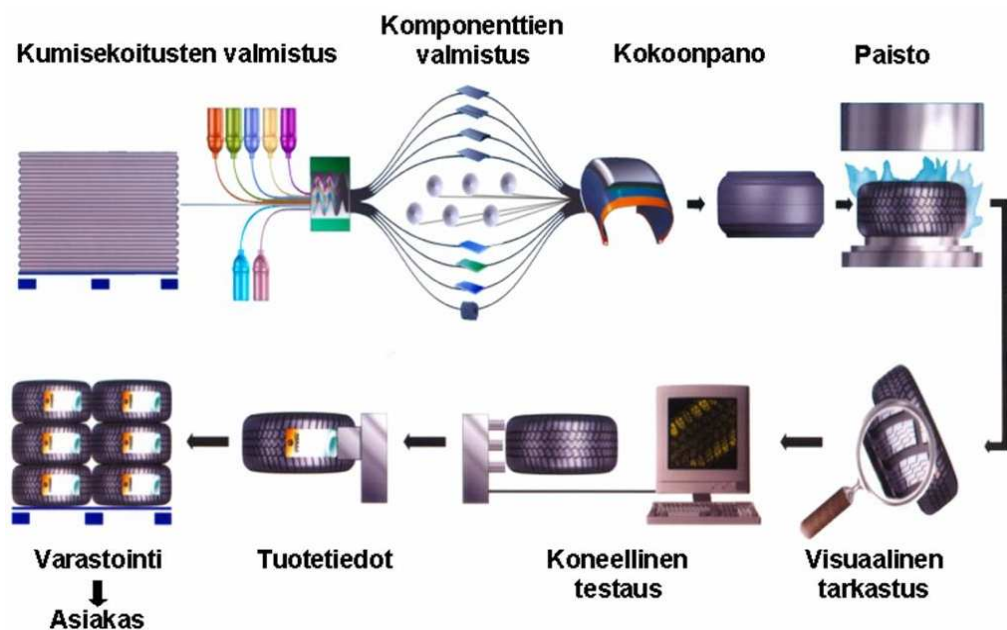
	2006 (2005)	Kasvu
Liikevaihto	835,9 MEUR (686,5 MEUR)	+21,8 %
Liikevoitto	153,1 MEUR (115,8 MEUR)	+32,3 %

Juha Manninen

2.4 Henkilöauton renkaiden valmistusprosessi

Henkilöauton renkaiden valmistusprosessi (Kuva 1) alkaa sekoitusosastolta, jossa eri raaka-aineet sekoitetaan keskenään; tästä taas syntyy siten erilaisia kumiseoksia. Komponenttiosastolla valmistetaan kaikki renkaan eri komponentit, josta ne sitten siirtyvät kokoonpanoon; siellä niistä kootaan valmis rengasaihio. Kokoonpanon jälkeen rengasaihio siirtyy vulkanointiin, jossa siitä syntyy vulkanoinnin jälkeen valmis rengas.

Vulkanoinnin jälkeen valmis rengas siirtyy visuaaliseen tarkastukseen, josta renkaan matka jatkuu koneelliseen testaukseen. Tarkastuksen sekä testauksen läpäisseet renkaat siirtyvät etiketöinnin jälkeen varastoon, josta ne myöhemmin siirtyvät jälleenmyyjille. /2/



Kuva 1 Henkilöauton renkaan valmistusprosessi /3/

Juha Manninen

2.4.1 Raaka-aineet /2/

Renkaan pääraaka-aineet ovat luonnonkumi, synteettinen kumi, noki ja öljy. Kumisekoitusten osuus renkaan kokonaispainosta on yli 80 %. Loppuosa on erilaisia vahvikemateriaaleja.

Noin puolet käytetystä kumista on luonnonkumia, jota saadaan kumipuusta. Kumipuuta viljellään trooppisilla alueilla, kuten Malesiassa ja Indonesiassa. Synteettiset, öljypohjaiset kumit hankitaan pääosin eurooppalaisilta valmistajilta.

2.4.2 Sekoitus /2/

Perussekoitusvaiheita saattaa olla useita. Siinä kumiin sekoitetaan kaikki tarvittavat lisä- ja täyteaineet, ei vulkanoitumisreaktioon vaikuttavia aineita. Sekoituskoneet yhdistävät raaka-aineet yhteen n. 200 kg:n erissä. Yhden erän sekoittaminen tapahtuu 3 - 8 min kuluessa, 130...180 °C lämpötilassa.

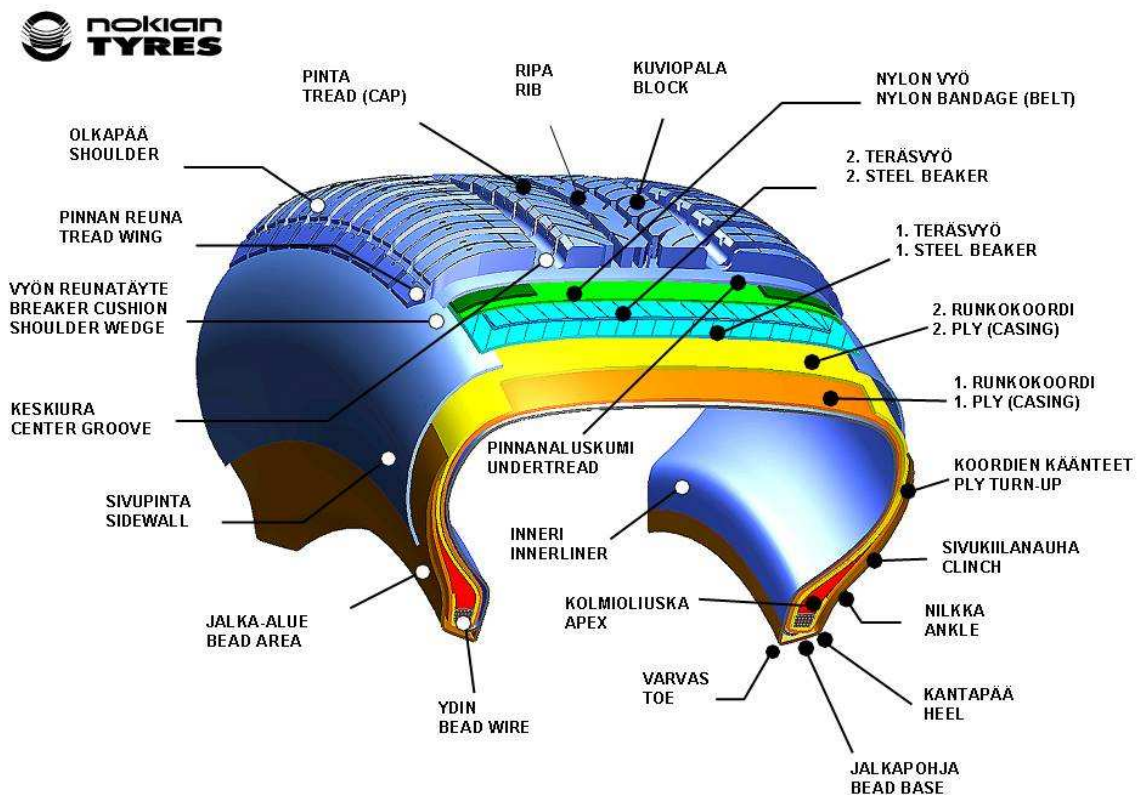
Noin kolmannes kumisekoituksesta on täyteaineita. Niistä tärkein on noki. Noki antaa renkaalle sen mustan värin sekä toimii parhaana kovikemateriaalina kumille. Toinen tärkeä täyteaine on öljy, jota käytetään sekoituksen pehmittimenä. Lisäksi kumisekoituksissa tarvitaan kovettumis- eli vulkanointiaineita sekä useita apukemikaaleja ja suoja-aineita.

Kumisekoitusten koostumus on erilainen renkaan eri osissa ja vaihtelee myös renkaan käyttötarkoituksen ja mallin mukaan. Henkilöauton kesärenkaan kumisekoitus on erilainen kuin talvirenkaan, ja polkupyörän renkaan kumisekoitus poikkeaa lähes täysin esimerkiksi metsäkoneen renkaan kumisekoituksesta.

Juha Manninen

2.4.3 Komponenttivalmistus /1/

Komponenttienvalmistussosastolla tehdään renkaan kaikki eri komponentit. Renkaassa on yleensä kahdeksan erilaista pääkomponenttia, jotka koostuvat 10 – 30 erilaisesta osakomponentista (Kuva 2).



Kuva 2 Henkilöauton vyörenkaan osakomponentit /4/

Kaapeliydin

Ytimet kääretään SW-käärintäkoneella, jolla ydin kääretään yhdestä langasta; tästä myös nimi ”single wire bead”.

Kaapeliytimen tarkoituksena on lujittaa renkaan jalkaosaa vannealueella ja siten varmistaa vanteelle asennus (ja ilman pitävyyden). Kaksiosainen kaapeli muodostuu kaapeliytimestä ja kolmiotäytteestä (apex). Kaapelin koko vaihtelee nykyisin 13 - 22 tuuman välillä.

Juha Manninen

Kolmiotäyte eli apex

Kaapeliytimen liitettävä kolmiotäyte lisää ajovakautta kaarreaajossa. Kyseessä on profiililtaan kolmion muotoinen tukikomponentti, joka liuskauskoneilla liitetään ytimen päälle. Kolmiotäytteen korkeus vaihtelee 20 - 50 mm välillä.

Teräsvyö

Teräsvyö on tukikomponentti kulutuspinnan alla. Teräsvyö koostuu vierekkäisistä kumitetuista teräslangoista. Kumituksen jälkeen raina leikataan 21°-25° kulmaan teräsvyöleikkurilla ja rainat liitetään toisiinsa.

Renkaaseen tulee kaksi eri levyistä teräsvyötä päällekkäin. Niistä leveämpi asennetaan alimmaiseksi. Teräsvöitä on kahtakymmentä eri leveyttä, viiden millimetrin porrastuksella 125 - 265 mm väliltä.

JLB

Jointless bandage eli JLB on saumaton renkaan tukirakenne. 10 mm leveä JLB-nauha on renkaan teräsvyön päälle, limittäin, käärittävää nylonvyönauhaa, joka sitoo teräsvyöt toisiinsa. JLB-nauhan ansiosta tasapainotus- ja värinäongelmat vähenevät.

Runkokoordi

Runkokoordi toimii renkaassa itse runkona, jonka ympärille muut komponentit liitetään. Runkokoordi on komponentti, joka ottaa vastaan renkaan sisäpaineen. Runkokoordi on molemmin puolin kumitettua rayon- tai polyesterikangasta. Runkokoordi leikataan runkokoordileikkurilla (Fischer) 400 – 700 mm levyisiksi kaistaleiksi, jotka taas liitetään toisiinsa.

Juha Manninen

Inneri

Sisäkerroskumi eli inneri korvaa valmiissa renkaassa sisärenkaan. Inneri on kaksiosainen komponentti, joista alemman osan tehtävä on pitää ilma ja päällimmäisen suojata runkokudosta.

Sisäkerroskumilinjalla (LT-80) valmistuu inneriä noin 20 m/min. Inneri kulkeutuu kylmäilmajähdytteisen tunnelin kautta (noin 100 m matkan) välivarastointiin tarkoitettulle kangaspakalle, johon se kääritään odottamaan jatkokäyttöä.

Kulutuspinta

Kulutuspinnalla on suurin vaikutus renkaan pito-ominaisuuksiin ja kulutuskestävyyteen. Kesä- ja talvirenkaissa on kolmi- tai neli- tai jopa viisiosainen kulutuspinna. Kulutuspinna-akumin alapinnalle ajetaan aluskumi, joka parantaa tarttuvuutta.

Kulutuspintaa ajetaan LT-70 (Capbase) -pintalinjalla sekä uudemmalla LT-90 (Quttri 2) -pintalinjalla kelavaunuille.

LT-90:lla valmistus aloitettiin loppuvuodesta 2003. Koneella voidaan yhdistää maksimissaan kulutuspinna-profiiliin viisi eri sekoitusta (LT-70:llä vain neljää). Tämä innovaatio lisää erilaisia mahdollisuuksia haettaessa parasta ajotuntumaa ja kestävyttä etenkin suurten nopeusluokkien renkaisiin.

Sivupinta

Sivupinnan tarkoitus on antaa renkaan sivulle pistosuoja ja vaimentaa joustoa. Se on hyvin taivutusta kestävä komponentti. Siinä on kahta tai kolmea eri kumisekoitusta. Sivupinta-koneella (LT-60) sivupintaan yhdistetään myös sivukiilanauha, joka estää vannehiertymiä, antaa renkaaseen ajovakautta ja parantaa ohjautuvuutta.

Juha Manninen

2.4.4 Kokoonpano

Kokoonpano-osastolla erilaiset komponentit yhdistetään rengasaihioksi.

Erilaisia kokoonpanokoneityyppejä on kolme:

- C -koneet: Jakeluauton renkaat
- H -koneet
- Autosinglet

1-vaihekoneilla (H-koneet ja Autosinglet) valmistetaan monen eri nopeusluokan henkilö-, jakelu- ja maastoauton renkaita. Yhdellä autosinglekoneista voidaan koota jopa 24 tuuman kokoisia renkaita. 1-vaihekoneilla yksi henkilö työskentelee vuorotellen kahdella työasemalla; runkoa ja vyöpakettia tehden. Osien yhdistämisvaihe tapahtuu automaattisesti. Yhdellä autosinglekoneella valmistuu keskimäärin 400 rengasta työvuoron aikana.

2-vaihekoneilla (C-koneet) valmistetaan myös monen eri nopeusluokan henkilö-, jakelu- ja maastoauton renkaita. Erona on kuitenkin se, että koneella työskentelee kaksi henkilöä, molemmat omilla työasemillaan, joista toinen rakentaa vyöpakettia ja toinen runkoa.

Kokoonpanokoneilla toimintaperiaatteet ovat samankaltaiset; materiaalitorneista komponentit ohjautuvat leikkureiden kautta kokoonpanoasemalle. Kun komponentit on vedetty kokoonpanokoneen vyörummulle ja renkaan runko asetettu venytyskoneen laipioille, koneen siirtorengas siirtää pinnan ja vyön muodostaman yhdistelmän rungon päälle. Tämän jälkeen runkoon johdetaan paine, joka venyttää sen kiinni pinnan ja vyön muodostamaan yhdistelmään, ja näin muodostuu rengasaihio.

2.4.5 Vulkanointi eli paisto

Renkaat vulkanoidaan paistopuristimissa. Kussakin puristimessa on kaksi muottipaikkaa. Segmenttimuotit koostuvat kahdeksasta tai yhdeksästä yhtä suuresta osasta, jotka laajenevat avautuessaan. Paistopuristimen sisässä olevaan paistotyynyyn johdettu korkea höyrypaine painaa aihion muotissa olevaa pintakuviota ja sivutekstejä vasten, ja näin rengas saa lopullisen ulkonäkönsä.

Muotteihin ruiskutetaan ajoittain muottirasvaa ehkäisemään renkaan tarttumista muottiin ja näin ollen vaurioitumisen muotin avautumisvaiheessa. Paistossa työskentelevä paistaja asettaa rengasaihiot ahiolautasille ja valvoo koneiden toimintaa. Paistopuristimet toimivat automaattisesti.

2.4.6 Tarkastus

Jokainen henkilöauton rengas tarkastetaan sekä visuaalisesti että koneellisesti. Visuaalisessa tarkastuksessa kiinnitetään huomio renkaan mahdollisiin ulkonäkövirheisiin. Rengas kerrallaan tarkastetaan sisä- ja ulkopinnat sekä vannealue.

Koneellinen tarkastus mittaa renkaan muodon sekä säteisheiton ja sivuttaisvoimavaihtelun. Testikoneella tarkastetaan renkaan muoto (symmetrisyys). Siinä jäljitellään renkaan käyttäytymistä tiekosketuksessa. Rengas täytetään normipaineella, jonka jälkeen kone pyörittää sitä myötä- ja vastapäivään testirumpua vasten. Samalla anturit mittaavat renkaan pinnoilta tietyt arvot (esim. kartiokkuus). Jos mitatut arvot eivät ole asetetuissa rajoissa, rengas ohjautuu eri radalle.

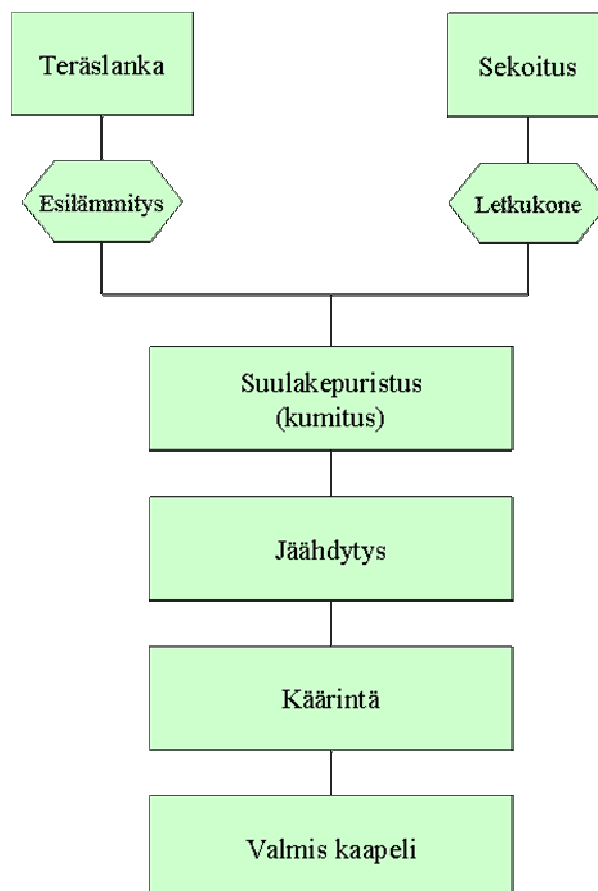
Tämän jälkeen hyväksytyihin renkaisiin liitetään tuotetiedot (etiketit), minkä jälkeen ne lähetetään rengasvarastoon.

3 KAAPELIYHDISTELMÄN VALMISTUSPROSESSI

3.1 Kaapeliytimien käärintä

Kaapeliytimet kääritään SW-käärintäkoneella. Yksi ydin kääritään yhdestä langasta, mistä tulee myös nimi ”single wire bead”.

Kaapeliytimen valmistusprosessi (Kuva 3) alkaa siitä, kun käärintäkoneessa esilämmitetään (Kuva 4) kuudelta kelalta tulevat langat (40...80 °C), minkä jälkeen ne kumitetaan (Kuva 5). Kumituksen jälkeen langat ohjataan reserviin jäähtymään (Kuva 6). Käärintäpäässä langat kääritään kehälle kuusi kaapeliydintä rinnakkain (Kuva 7). Käärityt ytimet siirtyvät automaattisesti keräilykaruselliin.

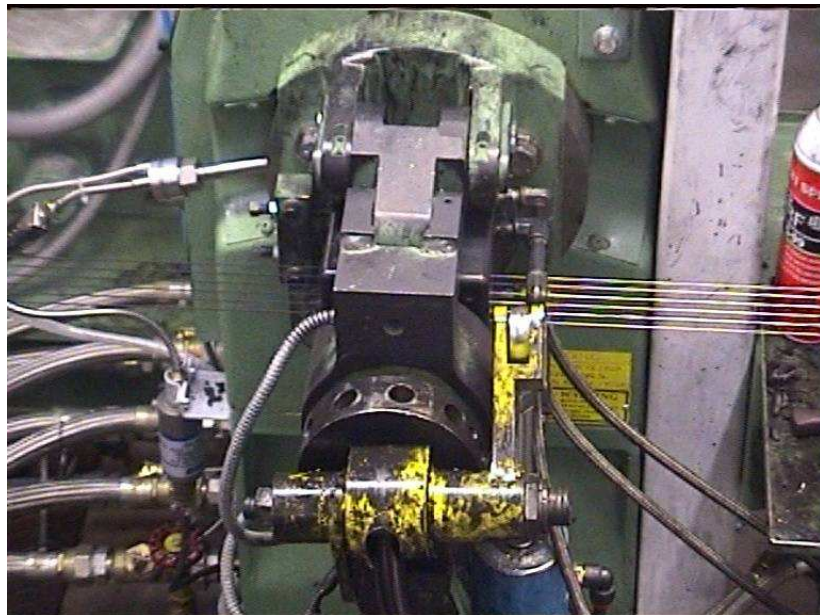


Kuva 3 Kaapeliytimen valmistus /5/

Juha Manninen

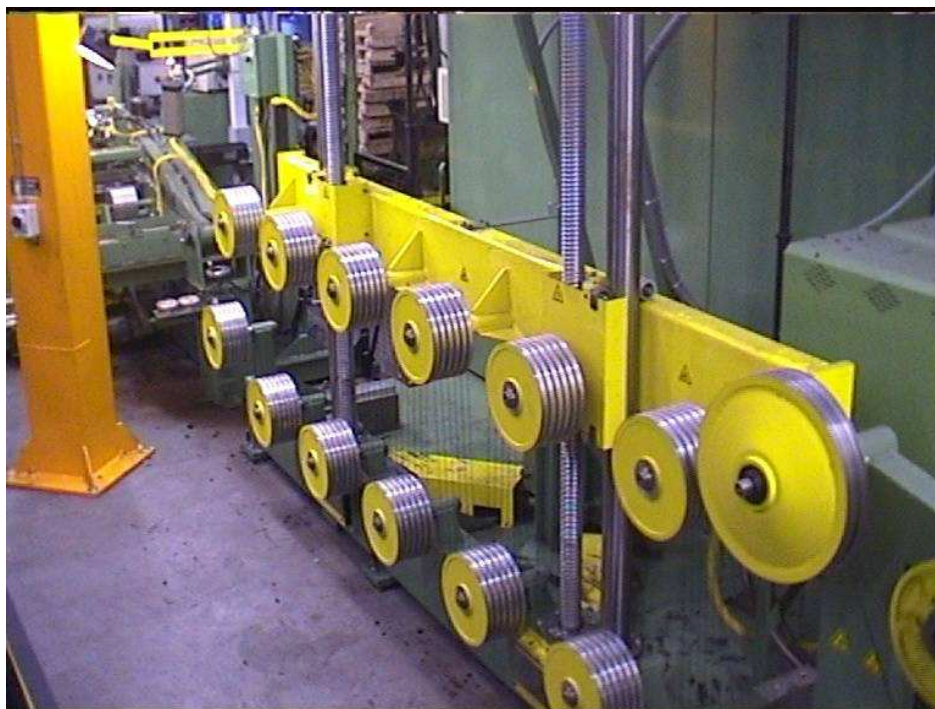


Kuva 4 Langan esilämmitys /5/



Kuva 5 Langan kumitus /5/

Juha Manninen



Kuva 6 Langan jäähdytysreservi /5/

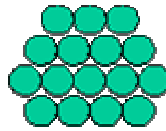


Kuva 7 Langan käärintäpää /5/

Juha Manninen

Valmiita SW-kaapeliytimiä valmistuu keskimäärin 15 - 30 kappaleen minuuttivauhdilla riippuen tuotannossa tarvittavasta koosta.

SW-kaapeliytimen rakenne (Kuva 8) on ns. timanttimainen. SW-kaapelin poikkileikkausrakenne koostuu 16 – 44 langasta riippuen tuumakoosta ja rengastyypistä, johon kaapeliydintä käytetään. Yhden langan vahvuus on 0,89 mm. Lankojen kumitus tehdään sen takia, että lankanipusta saataisiin yhtenäinen ”tiukkanippu”. Kumituksen jälkeen langan vahvuus on 1,1 mm.



Kuva 8 SW-kaapeli (kuvassa SW 16) /5/

3.2 Kaapeliytimien välivarastointi

Kaapeliytimien välivarastointi tapahtuu välivarastointialueella kolmessa erityyppisessä vaunussa, joissa on ”12-aisaa”, ”10-aisaa” ja ”8-aisaa”. Näistä 8-aisainen vaunu on toteutettu kaksoisaisa-periaatteella, jossa on kaksi tukipistettä kaapeliytimelle (tukipisteiden väli: 330 mm), etteivät kaapelit ainoastaan roiku yhdestä pisteestä. Tällä tavalla on yritetty vaunuissa kompensoida painaviin kaapeleihin kohdistuvaa maan vetovoimaa, eli ehkäistä soikeutta.

Välivarastointi on jaoteltu kaapeliytimien koon mukaan:

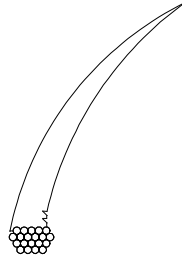
- 12-aisaisessa säilytetään pääasiassa 13 - 15 tuumaisia
- 10-aisaisessa 16 tuumaisia ja isompia
- 8-aisaisessa 18 tuumaisia ja isompia.

Välivarastointialueella olevissa kaapelivaunuissa kaapeleiden lämpötilat ovat 18,5 °C...19,5 °C. Lämpötilaerot johtuvat kaapelivaunun sijainnista välivarastointialueella, koska alueella on muutamia ilmastointilaitteita.

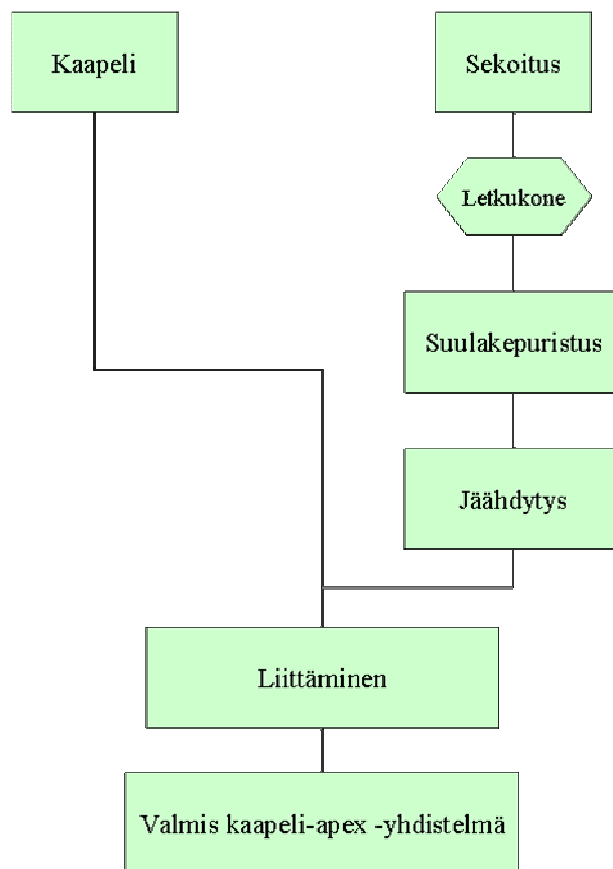
Juha Manninen

3.3 Kaapeliytimien liuskaus

Apex eli kolmiokiila on profiililtaan kolmion muotoinen tukikomponentti, joka liitetään automaattisilla tai manuaalisilla liuskauskoneilla ytimen päälle (Kuva 9). Kolmiotäytteen korkeus vaihtelee 20 - 50 mm välillä riippuen täysin valmistettavasta tuumakoosta ja siitä, minkä tyyppiseen renkaaseen kaapeli on menossa.



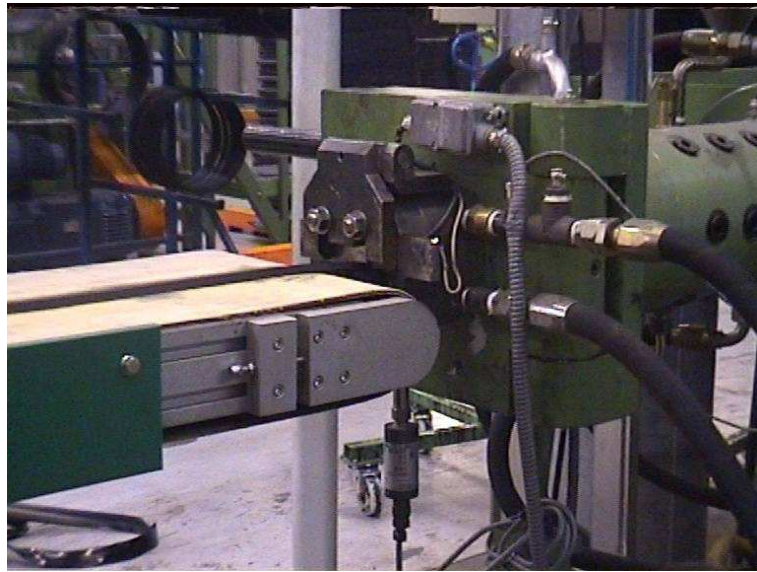
Kuva 9 Kaapeli-apex-yhdistelmä



Kuva 10 Kaapelin liuskausprosessi /5/

Juha Manninen

Valmiita kaapeli-apex-yhdistelmiä tehdään kolmella erityyppisellä koneella, käsikoneella, automaattikoneella ja ART-automlaattikoneella. Kaikilla koneilla on kuitenkin samanlainen kaapelinliuskaustapahtuma (Kuva 10). Ensin kumisekoitus tulee letkukoneen kautta suulakepuristukseen (Kuva 11), josta taas syntyy jokaiselle kaapelityypille sopiva kolmioliuska.



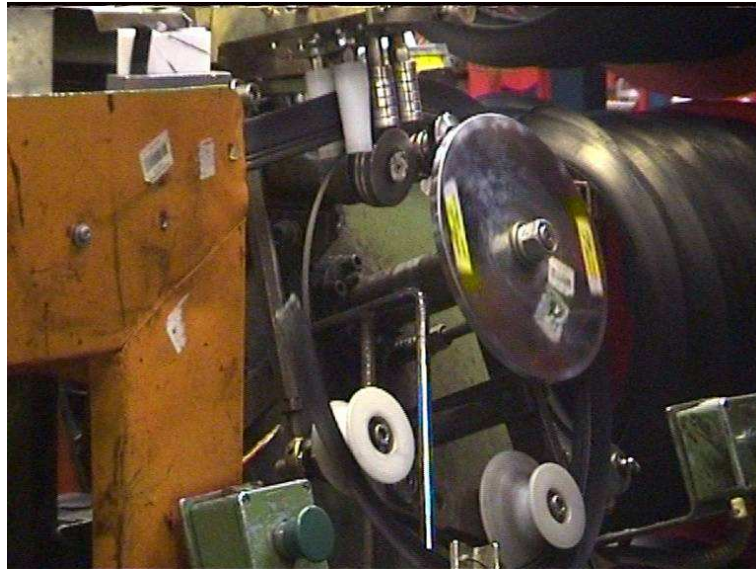
Kuva 11 Kolmioliuskan suulakepuristus /5/



Kuva 12 Kolmioliuskan jäähditys /5/

Juha Manninen

Kolmioliuskan jäähdytyksen (Kuva 12) jälkeen kaapeliydin ja kolmioliuska ns. liuskataan yhteen (Kuva 13), jolloin syntyy valmis kaapeli-apex-yhdistelmä.



Kuva 13 Kaapeliytimen liuskaus käsikoneella /5/

Käsikoneessa valmis kaapeliyhdistelmä nostetaan liuskauksen jälkeen välivarastointivaunuun, kun taas automaattikoneessa liuskattu kaapeli siirtyy keräilykaruselliin, josta vasta koneenhoitaja nostaa sen välivarastointivaunuun.

3.4 Liuskattujen kaapeliytimien välivarastointi

Liuskauksen jälkeen kaapelit nostetaan välivarastointivaunuihin, jossa ne riippuvat joko kenno-tyyppisissä, kapeissa (noin 120 – 150 mm) tai leveissä (230 – 250 mm) aisoissa lähes vastaavasti kuin edellä mainitut kaapeliytimet.

Tällä hetkellä kennomallisiin välivarastointivaunuihin mahtuu noin 360 kaapelia tai 180 kaapelia, jos liuskan vahvuus on 45 mm tai suurempi. Kolmitasoisiin vaunuihin, joissa on leveät tai kapeat aisat, mahtuu keskimäärin noin 300 kaapelia, riippuen täysin vaunun täyttäjistä.

4.5 Renkaiden kokoonpano

Kokoonpanon autosingle-koneissa asetetaan ensin kaapeliyhdistelmä käsin asettimeen, joka vie kaapelin toiseen asettimeen, jossa on magneettikiinnitys liuskatulle kaapelille. Tämä magneettiasetin vie kaapeliyhdistelmän rummulle, innerin ja runkokoordien jälkeen.

Ongelmaksi on muodostunut liiallinen soikeus tietyissä kaapelityypeissä. Näissä tapauksissa kaapeliyhdistelmä on ollut niin soikea, että se on osunut kapeimmasta kohtaa rummulla jo olevaan runkokoordiin. Osuessaan runkokoordiin kaapeliyhdistelmä putoaa magneettikiinnityksestään, ja näin ollen automaattiajo pysähtyy. Tämän jälkeen koneenhoitaja poistaa muotovirheet kaapelit ja siirtää magneettikiinnittimet uudelleen lähtöpisteeseen.

Kokoonpanokoneisiin on aiemmin kokeiltu magneettikiinnityksen tilalle kaapeliyhdistelmälle, erilaisia kiinnitysmekanismeja, joilla pystyisi soikeita kaapeleita paremmin käsittelemään ilman niiden tippumisia.

4 SYITÄ KAAPELEIDEN SOIKEUTUMISEEN

4.1 Kaapeliytimien käärintä ja välivarastointi

Heti käärintä jälkeen, kun kaapeliytimet tulevat rummulta keräilykarusellin aisalle (aisan leveys 170 mm), kaapelit ovat pyöreitä. Pintalämpömittarilla tehtyjen mittausten perusteella (LIITE 3) kaapeleiden lämpötila on kyseisellä hetkellä $30\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Välittömästi tämän jälkeen alkaa kaapeleihin muodostua soikeutta.

Kaapeliytimet jäähtyvät keskimäärin 20 – 40 minuutissa (riippuen lankamäärästä) normaalin ilmanlämpötilaan $19,5\text{ °C}$, minkä jälkeen ei enää suurempia muodonmuutoksia tapahdu. Suurin osa soikeudesta muodostuukin siis kaapelin ollessa vielä lämmin.

Juha Manninen

Näin ollen lähes kaikki muodonmuutokset tapahtuvat keräilykarusellissa 170 mm leveässä aisassa. Keräilykarusellin aisat tyhjennetään välivarastointivaunuun yleensä aikaisintaan 20 minuutin kuluttua ensimmäisten kaapeliytimien tulosta aisalle, riippuen täysin koneen nopeudesta ja häiriötekijöistä.

Jäähdyttyään kaapeleissa on keskimäärin noin 2 – 8 mm soikeutta riippuen kaapelin tuumakoosta ja lankojen lukumäärästä.

Koeriiputuksissa (LIITE 1) otettiin samalle koeaisalle viisi kappaletta samaa tyyppiä olevia kaapeliytimiä. Kaapeliytimet valittiin sen mukaan, mitä tuotannossa oli sillä hetkellä käytössä.

Taulukko 1 Kaapeliytimien koeriiputustuloksia 17-tuumaisesta kaapeliytimestä

Koe- aisatyyppi	kpl	Kaapeliyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
I	1	1283-sw20	408	417	9	9
	2		408	416	8	
	3		408	417	9	
	4		408	417	9	
	5		408	416	8	
II 200mm	1	1283-sw20	408	412	4	5
	2		408	412	4	
	3		408	414	6	
	4		408	413	5	
	5		408	416	8	
II 300mm	1	1283-sw20	408	405	-3	-4
	2		408	405	-3	
	3		408	404	-4	
	4		408	403	-5	
	5		408	405	-3	

Lähtöarvona käytettiin kaapelin nimellishalkaisijaa, siinä tapauksessa että kaapeli olisi 100 prosenttisen pyöreä. Kaapeliytimistä mitattiin soikeutuma kaksi tuntia sen jälkeen, kun ne olivat nostettu koeaisoille. Tällä varmistettiin se asia, että kaapelit olivat varmasti jäähtyneet, joten enää ei merkittävää muodonmuutosta esiintyisi.

Koeriiputusten tulosten perusteella (Taulukko 1) oli havaittavissa, että mitä etäämmällä toisistaan kaksoisaisan tukipisteiden väli oli, niin sitä vähemmän kaapeliytimien muodostui soikeutta. Koeriiputuksissa riiputettiin kaapeleita kolmessa erityyppisessä aisassa (LIITE 6). Näistä kaksi oli kaksoisaisa-tyyppiä, joiden tukipisteiden välit olivat 200 mm ja 300 mm, sekä näiden lisäksi yhdessä aisatyypissä oli vain yksitukipiste.

Juha Manninen

4.2 Kaapeliyhdistelmät

4.2.1 Liuskaus

Kokoonpanon autosingle-koneilla teetetyssä seurannassa (LIITE 5) ongelmallisimmiksi kaapeleiksi ilmenivät RunFlat-kaapelit. Ongelmia esiintyi myös muissa kaapeleissa (Taulukko 2).

RunFlat-kaapelit eivät ole suhteessa sen soikeampia kuin muutkaan liuskatut kaapeliytimet, vaan RunFlat-rengasta kootessa kokoonpanokoneen rummulla on pienemmät välykset, mikä johtuu kyseisessä rengastyypissä käytettävistä vahvikkeista.

Taulukko 2 Ongelmakaapelit kokoonpanossa (1.12. – 31.12.2006)

Koko	Kaapeliyhdistelmä	Liuska	kpl
16"	1283-sw20	40	4
	1289-sw24	40	181
	1289-sw24 RF	50	351
	1294-sw33	45	15
17"	1389-sw24	40	61
	1389-sw29 RF	46	321
	1389-sw33	45	2
18"	1469-sw29	40	110
20"	1628-sw29	40	35
	1628-sw29	35	10

Kun käsikoneella liuskataan 17-tuumaisia ja suurempia kaapeleita, joutuu käsikoneen ohjainrullia säätämään siten, että rullat pakottavat kaapeliytimet soikeiksi. Tämä työvaihe tehdään vain sen takia, jotta liuskan saisi jäämään kaapeliin paremmin kiinni. Tästä aiheutuu keskimäärin 1 – 5 mm lisää soikeutta.

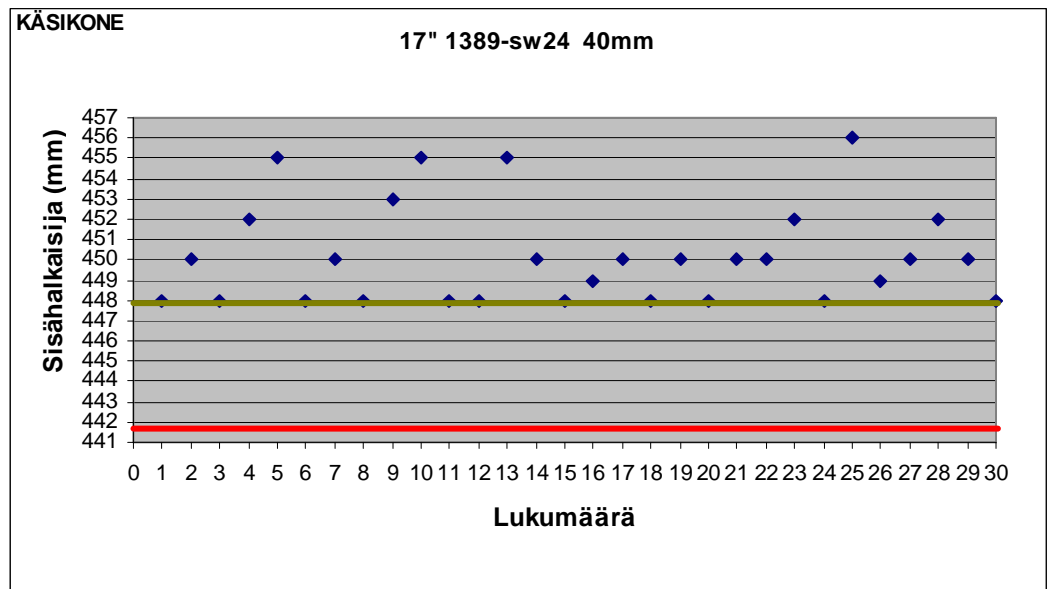
Tutkimustuloksista ilmenevät, käsikoneella tehtyjen 30 kaapelin mittaustulokset heti liuskauksen jälkeen (Kaavio 1). Kaaviossa käytetyn esimerkkikaapelin (17" 1389-sw29 40 mm) tullessa liuskaukseen se on jo 6 mm soikea.

Juha Manninen

Kaavio 1 Punainen viiva = kun kaapeli on 100 % pyöreä

Vihreä viiva = kaapeleiden vertikaalinen sisähalkaisija ennen liuskausta

Pisteet kuvaavat mitattuja kaapeleita liuskauksen jälkeen.



Mittaustulosten perusteella voidaan näin ollen päätellä, että käsikoneella liuskauksesta hajontaa tulee paljon. Vain osa kaapeleista pysyy samanmuotoisena liuskauksen jälkeenkin kuin ennen liuskausta. Eli soikeutta tulee lisää keskimäärin 2 mm ja maksimissaan 8 mm tällä kyseisellä kaapelityypillä käsikoneella liuskatessa riippuen koneenhoitajasta ja työtavoista.

Automaattikoneilla, sekä ART:illa liuskatessa tätä samaa ongelmaa ei esiinny, koska niillä kaapeliydin tuodaan ”lautasen” päälle, jonka jälkeen ”lohkot” työntyvät ulospäin, samalla hieman jopa poistaen jo aiheutuneita muotovirheitä (Kuva 14).

Juha Manninen



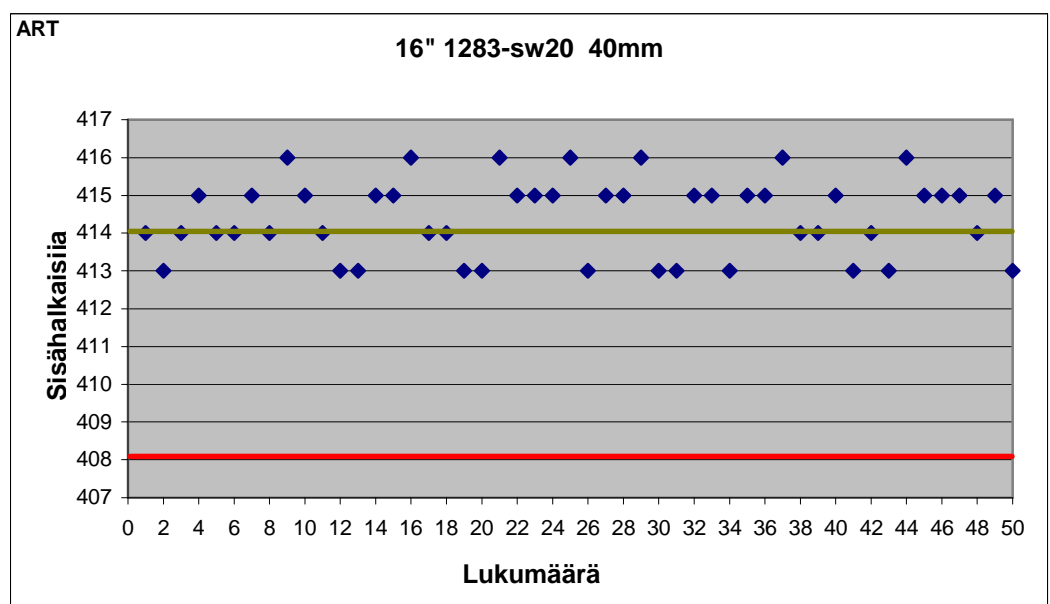
Kuva 14 Automaattikoneen ”lautanen” ja ”lohkot” /5/

Vastaavasti automaattikoneella tehdystä seurannasta (Kaavio 2) ilmenevät 50 kaapelin mittaustulokset heti liuskauksen jälkeen. Taulukossa käytetyn esimerkkipaapelin (16” 1283-sw20 40 mm) tullessa liuskaukseen se on jo 6 mm soikea.

Kaavio 2 Punainen viiva = kun kaapeli on 100 % pyöreä

Vihreä viiva = kaapeleiden vertikaalinen sisähalkaisija ennen liuskausta

Pisteet kuvaavat mitattuja kaapeleita liuskauksen jälkeen.



Juha Manninen

Näiden mittausten perusteella voidaan päätellä, että automaattikoneella liuskatessa kaapeliin syntyy paljon vähemmän koneesta aiheutuvaa muodonmuutosta kuin käsikoneella liuskatessa. Osa kaapeleista pitää muotonsa liuskauksen jälkeenkin samana kuin ennen liuskausta. Muutamista kaapeleista jopa poistuu hieman soikeutta, ja kaapelit ovat pyöreämpiä kuin ennen liuskausta.

Taulukossa (LIITE 2) on vertailtu kahden samanlaisen kaapeliytimen liuskausta, jotka oli tehty käsikoneella. Kaapeleista toinen ydin on liuskattu 25 mm ja toinen 40 mm korkuisella liuskalla. Mittaustilanteessa on liuskattuja kaapeliytimiä laitettu suoraan liuskauksen jälkeen roikkumaan kahteen erityyppiseen aisaan. Aisoina käytettiin kaksoisaisa periaatteella olevia aisoja, joiden tukipisteiden välit olivat 200 mm ja 300 mm. Kaapelit olivat jo valmiiksi 6 mm soikeita ennen liuskausta.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että kaapeleita liuskatessa erikorkuiset kolmioliuskat vaikuttavat omalta osuudeltaan syntyvään muodonmuutokseen liuskauksen jälkeen. Korkeampi liuska tekee kaapelista painavamman, ja näin ollen kaapeliytimen kiinnitettävä raskas massa pyrkii venyttämään kaapelia soikeaksi.

4.2.2 Liuskattujen kaapeleiden välivarastointi

Liuskattu kaapeliydin jäähtyy keskimäärin 20 – 40 minuutissa, riippuen kaapeliytimen koosta ja liuskan paksuudesta, tehtaassa vallitsevaan ilman lämpötilaan 19,5 °C. Suurimmat muodonmuutokset, jotka ilmenevät soikeutena, tulevat liuskattuihin kaapeleihin, kun kaapeli on vielä lämmin.

Juha Manninen

5 TULOSTEN TARKASTELU JA ARVIOINTI

Koeriiputustulostenkin perusteella voitiin todeta, että kaapeliytimiin tulee sitä vähemmän soikeutta, mitä leveämmällä ne kaksi tukipistettä ovat, jonka varassa kaapeliytimet roikkuvat. Saman asian oli mittauksissaan Nokian Renkaiden laatuinsinööri Urpo Rossi todennut /6/. Koeriiputustilanteissa (LIITE 1) ilmeni myös sellainen tekijä, että mitä vähemmän kaapeliytimeen on kääritty kierroksia, sitä hennompi ja kevyempi rakenteesta tulee. Näin ollen, kun kaapeli roikkuu leveässä aisassa, niin kaapeli pyrkii venymään horisontaaliseen suuntaan.

Yhtenä vaihtoehtona soikeutumisen estämiseksi olisi kaapeliytimien keräilykarusellin aisojen lukumäärän vähentäminen kahdeksasta kuuteen. Näin ollen aisat pystyisivät olemaan nykyistä 170 mm leveämmät, ja tällä tavalla voitaisiin kompensoida karusellissa tapahtuvaa soikeutumista. Aisat voisivat siten olla manuaalisesti säädettäviä, joiden leveydet pystyisi säätämään nykyisestä 170 mm:stä aina 300 mm:iin asti riippuen valmistettavasta tuumakoosta. 300 mm leveyttä voitaisiin käyttää 16 tuumaisista kaapeleista ylöspäin aina 20 tuumaan asti. Samaa leventämisidea voisi myös soveltaa kaapeleiden liuskauksessa automaattikoneiden keräilykaruselleihin.

Kaapeliytimien välivarastointivaunuihinkin tulisi tehdä sellaisen muutos, että 10-aisaisien välivarastointivaunujen aisat muutetaan kaksoisaisa-periaatteella oleviksi, jossa on kaksi tukipistettä kaapeliytimelle (tukipisteiden väli: 330 mm, joka on sama leveys kuin jo aiemmin olevissa 8-aisaisissa). On nimittäin satunnaisia tilanteita, joissa koneenhoitaja tyhjä keräilykarusellin aisan heti, kun se tulee täyteen ja näin ollen kaapelit eivät ole vielä jäähtyneet lopullisiin muotoihinsa, ja muodonmuutosta tapahtuu siten vielä välivarastointivaunussakin.

Kokoonpanossa ongelmallisimpia kaapeliyhdistelmä-tyyppisiä ruvettäisiin tekemään automaattikoneella (Taulukko 2). Tällä hetkelläkin tehdään vain muutamaa kaapeliyhdistelmä-tyyppiä automaattikoneilla, ja ne ovat ns. tusinakokoja, joita menee tuotannossa todella paljon.

Juha Manninen

Mittausten perusteella automaattikone ei tee kaapeleihin merkittävää lisäsoikeutta vaan pikemminkin se pakottaa kaapelin pyöreämmäksi, näin ollen poistaen jo aiemmin aiheutunutta soikeutta.

Tällä hetkellä on jo muutamiin vaunuihin vaihdettu kapeiden (noin 120 – 150 mm) tilalle leveitä (230 – 250 mm) aisoja, jolla on yritetty vähentää kaapeleihin kohdistuvaa soikeutumista.

Koeriiputustulosten perusteella 16 tuumaisiin ja suurempiin kaapeleihin aiheutuu vähemmän soikeutta, kun kaapeli roikkuu kaksoisaisa-periaatteella olevassa aisassa, jonka leveys on vähintään 300 mm.

Suunnittelemani välivarastointivaunussa (LIITE 3) aisan tullessa täyteen se käännettäisiin pystyasentoon, ja näin ollen pystyttäisiin ehkäisemään välivarastointiaikana tulevia, soikeutena ilmeneviä, muodonmuutoksia. Ongelmana kyseisellä vaunutyypillä vain on se, että kun välivarastointitapa muutetaan pystyvarastoinnista vaakavarastointiin, niin kaapeleita mahtuisi vain noin puolet verrattuna nykyisiin vaunuihin. Suunniteltua vaunuja voisi siis tulevaisuudessa käyttää vain ongelmallisimpien kaapeleiden välivarastointiin.

Juha Manninen

LÄHDELUETTELO

Sähköiset lähteet

- 1 Nokian Renkaat Oyj, Prosessiopas 2006, Mari Rantanen
[Intran sähköinen dokumentti] [Viitattu 1.6.2007]
- 2 Nokian Renkaat Oyj, [www-sivu] [Viitattu 1.6.2007]
Saatavissa: www.nokiantyres.com
- 3 Nokian Renkaat Oyj, Henkilöautorenkaan valmistusprosessi,
Mari Rantanen [Intran sähköinen dokumentti]
[Viitattu 1.6.2007]
- 4 Nokian Renkaat Oyj, Henkilöauton vyörenkaan osat, Mari
Rantanen [Intran sähköinen dokumentti] [Viitattu 1.6.2007]
- 5 Nokian Renkaat Oyj, Kaapeli_apex, Marko Virtanen,
[Intran sähköinen dokumentti] [Viitattu 1.6.2007]
- 6 Kaapeleiden soikeusmittaukset 19.8.2005, Urpo Rossi
[Sähköinen dokumentti] [Viitattu 1.6.2007]

Painetut lähteet

- 7 Nokian renkaat Oyj, Vuosikertomus 2006

LIITTEET

- 1 Kaapeliytimien soikeutuminen (4kpl)
- 2 Liuskattujen kaapeliytimien venymävertailu
- 3 Kaapeliytimien jäähtyminen
- 4 CAD-kuvat suunnitellusta liuskattujen kaapeleiden välivarastointivaunusta (8kpl)
- 5 Soikeiden kaapeleiden seuranta -lomake
- 6 Koeriiputuksen aisamallit

Kaapeliytimien soikeutuminen

16"

Nimellishalkaisija

1283-sw20	408.392
1283-sw24	408.392
1289-sw24 (RF)	410.301
1294-sw33	411.893

Koe- aisatyytit	kpl	Kaapeliyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
I	1	1283-sw20	408	417	9	9
	2		408	416	8	
	3		408	417	9	
	4		408	417	9	
	5		408	416	8	
II 200mm	1	1283-sw20	408	412	4	5
	2		408	412	4	
	3		408	414	6	
	4		408	413	5	
	5		408	416	8	
II 300mm	1	1283-sw20	408	405	-3	-4
	2		408	405	-3	
	3		408	404	-4	
	4		408	403	-5	
	5		408	405	-3	

Koe- aisatyytit	kpl	Kaapeliyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
I	1	1283-sw24	408	413	5	5
	2		408	413	5	
	3		408	414	6	
	4		408	413	5	
	5		408	413	5	
II 200mm	1	1283-sw24	408	409	1	1
	2		408	408	0	
	3		408	409	1	
	4		408	409	1	
	5		408	409	1	
II 300mm	1	1283-sw24	408	403	-5	-4
	2		408	404	-4	
	3		408	406	-2	
	4		408	405	-3	
	5		408	403	-5	

Koe- aisatyytit		Kaapectyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
	kpl					
I	1	1289-sw24	410	416	6	6
	2		410	416	6	
	3		410	415	5	
	4		410	416	6	
	5		410	416	6	
II 200mm	1	1289-sw24	410	412	2	2
	2		410	412	2	
	3		410	412	2	
	4		410	411	1	
	5		410	411	1	
II 300mm	1	1289-sw24	410	406	-4	-4
	2		410	406	-4	
	3		410	405	-5	
	4		410	406	-4	
	5		410	409	-1	

Koe- aisatyytit		Kaapectyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
	kpl					
I	1	1294-sw33	412	417	5	4
	2		412	416	4	
	3		412	416	4	
	4		412	417	5	
	5		412	415	3	
II 200mm	1	1294-sw33	412	414	2	1
	2		412	414	2	
	3		412	413	1	
	4		412	413	1	
	5		412	413	1	
II 300mm	1	1294-sw33	412	411	-1	0
	2		412	412	0	
	3		412	414	2	
	4		412	411	-1	
	5		412	411	-1	

Koe- aisatyytit		Kaapectyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
	kpl					
I	1	1294-sw44	412	418	6	6
	2		412	417	5	
	3		412	417	5	
	4		412	418	6	
	5		412	418	6	
II 200mm	1	1294-sw44	412	414	2	2
	2		412	414	2	
	3		412	414	2	
	4		412	414	2	
	5		412	413	1	
II 300mm	1	1294-sw44	412	412	0	-1
	2		412	411	-1	
	3		412	412	0	
	4		412	411	-1	
	5		412	410	-2	

17"

Nimellishalkaisija

LIITE 1 (3/4)

1384-sw24	440,541	Ei mitattu
1389-sw24	442,132	
1389-sw29 (RF)	442,132	
1389-sw33	442,132	
1389-sw44	442,132	Ei mitattu

Koe- aisatyytit		Kaapectyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
	kpl					
I	1	1389-sw24	442	451	9	9
	2		442	451	9	
	3		442	450	8	
	4		442	451	9	
	5		442	451	9	
II 200mm	1	1389-sw24	442	448	6	6
	2		442	448	6	
	3		442	447	5	
	4		442	448	6	
	5		442	448	6	
II 300mm	1	1389-sw24	442	444	2	2
	2		442	444	2	
	3		442	444	2	
	4		442	444	2	
	5		442	444	2	

Koe- aisatyytit		Kaapectyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
	kpl					
I	1	1389-sw29	442	450	8	8
	2		442	450	8	
	3		442	449	7	
	4		442	450	8	
	5		442	449	7	
II 200mm	1	1389-sw29	442	449	7	6
	2		442	448	6	
	3		442	449	7	
	4		442	448	6	
	5		442	448	6	
II 300mm	1	1389-sw29	442	442	0	0
	2		442	442	0	
	3		442	443	1	
	4		442	442	0	
	5		442	442	0	

Koe- aisatyytit		Kaapectyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutuma	Keskiarvo
	kpl					
I	1	1389-sw33	442	449	7	7
	2		442	448	6	
	3		442	448	6	
	4		442	449	7	
	5		442	449	7	
II 200mm	1	1389-sw33	442	448	6	6
	2		442	448	6	
	3		442	448	6	
	4		442	448	6	
	5		442	448	6	
II 300mm	1	1389-sw33	442	443	1	1
	2		442	443	1	
	3		442	444	2	
	4		442	443	1	
	5		442	444	2	

18"

Nimellishalkaisija

LIITE 1 (4/4)

1469-sw24

467,597

1469-sw29

467,597

Koe- aisatyytit	kpl	Kaapeliyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutumama	Keskiarvo
I	1	1469-sw24	468	478	10	9
	2		468	477	9	
	3		468	477	9	
	4		468	477	9	
	5		468	477	9	
II 200mm	1	1469-sw24	468	475	7	7
	2		468	475	7	
	3		468	474	6	
	4		468	475	7	
	5		468	474	6	
II 300mm	1	1469-sw24	468	471	3	3
	2		468	471	3	
	3		468	472	4	
	4		468	471	3	
	5		468	472	4	

Koe- aisatyytit	kpl	Kaapeliyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutumama	Keskiarvo
I	1	1469-sw29	468	478	10	9
	2		468	477	9	
	3		468	478	10	
	4		468	477	9	
	5		468	477	9	
II 200mm	1	1469-sw29	468	476	8	7
	2		468	475	7	
	3		468	475	7	
	4		468	474	6	
	5		468	474	6	
II 300mm	1	1469-sw29	468	470	2	4
	2		468	470	2	
	3		468	473	5	
	4		468	472	4	
	5		468	473	5	

19"

Nimellishalkaisija

1549-sw29

493,062


Koe- aisatyytit	kpl	Kaapeliyhdistelmä	Nimellis- halkaisija	Pystysuuntainen halkaisija (2h)	Soikeutumama	Keskiarvo
I	1	1549-sw29	493	505	12	12
	2		493	505	12	
	3		493	504	11	
	4		493	504	11	
	5		493	505	12	
II 200mm	1	1549-sw29	493	498	5	6
	2		493	500	7	
	3		493	499	6	
	4		493	501	8	
	5		493	497	4	
II 300mm	1	1549-sw29	493	494	1	1
	2		493	493	0	
	3		493	495	2	
	4		493	494	1	
	5		493	494	1	


17"

1389-sw24

100% pyöreä sisähalkaisia

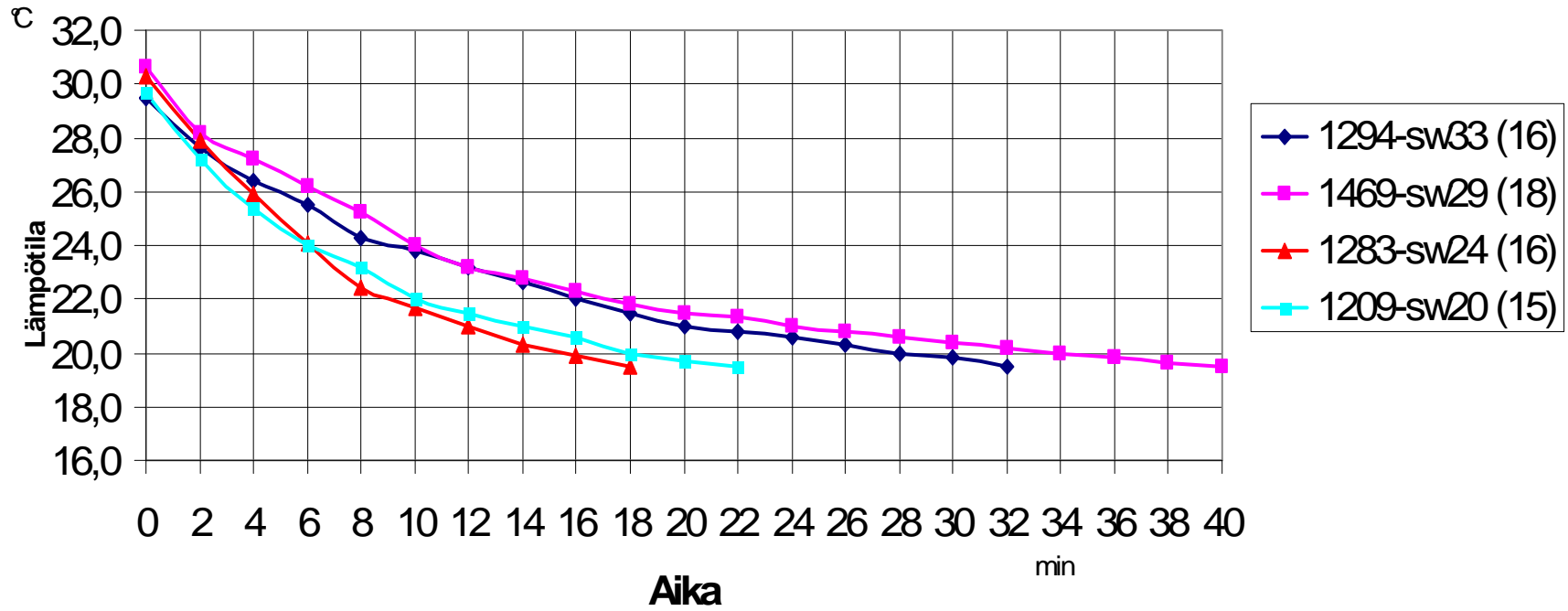
442.132 ≈ 442 mm

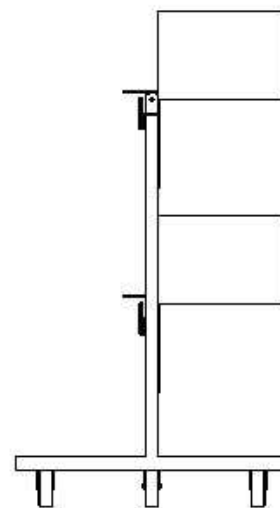
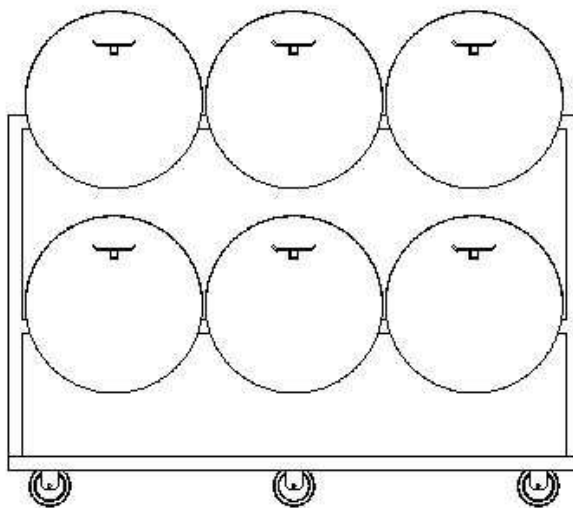
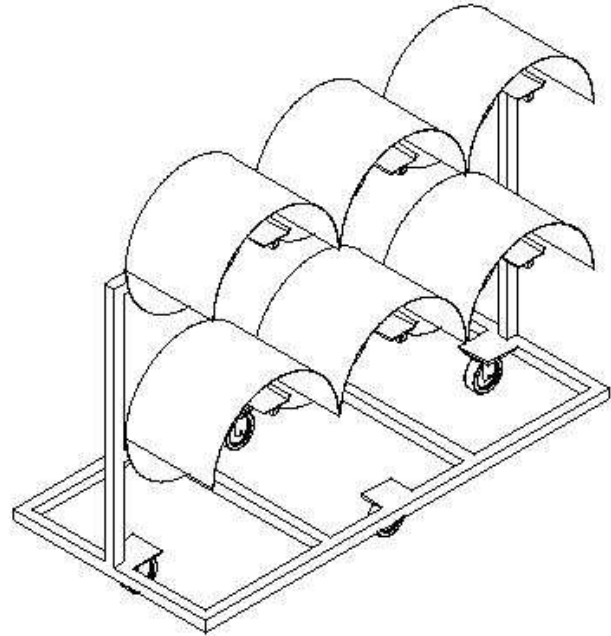
Sauman sijainti	Kaapeliyhdistelmä	Pidikkeen tyyppi	kpl	Ytimen lähtöarvo	Pystysuuntainen loppuarvo (2h jälkeen)	Soikeutta tulee lisää tai lähtee liuskauksen jälkeen	Kaapeliyhdistelmän soikeus liuskauksen jälkeen	lukema
	1389-sw24 (25mm liuska)	II 200mm	1	448	451	≈ 3	≈ 9	451
			2	448	451			
			3	448	452			
			4	448	452			
			5	448	451			
		II 300mm	1	448	445	≈ -3	≈ 3	445
			2	448	445			
			3	448	444			
			4	448	444			
			5	448	445			

Sauman sijainti	Kaapeliyhdistelmä	Pidikkeen tyyppi	kpl	Ytimen lähtöarvo	Pystysuuntainen loppuarvo (2h jälkeen)	Soikeutta tulee lisää tai lähtee liuskauksen jälkeen	Kaapeliyhdistelmän soikeus liuskauksen jälkeen	lukema
	1389-sw24 (40mm liuska)	II 200mm	1	448	450	≈ 2	≈ 8	450
			2	448	449			
			3	448	451			
			4	448	450			
			5	448	449			
		II 300mm	1	448	449	≈ 0	≈ 6	448
			2	448	447			
			3	448	448			
			4	448	447			
			5	448	449			

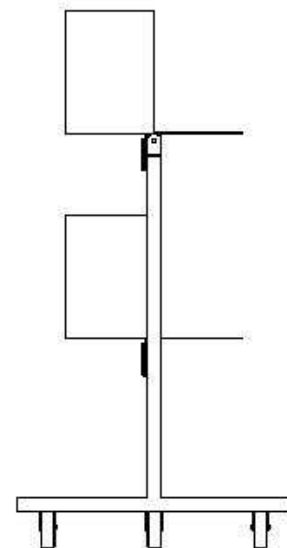
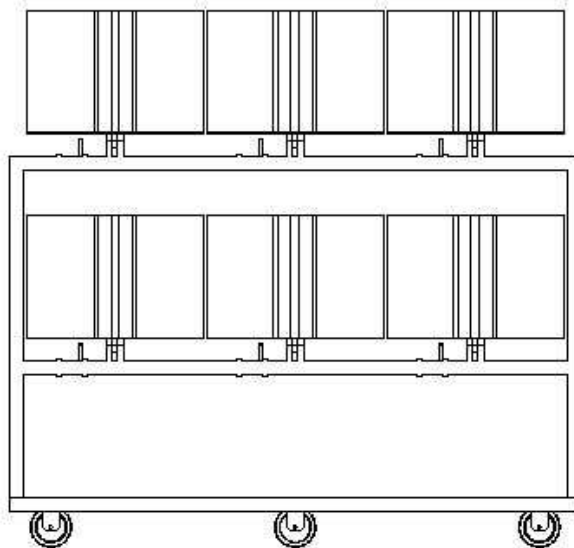
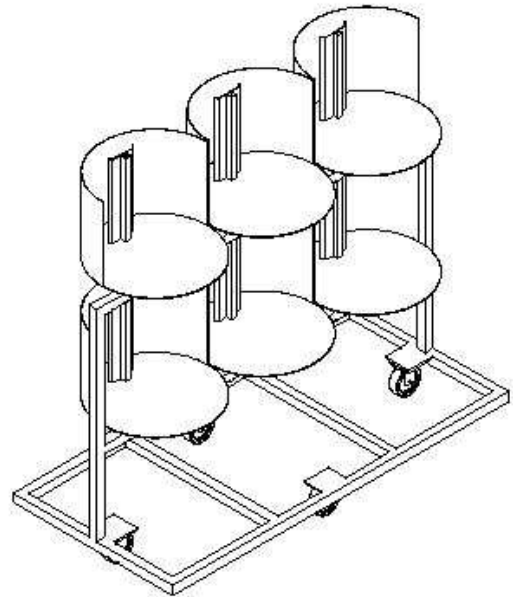
Liuskauttujen kaapeleiden
1389-sw24 (25mm liuska)
1389-sw24 (40mm liuska)
venymävertailu.

Kaapeliytimien jäähtyminen



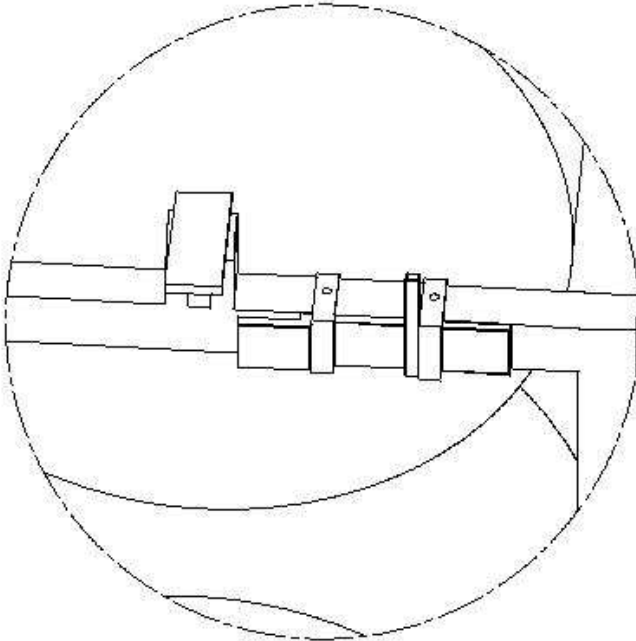


DESIGNED BY: Juha Manninen		<h1>Kaapelivaunu</h1>	I	-
DATE: 1.6.2007			H	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen		<h2>Kokoonpanokuva 1/2</h2>	G	-
DATE: 1.6.2007			F	-
SIZE A4		0505-01	E	-
SCALE 1:25	DRAWING NUMBER		DWENT 1/8	D
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			C	-
			B	-
			A	-



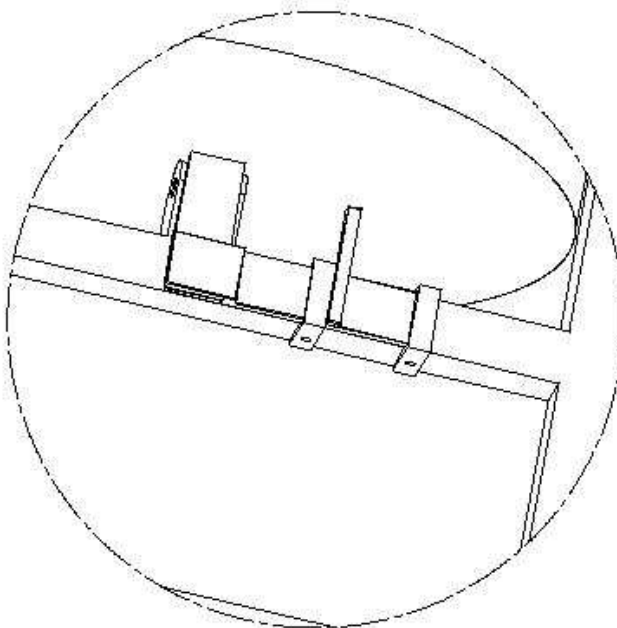
DESIGNED BY: Juha Manninen		<h1>Kaapelivaunu</h1>	I	-
DATE: 1.6.2007			H	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen			G	-
DATE: 1.6.2007		<h2>Kokoonpanokuva 2/2</h2>	F	-
SIZE A4			E	-
SCALE 1:25	DRAWING NUMBER 0505-02	D	-	
		C	-	
		B	-	
		A	-	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



Orsi täyttö /
tyhjennys asennossa.

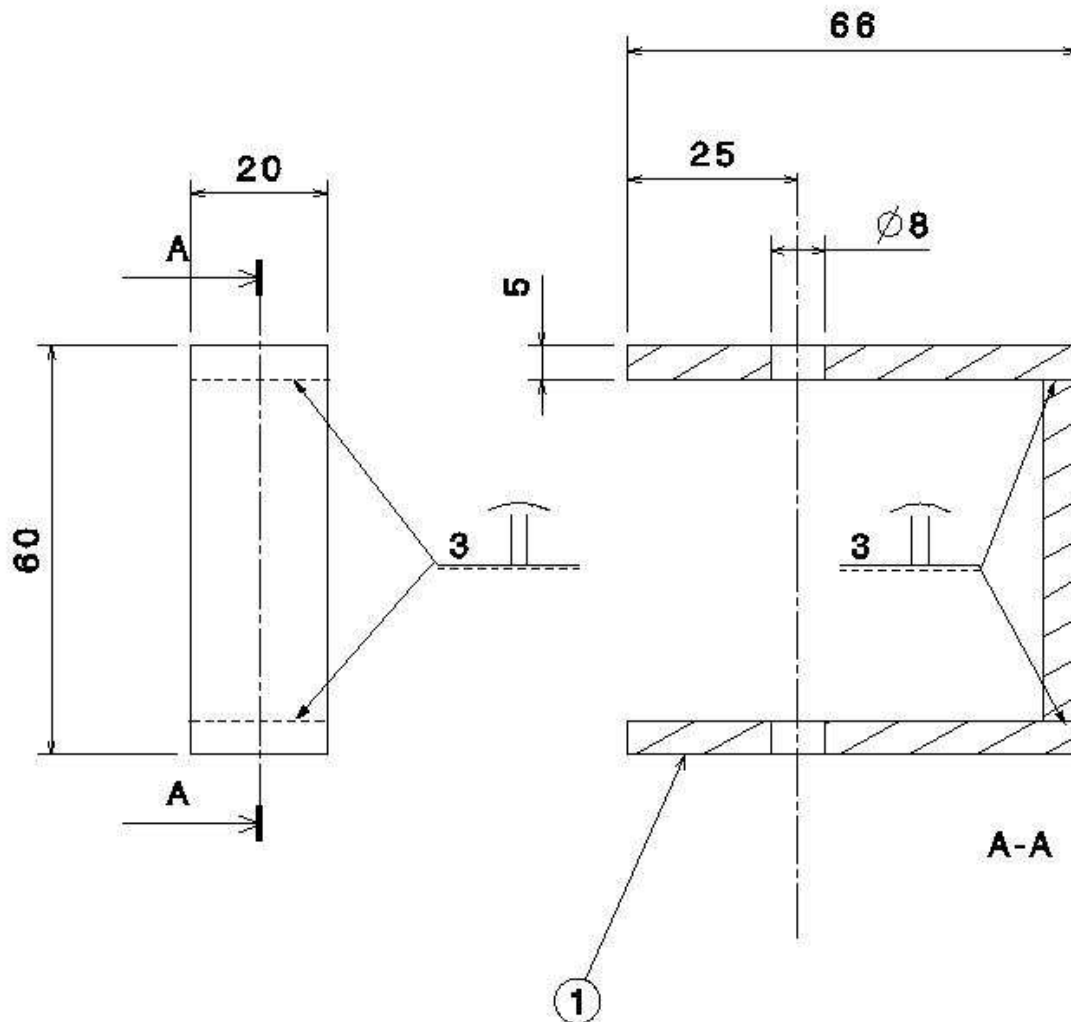
Lukko auki.



Orsi varastointi
asennossa.

Lukko kiinni.

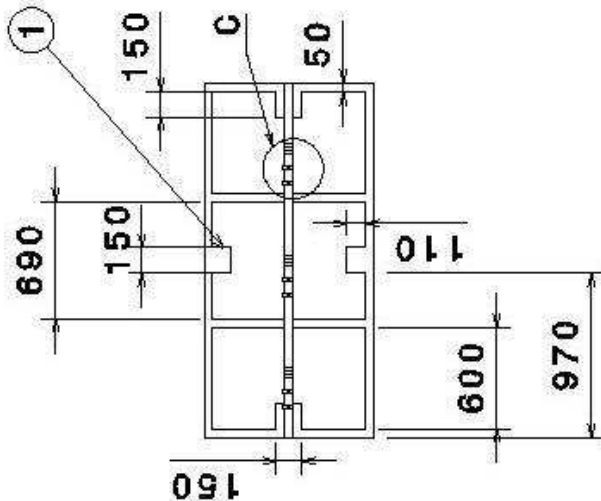
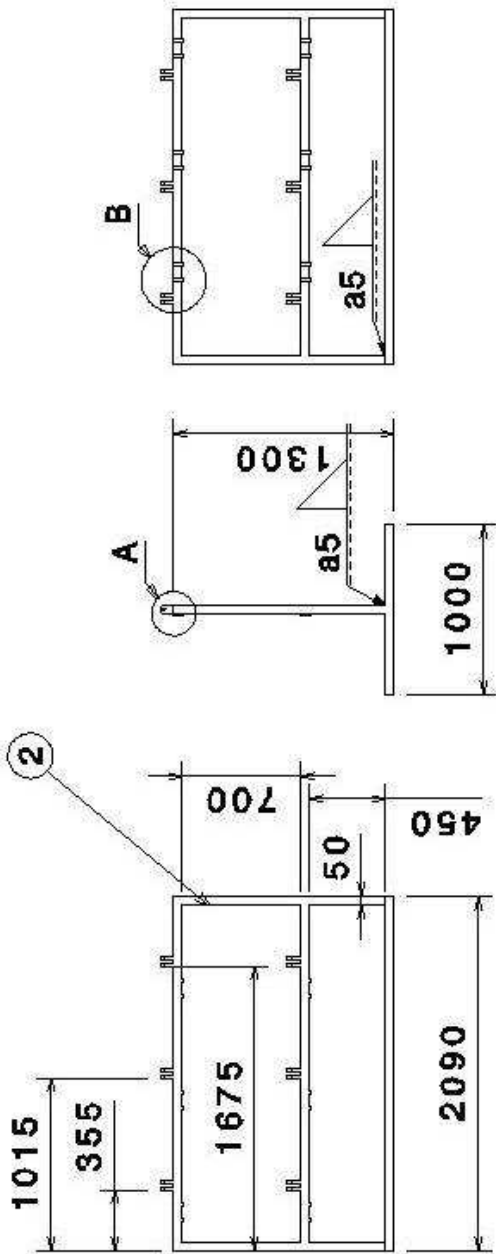
DESIGNED BY: Juha Manninen		<h1>Kaapelivaunu</h1>	I	-
DATE: 1.6.2007			H	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen		<h2>Lukitusvivun toiminta</h2>	G	-
DATE: 1.6.2007			F	-
SIZE A4		0505-03	E	-
SCALE 1:6	DRAWING NUMBER		DRAWING NUMBER	D
		3/8	C	-
			B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			A	-



nro	osa	määrä
1	Lattarauta 5*20mm	0,10m *12kpl

DESIGNED BY: Juha Manninen DATE: 1.6.2007		<h1>Kaapelivaunu</h1>	I	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen DATE: 1.6.2007			H	-
SIZE A4		Lukitusvivun kiinnike	G	-
SCALE 1:1	DRAWING NUMBER 0505-05	SHEET 5/8	F	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			E	-
			D	-
			C	-
			B	-
			A	-

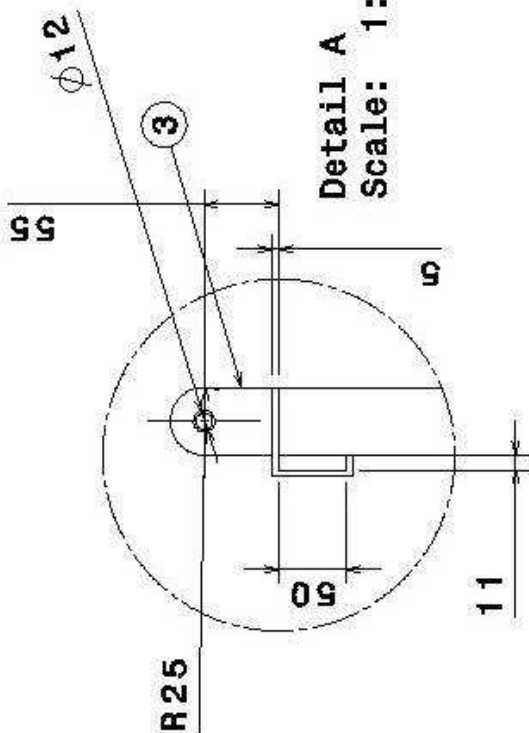
**RUNGOLLE JÄÄTÄVÄ
VAAYARAKSI N.13-15cm**



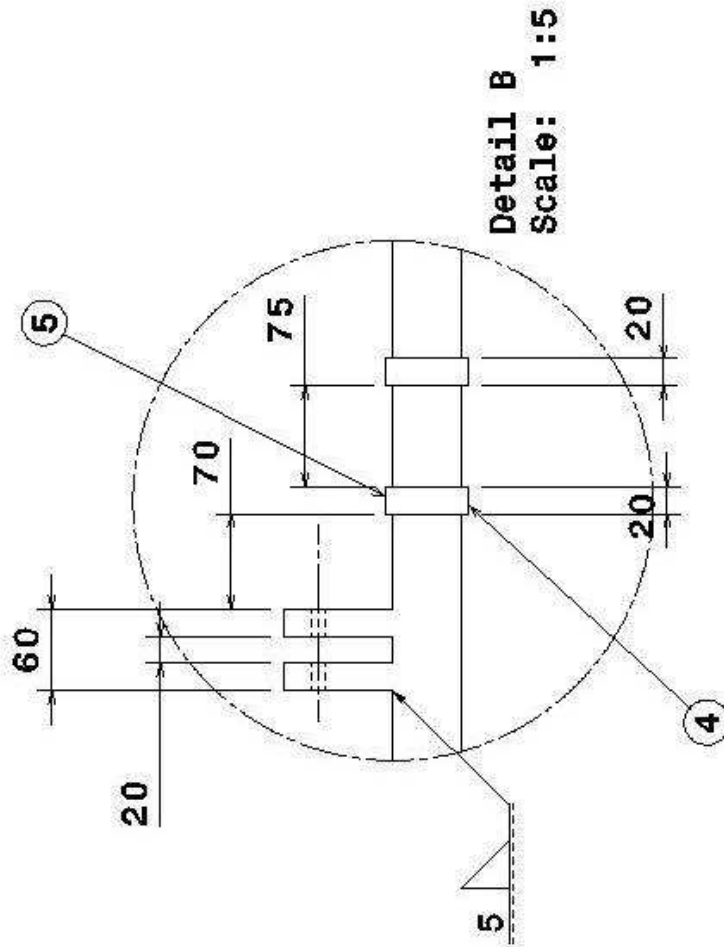
nro	osa	määrä
1	Teräslevy 5mm	0,08m ²
2	Putkipalkki 50*50*2	17m
3	Teräslevy 20mm	0,05m ²
4	Lukkomutteri M8	12kpl
5	Kuusitoruuvit 8x 70/22 B.8	12kpl

DESIGNED BY: Juha Manninen	Kaapelivaunu		I	-
DATE: 1.6.2007			H	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen	Runko		G	-
DATE: 1.6.2007			F	-
SIZE: A4	0505-06		E	-
SCALE: 1:40			D	-
	6/8		C	-
			B	-
	0505-06		A	-

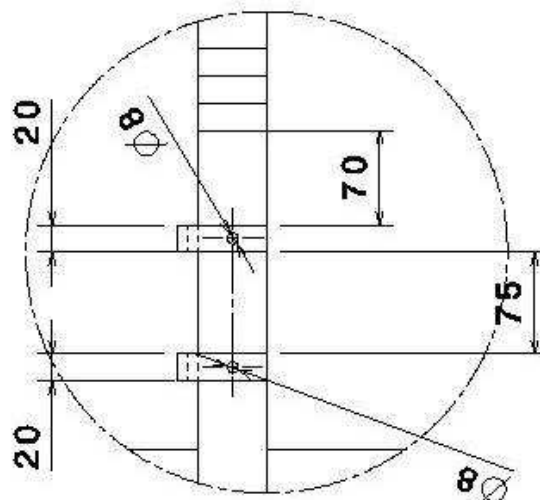
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



Detail A
Scale: 1:5



Detail B
Scale: 1:5



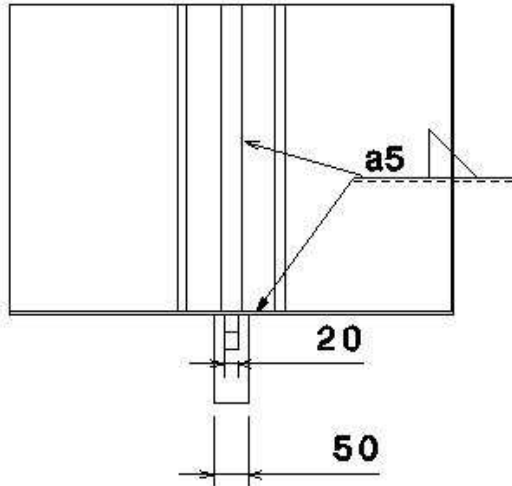
Detail C
Scale: 1:5

DESIGNED BY: Juha Manninen		I	-
DATE: 1.6.2007		H	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen		G	-
DATE: 1.6.2007		F	-
SIZE A4		E	-
SCALE 1:40		D	-
DRAWING NUMBER 0505-07		C	-
		B	-
SHEET NUMBER 7/8		A	-

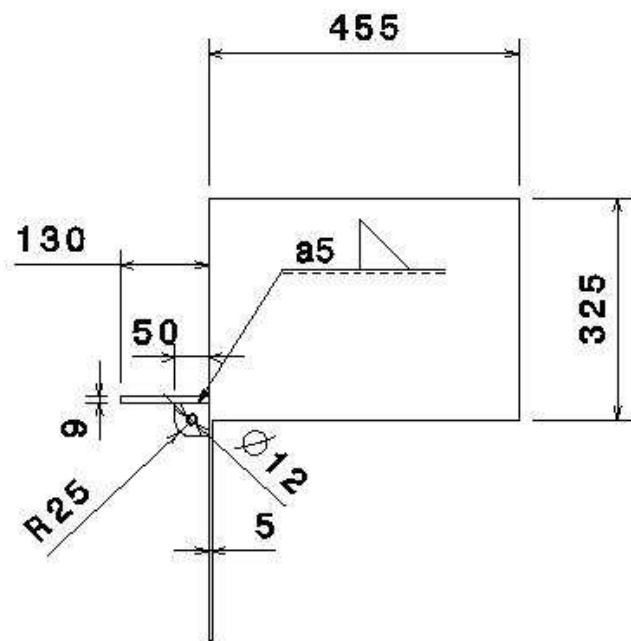
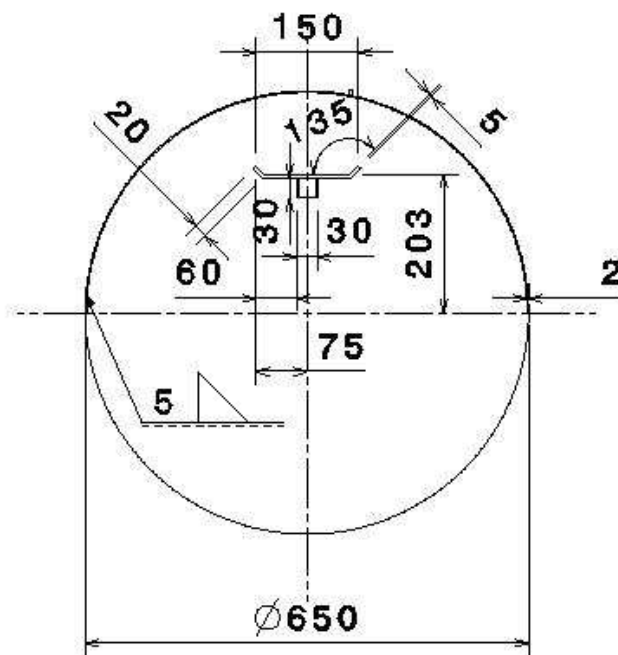
Kaapelivaunu

Lukitusvivun kiinnikkeiden
liittämisen runkoon

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

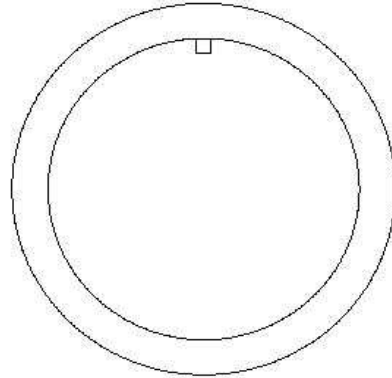


nro	osa	määrä
1	Teräslevy 5mm	0,5m ² *6kpl
2	Teräslevy 2mm	0,5m ² *6kpl
3	Putkipalkki 30*30*2	0,45m *8kpl
4	Lattarauta 50*9mm	0,13m *6kpl
5	Teräslevy 20mm	0,05m ² *6kpl

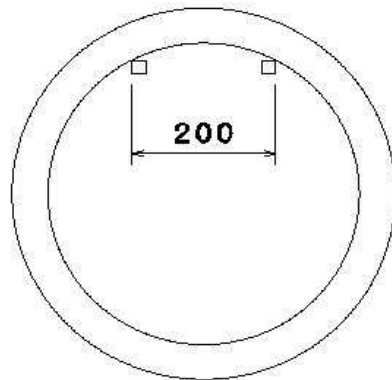


DESIGNED BY: Juha Manninen	<h1>Kaapelivaunu</h1>	I	-
DATE: 1.6.2007		H	-
CHECKED BY: Jouni Hyriäinen	<h2>Orsi</h2>	G	-
DATE: 1.6.2007		F	-
SIZE A4		E	-
SCALE 1:10		D	-
DRAWING NUMBER 0505-08	DRIBET 8/8	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		B	-
		A	-

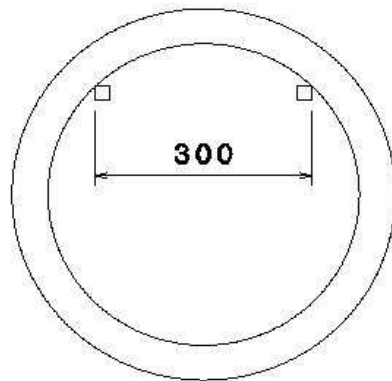
KOERIIPUTUS MERKINTÄ



I



II
200mm



II
300mm