

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

EVELIINA LAINE

Junavaunujen likaantuminen rikas- teliikenteen seurauksena

OPINNÄYTETYÖ

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Laine, Eveliina: Junavaunujen likaantuminen rikasteliikenteen seurauksena, insinöörityö

Opinnäytetyö, AMK

Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma

Toukokuu 2025

Sivumäärä: 48

Työn tilaajana toimii Boliden Harjavalta. Työn tarkoituksena oli seurata junavaunujen likaantumista rikasteliikenteen yhteydessä. Tutkimuksen keskeinen kysymys oli selvittää, likaantuvatko vaunut enemmän Mäntyluodon satamassa vai Harjavallassa. Mäntyluodossa likaantumista aiheuttaa rikasteiden kuormauksesta, kun taas Harjavallassa likaantumista syntyy junavaunujen purkamisen yhteydessä, kun vaunut tyhjennetään purkumonttuun varastointia varten.

Työ toteutettiin valokuvatarkasteluna. Aluksi puhdistettiin junavaunuista pieni alue, jota tutkittiin työn aikana. Tarkoituksena oli seurata, kuinka paljon rikastetta varisee junavaunun rungolle, logistiikkaketjun aikana.

Työssä on avattu kokonaisuudessaan rikasteiden logistiikkaketjua, sekä kaikkia tämän logistiikkaketjun toimijoita ja heidän rooliaan, rikasteiden kuljetuksessa Mäntyluodon satamasta Harjavaltaan.

Työn tulokset on esitetty valokuvin, joissa junavaunuista on otettu puhdistetusta alueesta kuvat ennen kuormausta, kuormauksen jälkeen, ennen purkua ja purun jälkeen. Näin kuvista voidaan tarkastella, kuinka paljon likaantumista yksi kuormaus tai yksi purku aiheuttaa, ennalta määritellyillä rikasteilla.

Ongelma oli siis jo havaittu ja tarkoituksena oli tutkia missä kohtaa rikasteiden kuljetusketjua ongelma on suurin. Tällöin jatkotoimenpiteet osattaisiin kohdistaa oikein.

Avainsanat: rikasteet, tavaraliikenne, ympäristön tutkimus, logistiikka

ABSTRACT

Laine, Eveliina: Contamination of train carriages as a result of concentrate traffic

Bachelor of engineering

Energy- and environmental engineering program

May 2025

Number of pages: 48

The study was commissioned by Boliden Harjavalta. The purpose of this work was to monitor the contamination of railway wagons as a result of concentrate transportation. The main research question was whether the wagons become more contaminated at the Mäntyluoto port or in Harjavalta. In Mäntyluoto, contamination occurs during the loading of concentrates, whereas in Harjavalta, contamination happens during the unloading of the wagons into the unloading pit for storage purposes.

The investigation was conducted through a photographic study. A small area of each train carriage was initially cleaned, and this area was used for monitoring throughout the study. The purpose was to observe how much concentrate accumulates on the carriage body at different stages of the logistics chain.

The study provided insight into the entire logistics chain of concentrate transport, identifying all involved parties and their respective roles in the movement of concentrate from Mäntyluoto to Harjavalta.

Results are presented through a series of photographs taken of the cleaned area on the train carriages: before loading, after loading, before unloading, and after unloading. These images illustrate the extent of contamination caused by each loading and unloading operation, using predefined concentrate types.

The contamination issue had been previously identified, and the aim of the study was to pinpoint the stage of the logistics chain where the problem is most significant. This enables more accurate targeting of future corrective actions.

Keywords: concentrates, goods traffic, environmental research, logistics

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 TIETOPERUSTA	6
2.1 Mitä on rikaste?	7
2.2 Rikasteen ominaisuudet	7
2.3 Rikastusmenetelmiä	8
3 BOLIDEN HARJAVALTA	9
4 RIKASTEIDEN LOGISTIIKKAKETJU JA YHTEISTYÖKUMPPANIT RIKASTEIDEN KULJETUKSESSA.....	10
4.1 Valtasiirto Oy	11
4.2 Olmar	13
4.3 Porin satama	15
4.4 VR	16
5 RATATIEVERKOSTO.....	18
5.1 Rikastevaunut Taimn-t ja Tamn-tw	20
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	21
6.1 Vaunujen puhdistus	22
7 TULOKSET.....	25
7.1 Materiaali 1	25
7.2 Materiaali 2.....	33
7.3 Tutkimusmenetelmän jatkokehittämiskohteet	39
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
8.1 Kehitysehdotuksia	41
LÄHTEET	45
LIITTEET	48

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä Boliden Harjavalta Oy:n kanssa, joka on yksi maailman tehokkaimmista kuparin ja nikkelin tuottajista. Boliden Harjavallan raaka-aineina käytetään kierrätysmetalleja, sekä rikasteita niin omilta kaivoksilta, kuin ulkopuolisilta kaivoksilta. Työssä tullaan käyttämään Boliden Harjavalta Oy:stä myös lyhennettä BOHA. (New Boliden, 2024)

Rikasteet kuljetetaan junavaunuilla Harjavallan tehtaalle, Mäntyluodon satamasta, jonne ne saapuvat laivalasteina. Harjavallassa ne puretaan hihnakuljettimia pitkin rikastehalliin, josta niitä ajetaan sulattoon, ja niistä valmistetaan kuparianodeja. Nämä kuparianodit kuljetetaan Poriin jatkojalostukseen elektrolyysiin.

Tässä työssä on tarkoitus tarkastella yrityksen rikasteiden logistiikkaketjusta aiheutuvaa junavaunujen likaantumishaittaa. Työ keskittyy rikasteen logistiikkaketjun Mäntyluodon kuormauspäässä tapahtuvaan likaantumiseen, sekä Harjavallan purkupäässä aiheutuvaan likaantumiseen. Tarkoitus on siis tutkia, tapahtuuko likaantuminen ennemmin kuormauksessa, vai purussa.

BOHA:n rikasteiden logistiikkaketju käsittää monta eri yritystä ja työssä esitetään logistiikkaketju Mäntyluodon satamasta, Harjavallan purkuasemalle.

Tutkimusmenetelmänä työssä on käytetty valokuvia havainnollistamaan rikasteiden kuljetuksesta aiheutuvaa likaantumishaittaa junavaunujen rungoilla. Työssä vertaillaan valokuvilla kahta keskenään erilaista rikastetta, sekä niiden käyttäytymistä lastauksen ja purun jälkeen.

Työssä vertaillaan kahta erilaista rikastetta, jotta likaantumisen syiksi voidaan poissulkea rikasteen laadun vaikutus kuormauksessa ja purussa, ja voidaan keskittyä kuormauksen ja purun tekniikkaan, likaantumisen syinä.

2 TIETOPERUSTA

Opinnäytetyö sisältää tutkimuksen BOHA:n rikastekuljetuksista junavaunuilla, sekä niistä aiheutuvasta ongelmasta, liittyen junavaunujen likaantumiseen. Kyseessä on ensimmäinen tutkimustyö aiheen tiimoilta ja tutkimuksessa on tarkoitus vastata seuraaviin kysymyksiin:

Onko junavaunujen likaantumisen syynä niiden lastaus- vai purkuvaihe?

Mitkä olisivat mahdollisia jatkotoimenpiteitä ongelman estämiseksi?

Työssä vertaillaan kahta ennalta valittua rikastelaatua keskenään, sekä kuormauksessa, että sen purussa. Rikastelaaduista toinen on ennalta tiedetysti kuivaa ja toinen kosteaa. Tällä seurataan miten kosteusprosentti vaikuttaa rikasteiden kuormauksessa ja purussa junavaunujen likaantumiseen.

Kosteusprosentti tässä tapauksessa tarkoittaa prosenttilukua, joka kertoo kuinka suuri osa prosentteina rikasteen painosta on vettä. Kosteusprosentin laskukaava on:

$$w = \frac{m_{vesi}}{m_{kuiva}} \times 100\%$$

missä:

- $w =$ kosteusprosentti %
- $m_{vesi} =$ kosteuden massa näytteessä (g tai kg)
- $m_{kuiva} =$ kuivan rikasteen massa (g tai kg)

BOHA tuottaa kuparia sekä nikkeliä ja näihin raaka-aineena käytetään sekä kupari- että nikkeliä sisältäviä rikasteita. Kaikki raaka-aineet kuljetetaan tehtaalte samoilla junavaunuilla tehtaan tarpeen mukaisesti, tässä työssä ei ole

erikseen tarkasteltu rikasteiden metallipitoisuuksia. Työssä tullaan käyttämään rikastelaaduista työnimiä “materiaali 1” ja “materiaali 2”.

Työssä esitetään myös erilaisia mahdollisia parannusehdotuksia ja menetelmiä, joilla materiaalin pölyämistä voidaan vähentää tai ainakin rajoittaa.

2.1 Mitä on rikaste?

Rikastetta saadaan rikastamalla malmista, eli se on malmista erotettu, arvomineraaleja sisältävää mineraaliainesta, josta on poistettu suurin osa mineraaleista, jotka ovat arvottomia. Rikaste on malmin rikastusprosessin lopputuote, jossa halutun metallin pitoisuus on alkuperäistä malmia huomattavasti korkeampi. Malmi tulee rikkaammaksi, kun siitä poistetaan arvottomat mineraalit. Tästä siis johtuu rikasteen nimitys. (Kaiva.fi, Geologia ja kaivostoiminta, 2012)

Malmi on kivilaji, joka sisältää yhtä tai useampaa malmimineraalia niin runsaasti, että siitä on taloudellisesti kannattavaa tuottaa metallia rikastuksen avulla. Malmi louhitaan kaivoksesta poraamalla ja räjäyttämällä, minkä jälkeen se murskataan, jauhetaan ja rikastetaan. (Lehtonen & Lehtonen, 2008, s. 241 ; Opetushallitus, Kaivos- ja louhintatekniikka, 2015)

Rikasteiden laatuun vaikuttavat merkittävästi se, mitä metallia rikaste pääosin sisältää. Rikastelaatuja on monia, kuten kuparirikaste, nikkelikaste, sinkkirikaste, kultarikaste tai hopearikaste.

2.2 Rikasteen ominaisuudet

Rikasteen ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon sen mukaan, mikä metallilaatu rikasteessa on kyseessä, esimerkiksi kupari tai nikkeli. Myös murskauksen ja jauhatuksen aste rikasteilla vaikuttaa tähän. Yleensä rikaste on hienoon hiekkaan verrattavissa olevassa muodossa.

Rikasteet voidaan jakaa sulfidisiin ja oksidisiin rikasteisiin. Kupari- ja nikkeli-rikasteet ovat yleensä sulfidirikasteita, kun taas rautarikasteet ovat oksidisia rikasteita. Sulfidisella rikasteella tarkoitetaan metalleja, jotka ovat sitoutuneena rikkiin ja ne ovat yleensä painavampia, kuin oksidiset rikasteet, jotka taas ovat metalleja, jotka ovat sitoutuneena happeen. (Lehtonen & Lehtonen, 2008, s. 242-243)

Kuparirikasteiden kuparipitoisuus on noin 23%, ja kuparipitoisuus nousee 99,5% sulatossa, puhdistuksen jälkeen. Raakakuparissa olevista epäpuhtauksista otetaan talteen nikkeli, hopea, seleeni ja kulta, jonka jälkeen ne jalostetaan omiksi tuotteikseen. (Pihkala & Salminen, 1982, s. 236-237)

Rikasteille voidaan määritellä kosteusprosentti, joka vaikuttaa rikasteen ominaisuuksiin ja varastointiin. Jos rikasteella on pieni kosteusprosentti, on se kuivempaa ja helpommin pölyävää, kun taas suurempi kosteusprosentti tarkoittaa, että se on kosteampaa.

Rikasteiden kosteus ja lämpötila vaikuttaa materiaalin tartuntakykyyn. Jos rikaste on erittäin kuivaa, se pölyää helposti ja liikkuu ilmapirran mukana, kun taas kosteampi rikaste on painavampaa eikä pölyä samalla tavalla. Rikasteiden kosteus siis vaikuttaa paljon erilaisten pintojen likaantumiseen, jota tässä työssä havainnollistetaan.

2.3 Rikastusmenetelmiä

Malmeista saadaan rikastamalla rikasteita. Rikastusmenetelmiä on monta erilaista, kuten vaahdotus, ominaispainoerotus, magneettinen erotus, painovoimaerotus ja liuotus.

Vaahdotuksessa mineraalit erotetaan pintaominaisuuksien perusteella, ominaispainoerotus perustuu mineraalien painoeroihin, painovoimaerotuksessa hyödynnetään mineraalien tiheyserojen vaikutusta muun muassa tärypöytien avulla, magneettisessa erotuksessa hyödynnetään mineraalien magneettisia

ominaisuuksia ja liuotuksessa metalli liuotetaan sopivalla kemikaalilla. (Kaiva.fi, Rikastus, 2012)

3 BOLIDEN HARJAVALTA

Boliden Harjavalta Oy on osa ruotsalaista Boliden-konsernia, joka on yksi maailman johtavista metallialan yrityksistä. Sen osaamisalaa ovat erityisesti malminetsintä, kaivostoiminta, sulattotoiminta ja metallien kierrätys.

BOHA:n tuotantoyksiköt sijaitsevat Harjavallassa Suurteollisuuspuistossa ja Porissa Kupariteollisuuspuistossa. Boliden käyttää raaka-aineinaan kierrätysmetalleja, sekä rikasteita, omilta kaivoksiltaan että ulkopuolisilta kaivoksilta.

Rikasteista ja kierrätysmetalleista sulatetaan maankuululla liekkisulatusmenetelmällä muun muassa kuparianodeja, jotka kuljetetaan Poriin, Boliden Harjavallan toiseen toimiyksikköön, kuparielektrolyysiin, kuparianodien jatkojalostukseen. Elektrolyysistä valmis tuote lähtee vielä jatkojalostukseen, Porin Kupariteollisuuspuiston muihin yrityksiin. (New Boliden, 2024)

Harjavallassa Outokummun tehtaalla vuonna 1949 kehitetty liekkisulatusmenetelmä sai vuonna 2002 ASM Internationalin Historical Landmark –palkinnon, jollainen myönnetään paikoille ja tapahtumille, jotka ovat merkittävästi vaikuttaneet metallien ja metallintyöstön löytämiseen, kehitykseen ja kasvuun. (ASM International, 2025)

Boliden Harjavallan tehtailla päätuotteina on kupari, nikkeli, kulta ja hopea, sekä sivutuotteena valmistetaan myös rikkihappoa. (New Boliden, 2024)



Kuva 1. Ilmakuvaa Harjavallan suurteollisuuspuistosta (Boliden Harjavalta, 2025)

4 RIKASTEIDEN LOGISTIIKKAKETJU JA YHTEISTYÖKUMPPANIT RIKASTEIDEN KULJETUKSESSA

Boliden Harjavallan rikasteiden logistiikkaketju koostuu monesta osasta. Logistiikkaketju käsittää monta eri yritystä ja sillä on erittäin työllistävä vaikutus Satakunnassa.

Rikasteet saapuvat Mäntyluodon satamaan laivakuljetuksilla, eri kaivoksilta sopimusten mukaan ja laivakuorman purkamisen hoitaa Porin satamassa Olmar Pori Oy. Rikaste puretaan nostureilla suppiloon, josta se kulkeutuu hihnakuljettimia pitkin, näytteenoton kautta varastoihin, joista Olmar hoitaa rikasteen kuormauksen VR:n tavarankuljetusjunavaunuihin.

VR kuljettaa junillaan rikasteen Harjavallan suurteollisuuspuistoon, jossa juna-vaunut puretaan CuNi-purkumonttuun, josta rikaste siirtyy hihnakuljettimia myöden varastoon, josta taas Valtasiirto Oy ajaa rikastetta sulaton tarpeiden mukaan syöttöön. (Nikkanen, 2024)



Kuva 2. Rikastetta varastohallissa (Boliden Harjavalta, 2025)

BOHA:n rikasteiden kuljetukset ovat multimodaalikuljetuksia, joissa tavaran kuljettamiseen käytetään vähintään kahta eri kuljetustapaa. Multimodaalinen kuljetus on taloudellisesti ja ajallisesti kustannustehokkain tavaran toimitustapa. Multimodaalisessa kuljetuksessa rikaste ei siis kulje koko kuljetusketjua esimerkiksi kontissa, vaan se siirretään siirtokuormamalla joko toiseen kuljetusvälineeseen tai varastoon odottamaan seuraavaa siirtoa. BOHA:lla rikaste kulkee meri- ja rautateitse päätepisteeseensä. (Arcotransport, 2024 ; Nikkanen, 2024)

4.1 Valtasiirto Oy

Valtasiirto Oy on vuonna 1997 perustettu suomalainen logistiikkayritys, jonka pääkonttori sijaitsee Riihimäellä. Yritys on erikoistunut teollisuuden sisä- ja ulkologistiikan ratkaisuihin. Se tarjoaa monipuolisia palveluita, kuten sisäisiä ja ulkoisia kuljetuksia, terminaalipalveluita, trukki- ja konepalveluita, korjaamo- ja huoltopalveluita, sekä alueiden hoitoa ja maanrakennusta. Yrityksen asiakkaisiin kuuluu useita johtavia teollisuusyrityksiä, ja se toimii erityisesti Länsi-Suomessa.

Suurteollisuuspuistossa yritys hoitaa alueella toimivan kupari- ja nikkelikas-teita sulattavan, sekä kuparia jalostavan Boliden Harjavallan, sekä muiden alueella toimivien yritysten sisälogistiikan, ajoneuvohuollon ja ulkoalueiden kunnossapidon. (Valtasiirto, 2024)

Rikasteiden logistiikkaketjussa Mäntyluodosta Harjavaltaan Valtasiirto vastaa rikastevaunujen purkamisesta Harjavallassa. Valtasiirrolla on rikastevaunujen purussa käytössään kaivinkone, jolla purkaja tyhjentää vaunut rikasteesta purkumonttuun.

Rikastetta sisältävää junavaunua purettaessa, vaunujen purkajan tehtävänä on kaapia kaivinkoneella rikasteet pois vaunusta, sekä kopistella vaunua, jotta suurimmat rikastepeäakut tippuisivat kopistelun seurauksena pois. Kun vaunu on täältä osin puhdas, siirretään letkaa niin, että juuri tyhjennetty vaunu pääsee putsattavaksi ja seuraava vaunu letkasta pääsee purettavaksi. Purkumontusta rikaste siirtyy hihnakuljettimia pitkin varastoon, josta sitä ajetaan pyöräkuormaajalla suunnitelman mukaisesti sulaton käyttöön.

Vaunujen purkaja käyttää junavaunujen liikuttamiseen robottiveturia Otso 75, jota hän ohjaa kaivinkoneen hytistä kauko-ohjaimen avulla. Myös junavaunujen kippaukseen käytetään kauko-ohjaimella varustettua Joutra-kaatolaitetta. (Simonen, 2024)

Junavaunuja purkamassa on aamu- ja iltavuorossa sekä vaunujen purkaja, että putsaja. Putsajan tehtävänä on hoitaa vaunujen harjaus silloin, kun vaunu on paikallaan. Puhdistus suoritetaan yksi vaunu kerrallaan ja puhdistettavat kohteet ovat vaunun alarunko, palkkien päälliset, ADR-merkinnät, sekä mahdolliset muut kohteet, joissa havaitaan rikastetta. Kun junavaunuletka on kokonaan purettu ja vaunut puhdistettu yksitellen ja letka on poistunut Harjavallasta takaisin Mäntyluotoon, tulee putsajan puhdistaa rata ja sitä ympäröivä lattiatila laatikkoharjan kanssa, jolloin vaunuista varisseet rikasteet eivät jää kerrostumaan purkuhallin lattialle tai vaihtoehtoisesti myöskään junaraitteille.

Työhön putsaajan tulee suojautua heidän työnantajansa määrittelemän suojainmatriisin mukaisesti, johon kuuluu muun muassa työvaatteet, Tyvek-suojahaalari, kypärä, kuulosuojaimet, puhallinmaski ja hanskat. Näin putsaaja pystyy suorittamaan työnsä turvallisesti. (Simonen, 2024 ; Valtasiirron sisäinen verkko, 2024)



Kuva 3. Purkaja työssään (Laine, 2024)

Valtasiirron työntekijä eli purkaja purkamassa rikastevaunuja purkumonttuun, josta tavara siirtyy hihnakuljettimia myöden varastohalleihin.

4.2 Olmar

Olmar Finland Oy on vuonna 2022 perustettu suomalainen logistiikkayritys, joka keskittyy satamatoimintoihin sekä maa- ja merilogistiikkaan. Yrityksen historia ulottuu vuoteen 1908, ja Olmar tunnetaan entiseltä nimeltään Hacklin Oy, mutta toiminnot myytiin vuonna 2022 Olmar Management B.V:lle, sekä

Stichting Depository PGGM Infrastructure Fundsille, jotka perustivat uuden suomalaisen yhtiön hoitamaan satamatoimintoja, ja nimeksi yritykselle tuli Olmar Finland Oy. (Hammarberg, 2023)

Olmar toimii erityisesti Porin Mäntyluodon ja Tahkoluodon satamissa, tarjoten muun muassa varastointi-, ahtaus-, lastinkäsittely- ja nosturipalveluita. Olmar tarjoaa myös satama- ja varustamopalveluita Haminassa ja Kotkassa. Lisäksi yritys tarjoaa huolinta- ja tullauspalveluita, projektikuljetuksia sekä kierrätysmateriaalien käsittelyä. (Olmar, 2024)

Olmar toimii tiiviisti yhteistyössä BOHA:n, sekä VR:n kanssa. Olmarin rooliin rikasteiden logistiikkaketjussa kuuluu rikastelaivojen purkusuunnittelu yhteistyössä BOHAn kanssa, jotta tuotteet saadaan optimaaliseen purkupaikkaan ja mahdollisimman nopeasti Harjavaltaan, tuotannon tarpeiden mukaan. Olmar purkaa rikastelaivat heiltä löytyvällä nosturilla, sekä suunnittelee yhdessä BOHAn ja VR:n kanssa tavaroiden varastoinnin, tuotevirtojen laadun ja oikea-aikaisuuden varmistamiseksi.

Olmar hoitaa myös rikasteen kuormauksen varastohalleista VR:n tavarankuljetusvaunuihin, eli Taimn-t tai Tamn-tw –mallisiin vaunuihin. Kuormaus tapahtuu Mäntyluodossa jomman kumman varastohallin sisällä, joiden läpi raiteet kulkevat. Mäntyluodossa on siis BOHAn käytössä kaksi suurta varastohallia, Poseidon ja M1 ja näiden raiteet P13, P14 ja M1. Poseidoniin puretaan rikastelaivat ja M1-varastossa on konteista purettu ja autoilla tuodut rikasteet.

Rikaste kuormataan vaunuihin pyöräkuormaajan Komatsu WA500-8 kauhaa käyttäen. Junavaunujen kansien avaamisessa ja vaunujen siirrossa, Olmar operoi vaunusiirtolaite Vollertilla. He saavat päivittäin sähköpostiin kuormausohjeet VR:n kuljetussuunnittelijalta, josta he syöttävät tiedot sisäiseen Teams-kanavaan ja tilatut kauppaerät lastataan ohjeiden mukaisesti. Kuormaajakuski tekee sähköiset rahtikirjat, sekä lähettää erittelyn tekemänsä kuorman tiedoista asianosaisille.



Kuva 4. Vaunnsiirtolaite Vollert Shunter DER150 (Olmar sisäinen verkko, 2025)

M1 varastohallissa ei ole mahdollisuutta siirtää vaunuja, eli käyttää vaunnsiirtolaitetta, joten vaunujen kannet avataan niin sanotulla Koneikolla, joka on hydraulinen kansien avaaja.

Olmar on kouluttanut 12 ahtaajaa päteviksi rikasteen kuormaajiksi ja he ovat suorittaneet Olmarin sisäisen koulutuksen, sekä raideliikennekoulutuksen, jolloin he voivat operoida myös vaunnsiirtolaitetta. Rikastevaunujen lastauksessa pääsääntöisesti työskentelee yksi ahtaaja yhtä työvuoroa kohden. Työtä tehdään sekä aamu- että iltavuorossa. Olmar huolehtii työn turvallisesta suorittamisesta, laitteiden turvallisesta käytöstä, sekä varastojen siisteydestä. (Tuomisto, 2025)

4.3 Porin satama

Porin Satama Oy on Porin kaupungin omistama yhtiö, joka hallinnoi Porin satamakokonaisuutta. Satama sijaitsee Pohjanlahden rannalla ja koostuu kolmesta eri satama-alueesta: Mäntyluodosta, Tahkoluodosta sekä öljy- ja kemikaalisatamasta.

Mäntyluodon satamasta löytyy kaksi Liebherr LHM550-nosturia, jotka pitävät huolen raskaiden toimitusten sujuvuudesta. Näiden yhteisnostokapasiteetti on

280tn ja laivaan 250tn. Mäntyluodossa onnistuu raskasnostoprojektien lisäksi sahatavara- ja rikasteliikenne. (Porin kaupunki, 2025)

Tahkoluodon satama on erikoistunut syväväyläiseen liikenteeseen, ja sen syväys on 15,3 metriä, mikä mahdollistaa suurten alusten, kuten capesize-luokan alusten, saapumisen. Öljy- ja kemikaalisatama toimii omalla erillisellä alueellaan Tahkoluodossa.

Mäntyluodon ja Tahkoluodon satamat Porissa tarjoavat kierrätysliiketoiminnalle ja uusioraaka-aineiden viennille erinomaisen alustan. (Port of Pori, 2025)

Porin Mäntyluodon satamaan saapuvat siis rikastelaivat ympäri maailmaa ja ne puretaan Olmarin toimesta. Porin satama myös toimii Mäntyluodon yksityisraiteiden haltijana, joita pitkin rikastejunat lähtevät kohti Harjavaltaa.

4.4 VR

VR Group on Suomen valtion omistama matkustaja-, logistiikka- ja kunnossapitopalveluja tarjoava yhtiö, joka toimii sekä Suomessa että Ruotsissa. Yhtiön tavoitteena on edistää ympäristöystävällisen raideliikenteen ja kaupunkiliikenteen suosiota.

VR Kaukojunaliikenne vastaa kaukoliikenteen junamatkoista Suomessa sekä Tukholman ja Göteborgin välisestä liikenteestä Ruotsissa. VR Kaupunkiliikenne sisältää lähijuna-, raitiovaunu- ja bussiliikenteen Suomessa ja Ruotsissa. VR Transpoint tarjoaa logistiikkapalveluja raiteilla Suomessa. VR FleetCare mahdollistaa kilpailukykyisen henkilö- ja tavaraliikenteen tehokkaalla kaluston kunnossapidolla. (VR Group, 2025)

VR:n puolelta liikennettä Mäntyluodossa ja Harjavallassa hoitaa vaihtotyöyksikkö, sekä vaunujen vetämisen Mäntyluodosta Harjavaltaan hoitaa

veturinkuljettaja. Vaihtotyöt on hoidettu Dv12 tyyppin dieselvetureilla ja linjaosuus SR1 tyyppin sähköveturilla.

Mäntyluodossa vaihtotyöyksikkö toimittaa tyhjät vaunut Mäntyluodon ratapihalta kuormaushalliin, jonka jälkeen Olmar suorittaa vaunujen kuormauksen. Kuormauksen jälkeen vaunut haetaan Mäntyluodon ratapihalle, odottamaan kuljetusta Harjavaltaan. Veturinkuljettaja vastaa vaunujen vedosta linjaosuu-
della Mäntyluoto - Harjavalta - Mäntyluoto.

Harjavallan vaihtotyöyksikkö toimittaa Harjavallan ratapihalla punnitut kuormatut vaunut purkupaikalle, jossa Valtasiirto hoitaa vaunujen purkamisen, sekä putsauksen. Tämän jälkeen vaihtotyöyksikkö hakee vaunut ja suorittaa niille tyhjäpunnituksen ratapihalla, jonka jälkeen ne siirtyvät odottamaan veturinkuljettajaa vetämään vaunut takaisin Mäntyluotoon.

Harjavallassa ja Mäntyluodossa on jokaiselle junavaunuletkalle oma kuorma- ja purkuikkunansa, joiden puitteissa koko junavaunuletka tulee kuormata, sekä purkaa.

Mäntyluodon kuormausikkunat:

1. 7:00 - 9:30
2. 11:00 - 13:30
3. 15:30 – 18:00
4. 19:30 – 22:00

Harjavallan purkuikkunat:

1. 6:00 – 8:30
2. 9:45 – 13:00
3. 14:00 – 16:30
4. 17:30 – 20:00

Harjavallassa työskentelee myös kuljetussuunnittelija, joka suunnittelee tuotavat rikasteet Harjavallan sulaton reseptin ja tulevan tarpeen mukaan, huomioiden myös Harjavallan ja Mäntyluodon rikastevarastot. Hän suunnittelee

tarvittavan kuljetuskapasiteetin kulloiseenkin tilanteeseen sopivaksi ja määrittelee Harjavallan varastoihin rikasteille varastopaikat. Työhön kuuluu myös väylän raideinfran huolto- ja korjaustöiden yhteensovittaminen Bolidenin kuljetustarpeeseen. (Sumia, 2025)



Kuva 5. Ratapihatyöntekijä tarkastamassa vaunuja (VR sisäinen verkko, 2025)

5 RATATIEVERKOSTO

Rikastejunat kuormataan ja puretaan vaunun eri puolilta. Tästä syystä puhdistetut alueet on merkitty eri väreillä, katso liite 1. Kun vaunut on kuormattu, ne siirtyvät Mäntyluodossa ratapihalle odottamaan niiden siirtämistä kohti Harjavallaa. Harjavallassa raideyhteydet menevät siten, että rikastevaunuletkan Mäntyluodosta lähtevä ensimmäinen vaunu, onkin Harjavallassa viimeinen vaunu. Näin ollen juna siis kääntyy raideyhteyksien mukaan ympäri ja kuorma- ja purku tapahtuvat eri puolilta.

Boliden Harjavallan rikasteiden kuljetusliikenne junilla tapahtuu viitenä päivänä viikossa. Junien kuormausta ja purkua suoritetaan siis maanantaista perjantaihin. Joka arkipäivä Harjavallan tehdasalueelle saapuu neljä täyttä junaletkallista rikastetta. Junavaunuletkoja on yhteensä kolme ja nämä kolme junavaunuletkaa kiertävät siten, että yksi letka on aina kuormauksessa, yksi matkalla Mäntyluodosta Harjavaltaan ja yksi purussa Harjavallassa. Näin tataan rikasteiden tehokas kierto ja kuljetus sulaton käyttöön.

Yhden junaletkan rikastemäärä on noin 900 tonnia, sillä yhdessä junaletkassa on yleensä 14 vaunua ja yhden vaunun rikastemäärä on noin 65 tonnia. Viikon aikana pelkillä rikastejunilla tavaraa tuodaan alueelle siis vajaa 20 000 tonnia.

Rikastejunia tulee kaksi aamuvuorossa ja kaksi iltavuorossa, ja niitä myös kuormataan kaksi kappaletta sekä aamu- että iltavuorossa.

Tämän lisäksi VR kuljettaa alueelle rikastetta myös niin sanotuilla konttijunilla, suoraan Bolidenin omalta kaivokselta, josta saapuu kolme konttijunallista rikastetta viikossa. Yhdessä konttijunassa on rikastetta 1300 tonnia, jolloin viikossa sitä saadaan 3900 tonnia.

5.1 Rikastevaunut Taimn-t ja Tamn-tw

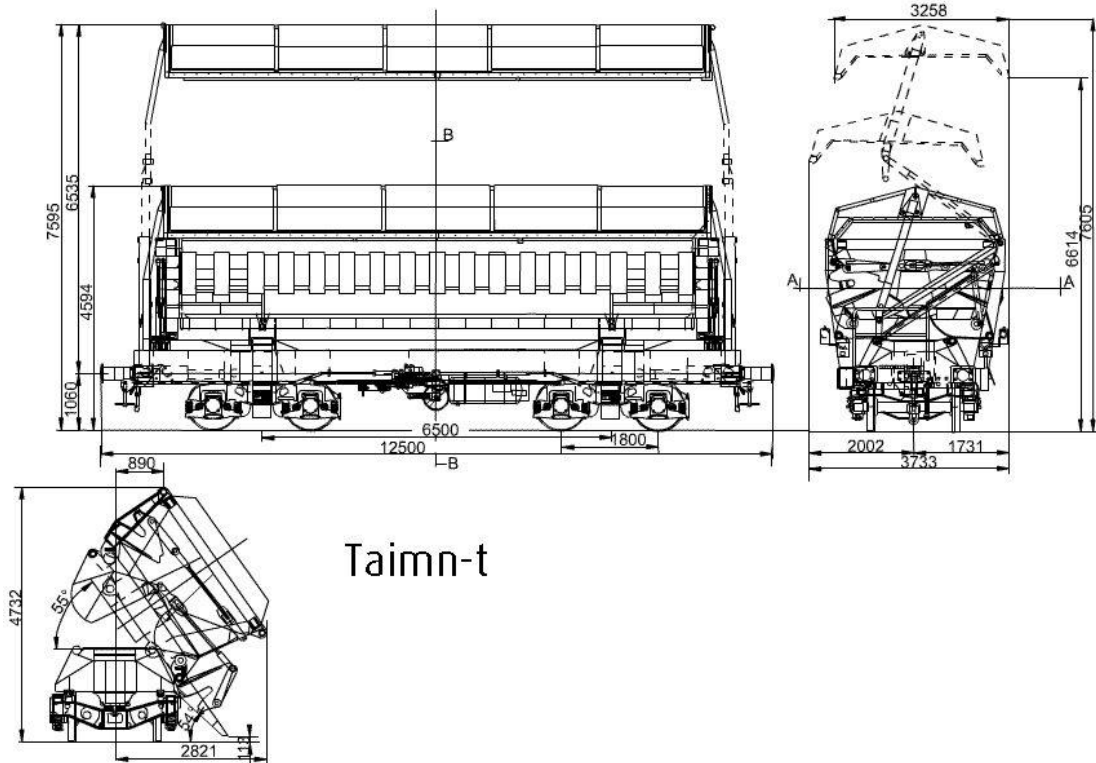


Kuva 6. Rikastevaunut Harjavallassa (Laine, 2024)

VR Transpoint käyttää rikastekuljetuksissa Taimn-t ja Tamn-tw junavaunuja. Rikastevaunuissa on ulkopuolisella purkulaitteella raiteen viereen kallistettava kuormatila. Kuormatilaa kallistettaessa sen purkupuolen sivuseinä avautuu kiskon pinnan tasoon ulottuvaksi purkuluiskaksi ja vaunut on varustettu hydraulisesti ylösnostettavalla katolla.

Vaunujen suurin sallittu akselipaino on 25 tonnia, jonka mukaista kuormaa saa käyttää ainoastaan ko. akselipainolle hyväksytyillä rataosilla.

Tamn-tw-vaunut on varustettu SA3-automaattikytkimellä. Osassa vaunuista on lisäksi myös sivupuskimet. (VR Transpoint, 2025)



Taimn-t

Kuva 7. Kaaviokuva Taimn-t rikastevaunusta (VR Transpoint, 2025)

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Työssä kuvattiin kahden toisistaan poikkeavan rikasteen aiheuttamaa likaantumista junavaunujen ulkokyljissä, jotta likaantumisen syiksi voitaisiin mahdollisesti poissulkea rikasteen laatuero, ja voitaisiin keskittyä tutkimaan kuorma- ja purkutekniikoiden aiheuttamaa likaantumista, sekä tuomaan näihin mahdollisia uusia näkökulmia ja parannusehdotuksia.

Tutkimusta varten ei eritelty, onko kyseessä kupari- vai nikkelirikaste, vaan asiaa lähestyttiin neutraalilta näkökannalta; ”materiaali 1” ja ”materiaali 2”. Työtä varten valittiin siis näissä puhdistetuissa junavaunuissa kulkemaan jo ennalta tiedettyä niin sanottua kosteaa tai kuivaa rikastetta, jolloin voitiin tutkia näiden aiheuttamaa likaantumisasetta junavaunujen kyljessä. Työssä ei

eritellä metallilaatuja myöskään siksi, että samoissa junavaunuletkoissa kulkee tarpeen mukaan sekä kuparia, että nikkeliä.

Tutkimustyö aloitettiin huolellisella suunnittelulla ja tutkimuksen toteutustavaksi valittiin valokuvatarkastelu. Tarkoituksena oli siis suorittaa tutkimus tarkastellen valokuvien avulla junavaunujen likaantumistasetta.

Junavaunujen kuormaus ja purku tapahtuvat vaunun eri puolilta, minkä vuoksi työn alkuvaiheessa puhdistettiin vaunun rungon kohdalta ulkokyljet molemmilta puolilta. Puhdistuksen tavoitteena oli varmistaa kuvauksen onnistuminen, sillä runko on alue, jolle rikaste tavallisesti varisee. Vaunut valittiin puhdistettavaksi junaletkan keskivaiheilta, jolloin tutkimustulos olisi relevantimpi. Vaunut valokuvattiin heti puhdistuksen jälkeen, sekä heti kuormauksen jälkeen Mäntyluodossa ja Harjavallassa vaunut kuvattiin ennen vaunujen purkua, sekä purun jälkeen. Tämä havainnollisti sitä, kuinka paljon kuormauksen jälkeisestä kuljetuksesta mahdollisesti jäisi rungolle rikastetta.

Kuvat on otettu molemmissa kohteissa lastaus- ja purkuhallin sisältä, jotta valotus ja sääolosuhteet ovat samat kuvissa. Molemmille valituille materiaaleille tehtiin tämä sama valokuvaus ja suoritettiin valokuvauksen itse.

6.1 Vaunujen puhdistus



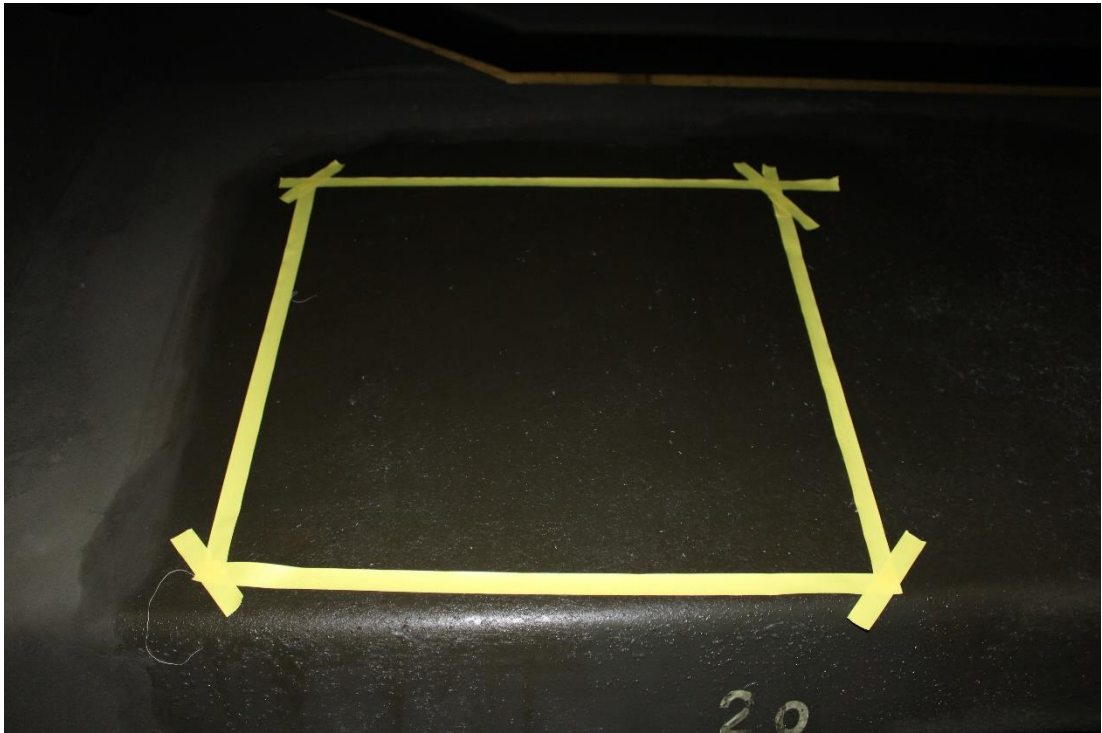
Kuva 8. Lähikuvaa vaununrungosta ennen puhdistusta (Laine, 2024)



Kuva 9. Vaunun rungosta puhdistettu alue (Laine, 2024)

Kuvassa 9 kuvattu junavaunun rungosta puhdistettu alue, vaunun purkupuolelta. Vaunuihin alueet merkittiin aluksi teipillä, mutta merkkkaus vaihtui vahallituihin, sillä teippi ei pysynyt kiinni vaunujen epätasaisella pinnalla. Kuvasta

voidaan huomata selvä kontrasti puhdistetun ja puhdistamattoman alueen välillä, likaa oli vaunun pinnalla huomattava kerros.



Kuva 11. Lähikuva puhdistetusta alueesta (Laine, 2024)



Kuva 12. Puhdistettu alue kuvattu kauempaa (Laine, 2024)

7 TULOKSET

Tässä kappaleessa esitetään työn tulokset, molempien materiaalien tulokset esitellään allekkain, sekä verrattuna puhdistetun alueen kuvaan.

7.1 Materiaali 1

Ensimmäisenä tutkittiin “materiaali 1”, joka on ennalta tiedetty kuivaksi, eli materiaali on siis herkästi pölyävää ja hienojakoista.

Materiaali 1 valokuvaus suoritettiin 28.11.2024 ja päivän keskilämpötila oli +4 astetta.

Materiaali kuormattiin Mäntyluodossa aamun ensimmäisenä junana, kuormaus aloitettiin 7.00 ja valmista oli noin 9.15. Kuormauksen aikaikkuna on 2,5h.

Materiaali 1 lastattiin Taimn-t mallisiin vaunuihin.

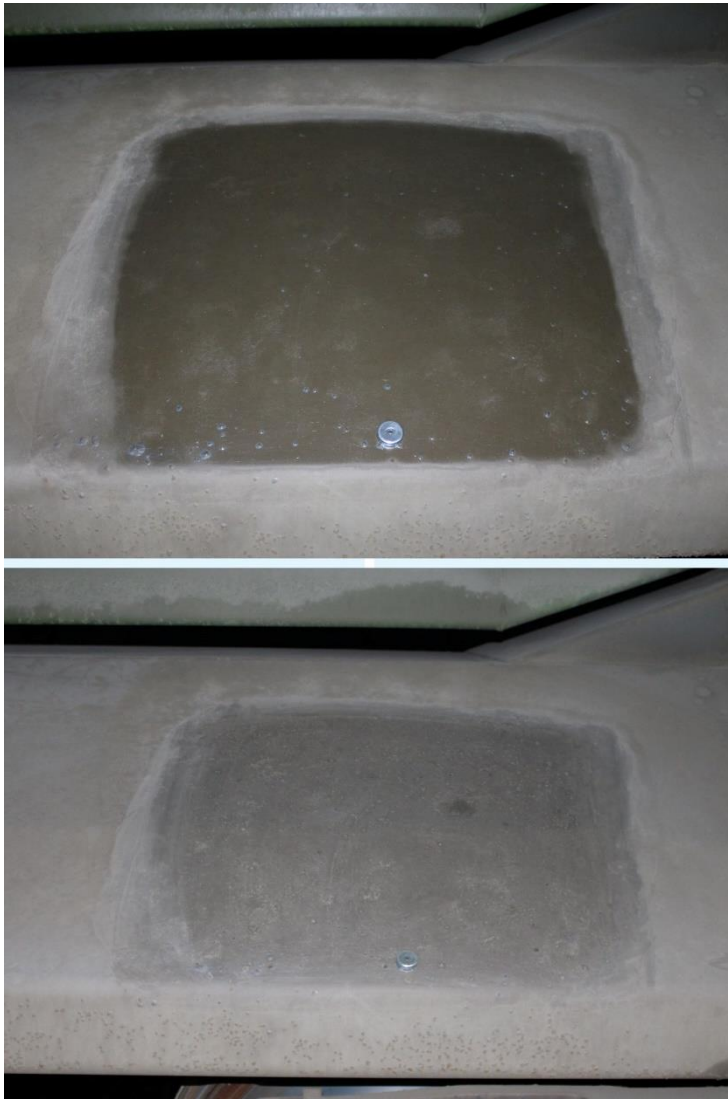


Kuva 13. Rikastevaunut odottamassa kuormausta rikastehallissa Mäntyluodossa (Laine, 2024)



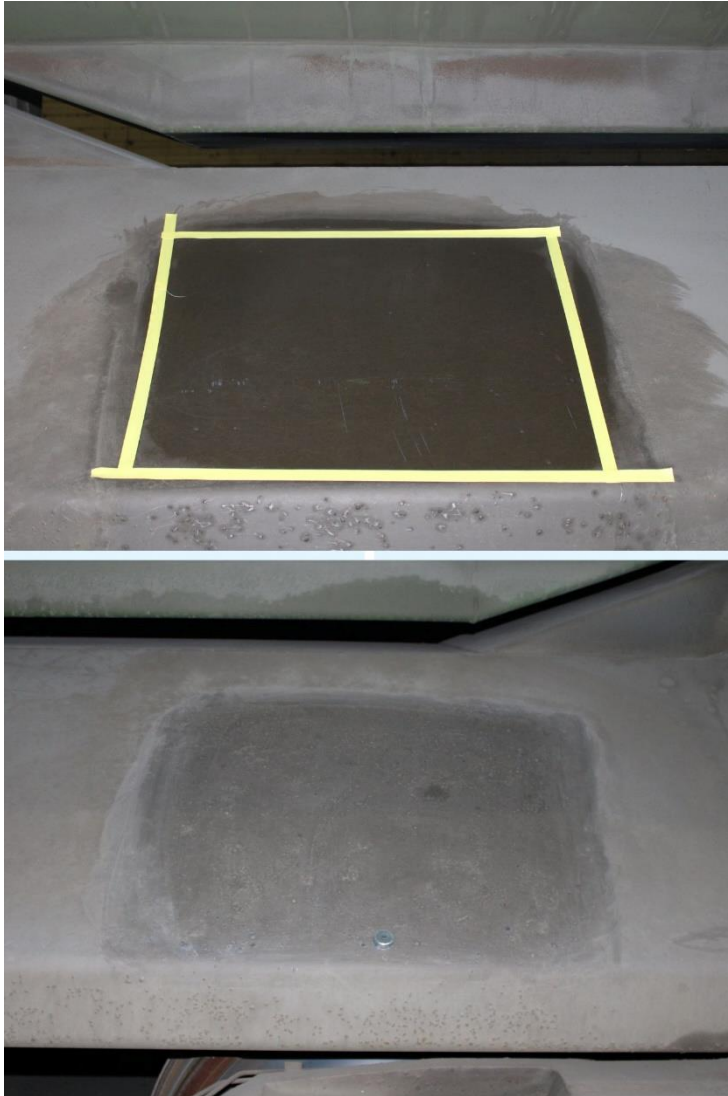
Kuva 14. Junavaunu ennen kuormausta (Laine, 2024)

Kuvassa 14 junavaunusta otettiin valokuva ennen kuormausta. Magneetti seuraavissa kuvissa puhdistetun alueen alaosassa esittää vain kohtaa puhdistetusta alueesta merkinä, sillä teippi ei pysynyt kiinni junavaunun rungon epätasaisella pinnalla.



Kuva 15. Kuormausta ennen ja jälkeen (Laine, 2024)

Kuvassa 15 havainnollistettiin, mitä vaikutuksia materiaalilla 1 on junavaunuun kuormauksen aikana. Yläpuolella oleva kuva otettiin ennen kuormausta, kello 7.21 ja alapuolella oleva kuva otettiin kuormauksen jälkeen, kello 9.36. Kuormauksen jälkeen vaunuja ei ollut vielä liikutettu mihinkään, vaan ne olivat paikallaan, katoksen alla, rikastevarastossa. Kuvasta nähtiin, että puhdistettava alue on harmaantunut ja pinnalta voi erottaa pölyä ja likaa.



Kuva 16. Puhdas ja kuormauksen jälkeinen alue (Laine, 2024)

Kuvassa 16 verrattiin kuormauksen jälkeistä aluetta (alapuolella), täysin puhtaaseen alueeseen (yläpuolella). Kuvasta huomattiin, että ero on selvästi nähtävissä näiden kahden kuvan välillä.



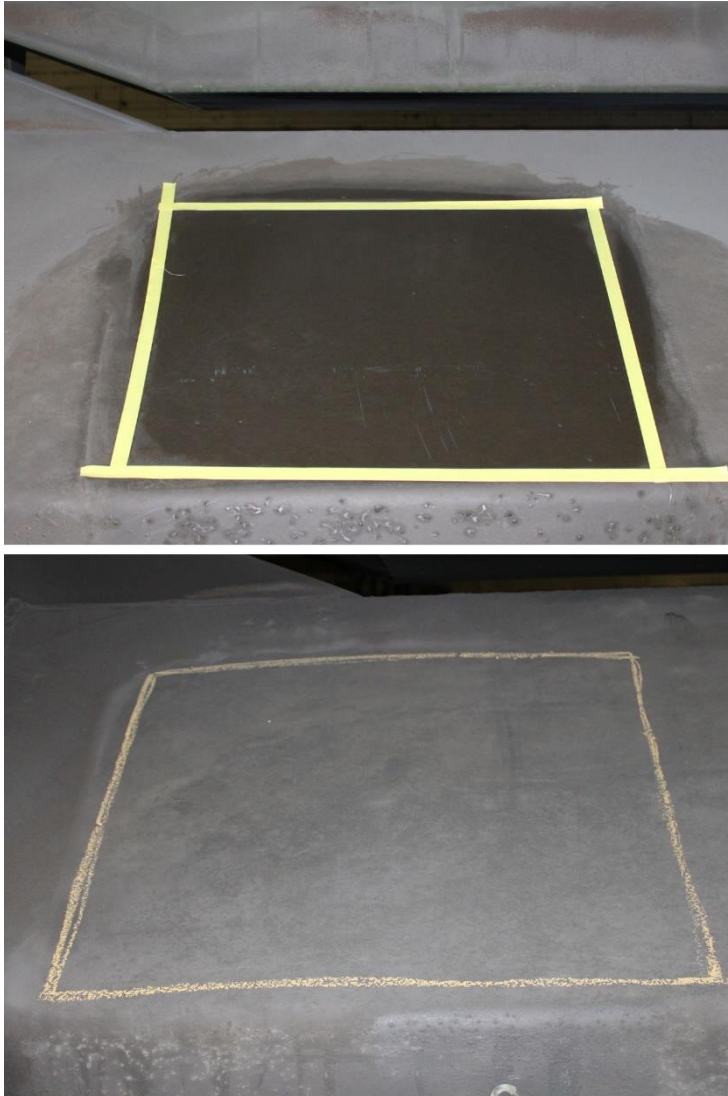
Kuva 17. Junavaunu odottamassa purkua Harjavallassa (Laine, 2024)

Harjavallassa tehtiin vaunuihin merkinnät vahaliidulla, punainen väri edustaa vaunujen kuormauspuolta ja keltainen väri edustaa purkupuolta, kuten liitteessä 1 on osoitettu.



Kuva 18. Junavaunu ennen purkua ja purkamisen jälkeen (Laine, 2024)

Kuvassa 18 havainnollistettiin alue ennen purkamista, sekä purkamisen jälkeen. Yläpuolella oleva kuva otettiin ennen purkua kello 13.33 ja alapuolella oleva kuva otettiin purun jälkeen kello 14.14. Kuvasta voitiin huomata jälleen pölyä ja likaa kertyneen purkamisen yhteydessä junavaunun rungolle.



Kuva 19. Puhdas ja purkamisen jälkeinen alue (Laine, 2024)

Kuvassa 19 verrattiin purkamisen jälkeistä aluetta (alapuolella), täysin puhtaiseen alueeseen (yläpuolella). Kuvasta huomattiin, että ero näiden kahden kuvan välillä on selvästi nähtävissä.



Kuva 20. Lähikuvaa rungosta purkamisen jälkeen (Laine, 2024)

Vaunun purkamisen jälkeen se puhdistetaan harjaamalla ja kuvasta 20 näkee hyvin selvästi harjanvetojen jäljen, sekä sen, kuinka paljon likaa ja pölyä vaunun rungolle on jäänyt vielä harjauksen jälkeen. Nämä kuvat on otettu kello 14.16.

Puhdistetulla alueellakin pölyä ja likaa on merkittävästi, eli kyse ei ole pelkästään vuosien mittaan vaunujen rungolle kertyneestä liasta, vaan juuri tämän kyseisen purun yhteydessä syntyneestä liasta. Kuva 20 otettiin siinä vaiheessa, kun junavaunut ovat käytännössä valmiit siirtymään takaisin Mäntyluotoon seuraavaan lastaukseen, eli purku oli tässä kohtaa suoritettu.

Havaintojen perusteella nykyinen puhdistusmalli ei ole riittävä tällaiselle materiaalille, joka pölyää ja varisee vaunun rungolle, josta sitten vaunun liikkuesssa tai esimerkiksi tuulen mukana voi kulkeutua ympäristöön.



Kuva 21. Vaunu kuvattuna ulkona harjauksen jälkeen (Laine, 2024)

Kuva vaunusta ulkona puhdistuksen jälkeen. Tästä kuvasta erottaa selvästi harjanvedot, sekä sen että likaa tosiaan on vaunun rungolla, pölyävässä ja varisevassa muodossa, josta se voi kulkeutua ympäristöön.

7.2 Materiaali 2

Toisena tutkittiin "materiaali 2", joka on ennalta tiedetty kosteammaksi, eli materiaali on erilaista materiaaliin 1 verrattuna.

Materiaali 2 valokuvaus suoritettiin 19.3.2025 ja päivän keskilämpötila oli 3,7 astetta.

Materiaali kuormattiin Mäntyluodossa aamun ensimmäisenä junana, kuormaus aloitettiin 7.15 ja valmista oli noin 8.50. Kuormauksen aikaikkuna on 2,5h.

Materiaali lastattiin Taimn-t-mallisiin vaunuihin.

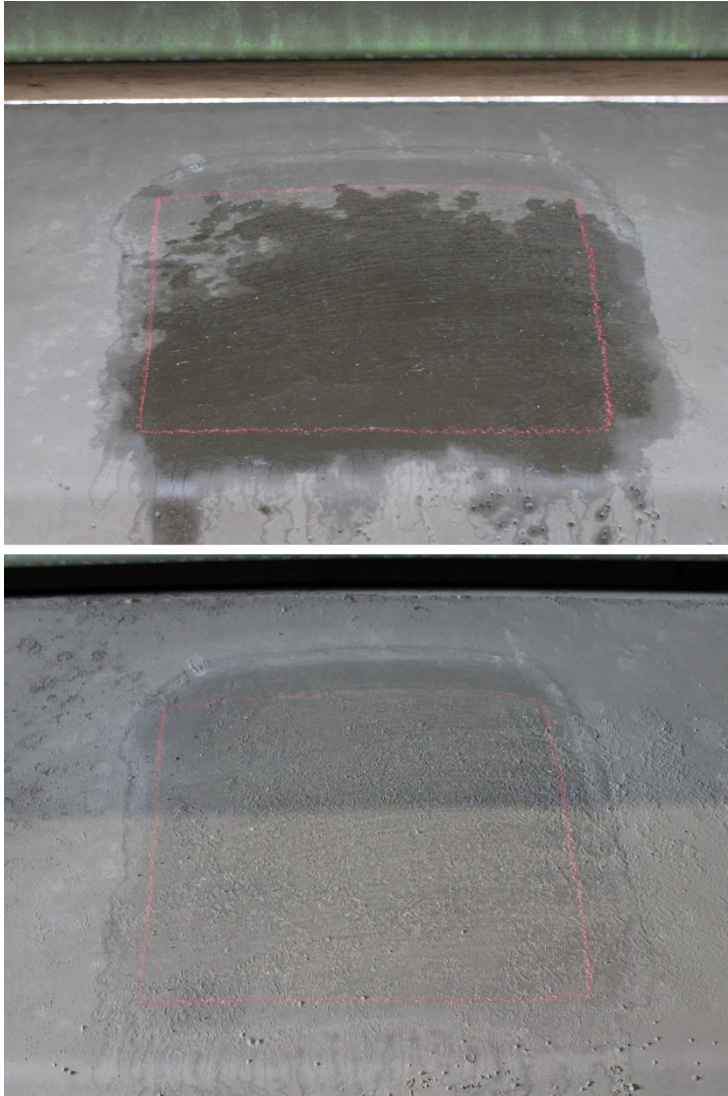


Kuva 22. Junavaunu odottamassa kuormasta (Laine, 2025)



Kuva 23. Kuormausta ennen ja jälkeen (Laine, 2025)

Kuvassa 23 vaunun runko kuvattuna ennen jälkeen kuormauksen. Yläpuolella oleva kuva on otettu ennen kuormausta kello 7.14 ja alempi kuva kuormauksen jälkeen, kello 8.58. Voidaan huomata eroa kuvien välillä, kuormauksen jälkeen alue on harmaantunut huomattavasti.



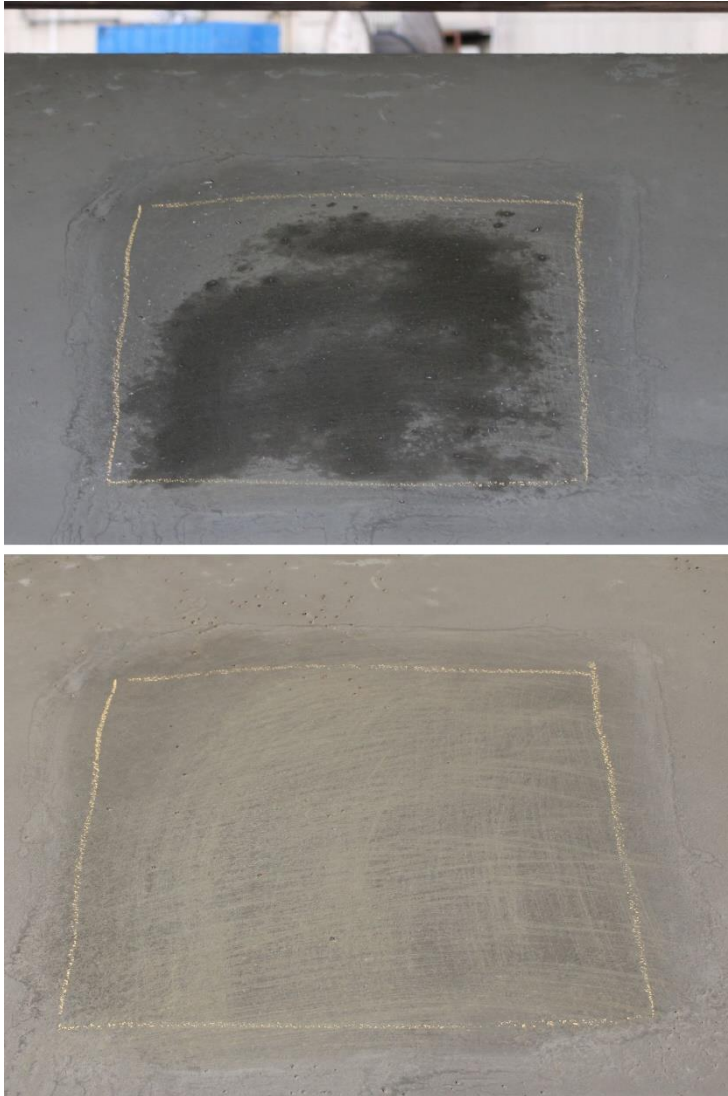
Kuva 24. Puhdas alue verrattuna kuormauksen jälkeiseen (Laine, 2025)

Kuvassa 24 kuvattuna junavaunusta puhdistettu alue (ylempänä) verrattuna kuormauksen jälkeen otettuun kuvaan samasta alueesta (alempänä).



Kuva 25. Ennen ja jälkeen purun (Laine, 2025)

Kuvassa 25 kuvattuna alue ennen ja jälkeen purkamisen, ylempänä kuvattu ennen purkua kello 13.03 ja alemmassa kuvassa runko kuvattuna purun jälkeen, kello 14.39. Kuvia tarkasteltaessa huomataan alemmassa kuvassa hie- man enemmän likaa pinnalla. Purun jälkeen junavaunut harjattiin jälleen Val- tasiirron työntekijän toimesta.



Kuva 26. Puhdas alue verrattuna kuormauksen jälkeiseen (Laine, 2025)

Kuvassa 26 kuvattuna junavaunusta puhdistettu alue (ylempänä) verrattuna purkamisen jälkeen otettuun kuvaan samasta alueesta (alempänä).



Kuva 27. Rungon pintaa kuvattuna (Laine, 2025)

Kuvattuna junavaunun runkoa kuormauksen jälkeen (ylempi kuva) ja purun jälkeen (alempi kuva). Kuvista voidaan nähdä tarkasteltava alue verrattuna muuhun junavaunun runkoon, kuinka paljon pinnalla on pölyä ja likaa.

7.3 Tutkimusmenetelmän jatkokehittämiskohteet

Tämä työ suoritettiin käyttäen valokuvatarkastelua, jossa kuvattiin junavaunun rungolta tiettyä aluetta rikasteen logistiikkaketjun aikana. Tarkoituksena oli silmämääräisesti tarkastella, sekä valokuvista vertaillen, kuinka paljon rikastetta varisee junavaunun rungolle logistiikkaketjun eri vaiheissa.

Työtä suorittaessa huomattiin, että toisesta materiaalista, joka oli ennalta tiedetysti pölyävämpää kuin toinen, oli huomattavasti helpompi valokuvistakin huomata junavaunun rungolle jäävä tavara, kuin toisesta materiaalista, joka oli ennalta tiedetysti kosteampaa. Näin ollen mahdollisesti parempi lähestymistapa työn suorittamiseen olisi voinut olla parempi, kuten esimerkiksi merkityltä ja rajatulta alueelta irtotavaran kerääminen ja sen massan punnitseminen, jolloin olisi saatu konkreettisempia tuloksia työstä, ja siitä kuinka paljon esimerkiksi yhdessä junan purussa tosiaan tavaraa junavaunun rungolle varisee.

Myös valokuvatarkastelu tuotti riittäviä tuloksia, sillä 'ennen ja jälkeen' -kuvien ero on selvästi havaittavissa.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuloksien tarkastelussa tuli ilmi, että junavaunujen rungoille tosiaan kerääntyy likaa, sekä kuormaus-, että purkupäässä, joten tarve junavaunujen puhdistukselle on.

Kuitenkin valokuvatarkastelussa havaittiin, että ennakolta pölyävämmäksi tiedetty materiaali 1 aiheutti selvästi enemmän pölyä ja likaa junavaunun pinnalle, sekä kuormaus- että purkupäässä logistiikkaketjua. Sen sijaan vähemmän pölyävä materiaali 2 johti huomattavasti maltillisempaan likaantumiseen vaunun rungolla.

Voidaankin todeta, että myös rikasteen laadulla on suuri merkitys vaunujen likaantumiselle, mutta koska joka tapauksessa likaa ja pölyä kertyy, tulee junavaunujen puhdistus hoitaa asianmukaisella tavalla.

Junavaunujen likaantumiseen liittyvä ongelma on havaittu ja toimenpiteisiin asian ratkaisemiseksi on jo ryhdytty. Junavaunujen purkamisesta aiheutuva

likaantumista pyritään hallitsemaan harjaamalla vaunut jokaisen purun jälkeen.

Junavaunut siis harjataan Valtasiirron toimesta jokaisen purun jälkeen Harjavallassa, mutta tehokkaampaa junavaunujen puhdistustapaa on pohdittu, jotta vaunut saataisiin riittävän puhtaksi. On myös tärkeää saada tällä hetkellä junavaunujen rungolle, sekä lattialle variseva rikaste kerättyä, jotta se saadaan takaisin materiaalikiertoon ja sulaton käyttöön.

8.1 Kehitysehdotuksia

Junavaunujen purkamisesta aiheutuvia pölyhaittoja on tarkasteltu, ja niiden vähentämiseksi on kehitetty useita parannusehdotuksia. Näitä ehdotuksia käytiin läpi yhteistyössä Bolidenin Raaka-aineiden käsittelyn aluetyönjohtajan kanssa. Purkuhalliin on suunniteltu rakenteellisia muutoksia, joiden tavoitteena on vähentää purkutoiminnasta aiheutuvaa pölyämistä siten, että myös työntekijöiden turvallisuus ja altistumisen hallinta otetaan asianmukaisesti huomioon.

Junien purkaminen tapahtuu purkusuppilon päällä. Suunnitelmissa on ollut tilan muokkaaminen niin, että purkupaikka voidaan sulkea jo olemassa olevalla nosto-ovella. Kaivinkoneen kuljettaja eli purkaja jäisi suljettuun tilaan, jolloin koneen suodattimia olisi vaihdettava useammin. Suodattimien vaihtoväliä tulisi tarkastella uudelleen. Lisäksi pölynpoistojärjestelmän imukanavia tulisi kohdistaa paremmin pölynpoiston tehostamiseksi. Pölynpoistojärjestelmän tehostamisen jälkeen olisi mahdollista automatisoida junavaunujen puhdistus kohdistetuilla paineilmalinjoilla. Junavaunujen purkumontun yläpuolella on kohdennettu pölynpoistojärjestelmä, jossa suodattimesta pöly ohjataan suoraan kuljettimille ja kuljettimia myöten varastoon. Kerätty pöly palaa siis takaisin materiaalikiertoon. (Nauha, 2025)

Suunnitteilla on myös, että junavaunuletat pestäisiin jatkossa vuosihuollon yhteydessä. Vuosihuolto tarjoaa pesulle otollisen ajankohdan, sillä tällöin vaunut eivät ole liikenteessä Mäntyluoto-Harjavalta välillä. (Nikkanen, 2024)

Jos junavaunut pestäisiin vuosihuollossa, ja junavaunut harjattaisiin tai puhallettaisiin jokaisen purun jälkeen, pysyisivät junavaunut huomattavasti puhtaammassa kunnossa, sekä tehostamalla kohdennettua pölynpoistojärjestelmää, saataisiin pölyvä rikaste takaisin materiaalikiertoon tehokkaasti.

Junavaunujen purkua on myös suunniteltu turvallisemmaksi työntekijöille ja tarkoituksena olisi mahdollistaa radiopuhelinyhteys purkajan ja putsajan välille. Näin he tietäisivät paremmin toistensa liikkeistään, puhdistaja saisi tiedon, koska junaletka siirtyy ja purkaja tietäisi missä putsaaja liikkuu. Myös kameeroita on tarkoitus lisätä purkualueella, jotta purkaja voi katsoa kameroista ympärilleen paremmin. Kaivinkoneen hytistä ei kuitenkaan kovin hyviä näköyhteyksiä ole ilman kameeroita. Purkajalla on nyt mahdollisuus havainnoida kameroiden avulla raiteiden ympäristöä, junavaunuja liikutellessaan. Näitä toimenpiteitä on suunniteltu työturvallisuuden parantamiseksi, jotta mahdollisilta henkilövahingoilta vältyttäisiin jatkossakin.

On myös tärkeää, että junavaunuja puhdistetaan vain silloin kun junavaunut ovat pysähtyneinä. Liikkeessä olevien vaunujen putsaminen on kiellettyä. Purkuhallin lattiaan on myös tarkoitus maalata niin sanotut varoalueet, 1,4 m² m etäisyydelle junaraiteista, joiden takana putsajan tulee seistä putsatesaan vaunua.

Putsaamiseen tämä tuo haasteen siinä, että tällöin harjanvarren tulee ylettyä varoalueen takaa junavaunun rungolle. Junavaunujen purkamisen jälkeen on ollut myös testattavana polttomootorikäyttöinen lehtipuhallin. Tarkoituksena on ollut kartoittaa miten puhallinkäyttöinen väline toimisi junavaunujen puhdistuksessa. Tulevaisuudessa junavaunujen puhdistamiseen käytettävän lehtipuhaltimen suuttimen tai paineilmapillin, tulee olla riittävän pitkä, yltääkseen varoalueelta puhdistettavaan vaunuun. (Nauha, 2025 ; Simonen, 2025)



Kuva 28. Junavaunujen puhdistusalue (Laine, 2025)



Kuva 29. Kohdennettu pölynpoistojärjestelmä purkumontun yläpuolella (Laine, 2025)



Kuva 30. Junavaunujen purkupaikka (Laine, 2025)

Kuvassa 30 voidaan nähdä purkupaikan yläpuolella roikkuvat suikaleverhot, jotka estävät myös osaltaan pölyn leviämistä purkuhalliin, sekä toimivat purusta syntyvästä kovasta metelistä äänieristeenä.

LÄHTEET

Arcotransport www-sivut. (n.d). Haettu 15.12.2024. <https://arcotransport.ee/fi/palvelut/>

ASM International www-sivut. (n.d). Haettu 24.2.2025. <https://www.asminternational.org/about-asm/historical-landmarks/>

Boliden Harjavalta kuvat 1 ja 2. (28.1.2025). Sisäinen verkko.

Hammarberg, V. (3.3.2023). Haettu 15.12.2024. Nyt mukana uusia kuvia – maamerkinä tunnettu Masa-nosturi puretaan Porin satamassa. Satakunnan kansa. <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000009428263.html>

Kaiva.fi. (2012). Geologia ja kaivostoiminta –Rikastuksen perusteita. Pdf-dokumentti. Haettu 10.1.2025. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/rikastuksen_perusteita.pdf

Kaiva.fi. (n.d). Rikastus Pdf-dokumentti. Viitattu 10.1.2025. https://kaiva.fi/wp-content/uploads/2014/12/Rikastus_kaiva.pdf

Lehtonen, P. Lehtonen, P. (2008). Teknisten alojen kemia. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Nauha, J. (21.1.2025). Henkilökohtainen tiedonanto.

New Boliden www-sivut. 2024. Haettu 15.12.2024. <https://www.boliden.com/>

Nikkanen, T. (1.10.2024). Henkilökohtainen tiedonanto.

Olmar Finland Oy www-sivut. (2024). Haettu 15.12.2024. <https://olmar.fi/olmar-pori/yritys/>

Olmar kuva 4. (30.1.2025). Sisäinen verkko.

Opetushallitus, Kaivos- ja louhintatekniikka. (2015). Haettu 10.1.2025. Geologia ja kaivostoiminta, rikastuksen periaatteita. <https://www.oph.fi/fi/oppimateriaali/kaivos-ja-louhintatekniikka>

Pihkala, Juhani. Salminen, Raita. (1982). Prosessitekniikan kokonaisprosessit. Otava.

Porin kaupunki www-sivut. (n.d). Haettu 17.3.2025, <https://www.pori.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkikehitys/satamat-ja-yritysalueet/porin-sataman-alueet/>

Port of Pori www-sivut. (n.d). Haettu 27.1.2025. <https://portofpori.fi/fi/>

Simonen, T. (19.12.2025 ja 11.4.2025). Henkilökohtainen tiedonanto.

Sumia, T. (6.3.2025). Henkilökohtainen tiedonanto.

Tuomisto, M. (30.1.2025). Henkilökohtainen tiedonanto.

Valtasiirron www-sivut. (2024). Haettu 15.12.2024. <https://valtasiirto.fi/>

Valtasiirto työhönopastuskortti Purkuasema. (n.d). Haettu 19.12.2024. Sisäinen verkko.

VR Group. (n.d). Haettu 27.1.2025. <https://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/yrityksemme/>

VR kuva 5. (6.3.2025). Sisäinen verkko.

VR kaaviokuva Taimn-t ja Tamn-tw vaunuista (kuva 7). (n.d). Haettu 17.1.2025 https://vrgroup.studio.crasman.cloud/file/dl/c=system_1024x/cLh9Lg/IS-JqiEgIY7B2eJSPBjTIYA/taimn-t .jpg

VR Transpoint www-sivut. (n.d). Rikastevaunut - Taimn-t, Tamn-tw. Haettu 17.1.2025 <https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/rautatiekalusto/kotimaan-liikenteen-vaunut/irtotavaravaunut/rikaste-vaunu/rikastevaunut---taimn-t-tamn-tw/>

LIITTEET

Liite 1. Värisymbolit junavaunujen puhdistetuissa alueissa

	A	B
1		
2		
3	punainen	vaunujen kuormaus
4	keltainen	vaunujen purku
5		
6		