

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2024

Joona Uusi-Rasi

Perävaunun sivuoven saranatuotannon tehostaminen



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2024 | 37 sivua

Joona Uusi-Rasi

Perävaunun sivuoven saranatuotannon tehostaminen

[Click here to enter text.](#)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa perävaunun sivuovien saranatuotantoa. Tavoitteeksi asetettiin 20 % parannus tuotannon tehokkuudessa, sekä parempi työntekijäresurssien käyttö. Alkuelvitys toteutettiin jatkuvan ajankäytön menetelmällä: kuinka paljon aikaa alkuperäisellä menetelmällä kului saranoiden valmistukseen.

Suunniteltiin uusi muotti, jonka avulla muotin kustannuksia pystyttiin laskemaan ja muottien tekeminen voitiin aloittaa tehtaalla omana tuotantonaan. Muotin materiaalin vaihdon yhteydessä poistettiin turhia työstövaiheita, mikä pienensi entisestään muotin kokonaiskustannuksia.

Saranoiden valmistuksen työpiste siirrettiin, jotta niiden valmistus olisi mahdollista toteuttaa nopeammin. Työssä suoritettiin uuden menetelmän testaukset ja puristustestit. Uuden työpisteen layout pyrittiin pitämään kompaktina tilan puutteen vuoksi.

Lopputuloksena saranoiden valmistus tehostui 46,7 %. Opinnäytetyössä saavutettiin asetetut tavoitteet tehokkaasti ja tuottavasti.

Asiasanat:

Tuotanto, tehostaminen, layout

Bachelor's / Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2024 | 37 pages

Joona Uusi-Rasi

Improving the trailer side's door hinge production

[Click here to enter text.](#)

The aim of this thesis was to improve the production of the trailer side's door hinges. The goal was to get a 20 % improvement in production efficiency, as well as a better use of employee resources. The initial investigation was carried out using the method of continuous time use: how much time was spent to manufacture the hinges using the original method.

A new mold was designed and that helped to reduce the costs of the mold. It also made it possible to start making the molds in the factory as its own production. When changing the material of the mold, unnecessary machining steps were removed, which further reduced the total costs of the mold.

The hinge manufacturing workstation was moved so that it would be possible to manufacture them faster. Testing of the new method and compression tests were carried out. The layout of the new workstation was kept compact due to the lack of space.

As a result, the production of hinges became 46.7 % more efficient. In the thesis, the set goals were achieved efficiently and productively.

Keywords:

Production, enhancement, layout

Sisältö

1 Johdanto	6
2 VAK Oy	7
3 Jatkuva ajankäytön tutkimus	8
4 Lean-menetelmät	9
5 Layout	11
5.1 Tuotannon layout	12
6 Saranavalmistuksen nykytilanne	13
7 Muotti	16
7.1 Uusi polyuretaanimuotti	17
8 Uuden menetelmän testaus	19
8.1 Ensimmäinen puristustesti	19
8.2 Toinen puristustesti	20
8.3 Kolmas puristustesti	21
8.4 Neljäs puristustesti	22
8.5 Viides puristustesti	22
9 Tehdyt telineet työn helpottamiseen	24
9.1 Koneremmin katkaisumenetelmän kehitys	26
10 Menetelmien vertailu	28
11 Huomioita ja parannuksia	30
Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. Sivuooven saranan valmistus prässissä

Liite 2. Hydraulipressin käyttöohje

Kuvat

Kuva 1. Uuden työpisteen layout.	11
Kuva 2. Nykyinen saranajigi.	13
Kuva 3. Saranan profiilit muoteissa.	14
Kuva 4. Vanhan muotin jigi.	16
Kuva 5. Uuden muotin jigi.	16
Kuva 6. Polyuretaani ja muotin pohjat.	17
Kuva 7. Muotin päätylevy.	17
Kuva 8. Polyuretaanin kulmat pyöristetty.	18
Kuva 9. Profiilit ja koneremmi muotissa.	19
Kuva 10. Muotti prässissä.	20
Kuva 11. Muotit menossa prssiin ja oikealla painemittari	20
Kuva 12. Saranoiden kasaamisen aloitus.	21
Kuva 13. Neljän muotin pinot prässissä.	22
Kuva 14. Profiilien keräilyastia.	23
Kuva 15. Profiilien keräilyastia.	24
Kuva 16. Profiilien hyllypaikka.	25
Kuva 17. Koneremmi hyllypaikka.	25
Kuva 18. Koneremmiteline.	26
Kuva 19. Suorakatkaisukone.	27

Taulukot

Taulukko 1. Tutkimukseen määritetyt työvaiheet ja yhden saranan valmistuksen kesto.	14
Taulukko 2. Kahdeksan saranan valmistukseen kuluva aika.	15
Taulukko 3. Vanha menetelmä.	28
Taulukko 4. Uusi menetelmä.	28

1 Johdanto

Tämä Opinnäytetyö on tehty VAK Oy:lle. Työn aihe on tullut kehityspäällikkö Teemu Ketolalta. Työn aiheena on perävaunun ovien saranoiden valmistuksen tehostaminen.

Työn tavoitteena on tehostaa perävaunun sivuovien saranatuotantoa, jotta saadaan käytettyä työntekijäresursseja paremmin. Tavoitteeksi on asetettu 20 % läpimenoajan nopeuttaminen. Nykyisellä työmenetelmällä työntekijä on sidottu valmistamaan saranoita koko viikon ajan. Uuden työpisteen ja täysin uuden työmenetelmän avulla on mahdollista saada aikaan sama määrä saranoita huomattavasti vähemmällä työajalla.

Työssä on toteutettu kokonaan uusi työpiste ja valmistettu uudet muotit kolmelle eri saranakoolle. Osana uudistusta muottien kustannusta pyrittiin laskemaan. Lisäksi muottien materiaaliksi vaihdettiin nylonin sijaan polyuretaani.

Työ sisälsi myös saranoiden valmistukseen kehitettyjen telineiden suunnittelua ja uusien työkalujen hankintaa. Työn kuluessa ilmeni pieniä ongelmia, jotka ratkottiin ja tehtiin parannuksia tuotannon helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi.

Työ koostuu alussa tehdystä alkuselvityksen tutkimuksesta, jonka jälkeen suoritettiin testipuristuksia. Viimeisenä vaiheena on toteutettu uusi tutkimus uudesta työmenetelmästä.

2 VAK Oy

VAK Oy on yksi Pohjoismaiden johtavista kuljetuskaluston valmistajista. Yrityksellä on erityisen vahva asema Suomessa eristettyjen kuormatilojen ja perävaunujen valmistajana, mikä tekee siitä alan markkinajohtajan. Lisäksi VAK Oy on HCT-perävaunujen edelläkävijä ja markkinajohtaja Suomessa. Yrityksellä on kuusi huoltopalvelupistettä Suomessa sekä yksi Ruotsissa, mikä mahdollistaa laajan palveluverkoston asiakkaille molemmissa maissa. Tämä vahva asema ja laaja palveluverkosto vahvistavat VAK Oy:n asemaa alalla ja tukevat sen toimintaa sekä Suomessa että Ruotsissa. (Virtanen 2024.)

VAK Oy vahvisti asemaansa Suomen johtavana perävaunumerkkinä vuonna 2023, kun maahan rekisteröitiin yhteensä 338 VAK-perävaunua. Tämä osoittaa selkeästi asiakkaiden arvostuksen VAK:ta, sekä suomalaista ammattitaitoa ja asiakaspalvelua kohtaan. Eristetyllä kuljetuskorilla varustettu täysperävaunu osoittautui erityisen suosituksi, sillä sen markkinaosuus oli peräti 70 %. Vuoden 2019 lakimuutoksen myötä myös puoliperävaunujen suosio on kasvanut, ja VAK on vakiinnuttanut asemansa eristettyjen puoliperävaunujen markkinajohtajana Suomessa. (Virtanen 2024.)

VAK:lla on vahva räätälöity suunnittelukonsepti ja tuotantomahdollisuudet, jotka mahdollistavat kuljetuskaluston valmistamisen monipuolisesti erilaisiin ajotehtäviin ja asiakastarpeisiin. Yritys pystyy valmistamaan perävaunuja eri pituuksilla ja akselistorakenteilla vastaamaan yksilöllisiä tarpeita, mikä vahvistaa sen kykyä tarjota asiakkailleen juuri heidän tarpeisiinsa sopivaa kalustoa. (Virtanen 2024.)

3 Jatkuva ajankäytön tutkimus

Jatkuva ajankäytön tutkimus on erittäin tarkka tapa mitata aikaa. Tutkimuksen tarkkuus voi olla joko senttiminuutti tai sekunnin kymmenesosa, mikä mahdollistaa tarkemman ja yksityiskohtaisemman ajan seurannan. Tutkimus toteutetaan yleensä tutkimuslomakkeella, jossa on määritelty eräluettelo. (Laine 2017, 34.)

Eräluettelo auttaa tunnistamaan ja erottamaan erilaiset työvaiheet ja -erät toisistaan. Eräluettelon laatiminen etukäteen on suositeltavaa, erityisesti jos työerät ovat lyhyitä. Tällöin on helpompaa ja nopeampaa merkitä ylös tutkittavat toiminnot ja niiden kesto. (Laine 2017, 34.)

Jatkuvassa ajankäytön tutkimuksessa työaika kirjataan tarkasti ja systemaattisesti tutkimuslomakkeelle, jolloin saadaan kattava ja luotettava kuva työajan käytöstä. Tämä mahdollistaa tarkemman analyysin ja parantaa ymmärrystä siitä, miten työaika todellisuudessa kuluu. (Laine 2017, 34.)

Jatkuvan ajankäytön tutkimuksessa ajanottoa ei pysäytetä ollenkaan. Kellosta luetaan aika aina, kun henkilön tehtävä vaihtuu toiseen. Tutkimuksen aikana kerätään tietoja tuotantomääristä työvaiheiden aikana ja yksittäisten tuotteiden työvaiheiden kestosta. Näiden tietojen avulla voidaan tarkasti seurata tuotannon etenemistä ja ohjata sitä tarvittaessa. (Management Institute Of Finland (MIF) 2024.)

Jatkuvan ajankäytön tutkimuksen avulla yleensä mitataan tuotteen valmistusaikaa, tai tarkastellaan yksittäisen henkilön työhön käyttämää aikaa (Management Institute Of Finland (MIF) 2024).

4 Lean-menetelmät

Lean-menetelmien käyttöönotolla on mahdollista saavuttaa jopa 30–50 prosentin parannus työn tuottavuudessa, mikä on merkittävä taloudellinen etu yritykselle. Lean nähdään usein menetelmien kokoelmana, jotka auttavat vähentämään hukkaa, eli poistamaan työvaiheita, jotka eivät lisää asiakasarvoa. Näitä menetelmiä ovat:

1. Jatkuva parantaminen
2. Solutuotanto
3. Imuohjaus
4. Eräkokojen lyhentäminen
5. Prosessien kuvaaminen
6. Asetusaikojen lyhentäminen (SMED)
7. Toimittajasuhteiden kehittäminen
8. Toimittajaverkoston karsiminen
9. 5S ja visuaalinen johtaminen
10. Kokonaisvaltainen kunnossapito
11. Arvoketjuanalyysi
12. Hukan vähentäminen

Nämä menetelmät auttavat yrityksiä tehostamaan toimintaansa ja optimoimaan prosessejaan, mikä johtaa parempaan tuottavuuteen ja kustannustehokkuuteen. Tällaiset parannukset voivat olla ratkaiseva tekijä yrityksen kilpailukyvyille ja menestykselle markkinoilla. (Bhasin & Burcher 2006, 56–72.)

Lean- ajattelussa hukka mielletään tuotannon kustannustekijäksi, joka ei synnytä arvoa asiakkaalle. Koska tuotannon keskeinen tavoite on luoda arvoa mahdollisimman tehokkaasti, näin ollen hukasta pyritään eroon. Leanissa hukka nähdään oireena, joka kertoo toiminnan ongelmista. Ongelman ratkaiseminen tapahtuu tunnistamalla hukan juurisyyt ja puuttamalla niihin. Tämä lähestymistapa auttaa yrityksiä parantamaan toimintaansa ja keskittymään

olennaiseen, mikä johtaa parempaan tuottavuuteen ja asiakastyytyvyyteen. (Jokinen 2020.)

Lean-periaatteessa standardoitu työ on luonnollinen jatkumo 5S-menetelmän käyttöönotolle. Standardoidulla työllä pyritään tasapainottamaan tuotantoa, helpottamaan uusien työntekijöiden perehdyttämistä ja luomaan perusta jatkuvalla parantamiselle. Standardoidun työn avulla varmistetaan, että työvaiheet suoritetaan tehokkaasti ja yhtenäisesti, mikä lisää tuottavuutta ja laatua. Tämä auttaa organisaatiota saavuttamaan tavoitteensa ja pysymään kilpailukykyisenä markkinoilla. (Kilponen & Jokinen 2020.)

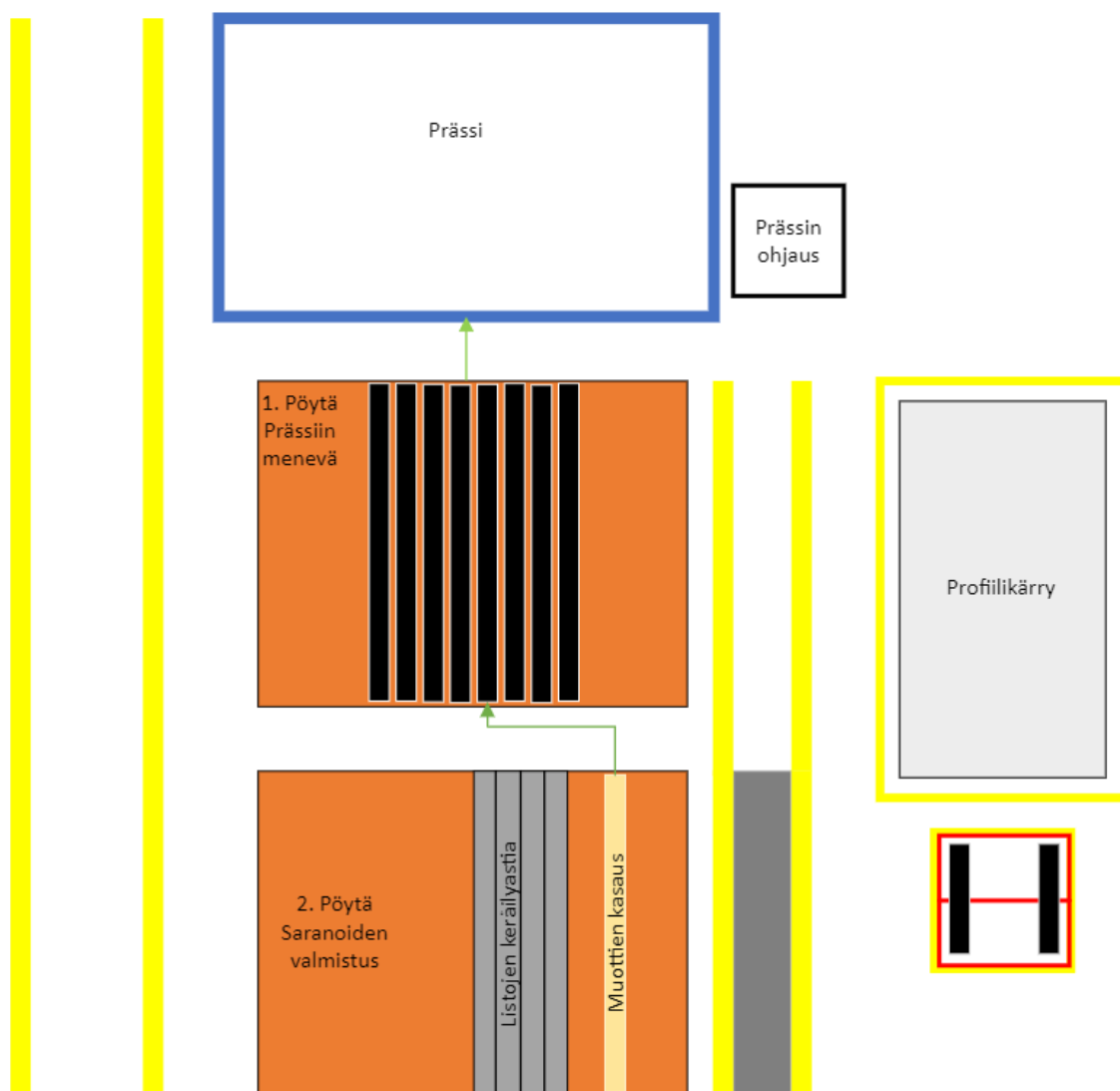
Mitä standardoidaan (Kilponen & Jokinen 2020):

- Työtapa – Työtavan standardointi merkitsee tehtävän jakamista selkeästi eteneviin ja eriytettyihin työvaiheisiin. Jokaisesta työvaiheesta laaditaan näkyviin tarvittavat ohjeet, jotka sisältävät turvallisuus- ja laadunvarmistusnäkökulmat, sekä työvaihetta helpottavat toimenpiteet.
- Työaika – Määritellään jokaiselle työvaiheelle oma normaaliaika käyttäen sopivaa työntutkimusmenetelmää. Tällä tavoin varmistetaan työn sujuva eteneminen ja tehokkuus, mikä edistää tuottavuutta ja laatua.
- Vakauta – Standardointi on tärkeää tehokkaan ja johdonmukaisen työn varmistamiseksi, mutta se ei tarkoita epäjärjestyksen täydellistä poistamista. Pikemminkin se pyrkii luomaan perustavan järjestyksen ja selkeyden työympäristöön. Esimerkiksi 5S-menetelmä auttaa organisoimaan työtilat ja -välineet tehokkaasti, mikä parantaa tuottavuutta ja vähentää hukkaa.

Uuden tuotantolinjan rakentaminen alustavassa versiossa antaa mahdollisuuden arvioida ja säätää työaikoja ennen täyden tuotannon käynnistämistä. Työntekijöiden harjaantuminen uuden linjan kanssa on olennaista ennen kuin voimme tarkasti mitata tarvittavat työajat. Tämä prosessi auttaa varmistamaan, että tuotanto on tehokasta ja työntekijät voivat suoriutua tehtävistään parhaalla mahdollisella tavalla. (Kilponen & Jokinen 2020.)

5 Layout

Uuden työpisteen layoutia suunnitellessa yritettiin käyttää mahdollisimman tehokkaasti tilaa. Työpistettä suunniteltiin niin, että kaikki olisi mahdollisimman lähellä, jotta vältetään turhalta liikkumiselta (kuva 1).



Kuva 1. Uuden työpisteiden layout.

5.1 Tuotannon layout

Tuotannon layout viittaa tuotantolinjan järjestelyyn, kuten laitteiden sijoitteluun, työpisteisiin, kulkureitteihin ja varastoihin. Sen suunnittelu vaatii aikaa, vaivaa ja resursseja. Layoutin muuttaminen ei ole yksinkertaista. Kuitenkin layoutilla on merkittävä vaikutus tuotannon sujuvuuteen ja tehokkuuteen. Näistä syistä layout- päätökset ovat keskeisiä tuotannon kannalta.

Hyvä tuotannon layout sisältää nämä ominaisuudet (Logistiikan maailma 2024):

- Pyrkii minimoimaan tuotteen läpäisyajan
- Edistää tuotteen korkeaa laatua
- Käyttää tehokkaasti käytettävissä olevaa tilaa
- Vähentää työntekijöiden tarpeetonta liikettä
- Suunnitellaan niin, että materiaalivirrat ovat optimaalisia, välttämällä pitkiä ja tarpeettomia kuljetusmatkoja. Usein suora tai U-muotoinen virtaus on tehokasta.

6 Saranavalmistuksen nykytilanne

Perävaunujen sivuovissa käytetään kolmea eri kokoa olevia saranointeja leveydeltään 45 mm, 53 mm ja 60 mm. Saranan koon määrittää perävaunuun tulevan oven materiaalivahvuus. Kaikki saranat ovat 3500 mm pitkiä.

Saranoiden eri kokojen valinta perustuu sivuovien rakenteeseen ja perävaunun käyttötarkoitukseen. Esimerkiksi suurempia saranakokoja voidaan käyttää raskaampien tai leveämpien ovien tukemiseen, kun taas pienemmät koot sopivat kevyempiin ovirakenteisiin tai tilanteisiin, joissa tilaa on rajoitetusti.

Saranavalmistus toimii yhdessä vuorossa. Saranoita saadaan valmistettua yksi kerrallaan, joten tavoitteena on, että jatkossa voidaan valmistaa suurempia eriä kerralla (8 kpl). Saranan valmistus vaatii oman jiggin, joka vie paljon hallitilaa elementtitehtaalla. Saranoita valmistetaan kahdella jigillä. Kun jigtiin on laitettu profiilit ja koneremmi liimattu, käännetään jiggin kansi päälle ja laitetaan 5–6 käsipuristinta (kuva 2).



Kuva 2. Nykyinen saranajigi.

Saranamuoteissa on 4 uraa, joihin tulee eloksoituja listoja. Listojen järjestys vasemmalta oikealle: 1 ja 4 ovat tiivisteprofiileja, 2 ja 3 ovat ohjausprofiileja (kuva 3).



Kuva 3. Saranan profiilit muoteissa.

Saranan valmistuksesta on tehty jatkuvan ajankäytön tutkimus, johon on määritetty tietty työvaiheluettelo. Työvaiheluettelo on määritetty etukäteen, koska työerät ovat lyhytkestoisia. Ajat on mitattu senttiminuutteina, joka mahdollistaa tarkan ja yksityiskohtaisemman seurannan. Ajat eri työvaiheissa näkyvät taulukossa 1 (yhden saranan valmistus) ja taulukossa 2 (kahdeksan saranaa).

Taulukko 1. Tutkimukseen määritetyt työvaiheet ja yhden saranan valmistuksen kesto.

Työvaiheet	Kesto
Remmin leikkaus	43 s
Listojen nouto ja asettelu	69 s
Liimaus	58 s
Koneremmin asennus	62 s
Puristus	45 s
Liimasuuttimen puhdistus	14 s
Valmiin saranan purku	76 s
Muotin putsaus	38 s
Muut	42 s
Kokonaisaika	7 min 27 s

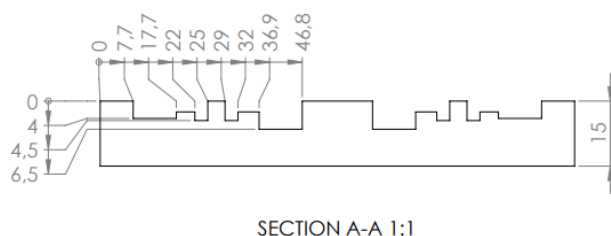
Taulukko 2. Kahdeksan saranan valmistukseen kuluva aika.

Työvaihe	Aika
Remmin Leikkaus	344 s → 5,73 min
Listojen nouto ja asettelu	552 s → 9,2 min
Liimaus	464 s → 7,73 min
Koneremmin asennus	496 s → 8,27 min
Puristus	360 s → 6 min
Liimasuuttimen puhdistus	112 s → 1,87 min
Valmiin saranan purku	608 s → 10,13 min
Muotin putsaus	304 s → 5,07 min
Muut	336 s → 5,6 min
Kokonaisaika	3576 s → 59,6 min

7 Muotti

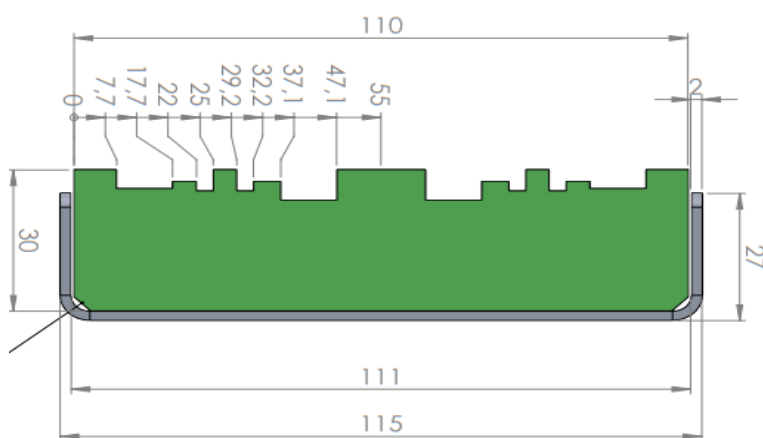
Vanhan nylonmuotin hinta on noin 530 €/kpl. Vuositasolla muotin kustannukset ovat noin 3200 €. Nylonmuotit on tilattu tehtaan ulkopuolelta alihankkijalta.

Pelkistämällä muottia, ottamalla turhat kulmien pyöristykset pois, sekä suurentamalla työstöuria saadaan vähennettyä työstöön ja jysintään kuluva aikaa. Uudistetun muotin hinta on 240 €/kpl. Vuodessa muottien kustannus on siis 1140 €. Uuden muotin kustannukset olivat 45 % alkuperäisestä, eli muotin kustannuksia saatiin pienennettyä 55 % (kuva 4).



Kuva 4. Vanhan muotin jigi.

Vaihdetaan muotin/jigin materiaalia nylonista polyuretaaniin. Vaihto polyuretaaniin tuo mahdollisuuden valmistaa muotit itse. Polyuretaani muotin hinnaksi muodostuu 83 €/kpl. Vuosikustannuksia ei ole vielä mahdollista laskea. Ei ole vielä tiedossa, kuinka hyvin materiaali kestää puristusta (kuva 5).



Kuva 5. Uuden muotin jigi.

7.1 Uusi polyuretaanimuotti

Muotteja on jokaiselle saranakoolle 16 kpl. Polyuretaani toimitetaan VAK:lle 3100 mm pitkinä palasina. Jigit asennetaan muotin pohjaan kahdessa osassa, 400 mm pitkä ja 3100 mm pitkä, jolloin saavutetaan tarvittava yhteispituus 3500 mm (kuva 6).



Kuva 6. Polyuretaani ja muotin pohjat.

Polyuretaani asennetaan 3500 mm pitkään alumiinikouruun. Muotteihin kiinnitetään päätylevyt polyuretaaniin 5x20 torx-uppokantaruuveilla. Päätylevyjen käyttö helpottaa profiilien asettamista, kun ne voidaan työntää päätylevyjä päin, mikä auttaa profiilien asettumisessa oikeille kohdille (kuva 7).



Kuva 7. Muotin päätylevy.

Muotin pohjan kulmissa on pyöristyssäteet, minkä takia polyuretaanin reunoja piti pyöristää, jotta vältetään polyuretaanin murtuminen tai lohkeaminen prässin puristuksessa.

Muottien pohjiin tehtiin 850 mm välein reiät, jotka seevattiin. Tämä antaa mahdollisuuden kiinnittää polyuretaani muotin pohjaan tarpeen vaatiessa. Kuvassa muotin kulmat pyöristetty (kuva 8).

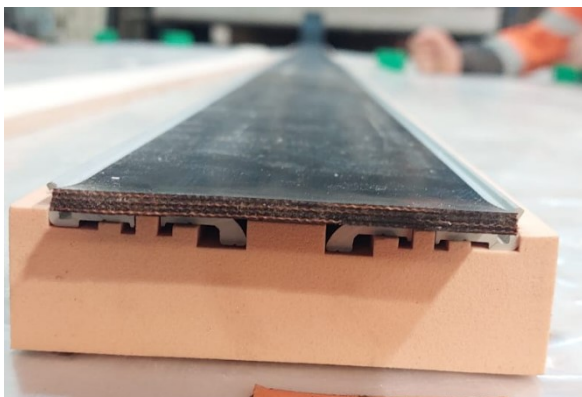


Kuva 8. Polyuretaanin kulmat pyöristetty.

8 Uuden menetelmän testaus

8.1 Ensimmäinen puristustesti

Muottina ensimmäistä kertaa käytössä polyuretaani muotti. Listat ja koneremmi istuvat uuteen muottiin hyvin (kuva 9).



Kuva 9. Profiilit ja koneremmi muotissa.

Koneremmi liimataan eloksoituihin profileihin Akfixin 705-liimalla.

Ensimmäisessä vaiheessa sarana puristettiin prässissä pienellä paineella.

Puristuksen kesto oli 7 minuuttia. Tämän jälkeen tarkastettiin, että saranan laatu vastasi odotuksia ja havaittiin laadun olevan hyvä.

Seuraavassa vaiheessa kokeiltiin puristaa saranaa suurella voimalla.

Tavoitteena oli nähdä, kestäkö uusi polyuretaani muotti ylimitoitettua puristusvoimaa. Testin tuloksena havaittiin, että muotti ei haljennut ja kesti ylimitoitettua puristusvoimaa hyvin (kuva 10).



Kuva 10. Muotti prässissä.

8.2 Toinen puristustesti

Ensimmäistä kertaa puristetaan 8 kpl erä (kuva 11).



Kuva 11. Muotit menossa prässäiin ja oikealla painemittari

Puristustestin tietoja ja lopputulos. Huomattu myös, että liimaus tuottanut ongelmia.

- Haasteena kaikkien työvaiheiden työergonomia. Erityisesti liimaus tuotti ongelmia.
- Liimana käytetty Akfix 705-liimaa.
- Puristuspaine noin 100 bar.
- Puristusaika 8 min.

- Puristus onnistui hyvin. Kaikki saranat laatuvaatimuksen mukaisia.

8.3 Kolmas puristustesti

Testi tehty kahdeksalla yksittäisellä muotilla. Puristuksen yhteydessä mietitty samalla työjärjestystä.

1. Listojen nouto
2. Listojen asettelu yhteen saranaan
3. Liimaus yhteen saranaan
4. Remmin asennus yhteen saranaan
5. Täytetyn muotin siirto keskelle odottamaan puristusta
6. Sama jokaisella muotilla
7. Pinoaminen 4 Kpl pinoihin

Aloitetaan keräämällä tarvittavat tarvikkeet pöydälle (kuva 12).



Kuva 12. Saranoiden kasaamisen aloitus.

Puristustestin tarkemmat tiedot ja lopputulos.

- Puristusaika 8 min

- Liimana Akfix 705
- Puristusaine noin 100 bar
- Kaikki saranat vastasivat laatuvaatimuksia

Yhden henkilön toteuttamana 8 kpl valmistamiseen kuluva kokonaisaika 1 h.
Testattiin puristaa kaksi 4 kappaleen pinoa (kuva 13).



Kuva 13. Neljän muotin pinot prässissä.

8.4 Neljäs puristustesti

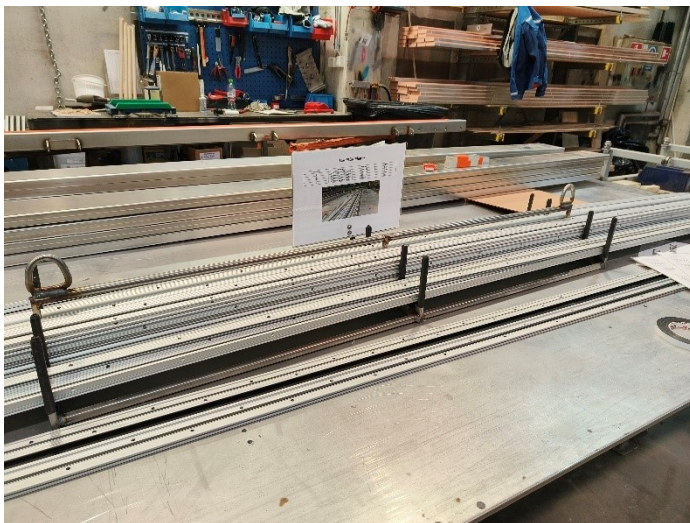
Menetelmän läpikäyntiä työntekijän kanssa. Käytetty samaa menetelmää ja materiaaleja, kuin aiemmissa testeissä. Asennuspaikka siirrettiin kauempana sijaitsevaan pöytään. 8 Kpl saranan valmistuksen kesto oli noin 30 min. Saranat vastasivat laatuvaatimuksia.

8.5 Viides puristustesti

Työmenetelmä vakiintunut hyvin. Saa tehtyä työohjeet uudelle työmenetelmälle (liitteessä 1 esitetty).

- Käytetty uusia muotteja alumiini vahvikkeella.
- Käytetty aiemmin laadittua työjärjestystä ja menetelmää.
- 8 kpl saranan valmistuksen kesto noin 30 min.
- Saranat vastaavat laatuvaatimuksia.

- Käytössä oli listojen keräilyastia (kuva 14).

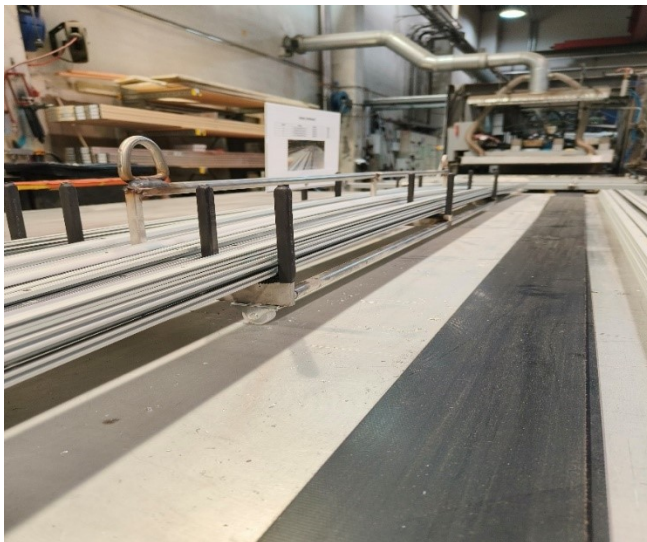


Kuva 14. Profiilien keräilyastia.

9 Tehdyt telineet työn helpottamiseen

Muotteihin laitetaan yhteensä neljä kappaletta eloksoituja, 3500 mm pitkiä profiileja. Näistä kaksi kappaletta on tiivistysprofiileja, ja kaksi kappaletta ohjausprofiileja. Profiilien kasaamisen helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi on tehty oma keräilyastia.

Keräilyastiaan on lisätty sertifikaattien mukainen merkkkaus, jotta profiilit ovat helposti tunnistettavissa. Lisäksi keräilyastiaan on asennettu pienet renkaat, mikä helpottaa sen liikuttamista työpisteen pöydällä. Tämä parantaa työskentelyn ergonomiaa ja tehokkuutta (kuva 15).



Kuva 15. Profiilien keräilyastia.

Profiileille on varattu myös oma isompi teline, jota voidaan täydentää trukin avulla. Telineessä on profiileille omat nimikkeet ja hyllypaikat, mikä helpottaa varastotilanteen seuraamista ja profiilien tunnistamista.

Telineen rakenne vahvistettiin, jotta se voidaan tarvittaessa nostaa pois nosturin ja liinojen avulla. Tämä lisää joustavuutta ja turvallisuutta profiilien käsittelyssä ja varastoinnissa (kuva 16).



Kuva 16. Profiilien hyllypaikka.

Koneremmeille tuotiin oma hylly ja niille määritettiin Lean-järjestelmään omat hyllypaikat ja nimikkeet. Tämän järjestelyn ansiosta koneremmiänsaldot pysyvät hallinnassa, mikä tehostaa varastonhallintaa ja helpottaa tarvikkeiden löytämistä ja täydentämistä (kuva 17).



Kuva 17. Koneremmiänsaldon hyllypaikka.

Koneremmin asennusta varten on tehty oma teline, joka helpottaa ja nopeuttaa koneremmin laittamista listojen päälle. Työpäivän aluksi koneremmejä katkaistaan koko päivän tarpeiksi. Liikuteltava teline helpottaa koneremmikelan käyttöä, sillä kela pääsee pyörimään vapaasti. Koneremmit leikataan noin 3500 mm mittaan, mikä optimoi asennustyön tehokkuuden.

Yhdessä koneremmirullassa on 50 metriä remmiä. Laskennallisesti yhdestä rullasta saadaan 14,28 saranaan tarvittavaa remmiä. Tämän vuoksi ylimääräisiä pätkiä ei voida tehdä paljon, jotta koko rulla voidaan hyödyntää tehokkaasti ja materiaalihävikki minimoidaan (kuva 18).



Kuva 18. Koneremmiteline.

9.1 Koneremmin katkaisumenetelmän kehitys

Koneremmin katkaisuun kokeiltiin monia eri menetelmiä ja työkaluja, sillä vahvistettu koneremmi on erittäin sitkeää materiaalia. Aluksi katkaisuun käytettiin katkoteraiveistä, mikä ei ole turvallinen vaihtoehto. Testasimme myös monitoimityökalua, kulmahiomakonetta, akkutoimisia yleissaksia ja käsikäyttöisiä listasaksia. Monitoimityökalu ja kulmahiomakone sulattivat koneremmiä enemmän kuin leikkasivat, eivätkä ne myöskään ole turvallisia tai ergonomisia valintoja. Akkutoimisissa yleissaksissa ei ollut riittävästi tehoa.

Listasakset toimivat hyvin, mutta pidemmän käytön myötä ne rasittavat liikaa käyttäjän käsiä. Giljotiinileikkuri todettiin liian vaaralliseksi, eikä ollut varteenotettava vaihtoehto.

Monien kokeilujen jälkeen Milwaukeeen edustaja tuli tehtaalle esittelemään suorakatkaisukonetta. Tämä osoittautui hyväksi vaihtoehdoksi, sillä siihen saa karbidilaikkoja, jotka eivät sulata koneremmiä. Suorakatkaisukone on otettu käyttöön koneremmin katkaisussa ja se toimii hyvin. Käyttäjien kokemuksen perusteella on huomattavasti nopeampi ja turvallisempi käyttää remmin leikkaamiseen, kuin aiemmin katkaisuun käytetty katkoterveitsi (kuva 19).



Kuva 19. Suorakatkaisukone.

10 Menetelmien vertailu

Vanhan ja uuden menetelmän saranan valmistuksen muutosten vertailu. Taulukossa 3 on esitetty vanha menetelmä ja taulukossa 4 uusi menetelmä.

Taulukko 3. Vanha menetelmä.

Vanha menetelmä	Sekunti (s)	Minuutti (min)
Remmin leikkaus	43	0,72
Listojen nouto ja asennus	69	1,15
Liimaus	58	0,97
Remmin asennus	62	1,03
Puristus	45	0,75
Liimasuuttimen putsaus	14	0,23
Valmiin purku	76	1,27
Muotin putsaus	38	0,63
Muut työt	42	0,7
Yhteensä	447	7,45

Taulukko 4. Uusi menetelmä.

Uusi menetelmä	Minuutti (min)
Remmin leikkaus	0,46
Muotin nouto	0,33
Listojen asettelu	0,57
Liimaus	0,99
Remmin asennus	0,58
Nosto odottamaan puristusta	0,27
Puristuksiin laitto	0,11
Valmiiden purku ja hyllytys	0,47
Odotus	0,19
Yhteensä	3,96

Vanhalla menetelmällä 8 saranan valmistukseen kulunut aika oli 7 minuuttia 27 sekuntia. Uudella menetelmällä 8 saranan tekoon meni 3 minuuttia 58 sekuntia. Uusi menetelmä on nopeampi 46,70 %.

Tavoite oli nopeuttaa sarana tuotantoa 20 %. Tämä toteutui, ja uusi menetelmä on huomattavasti asetettua tavoitetta nopeampi menetelmä.

Yhteenvedona vanhalla menetelmällä saatiin puristuksiin kaksi saranaa kerralla. Puristuksiin laitto oli aikaa vievää, kun puristamisessa käytettiin käsipuristimia ja niitä laitettiin 5–6 puristinta per sarana. Puristimilla myöskään puristuspaine ei ollut tasaista.

Uudella menetelmällä saadaan prässäin puristuksiin kahdeksan saranaa kerralla, näin myös saatiin prässille lisää käyttöä. Prässää käytettiin aiemmin vain yhdessä työssä, jota tehdään yhdessä vuorossa. Näin ollen nostettiin myös prässin käyttöastetta. Saranatuotannon puristus uudistui kokonaan käsillä tehdystä puoli automaattiseksi. Prässin suurena hyötynä on tasainen puristusvoima koko saranan mitalta. Uudessa menetelmässä tuli työntekijälle opeteltavaksi prässin käyttö (liitteessä 2 esitetty).

11 Huomioita ja parannuksia

Eloksoiduissa profiileissa on tietyn välein reikiä, jotka ovat tarkoitettu saranan kiinnitykseen. Liiman levitysvaiheessa näistä rei'istä valuu liimaa muotille, mikä saattaa aiheuttaa pienten palasten irtoamista muotista.

Testasimme muutaman muotin maalaamista, jotta nähtäisiin, olisiko siitä apua. Kuitenkin muoteista lohkesi edelleen palasia ja maalaaminen olisi nostanut muottien kustannuksia merkittävästi. Näin ollen maalaaminen todettiin ei kannattavaksi ratkaisuksi.

Kokeilimme muottien pinnoitukseen PTFE-sprayta ja muutamien puristusten jälkeen se näyttää toimivan hyvin. PTFE-pinnoitus vähentää liiman tarttumista muottiin ja estää pienten palasten irtoamisen, mikä parantaa muottien kestävyyttä ja toimintavarmuutta.

Vaihtoehtona olisi ollut miettiä liimausvaihetta uudelleen, mutta tämä olisi hidastanut tuotantoa. Näyttää siltä, että parhaaksi vaihtoehdoksi muodostuu muottien pinnoitus PTFE-spraylla. Tämä ratkaisu parantaa tuotannon tehokkuutta ja säilyttää samalla tuotantovauhdin.

Eloksoitujen profiilien keräilyastiaa (pöytämalli) on korotettu, jotta siihen mahtuu enemmän profiileja. Aikaisemmin astia piti täyttää 2–3 kertaa päivässä, mutta päivityksen jälkeen siihen mahtuu päivän tarpeet yhdellä täyttökerralla. Tämä parantaa keräily tehokkuutta ja vähentää tarvetta keskeyttää työtä täyttökertojen välillä.

Keräilyastian korotus toi lisäpainoa profiileista ja 10 mm rosteritangosta. Tämän seurauksena muoviset kalusterenkaat, jotka alun perin oli asennettu astiaan, eivät kestäneet. Nämä renkaat vaihdettiin metallilaakereihin, joihin tehtiin kutistesukasta kumipäällyste. Kumipäällysteen ansiosta alumiinipöytä ei naarmuunnu ja nämä renkaat ovat huomattavasti kestävämmät kuin aikaisemmin käytössä olleet muovirenkaat. Tämä parannus lisää keräilyastian kestävyyttä ja vähentää huoltotarvetta.

Huomasimme, että polyuretaani saattoi liikkua alumiinipohjissa. Alkuperäisissä muotinpohjissa porattiin reiät niiden kylkiin varautuen tähän mahdollisuuteen. Näiden reikien avulla polyuretaani voidaan kiinnittää ruuveilla tarvittaessa. Tämä parannus varmistaa polyuretaanin pysymisen paikoillaan ja vähentää mahdollisia liikkumisen aiheuttamia ongelmia tuotannossa.

Lähteet

Bhasin, S. & Burcher, P. 2006. Lean viewed as a philosophy. Journal Of Manufacturing Technology Management. Vol. 17, No, 1, 56–72. Viitattu 19.4.2024.

Jokinen, T. 2020. Vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. Oamk kone with passion: vuodesta 1984. Vol. 2, No 2, 16–18.

Kilponen, T. & Jokinen, T. 2020. Standardoitu työ. Oamk kone with passion: vuodesta 1894. Vol. 2, No 2, 20–22.

Laine, J. 2017. Ohjeita ja neuvoja työntutkimuksen tekoa varten. Käsikirja työntutkimuksen perusteista ja pelisäännöistä. Palkkatalo Oy. Viitattu 20.4.2024 <https://www.palkkatalo.fi/wp-content/uploads/2017/08/ohjeita-ja-neuvoja-tyontutkimuksen-tekoa-varten.pdf>

Logistiikan maailma 2024. Tuotannon Layout. Viitattu 2.5.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Management Institute Of Finland (MIF). 2024. Jatkuva ajankäytöntutkimus - Työntutkimus- ja mittaustutkimus. Vaatii käyttäjätunnuksen. Viitattu 4.5.2024

Virtanen, M. 2024. VAK on perävaunujen ykkönen 2023! VAK-intranet. Vain sisäiseen käyttöön. Viitattu 19.4.2024

Sivuoven saranan valmistus prässissä

1. Katkaise koneremmit koko päivän tarpeelle mittaan 3500 mm
2. Täydennä listojen ”keräilyastia”, sekä nosta tarvittavat muotit työtasolle



3. Asenna listat muottiin



4. Levitä ohut palko AkFix 705 -liimaa listojen päälle



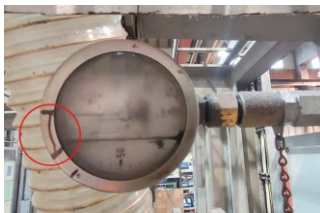
5. Asenna koneremmi liimauksen päälle
 - a. Painele ja aseta koneremmi huolellisesti paikalleen



6. Nosta valmis muotti pöydälle odottamaan puristusta



7. Valmista 8 kpl saranoita ennen puristusta
8. Laita valmis saranasetti puristukseen mahdollisimman pian liimauksen jälkeen
 - a. Puristuksen painealue merkitty mittariin
 - b. Puristusaika >15min



9. Valmista seuraava setti saranoita
10. Pura puristuksessa olevat saranat ja laita seuraava valmis setti puristukseen

11. Varmista puristuksista tulleiden saranoiden laatu
12. Siirrä valmiit saranat hyllypaikalle ja aloita valmistamaan seuraava setti saranoita

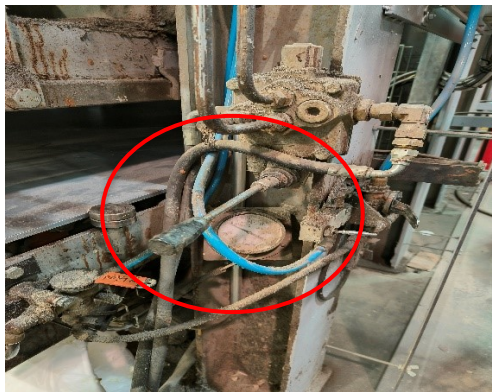
Hydrauliprässin käyttöohje

1. Hydraulikojeikon käynnistys ja sammutus.



2. Prässin sylintereiden ohjauksehva

- Ylös / Alas ohjaus



3. Prässin katsottuna ensimmäisen pöydän ohjaus (2 mahdollisuutta)

- Turvapiiri täytyy kuitata, jotta voi ohjata pöytää. Pöydän ohjaus toimii pienellä viiveellä.



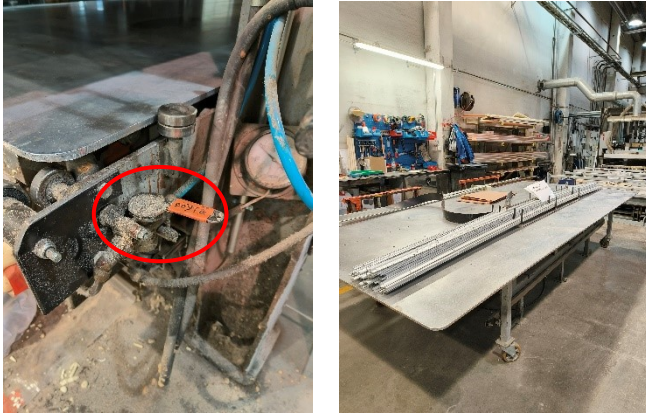
Prässin vasemmalla puolella



Prässin oikealla puolella

4. Prässistä katsottuna toisen pöydän ohjaus

- Huom! Pöytä voi keikata, jos tavarat epätasapainossa pöydällä



5. Hydraulikojeikon sammutus.

Huom! Älä nosta prässä liian ylös voi ottaa putkiin kiinni, jos prässin päällä on tavaraa.

