

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), tuotantotalous

2024

Miika Menna

# CALCOIL-PALKIN VAIKUTUS PÄÄLLYSTETYN PAPERIN PAKSUUSPROFIILIIN JA AJETTAVUUTEEN JÄLKIPÄÄSSÄ

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), tuotantotalous

2024 | 106 sivua

Miika Menna

## Calcoil-palkin vaikutus päällystetyn paperin paksuusprofiiliin ja ajettavuuteen jälkipäässä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia päällystyskoneen kalanteriin asennettavan Calcoil-palkin vaikutusta päällystetyn paperin paksuusprofiiliin. Tarkoituksena oli selvittää, minkälainen paksuusprofiili päällystyskoneella ajetaan, jotta jatkojalostus jälkikäsiteltyssä olisi mahdollisimman tehokasta. Opinnäytetyö tehtiin UPM Communication Papers Kaukaan paperitehtaalle.

Työ toteutettiin tutkimustyönä hyödyntäen laadun keruujärjestelmiä sekä tutkimuskeskuksen laatu- ja koeajojen perusteella tehtyjä johtopäätöksiä paksuusprofiilin säätämisestä päällystyskoneella. Tutkimuksessa vertailtiin ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystettyjä konerullia sekä kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjä konerullia. Vertailtiin paksuusprofiileja päällystyskoneelta, kovuusprofiileita superkalantereilta sekä kireysprofiileja pituusleikkureilta. Lopuksi tehtiin hylkyseuranta sekä potentiaalinen kustannuslaskelma ja niiden perusteella tehtiin johtopäätökset.

Vertailun ja koeajojen perusteella tehtiin johtopäätökset paksuusprofiilin säätämisestä päällystyskoneella. Paksuusprofiilin onnistuneella säädöllä saatiin lisättyä tuottavuutta ja kustannussäästöjä jälkipäässä.

### Asiasanat:

Calcoil-palkki, paperitehdas, päällystyskone, tuotannon kehitys, tuottavuus, kustannussäästö

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Engineering (UAS), Industrial Management

2024 | 106 pages

Miika Menna

## The effect of Calcoil beam on coated paper thickness profile and productivity in Super Calenders and Winders

The purpose of the thesis was to study the effect of the Calcoil beam on the thickness profile of coated paper. The Calcoil beam was installed to Coating machines calender. The aim was to find out what kind of thickness profile the Coating machine would run in order to make further processing in post-processing as efficient as possible. The thesis was written at UPM Communication Papers Kaukas paper mill.

The work was carried out as research utilizing quality collection systems and the research center's quality data. The study compared coated LWC and MWC paper without Calcoil beam and coated LWC and MWC paper with Calcoil beam. I compared thickness profiles from the Coating machine, hardness profiles from Super Calenders and tension profiles from Winders. Lastly, I made waste tracking and cost accounting. Then based on them, the conclusion was made.

Based on the comparison and test runs, conclusions were drawn about adjusting the thickness profile in Coating machine. Adjusting thickness profile was successful and it did increase productivity and reduced waste costs.

Keywords:

Calcoil beam, Paper mill, Coating machine, production development, productivity, cost saving

## SISÄLTÖ

<b>1 SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>2 JOHDANTO</b>	<b>11</b>
<b>3 UPM KYMMENE OY</b>	<b>13</b>
3.1.1 UPM Communication Papers	13
3.1.2 UPM Kaukas	13
3.1.3 Paperitehdas	14
<b>4 PAPERIN VALMISTUSPROSESSI JA OMINAISUUDET</b>	<b>15</b>
4.1.1 Paperin raaka-aineet ja paperilajit	16
4.1.2 Ominaisuudet	16
4.1.3 LWC-paperi	16
4.1.4 MWC-paperi	17
4.1.5 Raaka-ainekoostumus	17
4.1.6 Tuotantoprosessi	17
<b>5 PAPERIN TUOTEANALYYSI</b>	<b>21</b>
5.1.1 Optiset ja lujuusominaisuudet	21
5.1.2 LWC-offsetpaperi	22
5.1.3 Ajettavuusominaisuudet	22
5.1.4 LWC-syväpainopaperi	23
5.1.5 Ajettavuusominaisuudet	23
5.1.6 Pohjapaperi	23
5.1.7 Päälystyspasta	24
5.1.8 LWC-paperin neliömassa	24
<b>6 PÄÄLLYSTYS</b>	<b>25</b>
6.1.1 Päälystysprosessi	26
6.1.2 Off-machine päälystys	26
6.1.3 Päälystemäärään vaikuttavia tekijöitä	27
<b>7 SUPERKALANTEROINTI</b>	<b>28</b>
7.1.1 Paperin ominaisuuksien muutokset kalanteroinnissa	29
7.1.2 Rainan mittamuutokset	29
<b>8 PITUUSLEIKKAUS</b>	<b>31</b>

8.1.1 Paperirullat	31
8.1.2 Asiakasrullat	32
8.1.3 Rullan laatu	33
8.1.4 Rullan laadun mittaus	33
<b>9 CALCOIL-PALKKI</b>	<b>34</b>
<b>10 PÄÄLLYSTYSKONE 1 PAKSUUSPROFIILI ENNEN CALCOIL-PALKIN KÄYTTÖÖNOTTOA</b>	<b>35</b>
10.1.1 Paksuusprofiili 8480, marraskuu 2023	35
10.1.2 Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaukset 8480 verrattuna Online mittaukseen	36
10.1.3 Paksuusprofiili 82090, lokakuu 2023	37
10.1.4 Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaukset 82090 verrattuna Online mittaukseen	38
10.1.5 Paksuusprofiili 84090	39
10.1.7 Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaukset 84090 verrattuna Online mittaukseen	40
10.1.8 Paksuusprofiilivertailu lokakuu 2023 ja marraskuu 2023	41
<b>11 SUPERKALANTERI KOVUUSPROFIILI ENNEN CALCOIL-PALKIN KÄYTTÖÖNOTTOA</b>	<b>42</b>
11.1.1 Kovuusprofiili Superkalanteri 1 laji 82090, lokakuu 2023	42
<b>12 PÄÄLLYSTYSKONE 1 PAKSUUSPROFIILI CALCOIL-PALKIN KÄYTTÖÖNOTON JÄLKEEN</b>	<b>43</b>
12.1.1 Paksuusprofiilivertailu ilman Calcoilia ja Calcoilin kanssa laji 8480	43
12.1.2 Paksuusprofiilivertailu ilman Calcoilia ja Calcoilin kanssa laji 82090	45
12.1.3 Paksuusprofiilivertailu ilman Calcoilia ja Calcoilin kanssa laji 84090	47
12.1.4 Paksuusprofiilivertailu Calcoil joulukuu 2023 ja maaliskuu 2024,	49
12.1.5 Paksuusprofiilivertailu Calcoil maaliskuu 2024	50
12.1.6 Paksuusprofiilivertailu Calcoil huhtikuu 2024	51
<b>13 KOVUUSPROFIILI SUPERKALANTERI JA KIREYSPROFIILI PITUUSLEIKKURI LAJI 82090</b>	<b>52</b>
13.1.1 Kovuusprofiili Superkalanteri 1 laji 82090 kr -884, marraskuu 2023	52
13.1.2 Kireysprofiili Pituusleikkuri 1 laji 82090, marraskuu 2023	53
13.1.3 Kovuusprofiili Superkalanteri 2 laji 82090, marraskuu 2023	54
13.1.4 Kireysprofiili Pituusleikkuri 3 laji 82090 marraskuu 2023	55
<b>14 PITUUSLEIKKURI KIREYSPROFIILIT LAJIT 82090, 84090 JA 8480</b>	<b>56</b>

14.1.1 Kireysprofiili Pituusleikkuri 1 laji 82090, marraskuu 2023	56
14.1.2 Kireysprofiili Pituusleikkuri 3 laji 82090, huhtikuu 2024	57
14.1.3 Kireysprofiili Pituusleikkuri 1 laji 84090, marraskuu 2023	58
14.1.4 Kireysprofiili Pituusleikkuri 1 laji 84090, huhtikuu 2024	59
14.1.5 Kireysprofiili Pituusleikkuri 1 laji 8480, huhtikuu 2024	60
<b>15 HYLKYSEURANTA</b>	<b>62</b>
15.1.1 Hylkyseuranta päällystyskone 1 kokonaishylky 82090	62
15.1.2 Hylkyseuranta päällystyskone 1 kokonaishylky 84090	63
15.1.3 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 kokonaishylky 82090	65
15.1.4 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 pohjahylky 82090	66
15.1.5 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 kokonaishylky 82090	67
15.1.6 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 pohjahylky 82090	68
15.1.7 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 kokonaishylky 84090	69
15.1.8 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 pohjahylky 84090	71
<b>16 POTENTIAALINEN TALOUDELLINEN HYÖTY</b>	<b>73</b>
16.1.1 Potentiaalinen taloudellinen hyöty superkalantereilla lajilla 82090	73
16.1.2 Potentiaalinen taloudellinen hyöty pituusleikkureilla lajilla 82090	77
16.1.3 Potentiaalinen taloudellinen hyöty pituusleikkureilla lajilla 84090	80
<b>17 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>83</b>
17.1.1 Saavutetut tulokset päällystyskone 1	83
17.1.2 Saavutetut tulokset superkalanterit 1–3	85
17.1.3 Saavutetut tulokset pituusleikkurit 1, 3 ja 4	86
17.1.4 Päätelmät päällystyskone 1	88
17.1.5 Päätelmät superkalanterit	89
17.1.6 Päätelmät pituusleikkurit	91
17.1.7 Yhteenveto	95
<b>LÄHTEET</b>	<b>96</b>
<b>KUVAT</b>	<b>99</b>
<b>KAAVIOT</b>	<b>100</b>
<b>TAULUKOT</b>	<b>104</b>
<b>LIITTEET</b>	<b>105</b>



# 1 SANASTO

- Absorboivuus** Paperin kyky imeä nestettä. Absorboivuus ilmaistaan sinä aikana, jolloin tietty nestemäärä on imeytynyt.
- Applikointi** Päällystepastan sively paperiradan pinnalle.
- Densiteetti** Painojäljen tummuusarvo.
- Formaatio** Paperin pienimittakaavainen neliömassavaihtelu, mitataan tavallisesti 1 mm<sup>2</sup>:n alueiden neliömassavaihtelua.
- Havusellu** Havupuusta valmistettu kemiallinen massa.
- Hioke** Mekaaninen massa, joka on valmistettu kuiduttamalla pöllejä hiomakiviä vasten.
- Hoitopuoli** Ajosuunnan mukaan katsottuna etureuna paperiradasta.
- Hylky** Paperikoneella valmistettu jatkojalostukseen kelpaamaton paperi, joka palautetaan pulpperoinnin jälkeen prosessiin. Koneella syntyy hylkyä myös reunanauhoista ja katkotilanteissa koneen eri osissa.
- Huokoisuus** Paperin rakenneominaisuus, sen sisältämien huokosten mitta, vrt. ilmanläpäisy.



**Jälkikäsittely** Jälkikäsittelyalueeseen kuuluvat paperitehtaalla superkalanterit, pituusleikkurit, uudelleenrullaimet, rullasaha, hylsysaha, hylkyrullapulperi, pakkaus sekä pakkaustarvike- ja asiakasrullavarasto.

**Käyttöpuoli** Ajosuunnan mukaan katsottuna takareuna paperiradasta.

**Lyhytkierto** Paperikoneen ja konesäiliön välinen prosessinosa: konesäiliö, neliömassasäätöjärjestelmä, viirakaivo, sekoituspumppu, pyörrepuhdistimet, ilmanpoistin, perälaatikon syöttöpumppu, sihtijärjestelmä ja perälaatikko.

**LWC-paperi** Puupitoinen, kevyesti päällystetty aikakausilehtipaperi.

**MWC-paperi** Puupitoinen, keskiraskaasti päällystetty aikakausilehtipaperi, joka tunnetaan myös kaksoispäällystettynä paperina.

**Nippi** Kahden yhdensuuntaisen telan kosketuskohta.

**Offset** Laakapainomenetelmä, jossa painoväri siirretään painopinnalta paperille siirtosylinterin avulla.

**Offsetpaperi** Offsetpainatukseen tarkoitettu paperi, jonka valmistuksessa on huomioitu offset-prosessin asettamat vaatimukset, kuten esim. pintalujuus.

**Opasiteetti** Paperin läpinäkymättömyyden mitta; läpinäkymättömällä paperilla on korkea opasiteetti.

**Perälaatikko** Paperikoneen alkupään osa, joka levittää alun perin yhdestä putkesta tulevan sulpun koko paperikoneen levyiseksi, homogeeniseksi, nopeudeltaan, suunnaltaan ja sakeudeltaan kauttaaltaan samanlaiseksi ja paksuudeltaan tasaiseksi suihkuksi.

**Pitkäkierto** Käsittää viiraosalla suotautuneen veden, jota ei käytetä lyhyessä kierrossa. Pitkään kiertoon kuuluu lisäksi muissa prosessin vaiheissa suotautuneiden vesien palautus prosessiin sekä kuitujen poistaminen kiertovedestä.

**Pohjapaperi** Päälystyskoneella päälystettäväksi tarkoitettu paperi. Jossain tapauksissa voi mennä päälystysten ohi suoraan jälkikäsitteilyyn.

**Pope** Rullaussylinteri, sijaitsee paperi- ja päälystyskoneen kiinnirullauksessa eli koneen loppuosassa.

**Pulpperi** Paperitehtaalla tullut hylky menee pulpperiin, josta se jatkaa matkaansa hylkysäiliöön. Hylkysäiliöstä hylky menee takaisin paperikoneelle uudelleenkäyttöön.

**Raina** Suotauttamalla viiralle muodostuva paperiarkki tai –rata.

**Rynkky** Useista eri syistä, esimerkiksi paperin rullauksessa muodostuva paperin laskostuma tai rypistymä.

**Sinkkulaji** Yhdenkerran päälystetty paperilaji.

**Syväpaino** Painomenetelmä, jossa väri siirtyy painettavaan paperiin painopinnan syvennyksistä. Käytetään muun muassa aikakauslehtien painamiseen.

**Syväpainopaperi** Syväpainatukseen tarkoitettu paperi, jonka valmistuksessa on huomioitu syväpainoprosessin paperille asettamat vaatimukset, kuten esim. sileys.

**Sulppu** Kuitujen ja muiden raaka-aineiden vesiliete kuidutuksesta rainaukseen.

**Tampuuri** Eli konerulla. Konerulla kääritään rullaimella konerullatelan eli tampuuriraudan ympärille.

**Tuplalaji** Kaksoispäällystetty (esipäällystys & asemapäällystys) paperilaji.

**Täyteaine** Usein valkoinen pigmentti, joka sekoitetaan paperimassaan parantamaan vaaleutta ja sileyttä. Täyteaineet ovat usein halvempia kuin kuituraaka-aineet.

**Viiraosa** Paperikoneen määränpään osa, jolla paperikoneen perälaatikosta tuleva massa suotautetaan rainaksi.

(Knowpap, viitattu 28.9.2023)

## 2 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on päällystetyn paperin paksuusprofiilin parannus Calcoil-palkin avulla ja vaikutus jälkipään ajettavuuteen. Päällystyskone 1:sen kalanteriin tulevan Calcoil-palkin on tarkoitus parantaa päällystetyn paperin paksuusprofiilia, jotta paperin ajettavuus paranee jälkikäsitelyssä, tässä tapauksessa superkalanterilla ja pituusleikkurilla.

Tällä hetkellä päällystyskoneen paksuusprofiili on usein toisesta reunasta erilainen kuin toisesta. Toisesta reunasta paksumpi profiili kuluttaa superkalanterilla teloja ja lisää telanvaihtojen tiheyttä. Tasaisemmalla paksuusprofiililla saadaan lisättyä ajettavuutta jälkipäässä. Samaan aikaan päällystyskone 1:lle tuli pehmeä pope uudistus, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään Calcoil-palkki uudistukseen ja sen vaikutuksiin.

Tarkoitus on testata millainen profiili (suora / kupera) toimii parhaiten eri jälkikäsitelyvaiheissa. Eri paperilajeilla testaus tehdään koeajojen kautta. Koeajoissa käytetään tuplamatta-, tuplakiillotettava- ja sinkkumattalajeja. Testattavat lajit ovat 82090 (tuplakiillotettava), 84090 (tuplamatta) ja 8480 (sinkkumatta). Kiillotettava laji superkalanteroidaan ennen pituusleikkausta ja mattalajit menevät suoraan pituusleikkaukseen.

Kartoitetaan profiilien alkutilanne päällystyskoneella, superkalanterilla ja pituusleikkurilla ja seurataan uudistuksen jälkeisiä paksuus-, kovuus- ja kireysprofiileja.

Oletuksena on, että superkalanterilla kupera profiili olisi toimiva. Superkalanteri tasoittaa paperin profiilia, niin että siitä tulee suora. Kupera profiili vähentää telojen kulumista, mikä vähentää telojen vaihtotiheyttä. Lisäksi hylyn määrä vähenee. Tämä tuo kunnossapitokustannusten laskemista sekä tuotannon tehostamista vähäisemmän kunnossapitotarpeen kautta ja vähäisemmän hylyn ansiosta.

Oletuksena on, että pituusleikkauksessa suora profiili toimii parhaiten. Suora profiili lisää ajettavuutta: ajonopeutta voidaan nostaa ja hylyn määrä vähenee. Pituusleikkurilla seurattavia asioita ovat kireysprofiili, kovuusprofiili ja paksuus. Kireysprofiili saadaan pituusleikkurin ajokuvasta. Kovuusprofiili saadaan Tapio-mittauksella. Paksuus saadaan tutkimuskeskuksen tekemällä Tapio-mittauksella.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää millaisella profiililla päällystyskoneella kannattaa ajaa, jotta ajettavuus jälkikäsitelyssä olisi mahdollisemman korkea. Paremmalla ajettavuudella saadaan tuotannon tehokkuuden paranemista, vähemmän hylkyä sekä kunnossapitotarpeen vähenemistä ja kunnossapitokustannusten laskemista. Lisäksi selvitetään paremman ajettavuuden tuottamat hyödyt eli ajonopeuden nousu sekä hylkymäärän lasku sekä siitä tulevat kustannussäästöt.

## 3 UPM KYMMENE OY

UPM Kymmene Oy valmistaa vastuullisesti tuotetuista uusiutuvista raaka-aineista kierrätettäviä tuotteita, joilla vastataan kuluttajakysynnän kasvuun. UPM jakautuu kuuteen liiketoiminta-alueeseen: UPM Communication Papers, UPM Fibres, UPM Energy, UPM Specialty Papers, UPM Rafkatak ja UPM Plywood. UPM:ssä työskentelee yhteensä noin 17 200 henkilöä 11 eri maassa ja vuosittainen liikevaihto on noin 11,7 miljardia euroa. (UPM Kymmene Oy 2023)

### 3.1.1 UPM Communication Papers

UPM Communication Papers on maailman johtava graafisten papereiden valmistaja. Laaja tuotevalikoima tarjoaa papereita mainontaan ja julkaisuun sekä toimisto- ja kotikäyttöön. Laadukkaat paperit ja palvelukokonaisuudet tuovat lisäarvoa asiakkaiden liiketoiminnoille, täyttäen samalla vaativat sosiaalisen ja ympäristövastuun kriteerit. UPM Communication Papers työllistää noin 6 300 henkilöä 13 eri tehtaalla. Tuotantokapasiteetti on noin 6 miljoonaa tonnia / vuosi ja liikevaihto on noin 4 666 miljoonaa euroa. (UPM Communication Papers 2023)

### 3.1.2 UPM Kaukas

UPM Kaukaan tehdasintegraatti koostuu paperitehtaasta, sellutehtaasta, sahasta, biovoimalaitoksesta, biojalostamosta sekä tutkimuskeskuksesta. Kaukaan tehtaot valmistavat aikakauslehtipaperia, sellua, sahatavaraa, energiaa, biopolttoaineita, biomedikaaleja ja biokemikaaleja sekä lämpöä ja sähköä. Kaukaan tehdasintegraatin etuja ovat tehokas ympäristönsuojelu, läheisen sijainnin tarjoama yhteistyö, jätevesien käsittely yhteisessä biologisessa puhdistamossa, kuljetusten väheneminen, korkea omavaraisuusaste energiassa, kestävästi hankittu puuraaka-aine sekä tuotannon sivuvirtojen uudelleen kierrätys. Kaukaalla työskentelee yhteensä noin 1 000 henkilöä. (UPM Kaukas 2023)

### 3.1.3 Paperitehdas

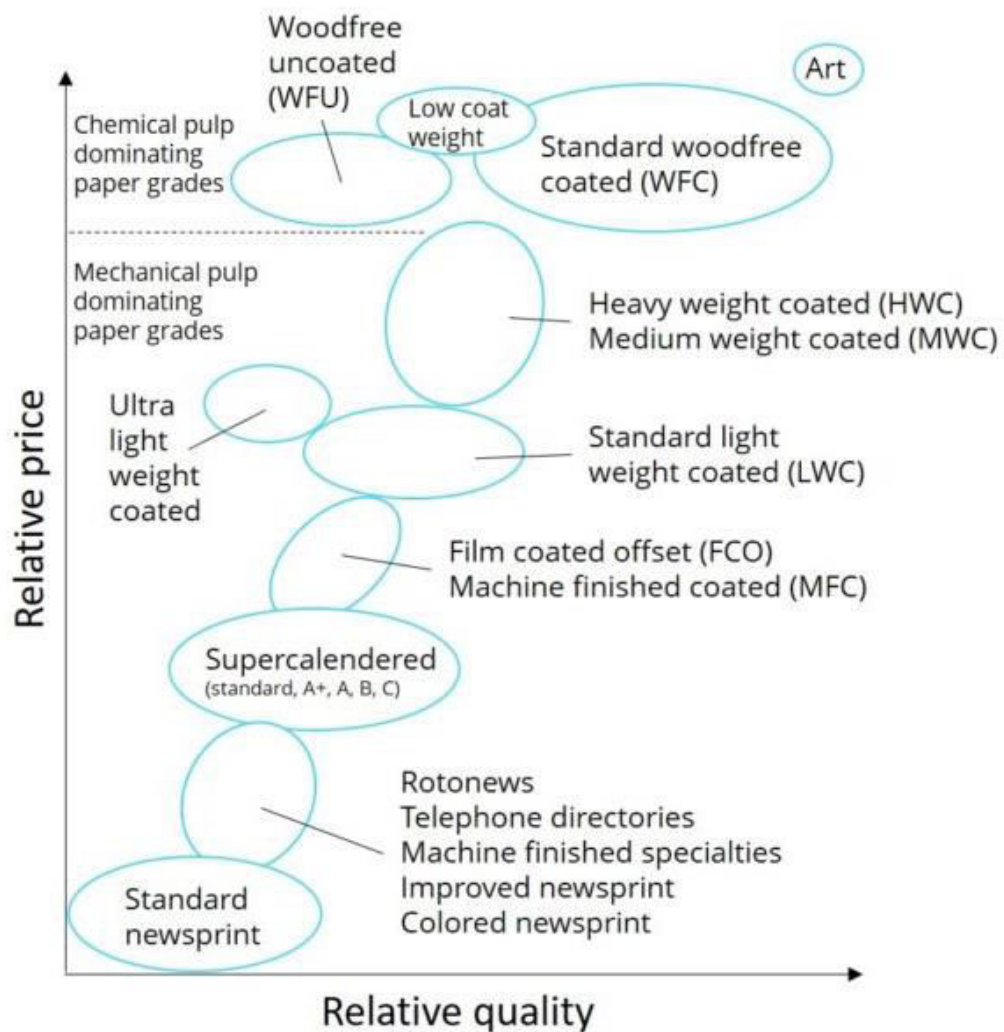
UPM Kaukaan paperitehtaalla valmistetaan päällystettyä aikakauslehtipaperia (LWC ja MWC) noin 300 000 tonnia vuodessa. Paperin käyttökohteita ovat aikakauslehdet, mainokset, kirjat, luettelot, esitteet sekä käyttöoppaat. Paperitehtaalla työskentelee noin 230 henkilöä. (UPM Kaukas 2023)



Kuva 1. UPM Kaukas, paperitehdas etualalla. (UPM Pulp)

## 4 PAPERIN VALMISTUSPROSESSI JA OMINAISUUDET

Paperin valmistusprosessissa sekoitetaan raaka-ainekomponentit vesipitoiseksi massaseokseksi, levitetään seos tasaiseksi massarainaksi sekä lujitetaan rainaa poistamalla siitä vettä suotautamalla. Rainaa puristetaan ja haihdutetaan voimakkaasti, että loppu vesi saadaan poistettua ja rainasta saadaan kuivaa tuotetta. Paperin valmistus on jatkuva prosessi. Valmis pohjapaperi jälkikäsitellään, jolloin saadaan valmis lopputuote. (Knowpap 2023)



Kuva 2. Paperityypit (Forest Bio Facts)



#### 4.1.1 Paperin raaka-aineet ja paperilajit

Paperin raaka-aineita ovat puukuidut, tässä tapauksessa mekaaninen massa eli hioke ja kemiallinen massa eli havusellu, uusiokuitumassa (hylky) täyteaineet, liima-aineet, kemialliset lisäaineet sekä päällystysaineet. Kaukaan tehtaalla valmistetaan päällystettyä aikakausilehtipaperia (LWC & MWC). Pohjapaperin pääraaka-aineina toimivat mekaaniset massat, uusiokuitumassat, kemialliset massat ja täyteaineet. Pohjapaperin kuivapaino vaihtelee 35 g / m<sup>2</sup> – 67 g / m<sup>2</sup> välillä. (Knowpap 2023)

#### 4.1.2 Ominaisuudet

Painettavuuden kannalta puupitoisen päällystetyn paperin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat vaaleus, kiilto, opasiteetti, sileys, pintalujuus, formaatio ja ilmanläpäisevyys. Paperi- ja painokoneella hyvä ajettavuus vaatii paperilta riittäviä lujuusominaisuuksia. Painopaperilla tulee olla loppukäytön kannalta myös riittävä taivutusjäykkyys ryhdin säilyttämiseksi. Päällystysaikana paperi kostuu ja kuivuu useita kertoja eli pohjapaperin lujuusominaisuudet tulee olla riittävän hyvät. (Knowpap 2023)

#### 4.1.3 LWC-paperi

Kevyesti päällystetyt (7–15 g / m<sup>2</sup> päällystettä molemmin puolin) LWC-paperit on valmistettu painatukseen, jossa tarvitaan hyvää painatuksen laatua ja suurta värisävyjen määrää. Pohjapaperi rakentuu hienosta mekaanisesta massasta ja pitkäkuituisesta havusellusta. Pohjapaperin lujuus on oltava erityisen hyvä, jotta se kestäisi katkeamatta päällystysprosessissa. Täten LWC-paperin lujuus on erittäin hyvä myös painattaessa. (Knowpap 2023)

LWC-lajia käytetään myynti- ja aikakauslehtiluetteloissa, joiden mainonnallinen osuus on suuri. LWC:tä käytetään pieniin painovolyymeihin sen SC-paperiin verrattuna korkean hinnan vuoksi. LWC:tä valmistetaan offset ja syväpainomenetelmään sopivaksi. (Knowpap 2023)

#### 4.1.4 MWC-paperi

Keskiraskaasti päällystetyt (12–24 g / m<sup>2</sup> päällystettä molemmin puolin) MWC-paperit tunnetaan kaksoispäällystettynä paperina. MWC-paperin neliömassa vaihtelee 70–130 g / m<sup>2</sup> välillä. Kaksoispäällystys antaa pinnalle homogeenisen rakenteen, perustan painovärin kiillolle ja erinomaisen sileyden. Paperin pinta antaa offsetpainatuksessa mahdollisuuden saavuttaa pieni rasteripisteen leviäminen, tästä seuraakin MWC:n valtava suosio vaatimaan 4-väripainatukseen. MWC-lajia valmistetaan offsetlajina ja syväpainolajina. MWC-laji sopii parhaiten erikoisaikakausilehtiin, joissa on korkeat laatutavoitteet. (Knowpap 2023)

#### 4.1.5 Raaka-ainekoostumus

LWC:n pohjapaperissa on mekaanista massaa 50–60 %. Mekaanisen massan tehtävänä on toimia halpana pääraaka-ainekomponenttina. Havusellua pohjapaperissa on 15–30 %. Sellun tehtävä on antaa lujuutta pohjapaperille. Lisäksi pohjapaperiin tulee täyteaineita noin 10 %. (Knowpap 2023)

Mekaanisen massan käytöllä varmistetaan paperin lujuus ominaisuuksia sekä alentaa massaseoksen kustannuksia. Näiden tehtävien takia pyritään maksimoimaan mekaanisen massan osuus ja havusellun osuus minimoimaan. (Knowpap 2023)

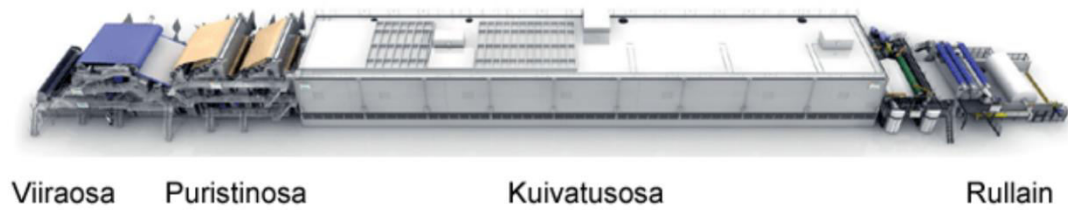
Päällystemäärä vaikuttaa huomattavasti paperin ominaisuuksiin ja siksi puupitoiset päällystetyt painopaperit on jaettu päällystemäärän mukaan kolmeen eri lajiin (LWC, MWC ja HWC). Paperin painomenetelmä vaikuttaa oleellisesti päällysteen koostumukseen. Päällyste koostuu pääasiassa pigmenteistä (mm. kaoliini, karbonaatti, talkki ja kipsi). Erityisesti LWC-offsetlaadun pigmenttivalinnalla vaikutetaan vaaleuteen, kiiltoon, värisävyyden ja absorptio-ominaisuuksiin. Syväpainolaadulla valinnassa kiinnitetään erityisesti huomiota sileyteen. (Knowpap 2023)

#### 4.1.6 Tuotantoprosessi

LWC-paperin pohjapaperi valmistetaan mekaanisesta massasta, sellusta ja täyte- ja lisäaineista. Armeerausmassana käytettävää havusellua jauhetaan optimaalisten lujuusominaisuuksien saavuttamiseksi valmiiseen paperiin. Mekaanista massaa eli

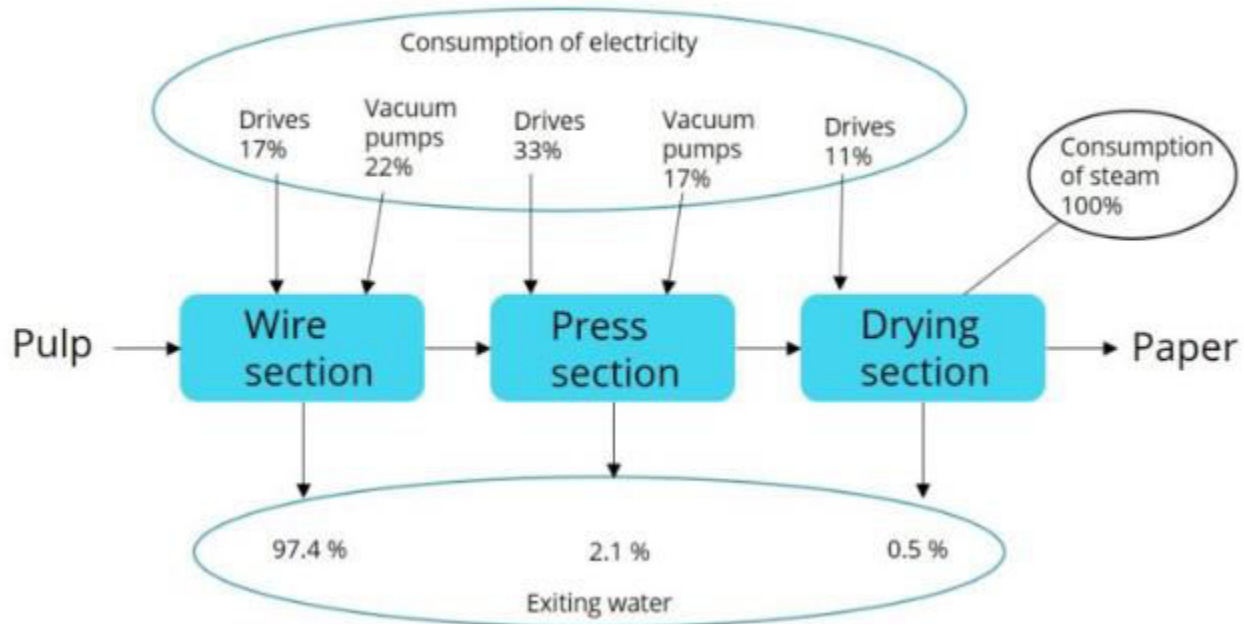
hioketta valkaistaan, jotta saavutetaan paremmat painettavuusominaisuudet. Massan annostelussa mekaaninen massa, sellu ja hylky annostellaan sopivassa suhteessa ja seos jauhetaan sekoitussäiliöön.

Lyhyessä kierrossa laimennetaan sakea massa ja pumpataan se perälaatikolle. Paperikoneen viiraosalla sulpusta muodostetaan raina. Puristin- ja kuivatusosalla rainasta poistetaan vettä. Paperikoneen rullaimella pohjapaperin kuiva-ainepitoisuus on noin 90–95 %.



Kuva 3. Paperikone (Knowpap)

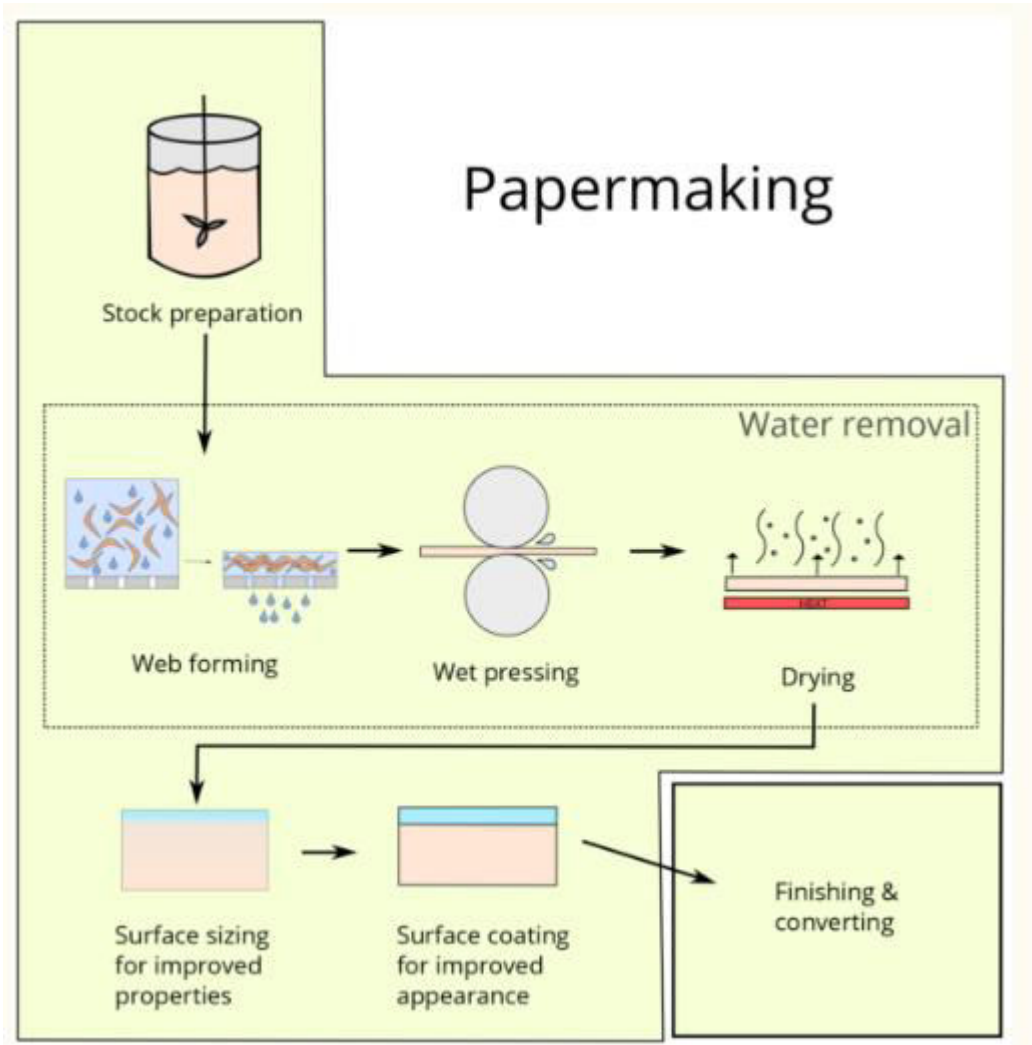
Paperikoneen viiraosalla, puristinosalla ja kuivatusosalla rainasta poistuu vettä. Alla oleva kuva havainnollistaa veden poistumista ja kuiva-ainepitoisuuden lisääntymistä.



Kuva 4. Paperikoneen osat (Forest Bio Facts)

Paperin tuotanto kuluttaa paljon energiaa. Energiakustannukset, mukaan lukien sähkö ja lämpö, ovat paperin valmistuksen kolmanneksi suurin kustannuserä, noin 8 % liikevaihdosta ja noin 25 % tuotantokustannuksista. Paperin valmistuksessa kustannustehokkuus onkin erityisen tärkeää. (Knowpap 2023)

Alla oleva kuva kuvaa paperinvalmistusprosessin.



Kuva 5. Paperin valmistus (Forest Bio Facts)

Paperikoneelta valmistuvat konerullat uudelleen rullataan välirullaimella. Seuraavaksi pohjapaperi päällystetään päällystykoneella. Päällystyksen jälkeen kiiltävät paperilajit kalanteroidaan, jonka jälkeen on vuorossa pituusleikkaus. Mattalajit menevät päällystyksen jälkeen suoraan pituusleikkurille. Pituusleikkauksen jälkeen valmiit asiakasrullat pakataan pakkaus koneella ja siirretään varastoon. Varastosta asiakasrullat toimitetaan asiakkaille rekoissa, laivakonteissa tai junanvaunuissa. (Knowpap 2023)

## 5 PAPERIN TUOTEANALYYSI

Paperin tuoteanalyysillä määritellään paperin rakenneominaisuudet, jotka ovat tärkeitä valmistusprosessin loppukäytön ja jatkojalostuksen kannalta. (Knowpap 2023)

<u>Toiminnalliset ominaisuudet</u>	<u>Mitattavissa olevat ominaisuudet</u>
Prosessoitavuus paperikoneella <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vetokestävyys märkänä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vetolujuus, kuiva-ainepitoisuus, venymä, murtotyö</li> </ul>
Ajettavuus painokoneella <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ hyvä lujuustaso</li> <li>➤ viansietokyky</li> <li>➤ tarkka painovärien kohdistus</li> <li>➤ paperi ei saa haljeta</li> <li>➤ pinta ei saa irrota, eikä aiheuttaa pölyämistä</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vetolujuus</li> <li>➤ PS reipäisyjuuus, murtositkeys, vetomurtotyö</li> <li>➤ hyvä dimensiostabiliteetti</li> <li>➤ z-suuntainen lujuus</li> <li>➤ pintalujuus ja pölyämistaipumus</li> <li>•</li> </ul>
Painettavuus <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ tasainen painojälki</li> <li>➤ pieni läpipainatus</li> <li>➤ suuri painojäljen densiteetti</li> <li>➤ sopiva painovärien absorptio</li> <li>➤ painojäljen samanlaisuus paperin kummallakin puolella</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ formaatio</li> <li>➤ opasiteetti, huokoisuus</li> <li>➤ massan vaaleus</li> <li>➤ karheus, tiheys, huokoisuus</li> <li>➤ symmetrisyys</li> </ul>

Taulukko 1. Paperin tuoteanalyysi (Knowpap 2023)

Paperin valmistusprosessissa optimoidaan prosessia kriittisten hallintasuureiden perusteella. Yksi tyypillinen optimoitava prosessi on massan jauhatus. Jauhatusta lisätessä paperin lujuusominaisuudet kehittyvät eri suuntiin. Vetolujuus kasvaa ja repäisyjuuus laskee. Jauhatusta lisätessä optiset ominaisuudet huononevat. (Knowpap 2023)

### 5.1.1 Optiset ja lujuusominaisuudet

Paperinvalmistuksen prosessin optimointi on peräisin lujuuden ja optisten ominaisuuksien eli opasiteetin, kiillon ja vaaleuden keskinäisestä riippuvuudesta. Kuitujen rakenteen ja muodon sekä kemiallisten vaikutusten ymmärtäminen on oleellista paperin rakenteen ja ominaisuuksien hallinnassa. Kuitujen ominaisuuksilla on vaikutusta sekä paperin lujuusominaisuuksiin, että optisiin ominaisuuksiin. Paperin opasiteetti riippuu neliömassan lisäksi siitä, miten kuidut absorboivat ja siroavat valoa. Absorptiokerroin seuraa suoraan kuitujen absorptiokertoimesta ja valonsirontakerroin kuitujen ja kuituverkoston geometriasta eli valoa siroavasta pinta-alasta. (Knowpap 2023)

Optisten ja lujuusominaisuuksien väliseen suhteeseen voidaan vaikuttaa paperin raaka-ainevalinnoilla. Havupuukuidut ovat pitkiä ja antavat paperille paremmat lujuusominaisuudet kuin lehtipuukuidut. Lehtipuukuiduilla taas saadaan paperille paremmat optiset ominaisuudet. Raaka-aineisiin liittyy myös massanvalmistusmenetelmien väliset erot paperin ominaisuuksien kannalta. Kemiallisesti erotetut kuidut ovat sileitä ja ehyitä ja niiden avulla saadaan parempia lujuusominaisuuksia kuin mekaanisesti eli hiomalla erotettuja kuituja käyttäessä. Mekaanisesti erotetuissa kuiduissa on puolestaan paljon valoa siroavia pintoja eli niillä saadaan kemiallista massaa paremmat optiset ominaisuudet. (Knowpap 2023)

### 5.1.2 LWC-offsetpaperi

LWC-offsetpaperi painetaan heatset-offsetprosessissa. Tämä asettaa omat vaatimuksensa painopaperille: paperin on kestävä painovärien, kostutusveden ja kuumailmapuhalluksen aiheuttamat rasiukset. Rullaleveydet vaihtelevat 80–100 cm välillä ja halkaisijat 100–125 cm välillä. LWC-offsetissa tilauskoko on yleensä pieni. (Knowpap 2023)

### 5.1.3 Ajettavuusominaisuudet

LWC-offsetpaperin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat riittävä märkälujuus, riittävä pintalujuus, ei reunapölyä, ei viiruja, ei päällystämättömiä kohtia sekä ei irtopartikkeleita

/ heikosti sitoutuneita partikkeleita paperin pinnassa. Painotuotteen jälkikäsittelyprosessin ajettavuuteen usein vaikuttaa paperin jäykkyys, joka tekee painetuista kopioista riittävän kestävä, jotta paperi kestää jälkikäsittelyprosessin aiheuttamat rasitukset. (Knowpap 2023)

#### 5.1.4 LWC-syväpainopaperi

LWC-syväpainopaperin rullaleveys on tyypillisesti 200–265 cm välillä. Alhaisilla paperin neliömassoilla (< 51 g / m<sup>2</sup>) on syväpainossa suurempi osuus kuin offsetissa. Myös painonopeudet ovat kasvaneet. Nämä seikat asettavat tiukat vaatimukset rullaukselle sekä rullien mekaaniselle kunnolle. (Knowpap 2023)

#### 5.1.5 Ajettavuusominaisuudet

LWC-syväpainopaperissa ns. rullanpohjarynkät ovat yleinen katkojen aiheuttaja. Tärkeä ominaisuus syväpainopaperilla on jäykkyys. Paperin tuottavuudelle keskeinen ominaisuus on ajettavuus, koska ratakatkon jälkeinen radan vienti vie aikaa ja laskee tuottavuutta. (Knowpap 2023)

#### 5.1.6 Pohjapaperi

Pohjapaperin laatu on ratkaiseva ominaisuus LWC-paperin laadusta. Pohjapaperin mahdollisia virheitä ei pysty peittämään päällystyksellä eikä jälkikäsittelyssä. Esimerkiksi pohjapaperin reiät aiheuttavat katkoja päällystykoneella, mikä heikentää tuottavuutta. Pohjapaperin optiset ominaisuudet pitkälti määräävät myös valmiin paperin optiset ominaisuudet. LWC-pohjapaperin tärkeimmät ominaisuudet ovat riittävät lujuudet eli poikkisuuntainen repäisylujuus ja konesuuntainen vetolujuus sekä optiset ominaisuudet eli opasiteetti, vaaleus, hallitseva aallonpituus ja ärsykepuhtaus. (Knowpap 2023)

LWC-pohjapaperin karheudella on keskeinen vaikutus siihen, kuinka paljon päällystettä pohjapaperin pintaan jää päällystyksessä. Konekalanterin tai välikalanterin avulla voidaan vaikuttaa pohjapaperin karheuteen. Poikkisuuntaisen karheusprofiilin on oltava mahdollisemman tasainen. (Knowpap 2023)



LWC-pohjapaperin kosteus- ja neliömassaprofiilien on oltava mahdollisemman tasainen, jotta päällystyksellä saadaan tasaiset päällystemääräprofiilit. Pohjapaperin reiättömyys on myös keskeinen laatuvaatimus. (Knowpap 2023)

#### 5.1.7 Päällystyspasta

LWC-paperin päällystykseen käytettävät pastat koostuvat päällystyspigmenteistä, sideaineista eli tärkkelyksestä ja lateksista sekä ns. toiminnallisista apuaineista. Pastan ohentimena käytetään vettä. Valmiista pastasta mitataan käytöntarkkailussa seuraavat tilasuureet: kuiva-ainepitoisuus, viskositeetti, lämpötila ja pH. Matalan leikkausnopeuden viskositeetti kuvaa pastan pumpattavuutta ja korkean leikkausnopeuden viskositeetilla kuvataan pastan käyttäytymistä esimerkiksi päällystysterän alla. Viskositeettiin vaikuttaa voimakkaasti pastan lämpötila. (Knowpap 2023)

Päällystyspastan vesiorientaatiolla tarkoitetaan pastan vedenpidätyskykyä. Päällystysprosessissa pastasta tulee imeytyä aina jonkin verran vettä pohjapaperiin, jotta päällyste jää kunnolla pohjapaperiin. Veden imeytyminen pohjapaperiin näkyy pastan kuiva-ainepitoisuuden nousuna pastan konekierrossa. Pastan vesirentention ollessa liian alhainen, nousee pastan kuiva-ainepitoisuus liikaa. Liian korkea kuiva-ainepitoisuus aiheuttaa haasteita päällystyksessä, muun muassa päällystemäärän hallinnassa. (Knowpap 2023)

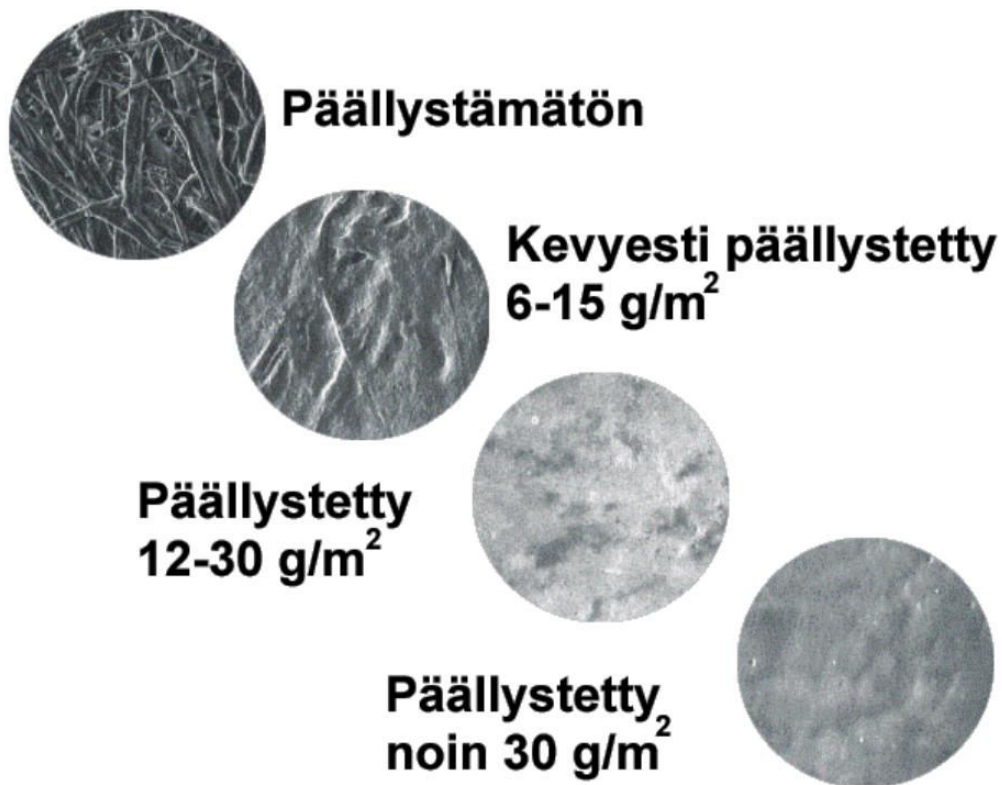
#### 5.1.8 LWC-paperin neliömassa

LWC-paperin neliömassa on tärkeä ominaisuus. Neliömassa määrittää pitkälti sen, kuinka paljon tonniin paperia sisältyy painettavaa pinta-alaa ( $m^2$  / paperitonni). Neliömassaan vaikuttaa myös paperin tiheys ja paksuus. Neliömassalla on myös keskeinen vaikutus useisiin paperin ominaisuuksiin, esimerkiksi kiiltoon, vaaleuteen ja opasiteettiin. Paperin neliömassan laskiessa paperikoneella tuottavuus (tonnia / aikayksikkö) laskee. Myös katkojen todennäköisyys kasvaa.

LWC-paperin päällystemäärä vaikuttaa keskeisesti paperin optisiin ominaisuuksiin, erityisesti kiillon muodostukseen. Päällystemäärällä hallitaan aktiivisesti paperin ala- ja yläpuolen välistä kiiltoeroa. (Knowpap 2023)

## 6 PÄÄLLYSTYS

Pohjapaperin päällystykseen tarkoituksena on parantaa paperin ulkonäköä ja painettavuutta. Keskeisimmät asiat, joihin päällystäminen vaikuttaa ovat optiset ominaisuudet eli vaaleus, kiilto, sileys ja painettavuus. Päällystäessä painettavuus paranee huomattavasti, koska painoväri ei pääse tunkeutumaan paperiin ja leviämään. Sileys paranee, kun päällyste täyttää pohjapaperin ohuimmat kohdat ja tasaisemmalle pinnalle on helpompi painaa. Sileys korreloi suoraan kiiltopotentiaalin kanssa, johon vaikuttavat päällystysmenetelmä, päällystykseen resepti ja kalanterointimenetelmä ja – käsittely. Päällystäminen vaikuttaa visuaalisten ominaisuuksien lisäksi rakenneominaisuuksiin ja ajettavuuteen, joista profiileihin liittyvät asiat ovat tavallisempia paperinvalmistuksessa. (Knowpap 2023)



Kuva 6. Päällystetty paperi (Knowpap)

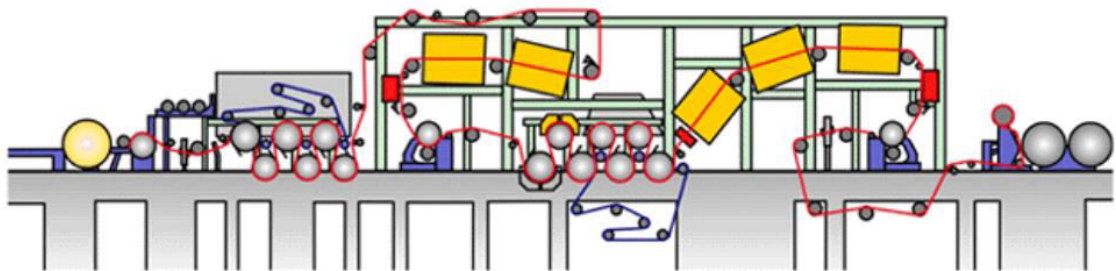
### 6.1.1 Päällystysprosessi

Päällystäessä pohjapaperin pintaan, joko toiselle tai molemmille puolille, levitetään päällystyspasta. Pastaa levitetään eli applikoidaan paperin pinnalle ylimäärin. Päällystemäärä säädetään sopivaksi poistamalla ylimääräinen pasta. Päällystemäärän säädön jälkeen on edessä vielä kuivatus. Painatuslaatua voidaan parantaa päällystämällä paperi useaan kertaan. (Knowpap 2023)

### 6.1.2 Off-machine päällystys

Kaukaan paperitehtaalla on kaksi off-machine päällystyskoneetta eli päällystyskoneet eivät ole paperikoneen jatkona, vaan erillisinä laitteina (vrt. on-machine päällystyskone). Off-machine päällystyskoneen etuja ovat tuotantolinjan käyntiinajo nopeampi, paperikoneen häiriöt eivät keskeytä päällystystä, päällystyskoneen häiriöt eivät keskeytä pohjapaperin tuotantoa, päällystyskertoja voi olla useita, pohjapaperiviat voidaan korjata ennen päällystystä, päällystysnopeus ja järjestys ovat valittavissa sekä päällystemäärän valinnassa laajemmat mahdollisuudet. (Knowpap 2023)

## LWC paperin off-machine päällystyskone



Kuva 7. Päällystyskone (Knowpap)

### 6.1.3 Päälystemäärään vaikuttavia tekijöitä

Paperin pinnalle jäävään päälystemäärään vaikuttaa kaavinterän kuormituksen lisäksi suuri joukko erilaista muuttujia. Näitä vaikuttavia tekijöitä ovat pohjapaperin ominaisuudet, päälysteseoksen ominaisuudet, kaavinterän vaikutus sekä muut tekijät. (Knowpap 2023)

Pohjapaperin karheuden kasvaessa, päälystysmäärä kasvaa. Pohjapaperin huokoisuuden kasvaessa, päälystysmäärä kasvaa. Pohjapaperin vesiabsorptio kasvaessa, päälystemäärä kasvaa. Pohjapaperin kosteuden vaikutus päälystemäärään on vähäinen. (Knowpap 2023)

Päälysteseoksen ominaisuudet vaikuttavat niin, että kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa, päälystemäärä kasvaa. Viskositeetin kasvaessa, päälystemäärä kasvaa. Vesiretention kasvaessa, päälystemäärä kasvaa. (Knowpap 2023)

Kaavinterä vaikuttaa päälystemäärään niin, että terän kuormitus kasvaa pienkulmapäälystyksessä ja terän kuormitus pienenee suurkulmapäälystyksessä. Terän paksuuden kasvaessa, päälystemäärä pienenee. Teräkulman kasvaessa päälystemäärä pienenee. (Knowpap 2023)

Muut vaikuttavat tekijät ovat ajonopeus ja applikointipaine. Ajonopeuden kasvaessa, päälystemäärä kasvaa. Applikointipaineen kasvaessa, päälystemäärä kasvaa. (Knowpap 2023)

Päälystetyn paperin ominaisuuksiin vaikuttavat seuraavat tekijät: pohjapaperin sileys, tiiveys, lämpötila ja absorptiokyky, pastaan koostumus, päälystysmenetelmä sekä vesiretention. (Knowpap 2023)

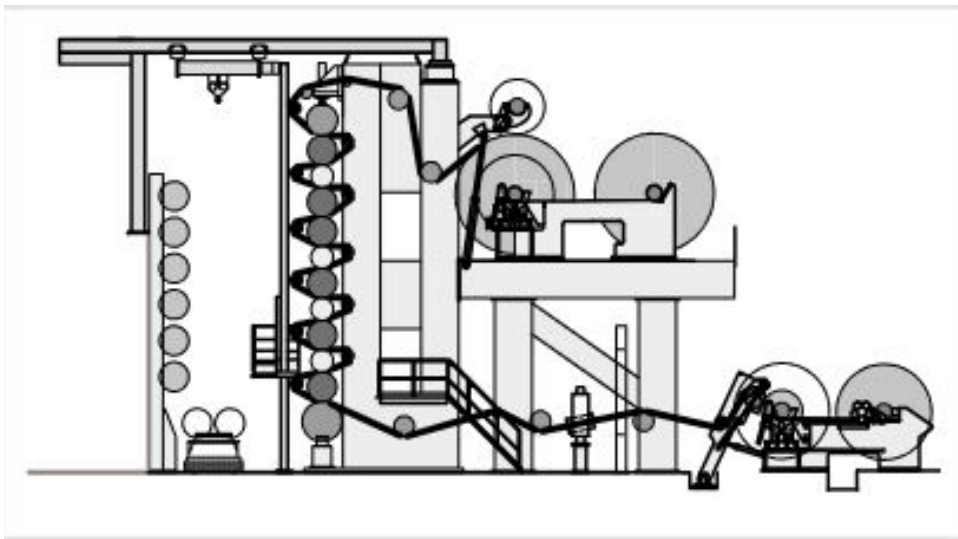
## 7 SUPERKALANTEROINTI

Kalanteroinnilla on kolme päätehtävää, jotka ovat paperin pintaominaisuuksien paraneminen, paperin paksuuden säätäminen sekä paperin paksuusprofiilin tasaaminen. Paperin pintaominaisuuksien (sileys, kiilto) paraneminen parantaa paperin painatus- ja jalostusominaisuuksia. Paperin paksuutta säätämällä saadaan tiheydeltään haluttua paperia. Paperin paksuusprofiilin tasaamisella saadaan pituusleikkurilla tasaisia rullia. (Knowpap 2023)

Superkalanterointi tarkoittaa erillisenä työvaiheena suoritettavaa kalanterointia. Superkalanteroinnissa on useampia kovan valurautatelan ja pehmeän paperitelan muodostamia nippejä. (Knowpap 2023)

Superkalanteri on off-machine-laite, koska sen telat eivät kestä paperi- ja päällystyskoneen nopeuksissa. Superkalantereita on yleensä 2 tai 3 yhtä paperikonetta kohti, niiden hitaamman tuotantonopeuden takia. Paperi- ja päällystyskoneelta valmistuneet konerullat siirretään superkalanteroitaviksi joko nosturilla tai siirtovaunulla ja nosturilla. (Knowpap 2023)

Superkalanteri on pystysuuntainen telapino, joka koostuu kuitu- ja metallipohjaisista teloista. Koska metallitelaa vasten oleva paperin puoli kalantereituu paremmin, on superkalanterissa ns. kääntönippi, jonka avulla saadaan paperi kalantereitua molemmilta puolilta tasaisesti. Superkalanterissa on yleensä 10 tai 12 telaa. (Knowpap 2023)



## Kuva 8: Superkalanteri (Forest Bio Facts)

### 7.1.1 Paperin ominaisuuksien muutokset kalanteroinnissa

Kalanteroinnilla saadaan monet painettavuutta ennustavat paperitekniset ominaisuudet paranemaan, mutta samaan aikaan useat paperin ajettavuuteen ja käytettävyyteen liittyvät ominaisuudet huononevat. Esimerkiksi LWC-offsetpaperin ominaisuudet muuttuvat prosentuaalisesti seuraavan laisesti, kun konerulla superkalanteroidaan:

➤ kiilto	+ 500 %
➤ karheus	- 87 %
➤ ilmanläpäisy	+ 350 % (aika)
➤ öljyabsorptio	- 50 %
➤ vetoindeksi	+ 17 %
➤ paksuus	- 19 %
➤ taivutusvastus	- 40 %
➤ repäisyindeksi	- 17 %
➤ ISO-vaaleus	- 6 %
➤ opasiteetti	- 4 %
➤ valonsirontakerroin	- 33 %
➤ absorptiokerroin	+ 8 %

(Knowpap 2023)

### 7.1.2 Rainan mittamuutokset

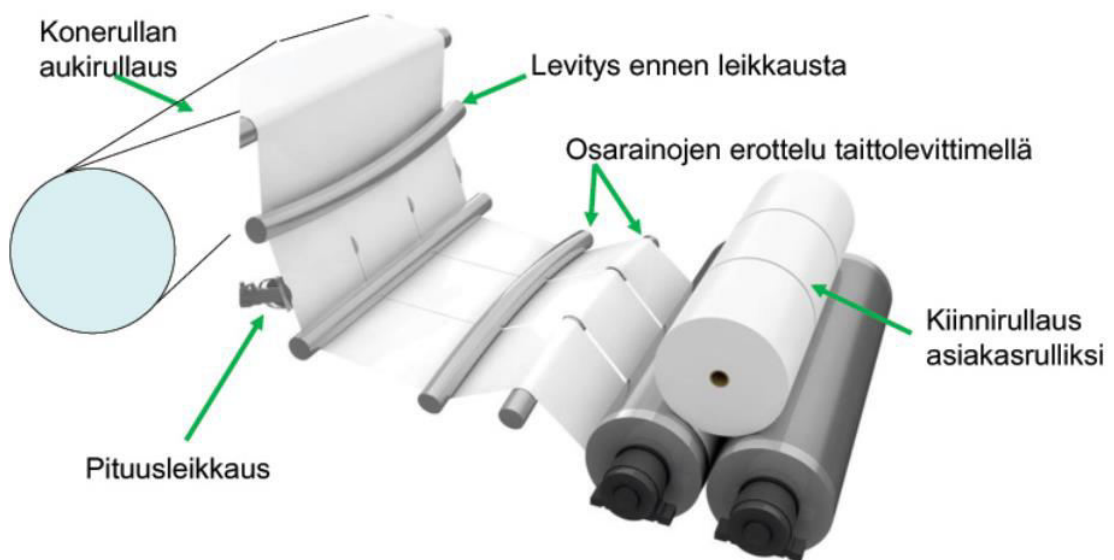
Rainan mittamuutokset superkalanterilla tapahtuvat paperin paksuudessa, leveydessä ja pituudessa. Paperin tiheys voi kasvaa superkalanteroinnissa jopa tuplaantua eli paksuus putoaa puoleen. Paksuuden pieneneminen heikentää yleensä paperin laatua. Tällöin sellainen paperi on parempi, joka antaa tietyssä tiheydessä paremmat painettavuusominaisuudet. (Knowpap 2023)

Paperin leveys kasvaa sen kokoonpuristuessa. Mitä vähemmän paperissa on huokostilavuutta, sitä enemmän paperi levenee. Superkalanterissa tapahtuu myös paperin kuivumista, mikä pyrkii kaventamaan rainaa. (Knowpap 2023)

Paperia konesuuntaan venyttäessä, se pyrkii myös kasvamaan. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta havaita paperin pieni leveneminen. LWC-paperi levenee noin 0,7 %, joka tarkoittaa 7 metrisellä koneella noin 5 cm:n levenemistä. Paperin leveneminen vaikuttaa itse superkalanterilla rynkkyjen muodostumiseen. Leveneminen muuttaa paperin neliömassaa samassa suhteessa. (Knowpap 2023)

## 8 PITUUSLEIKKAUS

Paperikoneen, päällystyskoneen ja superkalanterin jälkeen paperiraina on rullattuna konerullaksi tampuriraudan ympärille. Konerulla pitää leikata sopivan levyisiksi ja pituisiksi asiakasrulliksi. Samalla poistetaan konerullan heikkolaatuiset reunat leikkaamalla. Nämä kyseiset tehtävät ovat pituusleikkurin tehtäviä. Asiakasrullia leikatessa tulee testattu myös samalla paperirainan ajettavuus. (Knowpap 2023)



Kuva 9. Pituusleikkaus (Knowpap)

### 8.1.1 Paperirullat

Paperi rullataan, koska sillä tavoin se säilyy mahdollisemman pienessä ja helppokäyttöisessä muodossa. Rullan on oltava pyöreä ja tarpeeksi tiukka. Rullan tiukkuuden on hyvä olla suunnilleen sama hylsytä ulkohalkaisijalle asti. Rullauksen tavoitteet ovat: rullan helppo aukirullattavuus, tuotteen alkuperäisten ominaisuuksien säilyminen sekä tuotteen muuttumattomuus ja ehjänä säilyminen rullatessa, varastoidessa tai aukirullauksen aikana jatkojalostuskoneella. (Knowpap 2023)



### 8.1.2 Asiakasrullat

Asiakasrullilta vaaditaan hyvää ajettavuutta sekä kestävyyttä sekä käsiteltävyyttä varastoinnissa ja kuljetuksessa. Tilaustiedot sisältävät seuraavia tietoja tilatuista asiakasrullista:

- rullan leveys ja halkaisija
- metrit
- paperin puoleisuus (viiraosa sisään / ulos)
- liitokset
- hylsyn tiedot (mm. laatu & halkaisija)
- pakkaustiedot (mm. kääremateriaali & etiketöinti)

(Knowpap 2023)



Kuva 10. Asiakasrullia (Knowpap)

### 8.1.3 Rullan laatu

Rullan on tärkeä aukirullautua ilman häiriöitä. Mahdollisia häiriöitä, joihin rullauksella voidaan vaikuttaa ovat liitosten laatu / katkot, rainan sivuheitot, laskokset ja rypyt, pöly sekä pituussuuntainen venymävaihtelu. Nämä ominaisuudet riippuvat rullan rakenteesta eli rullan näkyvistä ominaisuuksista ja sen sisäisistä jännityksistä. Rullien laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat:

- paperin ominaisuudet
- konerullan ominaisuudet
- konesalin kosteus ja ilmastointi
- hylsyn ominaisuudet
- leikkurin kunto ja rakenne
- rullausparametrit / valitut ajoarvot

(Knowpap 2023)

### 8.1.4 Rullan laadun mittaus

Rullan laadun mittauksella seurataan laatuominaisuuksia määräaikaikaisilla pistokokeilla, varmistetaan rullan kestävyys, että etenkin rullan pohjan lujuus täyttää asetetut rasitus arvot, varmistetaan, että ajoarvojen muutokset antavat toivotut lopputulokset sekä etsitään asiakasreklamaatioiden syitä. (Knowpap 2023)

Rullan laadun todentamiseen on monia eri menetelmiä, muun muassa paperlab- ja Tapio-mittaukset.

(Knowpap 2023)

## 9 CALCOIL-PALKKI

Kaukaan paperitehtaan päällystyskone 1:sen kalanteriin asennettiin Calcoil-palkki. Calcoil-palkin on tarkoitus tasoittaa päällystetyn paperin paksuusprofiilia. Tällä hetkellä paksuusprofiili on epätasainen, erityisesti radan reunoista. Kalanterin ylätela on tällä hetkellä päällystysten aikana kylmä, kun taas kalanterin alatela on lämmin. Calcoil-palkilla saadaan kalanterin molemmat telat lämpimiksi, joka parantaa paperin paksuusprofiilin hallintaa.

Calcoil-palkin induktiokuumennuslevyt lämmittävät kalanterin telaa, tässä tapauksessa ylätelaa. Kalanteritelan pinta- ja kokonaislämpötila nousee Calcoil-palkin avulla ja telaa on mahdollista lämmittää erikohdista kuumemmaksi. Calcoil-palkin induktiokuumennuksella saadaan kalanterin sekä ylä- että alatela lämpimiksi eli kalanterin telojen lämpötilaero saadaan minimoitua. Samalla saadaan säädettyä kalanteri nipin kuormitusta sekä telan pinta- ja kokonaislämpötilaa ja sitä kautta paksuusprofiili tasoittuu. (Honeywell 2023)

Calcoil-palkin toimilaitteiden säätöarvot perustuvat paksuusprofiilimittaukseen ja sen perusteella saadaan paksuusprofiili tasoitettua. Parempi paksuusprofiili vähentää rejektiä kalanterissa sekä pituusleikkurissa ja täten parantaa niiden ajettavuutta. (Honeywell 2023)



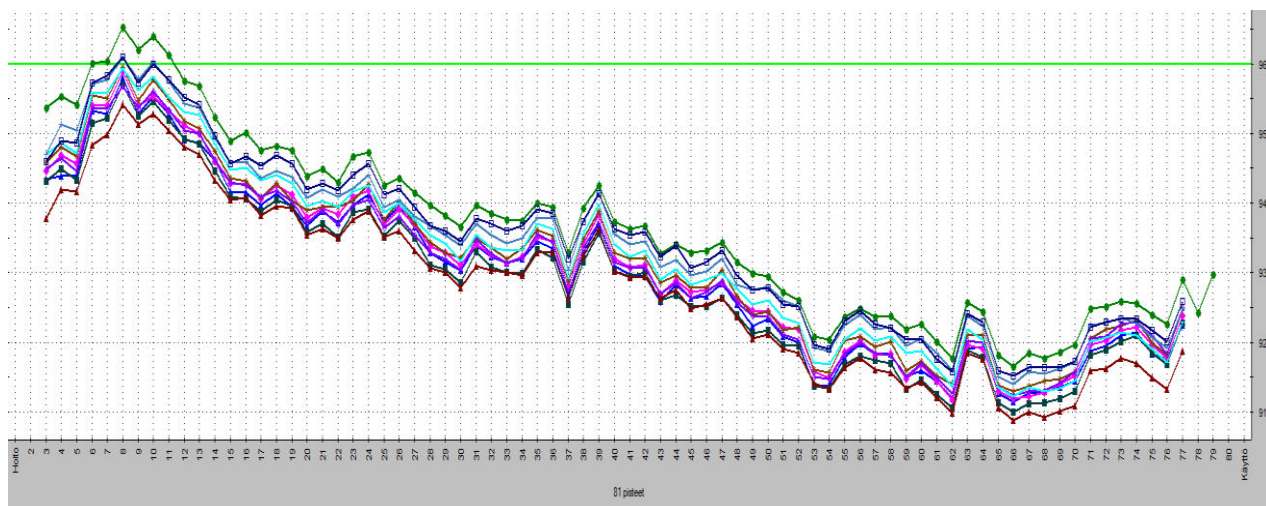
Kuva 11. Calcoil-palkki (Honeywell)

## 10 PÄÄLLYSTYSKONE 1 PAKSUUSPROFIILI ENNEN CALCOIL-PALKIN KÄYTTÖÖNOTTOA

Opinnäytetyön alussa selvitettiin Päällystyskone 1:n päällystetyn paperin paksuusprofiili ennen Calcoil-palkin käyttöönottoa. Testattavina lajeina olivat 8480, 82090 ja 84090. Ohessa paksuusprofiilimittaukset sekä tutkimuskeskuksen tekemät Tapio-mittaukset.

### 10.1.1 Paksuusprofiili 8480, marraskuu 2023

Vertailussa seuraavat konerullat: kr -930, kr -926, kr -925, kr -927, kr -941, kr -940, kr -939, kr -938, kr -924 ja kr -937. Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolesta ja päättyen käyttöpuoleen. Konerullat päällystetty 17.10.2023.

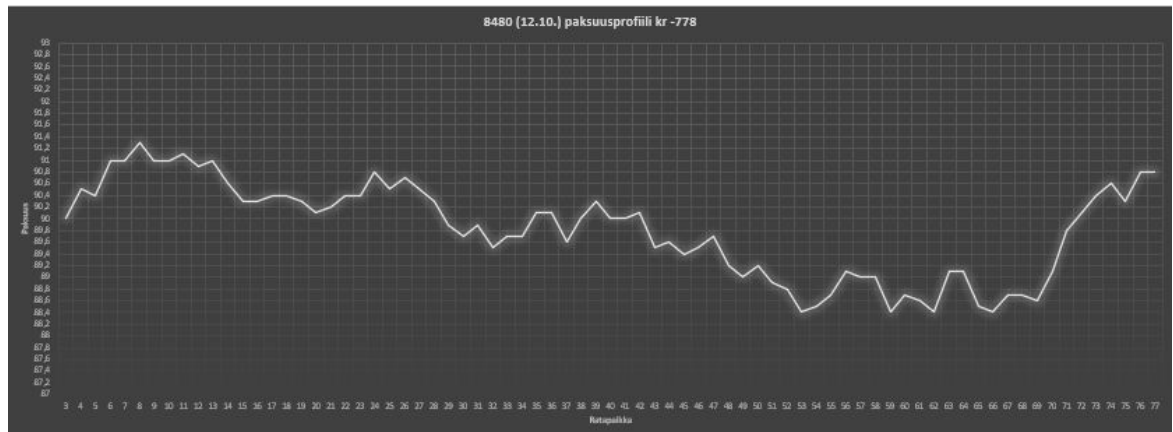


Kaavio 1. Paksuusprofiilivertailu lajilla 8480, Online mittaus (17.10.2023)

Vertailussa ilmenee, että paksuusprofiili noudattaa päällystetyillä konerullilla samaa kaavaa. Paksuus on korkeampi hoitopuolella ja paksuus pienenee kohti käyttöpuolta. Paksuusprofiili on epätasainen ja paksumpi hoito- ja käyttöpuolen reunoista. Paksuudet vaihtelevat hiukan konerullien välillä mikä on normaalia.

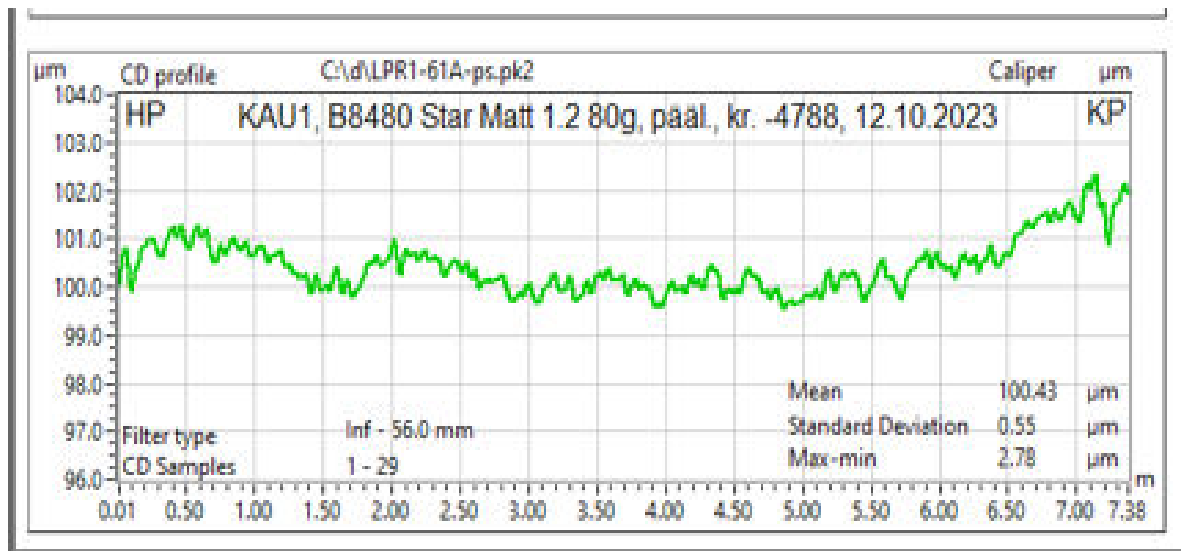
### 10.1.2 Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaukset 8480 verrattuna Online mittaukseen

Konerullasta otettiin paksuusprofiilinäyte. UPM tutkimuskeskus teki Tapio-mittauksen konerullalle. Mittauksella todennettiin konerullan paksuusprofiili. Konerulla kr -778. Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolesta ja päättyen käyttöpuoleen.



Kaavio 2. Paksuusprofiili lajilla 8480, Online mittaus (12.10.2023)

Konerullan paksuusprofiili on epätasainen ja paksuus on hiukan suurempi radan hoito- ja käyttöpuolen reunoissa.

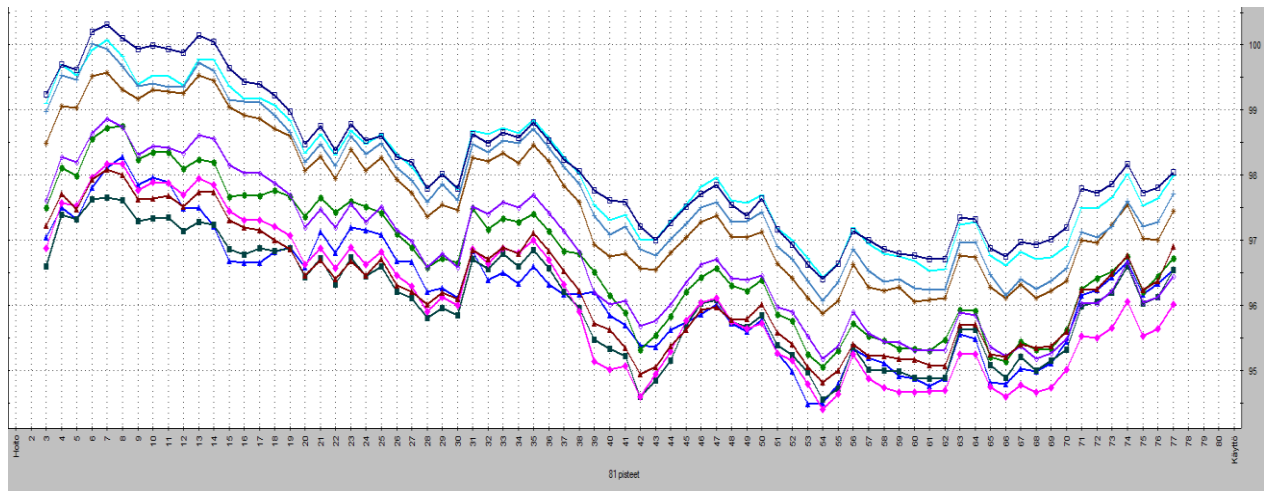


Kaavio 3. Paksuusprofiili 8480 Tapio-mittaus, tutkimuskeskus (29.11.2023)

Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaus näyttää paksuusprofiilin tarkemmin kuin Online mittaus. Paksuusprofiilin muoto on molemmissa samankaltainen eli Online mittaus on luotettava.

### 10.1.3 Paksuusprofiili 82090, lokakuu 2023

Vertailussa konerullat kr -799, kr -800, kr -804, kr -802, kr -818, kr -820, kr -812, kr -819, kr -815 & kr -817. Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolesta ja päättyen käyttöpuoleen. Konerullat päällystetty 13.10.2023.

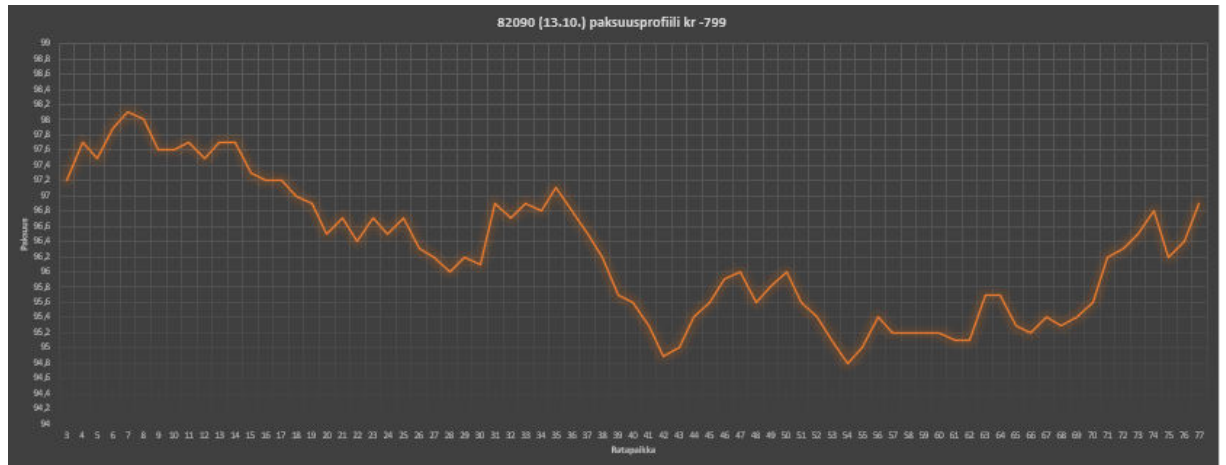


Kaavio 4. Paksuusprofiili vertailu lajilla 82090, Online mittaus (13.10.2023)

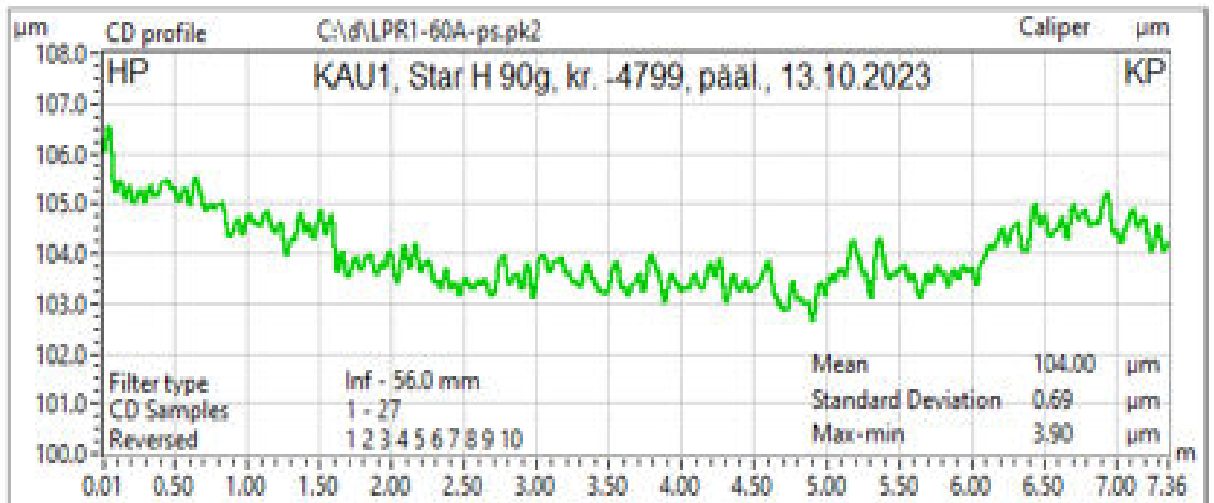
Kaavioista näkyy, että PPK1:n paksuusprofiilit ovat epätasaisia eli paksuus vaihtelee paljon ratapaikkojen välillä. Paksuus on korkeampi hoitopuolella ja paksuus pienenee kohti käyttöpuolta.

### 10.1.4 Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaukset 82090 verrattuna Online mittaukseen

Konerullasta otettiin paksuusprofiilinäyte. UPM tutkimuskeskus teki Tapio-mittauksen konerullalle, Mittauksella todennettiin konerullan paksuusprofiili. Konerulla kr -799. Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolelta ja päättyen käyttöpuoleen.



Kaavio 5. Paksuusprofiili lajilla 82090, Online mittaus (13.10.2023)



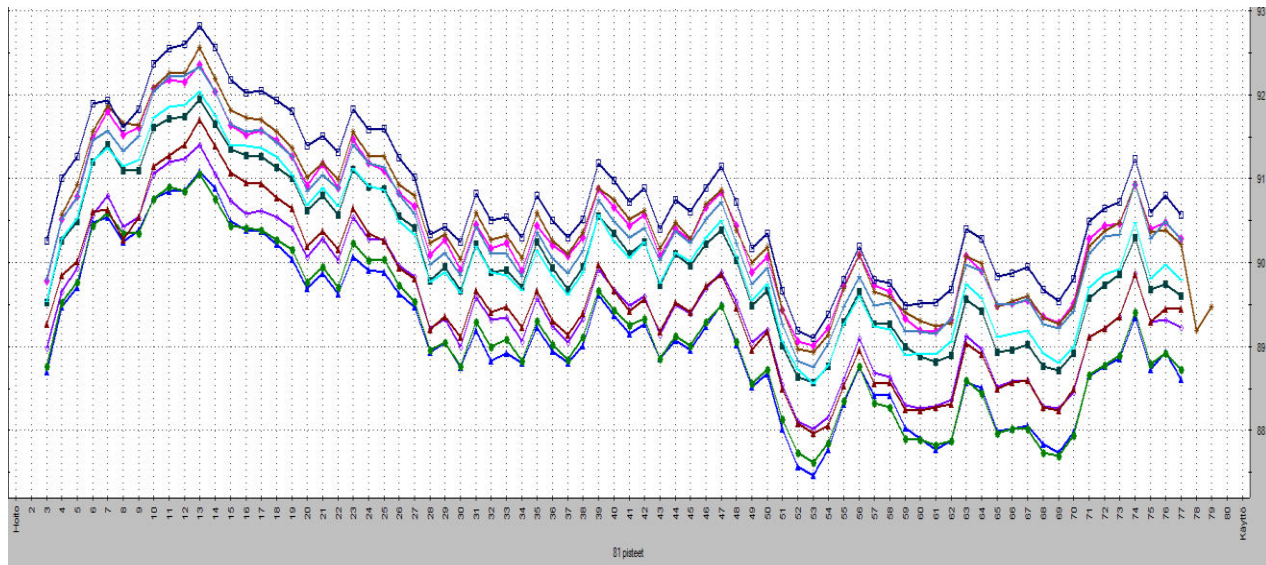
Kaavio 6. Paksuusprofiili 82090 Tapio-mittaus, tutkimuskeskus (29.11.2023)

Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaus näyttää paksuusprofiilin tarkemmin kuin Online mittaus. Paksuusprofiilin muoto on hiukan erilainen eli Online mittaus näyttää hieman väärin.



### 10.1.5 Paksuusprofiili 84090

Vertailussa konerullat kr -320, kr -314, kr -315, kr -317, kr -319, kr -312, kr -313, kr -318, kr -326 & kr -325. Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolesta ja päättyen käyttöpuoleen. Konerullat päällystetty 16.9.2023.



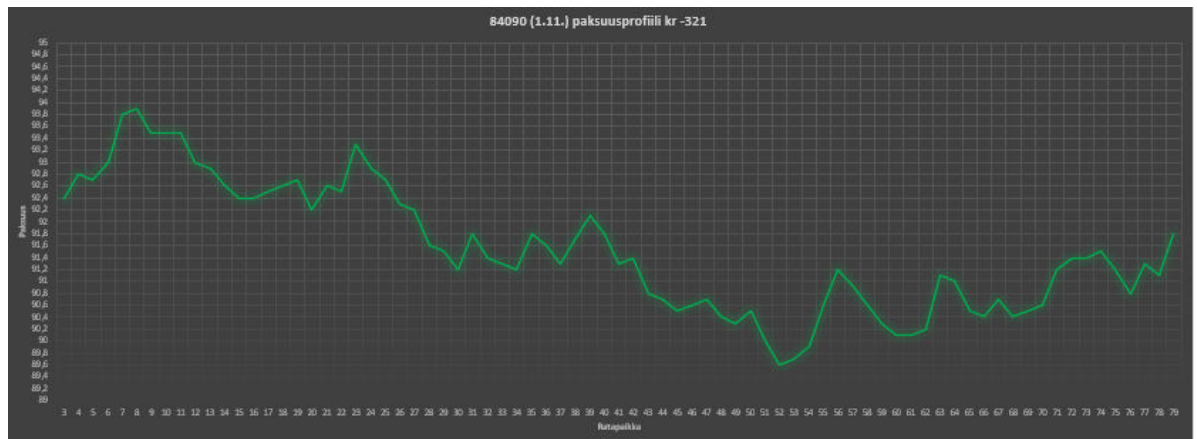
Kaavio 7. Paksuusprofiili vertailu lajilla 84090, Online mittaus (16.9.2023)

Kaavioista näkyy, että PPK1:n paksuusprofiilit ovat epätasaisia eli paksuus vaihtelee paljon ratapaikkojen välillä. Paksuus on korkeampi hoitopuolella ja paksuus pienenee kohti käyttöpuolta.

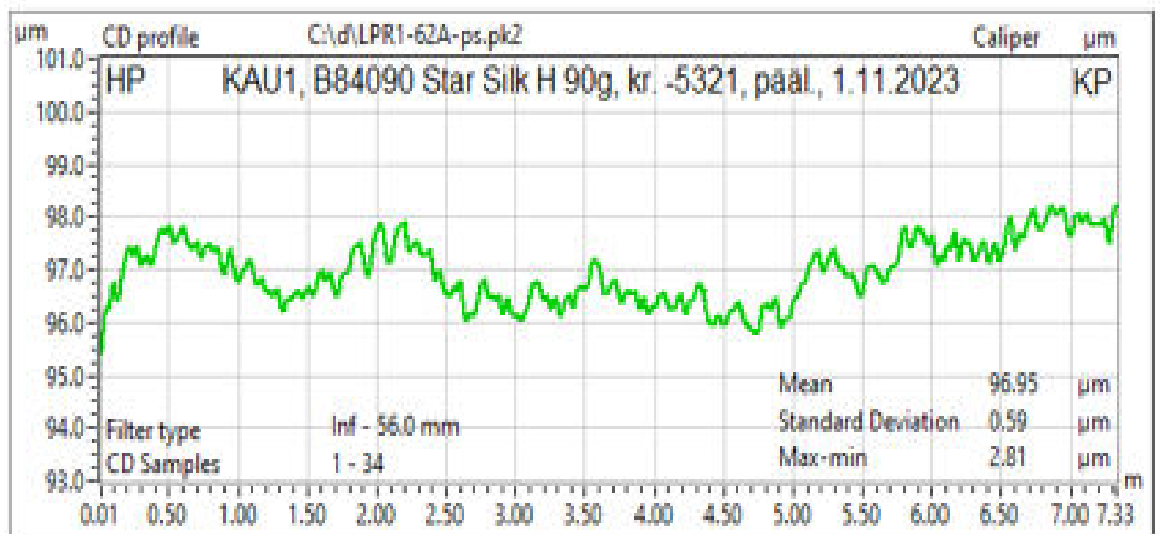


### 10.1.7 Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaukset 84090 verrattuna Online mittaukseen

Konerullasta otettiin paksuusprofiilinäyte. UPM tutkimuskeskus teki Tapio-mittauksen konerullalle, Mittauksella todennettiin konerullan paksuusprofiili. Konerulla kr -321. Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolesta ja päättyen käyttöpuoleen.



Kaavio 8. Paksuusprofiili lajilla 84090, Online mittaus (1.11.2023)

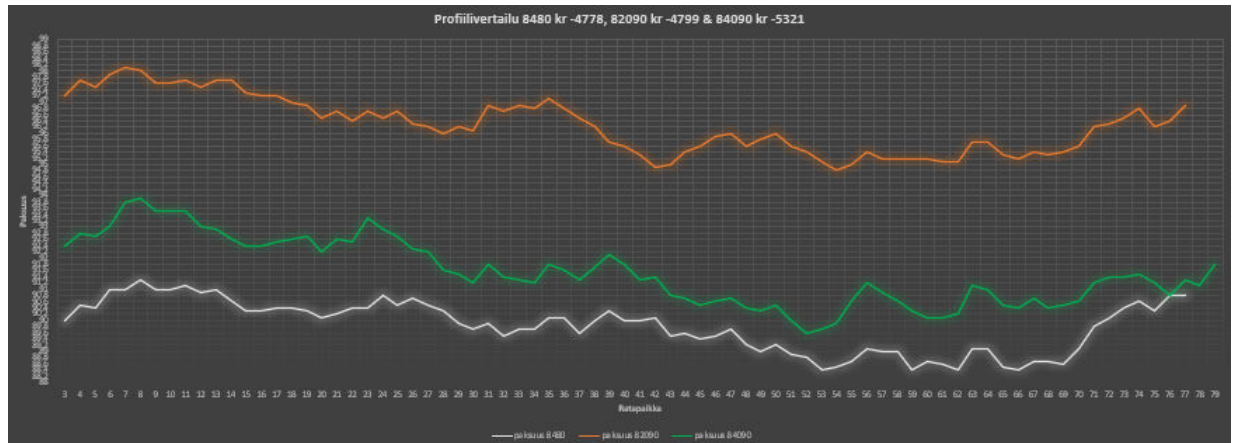


Kaavio 9. Paksuusprofiili 84090 Tapio-mittaus, tutkimuskeskus (29.11.2023)

Tutkimuskeskuksen Tapio-mittaus näyttää paksuusprofiilin tarkemmin kuin Online mittaus. Paksuusprofiilin muoto on molemmissa samankaltainen eli Online mittaus on luotettava.

### 10.1.8 Paksuusprofiilivertailu lokakuu 2023 ja marraskuu 2023

Vertailussa konerullat 8480 kr -778 (harmaa), 82090 kr -799 (oranssi) ja 84090 kr -321 (vihreä). Paksuusmittauspisteet alkaen hoitopuolesta ja päättyen käyttöpuoleen. Konerullista otettiin paksuusprofiilinäytteet. UPM tutkimuskeskus teki Tapio-mittauksen konerullille, Mittauksella todennettiin konerullien paksuusprofiili.



Kaavio 10. Paksuusprofiilivertailu lajeilla 8480 (12.10.2023), 82090 (13.10.2023) ja 84090 (1.11.2023), Online mittaus

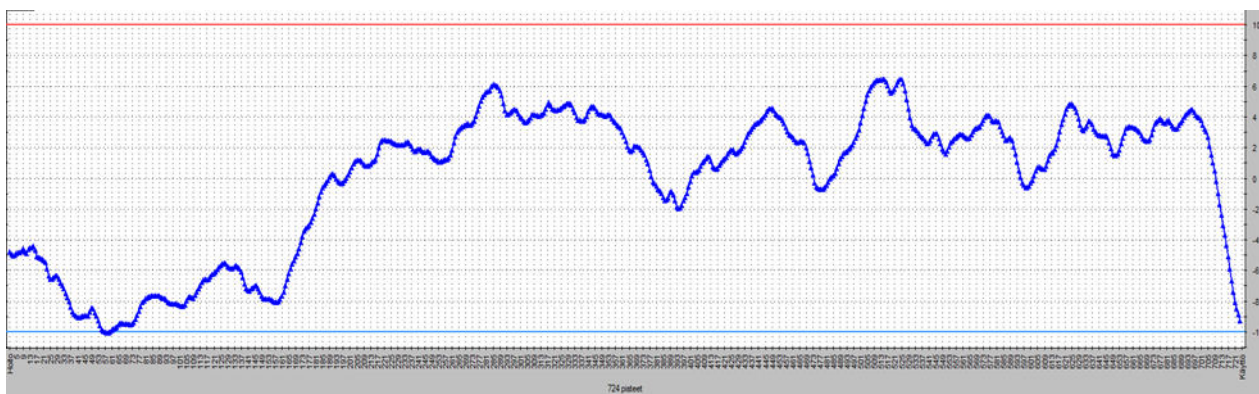
Kaavioista näkyy, että PPK1:n paksuusprofiilit ovat epätasaisia eli paksuus vaihtelee paljon ratapaikkojen välillä. Lajeilla 8480, 82090 ja 84090 paksuusprofiilin trendi vaikuttaa samankaltaiselta. Tämän perusteella voi olettaa, että samoilla Calcoil-palkin säädöillä saadaan tasoitettua paksuusprofiileita samankaltaisiksi näillä kolmella lajilla.

## 11 SUPERKALANTERI KOVUUSPROFIILI ENNEN CALCOIL-PALKIN KÄYTTÖÖNOTTOA

Opinnäytetyön alussa selvitettiin Superkalanterien päällystetyn paperin kovuusprofiili ennen Calcoil-palkin käyttöönottoa. Testattavina lajeina oli kiillotettava laji 82090. Ohessa esimerkki Online kovuusprofiilimittauksesta.

### 11.1.1 Kovuusprofiili Superkalanteri 1 laji 82090, lokakuu 2023

Konerulla kr -800, kiillotettu 14.10.2023 (ilman Calcoilia)



Kaavio 11. Kovuusprofiili lajilla 82090 (14.10.2023)

Superkalanteri 1:n kovuusprofiili osuu tavoiterajojen sisälle. Kovuusprofiilin muoto ei kuitenkaan ole ihan symmetrinen, erityisesti hoitupuolen reuna poikkeaa rajusti radan keskiosan ja käyttöpuolen profiilista. Tämän konerullan kovuusprofiiliin vaikuttaa todennäköisesti äskettäin vaihdetut superkalanterin telat sekä päällystyskone 1:n tasainen paksuusprofiili.

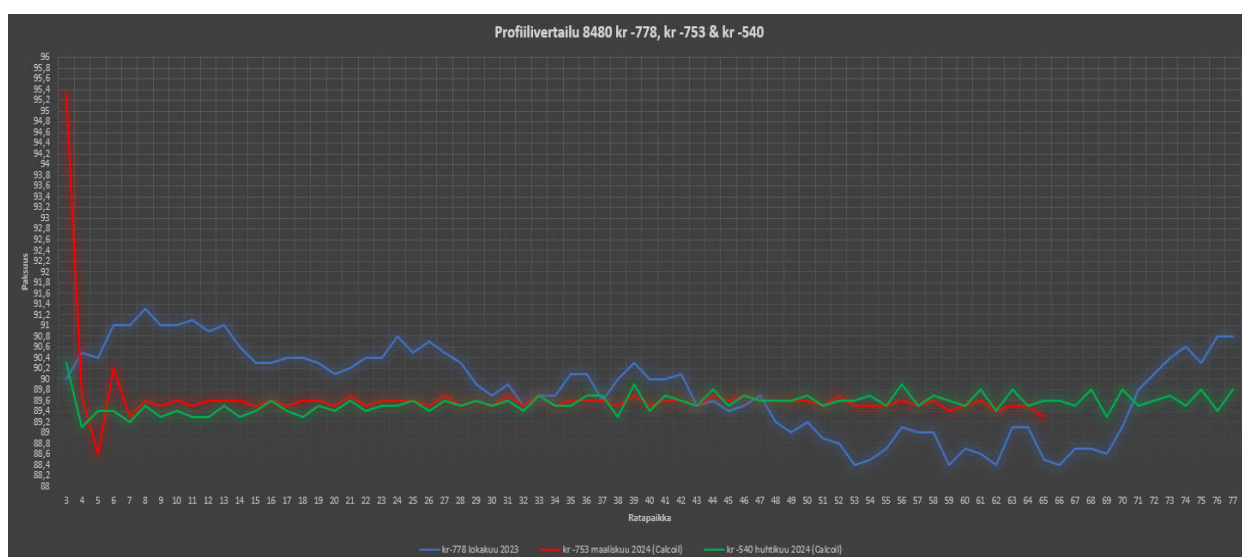
## 12 PÄÄLLYSTYSKONE 1 PAKSUUSPROFIILI CALCOIL-PALKIN KÄYTTÖNOTON JÄLKEEN

Opinnäytetyön aikana selvitettiin Päällystyskone 1:n päällistetyin paperin paksuusprofiili Calcoil-palkin käyttöönoton jälkeen. Testattavina lajeina olivat 8480, 82090 ja 84090. Ohessa paksuusprofiilimittaukset sekä tutkimuskeskuksen tekemät Tapio-mittaukset.

Calcoil-palkin käyttöönottoon liittyi paljon erilaisia haasteita ja käyttöönotto viivästyi. Tähän mennessä testauksia on pystytty tekemään niin sanotusti tasalämmöllä eli niin että palkka lämmittää ylätelaa saman verran joka kohdasta. Testit ovat osoittaneet, että PPK 1:n paksuusprofiili saadaan suoristettua Calcoil-palkin avulla. Seuraavaksi testaukset jatkuvat niin että aletaan muokata paksuusprofiilia. Eli lämmitetään kalanterin teloja erikohdista eri teholla. Näin ollen paksuusprofiili saadaan ajettua halutun laiseksi. Calcoil-palkin säätöarvot perustuvat paksuusprofiilimittaukseen ja sen perustella saadaan tasoitettua paksuusprofiilia.

### 12.1.1 Paksuusprofiilivertailu ilman Calcoilia ja Calcoilin kanssa laji 8480

Vertailussa konerullat kr -788 (ilman Calcoilia, sininen), kr -153 (Calcoil, punainen) & kr -540 (Calcoil, vihreä).



Kaavio 12. Paksuusprofiilivertailu lajilla 8480 (12.9.2023, 10.3.2024 ja 17.4.2024),  
Online mittaus

Kaaviossa sininen käyrä kuvaa 12.9. ilman kalanterin Calcoil-palkkia, päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Punainen käyrä kuvaa 10.3. kalanterin Calcoil-palkin kanssa, päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Vihreä käyrä kuvaa 17.4. kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystetyn konerullan paksuusprofiilia.

Ylläolevasta kaaviosta voidaan todeta, että kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjen konerullien paksuusprofiilit ovat tasaisempia kuin ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystetyn konerullan paksuusprofiili. Kaavio osoittaa hyvin Calcoil-palkin vaikutuksen paksuusprofiiliin.

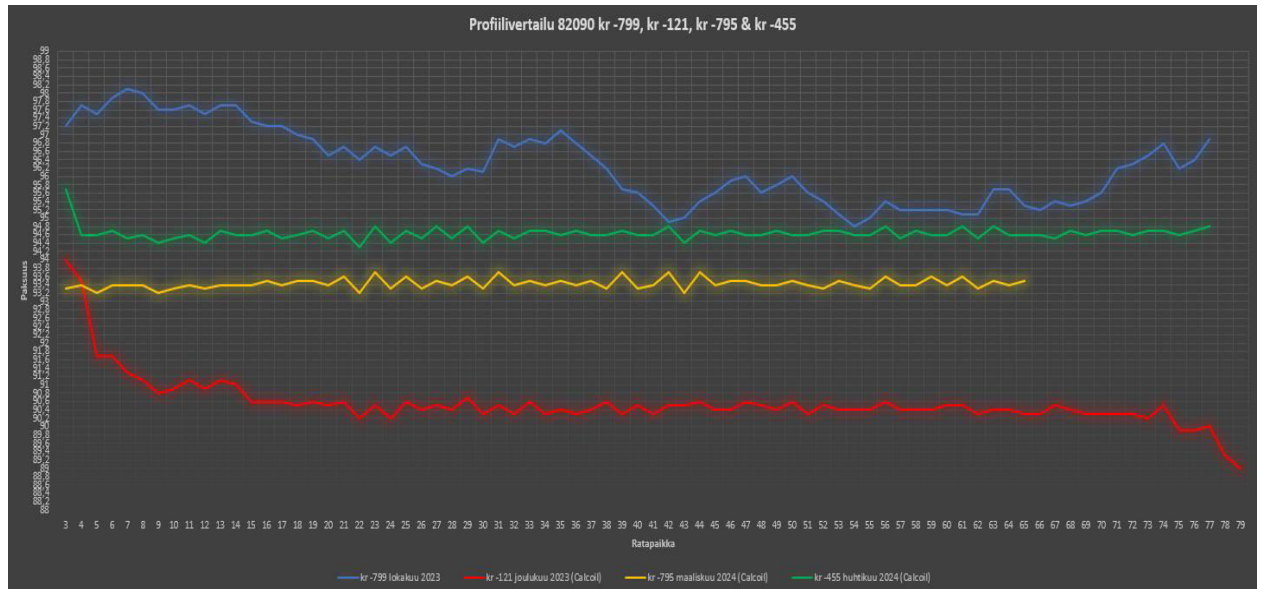
Ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystetyn (12.9.) konerullan paksuusprofiili on koko radan leveydeltä aika epätasainen. Myös kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjen konerullien paksuusprofiileissa on eroja. Tätä 8480 lajia ei ollut mahdollista päällystää päällystyskone 1:lla ajo-ohjelman takia, siksi kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjä konerullia on vain kaksi kolmen sijasta.

10.3. päällystetyn konerullan paksuusprofiili on paksumpi hoitopuolen reunasta, keskeltä aika tasainen. Käyttöpuolen reunan paksuusprofiilidata jäi puuttumaan tiedonsiirto-ongelmien takia. 17.4. päällystetyn konerullan paksuusprofiili on koko radan leveydeltä aika tasainen.

17.4. päällystetyssä konerullassa Calcoil-palkki oli paksuusprofiilimittauksen arvojen perusteella säädöllä ja paksuusprofiiliin ero ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystettyyn konerullaan sekä kalanterin Calcoil-palkin tasalämmityksellä päällystettyyn konerullaan on huomattava.

### 12.1.2 Paksuusprofiilivertailu ilman Calcoilia ja Calcoilin kanssa laji 82090

Vertailussa konerullat kr -799 (ilman Calcoilia, sininen), kr -121 (Calcoil, punainen), kr -795 (Calcoil, keltainen) & kr -455 (Calcoil, vihreä)



Kaavio 13. Paksuusprofiilivertailu lajilla 82090 (13.10.2023, 2.12.2023, 11.3.2024 ja 14.4.2024), Online mittaus

Kaaviossa sininen käyrä kuvaa 13.10. ilman kalanterin Calcoil-palkkia, päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Punainen käyrä kuvaa 2.12. kalanterin Calcoil-palkin kanssa, päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Keltainen käyrä kuvaa 11.3. kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Vihreä käyrä kuvaa 14.4. kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystetyn konerullan paksuusprofiilia.

Ylläolevasta kaaviosta voidaan todeta, että kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjen konerullien paksuusprofiilit ovat tasaisempia kuin ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystetyn konerullan paksuusprofiili. Kaavio osoittaa hyvin Calcoil-palkin vaikutuksen paksuusprofiiliin.

Ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystetyn (13.10.) konerullan paksuusprofiili on koko radan leveydeltä aika epätasainen. Myös kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjen konerullien paksuusprofiileissa on eroja.

2.12. päällystetyn konerullan paksuusprofiili on paksumpi hoitopuolen reunasta, keskeltä aika tasainen ja käyttöpuolen reunasta ohuempi.

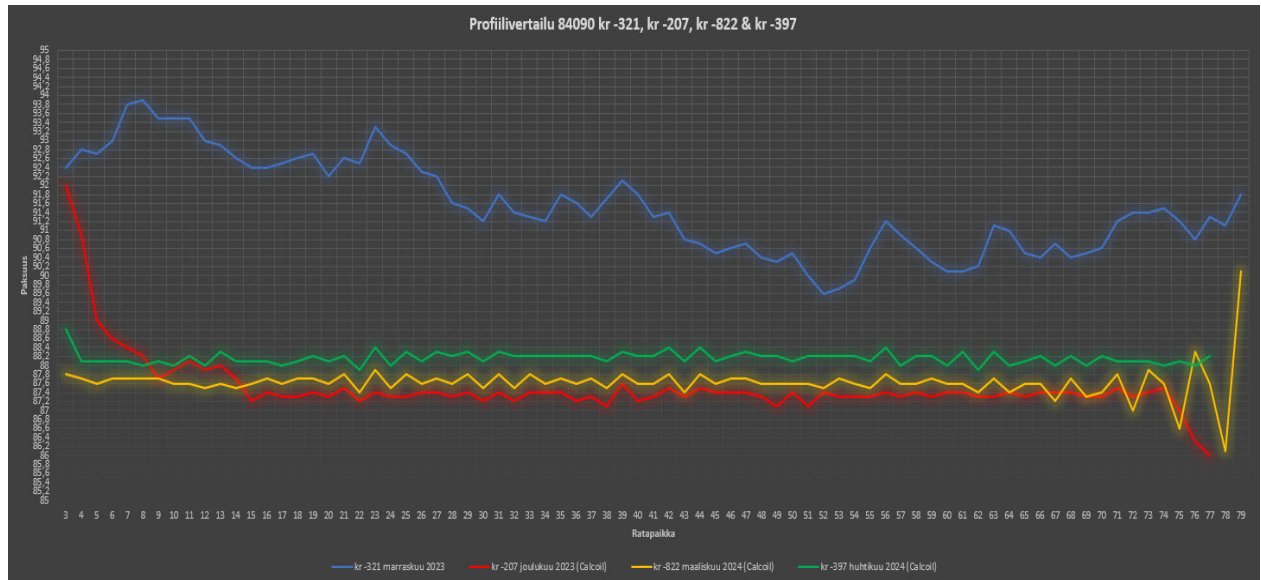
11.3. ja 14.4. päällystettyjen konerullien paksuusprofiilit ovat koko radan leveydeltä aika tasainen. 11.3. päällystetyssä konerullassa oli tiedonsiirto-ongelmia ja paksuusprofiili ei ollut tallentunut laatupäiväkirjaan, käyttöpuolen reunasta puuttuu paksuusprofiilitiedot.

14.4. päällystetyssä konerullassa kalanterin Calcoil-palkki oli paksuusprofiilimittauksen perusteella säädettävissä ja paksuusprofiilin ero ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystettyyn konerullaan sekä kalanterin Calcoil-palkin tasalämmityksellä päällystettyihin konerulliin on huomattava.



### 12.1.3 Paksuusprofiilivertailu ilman Calcoilia ja Calcoilin kanssa laji 84090

Vertailussa konerullat kr -321 (ilman Calcoilia, sininen), kr -207 (Calcoil, punainen), kr -822 (Calcoil, keltainen) & kr -397 (Calcoil, vihreä)



Kaavio 14. Paksuusprofiilivertailu lajilla 84090 (1.11.2023, 4.12.2023, 10.3.2024 ja 13.4.2024), Online mittaus

Kaaviossa sininen käyrä kuvaa 1.11. ilman kalanterin Calcoil-palkkia, päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Punainen käyrä kuvaa 4.12. kalanterin Calcoil-palkin kanssa, päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Keltainen käyrä kuvaa 10.3. kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystetyn konerullan paksuusprofiilia. Vihreä käyrä kuvaa 13.4. kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystetyn konerullan paksuusprofiilia.

Ylläolevasta kaaviosta voidaan todeta, että kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjen konerullien paksuusprofiilit ovat tasaisempia kuin ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystetyn konerullan paksuusprofiili. Kaavio osoittaa hyvin Calcoil-palkin vaikutuksen paksuusprofiiliin.

Ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystetyn (1.11.) konerullan paksuusprofiili on koko radan leveydeltä aika epätasainen. Myös kalanterin Calcoil-palkin kanssa päällystettyjen konerullien paksuusprofiileissa on eroja.

4.12. päällystetyn konerullan paksuusprofiili on paksumpi hoitopuolen reunasta, keskeltä aika tasainen ja käyttöpuolen reunasta ohuempi.

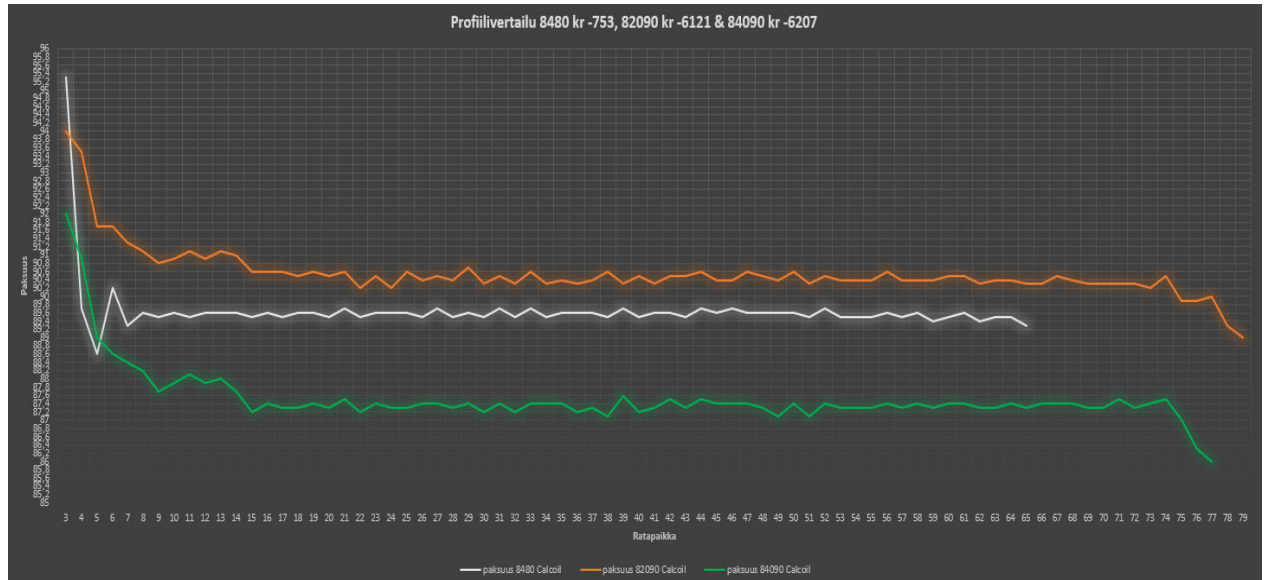


10.3. päällystetyn konerullan paksuusprofiili on hoitopuolen reunasta ja keskeltä aika tasainen ja käyttöpuolen reunasta paksumpi.

13.4. päällystetyn konerullan paksuusprofiili on koko radan leveydeltä aika tasainen. Tässä konerullassa Calcoil-palkki oli paksuusprofiilimittauksen perusteella säädettävissä ja paksuusprofiilin ero ilman kalanterin Calcoil-palkkia päällystettyyn konerullaan sekä kalanterin Calcoil-palkin tasalämmityksellä päällystettyihin konerulliin on huomattava.

### 12.1.4 Paksuusprofiilivertailu Calcoil joulukuu 2023 ja maaliskuu 2024,

Vertailussa konerullat 8480 kr -753 (harmaa), 82090 kr -121 (oranssi) ja 84090 kr -207 (vihreä)

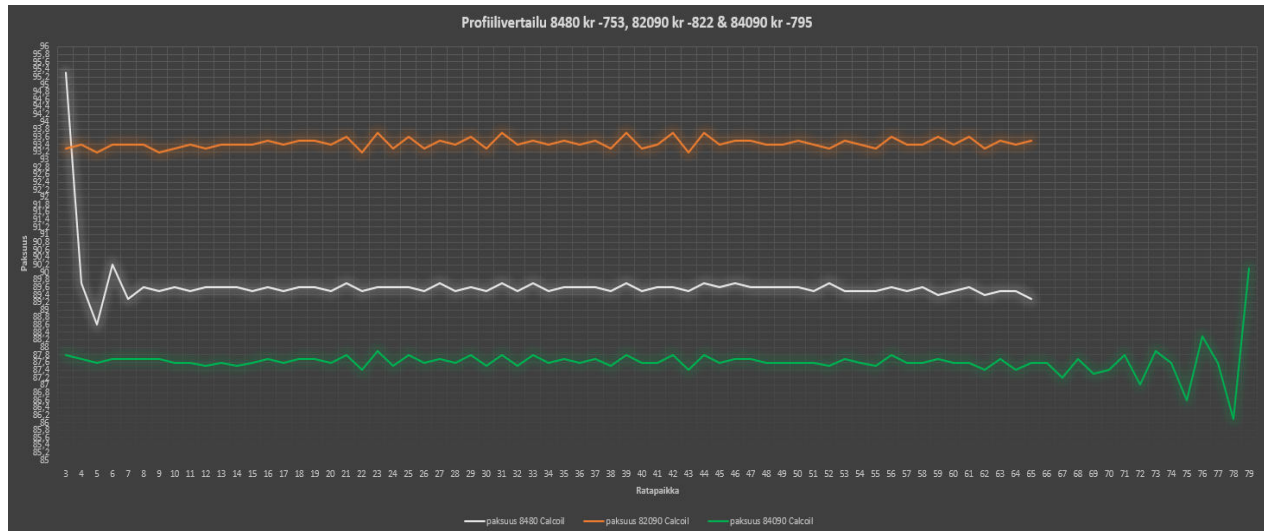


Kaavio 15. Paksuusprofiilivertailu 8480, 82090 ja 84090 (12/2023 ja 3/2024), Online mittaus

Lajien 8480 (päällystetty 10.3.2024, harmaa), 82090 (päällystetty 2.12.2023, oranssi) ja 84090 (päällystetty 4.12.2023, vihreä) konerullien paksuusprofiileita verrattaessa huomataan, että paksuus on samankaltainen eli lajien välillä ei juurikaan esiinny eroja paksuusprofiileissa. Kaikki konerullat on päällystetty kalanterin Calcoil-palkin kanssa, niin sanotulla tasalämmöllä.

### 12.1.5 Paksuusprofiilivertailu Calcoil maaliskuu 2024

Vertailussa konerullat 8480 kr -753 (harmaa), 82090 kr -822 (oranssi) ja 84090 kr -795 (vihreä)



Kaavio 16. Paksuusprofiilivertailu 8480, 82090 ja 84090 (3/2024), Online mittaus

Lajien 8480 (päällystetty 10.3.2024), 82090 (päällystetty 11.3.2024) ja 84090 (päällystetty 10.3.2024) konerullien paksuusprofiileita verrattaessa huomataan, että paksuus eroa hiukan toisistaan.

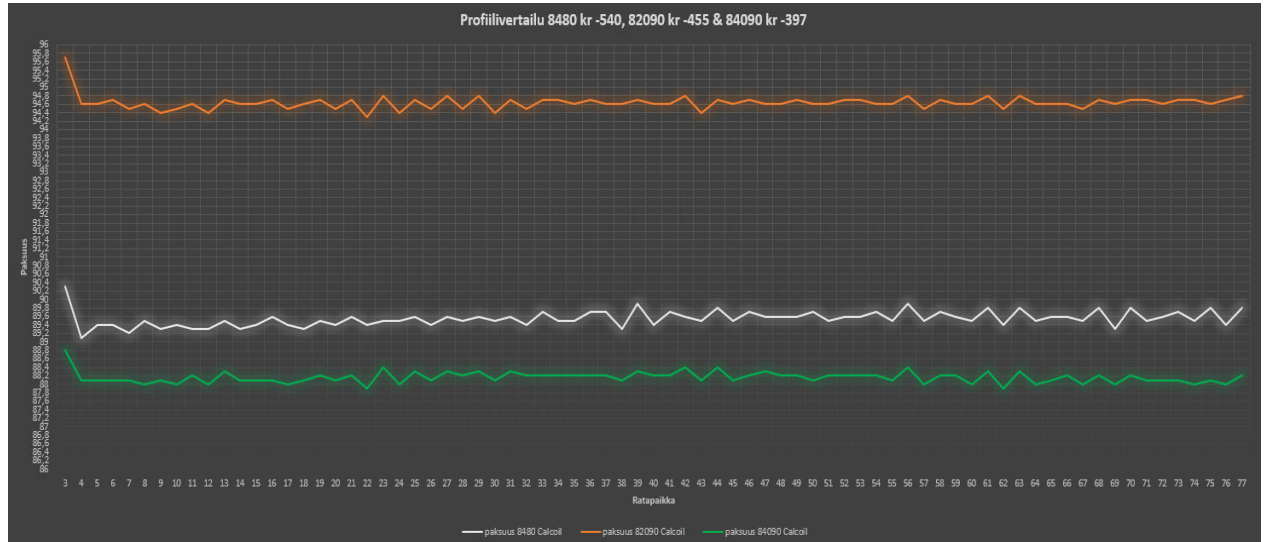
Harmaalla oleva 8480 paksuusprofiili on paksumpi hoitopuolen reunasta, tasainen keskeltä ja käyttöpuolen reunasta. Käyttöpuolelta puuttuu paksuusprofiilidataa tiedonsiirto-ongelmien takia.

Oranssilla oleva 82090 ja vihreällä oleva 84090 paksuus on samankaltainen, 82090 konerullasta puuttuu paksuusprofiilidataa käyttöpuolen reunasta tiedonsiirto-ongelmien takia.

84090 konerulla on käyttöpuolelta paksumpi kuin muun radan mitalta. Kaikki konerullat on päällystetty kalanterin Calcoil-palkin kanssa, niin sanotulla tasalämmöllä.

### 12.1.6 Paksuusprofiilivertailu Calcoil huhtikuu 2024

Vertailussa konerullat 8480 kr -540 (harmaa), 82090 kr -455 (oranssi) ja 84090 kr -397 (vihreä)



Kaavio 17. Paksuusprofiilivertailu 8480, 82090 ja 84090 (4/2024), Online mittaus

Lajien 8480 (päällystetty 17.4.2024, harmaa), 82090 (päällystetty 14.4.2024, oranssi) ja 84090 (päällystetty 13.4.2024, vihreä) konerullien paksuusprofiileita verrattaessa huomataan, että paksuus on samankaltainen eli lajien välillä ei juurikaan esiinny eroja paksuusprofiileissa. Kaikki konerullat on päällystetty kalanterin Calcoil-palkin kanssa ja on säädetty paksuusprofiiliarvojen perusteella. Konerullien paksuusprofiilit ovat koko radan matkalta aika suoria eli tasaisen paksuja.

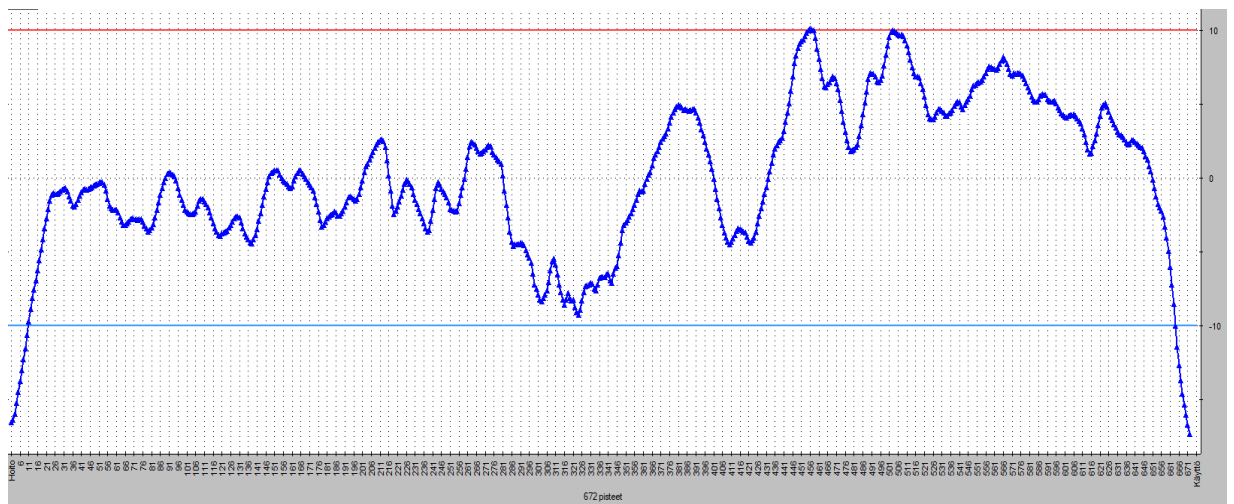
## 13 KOVUUSPROFIILI SUPERKALANTERI JA KIREYSPROFIILI PITUUSLEIKKURI LAJI 82090

Superkalantereiden kovuusprofiileihin vaikuttaa päällystetyn paperin paksuusprofiiliin lisäksi oleellisesti telojen kunto. Huonokuntoisilla teloilla kovuusprofiili aaltoilee paljon eli kovuus vaihtelee paljon ratapaikkojen välillä. Kaavion punainen ja sininen viiva kuvaavat väliä, jolle kovuusprofiiliin tulisi asettua. Epätasainen kovuusprofiili heikentää ajettavuutta ja näin ollen tuotannon tehokkuutta pituusleikkureilla. Kuluneet telat saattavat aiheuttaa myös esimerkiksi vanoja paperiin eli asiakasrullia saatetaan joutua hylkäämään pituusleikkureilla.

Vertailussa kiillotettavan lajin 82090 kovuusprofiilit (superkalanterit) ja kireysprofiilit (pituusleikkurit).

### 13.1.1 Kovuusprofiili Superkalanteri 1 laji 82090 kr -884, marraskuu 2023

Konerulla kr -884, kiillotettu 23.11.2023 (Calcoil)



Kaavio 18. Kovuusprofiili lajilla 82090 (23.11.2023), Online mittaus

Kovuusprofiili on tavoiterajojen sisällä, paitsi hoito- ja käyttöpuolen reunoista.

## 13.1.2 Kireysprofiiili Pituusleikkuri 1 laji 82090, marraskuu 2023

Konerulla kr -884, leikattu 23.11.2023 (Calcoil).

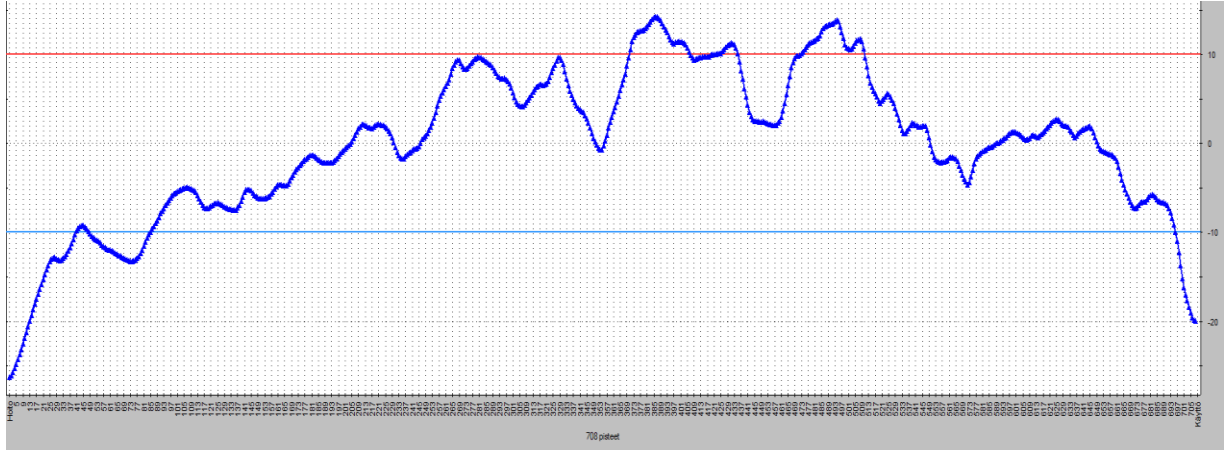


Kuva 12 Kireysprofiiili 82090 (23.11.2023)

Leikkurin nopeus oli leikkaushetkellä 1 669 m / min. Kireysprofiiili on muodoltaan kupera, niin että keskellä rataa on korkeammat kireydet kuin reunoissa. Täten kireysprofiiili oli hyvä ja leikkurin ajettavuus oli korkea.

### 13.1.3 Kovuusprofiili Superkalanteri 2 laji 82090, marraskuu 2023

Konerulla kr -883, kiillotettu 22.11.2023 (Calcoil)



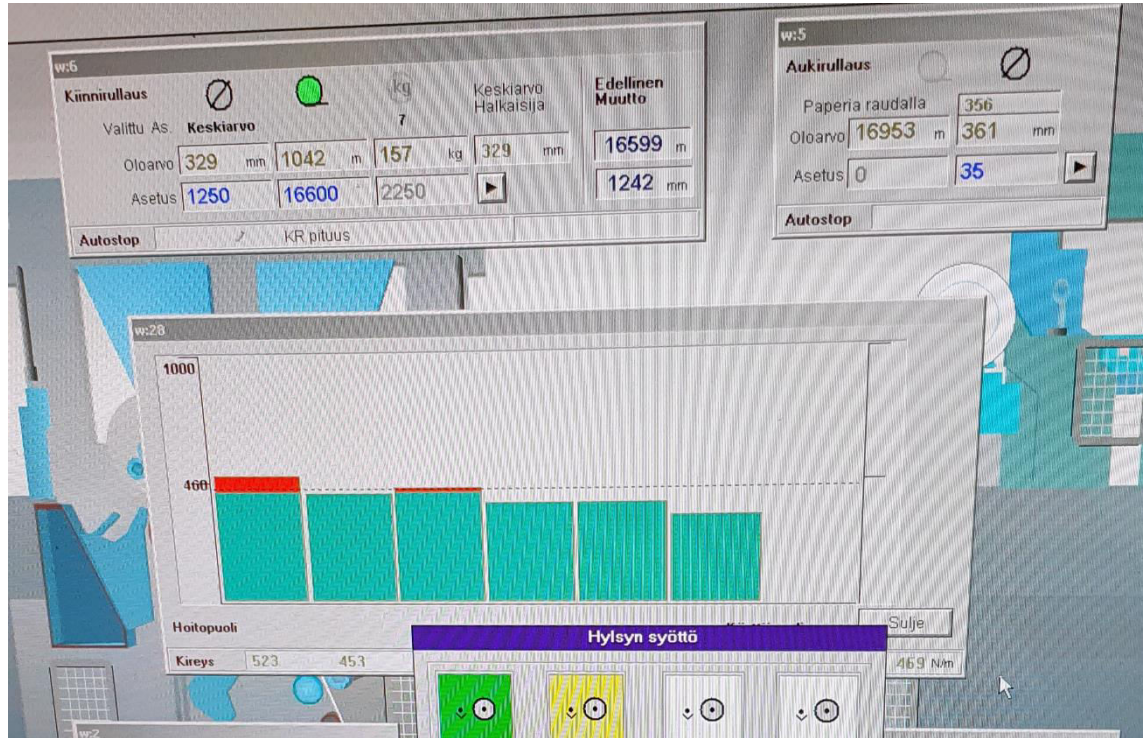
Kaavio 19. Kovuusprofiili lajilla 82090 (14.10.2023), Online mittaus

Kovuusprofiili on osittain tavoiterajojen sisällä, osittain ulkopuolella, mahdollisesti huonokuntoiset telat.



### 13.1.4 Kireysprofiili Pituusleikkuri 3 laji 82090 marraskuu 2023

Konerulla kr -883, leikattu 23.11.2023 (Calcoil)



Kuva 13 Kireysprofiili 82090 (23.11.2023)

Leikkurin nopeus oli leikkaushetkellä 1 004 m / min. Kireysprofiili on hoitupuolesta käyttöpuoleen laskeva. Profiilin muoto on epätasainen, hoitupuolen kireydet ovat korkeammalla kuin käyttöpuolen. Täten kireysprofiili ei ole paras mahdollinen ja laskee hiukan leikkurin ajettavuutta.

Yhteenvedona pituusleikkurilla ajettavuuden kannalta paras kireysprofiili on suora tai kupera, alaspäin oleva profiili. Näinollen pituusleikkurin nopeus saadaan mahdollisimman korkeaksi. Radan reunoilta epätasainen ja paksumpi kovuusprofiili laskee huomattavasti pituusleikkurin ajonopeutta eli tällaisia profiileita tulisi välttää. Vertailussa huomattiin, että hoito- tai käyttöpuolen reunasta paksumpi rata nostaa kireyksiä ja laskee ajonopeutta pituusleikkureilla. Mitä isompi paksuusero, sitä isompi nopeuden lasku.





## 14 PITUUSLEIKKURI KIREYSPROFIILIT LAJIT 82090, 84090 JA 8480

14.1.1 Kireysprofiiili Pituusleikkuri 1 laji 82090, marraskuu 2023

Konerulla kr -877, leikattu 23.11.2023 (ilman Calcoilia)

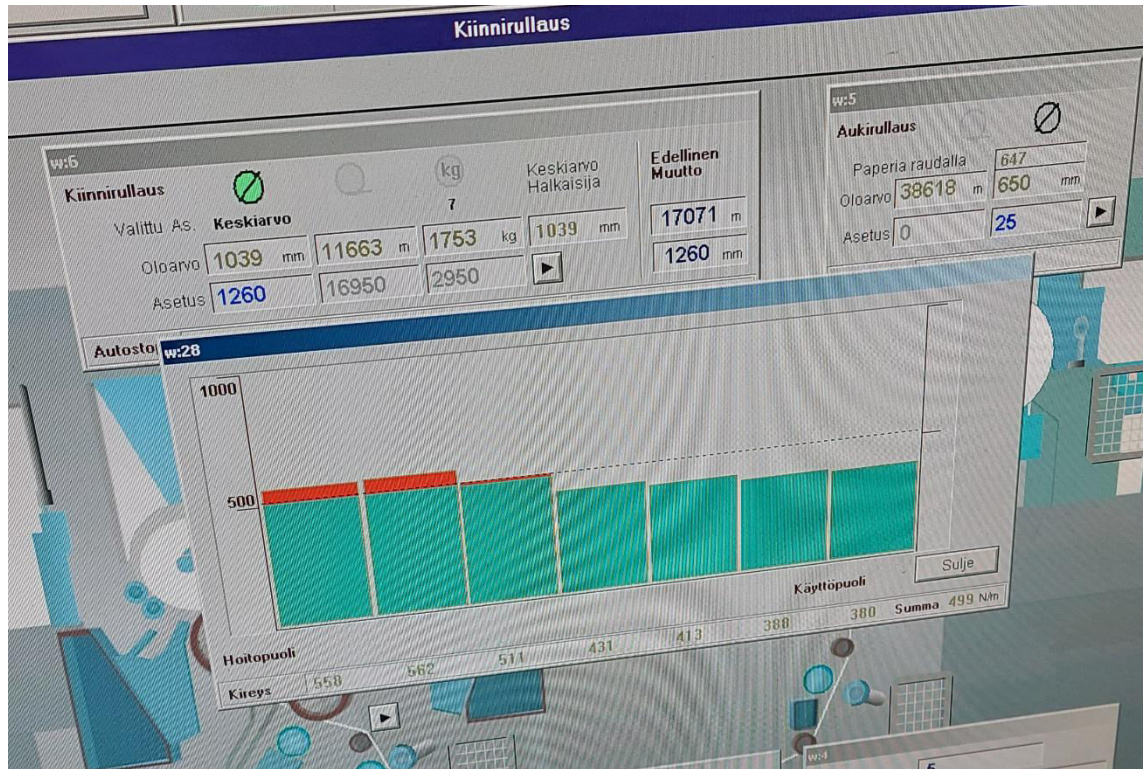


Kuva 14 Kireysprofiiili 82090 (23.11.2023)

Leikkurin nopeus oli leikkaushetkellä 624 m / min. Kireysprofiiili on hoitopuolesta käyttöpuoleen nouseva. Profiilin muoto on epätasainen, käyttöpuolen kireydet ovat huomattavasti korkeammat kuin hoitopuolella. Täten kireysprofiiili on huono ja laskee leikkurin ajettavuutta. Konerulla päällystetty ilman Calcoil-palkkia, joka selittää huonon kireysprofiiilin.

## 14.1.2 Kireysprofiiili Pituusleikkuri 3 laji 82090, huhtikuu 2024

Konerulla kr -465, leikattu 15.4.2024 (Calcoil)



Kuva 15 Kireysprofiiili 82090 (15.4.2024)

Leikkurin nopeus oli leikkaushetkellä 1 100 m / min. Kireysprofiiili on hoitopuolesta käyttöpuoleen laskeva. Profiilin muoto on epätasainen, hoitopuolen kireydet ovat korkeammalla kuin käyttöpuolen. Täten kireysprofiiili ei ole paras mahdollinen ja laskee hiukan leikkurin ajettavuutta.

## 14.1.3 Kireysprofiiili Pituusleikkuri 1 laji 84090, marraskuu 2023

Konerulla kr -002, leikattu 27.11.2023 (Calcoil)



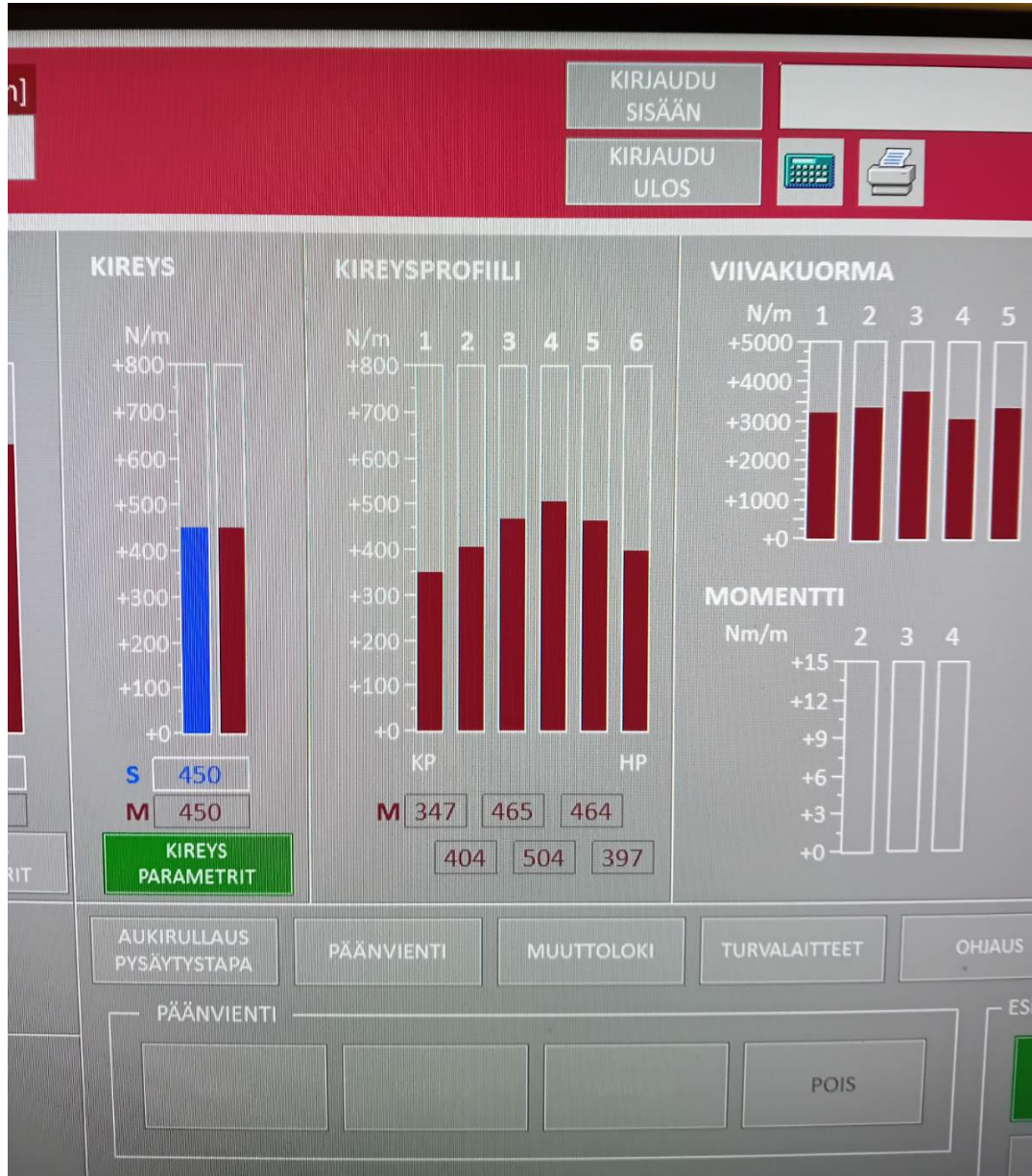
Kuva 16 Kireysprofiiili 84090 (27.11.2023)

Leikkurin nopeus oli leikkaushetkellä 1 564 m / min. Kireysprofiiili on muodoltaan kupera, niin että keskellä rataa on korkeammat kireydet kuin reunoissa. Profiilin muoto on tyypillinen mattalajeja leikattaessa. Täten kireysprofiiili oli hyvä ja leikkurin ajettavuus oli korkea.



## 14.1.4 Kireysprofili Pituusleikkuri 1 laji 84090, huhtikuu 2024

Konerulla kr -397, leikattu 13.4.2024 (Calcoil)

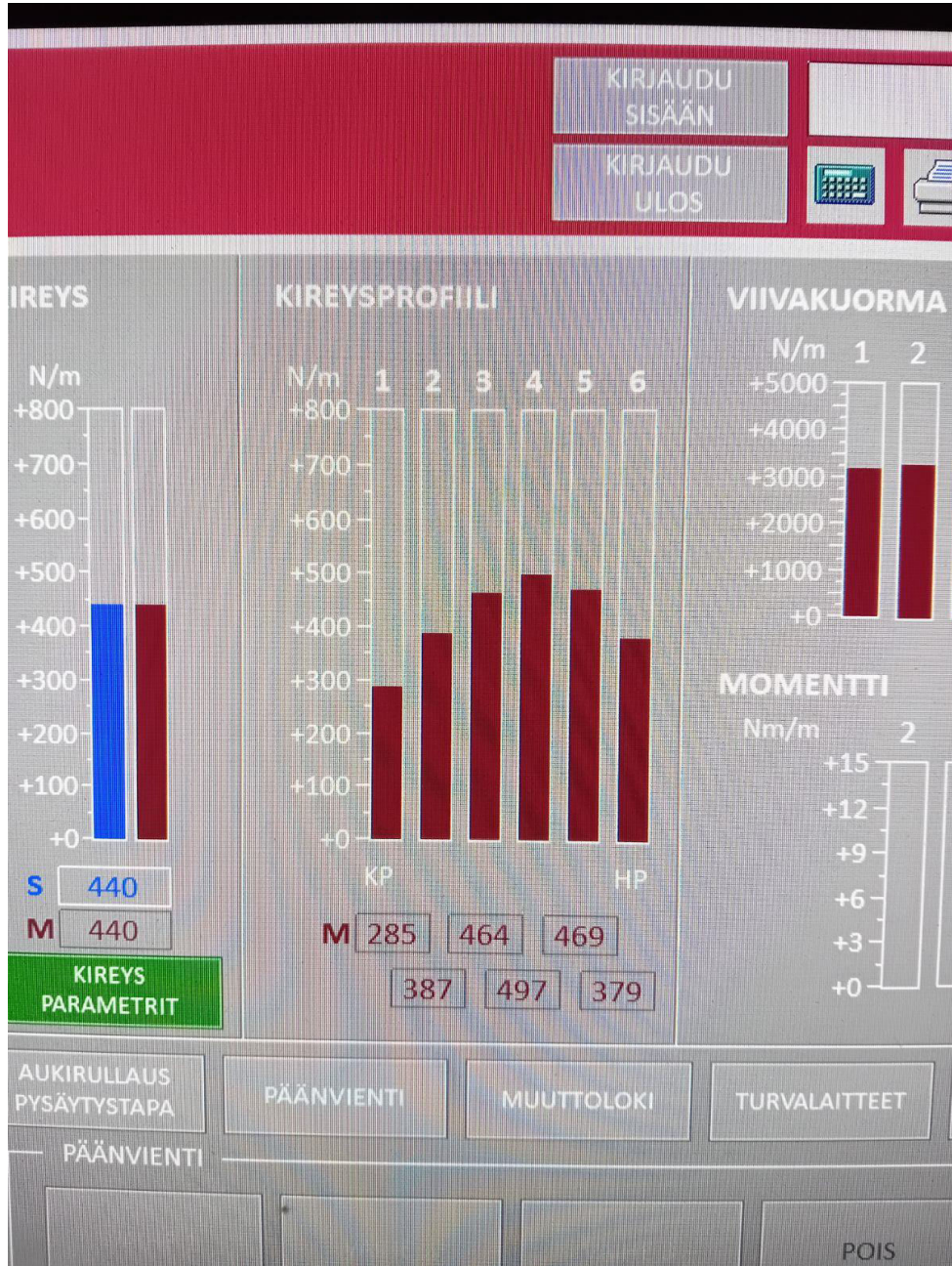


Kuva 17 Kireysprofili 84090 (13.4.2024)

Leikkurin nopeus ei ollut tiedossa kuvanottohetkellä. Kireysprofili on muodoltaan kupera, niin että keskellä rataa on korkeammat kireydet kuin reunoissa. Profiilin muoto on tyypillinen mattalajeja leikattaessa. Täten kireysprofili oli hyvä ja leikkurin ajettavuus oli korkea. Voidaan olettaa, että hyvästä profiilista päätellen leikkausnopeus on ollut noin 1 500 m / min.

## 14.1.5 Kireysprofiili Pituusleikkuri 1 laji 8480, huhtikuu 2024

Konerulla kr -540, leikattu 17.4.2024 (Calcoil)



Kuva 18 Kireysprofiili 8480 (17.4.2024)

Leikkurin nopeus ei ollut tiedossa kuvanottohetkellä. Kireysprofiili on muodoltaan kupera, niin että keskellä rataa on korkeammat kireydet kuin reunoissa. Profiilin muoto on tyypillinen mattalajeja leikattaessa. Täten kireysprofiili oli hyvä ja leikkurin ajettavuus

oli korkea. Voidaan olettaa, että hyvästä profiilista päätellen leikkausnopeus on ollut noin 1 500 m / min.

Yhteenvetona pituusleikkurilla ajettavuuden kannalta paras kireysprofiili on suora tai kupera, alaspäin oleva profiili. Näinollen pituusleikkurin nopeus saadaan mahdollisimman korkeaksi. Radan reunoilta epätasainen ja paksumpi kovuusprofiili laskee huomattavasti pituusleikkurin ajonopeutta eli tällaisia profiileita tulisi välttää. Vertailussa huomattiin, että hoito- tai käyttöpuolen reunasta paksumpi rata nostaa kireyksiä ja laskee ajonopeutta pituusleikkureilla. Mitä isompi paksuusero, sitä isompi nopeuden lasku.

Lajille 8480 ei saatu kireysprofiili dataa kuin yhdestä konerullasta, mutta kyseisen lajin kireysprofiilit ovat samankaltaisia kuin lajilla 84090.

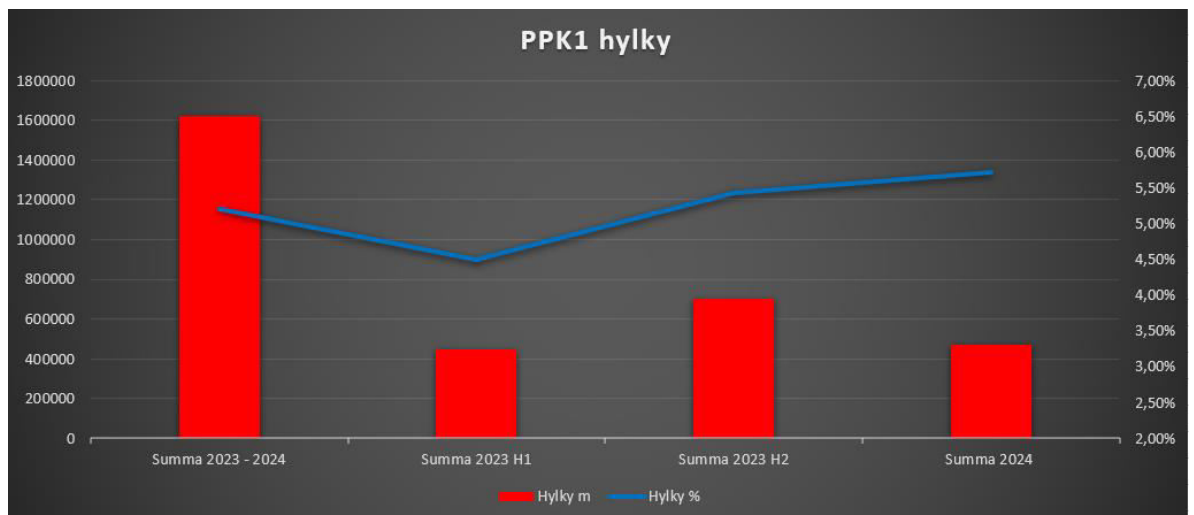
## 15 HYLKYSEURANTA

Hylkyseurannalla voidaan todentaa hyllyn määrää paperitehtaan eri osastoilla. Hylkyseurannassa seurattavia osastoja olivat tässä tapauksessa päällystyskone 1, superkalanterit 1–3 sekä pituusleikkurit 1, 3 ja 4. Hylkyseurannan avulla voidaan todentaa Calcoil-palkin käyttöönoton tuloksia ja vaikutuksia hylkymääriin. Hylkyseurannassa seurattavina lajeina olivat lajit 82090 sekä 84090. Kokonaishyllyn lisäksi seurannassa korostui pohjahyllyn määrä, johon Calcoil-palkki ja pehmeä pope vaikuttavat eniten.

### 15.1.1 Hylkyseuranta päällystyskone 1 kokonaishylky 82090

<b>82090</b>			
	Tuotanto m	Hylky m	Hylky %
Summa 2023 - 2024	31198229	1623365	5,20 %
Summa 2023 H1	9987103	448828	4,49 %
Summa 2023 H2	12979330	704262	5,43 %
Summa 2024	8231796	470275	5,71 %

Kaavio 20 Päällystyskone 1 hylkyseuranta (28.5.2024)



Kaavio 21 Päällystyskone 1 hylkyseuranta (28.5.2024)



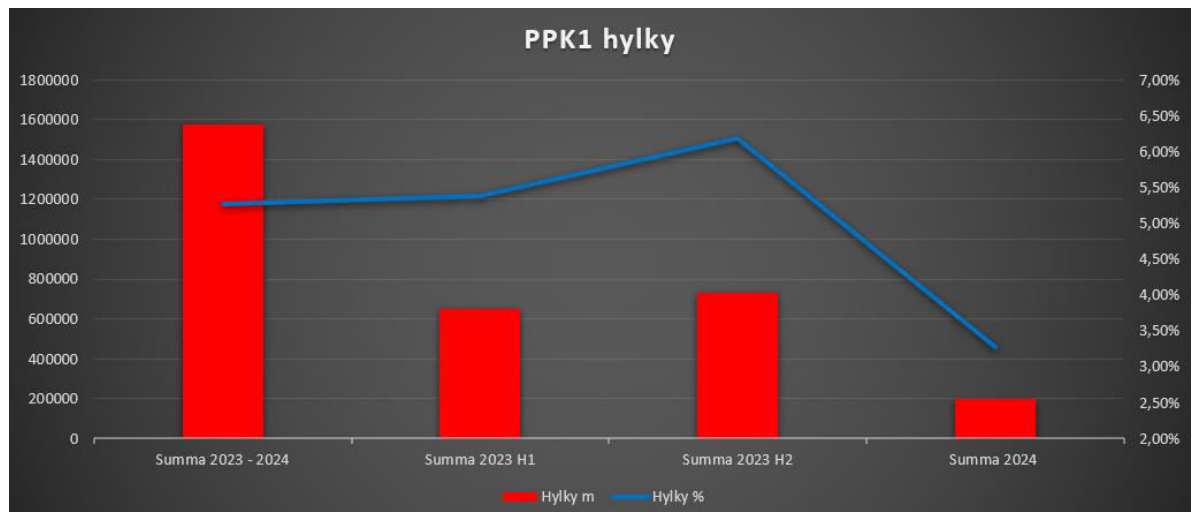
Lajilla 82090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa kokonaishylkyprosentti oli 4,49. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa kokonaishylkyprosentti oli 5,43. 2024 tammi-huhtikuussa kokonaishylkyprosentti oli 5,71. Koko seurannan ajalta kokonaishylkyprosentti oli 5,20.

Kokonaishylkyprosentti oli noussut lähes prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Nousutrendi oli jatkunut myös vuonna 2024.

### 15.1.2 Hylkyseuranta päällystyskone 1 kokonaishylky 84090

<b>84090</b>			
	Tuotanto m	Hylky m	Hylky %
Summa 2023 - 2024	29848823	1574345	5,27 %
Summa 2023 H1	12024513	647294	5,38 %
Summa 2023 H2	11802102	729902	6,18 %
Summa 2024	6022208	197149	3,27 %

### Kaavio 22 Päällystyskone 1 hylkyseuranta (28.5.2024)



### Kaavio 23 Päällystyskone 1 hylkyseuranta (28.5.2024)

Lajilla 84090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa kokonaishylkyprosentti oli 5,38. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa kokonaishylkyprosentti oli 6,18. 2024 tammi-

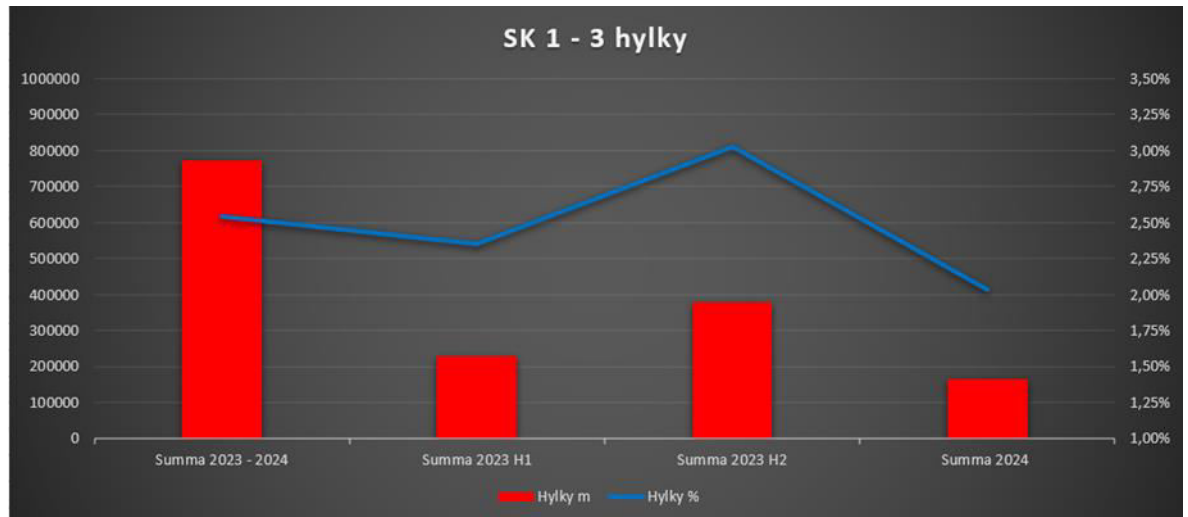
huhtikuussa kokonaishylkyprosentti oli 3,27. Koko seurannan ajalta kokonaishylkyprosentti oli 5,27.

Kokonaishylkyprosentti oli noussut lähes prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 kokonaishylyn määrä laski lähes kolme prosenttia Eli todella hyvää kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna.

## 15.1.3 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 kokonaishylky 82090

82090			
	Tuotanto m	Hylky m	Hylky %
Summa 2023 - 2024	30313466	771240	2,54 %
Summa 2023 H1	9743646	229221	2,35 %
Summa 2023 H2	12460083	377320	3,03 %
Summa 2024	8109737	164699	2,03 %

Kaavio 24 Superkalanterit 1–3 hylkyseuranta (28.5.2024)



Kaavio 25 Superkalanterit 1–3 hylkyseuranta (28.5.2024)

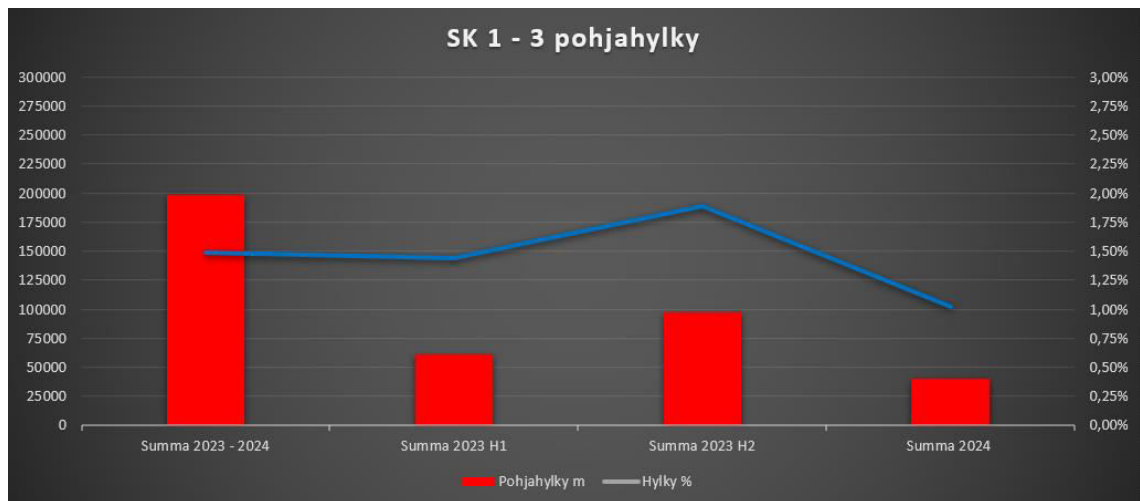
Lajilla 82090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa kokonaishylkyprosentti oli 2,35. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa kokonaishylkyprosentti oli 3,03. 2024 tammi-huhtikuussa kokonaishylkyprosentti oli 2,03. Koko seurannan ajalta kokonaishylkyprosentti oli 2,54.

Kokonaishylkyprosentti oli noussut lähes prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 kokonaishylkyn määrä laski prosentin verran eli todella kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, kokonaishylkyprosentti lähti laskemaan eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät superkalantereilla.

## 15.1.4 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 pohjahylky 82090

82090			
	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %
Summa 2023 - 2024	13281660	197809	1,49 %
Summa 2023 H1	4237050	61109	1,44 %
Summa 2023 H2	5153865	97100	1,88 %
Summa 2024	3890745	39600	1,02 %

## Kaavio 26 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 (28.5.2024)



## Kaavio 27 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 (28.5.2024)

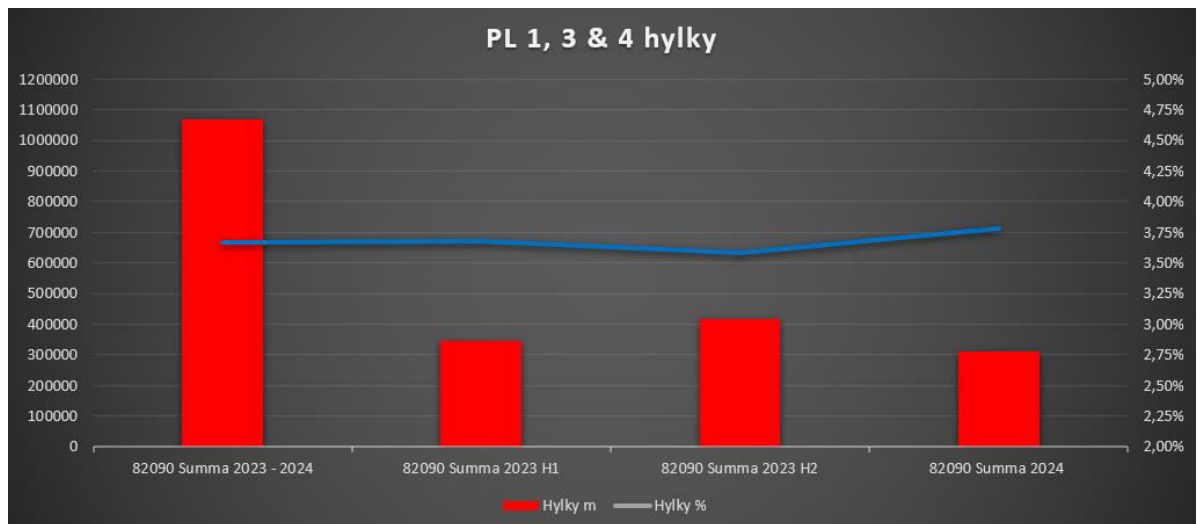
Lajilla 82090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa pohjahylkyprosentti oli 1,44. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa pohjahylkyprosentti oli 1,88. 2024 tammi-huhtikuussa pohjahylkyprosentti oli 1,02. Koko seurannan ajalta pohjahylkyprosentti oli 1,49.

Pohjahylkyprosentti oli noussut 0,44 prosenttia 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 pohjahyllyn määrä laski 0,86 prosentin verran eli hyvää kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, pohjahylkyprosentti lähti laskemaan eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät superkalantereilla.

## 15.1.5 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 kokonaishylky 82090

82090			
	Tuotanto m	Hylky m	Hylky %
82090 Summa 2023 - 2024	29152185	1069070	3,67 %
82090 Summa 2023 H1	9358284	343955	3,68 %
82090 Summa 2023 H2	11602195	415075	3,58 %
82090 Summa 2024	8191706	310040	3,78 %

Kaavio 28 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hylkyseuranta (28.5.2024)



Kaavio 29 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hylkyseuranta (28.5.2024)

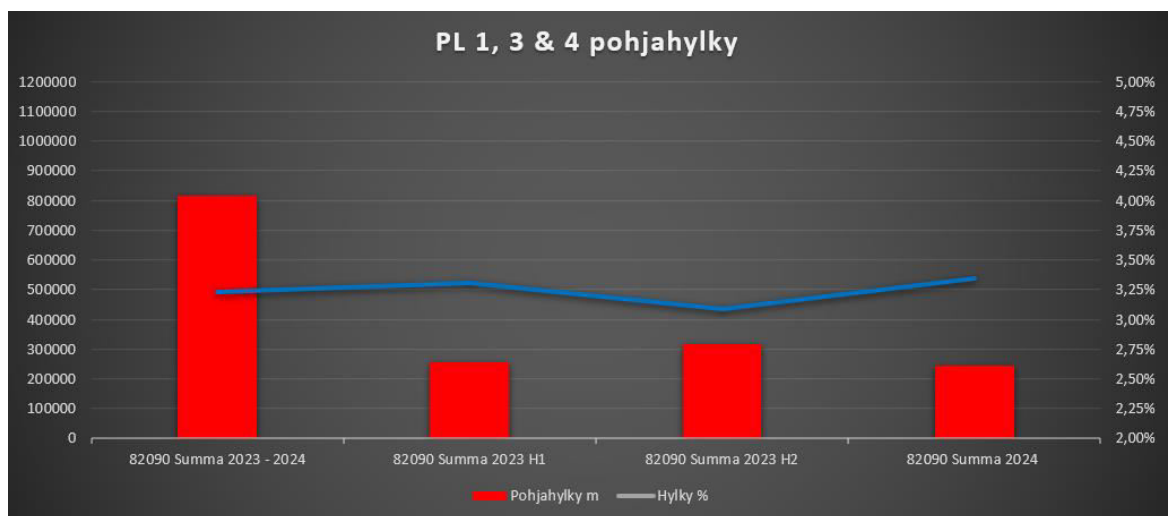
Lajilla 82090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa kokonaishylkyprosentti oli 3,68. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa kokonaishylkyprosentti oli 3,58. 2024 tammi-huhtikuussa kokonaishylkyprosentti oli 3,78. Koko seurannan ajalta kokonaishylkyprosentti oli 3,67.

Kokonaishylkyprosentti oli laskenut 0,10 prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 kokonaishylkyn määrä nousi 0,10 prosentin verran eli pientä negatiivista kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, kokonaishylkyprosentti nousi hiukan eli Calcoil-palkin hyödyt eivät näy pituusleikkureilla.

## 15.1.6 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 pohjahylky 82090

82090			
	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %
82090 Summa 2023 - 2024	25241064	814844	3,23 %
82090 Summa 2023 H1	7699463	254545	3,31 %
82090 Summa 2023 H2	10288266	318015	3,09 %
82090 Summa 2024	7253335	242284	3,34 %

Kaavio 30 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 (28.5.2024)



Kaavio 31 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 (28.5.2024)

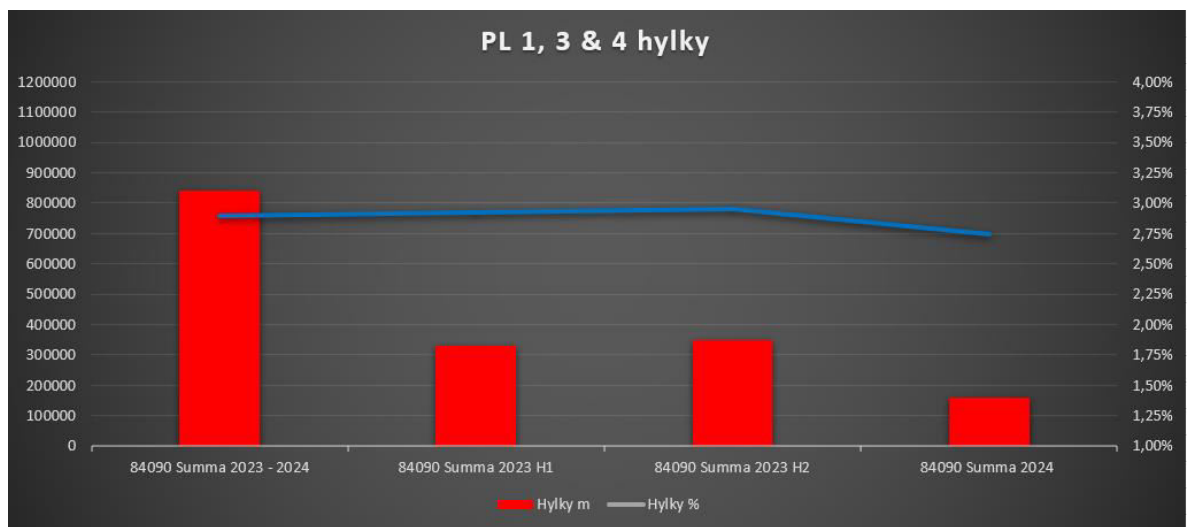
Lajilla 82090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa pohjahylkyprosentti oli 3,31. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa pohjahylkyprosentti oli 3,09. 2024 tammi-huhtikuussa pohjahylkyprosentti oli 3,34. Koko seurannan ajalta pohjahylkyprosentti oli 3,23.

Pohjahylkyprosentti oli laskenut 0,22 prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 pohjahyllyn määrä nousi 0,25 prosentin verran Eli negatiivista kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, pohjahylkyprosentti nousi hiukan eli Calcoil-palkin hyödyt eivät näy pituusleikkureilla.

## 15.1.7 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 kokonaishylky 84090

84090			
	Tuotanto m	Hylky m	Hylky %
84090 Summa 2023 - 2024	29015960	840496	2,90 %
84090 Summa 2023 H1	11331542	331329	2,92 %
84090 Summa 2023 H2	11831960	348759	2,95 %
84090 Summa 2024	5852458	160408	2,74 %

## Kaavio 32 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 (28.5.2024)



## Kaavio 33 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 (28.5.2024)

Lajilla 84090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa kokonaishylkyprosentti oli 2,92. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa kokonaishylkyprosentti oli 2,95. 2024 tammi-huhtikuussa kokonaishylkyprosentti oli 2,74. Koko seurannan ajalta kokonaishylkyprosentti oli 2,90.

Kokonaishylkyprosentti oli noussut 0,03 prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 kokonaishylkyn määrä laski 0,21 prosentin verran eli positiivista kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, kokonaishylkyprosentti lähti hiukan laskemaan eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät pituusleikkureilla.

Lajien 82090 ja 84090 kokonaishylkymäärän kehitystä pituusleikkureilla verrattaessa huomataan, että superkalanterilla kiillotettavan lajin 82090 kokonaishylkymäärä on

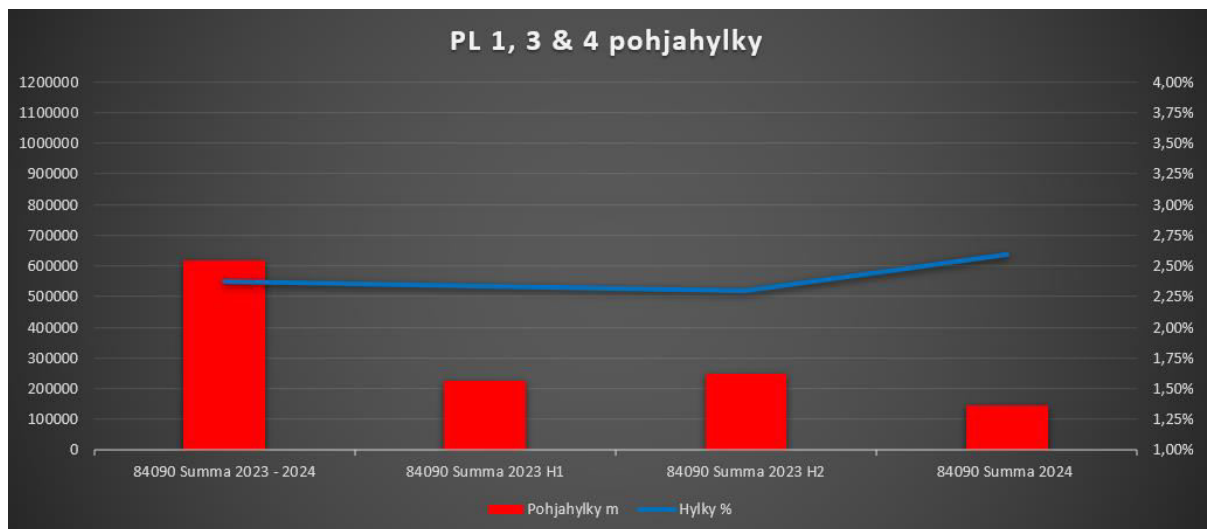
suurempi kuin mattalajilla 84090. Lajilla 82090 Calcoil-palkin vaikutus kokonaishylkymäärään on negatiivinen, kun taas lajilla 84090 Calcoil-palkin vaikutus kokonaishylkymäärään on positiivinen. Kiillotettavalla lajilla 82090 näkyy kuitenkin kokonaishylkymäärän laskua superkalanterilla eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät siellä.



## 15.1.8 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 pohjahylky 84090

84090			
	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %
84090 Summa 2023 - 2024	26009387	617742	2,38 %
84090 Summa 2023 H1	9696058	226641	2,34 %
84090 Summa 2023 H2	10707706	245846	2,30 %
84090 Summa 2024	5605623	145255	2,59 %

Kaavio 34 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 (28.5.2024)



Kaavio 35 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 (28.5.2024)

Lajilla 84090 vuonna 2023 H1:lla eli tammi-kesäkuussa pohjahylkyprosentti oli 2,34. 2023 H2:lla eli heinä-joulukuussa pohjahylkyprosentti oli 2,30. 2024 tammi-huhtikuussa pohjahylkyprosentti oli 2,38. Koko seurannan ajalta pohjahylkyprosentti oli 2,38.

Pohjahylkyprosentti oli laskenut 0,04 prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 pohjahylkyn määrä nousi 0,29 prosentin verran Eli negatiivista kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, pohjahylkyprosentti nousi hiukan eli Calcoil-palkin hyödyt eivät näy pituusleikkureilla.

Lajien 82090 ja 84090 pohjahylkymäärän kehitystä pituusleikkureilla verrattaessa huomataan, että superkalanterilla kiillotettavan lajin 82090 pohjahylkymäärä on suurempi kuin mattalajilla 84090. Lajilla 82090 Calcoil-palkin vaikutus pohjahylkymäärään on negatiivinen, kuin myös lajilla 84090 Calcoil-palkin vaikutus

pohjahylkymäärään on negatiivinen. Kiillotettavalla lajilla 82090 näkyy kuitenkin pohjahylkymäärän laskua superkalanterilla eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät siellä.

## 16 POTENTIAALINEN TALOUDELLINEN HYÖTY

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että Calcoil-palkin käyttöönotolla saavutetaan taloudellista hyötyä. Tulosten otanta on kuitenkin aika lyhyt eli 16 kuukautta, tarkemman taloudellisen hyödyn määrittäminen vaatisi pidemmän otannan. Calcoil-palkin käyttöönotto on yksi monista tekijöistä, jotka vaikuttavat tuotannon tuottavuuteen. Saatujen tulosten perusteella näyttää kuitenkin siltä, että otannan ajalta saadaan vähennettyä hyllyn määrää superkalantereilla sekä pituusleikkureilla ja sitä kautta kustannussäästöjä ja tuottavuuden nousua.

Kustannuslaskelmassa on käytetty hypoteettisia lukuja (tuotto, kustannus ja kate), sillä todellisia lukuja ei julkaista liikesalaisuuden takia. Eli laskelmat kertovat kuvitteellisen / potentiaalisen hyödyn ja kustannussäästön.

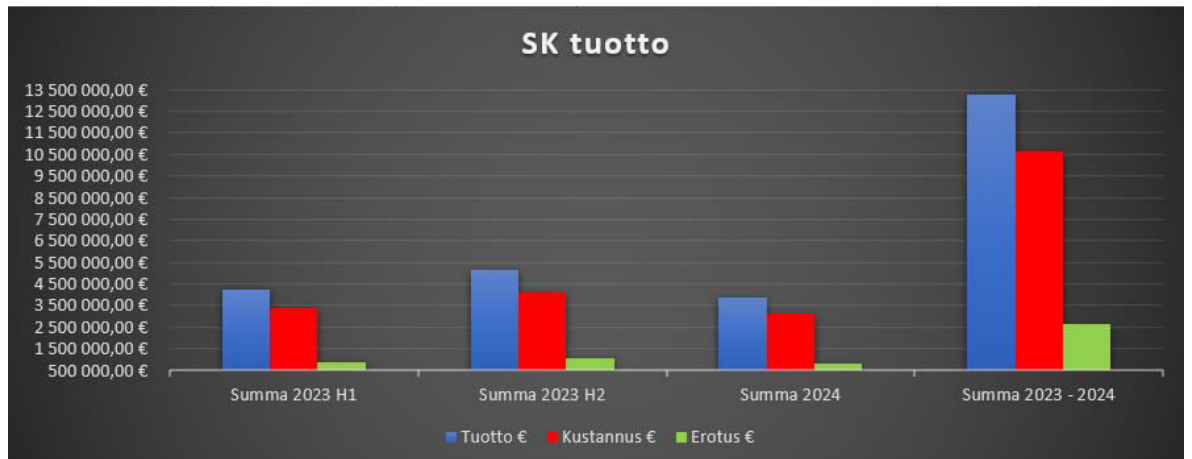
### 16.1.1 Potentiaalinen taloudellinen hyöty superkalantereilla lajilla 82090

82090	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %	KA tuotanto
Summa 2023 H1	4237050	61109	1,44 %	706175
Summa 2023 H2	5153865	97100	1,88 %	858978
Summa 2024	3890745	39600	1,02 %	972686
Summa 2023 - 2024	13281660	197809	1,49 %	830104

### Kaavio 36 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)

Tuotto / m (€)	1,00 €			
Kustannus / m (€)	0,800 €			
Kate (%)	20,00 %			
	Tuotanto m SK:t	Tuotto €	Kustannus €	Erotus €
Summa 2023 H1	4237050	4 237 050,00 €	3 389 640,00 €	847 410,00 €
Summa 2023 H2	5153865	5 153 865,00 €	4 123 092,00 €	1 030 773,00 €
Summa 2024	3890745	3 890 745,00 €	3 112 596,00 €	778 149,00 €
Summa 2023 - 2024	13281660	13 281 660,00 €	10 625 328,00 €	2 656 332,00 €
KA	830104	830 103,75 €	664 083,00 €	166 020,75 €

### Kaavio 37 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)

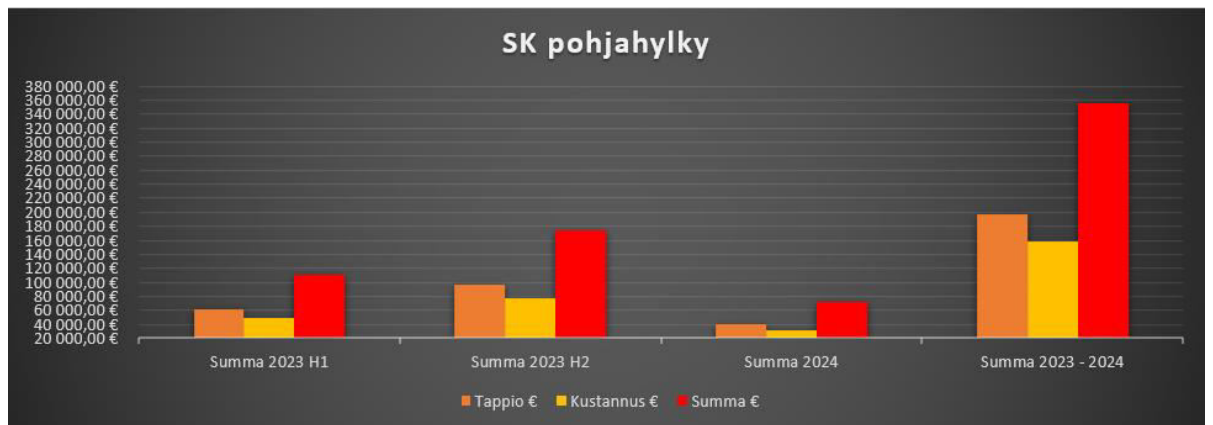


Kaavio 38 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen tuottavuus nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen tuottavuus hiukan laski.

Tappio / m	1,00 €			
Kustannus / m	0,800 €			
Kate %	20,00 %			
	Pohjahylky m SK:t	Tappio €	Kustannus €	Summa €
Summa 2023 H1	<b>61109</b>	61 109,00 €	48 887,20 €	109 996,20 €
Summa 2023 H2	<b>97100</b>	97 100,00 €	77 680,00 €	174 780,00 €
Summa 2024	<b>39600</b>	39 600,00 €	31 680,00 €	71 280,00 €
Summa 2023 - 2024	<b>197809</b>	197 809,00 €	158 247,20 €	356 056,20 €
KA	<b>12363,06</b>	<b>12 363,06 €</b>	<b>9 890,45 €</b>	<b>22 253,51 €</b>

Kaavio 39 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)

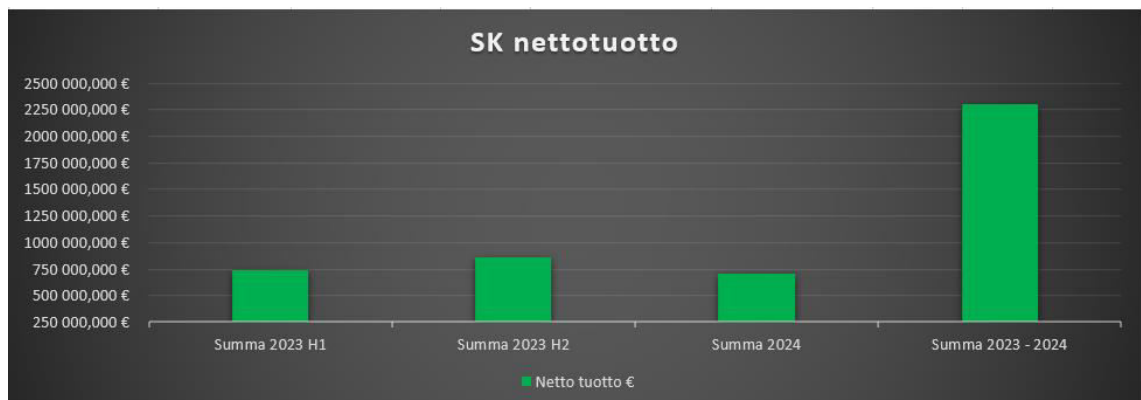


Kaavio 40 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen tuotantokustannus nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen tuotantokustannus hiukan laski.

	Netto tuotto €
Summa 2023 H1	737 413,800 €
Summa 2023 H2	855 993,000 €
Summa 2024	706 869,000 €
Summa 2023 - 2024	2 300 275,800 €
KA	143 767,24 €

Kaavio 41 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)



Kaavio 42 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen nettotuotto nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen nettotuotto hiukan laski.

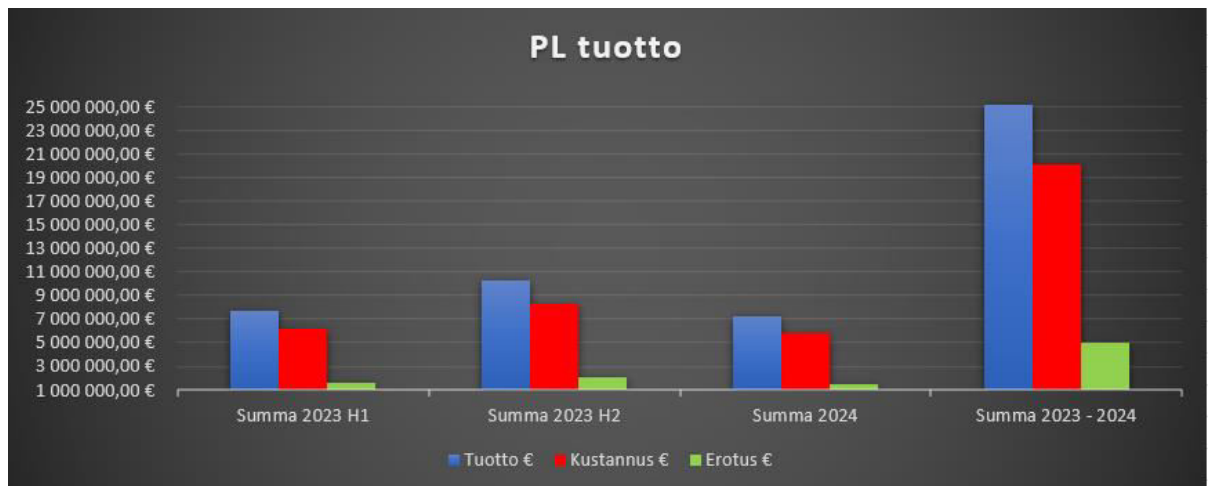
## 16.1.2 Potentiaalinen taloudellinen hyöty pituusleikkureilla lajilla 82090

82090	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %	KA tuotanto
Summa 2023 H1	7699463	254545	3,31 %	1283244
Summa 2023 H2	10288266	318015	3,09 %	1714711
Summa 2024	7253335	242284	3,34 %	1813334
Summa 2023 - 2024	25241064	814844	3,23 %	1577567

## Kaavio 43 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Tuotto / m (€)	1,00 €			
Kustannus / m (€)	0,800 €			
Kate (%)	20,00 %			
	Tuotanto m PL:t	Tuotto €	Kustannus €	Erotus €
Summa 2023 H1	7699463	7 699 463,00 €	6 159 570,40 €	1 539 892,60 €
Summa 2023 H2	10288266	10 288 266,00 €	8 230 612,80 €	2 057 653,20 €
Summa 2024	7253335	7 253 335,00 €	5 802 668,00 €	1 450 667,00 €
Summa 2023 - 2024	25241064	25 241 064,00 €	20 192 851,20 €	5 048 212,80 €
KA	1577567	1 577 566,50 €	1 262 053,20 €	315 513,30 €

## Kaavio 44 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

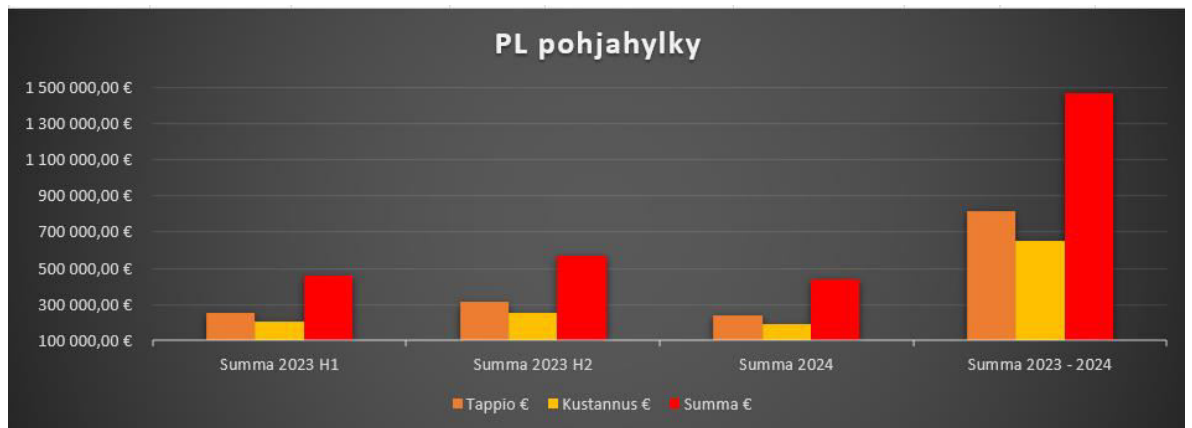


## Kaavio 45 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen tuottavuus nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen tuottavuus hiukan laski.

Tappio / m	1,00 €			
Kustannus / m	0,800 €			
Kate %	20,00 %			
	Pohjahylky m PL:t	Tappio €	Kustannus €	Summa €
Summa 2023 H1	<b>254545</b>	254 545,00 €	203 636,00 €	458 181,00 €
Summa 2023 H2	<b>318015</b>	318 015,00 €	254 412,00 €	572 427,00 €
Summa 2024	<b>242284</b>	242 284,00 €	193 827,20 €	436 111,20 €
Summa 2023 - 2024	<b>814844</b>	814 844,00 €	651 875,20 €	1 466 719,20 €
KA	<b>50927,75</b>	<b>50 927,75 €</b>	<b>40 742,20 €</b>	<b>91 669,95 €</b>

Kaavio 46 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)



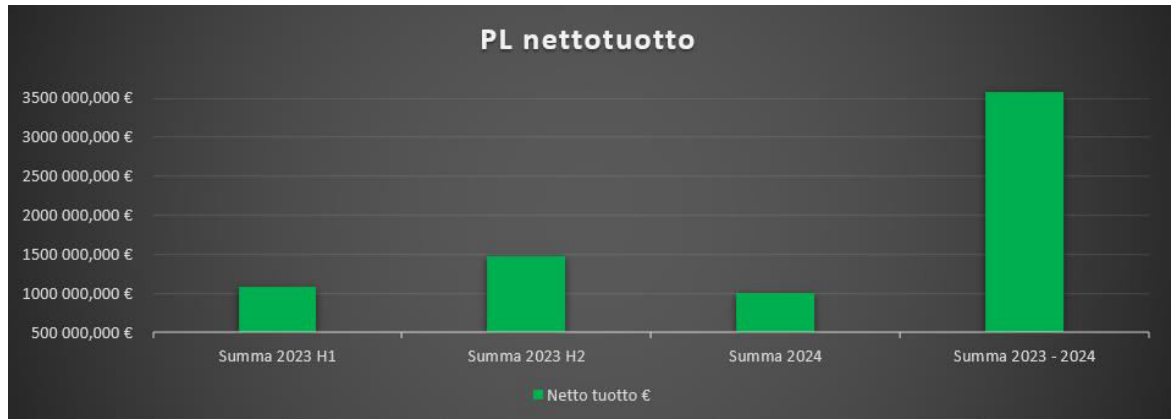
Kaavio 47 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen tuotantokustannus nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen tuotantokustannus hiukan laski.

	Netto tuotto €
Summa 2023 H1	<b>1 081 711,600 €</b>
Summa 2023 H2	<b>1 485 226,200 €</b>
Summa 2024	<b>1 014 555,800 €</b>
Summa 2023 - 2024	<b>3 581 493,600 €</b>
KA	<b>223 843,35 €</b>

Kaavio 48 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)





Kaavio 49 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen nettotuotto nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen nettotuotto hiukan laski.

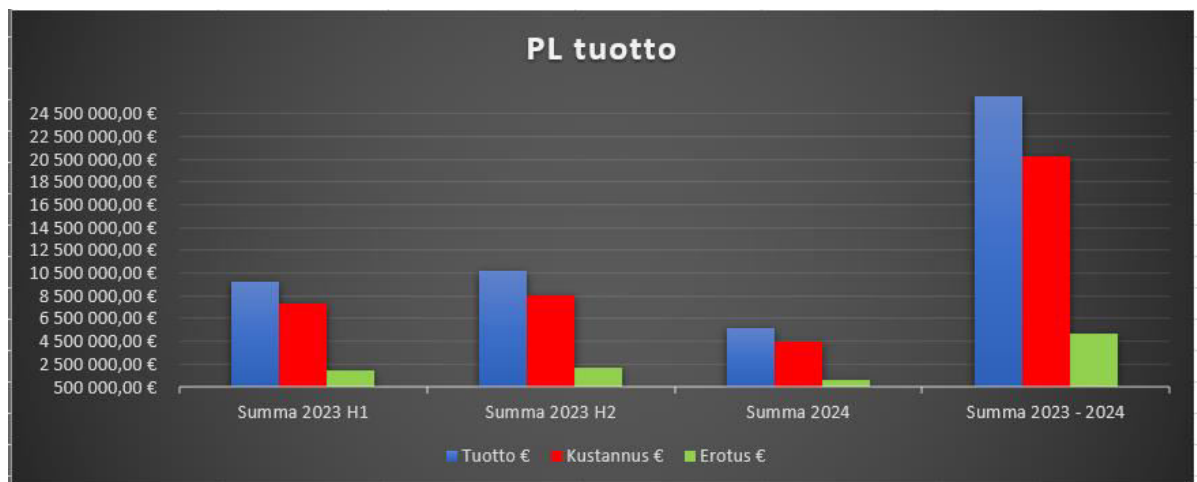
## 16.1.3 Potentiaalinen taloudellinen höyty pituusleikkureilla lajilla 84090

84090	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %	KA tuotanto
Summa 2023 H1	9696058	226641	2,34 %	1616010
Summa 2023 H2	10707706	245846	2,30 %	1784618
Summa 2024	5605623	145255	2,59 %	1401406
Summa 2023 - 2024	26009387	617742	2,38 %	1625587

## Kaavio 50 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Tuotto / m (€)	1,00 €			
Kustannus / m (€)	0,800 €			
Kate (%)	20,00 %			
	Tuotanto m PL:t	Tuotto €	Kustannus €	Erotus €
Summa 2023 H1	9696058	9 696 058,00 €	7 756 846,40 €	1 939 211,60 €
Summa 2023 H2	10707706	10 707 706,00 €	8 566 164,80 €	2 141 541,20 €
Summa 2024	5605623	5 605 623,00 €	4 484 498,40 €	1 121 124,60 €
Summa 2023 - 2024	26009387	26 009 387,00 €	20 807 509,60 €	5 201 877,40 €
KA	1625587	1 625 586,69 €	1 300 469,35 €	325 117,34 €

## Kaavio 51 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

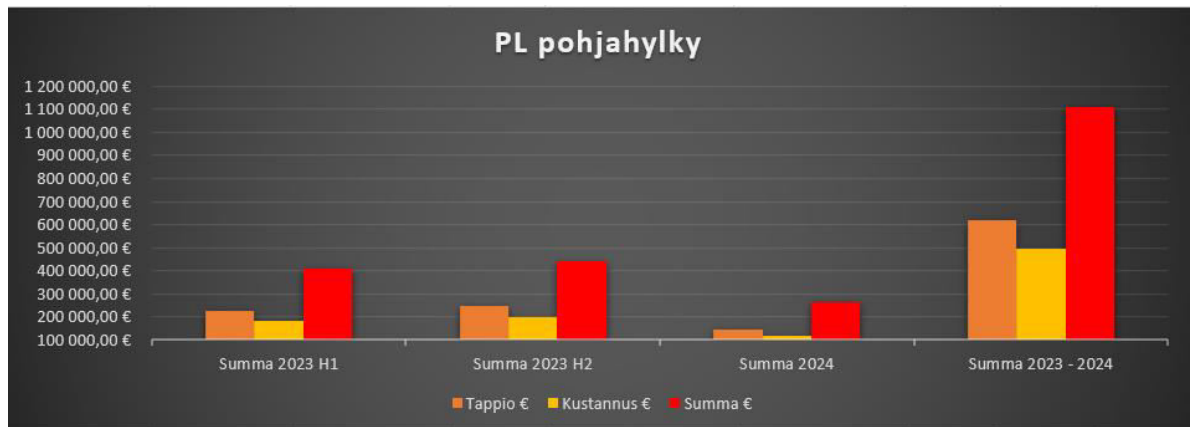


## Kaavio 52 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen tuottavuus nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen tuottavuus hiukan laski.

Tappio / m	1,00 €			
Kustannus / m	0,800 €			
Kate %	20,00 %			
	Pohjahylky m PL:t	Tappio €	Kustannus €	Summa €
Summa 2023 H1	<b>226641</b>	226 641,00 €	181 312,80 €	407 953,80 €
Summa 2023 H2	<b>245846</b>	245 846,00 €	196 676,80 €	442 522,80 €
Summa 2024	<b>145255</b>	145 255,00 €	116 204,00 €	261 459,00 €
Summa 2023 - 2024	<b>617742</b>	617 742,00 €	494 193,60 €	1 111 935,60 €
KA	<b>38608,88</b>	<b>38 608,88 €</b>	<b>30 887,10 €</b>	<b>69 495,98 €</b>

Kaavio 53 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

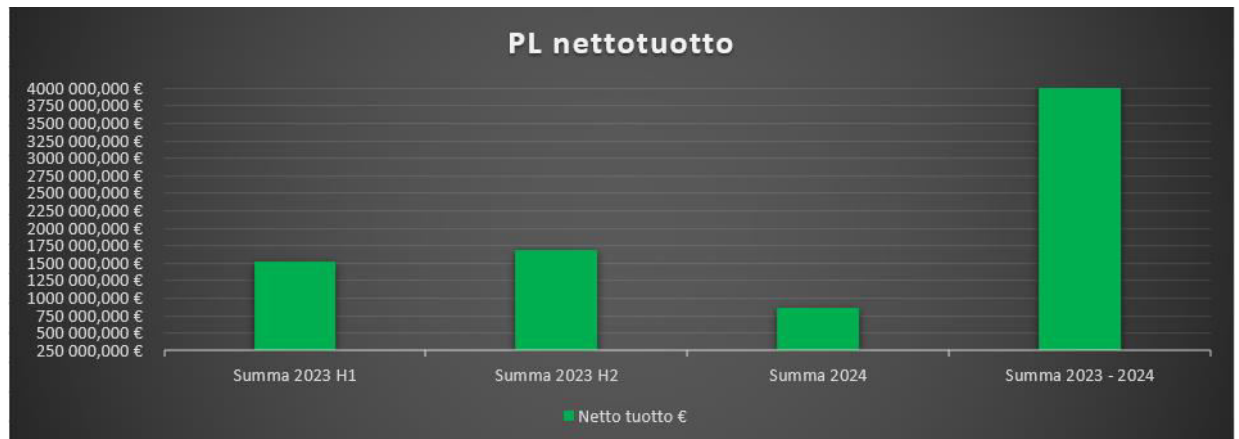


Kaavio 54 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen tuotantokustannus nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen tuotantokustannus hiukan laski.

	Netto tuotto €
Summa 2023 H1	1 531 257,800 €
Summa 2023 H2	1 699 018,400 €
Summa 2024	859 665,600 €
Summa 2023 - 2024	4 089 941,800 €
KA	255 621,36 €

Kaavio 55 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)



Kaavio 56 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)

Potentiaalinen nettotuotto nousi verrattaessa 2023 H1 ja 2023 H2. 2024 potentiaalinen nettotuotto hiukan laski.

Potentiaalisen hyötylaskelman perusteella voidaan todeta, että Calcoil-palkin ansiosta saaduilla kustannussäästöillä tulee taloudellista hyötyä. Isojen volyymien ansiosta sekä pitkällä aikavälillä tarkastellessa potentiaalinen taloudellinen hyöty nousee suureksi. Käytetyt summat ovat kuitenkin hypoteettisia eli todellista taloudellista hyötyä saada tässä selville. Kuitenkin pitkällä aikavälillä saadaan varmasti taloudellista hyötyä.

## 17 JOHTOPÄÄTÖKSET

Calcoil-palkin käyttöönotossa oli paljon erilaisia teknisiä haasteita, jotka viivästyttivät sen käyttöönottoa. Haasteina olivat muun muassa palkin ylikuumeneminen ja lämpölaajeneminen, erilaiset ohjelmisto- / yhteysongelmat sekä palkin epätasainen lämpeneminen. Lukuisten haasteiden jälkeen Päälystyskone 1:sen kalanterin Calcoil-palkin induktiolämmitys saatiin kuitenkin toimimaan halutulla tavalla eli paksuusprofiilisäätö tapahtuu paksuusprofiiliarvojen mukaisesti. Tässäkin käyttöönotossa huomattiin, että uusien lisäosien implementointi jo olemassa oleviin tuotantolaitteisiin ei ole ihan yksinkertaista ja mutkatonta.

### 17.1.1 Saavutetut tulokset päälystyskone 1

Lyhyen otannan ja koeajojen perusteella kalanterin Calcoil-palkilla saadaan tasoitettua päälystetyn paperin paksuusprofiilia. Onlinemittauksissa on selkeä ero, kun verrataan ennen kalanterin Calcoilia päälystettyjen konerullien paksuusprofiileja ja kalanterin Calcoilin kanssa päälystettyjä konerullien paksuusprofiileja.

Syys-lokakuussa, päälystyskone 1:lla otettiin kalanterin Calcoil-palkki käyttöön aluksi tasalämmityksellä eli palkki lämmittää paperirataa joka kohdasta saman verran. Jo alkuvaiheessa paksuusprofiili näyttää parantuneen verrattuna ilman kalanterin Calcoil-palkkia päälystettyjen konerullien paksuusprofiileihin.

Maalis-huhtikuussa, kun päälystyskone 1:lla alettiin säätämään kalanterin Calcoil-palkin induktiolämmitystä paksuusprofiilimittauksen arvojen perusteella, saatiin selkeitä parannuksia paksuusprofiiliin. Profiili näyttää koko radan leveydeltä tasaiselta ja lähes yhtä paksulta.

Hylkymäärissä oli pientä nousua Calcoil-palkin käyttöönoton jälkeen, varsinkin vuonna 2024. kun Calcoil-palkkia alettiin säätämään paksuusprofiilimittauksen arvojen perusteella. Hylkymäärään vaikuttaa toki monet eri tekijät, eikä voi varmaksi sanoa Calcoil-palkin vaikutusta tähän.

Yhteenvedona voidaan todeta, että Calcoil-palkilla saatiin säädettyä paksuusprofiilia tasaisemmaksi, varsinkin vuonna 2024, kun Calcoil-palkki saatiin paksuusprofiilimittauksen arvojen perustella säädettäväksi. Eli päälystyskone 1:lla

kalanterin Calcoil-palkista on paljon hyötyä paksuusprofiilin säädössä. Lajikohtaisia eroja ei juurikaan esiintynyt.

### 17.1.2 Saavutetut tulokset superkalanterit 1–3

Calcoil-palkilla saadaan tasoitettua paksuusprofiilia, mikä ehkäisee telojen kulumista superkalantereilla sekä tasoittaa myös superkalanterin kovuusprofiileja. Reunoista paksumpi paperirata kuluttaa superkalanterin telojen reunoja ja näin ollen lisää telojen vaihtoja.

Kokonaishylkyprosentti oli noussut lähes prosentin verran 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 kokonaishylyn määrä laski prosentin verran Eli todella kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, kokonaishylkyprosentti lähti laskemaan eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät superkalantereilla.

Pohjahylkyprosentti oli noussut 0,44 prosenttia 2023 H1 ja H2 verrattaessa. Vuonna 2024 pohjahylyn määrä laski 0,86 prosentin verran Eli hyvää kehitystä vuonna 2024 vuoden 2023 H1 ja H2 verrattuna. Näyttäisi, että vuonna 2024 Calcoil-palkkia operaattori lähtöisesti ajettaessa, pohjahylkyprosentti lähti laskemaan eli Calcoil-palkin hyödyt näkyvät superkalantereilla.

82090	Tuotanto m	KA tuotanto	Muutos	KA muutos
Summa 2023 H1	4237050	706175	0	0
Summa 2023 H2	5153865	858978	916815	152803
Summa 2024	3890745	972686	-1263120	113709
Summa 2023 - 2024	13281660	830104		

Kaavio 57 Hyötylaskenta SK 82090 tuotanto (30.5.2024)

Lajilla 82090 Vuonna 2023 H1 keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 706 175 metriä. Vuonna 2023 H2 keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 858 978 metriä. Vuonna 2024 tammi-huhtikuussa keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 972 686 metriä. Eli Calcoil-palkin käytön aikana tuotantomäärät ovat nousseet, ainakin osittain Calcoil-palkin hyötyjen ansiosta. 2024 ja 2023 H2 verrattaessa kokonaistuotanto metrit vähemmät, koska tuotantoaika lyhyempi (2024 neljä kuukautta ja 2023 H2 kuusi kuukautta).

Calcoil-palkin hyödyt näkyvät superkalantereilla vähäisempinä telan vaihtoina, tasaisempina kovuusprofiilina sekä vähentyneenä hylyn määränä. Superkalanterin ajonopeuteen Calcoil-palkki ei tuo hyötyä, ajonopeus pysyi samana.

### 17.1.3 Saavutetut tulokset pituusleikkurit 1, 3 ja 4

Pituusleikkurilla ajettavuuden kannalta paras kireysprofiili on suora tai kupera, alaspäin oleva profiili. Näin ollen pituusleikkurin nopeus saadaan mahdollisimman korkeaksi. Radan reunoilta epätasainen ja paksumpi kovuusprofiili laskee huomattavasti pituusleikkurin ajonopeutta eli tällaisia profiileita tulisi välttää. Vertailussa huomattiin, että hoito- tai käyttöpuolen reunasta paksumpi rata nostaa kireyksiä ja laskee ajonopeutta pituusleikkureilla. Mitä isompi paksuusero, sitä isompi nopeuden lasku. Lajikohtaisia eroja ei juurikaan esiintynyt.

Lajien 82090 ja 84090 kokonaishylkymäärän kehitystä pituusleikkureilla verrattaessa huomataan, että superkalanterilla kiillotettavan lajin 82090 kokonaishylkymäärä on suurempi kuin mattalajilla 84090. Lajilla 82090 Calcoil-palkin vaikutus kokonaishylkymäärään on negatiivinen, kun taas lajilla 84090 Calcoil-palkin vaikutus kokonaishylkymäärään on positiivinen.

Lajien 82090 ja 84090 pohjahylkymäärän kehitystä pituusleikkureilla verrattaessa huomataan, että superkalanterilla kiillotettavan lajin 82090 pohjahylkymäärä on suurempi kuin mattalajilla 84090. Lajilla 82090 Calcoil-palkin vaikutus pohjahylkymäärään on negatiivinen, kuin myös lajilla 84090 Calcoil-palkin vaikutus pohjahylkymäärään on negatiivinen.

Pituusleikkureilla Calcoil-palkin hyödyt näkyvät tasaisempina kireysprofiileina eli kasvaneena ajonopeutena sekä vähentyneenä hyllyn määränä. Tuotantomäärät ovat nousseet osittain kasvaneen ajonopeuden ansiosta.

82090	Tuotanto m	KA tuotanto	Muutos	KA muutos
Summa 2023 H1	7699463	1283244	0	0
Summa 2023 H2	10288266	1714711	2588803	431467
Summa 2024	7253335	1813334	-3034931	98623
Summa 2023 - 2024	25241064	1577567		

Kaavio 58 Hyötylaskenta PL 82090 tuotanto (30.5.2024)

Lajilla 82090 Vuonna 2023 H1 keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 1 283 244 metriä. Vuonna 2023 H2 keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 1 714 711 metriä. Vuonna 2024 tammi-huhtikuussa keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 1 813 334



metriä. Eli Calcoil-palkin käytön aikana tuotantomäärät ovat nousseet, ainakin osittain Calcoil-palkin hyötyjen ansiosta. 2024 ja 2023 H2 verrattaessa kokonaistuotanto metrit vähemmät, koska tuotantoaika lyhyempi (2024 neljä kuukautta ja 2023 H2 kuusi kuukautta).

84090	Tuotanto m	KA tuotanto	Muutos	KA muutos
Summa 2023 H1	9696058	1616010	0	0
Summa 2023 H2	10707706	1784618	1011648	168608
Summa 2024	5605623	1401406	-5102083	-383212
Summa 2023 - 2024	26009387	1625587		

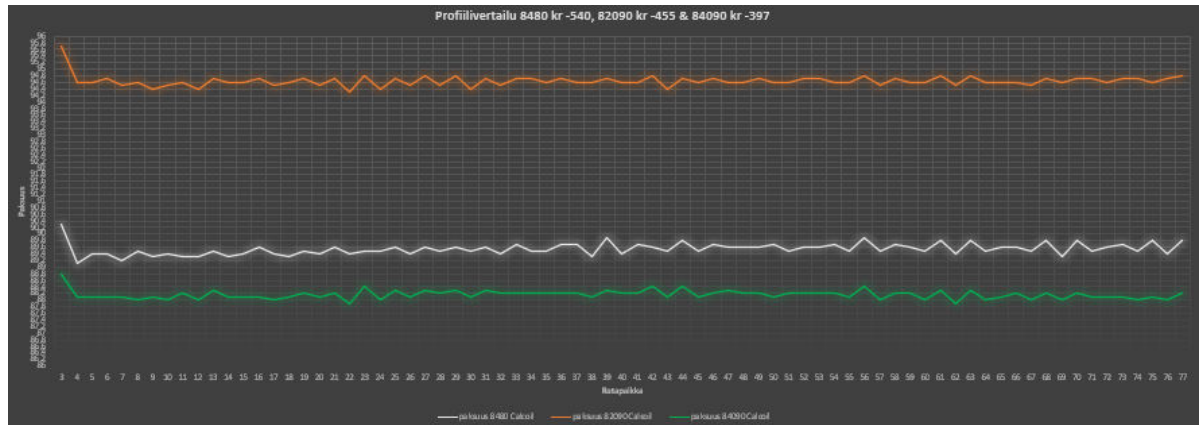
Kaavio 59 Hyötylaskenta PL 84090 tuotanto (30.5.2024)

Lajilla 84090 Vuonna 2023 H1 keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 1 616 010 metriä. Vuonna 2023 H2 keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 1 784 618 metriä. Vuonna 2024 tammi-huhtikuussa keskimääräinen tuotanto / kuukausi oli 1 401 406 metriä. Eli Calcoil-palkin käytön aikana 2023 H2 tuotantomäärät ovat nousseet, ainakin osittain Calcoil-palkin hyötyjen ansiosta. 2024 keskimääräinen tuotantomäärä on ollut laskussa, todennäköisesti kyseisen lajin vähentyneistä tilausmääristä johtuen. 2024 ja 2023 H2 verrattaessa kokonaistuotanto metrit vähemmät, koska tuotantoaika lyhyempi (2024 neljä kuukautta ja 2023 H2 kuusi kuukautta).

Kokonaishylkymäärä laski lajilla 84090. Kokonaishylkymäärä hiukan nousi lajilla 82090. Pohjahylkymäärät nousivat hiukan lajeilla 82090 ja 84090. Eli Calcoil-palkin hyödyt hylkymäärissä näkyvät odotettua vähemmän pituusleikkureilla.

#### 17.1.4 Päätelmät päällystyskone 1

Päällystyskone 1:lla kalanterin Calcoil-palkilla saatiin säädettyä paksuusprofiilia tasaisemmaksi, varsinkin vuonna 2024, kun Calcoil-palkin induktiolämmitys tapahtui paksuusprofiilimittauksen arvojen mukaisesti. Eli päällystyskone 1:lla kalanterin Calcoil-palkista on paljon hyötyä paksuusprofiilin säädössä.



Kaavio 60 Päällystyskone 1 paksuusprofiilivertailu (2.6.2024)

Kuten ylläolevasta kaaviosta näkyy, lajikohtaisia eroja ei juurikaan esiintynyt eli paksuusprofiilin säätö onnistui kaikilla lajeilla.

### 17.1.5 Päätelmät superkalanterit

Jälkipäässä Calcoil-palkin hyödyt näkyvät superkalantereilla vähäisempinä telan vaihtoina, tasaisempina kovuusprofiilina sekä vähentyneenä hyllyn määränä. Superkalanterin ajonopeuteen Calcoil-palkki ei tuo hyötyä, ajonopeus pysyi samana.

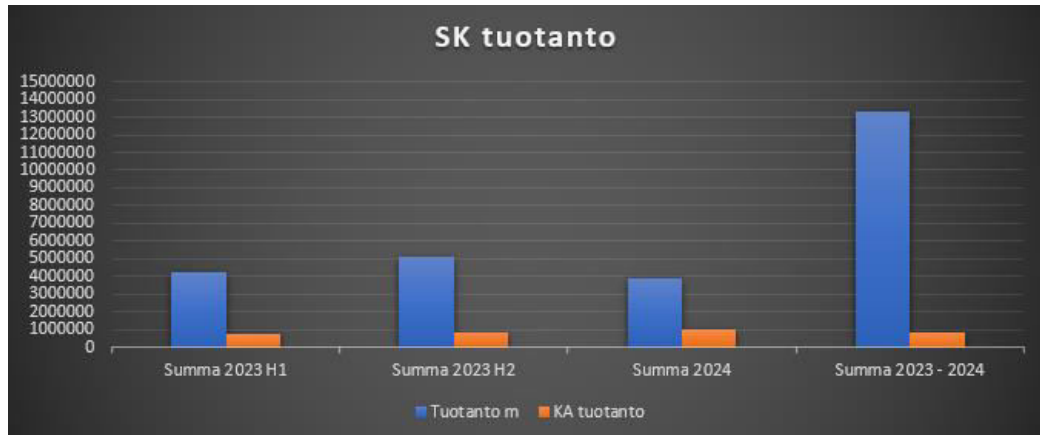
82090			
	Tuotanto m	Hylky m	Hylky %
Summa 2023 - 2024	30313466	771240	2,54 %
Summa 2023 H1	9743646	229221	2,35 %
Summa 2023 H2	12460083	377320	3,03 %
Summa 2024	8109737	164699	2,03 %
	Tuotanto m	Pohjahylky m	Hylky %
Summa 2023 - 2024	13281660	197809	1,49 %
Summa 2023 H1	4237050	61109	1,44 %
Summa 2023 H2	5153865	97100	1,88 %
Summa 2024	3890745	39600	1,02 %

#### Kaavio 61 Hyötylaskelma SK 82090 tuotanto (2.6.2024)

Superkalanterin hylkymäärään Calcoil-palkki toi positiivisia tuloksia laskeneena hylkymääränä, varsinkin vuoden 2024 tammi-huhtikuun välisenä aikana. Kokonaishylkyprosentti laski 2,03 prosenttiin ja pohjahylky laski 1,02 prosenttiin. Eli hylkymäärä väheni Calcoil-palkin paksuusprofiiliarvo säädön aikaan ja tuo kustannussäästöjä sekä lisää tuottavuutta.

82090	Tuotanto m	KA tuotanto
Summa 2023 H1	4237050	706175
Summa 2023 H2	5153865	858978
Summa 2024	3890745	972686
Summa 2023 - 2024	13281660	830104

#### Kaavio 62 Hyötylaskelma SK 82090 tuotanto (2.6.2024)



Kaavio 63 Hyötylaskelma SK 82090 tuotanto (2.6.2024)

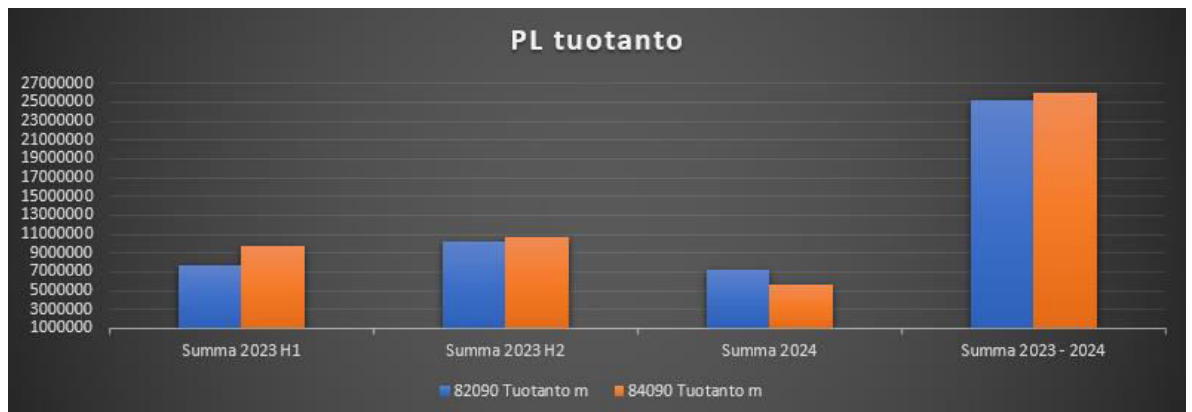
Calcoil-palkin käytön aikana tuotantomäärät ovat nousseet, ainakin osittain Calcoil-palkin hyötyjen ansiosta. 2024 ja 2023 H2 verrattaessa kokonaistuotanto metrit vähemmät, koska tuotantoaika lyhyempi (2024 neljä kuukautta ja 2023 H2 kuusi kuukautta). Jos tuotanto jatkuu samaan tahtiin touko- ja kesäkuussa 2024, päästään vertailun korkeimpaan tuotanto määrään. Eli tuotantomääriin vaikutus on positiivinen superkalantereilla.

### 17.1.6 Päätelmät pituusleikkurit

Pituusleikkureilla Calcoil-palkin hyödyt näkyvät tasaisempina kireysprofileina eli kasvaneena ajonopeutena sekä vähentyneenä hyllyn määränä. Tuotantomäärät ovat nousseet ainakin osittain kasvaneen ajonopeuden ansiosta. Pituusleikkureiden hylkymäärissä Calcoil-palkin hyöty jäi odotuksia pienemmäksi.

82090	82090 Tuotanto m
Summa 2023 H1	7699463
Summa 2023 H2	10288266
Summa 2024	7253335
Summa 2023 - 2024	25241064
84090	84090 Tuotanto m
Summa 2023 H1	9696058
Summa 2023 H2	10707706
Summa 2024	5605623
Summa 2023 - 2024	26009387

Kaavio 64 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu (2.6.2024)

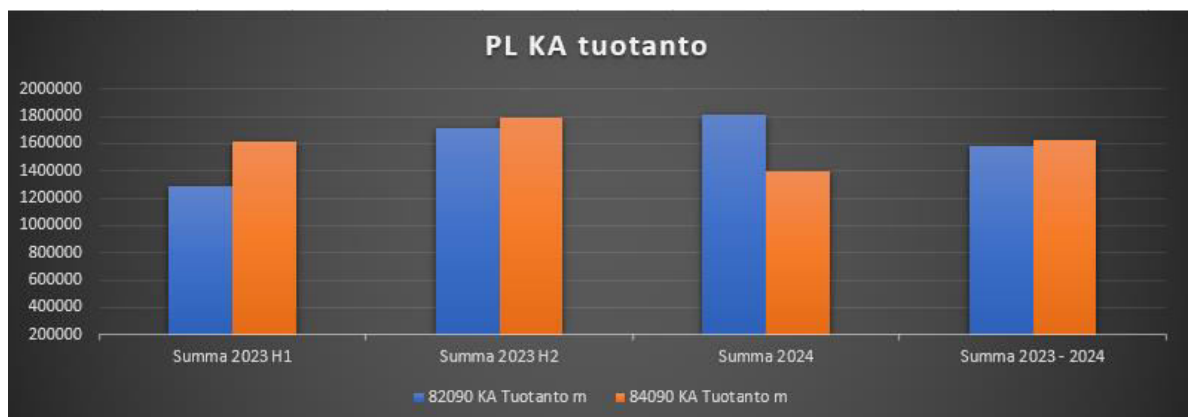


Kaavio 65 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu (2.6.2024)

Edellä olevat kaaviot havainnollistavat pituusleikkureiden tuotantomäärien muutosta. Lajilla 84090 on enemmän tuotantometrejä 2023 H1, 2023 H2 sekä koko 16 kuukauden vertailujakson aikana. Lajilla 82090 on vuonna 2024 enemmän tuotantoa kuin lajilla 84090. Jos sama trendi jatkuu touko- ja kesäkuussa 2024, lajilla 84090 tulee 10 880 003 tuotantometriä 2024 H1 ja lajilla 82090 tulee 8 408 435 tuotantometriä 2024 H1.

82090	82090 KA Tuotanto m
Summa 2023 H1	1283244
Summa 2023 H2	1714711
Summa 2024	1813334
Summa 2023 - 2024	1577567
84090	84090 KA Tuotanto m
Summa 2023 H1	1616010
Summa 2023 H2	1784618
Summa 2024	1401406
Summa 2023 - 2024	1625587

Kaavio 66 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu (2.6.2024)

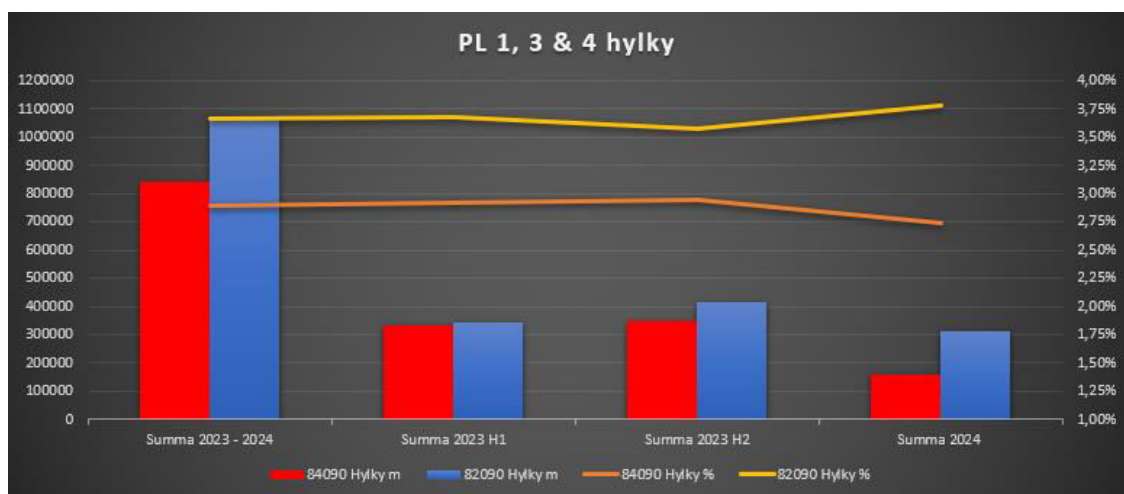


Kaavio 67 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu (2.6.2024)

Edellä olevat kaaviot havainnollistavat pituusleikkureiden keskimääräistä kuukausittaista tuotantomäärien muutosta. Lajilla 84090 on enemmän keskimääräisiä kuukausittaisia tuotantometrejä 2023 H1, 2023 H2 sekä koko 16 kuukauden vertailujakson aikana. Lajilla 82090 on vuonna 2024 enemmän keskimääräisiä kuukausittaisia tuotantoa kuin lajilla 84090.

84090			
	Tuotanto m	84090 Hylky m	84090 Hylky %
Summa 2023 - 2024	29015960	840496	2,90 %
Summa 2023 H1	11331542	331329	2,92 %
Summa 2023 H2	11831960	348759	2,95 %
Summa 2024	5852458	160408	2,74 %
82090			
	Tuotanto m	82090 Hylky m	82090 Hylky %
Summa 2023 - 2024	29152185	1069070	3,67 %
Summa 2023 H1	9358284	343955	3,68 %
Summa 2023 H2	11602195	415075	3,58 %
Summa 2024	8191706	310040	3,78 %

Kaavio 68 Hylkyseuranta PL hylky vertailu (2.6.2024)



Kaavio 69 Hylkyseuranta PL hylky vertailu (2.6.2024)

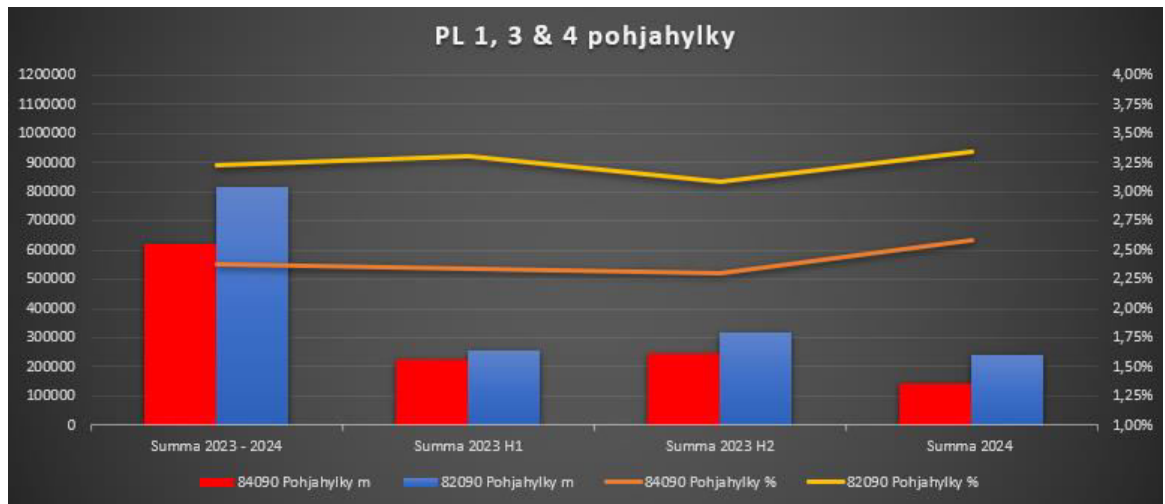
Edellä olevat kaaviot havainnollistavat pituusleikkureiden kokonaishylkymäärien muutosta. Lajilla 82090 on enemmän kokonaishylkymetrejä 2023 H1, 2023 H2, vuonna 2024 sekä koko 16 kuukauden vertailujakson aikana kuin lajilla 84090. Eli kiillotettavan lajin 82090 kokonaishylkymäärät ovat korkeammat kuin matta lajin 84090.

84090			
	Tuotanto m	84090 Pohjahylky m	84090 Pohjahylky %
Summa 2023 - 2024	26009387	617742	2,38 %
Summa 2023 H1	9696058	226641	2,34 %
Summa 2023 H2	10707706	245846	2,30 %
Summa 2024	5605623	145255	2,59 %

82090			
	Tuotanto m	82090 Pohjahylky m	82090 Pohjahylky %
Summa 2023 - 2024	25241064	814844	3,23 %
Summa 2023 H1	7699463	254545	3,31 %
Summa 2023 H2	10288266	318015	3,09 %
Summa 2024	7253335	242284	3,34 %

Kaavio 70 Hylkyseuranta PL hylky vertailu (2.6.2024)



Kaavio 71 Hylkyseuranta PL hylky vertailu (2.6.2024)

Edellä olevat kaaviot havainnollistavat pituusleikkureiden pohjahylkymäärien muutosta. Lajilla 82090 on enemmän pohjahylkymetrejä 2023 H1, 2023 H2, vuonna 2024 sekä koko 16 kuukauden vertailujakson aikana kuin lajilla 84090. Eli kiillotettavan lajin 82090 pohjahylkymäärät ovat korkeammat kuin matta lajin 84090.



### 17.1.7 Yhteenveto

Yhteenvetona päällystyskone 1:lla kalanterin Calcoil-palkista on paljon hyötyä paksuusprofiilin säädössä. Lajien välillä ei ollut juurikaan eroja, paksuusprofiilin säätö onnistui kaikilla lajeilla. Hylkymäärät päällystyskone 1:lla nousivat hiukan.

Superkalantereilla suurimmat hyödyt tulivat vähentyneenä hyllyn määränä, tasaisempina kovuusprofiilina sekä vähäisempinä telojen vaihtoina. Myös tuotantomäärät nousivat lajilla 82090.

Pituusleikkureilla suurimmat hyödyt tulivat tasaisempina kireysprofiileina eli kasvaneena ajonopeutena sekä vähentyneenä hyllyn määränä. Tuotantomäärät ovat nousseet ainakin osittain kasvaneen ajonopeuden ansiosta. Lajilla 84090 oli enemmän tuotantometrejä kuin lajilla 82090 tarkastelujakson aikana. Pituusleikkureiden hylkymäärissä Calcoil-palkin hyöty jäi odotuksia pienemmäksi. Lajilla 82090 sekä kokonais- että pohjahylkymäärät olivat korkeammat kuin lajilla 84090.

Calcoil-palkilla saaduilla hyödyillä saadaan kustannussäästöjä hyllyn vähenemisen ansiosta ja tuottavuutta korkeammaksi nousseiden tuotantometriensä ansiosta. Näillä on mahdollista saada isojen volyymien sekä pitkällä aikavälillä tarkastellessa merkittäviä kustannussäästöjä ja tuottavuuden nousua.

## LÄHTEET

Forest bio facts. Papermaking Part 3, Finishing. 2023. Viitattu 28.9.2023 (kuva)

<https://forestbiofacts.com/papermaking-science-and-technology-books/volume-10-papermaking-part-3/>

Forest bio facts. Pigment Coating 2023. Viitattu 28.9.2023 (kuva)

<https://forestbiofacts.com/papermaking-science-and-technology-books/volume-11-pigment-coating-and-surface-sizing-of-paper/>

Forest bio facts. Printing and writing papers. 2023. Viitattu 28.9.2023 (kuva)

<https://forestbiofacts.com/natural-fibre-products/printing-and-writing-papers/>

Forest bio facts. Production of paper. 2023. Viitattu 28.9.2023 (kuva)

<https://forestbiofacts.com/natural-fibre-products/production-of-paper-and-board/>

Honeywell. Calcoil-palkki. 2023. Viitattu 11.10.2023

<https://process.honeywell.com/us/en/products/control-and-supervisory-systems/quality-control-systems-qcs/cd-actuator-systems/calcoil-pro#overview>

Knowpap. Kalanterointi – yleistä. 2023. Viitattu 27.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper technology/6 calendering/0 introduction/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper%20technology/6_calendering/0_introduction/frame.htm)

Knowpap. Kalanteroinnin vaikutukset ominaisuuksiin. 2023. Viitattu 27.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper technology/6 calendering/1 effects on paper/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper%20technology/6_calendering/1_effects_on_paper/frame.htm)

Knowpap. LWC ja MWC. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/grades/1\\_papers/1\\_print\\_writ\\_pap/2\\_lwc\\_mwc\\_hwc/0 grade specif/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/grades/1_papers/1_print_writ_pap/2_lwc_mwc_hwc/0_grade_specif/frame.htm)

Knowpap. Off-machine päällystys. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/5\\_coating/10\\_1\\_on\\_and\\_of\\_f\\_machine\\_coating/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/5_coating/10_1_on_and_of_f_machine_coating/frame.htm)

Knowpap. Optiset ja lujuusominaisuudet. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_board\\_properties/1\\_general/1\\_compromis/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_board_properties/1_general/1_compromis/frame.htm)

Knowpap. Paperin valmistus. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/general/5\\_papermaking/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/general/5_papermaking/frame.htm)

Knowpap. Paperin valmistus – kompromissi. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_board\\_properties/1\\_general/1\\_compromis/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_board_properties/1_general/1_compromis/frame.htm)

Knowpap. Pituusleikkausprosessin hallinta ja rullan laadun todentaminen. 2023. Viitattu 27.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/7\\_winding/2\\_winqa/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/7_winding/2_winqa/frame.htm)

Knowpap. Pituusleikkauksen tavoitteet. 2023. Viitattu 27.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/7\\_winding/0\\_introduction/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/7_winding/0_introduction/frame.htm)

Knowpap. Päällystykseen prosessi- ja ohjaussuureet. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/5\\_coating/18\\_process\\_and\\_control\\_parameters/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/5_coating/18_process_and_control_parameters/frame.htm)

Knowpap. Päällystys – yleistä. 2023. Viitattu 14.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/5\\_coating/0\\_introduction/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/5_coating/0_introduction/frame.htm)

Knowpap. Sanasto. 2023. Viitattu 28.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/dictionary/ikkunoitu\\_sanasto.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/dictionary/ikkunoitu_sanasto.htm)

Knowpap. Superkalanterointi. 2023. Viitattu 27.9.2023

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/6\\_calendering/8\\_super\\_calendering/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/6_calendering/8_super_calendering/frame.htm)

UPM 2023. Viitattu 14.9.2023

<https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/>

UPM Communication Papers 2023. Viitattu 14.9.2023

<https://www.upm.com/fi/liiketoiminnot/upm-communication-papers/>

UPM Kaukas paperitehdas 2023. Viitattu 14.9.2023

<https://teams.upm.com/sites/griffin-forum-kaukas/SitePages/Paperitehdas.aspx>

UPM Kaukas tehdasalue. UPM Pulp. 2019. (3.9.2019) (kuva)

<https://www.upmpulp.com/fi/upm-kaukas/ajankohtaista/2019/08/kaukaalla-avoimet-ovet-lauantaina-14.9/>

UPM Kaukas yleistietoa 2023. Viitattu 14.9.2023

<https://teams.upm.com/sites/griffin-forum-kaukas/SitePages/Yleistietoa-Kaukaasta.aspx>

## KUVAT

Kuva 1 UPM Kaukas	13
Kuva 2. Paperityypit	14
Kuva 3. Paperikone	17
Kuva 4. Paperikoneen osat	18
Kuva 5. Paperin valmistus	19
Kuva 6. Päällystetty paperi	24
Kuva 7. Päällystyskone	25
Kuva 8. Superkalanteri	27
Kuva 9. Pituusleikkaus	30
Kuva 10. Asiakasrulla	31
Kuva 11. Calcoil-palkki	33
Kuva 12 Kireysprofili 82090	54
Kuva 13 Kireysprofili 82090	56
Kuva 14 Kireysprofili 82090	57
Kuva 15 Kireysprofili 82090	58
Kuva 16 Kireysprofili 84090	59
Kuva 17 Kireysprofili 84090	60
Kuva 18 Kireysprofili 8480	61

## KAAVIOT

Kaavio 1 Paksuusprofiili vertailu lajilla 8480, Online mittaus 17.10.2023	36
Kaavio 2 Paksuusprofiili lajilla 8480, Online mittaus 12.10.2023	37
Kaavio 3 Paksuusprofiili 8480 Tapio-mittaus, tutkimuskeskus 29.11.2023	37
Kaavio 4 Paksuusprofiili vertailu lajilla 82090, Online mittaus 13.10.2023	38
Kaavio 5. Paksuusprofiili lajilla 82090, Online mittaus 13.10.2023	39
Kaavio 6 Paksuusprofiili 82090 Tapio-mittaus, tutkimuskeskus 29.11.2023	39
Kaavio 7 Paksuusprofiili vertailu lajilla 84090, Online mittaus 16.9.2023	40
Kaavio 8 Paksuusprofiili lajilla 84090, Online mittaus 1.11.2023	41
Kaavio 9 Paksuusprofiili 84090 Tapio-mittaus, tutkimuskeskus 29.11.2023	41
Kaavio 10 Paksuusprofiili vertailu, Online mittaus lajeilla 8480 12.10.2023, 82090 13.10.2023 ja 84090 1.11.2023	42
Kaavio 11 Kovuusprofiili lajilla 82090, Online mittaus 14.10.2023	43
Kaavio 12 Paksuusprofiili vertailu lajilla 8480, Online mittaus 12.9.2023, 10.3.2024 ja 17.4.2024	44
Kaavio 13 Paksuusprofiili vertailu lajilla 82090, Online mittaus 13.10.2023, 2.12.2023, 11.3.2024 ja 14.4.2024	46
Kaavio 14 Paksuusprofiili vertailu lajilla 84090, Online mittaus 1.11.2023, 4.12.2023, 10.3.2024 ja 13.4.2024	48
Kaavio 15 Paksuusprofiili vertailu, Online mittaus 8480 10.3.2024, 82090 2.12.2023 ja 84090 4.12.2023	50
Kaavio 16 Paksuusprofiili vertailu, Online mittaus 8480 10.3.2024, 82090 11.3.2024 ja 84090 10.3.2024	51
Kaavio 17 Paksuusprofiili vertailu, Online mittaus 8480 17.4.2024, 82090 14.4.2024 ja 84090 13.4.2024	52

Kaavio 18 Kovuusprofiili lajilla 82090, Online mittaus 23.11.2023	53
Kaavio 19. Kovuusprofiili lajilla 82090, Online mittaus 14.10.2023	55
Kaavio 20 Päälystyskone 1 hylkyseuranta 28.5.2024	63
Kaavio 21 Päälystyskone 1 hylkyseuranta 28.5.2024	63
Kaavio 22 Päälystyskone 1 hylkyseuranta 28.5.2024	64
Kaavio 23 Päälystyskone 1 hylkyseuranta 28.5.2024	64
Kaavio 24 Superkalanterit 1–3 hylkyseuranta 28.5.2024	66
Kaavio 25 Superkalanterit 1–3 hylkyseuranta 28.5.2024	66
Kaavio 26 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 28.5.2024	67
Kaavio 27 Hylkyseuranta superkalanterit 1–3 28.5.2024	67
Kaavio 28 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hylkyseuranta 28.5.2024	68
Kaavio 29 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hylkyseuranta 28.5.2024	68
Kaavio 30 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 28.5.2024	69
Kaavio 31 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 28.5.2024	69
Kaavio 32 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 28.5.2024	70
Kaavio 33 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 28.5.2024	70
Kaavio 34 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 28.5.2024	72
Kaavio 35 Hylkyseuranta pituusleikkurit 1, 3 ja 4 28.5.2024	72
Kaavio 36 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	74
Kaavio 37 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	74
Kaavio 38 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	75
Kaavio 39 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	76
Kaavio 40 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	76

Kaavio 41 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	77
Kaavio 42 Superkalanterit 1–3 hyötylaskenta 28.5.2024	77
Kaavio 43 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)	78
Kaavio 44 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta (28.5.2024)	78
Kaavio 45 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	78
Kaavio 46 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	79
Kaavio 47 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	79
Kaavio 48 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	79
Kaavio 49 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	80
Kaavio 50 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	81
Kaavio 51 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	81
Kaavio 52 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	81
Kaavio 53 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	82
Kaavio 54 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	82
Kaavio 55 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	83
Kaavio 56 Pituusleikkurit 1, 3 ja 4 hyötylaskenta 28.5.2024	83
Kaavio 57 Hyötylaskenta SK 82090 tuotanto 30.5.2024	85
Kaavio 58 Hyötylaskenta PL 82090 tuotanto 30.5.2024	86
Kaavio 59 Hyötylaskenta PL 84090 tuotanto 30.5.2024	87
Kaavio 60 Päälystyskone 1 paksuusprofiilivertailu 2.6.2024	88
Kaavio 61 Hyötylaskelma SK 82090 tuotanto 2.6.2024	89
Kaavio 62 Hyötylaskelma SK 82090 tuotanto 2.6.2024	89
Kaavio 63 Hyötylaskelma SK 82090 tuotanto 2.6.2024	90



Kaavio 64 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu 2.6.2024	91
Kaavio 65 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu 2.6.2024	91
Kaavio 66 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu 2.6.2024	92
Kaavio 67 Hyötylaskelma PL tuotanto vertailu 2.6.2024	92
Kaavio 68 Hylkyseuranta PL hylky vertailu 2.6.2024	93
Kaavio 69 Hylkyseuranta PL hylky vertailu 2.6.2024	93
Kaavio 70 Hylkyseuranta PL hylky vertailu 2.6.2024	94
Kaavio 71 Hylkyseuranta PL hylky vertailu 2.6.2024	94

## TAULUKOT

Taulukko 1. Paperin tuoteanalyysi

20

## LIITTEET

Hylkyseuranta Excel 26.5.2024 (Petri Lohvansuu ja Miika Menna)

[Hylkyseuranta](#)

Hyötylaskenta Excel 2.6.2024 (Miika Menna)

[Hyötylaskenta](#)

Opinnäytetyöliitteet Word 3.6.2024 (Miika Menna, Sakari Harju ja Ilari Ikonen)

[Opinnäytetyöliitteet](#)

PPK1 paksuusprofiili Excel 4.12.2023 (Miika Menna)

[PPK1\\_paksuusprofiilit](#)