

Matti Ervasti

KUROTTAJAN PERUSPUOMIN KORJAUS

KUROTTAJAN PERUSPUOMIN KORJAUS

Matti Ervasti
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

Tekijä: Matti Ervasti

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Kurottajan peruspuomin korjaus

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Repairing Main Boom of Telescopic Handler

Työn ohjaaja: Kai Jokinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2021

Sivumäärä: 41 + 5 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on kurottajan peruspuomin korjaaminen. Kurottajan peruspuomissa havaittiin normaalin huollon yhteydessä tyvitapin luona ratkeama. Kurottaja jouduttiin laittamaan tämän vuoksi käyttökieltoon.

Kurottajan puomisto täytyi purkaa, jotta kaikkiin vaurioihin päästiin käsiksi. Hiilitaltaukselta, hitsausta ja muita metallintyöstömenetelmiä käyttäen peruspuomi purettiin tyveltä paljaaksi. Puomiin hankittiin uusi ainesputki, liitoskohtaan tuleva päätylevy ja liitoksen niveltappi. Kurottajan runkoon lisättiin vahvikelevy vahvistamaan liitosta ja jakamaan siihen kohdistuvia voimia.

Korjaukset saatiin tehtyä suunnitellusti ja kurottaja tarkastettiin Kiwa Inspectan toimesta. Tarkastuksessa ei löydetty huomautettavaa. Opinnäytetyön päätavoitteena ollut kurottajan työnkuntoon saattaminen saatiin toteutettua.

Asiasanat: kurottaja, metallintyöstömenetelmät, käyttöönotto

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical Engineering, Machine Automation Engineering

Author: Matti Ervasti

Title of thesis: : Repairing Main Boom of Telescopic Handler

Supervisor: Kai Jokinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Pages: 41 + 5 appendices

Topic of this thesis is to execute the repair and lastly make the telescopic handler that is under work, fully working again. The client of the work is Nosturiliike Sulkala Oy. In the main boom of the telescopic handler was observed a large rupture under normal maintenance.

Boom had to be dismantled so that all the fractures was there to be seen. Using different kind of metalworking methods the main boom was disassembled. New material tube and end plate was acquired and after that the main boom was welded back together. In the chassis of the telescopic handler was added a reinforcement plate to strengthen the connection between boom and the chassis.

Repairs was made as planned and the inspection made by Kiwa Inspecta was passed successfully. Main goal of this thesis was make the telescopic handler fully working again and that was achieved.

Keywords: telescopic handler, metalworking methods, comissioning

ALKULAUSE

Kiitän työnantajaani Nosturiliike Sulkala Oy:ta siitä, että sain suorittaa opinnäyte-työni yritykselle työni ohessa, sekä yrityksen huollon työntekijöitä asiantuntemuksesta ja kaikesta avusta, jota olen heiltä saanut. Haluan kiittää myös työn ohjaajana ammattikorkeakoulun puolesta toiminutta yliopettaja Kai Jokista nopeista vastauksista ja asiantuntemuksesta. Kiitokset myös kaikille muille tahoille, jotka ovat tässä työssä olleet mukana.

Kempeleessä 27.4.2021

Matti Ervasti

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 KUROTTAJA	8
2.1 Manitou Group	8
2.2 Manitou MRT 3050	9
3 PUOMISTON PURKAMINEN	11
3.1 Teleskooppiosan irrotus	11
3.2 Peruspuomin irrotus	15
4 VAURIOIDEN TOTEAMINEN JA KUSTANNUSLASKELMA	20
4.1 Vauriot koneen rungossa ja korjaussuunnitelma	25
4.2 Kustannuslaskelma	27
5 VAURIOIDEN KORJAAMINEN	29
5.1 Rungon vaurioiden korjaaminen	29
5.2 Peruspuomin vaurioiden korjaaminen	30
5.3 Toteutuneet kustannukset	37
6 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS	38
6.1 Koekuormitus	38
6.2 Ylikuormakoe	38
7 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	
Liite 1 Puomin purkukuvat	
Liite 2 Päätylevyn valmistuspiirros	
Liite 3 Tarkastuspöytäkirja	
Liite 4 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	
Liite 5 Puomin statiikka	

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on saattaa Manitou MRT 3050 -merkkinen kurottaja takaisin työkyntoiseksi. Peruspuomin runkoon liittävästä liitoksesta löydettiin vaurioita, joiden vuoksi kurottaja jouduttiin laittamaan välittömästi käyttökieltoon eikä sillä voitu suorittaa sille tarkoitettuja töitä.

Opinnäytetyön aihe tuli yllättäen, sillä mitään tällaista ei osattu odottaa löytyväksi huollon yhteydessä. Ensimmäisenä otettiin yhteyttä Kiwa Inspectaan ja varmistettiin, ettei mahdolliselle korjaukselle ole tarkastuslaitoksen puolesta mitään esteitä. Aihe sovittiin helmikuussa 2021 ja päätettiin, että tarvittavat toimenpiteet koneen työkyntöön saattamiseksi suoritetaan työn tilaajan omissa huoltotiloissa.

Kyseisen korjattavan kurottajan omistaa kempeläläinen nostoalan yritys Nosturiliike Sulkala Oy. Yrityksen kalustoon ja palveluihin kuuluu kurottajien lisäksi mobiilinnostureita, kuormausnostureita, korjaamopalveluita, laahauskalustoa teollisuusmuuttoihin ja kuljetuskalustoa. Nosturiliike Sulkala Oy toimii pääsääntöisesti Oulun talousalueella, mutta aika-ajoin koneita liikkuu myös Lapin sekä Keski-Suomen alueella. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on saada Manitou MRT 3050 -merkkinen kurottaja takaisin töihin ansaitsemaan rahaa yritykselle. Koneessa olevien vaurioiden, tehtyjen korjausten ja tämän dokumentin tarkastuksen suorittaa Kiwa Inspecta. Korjaukset ja tarkastukset suoritetaan noudattaen valtioneuvoksen asetusta (2.) sekä standardia, joka koskee henkilönostimia. (3.)

2 KUROTTAJA

Kurottaja on teleskoopattavalla puomilla varustettu työkone, jonka nostokyky vaihtelee yleisesti 1–6 tonnin välillä. Kurottajia valmistavia yrityksiä on useita ja yleisempinä näistä mainittakoon Manitou, Merlo, Magni, Dieci, JCB, Terex, Bobcat ja Caterpillar.

2.1 Manitou Group

Manitou Group on ranskalainen yritys, jonka on perustanut vuonna 1958 Marcel Brand. Hänen ajatuksensa oli, että muutettaisiin maataloustraktorin rakennetta ja lisättäisiin siihen nostopuomi sekä hydraulinen ohjaus. (4.)

Nykyään koneita on saatavana pyörivällä ylävaunulla varustettuna (kuva 1). Koneilla yleisimmin suoritettavat työt ovat tavaran siirtoa, maan siirtoa, henkilönnottoita ja erilaisia elementtien asennuksia.



KUVA 1. Ympäripyörivällä ylävaunulla varustettu kurottaja (5)

Kurottajien tärkeimmät lisävarusteet ovat nostopiikit, nykyään usein pyörivät piikit, tavarakori, henkilökori, vinssi ja maansiirtokauha. Kuvassa 2 on jäykkärunkoinen kurottaja, jossa lisävarusteena nostohaarukka.



KUVA 2. Jäykkärunkoinen kurottaja (5)

2.2 Manitou MRT 3050

Tässä työssä käsiteltävänä oleva kone on merkiltään ja malliltaan Manitou MRT 3050. Koneen maksimi nostokorkeus maasta on 30 metriä ja enimmäisnostokkyky on 5 000 kg. Koneessa on opinnäytetyön tekohetkellä noin 9 500 käyttötuntia ja se on vuosimallia 2008. Koneeseen on suoritettu 10 vuoden perusteellinen määräaikaistarkastus vuonna 2018. Tarkastuksessa kurottajan niveltapit ja liitokset on todettu ehjiksi kuten kuvassa 3 esitetystä tarkastusraportin liitteestä käy ilmi.

4. Niveltepit

- Ei huomauttamista



5. Sylinterit

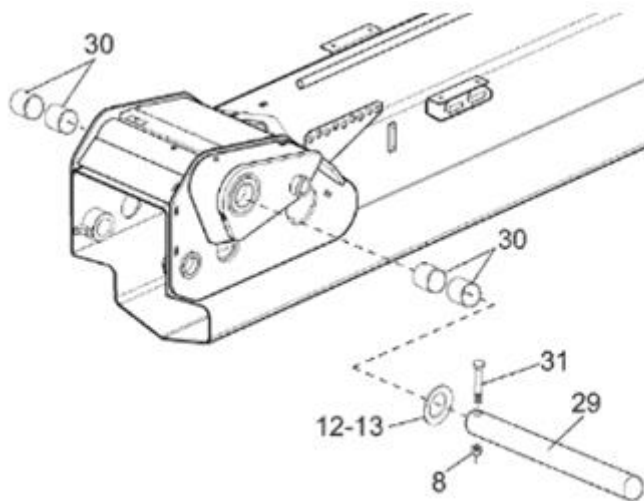
- Ei huomauttamista



KUVA 3. Määräaikaistarkastusraportti

3 PUOMISTON PURKAMINEN

Kurottaja tuli yrityksen huoltotiloihin määräaikaishuoltoon, jonka yhteydessä havaittiin ratkeama peruspuomin tyvessä. Puomi liitetään koneen runkoon tyvitapin avulla, kuten kuvassa 4 on esitetty. Vauriot sijaitsevat tässä liitoksessa. Liitteenä 1 on puomin täydelliset purkukuvat.

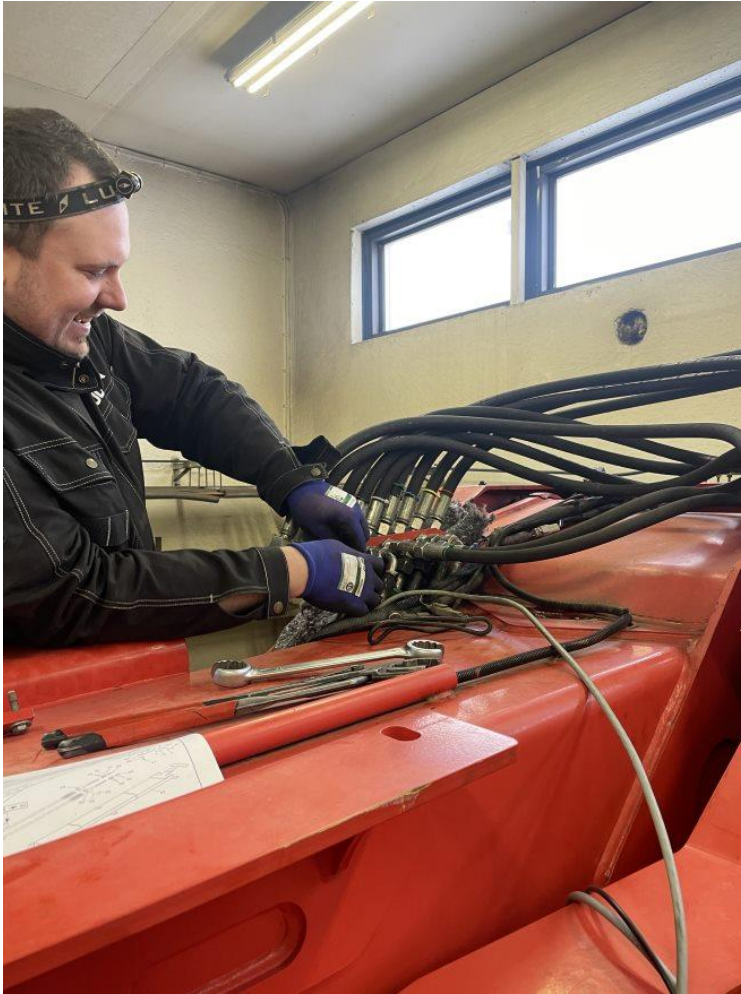


KUVA 4. Tyvitappi esitetty numerolla 29

Vaurioiden laajuutta oli mahdotonta todeta, koska puomi oli liitetty koneen runkoon. Työt aloitettiin irrottamalla puomisto koneen rungosta.

3.1 Teleskooppiosan irrotus

Manitou MRT 3050 -kurottajan puomisto koostuu peruspuomista sekä neljästä teleskooppijatkeesta. Puomiston osat on esitetty kaikki erillään liitteessä 1. Teleskooppijatkeet on mahdollista irroittaa peruspuomista yhtenä nippuna, eikä niitä tarvitse yksittäin irroittaa, mikä säästää huomattavan paljon aikaa. Teleskooppiosan irroitus aloitetaan avaamalla ja irrottamalla hydraulii- ja sähköliitokset puomin perästä. (Kuva 5.)



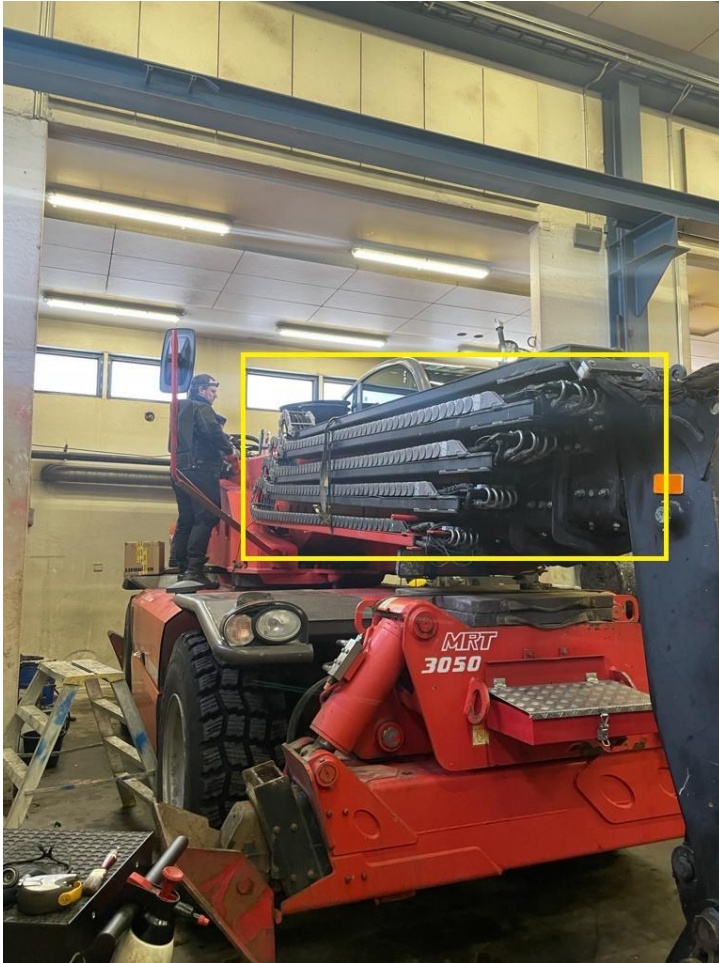
KUVA 5. Hydraulii- ja sähköliitosten irrotus

Teleskoopkaus hoituu puomin sisällä olevan hydraulisylinterin avulla. Kyseinen sylinteri on kytketty tappiliitoksella peruspuomiin. Tämä liitos täytyy avata, jotta teleskoopattavat jatkeet saadaan uitettua peruspuomin sisältä ulos yhtenä nippuna. (Kuva 6.)



KUVA 6. Teleskooppaussylinterin pää. Tappiliitos avattuna.

Seuraavaksi irrotetaan vielä peruspuomin kyljellä oleva energiansiirtoketju (kuva 7), joka on liitetty puomiin kolmella M12-ruuvilla. Näin saadaan energiansiirtoketju lähtemään teleskoopattavien puomien mukaan.



KUVA 7. Energiansiirtoketju rajattuna keltaisella

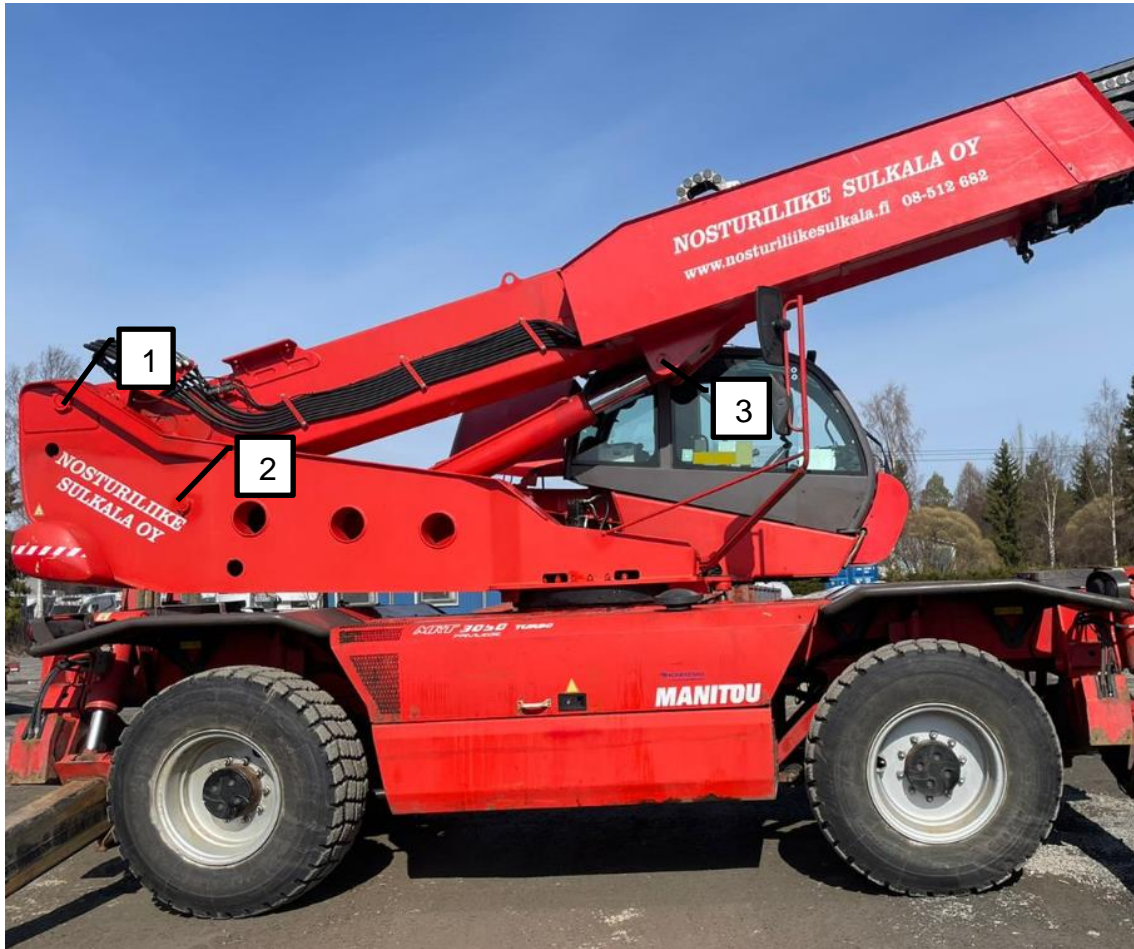
Kuvassa 8 teleskooppiosa vedetään ulos peruspuomista siltanosturia sekä jäyk-
kärunkoista kurottajaa hyväksi käyttäen. Siltanosturi kiinnitetään nostoliinan
avulla teleskooppiosan tyveen. Kurottajalla tartutaan teleskooppiosan etupäästä
ja vedetään teleskooppiosa hallitusti ulos.



KUVA 8. Teleskooppiosa

3.2 Peruspuomin irrotus

Peruspuomi on liitetty koneen runkoon kolmesta eri kohdasta. Liitospaikat on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Peruspuomin liitoskohdat: 1) tyvitappi, 2) vakaajasynterin liitostappi, 3) nostosynterin liitostappi

Peruspuomin irrotus aloitetaan hitsaamalla nostosynterin niveltapin päähän kierretanko, josta tappi voidaan vetää ulos reikäsynterillä (kuva 10). Tässä tapauksessa käytettävissä oleva pumppu oli Europress PL 162. Europress on uudistanut tuotteitaan ja nykyisin kyseinen pumppu tunnetaan mallimerkinnällä Europress PN 162 (6.).



KUVA 10. Kierretanko hitsattu nostosylinterin tapin päähän, tapin irrottaminen aloitettu

Kun nostosylinterin tappi on poistettu, lasketaan puomi siltanosturilla pukin vaaraan ja poistetaan vakaajasyylinterin tappi puomin tyvestä. Samaa menetelmää käyttäen, irrotetaan puomin tyvitappi, jonka alueella sijaitsevat myös havaitut vauriot. (Kuva 11.).



KUVA 11. Tyvitapin irrotus

Tyvitappia vedetään ulos riittävästi, jotta se vapauttaa peruspuomin kurottajan rungosta ja puomi päästään nostamaan pois paikoiltaan (kuva 12). Peruspuomin etupää laskettiin pukille ja siltanosturi kytkettiin nostoliinalla puomin tyveen. Näin peruspuomin irrotus saatiin tehtyä hallitusti.



KUVA 12. Peruspuomi nostettu pois kurottajan rungosta

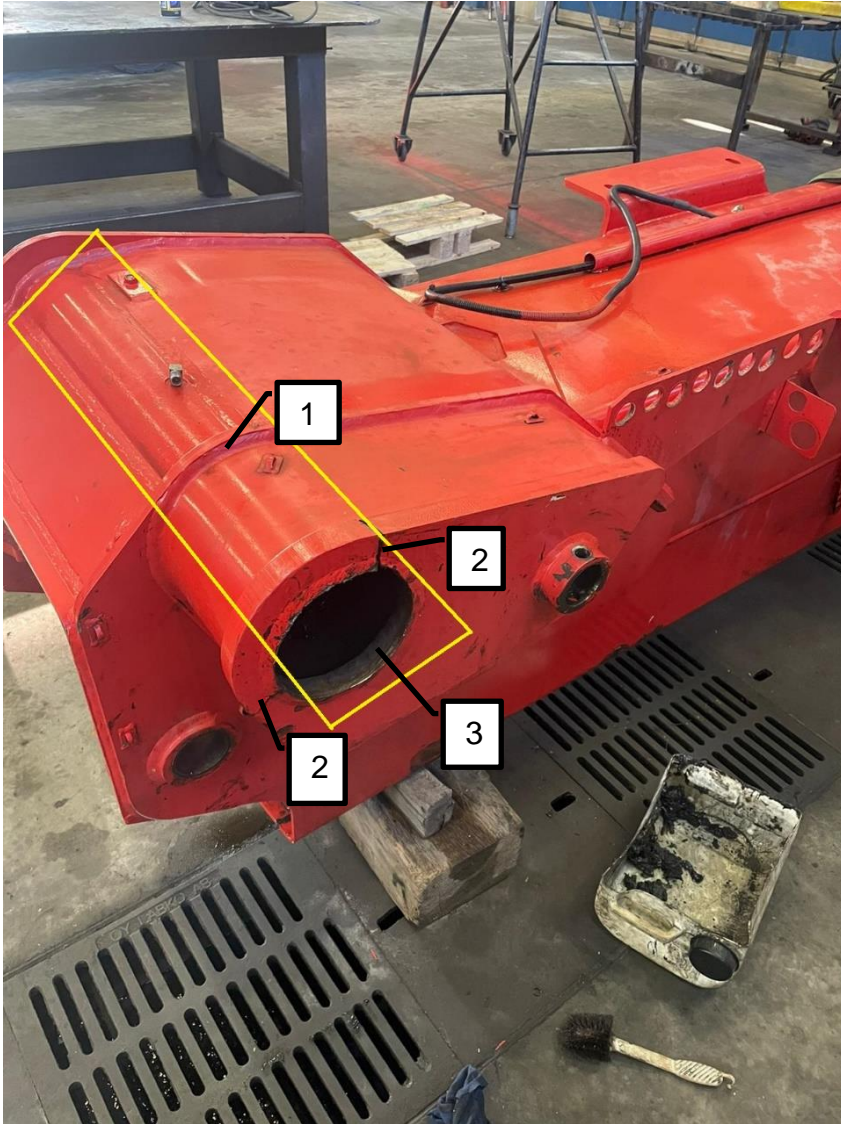
4 VAURIOIDEN TOTEAMINEN JA KUSTANNUSLASKELMA

Hitsausseama puomin päätylevyn ja ainesputken saumassa on luultavimmin ratkennut ensimmäisenä. Tämän jälkeen putken läpi kulkeva niveltappi on päässyt vääntämään ainesputkea sekä hiomaan puomin päätylevyssä olevaa reikää ja väsyttänyt aineksen, ja siksi päätylevy on lähtenyt ratkeamaan kahdesta kohtaa. Päätylevyn ratkeaminen ja ainesputken katkeaminen on luultavasti tapahtunut hiljalleen yhtä aikaa.

Kun niveltapin tila on lisääntynyt ja puomissa olevan ainesputken antama tuki on katkeamisen seurauksena hävinnyt, on niveltappi alkanut myös väsyttämään kurottajan runkoa liitospaikasta. Puhdistuksen jälkeen myös kurottajan rungosta löydettiin hitsausseamasta ratkeama, joka täytyy korjata. Kurottajasta löytyneet vauriot ovat

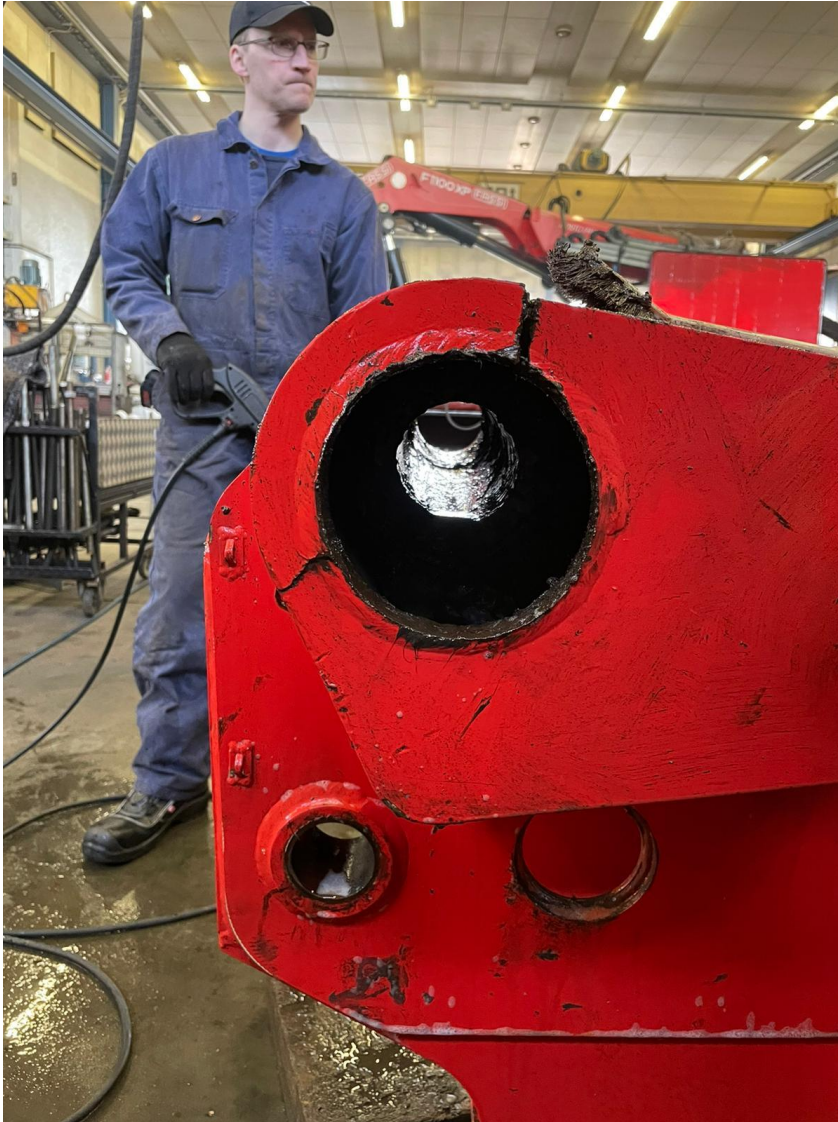
- peruspuomin päätylevyn ratkeamat
- katkennut ainesputki
- hitsausseamojen ratkeamat koneen rungossa
- peruspuomin tyvitapin vauriot.

Kuvassa 13 on keltaisella rajattuna ainesputki, joka kulkee puomin tyvirakenteen läpi. Numerolla 1 on merkattu kohta, josta ainesputki on mennyt tyvirakenteen sisältä poikki. Numerolla 2 on merkattu ratkeamat päätylevyssä sekä numerolla 3 on merkattu hitsausseama, josta katkennut ainesputki on ratkennut irti.



KUVA 13. Puomin rakenne tyvessä

Kuvassa 14 on samat vauriot kuvattuna sivusta. Kuvasta on paremmin havaittavissa ratkeamat päätylevyssä, jotka ovat syntyneet, kun ainesputki on mennyt poikki ja sisällä kulkeva tyvitappi on päässyt vääntämään päätylevyä.



KUVA 14. Vauriot sivusta katsoen

Ainesputken murtumapinnalta on havaittavissa, että sen on täytynyt olla murtuneena jo pitemmän aikaa. Murtumapinta on hioutunut lähes kauttaaltaan (kuva 15) ja tästä on syytä päätellä, että murtumapinnat ovat päässeet elämään toisiinsa vasten jo hetken aikaa.



KUVA 15. Hioutunut murtumapinta

Ainesputken murtumapinnalta oli myös hyvin havaittavissa kohta, josta lopullinen katkeaminen on tapahtunut (kuva 16). Suurella todennäköisyydellä pian tämän jälkeen on tapahtunut myös päätylevyn ratkeaminen kahdesta kohtaa väsymisen seurauksena. Tarkkaa hetkeä tai aikaväliä on vaikea arvioida, milloin vauriot ovat syntyneet.



KUVA 16. Lopullinen katkeaminen

Kurottajaan on suoritettu vuosittainen määräaikaistarkastus heinäkuussa 2020, jolloin puomissa ei ole todettu silmämääräisen tarkastuksen perusteella vikoja tai ratkeamia. Raportti määräaikaistarkastuksesta on liitteenä 2. Vauriot puomissa rajautuvat näihin edellä mainittuihin, eikä puomirakenteesta itsestään löydetty enempää vaurioita.

Päätylevystä tehtiin valmistuspiirros (liite 2) siten, että ainevahvuutta lisättiin putken kehän suunnassa noin 10 mm ja leikkautettiin uusi kappale. Ainesputki uusittiin kokonaisuudessaan ja hitsattiin puomin päälle kiinni jokaisesta saumasta kasausvaiheessa. Putken reikä aarporattiin hitsauksen jälkeen sopivaksi tyvitapille sekä porattiin pesät liukulaakereille.

4.1 Vauriot koneen rungossa ja korjaussuunnitelma

Koneen rungon hitsausaumoista löydettiin myös ratkeamia purkamisen ja pesemisen jälkeen. Vauriot on esitetty kuvissa 17 ja 18. Kuvassa 17 on vauriot koneen rungon ulkopinnalla.



KUVA 17. Ratkeama koneen rungon ulkopinnalla

Kuvassa 18 esitetty vauriot koneen rungon sisäpinnalla. Hitsisaumassa oleva ratkeama oli hyvin havaittavissa. Maali oli selvästi ratkennut ja kuvan vasemmassa laidassa näkyy, kuinka ratkeama oli siirtynyt hitsausaumasta kurottajan runkoon.



KUVA 18. Ratkeama koneen rungon sisäpinnalla

Vauriot katselmoi Kiwa Inspectan tarkastaja Mikko Törmänen. Katselmuksessa sovittiin ratkeamat avattavan siten, että löydetään ratkeaman päätepiste, puhdistetaan saumat ratkeaman pohjaan asti ja täytetään hitsaamalla. Lisäksi rungon ulkopinnalle hitsataan 12 mm vahva vahvikelevy, jotta tällaisilta vaurioilta tulevaisuudessa välttyttäisiin.

4.2 Kustannuslaskelma

Taulukossa 1 on vertailtuna arvioidut kustannukset vanhan puomin kunnostuksen ja uuden puomin hankinnan välillä.

TAULUKKO 1. Kustannuslaskelma puomin kunnostuksesta ja uuden puomin hankinnasta

Kustannuksen lähde	Puomin kunnostus (€)	Uuden puomin hankinta (€)
Uuden peruspuomin hankintahinta rahteineen	0	15000
Asennustyöt	2640	2640
Puomin kunnostus sekä suunnittelutyöt	3600	528
Aarporaus	1800	0
Tarvikkeet	1200	700
Tarkastus	300	0
Kokonaiskustannus	9540	18868

Asennustyöt sisältävät peruspuomin purkamisen rungosta sekä asennuksen takaisin koneeseen, joka vaatii arviolta 80 miestyötuntia. Puomin kunnostus sekä suunnittelutyöt sisältävät kaiken mekaanisen työn, jota puomiin joudutaan tekemään sekä suunnittelu- ja mallinnustyöt. Arviolta 80 miestyötuntia sekä 16 tuntia suunnittelu- ja mallinnustöitä. Tarvikkeet sisältävät kunnostustapauksessa puomin selkään uuden ainesputken, uuden päätylevyn puomiin, uuden tyvitapin sekä uudet liukulaakerit. Uuden puomin hankinnassa tarvetta olisi ollut ainoastaan tyvitapille sekä liukulaakereille. Tarkastus kunnostustapauksessa sisältää ainetta rikkomattomat tarkastukset, mutta uuden puomin hankinnassa tälle ei ole tarvetta.

Kustannuslaskelma ei huomioi menetettyä työaika kummassakaan tapauksessa. Uuden puomin hankinta tehtaalta olisi tarkoittanut, että kone olisi ollut työkunnossa arviolta viikolla 27. Kunnostamalla vanha puomi arvioitiin, että kone saadaan takaisin työkuntoiseksi kunnostustöiden aloittamisesta noin 4–5 viikossa, viimeistään viikolla 16.

5 VAURIOIDEN KORJAAMINEN

Hitsausten perusaineena on S355 -rakenneteräs, koneen valmistajan ilmoituksen mukaisesti. Lisäaineena on Esab ok tubrod 15.14-merkkinen seostamaton täyte-lanka. Kyseisellä langalla on hyvät asentohitsausominaisuudet. Se soveltuu todella hyvin seostamattomille rakenneteräksille. Lisäaineen tuotto on myös hyvä ja kun hitsattavaa on paljon, säästyy aikaa. Kuonan ansiosta sula pysyy myös hyvin hallinnassa ja näin jälkikäsittelyn tarve vähenee. (7.) Sopiva lanka kysei-seen kohteeseen, koska hitsausasentoja ei voi kaikissa hitsauskohdissa valita. Hitsauksen suorittajana toimi Antti Siermala ja hitsaukset suoritettiin aikavälillä 29.3. - 7.4.2021.

5.1 Rungon vaurioiden korjaaminen

Rungosta löytyneet ratkeamat täytyi avata, puhdistaa ja hitsata umpeen. Vauriot rungossa olivat pelättyä pienemmät. Kuvassa 19 on avattu sauma koneen run-gossa.



KUVA 19. Avattu ratkeama koneen rungossa

Kun avatut saumat on täytehitsattu ja hiottu tasaiseksi, hitsataan vielä vahvikelevy koneen rungon kylkeen. Vahvikelevy asennettiin jakamaan kuormaa, että tulevaisuudessa tällaisilta vaurioilta välttyttäisiin. Kuvassa 20 korjaus on suoritettu rungon osalta.



KUVA 21. Valmis korjaus rungon osalta

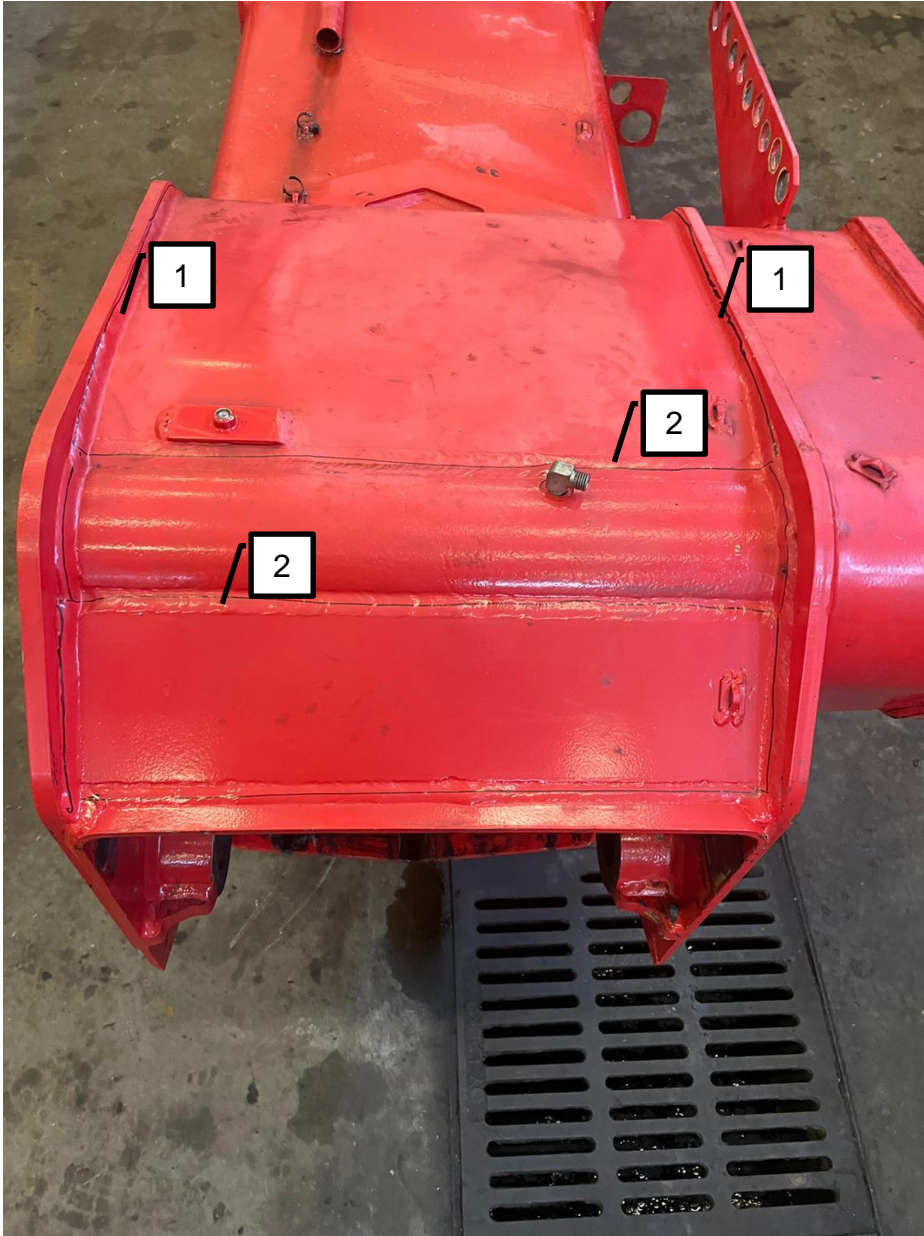
5.2 Peruspuomin vaurioiden korjaaminen

Peruspuomin vaurioiden korjaamisen osalta työvaiheet ovat

- päätylevyn ja ainesputken irrotus
- uuden päätylevyn mallinnus ja ainesputken hankinta
- kappaleiden asennus
- aarporaus.

Kuvassa 21 on rajattu hitsaussaumot, jotka avataan ensimmäisenä. Esimerkkinä tässä ovat saumat merkattuna numerolla 1. Nämä saumat voidaan avata kulma-

hiomakoneella, koska ne ovat päätylevyn kanssa 90 asteen kulmassa ja tätä päätylevyä vasten leikkaamalla ne saadaan tarkasti avattua. Hiilitalttausta käytetään esimerkiksi saumoihin, jotka on merkattu numerolla 2.



KUVA 21. Avattavat hitsaussaumot

Suurin työ oli avata putken ympärillä olevat saumat. Putki oli hitsattu kiinni useasta kohdasta ja tämän vuoksi sen irrottaminen vei myös eniten aikaa purkutyössä. Kuvassa 22 kaikki purkutyöt on tehty. Ainesputki on irrotettu ja putken peti sekä korvalliset on puhdistettu uutta putkea varten.



KUVA 22. Peruspuomi valmiina uusia kappaleita varten

Puomiin täytyi hankkia uusina kappaleina päätylevy sekä ainesputki. Päätylevy mallinnettiin käyttämällä hyväksi vanhaa kappaletta. Kappaleesta piirrettiin pahville kaava, josta tehtiin valmistuspiirros Solidworks- ohjelmistolla (liite 2). Valmistuspiirros lähetettiin alihankkijalle uuden kappaleen valmistusta varten.

Ainesputki tilattiin Sah-ko:lta. Putken mitat ovat $D=126,8$ mm, $d=75,8$ mm ja putken puhdas pituus, päät sorvattuna on 658 mm. Oikea pituus putkelle saatiin mittaamalla asennusväli koneen rungosta, johon puomi korjauksen jälkeen asennettiin. Putkeen täytyi jyrsiä tasainen pinta, jota vasten putki makaa puomin selässä. (Kuva 23.)



KUVA 23. Ainesputken jyrshintä

Ainesputki ja päätylevy sovitetiin paikalleen käyttämällä avuksi vakaajasynterin kiinnitystappia. Uuteen päätylevyyn hitsattiin tapit, jolla se voitiin heftata puomin runkoon kiinni. Näin päätykappale pysyy oikealla paikalla hitsauksen ajan. Sovitusta helpotti myös putkeen jyrsitty suora pinta, jota vasten putki makaa puomin päällä. (Kuva 24.)



KUVA 24. Ainesputken sekä päätylevyn sovitus

Hitsauksen jälkeen ainesputki on aarporattava sopivaksi. Porauksesta vastasi paikallinen kempeläinen yritys Tmi Aki Kokko. Pora suunnattiin mittaamalla

nostosylinterin tapin reiästä poran varteen, jotta avarrettava tyvitapin reikä sekä nostosylinterintapin reikä saadaan samansuuntaiseksi. (Kuva 25.)



KUVA 25. Pora kohdistettu, poraus aloitettu

Ainesputken reikä porattiin koko matkalta kokoon 82 mm. Päihin porattiin 160 mm syvät pesät liukulaakereille. Liukulaakerin mitat olivat $D=85$ mm, $L=80$ mm ja $d=80$ mm. Pesän halkaisija oli tällöin 85 mm ja pesän toleranssi oli H7. Tyvitapin halkaisija oli 80 mm ja tyvitapin toleranssi oli e7. Näin saatiin sopiva puristussovitus tyvitapille sekä koko matkalle ainesputkeen rasvatasku.

Kuvassa 26 aarporaus on suoritettu ja puomi on valmis asennettavaksi kurotta-
jaan. Asennus suoritettiin päinvastaisessa järjestyksessä purkuun nähden, joka
on esitetty aiemmin tässä raportissa.



KUVA 26. Valmis puomi

5.3 Toteutuneet kustannukset

Toteutuneet kustannukset vastasivat hyvin kustannuslaskelmaan tehtyjä arvioita. Peruspuomin kunnostus kesti kaksi työpäivää pidempään mitä oli ajateltu, samoin kuin puomin asennus takaisin paikalleen. Muita lisäkustannuksia ei syntynyt. Toisaalta taas tarvikkeiden osalta kustannukset hieman laskivat, päätylevyn sekä ainesputken tultua arvioitua halvemmaksi. Taulukkoon 2 on koottu toteutuneet kustannukset.

TAULUKKO 2. Toteutuneet kustannukset

Kustannuksen lähde	Toteutuneet kustannukset (€)
Asennustyöt	3168
Puomin kunnostus sekä suunnittelutyöt	4128
Aarporaus	1812
Tarvikkeet	900
Tarkastus	300
Kokonaiskustannus (€)	10308

6 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Merkittävän korjaustyön jälkeen kurottajalle oli suoritettava asianmukainen käyttöönottotarkastus. Valtionneuvoston asetuksessa työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (2, § 33) kerrotaan, että henkilönostimelle, jollaiseksi kurottaja standardin mukaan määritellään (3, s. 7), tehdään rakenteiden lujisuuden ja vakavuuden varmistamiseksi koekuormitus.

6.1 Koekuormitus

Koekuormitus tehdään standardin (3, s. 67) mukaisesti. Standardissa määrätään, että koekuormitus suoritetaan ylikuormakokeena, 1,25 x suurin sallittu kuorma. Kurottajan enimmäisnostokyky oli tässä tapauksessa 5 000 kg, joten ylikuormakoe tuli tehdä vähintään 6 250 kg:n painolla.

6.2 Ylikuormakoe

Ylikuormakoe suoritettiin mobiilnosturin lisävastapainolla, jonka paino oli 6 350 kg. Koepaino kiinnitettiin kurottajaan nostoketjuilla, kurottajan tukijalat laskettiin maahan ja varmistettiin, että kurottajan teleskooppiosa oli täysin sisään vedettynä. Koetilanne esitetty kuvassa 27.



KUVA 27. Koekuormitus

Käyttönottotarkastuksen raportti on liitteenä 4. Tarkastuksessa ei ilmennyt ongelmia. Ylikuormakoe on esitetty teoreettisesti myös liitteessä 5. Laskelmat osoittavat millaisen voiman koepaino luo tyvitapille. Laskelma eivät huomioi puomin omaa painoa, vaan ottaa kantaa ainoastaan siihen, millaisen voiman ylikuormakokeen aikana käytetty koepaino niveleen aiheuttaa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada työssä käsittelyssä ollut kurottaja takaisin työkuuntoiseksi. Ensiajatuksena oli, että puomin korjauksen suorittaminen olisi ollut lähes mahdottomuus, mutta hetken aikaa puomin rakennetta pohtimalla ja asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen korjaukseen kuitenkin päädyttiin.

Oman haasteensa työlle asetti koneen valmistajan korjausohjeiden puute. Koneen valmistajalta saatiin ainoastaan perusmateriaalista tieto, jonka kautta korjaukseen täytyi alkaa suunnitella. Suurimpana haasteena työssä oli kokemattomuuteni useista metallintyöstötavoista, joita tässä korjauksessa täytyi käyttää. Nosturiliike Sulkala Oy:n huollossa työskentelevien alan ammattilaisten avulla korjauksen suorittamisesta selvittiin hyvin.

Vertaamalla kustannuksia ja tarkastelemalla työhön kulunutta aikaa voidaan todeta, että korjaustoimenpide oli kannattavaa suorittaa siten, kun se tässä raportissa on esitetty. Jos puomi olisi päädytty tilaamaan tehtaalta uutena varaosana, olisi kurottajan työkuuntoiseksi saamista jouduttu odottamaan 10 viikkoa pidempään. Kurottaja on tarkastettu ja todettu kunnossa olevaksi 22.4.2021.

LÄHTEET

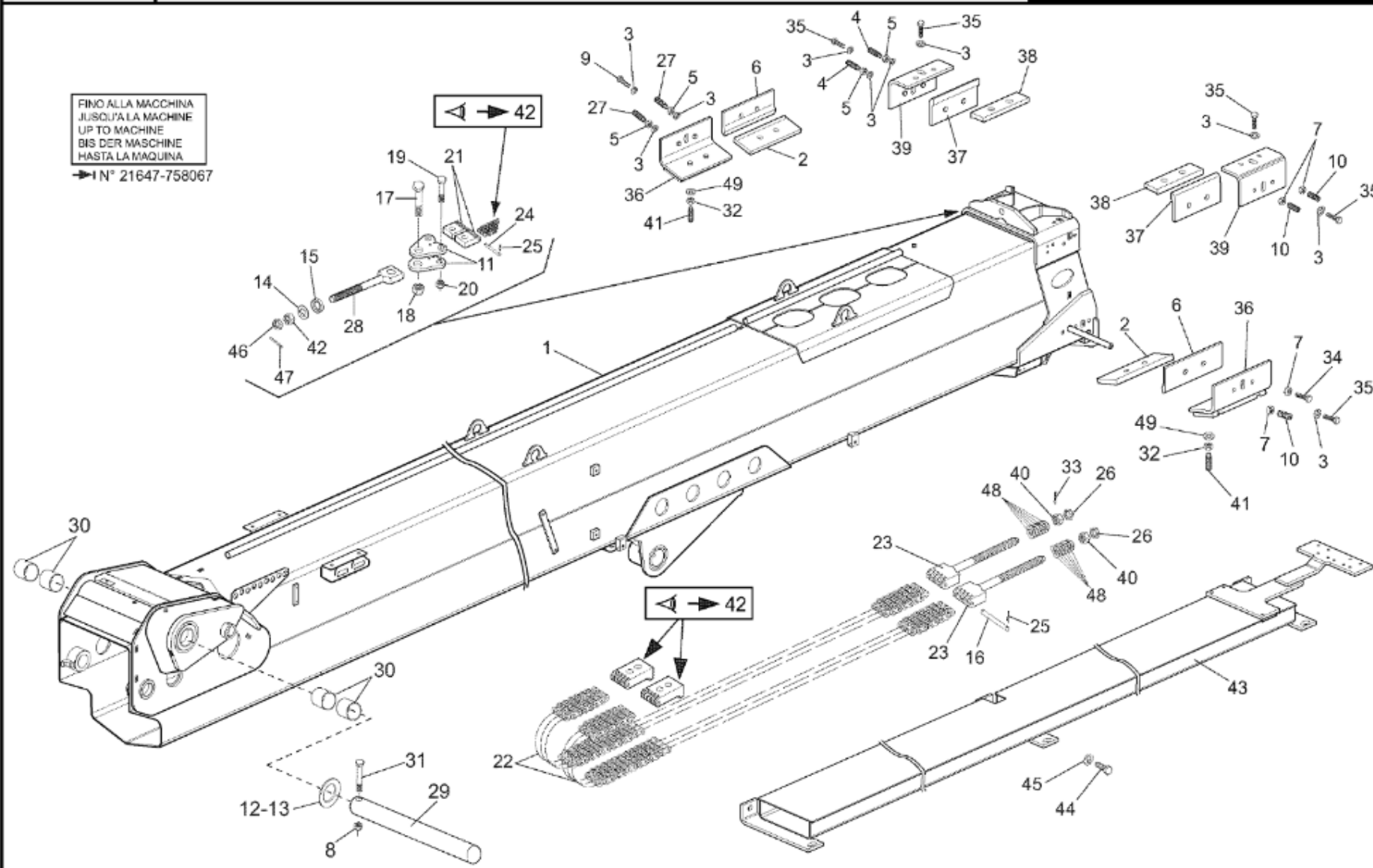
1. Yritys. Nosturiliike Sulkala Oy. Saatavissa: <https://www.nosturiliikesulkala.fi/> .
Hakupäivä 3.5.2021.
2. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Annettu Helsingissä 12.6.2008. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403#Pidp447844640> .
3. SFS-EN 280+A1. 2015. Siirrettävät henkilönostimet. Suunnittelulaskelmat. Vakavuus. Rakenne. Turvallisuus. Tarkastukset ja testit. 4.p. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
4. History. 2018. Manitou Group. Saatavissa: <https://www.manitou-group.com/en/group/history/> . Hakupäivä 18.3.2021.
5. Tuotteet. MN-Lifftek Oy. Saatavissa: <https://www.lifftek.fi/tuotteet/manitoukurottajat> . Hakupäivä 27.4.2021.
6. Products. EuroPressPack. Saatavissa: <https://www.europresspack.it/en/products/hydraulic-pumps/manual-and-foot-pumps/pl/> . Hakupäivä 22.3.2021.
7. Tuotteet. 2021. ESAB. Saatavissa: <https://www.esab.fi/fi/fi/products/filler-metals/gas-shielded-flux-cored-wires-fcaw/mild-steel-wires/ok-tubrod-15-14.cfm> .
Hakupäivä 27.4.2021

40

TELESCOPIC BOOM (main boom)
 TELESKOPAUSLEGER (Hauptasleger)
 AGUILON TELESCOPICO (Brazo principal)

MRI 3050
 PRIVILEGE

FINO ALLA MACCHINA
 JUSQU'À LA MACHINE
 UP TO MACHINE
 BIS DER MASCHINE
 HASTA LA MAQUINA
 → N° 21647-758067

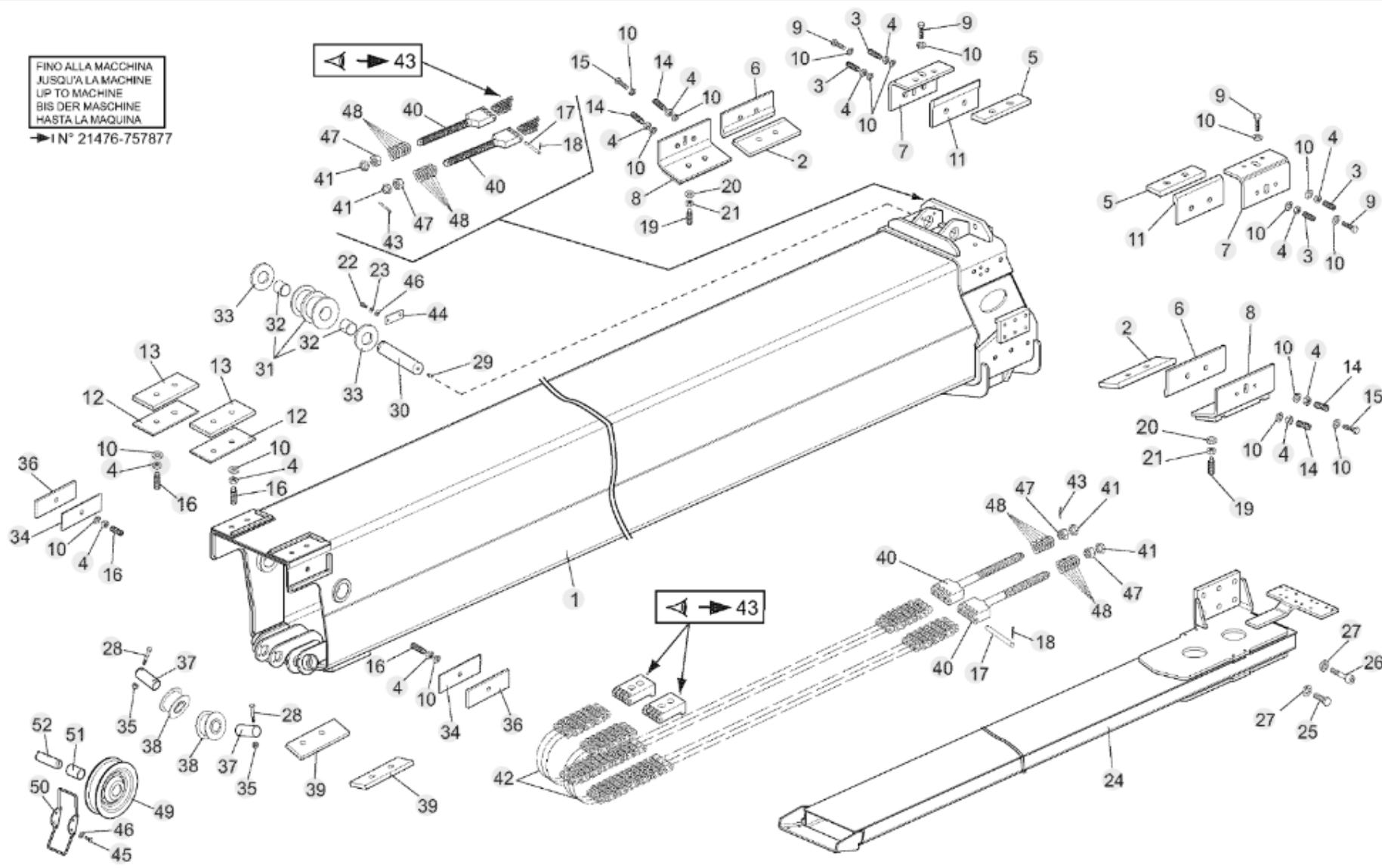


41

TELESKOPAUŠLEGER (1° zusammenstroll)
AGUILON TELESCOPICO (1° telescopaje)

MKT 3030
PRIVILEGE

FINO ALLA MACCHINA
JUSQU'A LA MACHINE
UP TO MACHINE
BIS DER MASCHINE
HASTA LA MAQUINA
→ I N° 21476-757877



42

TELESCOPIC BOOM (2° telescope)
TELESKOPPAUSLEGER (2° zusammenstroll)
AGUILON TELESCOPICO (2° telescopaje)

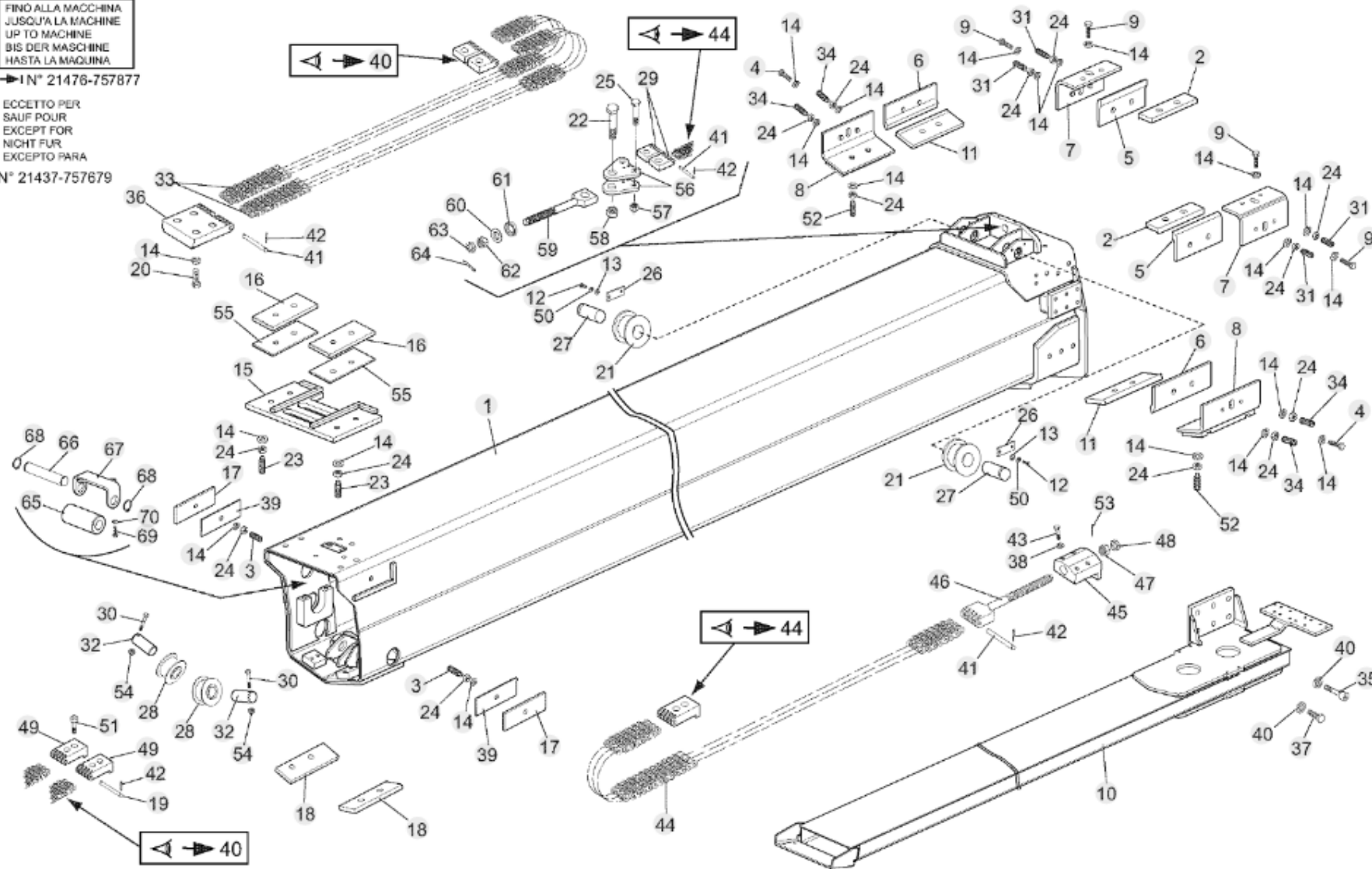
MRT 3050
PRIVILEGE

FINO ALLA MACCHINA
JUSQU'A LA MACHINE
UP TO MACHINE
BIS DER MASCHINE
HASTA LA MAQUINA

→ I N° 21476-757877

ECCETTO PER
SAUF POUR
EXCEPT FOR
NICHT FÜR
EXCEPTO PARA

N° 21437-757679

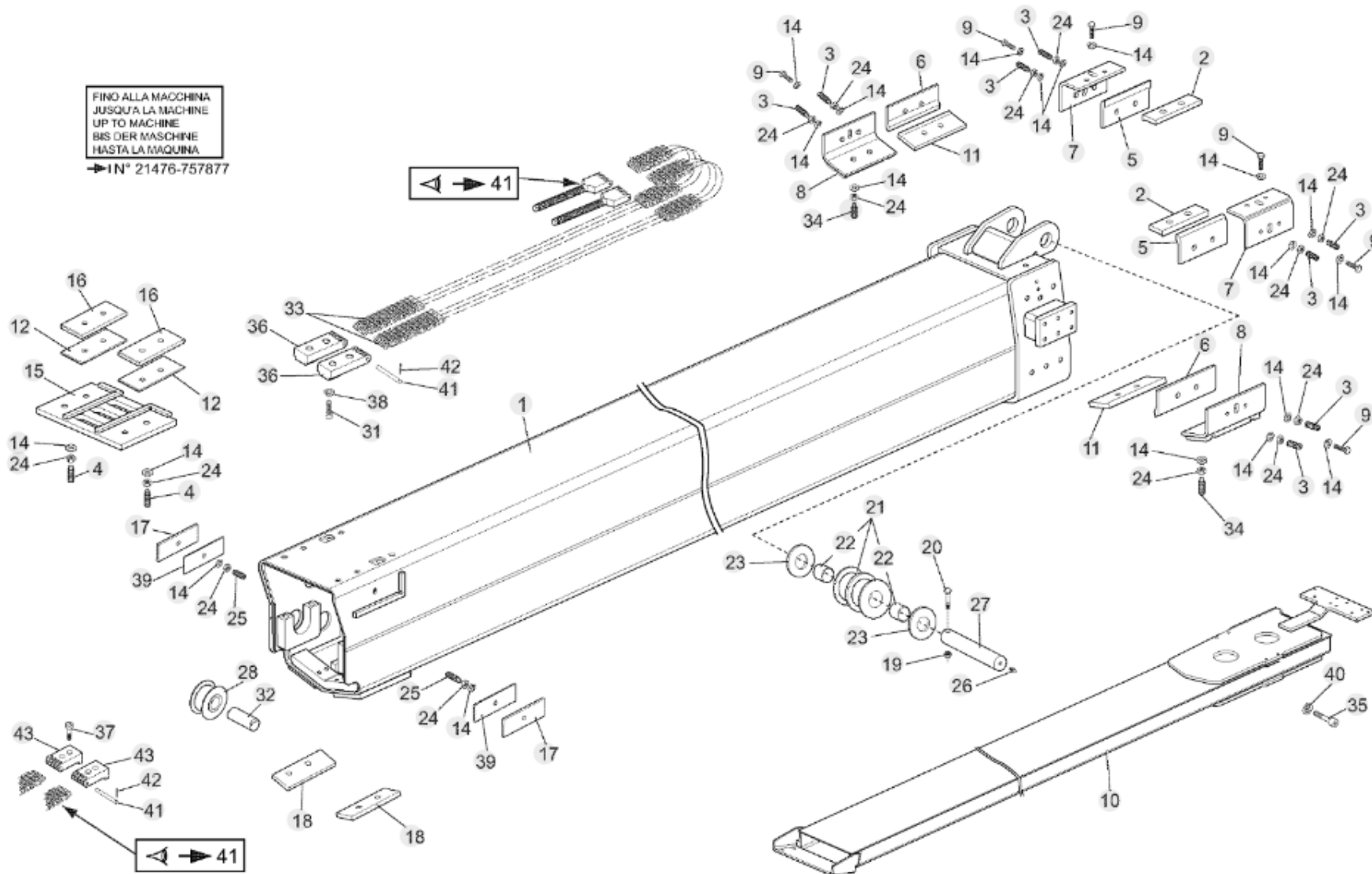


43

TELESCOPIC BOOM (3° telescope)
TELESKOPAUSLEGER (3° zusammenstroll)
AGUILON TELESCOPICO (3° telescopaje)

MRT 3050
PRIVILEGE

FINO ALLA MACCHINA
JUSQU'A LA MACHINE
UP TO MACHINE
BIS DER MASCHINE
HASTA LA MAQUINA
→IN° 21476-757877

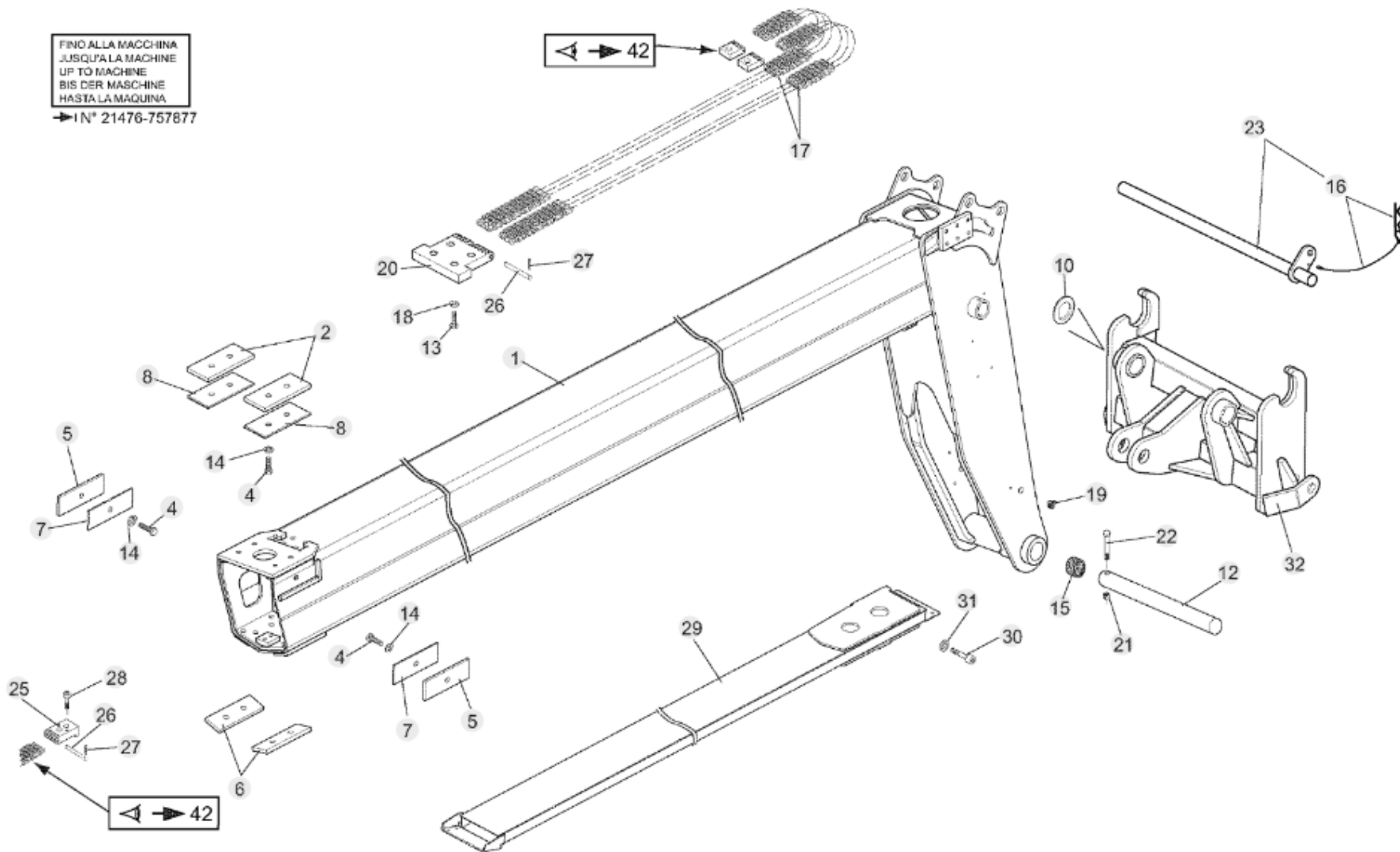


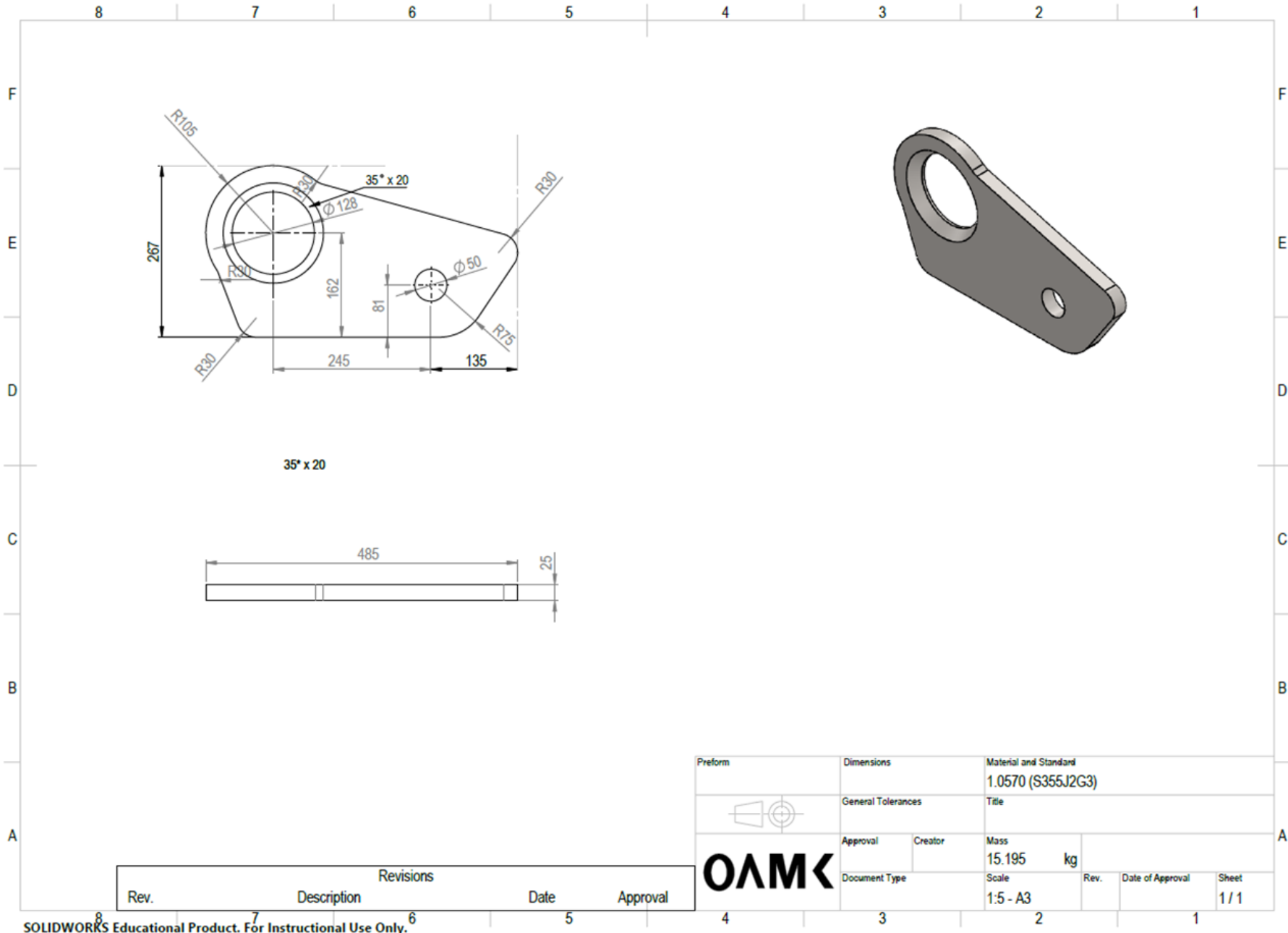
44

TELESCOPIC BOOM (4° telescope)
 TELESKOPPAUSLEGER (4° zusammenstroll)
 AGUILON TELESCOPICO (4° telescopaje)



MRT 3050
 PRIVILEGE

FINO ALLA MACCHINA
 JUSQU'A LA MACHINE
 UP TO MACHINE
 BIS DER MASCHINE
 HASTA LA MAQUINA
 → I N° 21476-757877





Rev.	Description	Revisions	Date	Approval

Preform		Dimensions		Material and Standard		
		General Tolerances		1.0570 (S355J2G3)		
Approval		Creator		Title		
		Document Type		Mass		Rev.
				15.195 kg		
				Scale		Date of Approval
				1:5 - A3		Sheet
						1 / 1



Tarkastusnumero
WL-01819098



1/1

PÖYTÄKIRJA
Määräaikaistarkastus

Yhteyshenkilö: Timo Sulkala

Haltija: Nosturiliike Sulkala Oy
Rasivainiontie 3
90440 KEMPELE

Tarkastaja Juha Suorsa	Tarkastuspäivä 27.07.2020	Rekisterinumero CRA-16-103140
Laitteistoluokka FI - Henkilönostin	Valmistaja Manitou	Laitenumero
Työkohdetyyppi Kurottaja	Tyyppi MRT 3050	Valmistusnumero 755263
Sijainti Kempele, Rasivainiontie 3		Valmistusvuosi 2008
Lisätiedot Kurottaja		
Nostokorkeus (m) 29,7	Suurin sallittu kuorma (kg)/(henk) 3	Suurin sivu-ulottuma (m)

Tarkastuksen tulos Hyväksytty, sisältää huomautuksia	Seuraava palvelulaji Määräaikaistarkastus	Käyttötunnit
Viimeisin perusteellinen määräaikaistarkastus 06.09.2018	Seuraava perusteellinen määräaikaistarkastus viimeistään 31.12.2028	Seuraava koekäyttö 27.07.2021
		Seuraava määräaikaistarkastus viimeistään 27.07.2021

Dokumentit	K	Puomi/masto/sakset	K	Hallintalaitteet	K
Muut tarkastukset	K	Nostokoneistot	K	Hydrauli- ja painejärjestelmä	K
Kilvet ja merkinnät	K	Työtaso	K	Valaistus	K
Alusta	K	Sähköjärjestelmä	K	Koekäyttö/ajo	K
Kääntyvä osa/ylävaunu	K	Turvallisuuslaitteet	1		

Muistiinpanot:

Suosittelun korjausaika sulussa huomautuksen jälkeen

Huomautukset:

1. Häätälaskun pumppu ei toimi. Korjattava. (2vk)

2.

*) Huomautukset koskevat puutteita, jotka vaativat toimenpiteitä. Muistiinpanot, pysyvät tiedot ja muut tiedot ovat asiakkaalle tarkoitettuja tietoja, jotka eivät vaikuta tarkastuksen tulokseen.

Muutoksenhaku: Jos olette tyytymätön tarkastuspäätökseen, voitte hakea siihen kirjallisesti oikaisua Inspecta Tarkastus Oy:ltä. Hakuohjeet: www.kiwa.com/fi

Inspecta Tarkastus Oy, Y-tunnus 2047308-3, PL 1000 (Sörnäistenkatu 2) 00581 HELSINKI

Tulostuspäivämäärä 27.07.2020	Juha Suorsa	Puhelin +358504777192
----------------------------------	-------------	--------------------------



Tarkastusnumero
WL-02036812



1/2

PÖYTÄKIRJA

Käyttöönottotarkastus

Haltija: Nosturiliike Sulkala Oy
Rasivainiontie 3
90440 KEMPELE

Yhteyshenkilö: Matti Ervasti

Tarkastaja Juha Suorsa	Tarkastuspäivä 22.04.2021	Rekisterinumero CRA-16-103140
Laitteistoluokka FI - Henkilönostin	Valmistaja Manitou	Laitenumero
Työkohdetyyppi Kurottaja	Tyyppi MRT 3050	Valmistusnumero 755263
Sijainti Kempele, Rasivainiontie 3		Valmistusvuosi 2008
Lisätiedot Kurottaja		
Nostokorkeus (m) 29,7	Suurin sallittu kuorma (kg)/(henk) 3	Suurin sivu-ulottuma (m)

Tarkastuksen tulos Hyväksytty	Seuraava palvelulaji Määräaikaistarkastus	Käyttötunnit
Viimeisin perusteellinen määräaikaistarkastus 06.09.2018	Seuraava perusteellinen määräaikaistarkastus viimeistään 31.12.2028	Seuraava koekäyttö 22.04.2022
		Seuraava määräaikaistarkastus viimeistään 22.04.2022

Dokumentit	<u>K</u>	Puomi/masto/sakset	<u>K</u>	Hallintalaitteet	<u>K</u>
Muut tarkastukset	<u>K</u>	Nostokoneistot	<u>K</u>	Hydrauli- ja painejärjestelmä	<u>K</u>
Kilvet ja merkinnät	<u>K</u>	Työtaso	<u>K</u>	Valaistus	<u>K</u>
Alusta	<u>K</u>	Sähköjärjestelmä	<u>K</u>	Koekäyttö/-ajo	<u>K</u>
Kääntyvä osaylävaunu	<u>K</u>	Turvallisuuslaitteet	<u>K</u>		

Muistilpanot:

Laitteelle on suoritettu merkittävä korjaus puomistoon. Korjaus on tehty korjausohjeen mukaisesti. Laitteelle tehtiin kuormituskoe 125% kuormituksella jonka jälkeen tehtiin toimintakoe.

Suositteltu korjausaika suluissa huomautuksen jälkeen

Huomautukset:

1.

2.

*) Huomautukset koskevat puutteita, jotka vaativat toimenpiteitä. Muistilpanot, pysyvät tiedot ja muut tiedot ovat asiakkaalle tarkoitettuja tietoja, jotka eivät vaikuta tarkastuksen tulokseen.

Muutoksenhaku: Jos olette tyytymätön tarkastuspäätökseen, voitte hakea siihen kirjallisesti oikaisua Inspecta Tarkastus Oy:ltä. Hakuohjeet: www.kiwa.com/fi

Inspecta Tarkastus Oy, Y-tunnus 2047308-3, PL 1000 (Sörnäistenkatu 2) 00581 HELSINKI

Tulostuspäivämäärä 22.04.2021	Juha Suorsa	Puhelin +358504777192
----------------------------------	-------------	--------------------------



Tarkastusnumero
WL-02036812



2/2



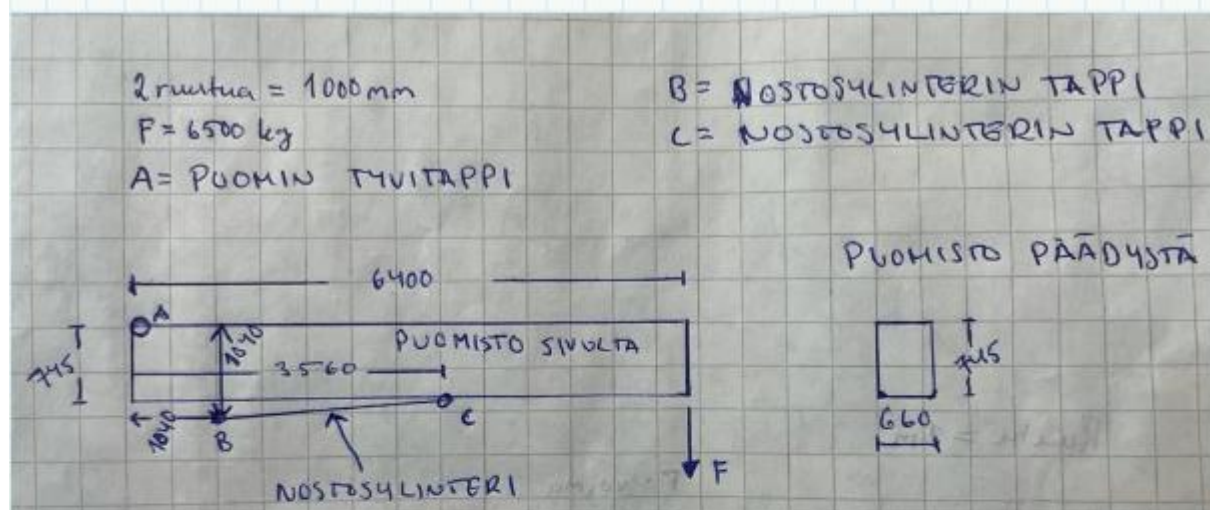
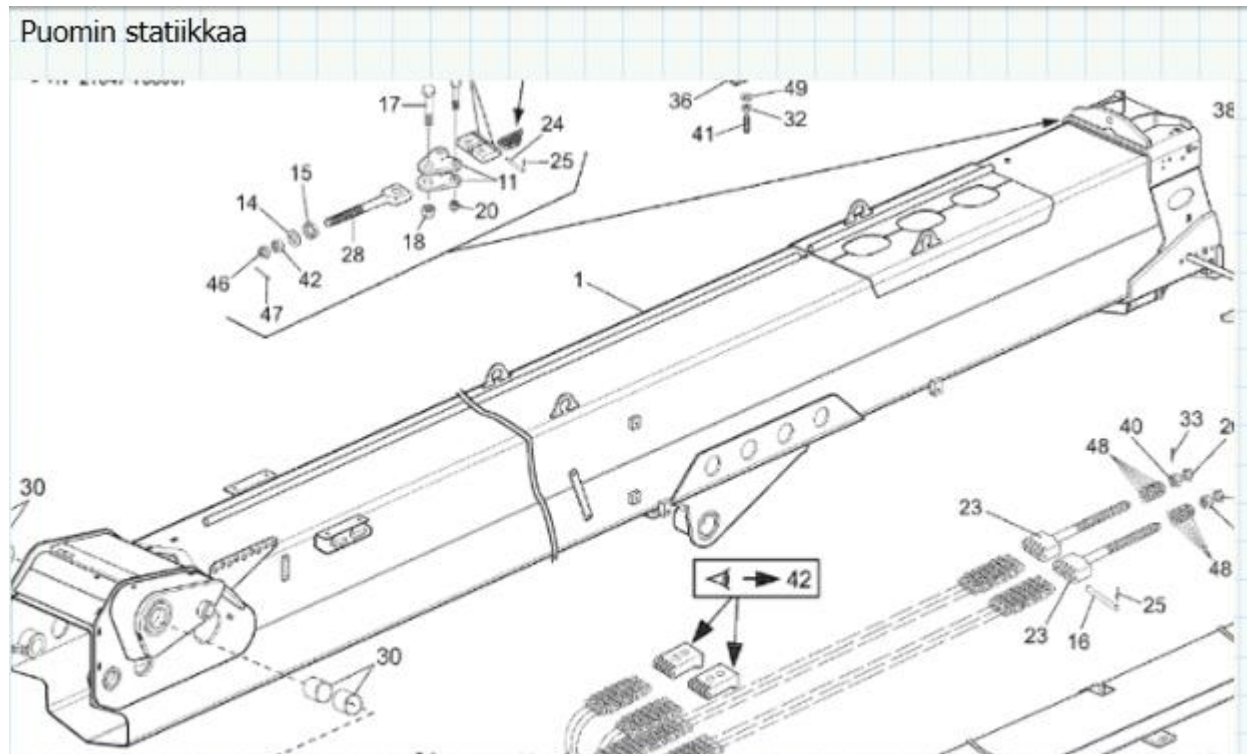
Kuva1.
Korjauskohta puomin tyvitapin luona



Kuva2.

Inspecta Tarkastus Oy, Y-tunnus 2047308-3, PL 1000 (Sörnäistenkatu 2) 00581 HELSINKI

Tulospäivämäärä 22.04.2021	Juha Suorsa	Puhelin +358504777192
-------------------------------	-------------	--------------------------



$L_1 := 6400 \text{ mm}$ $L_2 := 3560 \text{ mm}$ $L_3 := 1040 \text{ mm}$

$h_1 := 745 \text{ mm}$ $h_2 := 1040 \text{ mm}$

$b := h_2 - h_1 = 295 \text{ mm}$

$c := L_2 - L_3 = (2.52 \cdot 10^3) \text{ mm}$

$\alpha := \text{atan}\left(\frac{b}{c}\right) = 6.677 \text{ deg}$

3

$$F := 6500 \text{ kg} \cdot g = 63.743 \text{ kN}$$

$$C_y := \frac{-F \cdot L_1}{L_2} = -114.595 \text{ kN}$$

$$A_y := -F - C_y = 50.851 \text{ kN}$$

$$C_x := \frac{C_y}{\tan(\alpha)} = -978.909 \text{ kN}$$

$$A_x := -C_x = 978.909 \text{ kN}$$

Niveleen A kohdistuva
voima kuvan tilanteessa

$$A := \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = 980.229 \text{ kN}$$

Sylinterivoima

$$C := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 985.594 \text{ kN}$$