

Kuljetinruuvien vaihtosuunnitelma

CTMP-laitos

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2024

Joona Koivistoinen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Joona Koivistoinen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2024
	Sivumäärä 38	
Työn nimi Kuljetinruuvien vaihtosuunnitelma CTMP-laitos		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), konetekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio Stora Enso Imatran tehtaat		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä luotiin CTMP-laitoksen kuljetinruuville vaihtosuunnitelma, joka pitää sisällään kaksi vaihtovariaatiota. Vaihtosuunnitelman tarkoituksena on pienentää vaihtoon kuluva aikaa ja auttaa reagoimaan häiriötilanteisiin, joissa kuljetinruuvi joudutaan vaihtamaan. Työssä on esitetty vaihdon toteuttamiseen vaadittavat muutostyöt.</p> <p>Vaihtosuunnitelman luomisessa mukana oli CTMP-laitoksen asentajia ja insinöörejä. Suunnitelmassa hyödynnettiin heiltä saatuja tietoja sekä käytettiin apuna Stora Enson yleisiä nostotyöhjeita ja yleisiä kunnossapito- ja työturvallisuuskäytäntöjä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin luotua vaihtosuunnitelma Stora Enson käyttöön, sekä teoreettisesti pienennettyä vaihtoon kuluva aikaa noin 50 %.</p> <p>Suunnitelman edetessä huomattiin, kuinka laajasti kaikki asiat tulee ottaa huomioon, kun suunnitellaan kunnossapitotyötä. Henkilöiden työturvallisuus tulee kaiken edellä, mikä vaikutti myös suunnitteluprosessiin. Opinnäytetyön edetessä opittiin myös, että alkuperäisestä suunnitelmasta voidaan joutua poikkeamaan vaihtotyön edetessä.</p>		
Asiasanat Kuljetinruuvi, CTMP, kunnossapito, työturvallisuus, nostotyö		

Abstract

Author(s) Joona Koivistoinen	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2024
	Number of Pages 38	
Title of Publication Conveyor screw replacement plan Chemithermomechanical pulp plant		
Degree, Field of Study Engineer (UAS), Mechanical Engineering		
Organisation of the client Stora Enso Imatra Mill		
<p>Abstract</p> <p>In the thesis, a replacement plan was created for the Conveyor screw of the CTMP plant, which includes two replacement variations. The purpose of the replacement plan is to reduce the time required for replacement and to help respond to situations where the conveyor screw needs to be replaced. The work presents the modifications required to implement the replacement.</p> <p>Technicians and engineers from the CTMP-plant were involved in creating the replacement plan. The information obtained from them was utilized and Stora Enso's general lifting work instructions, as well as general maintenance and work safety practices, were used as aids.</p> <p>As a result of the thesis, a replacement plan was created for Stora Enso's use and theoretically the time required for replacement was reduced by approximately 50%.</p> <p>During the progress of the plan, it was noticed how extensively all aspects needs to be considered when planning maintenance work. The safety of personnel comes first, which also influenced the planning process. It was also learned during the thesis that deviations from the original plan may be necessary as the replacement work progresses.</p>		
<p>Keywords</p> <p>Screw Conveyor, CTMP, maintenance, work safety, lifting work</p>		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Lähtökohdat.....	2
3	Stora Enso Imatran tehtaat	3
3.1	Yleistä	3
3.2	Kunnossapitostrategia	3
3.3	Työturvallisuus Imatran tehtailla	4
3.4	CTMP-laitos	5
4	Vaihtosuunnitelman teoreettiset perusteet	7
4.1	Kunnossapito	7
4.2	Kuljetinruuvi.....	12
4.3	Kriittisyysluokittelu	17
4.4	Työturvallisuus	17
5	Nostotyö ja nostoapuvälineet	23
6	Kuljetinruuvien vaihtovariaatiot	27
6.1	Yhteiset toimenpiteet	27
6.2	Koko kuljettimen vaihto.....	28
6.3	Pelkän ruuvien vaihto	31
7	Vaihto-ohjeet	33
8	Yhteenveto ja pohdinta	34
	Lähteet	36

Liite 1. Vaihto-ohjeen julkaistava osa

Liite 2. Työkohteen vaaranarviointi

Liite 3. Nostotyösuunnitelma

Liite 4. Kokoonpanopiirustus

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on vaakasuuntaisen kuljetinruuvien vaihtosuunnitelma. Valmiilla suunnitelmalla pyritään vähentämään vaihtoon kuluvaa aikaa merkittävästi. Opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä Stora Enso Imatran tehtailla. Työssä käydään läpi Imatran tehtaillaan työturvallisuutta, kunnossapitostrategiaa ja CTMP-laitosta. Kuljetinruuvi sijaitsee kartonkitehtaalla CTMP-laitoksessa. Kuljetinruuvien päätehtävä on poistaa likaista vettä ja kuljettaa valkaistua CTMP-massaa eli kemikuumahierrettä kartonkikoneille sekä kuivauskoneelle.

Opinnäytetyössä keskitytään kuljetinruuvien ja vaihtosuunnitelman tärkeimpiin osiin, kuten työturvallisuuteen, kuljetinruuvien ja kunnossapidon teoriaan sekä nostotyöhön ja nostoapuvälineisiin. Vaihtosuunnitelman tarkoitus on lyhentää vaihtoon käytettävää aikaa merkittävästi ja tehdä vaihdosta turvallinen. Työssä käydään läpi, millä tavalla vaihtotapoja kuljetinruuville on mahdollista toteuttaa, sekä pohditaan mahdollisia parannuskohteita. Vaihtovariaatioita tulee olemaan kaksi erilaista. Toisessa keskitytään pelkän ruuvien vaihtamiseen kuljetinruuvien sisästä ja toisessa keskitytään koko kuljetinruuvien vaihtoon. Työssä käydään läpi kummallekin vaihtotavalle tehtävät ennakkovalmistelut sekä vaadittavat purkutööt vaihdon toteuttamiseksi.

Työssä pohditaan kuljetinruuvien ennen aikaisen hajoamisen vaikutusta tuotantoon ja kohteen kriittisyyttä. Työssä käsitellään ennakkovalmistelut, jotka tehdään laitteen ja alueen turvallisiksi, sekä vaadittavat purku- ja ennakkotööt, jotta vaihto voidaan toteuttaa.

Valmis vaihtosuunnitelma toimii pohjana kuljetinruuvien vaihdolle ja siinä esitetään purkamisen ja kasaamisen vaiheittain ja sitä voidaan myös soveltaa tarvittaessa. Sitä voi ja saa soveltaa tapauskohtaisesti, koska kunnossapito kehittyy jatkuvasti, jonka seurauksena vastaan voi tulla uusia keinoja ja laitteita helpottamaan vaihtoa. Valmiilla suunnitelmalla halutaan myös vähentää vaihtoon vaadittavia resursseja. Tarvittavien resurssien määrää voidaan vähentää, esimerkiksi suunnittelussa ja ennakkovalmisteluissa.

Valmiin vaihtosuunnitelman tarkoituksena on tehdä työstä mahdollisimman turvallinen, ottaen huomioon työturvallisuus sekä nostotyöhön liittyvät riskit. Nostotyöistä muodostuu suurimmat riskit vaihdon toteuttamiseksi, joten työssä tullaan käymään läpi nostotyön tärkeimmät asiat, sekä kuinka nostotyöt tullaan toteuttamaan.

Opinnäytetyön aihe rajautuu olennaisiin teorioihin, jotka liittyvät kuljetinruuvien vaihtoon. Suunnitelmasta tehdään selkeät vaihto-ohjeet, joita Stora Enson oma kunnossapito tai ulkopuoliset henkilöt voivat hyödyntää.

2 Lähtökohdat

Lähtökohtina oli kuljetinruuvien positiio (Kuva 1), kuljettimen massa, sekä mitat (Liite 4). Kuljetinruuvien kokoonpanon massa on 3000 kg ja pituus 7029 mm. Kuljetinruuville ei ollut vielä minkäänlaista vaihtosuunnitelmaa vaan kaikki suunnittelu oli ainoastaan ideointipohjalla. Kuljetinruuvien sijainti on noin 4 metrin korkeudessa ja todella ahtaassa tilassa. Vaikeuksina on kuljetinruuvien siirrot tilan sekä nostopalkkien puutteen vuoksi.



Kuva 1. Vaakasuuntainen kuljetinruuvi

Kohteelle joudutaan suunnittelemaan purku- ja muutostöitä, jotta vaihdot saadaan toteutettua. Kumpikin vaihtovariaatio pitää sisällään hiukan erilaiset purku- ja muutostyöt.

3 Stora Enso Imatran tehtaat

3.1 Yleistä

Kaukopää ja Tainionkoski muodostavat Stora Enso Imatran tehtaiden kokonaisuuden, joka on perustettu vuonna 1935. Kummassakin tuotantoyksikössä valmistetaan kemiallista massaa ja kuluttajakarttonkia. Stora Enso on maailmanlaajuinen yritys ja Imatran tehtaat ovat yksi maailman suurimmista kuluttajakarttonkitehtaista. Imatran tehtaiden tuotannosta vie-dään Eurooppaan ja Kaakkois-Aasiaan yli 90 %. Imatran tehtaat valmistavat vuosittain 1 300 000 tonnia sellua sekä 1 200 000 tonnia kuluttajapakkauskarttonkia. Imatran tehtailla valmistetaan myös polymeeripäälysteistä karttonkia. Tehtaalla työskentelee noin 1000 työntekijää. (Stora Enso 2024a.)

3.2 Kunnossapitostrategia

Stora Enso Imatran tehtaiden kunnossapidolla pyritään varmistamaan kilpailukykyä tuotantolaitteiston käyttövarmuudella. Käyttövarmuutta kehitetään myös laitteiden huollettavuudella, jota mietitään investoinneissa ja projekteissa. Imatran tehtailla varmistetaan toiminnan kustannustehokkuus, laatu ja kannattavuus. Tuotannon tehokkuus on kaiken toiminnan keskiössä. Tuotantoa ja tuotannon jatkuvuutta tuetaan ennakoivalla kunnossapidolla sekä käyttövarmuuden kehittämisellä. Kunnossapidon kivijalkana toimii henkilöstö, koska kunnossapitoa ei suoriteta laitteilla vaan osaavilla henkilöstöllä. Laadukas kunnossapito perustuu omaan osaamiseen sekä palveluverkostoon, jota hyödynnetään erikoisosaamista vaativissa tehtävissä, kun sille on tarvetta. Työturvallisuus on Imatran tehtailla ykkösprioriteetti. Toimintaa ohjaavat tuotannon kanssa yhteiset tavoitteet ja pitkän tähtäimen suunnitelmat. (Paajanen 2024.)

Eri kunnossapitolajien prosessit on kuvattu selkeästi ja tekemistä johdetaan niiden mukaisesti. Prosesseihin kuuluu seisokkien hallinta, suunniteltu kunnossapito, häiriökorjaus ja käyttövarmuuden kehittäminen. Kaikkiin prosesseihin on valittu päämittarit, joiden avulla kerätään tietoa laitteista sekä seurataan tekemistä. Tiedolla ja seurannalla johdetaan eri prosesseja. Johtamisen ja tekemisen roolit on määritelty selkeästi kaikissa prosesseissa. (Paajanen 2024.)

Toiminnan tehokkuutta pyritään parantamaan jatkuvasti. Myös johtamista ja osaamista kehitetään, jotta voidaan varmistaa osaava ja monipuolinen henkilöstö. Muutokset toteutetaan avoimesti, selkeillä tavoitteilla. Järjestelmiä käytetään tehokkaasti yhtenäisten prosessien toteuttamiseen, ja prosessien sujuvuutta parannetaan digitalisoimalla. (Laihanen 2024.)

Käyttövarmuutta ja elinkaaren hallintaa vahvistetaan ennakoivalla kunnossapidolla ja hyödyntämällä erityisosaamiset paikkariippumattomasti. Palveluiden hallinta mukautuu muuttuviin toimialoihin ja toimintaympäristöön, ja digitaalisuus tarjoaa mahdollisuuden uudistua ja parantaa toimintaa jatkuvasti. (Laihanen 2024.)

Imatran tehtailla kunnossapito muodostuu korjaamoista, päiväkunnossapidosta sekä vuorokunnossapidosta. Päiväkunnossapidon ensisijainen työ on tehdä ennakoivaa kunnossapitoa, ja vuorokunnossapito tekee tuotantoa, häiriökorjausta sekä tarkastuskierroksia. Myös projektoinnissa vaikutetaan kunnossapidon tekemisen laatuun ja tehokkuuteen, mikä kuvataan omalla prosessinaan. Projektionnin tärkeitä osa-alueita ovat tekninen dokumentointi, huolto-ohjeet, varaosat ja niiden saatavuus, ennakko- ja huoltosuositukset sekä henkilöstön koulutus. Näiden avulla varmistetaan laitteiden elinkaaren hallinta ja tehokas toiminta pitkälle aikavälille. Laitteiden kriittisyysluokittelu toimii pohjana ennakoivan kunnossapidon suunnitelmalle kaikkien laitteiden osalta, olipa kyseessä uusi tai vanha laite. Vaikka työ on hyvin tehty, laitteiden häiriöitä ja puutteita voi esiintyä, minkä vuoksi toimintaa kehitetään jatkuvan parantamisen toimintamallin avulla. Kunnossapitoa pyritään jatkuvasti parantamaan, standardien käyttämisellä ja kehittämisellä, jakamalla parhaat käytännöt, suorituskyvyn ja poikkeamien seurannalla sekä pitkän aikavälin käyttövarmuussuunnitelmilla. Kehitystä edistävät myös jatkuvan parantamisen palaverit, parannusehdotukset ja toimenpiteet. (Paajanen 2024.)

3.3 Työturvallisuus Imatran tehtailla

Stora Enso Imatran tehtailla on oma paikallinen turvainfo, joka kaikkien työntekijöiden ja myös urakoitsijoiden on suoritettava vähintään vuoden välein. Näin varmistetaan, että tehtaalle tulevilla henkilöillä on ajankohtainen tieto tehtaalla työskentelyn vaaroista. Turvainfo varmistaa, että työntekijä on saanut riittävän perehdytyksen turvallisuusohjeisiin ja tehtaalla oleviin mahdollisiin turvallisuusriskeihin. Imatran tehtailla tavoitellaan 0-tapaturmaa. (Stora Enso 2024b.)

Imatran tehtailla on käytössä 8 hengenpelastavaa sääntöä. Nämä säännöt ovat:

- Käytä turvavyötä ajoneuvossa.
- Älä koskaan ylitä nopeusrajoituksia tai käytä matkapuhelinta ilman hands-free-laitetta ajaessasi.
- Älä koskaan aja tai tee töitä alkoholin tai huumeiden vaikutuksen alaisena.
- Muista aina voimassa oleva työlupa, kun sitä vaaditaan.
- Käytä aina henkilösuojamia, kun työskentelet korkealla.
- Varmista aina, että energiansyöttö on eristetty ennen työn aloittamista.

- Älä koskaan ohita tai jätä huomioimatta kriittisiä turvavarusteita.
- Älä koskaan kävele tai seiso käytössä olevan liikkuvan koneen lähellä. (Stora Enso 2024b.)

Imatran tehtaan henkilöstöllä on käytössään erilaisia henkilösuojaimia. Erilaisille töille ja alueille on laadittu omat henkilösuojavaatimukset, joita kaikkien tulee noudattaa. Henkilösuojaimia ovat esimerkiksi kuulon- ja silmiensuojaus, turvajalkineet, kypärä ja huomioväriellä varustettu vaatetus. Kunnossapidon ja tuotannon vaatetus ovat hieman erilaiset materiaaliominaisuuksiltaan. (Stora Enso 2024b.)

Työkohteet merkitään ja rajataan selkeästi, jotta estetään ulkopuolisten pääsy vaara-alueelle ja vältetään ulkopuolisten aiheuttama vaara työmaalla työskenteleville. Alueet voidaan rajata esimerkiksi lippusiimalla, merkitsemisnauhalla, sulkupuomeilla tai merkkivaloilla. Imatran tehtailla on ohjeistus, että työmaiden rajauksia tulee kunnioittaa. Rajatuille alueille kiinnitetään lappu, jossa on työn valvojan tai työstä vastaavan yhdyshenkilön nimi ja puhelinnumero. (Stora Enso 2024b.)

Imatran tehtailla suhtaudutaan työturvallisuuteen vakavasti. Vähäisiin tapaturmiin ja vaaratilanteisiin reagoidaan heti. Aiheesta pidetään palaveri, jossa sovitaan tutkinnan suorittamisesta ja lähtötietojen keräämisestä. (Stora Enso 2024b.)

Imatran tehtailla työntekijöiltä vaaditaan työturvallisuuskorttia ja hätäensiapukorttia, mutta joissain työtehtävissä vaaditaan esimerkiksi nosturikorttia, trukkikorttia tai tulityökorttia. Kirjallinen työlupa on aina tehtävä, kun kyseessä on korkean riskin työ. Työtä ei saa aloittaa ilman käytöstä vastaavalta henkilöltä saatua työlupaa. Työluvan tarkoituksena on varmistaa työturvallisuus koko työn toteutuksen aikana. Myös ennen työn aloittamista henkilöiden tulee käydä ilmoittautumassa valvomoihin, jotta siellä ollaan tietoisia missä ja mitä työtä tehdään. (Stora Enso 2024b.)

Työturvallisuutta pyritään koko ajan kehittämään. Kehitystä pyritään edistämään turvallisuushavaintojen teolla ja niihin reagoimisella, tarkastuskierroksilla, suunnitelmallisella työopastuksella sekä turvallisuuskoulutuksilla. Imatran tehtailla pidetään kaikissa tiimeissä turvallisuuskeskusteluja vähintään kerran viikossa. (Stora Enso 2024b.)

3.4 CTMP-laitos

CTMP (Chemithermomechanical pulp) eli kemikuumahierre sijoittuu massaominaisuuksiltaan sellujen ja mekaanisten massojen välimaastoon. CTMP-prosessi on muunnos TMP-prosessista ja niiden merkittävin ero tapahtuu kemikaalikäsittelyssä, joka on ennen kuidutusta hierrejauhimessa. CTMP:tä valmistetaan havu- ja lehtipuusta, joista yleisimmät ovat

kuusi ja haapa. Imatran tehtailla käytetään kuusipuuta CTMP:n valmistukseen. Käyttökohteen mukaan CTMP:tä voidaan valkaista aina 80 %:n vaaleuteen saakka ja haapa-CTMP, jopa 85 % vaaleuteen. Imatran tehtailla CTMP:n vaaleustavoite on 75 %. (Stora Enso 2024b.)

CTMP-prosessin kehitys on laajentanut raaka-ainepohjaa korkealaatuisten paperi- ja kartonkilajien valmistuksessa, minkä seurauksesta CTMP:llä voidaan korvata kemiallinen massa monikerroskartongin keskikerroksessa. (Stora Enso 2024b.)

CTMP:n tyypillisimmät laatuominaisuudet ovat:

- pitkä kuidunpituus
- matalahko hienoainepitoisuus
- kuitujen jäykkyys
- hyvä lujuus
- matala tikkupitoisuus
- puhtaus (Stora Enso 2024b).

Imatran tehtailla CTMP-laitos on integroitu kartonkitehtaaseen. CTMP-laitokselta massa menee asiakastorneihin, joista se pumpataan kartonkikoneille. CTMP-massaa pumpataan myös kuivauskoneelle, jossa se hiutale kuivataan ja paalataan. Paaleja käytetään tarvittaessa kartonkikoneiden tukisyöttöihin, mikäli massa ei riitä tai massan saannissa kartonkikoneille on jotakin ongelmaa. CTMP:tä käytetään myös Tainionkosken kartonkikoneella, jonne se kuljetetaan rekka-autoilla. (Stora Enso 2024b.)

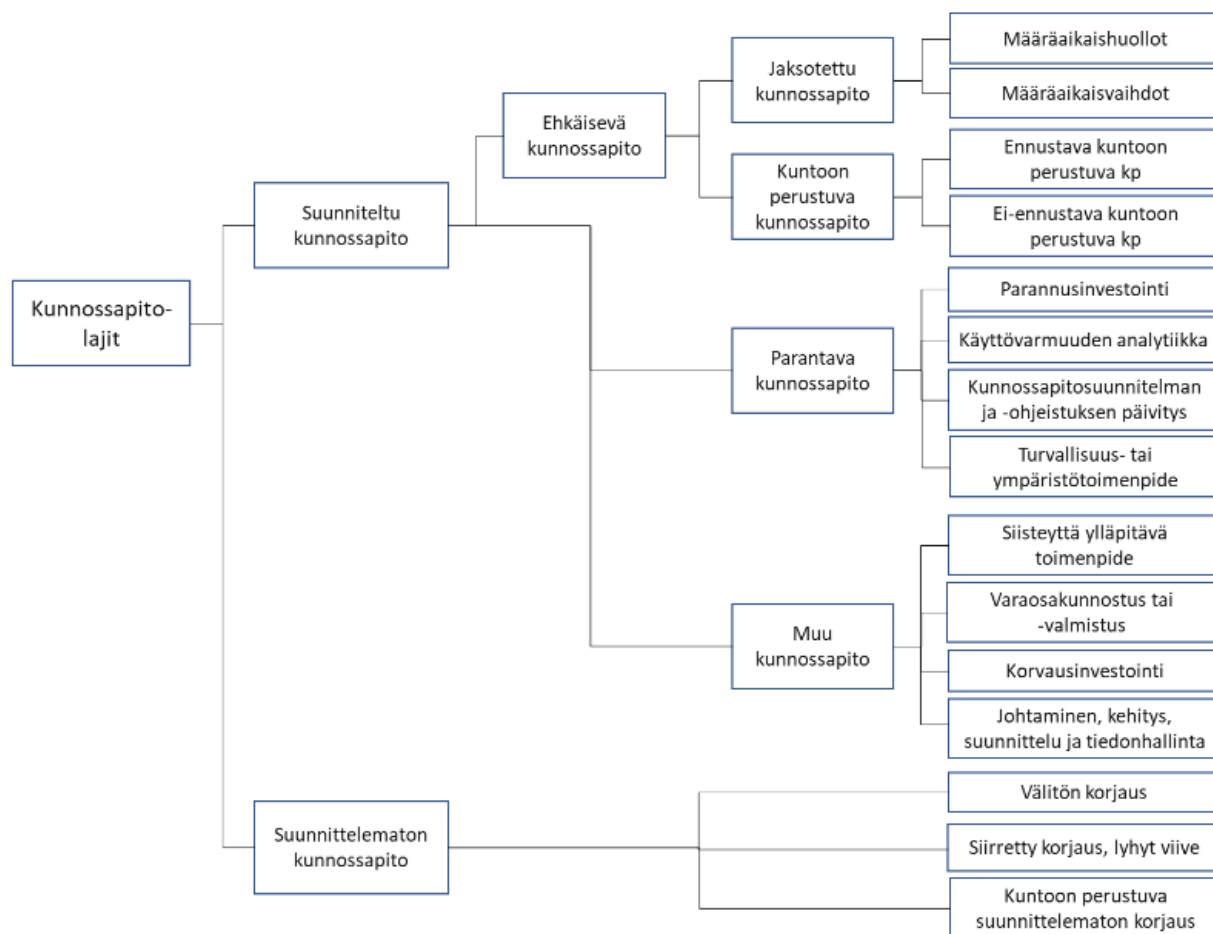
Yleisin CTMP:n käyttökohde on nestepakkauskartonki, koska puhtaasti mekaaninen massa aiheuttaa haju- ja makuhaittoja. Korvaamalla kemiallista massaa CTMP:llä voidaan yleensä neliömassaa alentaa ilman, että jäykkyys huononee. CTMP:llä pyritään myös parantamaan massan lujuusominaisuuksia. (Stora Enso 2024b.)

4 Vaihtosuunnitelman teoreettiset perusteet

4.1 Kunnossapito

Kunnossapidolla tarkoitetaan laitteiden ja kohteiden ylläpitoa, ennakkohuoltoa, seuranta ja korjausta. Kunnossapito koostuu kokonaisuudesta, johon kuuluu johtaminen, hallinnolliset toimenpiteet ja tekniset laitteet. Tällä kokonaisuudella halutaan pitää tai palauttaa laitteet siihen tilaan, jossa ne pystyvät suorittamaan sille tarkoitetun tehtävän. Laitteiden ylläpitoon kuuluu ehkäisevä kunnossapito. Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on tehdä laitteille toimenpiteitä, joilla voidaan ehkäistä laitteiden vikaantumisen todennäköisyyttä ja mahdollisesti parantaa laitteen toimivuutta. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu jaksotettu kunnossapito. Jaksotettu kunnossapito toteutetaan ennalta määritettyjen aikajaksojen tai laitteelle asetettujen kriteerien mukaan. Kuviossa 1 on esitetty kunnossapitolajit ja kuinka eri kunnossapitolajit jakautuvat. Ehkäisevää kunnossapito edistää laitteille luodut toimintapaikkatunnukset, joiden avulla voidaan löytää kohteen positio ja yksilöllinen laitetunnus, joka kertoo tarkkaan yksittäisen laitteen huoltohistorian, kustannukset ja tunnuksen liitetyt varaosat. Edellä mainittuja tunnuksia voidaan käyttää laitteiden seurannassa, työsuunnittelussa, sekä kustannuksien, töiden, varaosien ja asiakirjojen kohdistuksessa. Toimintapaikkatunnuksen ja laitetunnuksen avulla laitteiden historian seuraaminen helpottuu. Laitteiden seuranta käytetään myös toiminnanohjauksen kehittämiseen. (PSK6201 2020, 13, 3, 19, 20, 32, 37; SFS-EN 13306:2017, 12, 13; Okogbaa & Otieno 2015.)

Seurannan avulla pyritään pitämään laitoksen käyttövarmuus halutulla tasolla. Käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteen kykyä toimia sille vaaditulla tavalla. Käyttövarmuuden suunnittelussa, ohjaamisessa ja seurannassa hyödynnetään erilaisia kunnossapidon tiedonhallintajärjestelmiä. Kunnossapito on todettu tarpeelliseksi järjestelmän luotettavuuden, saatavuuden ja turvallisuuden parantamiseksi, jonka seurauksena sitä pidetään tärkeänä, ja siksi sitä esiintyy lähes kaikilla insinöörialoilla. (PSK6201 2020, 38; SFS-EN 13306:2017, 6; Okogbaa & Otieno 2015.)



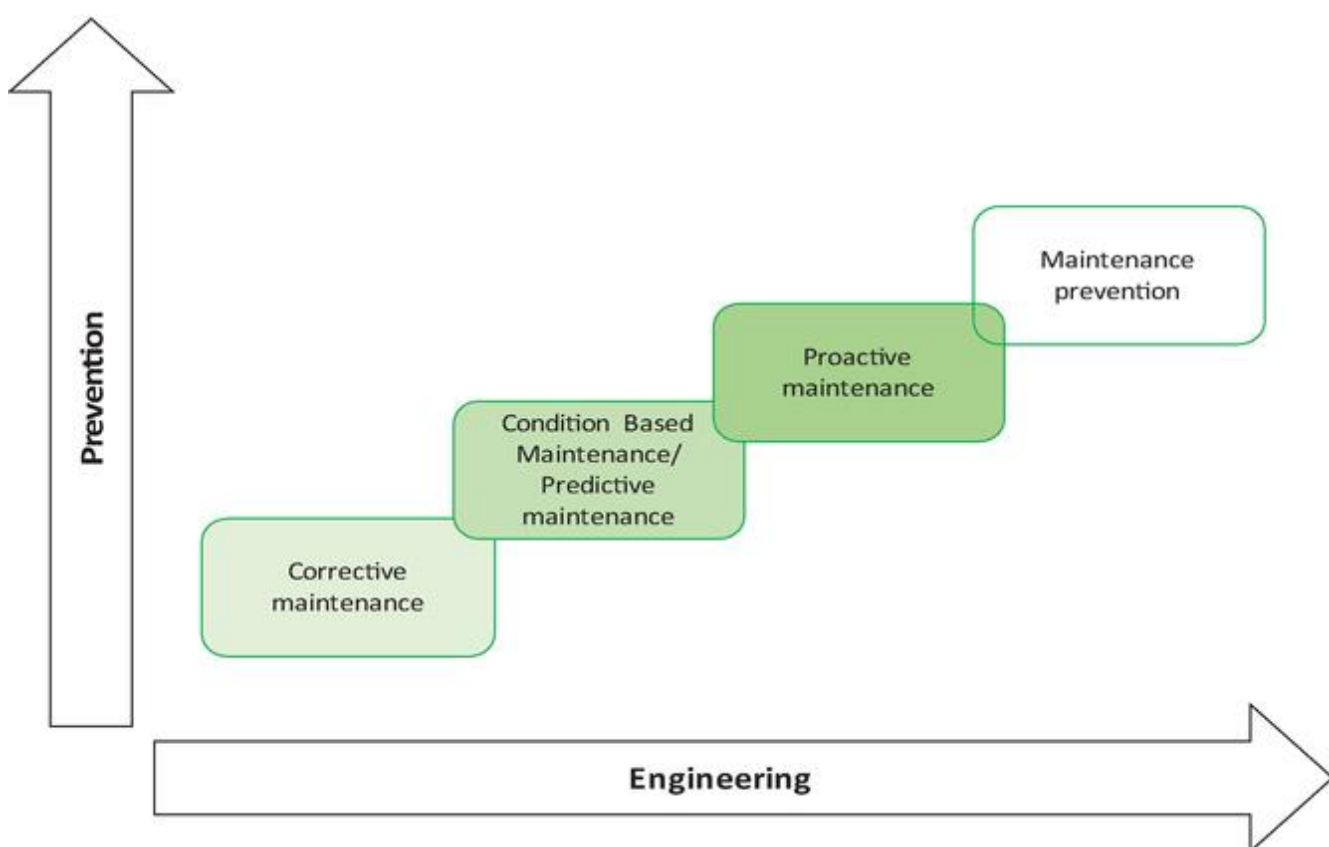
Kuvio 1. Kunnossapitolajit (PSK 6201 2020)

Kaikki kunnossapito alkaa suunnittelusta. Laitteiden vikaantumisen ja korjaamisen jälkeen mietitään juurisyitä laitteen hajoamiselle. Juurisyitä selvitetään, jotta laitteille voidaan suorittaa ennakoivaa kunnossapito estämään laitteiden vikaantumiset kokonaan. Hyvällä suunnittelulla vähennetään laitteiden vikaantumisen todennäköisyyttä (Kuvio 2). (Carlo & Arleo 2017.)

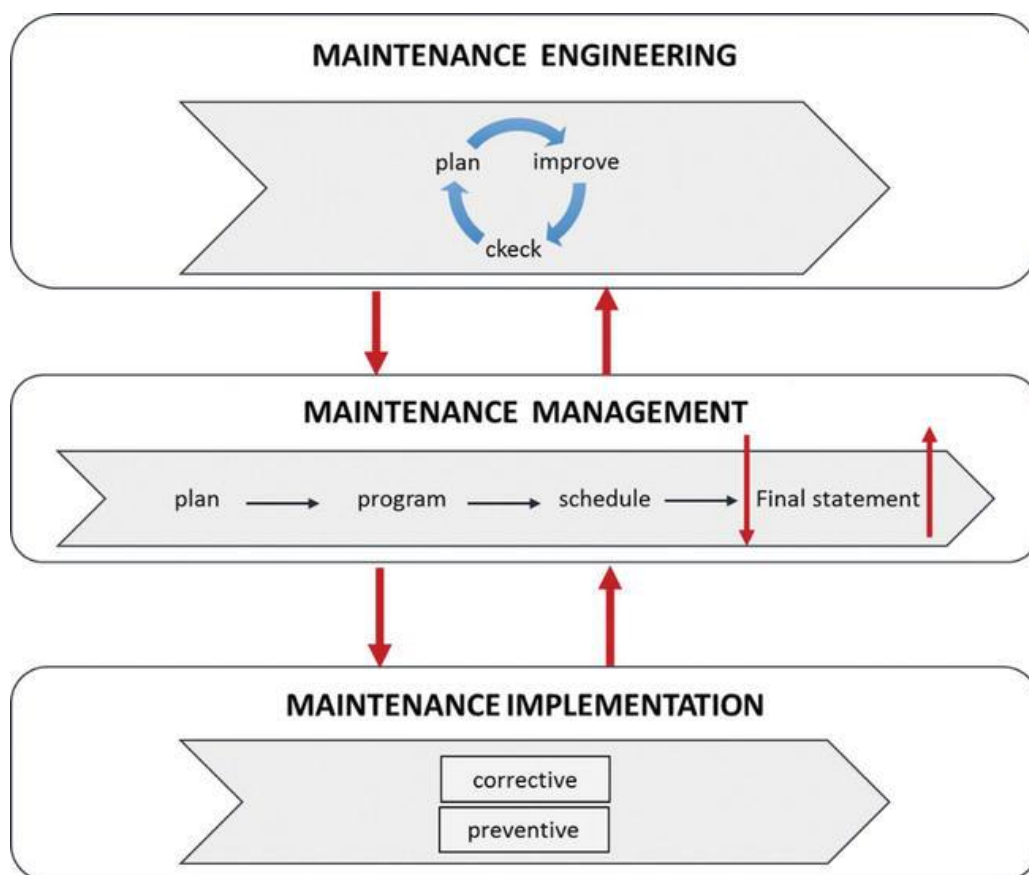
Kunnossapito on merkittävä tekijä, kun katsotaan organisaation kannattavuutta pitkällä aikavälillä. Kunnossapidon merkitys teollisuudessa on kasvanut huomattavasti lähivuosina ja jatkaa edelleen kasvuaan. Tästä hyvä esimerkki on neljännen sukupolven teollinen vallankumous Teollisuus 4.0. Teollisuus 4.0 tarkoittaa uutta teollisuuden aikakautta, jossa keskitytään enemmän älykkäisiin tuotteisiin ja tuotantoprosesseihin. Tämä sisältää antureiden, tietokonejärjestelmien, koneiden ja työkalujen yhteyden toisiinsa. Internet on mahdollistava tekijä laitteen ja ihmisen väliseen viestintään, mihin hyödynnetään erilaisia tietojärjestelmiä. Antureiden avulla voidaan koko ajan kerätä enemmän tietoa ja dataa laitteista, jota voidaan hyödyntää laitteen tilan seurannassa. Kerättyä dataa voidaan myös yrittää

analysoida, jonka perusteella yritetään määrittää oikeita huoltovälejä ennakoivalle kunnossapidolle. Kerätyn datan analysoinnissa voidaan yrittää hyödyntää tekoälyä. Tekoälyä käytetään algoritmien rakentamiseen, joiden tehtävä on poimia poikkeavia arvoja datasta ja ilmoittaa siitä, että poikkeama on juuri tapahtumassa, tällöin häiriöön osataan reagoida nopeammin. Nopean reagoinnin ansiosta laitteelle tai koneelle saatetaan ehtiä tehdä korjaavia toimenpiteitä, ennekuin se hajoaa kokonaan. Tällä toimenpiteellä pyritään siirtämään vikaa eteenpäin. Esimerkiksi pumpun hajoaminen voi aiheuttaa tuotanto katkon, mutta jos vikaa saadaan siirrettyä seisokkiin asti esimerkiksi parametrejä säätämällä, ei tule ylimääräistä tuotantoprosessin katkoa. (Carlo & Arleo 2017; UReason 2020; SFS-EN 13306:2017, 13.)

Kerättyä dataa analysoimalla ja hyödyntämällä voidaan suunnitella ennaltaehkäiseviä kunnossapito toimia ja se on tärkeä osa-alue kunnossapidossa, kun halutaan ennaltaehkäistä laitteiden tai koneiden hajoamista. Kuviossa 3 esitellään kunnossapitoprosessin vaiheita. Prosessiin kuuluu hyvä suunnittelu, aikataulutus, ohjelmointi sekä kunnossapidon kehittäminen. Kunnossapito pyritään koko ajan kehittämään ja siinä voidaan hyödyntää laitteista kerättyä dataa ja korjaushistoriaa sekä laite tietojen tarkastusta. (Carlo & Arleo 2017; UReason 2020; SFS-EN 13306:2017, 13.)



Kuvio 2. Suunnittelun vaikutus (Carlo & Arleo 2017)



Kuvio 3. Kunnossapitoprosessin vaiheet (Carlo & Arleo 2017)

Opinnäytetyössä keskitytään kuljetinruuvien vaihtamiseen. Kuljetinruuvien vaihdot toteutetaan yleensä suunniteltuna kunnossapitotyönä seisokissa tai se joudutaan toteuttamaan suunnittelemattomana kunnossapitotyönä, kuljetinruuvien äkillisen vian vuoksi. (Laihanen 2024.) Seisokilla tarkoitetaan tuotannon tai laitteen tilaa, jossa kohde ei kykene tekemään sille vaadittua toimintoa. Seisokkeja on erilaisia, kuten käytön seisokki, kunnossapidollinen seisokki, suunniteltu seisokki ja häiriöseisokki. Kuvio 4 havainnollistaa seisokkiaikaa ja mistä asioista ne koostuvat. Kuva auttaa hahmottamaan, mistä edellä käytyjen seisokkitermien seisokkiaika koostuu. (PSK6201 2020, 12.)

Käyntiaika	Seisokkiaika						
	Suunniteltu seisokkiaika			Suunnittelematon seisokkiaika			
	Ulkoisista tekijöistä aiheutuva suunniteltu seisokkiaika	Käytön suunniteltu seisokkiaika	Kunnossapidon suunniteltu seisokkiaika	Suunnitellun seisokkiaan ylittänyt suunnittelematon seisokkiaika		Häiriöseisokkiaika	
				Käytön suunnitellun seisokkiaan ylittävä seisokkiaika (käytön/kunnossapidon aiheuttama)	Kunnossapidon suunnitellun seisokkiaan ylittävä seisokkiaika (käytön/kunnossapidon aiheuttama)	Välitön häiriöseisokkiaika (käytön/kunnossapidon aiheuttama)	Siirretty häiriöseisokkiaika (käytön/kunnossapidon aiheuttama)
							Ulkoisista tekijöistä aiheutuva suunnittelematon seisokkiaika

Kuvio 4. Seisokkiaika kaavio (PSK6201 2020, 25)

Suunniteltu- ja suunnitteleman kunnossapito voidaan jakaa kahteen kategoriaan, aikatauluttamaton ja aikataulutettu. Aikatauluttomassa suunniteltuihin kunnossapito töihin sisältyy, korjaustöitä konekorjaamalla, siirrettyjen korjaustöiden tekeminen, sekä kuntoon perustuvat kiireelliset korjaustyöt. Aikataulutettuun sisältyy erilaiset investoinnit, kuten parantamis- ja korvausinvestoinnit, kuntoon perustuvat korjaus työt, jotka eivät ole kiireellisiä, sekä konekorjaamalla suoritettaviin kunnostustöihin. Aikatauluttamattomaan suunnittelemaan kunnossapitoon puolestaan sisältyy välittömät ja siirretyt suunnittelemat korjaustyöt sekä korjaustöitä konekorjaamalla. Aikataulutettuun kuuluu ainoastaan kunnossapidon korjaustöitä konekorjaamalla. (PSK6201 2020, 42.)

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 12 §, määrittelee kunnossapitotyön turvallisuuden seuraavasti:

Työnantajan on työvälineen asennuksessa, huollossa, korjauksessa ja muussa kunnossapitotyössä varmistettava, että

- 1) työntekijä on saanut erityisoloja koskevat riittävät tiedot, opetuksen ja ohjauksen;*
- 2) työstä vastuussa olevat työnantajan edustajat ovat tarvittaessa hyväksyneet työn suoritettavaksi sekä antaneet luvan aloittaa työ;*
- 3) työpaikalla on tehty työn turvallisuuden kannalta tarpeelliset järjestelyt ja mittaukset;*
- 4) vaaraa aiheuttava kaasun ja nesteiden paine ja virtaus on katkaistu;*
- 5) sähköjännite on katkaistu;*
- 6) taakka on varmistettu siten, ettei nostolaitteen vikaantuminen aiheuta vaaraa;*
- 7) korjattavien työvälineiden käynnistäminen on estetty luotettavalla tavalla korjaustyön aikana silloin, kun työntekijä on vaara-alueella;*
- 8) käytettävät työvälineet ovat kunnossa ja tarkoitukseen sopivat;*
- 9) on huolehdittu siitä, ettei hapen puutteesta tai vaarallisista aineista aiheudu vaaraa työskenneltäessä säiliöissä tai umpinaisissa tiloissa;*
- 10) käytetään tarkoituksenmukaisia henkilönsuojaimia, apuvälineitä ja muita laitteita;*
- 11) telineiden, työskentelytasojen ja tikkaiden vakavuudesta sekä kantavuudesta on riittävästi huolehdittu; sekä*
- 12) tarpeeton pääsy vaara-alueelle on estetty.*

Jos 1 momentissa tarkoitettu työ on välttämätöntä tehdä työvälineen ollessa käynnissä, sitä varten on tehtävä kirjalliset ohjeet. Ohjeissa on esitettävä tarkoituksenmukaiset suojaustoimenpiteet tai tapa työn tekemisestä vaara-alueen ulkopuolella. Työ on tehtävä mahdollisuuksien mukaan suojusta tai turvalaitetta poistamatta.

4.2 Kuljetinruuvi

Kuljetinruuvia (Kuva 2) käytetään teollisuudessa erilaisten materiaalien siirtämiseen ja käsittelyyn. Voidaan tuntea myös nimellä ruuvisyöttölaite. Kuljettimen sisällä on ruuvi, joka on helix-muotoinen. Kierukkatyyppisen ruuvin tehtävänä on siirtää kuivia tai puolijuoksevia materiaaleja eteenpäin kuljettimen sisällä. Kuljetinruuveja käytetään teollisuudessa sen kustannustehokkuuden ja pitkäaikaisen keston vuoksi. Kuljetinruuvi on alkuinvestoinniltaan edullisempi sekä huoltovapaampi verrattuna muihin kuljetin tyyppeihin, kuten hihnakuljettimiin ja pneumaattisiin ruuveihin. Kuljetinruuvi voi sisältää monta tulo- ja poistoreikää. Kuljetinruuvin pääsääntöiset tehtävät ovat sekoitus, kuivaus, lämmitys, viilennys, paakkujen hajottaminen tai repiminen. Kuljetinruuvi on erittäin taloudellinen menetelmä materiaalien nostamiseen ja kuljettamiseen. Materiaalin tilavuuden siirtonopeus on verrannollinen akselin pyörimisnopeuteen. Tämän tiedon avulla teollisuudessa on helppoa säätää ohjausvoiteluksen avulla materiaalin syöttöä tarvittavaan määrään, kun säädetään vain akselin pyörimisnopeutta. (Screwconveyorbega 2022b; Siirtoruuvit 2024.)



Kuva 2. Kuljetinruuvi (Siirtoruuvit 2024)

Teollisuudessa kaikki kulkureitit eivät ole vain suoraa linjaa, minkä seurauksena kuljetinruuveja on valmistettu kolmea eri tyyppiä, jotta materiaalia saadaan liikutettua erilaisissa olosuhteissa. Teollisuudesta löytyy vaakasuuntaisia, pystysuoria sekä kaltevia kuljetinruuveja. Näistä kolmesta yleisin tyyppi on vaakasuuntainen kuljetinruuvi. Se on yleisin tyyppi, koska sitä käytetään irtotavaroiden kuljettamiseen prosessista toiseen ja niitä on mahdollisuutta saada monessa eri koossa, pituudessa sekä materiaalissa. Syöttöaukot ovat aina ohjattu toiselle laitteelle esimerkiksi toiselle kuljetinruuville, hihnakuljettimelle ja tilavuus- tai paineperusteisiin syöttölaitteisiin. (Screwconveyorbega 2022b; KWS Manufacturing 2024.)

Vaakasuuntaisen kuljetinruuvin etuja ovat sen kyky siirtää kuivia ja puolikiinteitä materiaaleja, sekä se toimii hitaasti virtaavien ja helposti virtaavien materiaalien kanssa. Se on erittäin kustannustehokas ja täysin suljettu pölylle sekä korroosiota aiheuttaville tekijöille. Kaltevien kuljetinruuvien toiminta-alue sijoittuu 45° kulmasta lähelle vaakasuoruutta. Jos kulma ylittäisi yli 45° kulman, ne luokiteltaisiin pystysuuntaisiin kuljetinruuveihin ja ne olisi suunniteltava KWS pystysuuntaisten kuljetinruuvi-insinöörioppaan mukaan. Mitä enemmän kulmaa kasvatetaan kuljetinruuvissa, sitä enemmän se vähentää kuljetustehokkuutta painovoiman ja takaisin valuvan materiaalin vaikutuksesta. (KWS Manufacturing 2024.)

Pystysuuntaiset kuljetinruuvit soveltuvat hyvin, kun materiaalia pitää siirtää ylöspäin ja sen kompakti muotoilu mahdollistaa sen sijoittamisen melkein mihin tahansa tehtaalla. Pystysuuntaisessa kuljetinruuvissa (Kuva 3) on vähän liikkuvia osia, mikä tekee siitä kustannustehokkaan ja luotettavan. Se kuljettaa parhaiten kuivia ja puolikiinteitä materiaaleja ja voi kuljettaa niitä, jopa noin 9 m korkeuteen ilman sisäisiä laakereita. Se on myös suunniteltu täysin suljetuksi rakenteeksi pöly- ja höyrytiivitä vaatimuksia varten. (KWS Manufacturing 2024.)

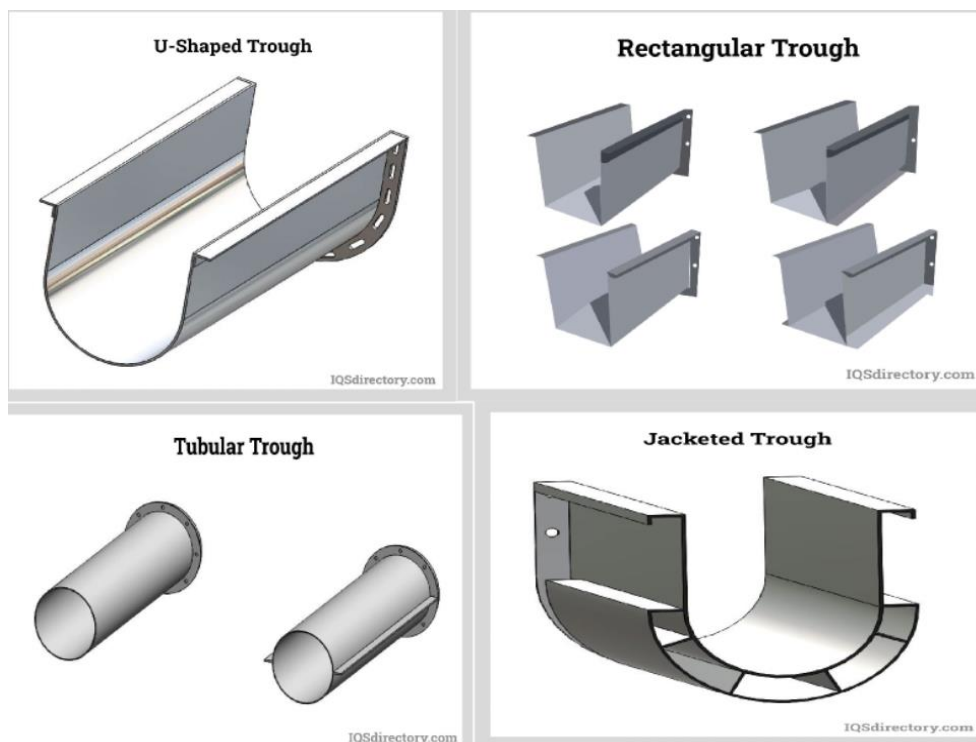
Kuljetinruuveja löytyy myös akselittomana versiona. Akselittomat kuljetinruuvit on suunniteltu vaikeasti kuljetettavien materiaalien kuljettamiseen. Akselitonta hyödynnetään irtotavarantojen siirtoon, mikä on lähtöisin sentrifugeista, sekoittimista tai suodatinpuristimista. Etuina akselittomalla ratkaisulla on parantunut kuljetustehokkuus verrattuna muihin kuljetintyypeihin, eikä se vaadi sisäisiä laakereita ja toimii erinomaisesti tahmeiden ja hitaiden irtotavaroiden käsittelyyn. Kuljetinruuveille on teollisuudessa erittäin monta käyttökohdetta. Pääteollisuudenalat, jotka käyttävät kuljetinruuveja ovat puut ja puutuotteet, maatalouden tuotanto, kaivostoiminta, öljynjalostus, perusmetallit, sellu ja paperi, kumi ja muovit sekä lasi ja betoni. (Screwconveyorbega 2022b; KWS Manufacturing 2024.)



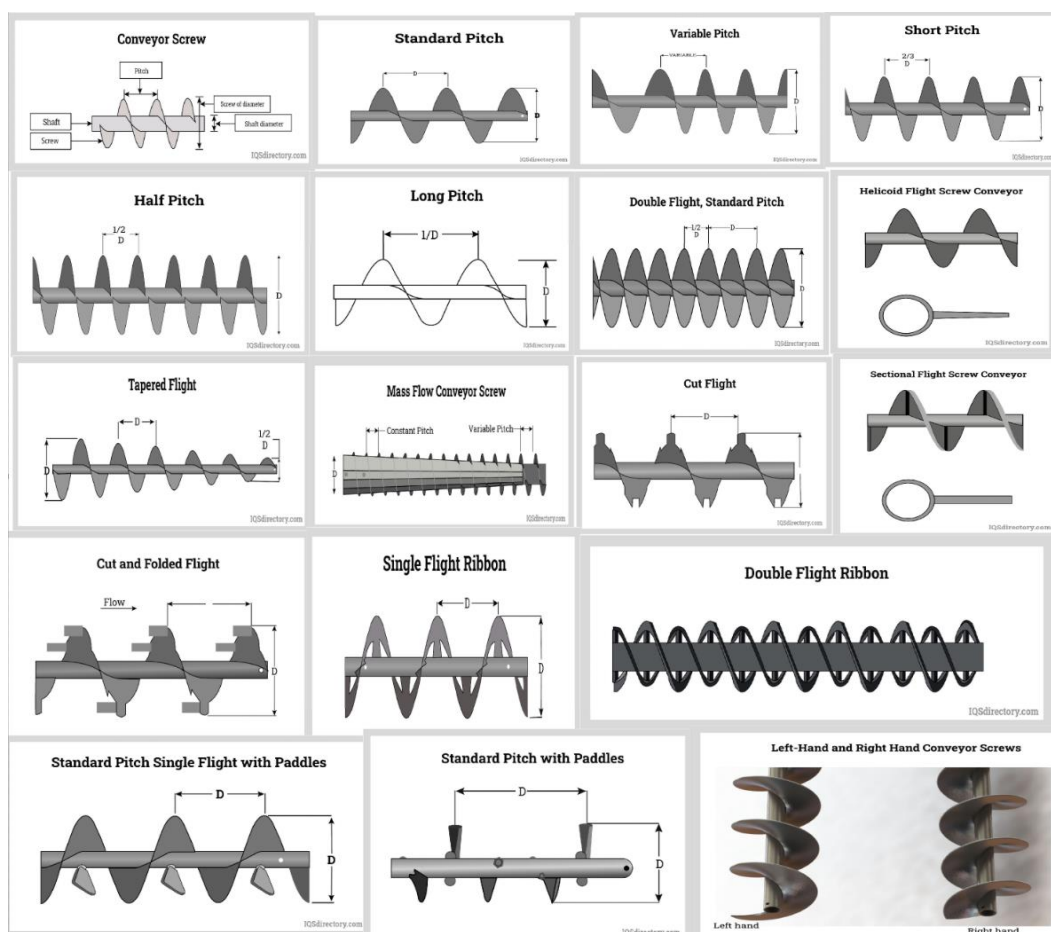
Kuva 3. Pystysuuntainen kuljetinruuvi (KWS Manufacturing 2024)

Kuljetinruuvit on suunniteltu käsittelemään erilaisia materiaalityyppejä, kuten hankaavia, virtaamattomia, hygroskooppisia, fluidisoivia tai vaarallisia. Jotta tällöisten materiaalien kuljettaminen onnistuu, kuljetinruuveja on saatavilla eri muotoisilla rungoilla ja ruuveilla. Kuljetinruuvien rungot voivat olla U-muotoisia, putkimaisia kouruja, suorakaiteen muotoisia tai takkipäällysteisiä kouruja (Kuva 4). Kourujen valmistusmateriaali riippuu niiden käyttökohdista, kouruja voidaan valmistaa kulutusta kestävästä teräksestä AR235 tai AR400, ruostumattomasta teräksestä 304 ja 306 sekä pehmeästä teräksestä. (IQS Directory.)

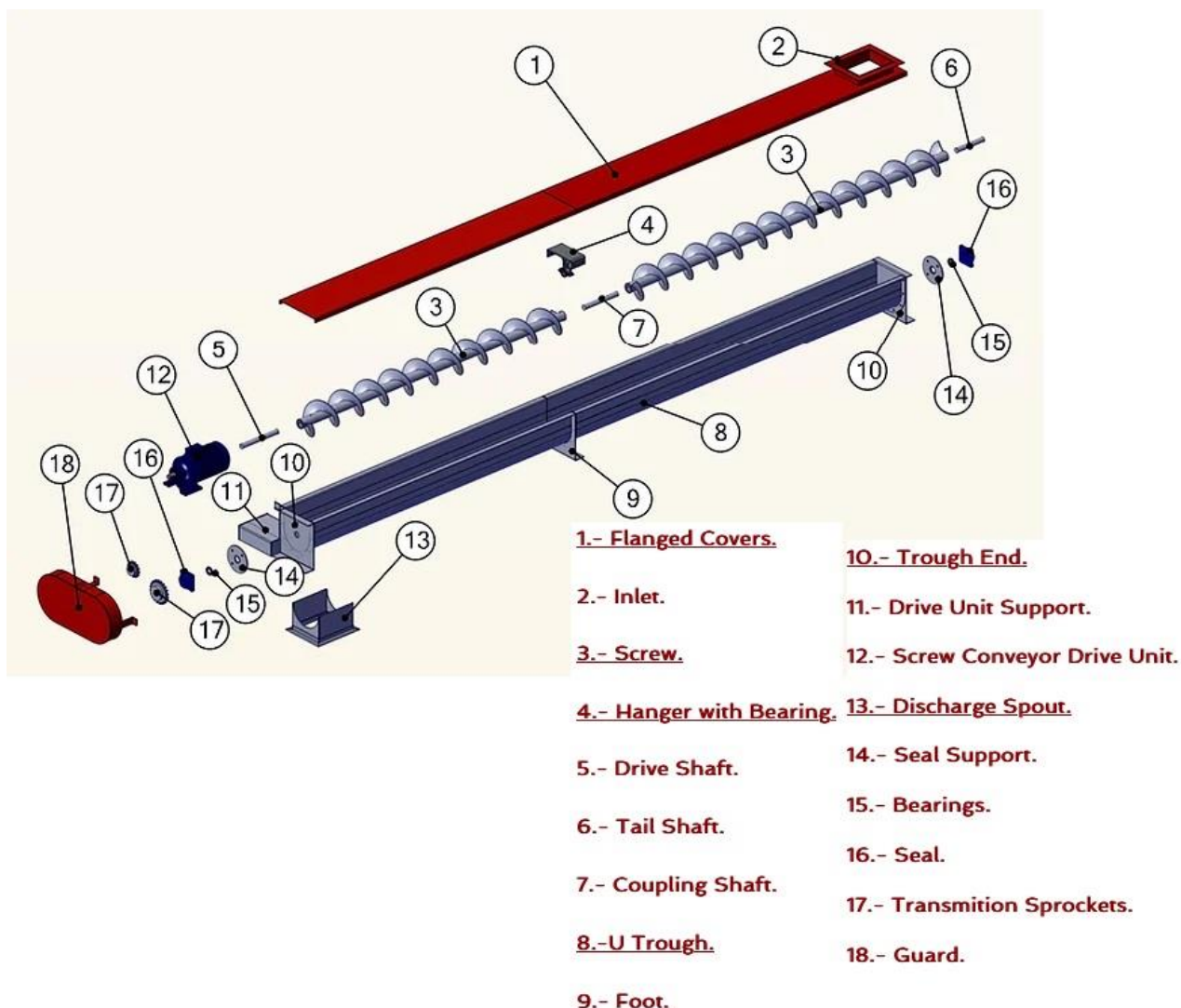
Yleisin muoto, jota käytetään kuljetinruuvien runkona, on U-muoto, koska se omaa yksinkertaisen rakenteen ja on kustannustehokas. Suorakulmainen runko on suunniteltu kestäämään hankaavia materiaaleja. Materiaalien staattinen kerros suojaa rungon seiniä kulumiselta ja väsymiseltä. Putkimaiseen rungon muotoon voidaan mahdollistaa suuremmalla halkaisijalla olevia ruuveja, kuin muihin rungon muotoihin. Putkimaisten runkojen käyttölaajuus johtuu niiden tarkkuudesta, tarkkuus syntyy ruuvien ja materiaalien välisestä tiiviyydestä putkessa. Harvinaisempi rungon muoto on takkipäällysteinen. Se on suunniteltu materiaalien lämmitykseen ja jäähdyttämiseen, materiaalien siirtyessä prosessin pisteestä toiseen. Kouru valmistetaan yleensä konsentrisista kouruista, joiden välissä käytöneste virtaa. Kuljetinruuvien sisällä olevia ruuveja löytyy 16:ta eri mallia tai muotoa sekä oikea- ja vasenkätisellä kierteellä olevia (Kuva 5). (IQS Directory.)



Kuva 4. Kuljetinruuvien runko muodot (muokattu IQS Directory)



Kuva 5. Ruuvien muodot (muokattu IQS Directory)



Kuva 6. Kuljetinruuvien komponentit (muokattu Screwconveyorbega 2022a)

Kuvassa 6. on esitetty U-muotoisella rungolla varustettu kuljetinruuvi ja siihen kuuluvat komponentit. Kuljettimen yläosa koostuu laipallisesta kannesta ja syöttöaukosta. Kourun sisälle tulee ruuvi, laakeroitu ripustin, vetoakseli, päätyakseli ja kytkinakseli. Päätyakseli on vapaasti pyörivä ja kiinnittyy laakeriin. Laakerin pätyyn tulee tiivistetuki ja tiiviste. Kytkeinakseli kiinnittyy käyttöpäässä laakeriin, jonka päähän tulee myös tiivistetuki ja tiiviste. Kytkeinakseli kiinnittyy laakeroinnin jälkeen vaihdemoottoriin. Vaihdemoottori pyörittää ruuvia kuljettimen sisällä. Käyttöpäähän kiinnitetään suojus, joka suojaa laakerointia. Kuoren molemmissa päädyissä on päätylevyt, joihin akseli ja laakerointi kiinnittyy. Kuljetinruuvien runko kiinnittyy jalkoihin, jotka kannattelevat ja pitävät sitä paikoillaan. Käyttöpäässä sijaitsee purkaussuutin, josta materiaali poistuu. (Screwconveyorbega 2022a.)

4.3 Kriittisyysluokittelu

Kriittisyysluokittelulla tarkoitetaan arvoa, joka määrittelee kohteen merkityksen, siihen liittyvien riskien vakavuuden ja todennäköisyyden ennalta määritellylle aikavälille. Kriittisyysluokittelu jakautuu A, - B- ja C-luokkiin. (PSK6201 2017, 17, 23.)

Opinnäytetyön käsittelemä kuljetinruuvi kuuluu kriittisyysluokittelultaan A-luokkaan, joka on kaikista suurin kriittisyysluokitus. A-luokitus perustuu kuljetinruuvien vaikutuksesta tuotantoon, sekä laitteen historiasta. Kuljetinruuvia ei ole koskaan aikaisemmin vaihdettu, joten se luo suuremman riskin laitteen hajoamiselle. Jos kuljetinruuvi hajoaa äkillisesti, se ei pysty enää kuljettamaan CTMP-massaa asiakastorneihin. Massaa kulkeutuu usealle kartonkikoneelle, joten massan käyttö on suurta. Tuotantoa voidaan ylläpitää sen aikaa, kun säiliöissä riittää massaa, mutta niiden loppumiseen ei kulu kovin pitkää aikaa. Se saattaa aiheuttaa tuotantokatkot kaikilla kartonkikoneilla, mikäli tukipulpperoiteja ei ehditä käynnistämään. Tuotannon pysähtymistä voidaan yrittää myös estää ajo-ohjelman muutoksella, sellaiselle lajille, jossa ei käytetä CTMP-massaa, jos se on mahdollista. Tuotannon katkeaminen aiheuttaa myös asiakastilausten viivästymisen. (Keronen 2024.)

4.4 Työturvallisuus

Työturvallisuudelle on oma laki (Työturvallisuuslaki 738/2002). Työturvallisuuslain tarkoituksena on ennaltaehkäistä ja torjua työtapaturmia. Lain tarkoituksena on myös tehdä työympäristöstä ja olosuhteista turvallisempi sekä ylläpitää turvallisuutta. Lailla halutaan ennalta ehkäistä ammattitautteja sekä muita työstä tai työympäristöstä johtuvia työntekijöiden haittoja, kuten fyysinen ja henkinen terveys. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 1 §.) Työturvallisuuslakia sovelletaan erilaisten työsopimusten perusteella tehtävään työhön. Lakia ei sovelleta tavanomaisiin harrastuksiin eikä ammattiurheiluun. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 2 §.)

Työturvallisuus on suuressa roolissa yksilön ja työyhteisön hyvinvointiin, työkykyyn ja tuotavuuteen. Työturvallisuustutkaa käytetään työpaikan vaarojen ja kuormitustekijöiden tunnistamiseen ja sen avulla arvioidaan niiden aiheuttamia riskejä sekä määrittää toimintatapoja tai toimenpiteitä riskien hallitsemiseen. Työturvallisuustutkan keräämiä tietoja voidaan hyödyntää esimerkiksi uuden työntekijän perehdytyksessä. (Työturvallisuuskeskus 2021.)

Työnantajan on annettava työntekijälle riittävät tiedot työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä ja huomioitava työntekijän osaaminen ja kokemus. Työntekijä on perehdyttävä työhön, työolosuhteisiin, työvälineisiin ja turvallisiin työtapoihin ennen uuden työn, tehtävän tai uuden työmenetelmän aloittamista. (Työturvallisuuslaki, 14 §.)

Työnantajan on työympäristön rakenteita, työtiloja, menetelmiä sekä koneita ja laitteita suunniteltaessa varmistettava, että ne ovat turvallisia ja terveellisiä työntekijöille. Suunnittelussa on otettava huomioon vaarojen ja haittojen selvittäminen ja arviointi, noudattaen lain 10 § 1 momentin säännöksiä. Suunnittelussa tulee varmistaa, että olosuhteet täyttävät lain asettamat vaatimukset. Suunnittelutyön voi antaa myös ulkopuoliselle, mutta silloin työnantajan on annettava suunnittelijalle riittävät tiedot työpaikasta, jotta suunnittelussa ei jätetä mitään huomioimatta. (Työturvallisuuslaki, 12 §.)

Työturvallisuudessa vastuu on työnantajalla sekä työntekijällä. Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu järjestää turvallinen ja terveellinen työympäristö työntekijälle, ottaen fyysiset ja psyykkiset tekijät huomioon, sekä tehdä työstä turvallinen. Työnantajalla on myös velvollisuus riskienarviointiin. Riskienarvioinnilla saadaan työturvallisuuden kehittämiskohteet ja tähtäinjärjestys näkyviin. Riskienarvioinnissa huomioidaan työolot, sattuneet tapaturmat, läheltä piti -tilanteet sekä ammattitaudit. Arviointiin kuuluu myös työntekijöiden henkilökohdalliset edellytykset, kuten terveydelliset seikat, ammattitaito, ikä ja sukupuoli. Työnantajalla on vastuu kaikkien vaaratekijöiden poistamiseen tai minimointiin mahdollisuuksien mukaan, niin ettei työntekijöiden terveys tai turvallisuus vaarannu. Jotta työturvallisuus toteutuu, jokaisella on velvollisuus noudattaa työpaikalle asetettuja työturvallisuusohjeita ja huomioida vaaratekijöitä. Puutteista tulee aina ilmoittaa omalle esihenkilölle ja työsuojeluvaltuutetulle. Työntekijöiden tulee noudattaa ohjeita ja määräyksiä, jotka työnantaja on asettanut. Jos työntekijä kokee hänelle annetun työn olevan hengenvaarallinen tai aiheuttavan vaaraa terveydelle, on hänellä lain mukaan oikeus pidättäytyä työstä. Työstä voi pidättäytyä vain silloin, jos vaaratekijöitä ei voida poistaa välittömällä toimenpiteillä. Työntekijöiden oikeuksiin kuuluu myös ehdotuksien tekeminen turvallisuuden ja terveellisyyden parantamiseen ja saada palautetta ehdotuksista työnantajalta. (Suomen lähi- ja perushoitajaliitto Super, 2024; Työturvallisuuskeskus b.)

Työnantajan on varmistettava, että työntekijöillä on käytettävissä tarkoituksenmukaiset henkilösuojaimet, jotka täyttävät asetetut vaatimukset. Suojamia on tarjottava, jos tapaturmaa tai sairastumista ei pystytä muuten ehkäisemään tai vähentämään riittävästi työssä tai työolosuhteissa. Erityisen tärkeää tapaturmien ja sairastumisten estämiseksi on, että työnantajan tulee hankkia ja tarjota työntekijöille tarvittavat apuvälineet ja varusteet, kun työn luonne tai olosuhteet vaativat niiden käyttöä. (Työturvallisuuslaki, 15 §.) Henkilösuojaimia ovat esimerkiksi hengityssuojaimet, kasvosuojaimet, kuulonsuojaimet, silmänsuojaimet, päänsuojaimet, turvajalkineet, suojakäsineet, suojavaatteet, putoamissuojaimet, pelastusliivit ja kelluntavarusteet. Suomessa myytävien henkilösuojainten tulee olla CE-merkittyjä (Kuva 7), mikä tarkoittaa, että ne täyttävät henkilösuojainasetuksen (EU) 2016/425 tai henkilösuojaindirektiivin 89/686/ETY vaatimukset. Henkilösuojaimien valmistajien ja

maahantuojien on varmistettava, että tuotteet testataan ja tyyppi tarkastetaan ennen kuin ne tulevat markkinoille Suomessa tai Euroopan talousalueella. Kuvassa 8 on henkilösuojainten testauslaboratorio, jossa voidaan suorittaa standardinmukaiset kylmäsuojavaatteiden ja kylmäsuojakäsineiden testaukset, sekä jalkineiden ja päähineiden lämmöneristävyyksmittauksia. CE-merkintä (Kuva 7) ja kyseisen tuotteen standardin numero henkilösuojaimissa kertovat, että tuotteet ovat hyväksytyjä ja tarkastettuja. Työntekijän on käytettävä henkilösuojaimia ja muita varusteita huolellisesti ja ohjeiden mukaisesti, jotka työnantaja on hänelle laatinut lain 15 § mukaisesti (Työturvallisuuslaki, 20 §). (Työterveyslaitos a.)



Kuva 7. CE-merkintä (Tukes 2014)



Kuva 8. Henkilösuojaimet (Työterveyslaitos)

Työntekijän on käytettävä koneita, työvälineitä ja muita laitteita, sekä niiden turvallisuus- ja suojalaitteita, työnantaja antamien ohjeiden mukaan. Käyttöön on myös sovellettava työntekijän ammattitaitoa ja työkokemusta. Jos työntekijä käsittelee tai käyttää vaarallisia aineita, on työntekijän noudatettava tarkasti työhön annettuja turvallisuusohjeita. (Työturvallisuuslaki, 21 §.) Koneisiin, työvälineisiin, laitteisiin tai rakennuksiin asennettuja turvallisuus- ja suojalaitteita ei saa poistaa tai kytkeä pois päältä, ellei sille ole jotain erityistä syytä, miksi niin pitää tehdä. Jos turvallisuus- tai suojalaitteita poistetaan tilapäisesti käytöstä, tulee laitteet palauttaa takaisin alkuperäiseen tilaan tai kytkeä takaisin päälle mahdollisimman pian. (Työturvallisuuslaki, 22 §.)

Työturvallisuuslaki 24 §, määrittelee työpisteen ergonomia, työasennot ja työliikkeet seuraavasti:

Työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoittettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. Niiden tulee mahdollisuuksien mukaan olla siten säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. Lisäksi on otettava huomioon, että:

- 1) työntekijällä on riittävästi tilaa työn tekemiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoa;*
- 2) työtä kevennetään tarvittaessa apuvälinein;*
- 3) terveydelle haitalliset käsin tehtävät nostot ja siirrot tehdään mahdollisimman turvallisiksi, milloin niitä ei voida välttää tai keventää apuvälinein; ja*
- 4) toistorasituksen työntekijälle aiheuttama haitta vältetään tai, jollei se ole mahdollista, se on mahdollisimman vähäinen.*

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä työpaikan työolosuhteiden, työssä käytettävien koneiden, muiden työvälineiden, apuvälineiden ja muiden laitteiden turvallisuusvaatimuksista sekä käsin tehtävien nostojen turvallisesta suorittamisesta.

Ennen ensimmäistä käyttöönottoa, koneen, laitteen tai työvälineen, jonka asennus tai käyttöolosuhteet vaikuttavat turvallisuuteen, tulee tarkastaa. Tarkastuksessa käydään läpi oikeanlainen asennus ja turvallinen toiminta. Tarkastukset tehdään myös, kun laite asennetaan uuteen paikkaan tai siihen tehdään turvallisuuteen vaikuttavia muutostöitä. Käyttöönoton jälkeen laitteet tulee tarkastaa säännöllisin väliajoin sekä poikkeuksellisten tilanteiden

jälkeen, jotta niiden turvallisuus voidaan varmistaa. Henkilö, joka suorittaa tarkastukset tulee olla pätevä työhön. Tarkastaja voi olla työnantajan palveluksessa oleva tai muualta saapuva asiantuntija. Tarkastuksessa on erityisesti arvioitava työvälineen tai laitteen turvallisuus niiden käytön kannalta ja noudatettava niille määritettyjä säännöksiä sekä valmistajan ohjeita. (Työturvallisuuslaki, 43 §.) Tarkastajan tulee antaa ohjeet kaikista havaitsemistaan työvälineen turvallisuuteen vaikuttavista vioista ja puutteista. Lisäksi hänen on tiedotettava, kuinka nämä viat ja puutteet voidaan korjata tai poistaa (Työturvallisuuslaki, 59 §).

Työturvallisuus on niin tärkeää, että sitä yritetään koko ajan kehittää. Työturvallisuuden jatkuvalla kehittämisellä tarkoitetaan ennakoivaa huomiointia asioihin eikä vain reagoimista jo tapahtuneisiin tapaturmiin. Työturvallisuuteen ja turvalliseen työympäristöön vaikuttaa monet tekijät, kuten työnteon tavat, prosessit, olosuhteet sekä muuttuvat työympäristöt. Jotta työturvallisuutta voidaan kehittää, se vaatii työturvallisuuden suunnittelua ja johtamista. Töiden suunnittelussa pyritään ennaltaehkäisemään vaaratilanteita ja kehittämään turvallisuutta. Palaverit ovat hyvä tapa kehittää työturvallisuutta, niissä voidaan käsitellä turvallisuuden tulevat havainnot ja pohtia niitä yhdessä sekä yrittää keksiä ratkaisuja niiden kehittämiseen tai poistamiseen. (Työterveyslaitos b; Työturvallisuuskeskus a.)

Kehittämisprosessin vaiheet



Kuvio 5. Työturvallisuuden kehittämisprosessi (Työturvallisuuskeskus 2021)

Kuviossa 5 on esitetty työturvallisuuden kehittämisprosessi. Palaverista tai muista turvallisuushavainnoista on tehty päätös, että sitä tulee kehittää, jonka jälkeen havaintoa lähdetään tutkimaan tarkemmin ja miettimään, kuinka sitä voidaan parantaa. Kun kehitystyö on suunniteltu, aloitetaan sen toteuttaminen. Toteutuksen jälkeen on hyvä arvioida ja kerätä tuloksia, miten kehityskohteessa on onnistuttu. On myös tärkeää miettiä, mitä opittiin kehitystyön teosta. Työturvallisuuden kehittämisellä yritetään välttää työtapaturmia. Työtapaturmat vaikuttavat vuosittain monien ihmisten terveyteen ja työkykyyn, sekä aiheuttavat merkittäviä kustannuksia. Työtapaturmien seuraaminen ja tutkiminen ovat tärkeää tietoa siitä, kuinka tapaturmia voidaan ennaltaehkäistä ja kuinka voidaan tehdä oikeita toimenpiteitä tulevaisuudessa. Vahingoista oppimisen lisäksi on tärkeää kehittää keinoja turvallisuuden ylläpitämiseksi ja ennakoinniseksi. (Työterveyslaitos b; Työturvallisuuskeskus a.)

5 Nostotyö ja nostoapuvälineet

Nostotyöllä tarkoitetaan taakan (asioiden, laitteiden, koneiden, materiaalien, jne.) nostamista irti maasta tai taakan laskemista. Nostotyö ei ole pelkästään ylöspäin tai alaspäin tehtävää siirtoa, vaan joillain nostolaitteilla voidaan tehdä myös sivuttaissiirtoja ja kiertoliikkeitä. Nostolaitteita voi olla erilaiset vinssit, nosturit, nostopalkit ja niihin kiinnitettävät ”kissat” eli siirtovaunut, nostimet ja muut apuvälineet. Nostotaljat luokitellaan myös nostolaitteiksi, olipa kyseessä kone- tai käsivoimakäyttöinen. Nostotöihin saa käyttää ainoastaan siihen tarkoitettuja laitteita, jotka on hyväksytty, huollettu ja tarkastettu. Nostolaitteita voidaan käyttää työntekijöiden nostamiseen ja siirtämiseen, niissä puitteissa, ettei se aiheuta haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle tai terveydelle (Työturvallisuuslaki, 42 §). Työvälineet on pidettävä turvallisina huolloilla ja kunnossapidolla koko niiden käyttöajan ajan. Ohjausjärjestelmien ja turvalaitteiden on toimittava virheettömästi. Huoltokirjaa on pidettävä ajan tasalla, jos laitteelta sellainen löytyy (Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisuudesta käytöstä ja tarkastamisesta, 5 §). Työvälineessä on oltava hallintalaite, jolla laite voidaan pysäyttää kokonaan turvallisesti. Jokaiseen työpisteeseen pitää myös sijoittaa pysäytyslaite, joka pysäyttää työvälineen tai välineet. Pysäytyslaitetta painaessa, energiansyöttö on katkettava, kun työväline pysähtyy. Työvälineissä tulisi myös olla hätäpysäytyslaite, jos se on mahdollista, riippuen työvälineeseen liittyvistä vaaroista sekä sen normaalista pysähtymisajasta. (Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta, 10 §; Lilja 2021; Työturvallisuuspakki; Konecranes 2024.)

Ennen kuin nostotöitä aloitetaan tekemään, ne tulee olla hyvin harkittuja ja suunniteltuja. Suunnittelu toteutuu parhaiten, kun nostotyöstä tehdään kirjalliset yleisohjeet, jotka kaikki nostotyöhön osallistuvat käyvät läpi. Nostotyön tekijällä tulee aina olla tiedossa nostolaitteen nostokapasiteetti, nostettavan taakan paino sekä taakan painopiste. Suositeltavaa olisi, että nostolaitteen nostokapasiteetti olisi vähintään 10–15 % suurempi kuin nostettavan taakan paino. Alue, jolla nostotyötä suoritetaan, tulisi rajata mahdollisuuksien mukaan, jottei nostoalueelle pääse sivullisia henkilöitä, jotka eivät tiedä nostotyöstä. Alueen rajausta lisää nostoalueen turvallisuutta. Taakan alta ei saa kulkea ja nostotyö tulee suunnitella niin, ettei kukaan ole taakan alla noston aikana. Henkilö, joka ohjaa nosturia on pidettävä näköyhteys nostettavaan taakkaan, sekä vaara-alueeseen. Kuvassa 9 on esitetty yleiset käsimerkit, joilla ohjataan nostoja. Henkilö näyttää käsimerkkejä nostimen kuljettajalle, jotta taakkaa saadaan siirrettyä pieniäkin liikkeitä ahtaassa tilassa turvallisesti. Käsimerkit toimivat apuna kuljettajalle, jos hän ei näe tarkasti esimerkiksi, kuinka lähellä ollaan laitteita tai joutuuko taakkaa vielä nostamaan, ettei se osu mihinkään. Käsimerkkejä voidaan käyttää myös vaaran ilmoittamiseen. Jos nostettava taakka jää heilumaan, sitä ei saa yrittää pysäyttää käsin,







vaan sen pitää antaa pysähtyä itsestään tai nosturin ohjaaja pysäyttää sen vastaliikkeillä. (Työturvallisuuspakki; Tuontitukku; SKANSKA 2020.)



Kuva 9. Yleiset noston ohjaus käsimerkit (SKANSKA 2020)

Taakan nostamisessa käytetään nostoapuvälineitä. Nostoapuvälineet eivät ole pysyvästi kiinnitetty nostolaitteisiin ja ne sijoitetaan taakan ja nostimen väliin tai ne on kiinnitetty taakkaan, jotta taakasta voidaan tarttua. Nostoapuvälineitä voi olla esimerkiksi taljat, ketjut, nostoliinat, nostopuomit, sakkelit tai kettinkiraksit. Nostoapuvälineistä pitää löytyä CE-merkintä (Kuva 11), tiedot suurimmasta sallitusta kuormasta, valmistajan tiedot, valmistus päivämäärä ja tarkastusmerkintä, jotta niitä saa käyttää. Nostoapuvälineitä valitessa tulee huomioida, minkälaista taakkaa nostetaan, taakan paino, sekä nostoapuvälineiden sallitut nostokapasiteetit ja nostokulmat. Esimerkiksi teräväkulmaisia taakkoja ei suositella nostettavaksi kangasliinoilla, ellei käytössä ole reunasuojia, koska kangas voi vaurioitua terävästä reunasta. Taakan kiinnitys tapoja on esim. suoranosto, kiristävä nosto, avonosto, kaksi-, kolmi- tai nelihaarainen raksi. Jokaiselle kiinnitykselle on hieman erilaiset sallitut nostokapasiteetit. Noston kiinnityksessä tulee huomioida nostoapuvälineeseen tuleva kulma, koska

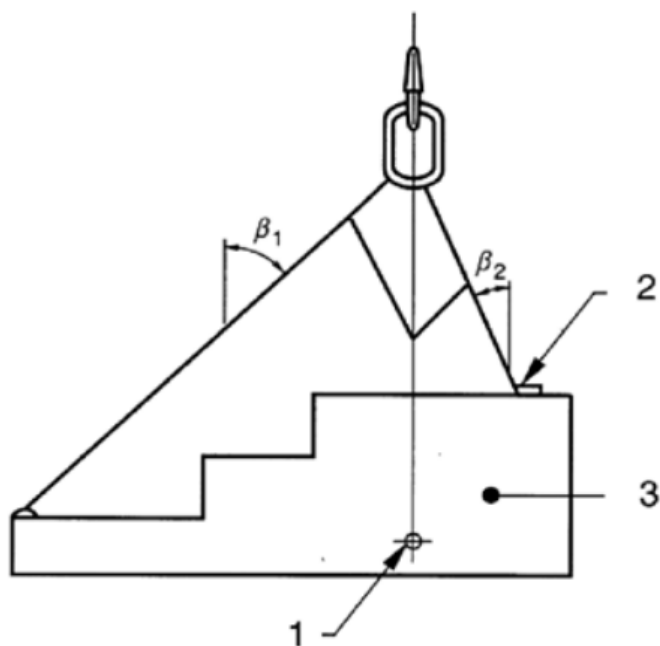
sillä on suuri vaikutus siihen, kuinka paljon taakkaa saadaan nostaa. Nauhojen eri värit kertovat, kuinka suuren nimelliskuorman nauhalla saa nostaa (Taulukko 1). (SKANSKA, 2020; Nostokonepalvelu, 2010; Työturvallisuuspakki; Tuontitukku.)

Päällysteraksin nimelliskuorma (WLL) suorassa nostossa	Päällyste- raksin päällysteen väri	Nimelliskuormat (t)								
		Suora nosto	Kiristävä nosto	Avonosto			Kaksihaarainen raksi		Kolmi- ja nelihaarainen raksi	
										
				Saman- suuntainen	$\beta = 0...45^\circ$	$\beta = 45...60^\circ$	$\beta = 0...45^\circ$	$\beta = 45...60^\circ$	$\beta = 0...45^\circ$	$\beta = 45...60^\circ$
		M = 1	M = 0,8	M = 2	M = 1,4	M = 1	M = 1,4	M = 1	M = 2,1	M = 1,5
1,0	violetti	1,0	0,8	2,0	1,4	1,0	1,4	1,0	2,1	1,5
2,0	vihreä	2,0	1,6	4,0	2,8	2,0	2,8	2,0	4,2	3,0
3,0	keltainen	3,0	2,4	5,0	4,2	3,0	4,2	3,0	5,3	4,5
4,0	harmaa	4,0	3,2	8,0	5,6	4,0	5,6	4,0	9,4	6,0
5,0	punainen	5,0	4,0	10,0	7,0	5,0	7,0	5,0	10,5	7,5
6,0	ruskea	6,0	4,8	12,0	8,4	6,0	8,4	6,0	12,6	9,0
8,0	sininen	8,0	6,4	16,0	11,2	8,0	11,2	8,0	16,8	12,0
10,0	oranssi	10,0	9,0	20,0	14,0	10,0	14,0	10,0	21,0	15,0
Yli 10,0	oranssi									
		M = Symmetrisen kuormituksen muotokerroin. Raksin tai raksin osien sallittu poikkeama pystysuoraan verrattuna on 6°.								

Taulukko 1. Nimelliskuorma ja värikoodi taulukko (SKANSKA 2020)

Taakka on kiinnitettävä niin, että se pysyy vakaana ja tasapainossa noston aikana ja nostokohta tulee suoraan taakan painopisteen yläpuolelle (SFS-EN 1492-1 + A1 2009, 29). Ennen jokaista nostoapuvälineen käyttökertaa sille pitää suorittaa silmämääräinen tarkastus. Jos nostettava kappale on epäsymmetrinen, tulee kappaleen painopiste olla tiedossa. Painopiste voi löytyä kappaleen piirustuksista tai sitten se joudutaan itse määrittämään. Kuva 10 havainnollistaa, kuinka kuorma on kappaleen oikeassa reunassa ja painopiste sijoittuu lähemmäs kappaleen keskikohtaa, ja nosto tapahtuu suoraan painopisteen yläpuolelta. Kun kappaletta nostetaan suoraan painopisteen yläpuolelta, kappale pysyy tasapainossa, koska kappaleen paino on jakautunut tasaisesti painopisteen molemmin puolin. (Nostokonepalvelu 2010; Työturvallisuuspakki.)

1. Painopiste
2. Tässä haarassa (2) on suurempi rasitus. Sallittu kuorma on pienempi kuin taulukosta ilmenevä symmetrisen noston haarakerroin ilmoittaa. (Taakan paino voi lähes kokonaan olla yhden raksihaaran varassa.)
3. Kuorma P



Kuva 10. Epäsymmetrisen kappaleen kuormitus (Nostokonepalvelu 2010)

Vuosi	Tarkastusväri
2021	Valkoinen
2022	Vihreä
2023	Oranssi
2024	Sininen
2025	Keltainen

Taulukko 2. Tarkastusvärit (SKANSKA 2020)

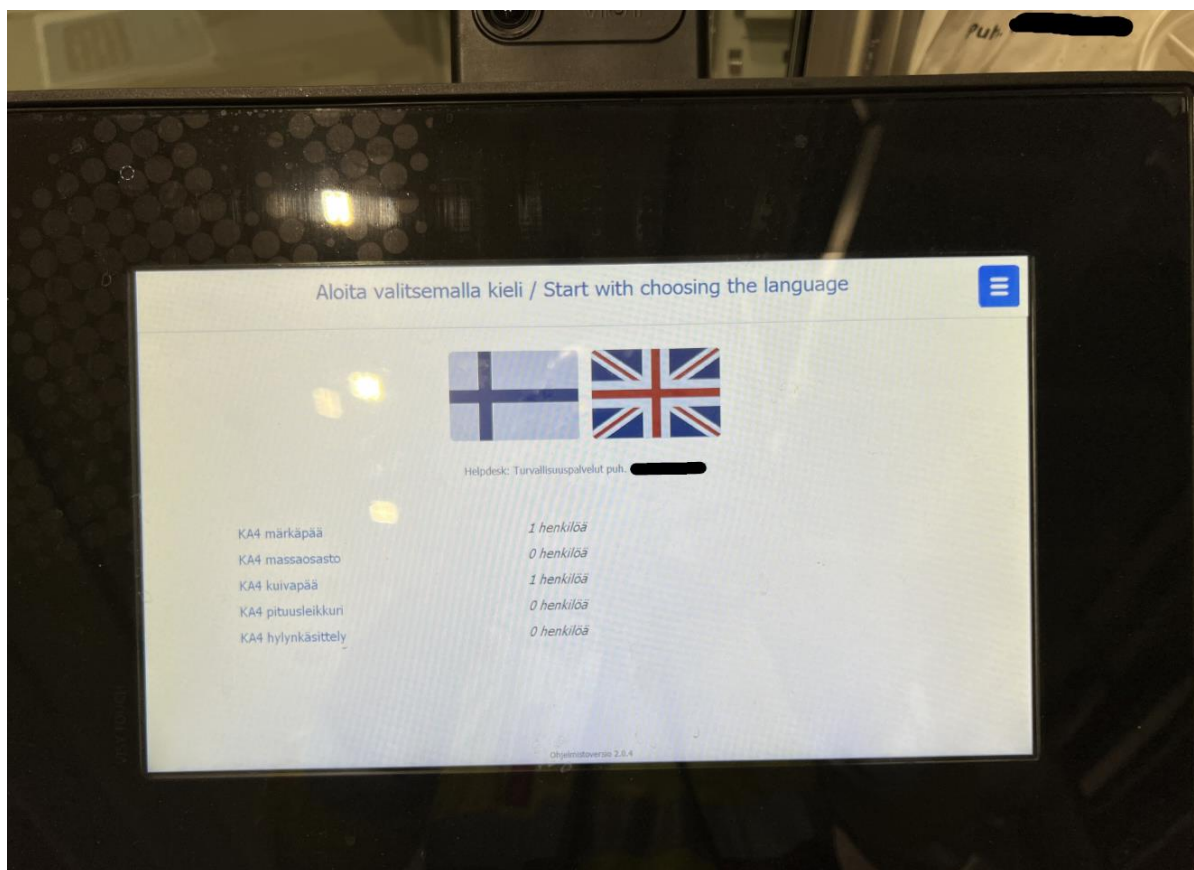
Nostolaitteet ja nostoapulaitteet tarkastetaan vuosittain, tarkastuksen suorittaa asiantuntija. Tarkastukset merkitään tarkastusvärillä (Taulukko 2), tarkastustarralla tai merkitsemällä tarkastus laitteen tai välineen tunnukseseen. Nostoapuvälineitä pitää säilyttää niin, etteivät ne vahingoitu tai rikkoudu. Jos nostoapuväline on vaurioitunut, sitä ei saa käyttää. (Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta, 24 §; Työturvallisuuspakki; SKANSKA 2020.)

6 Kuljetinruuvien vaihtovariaatiot

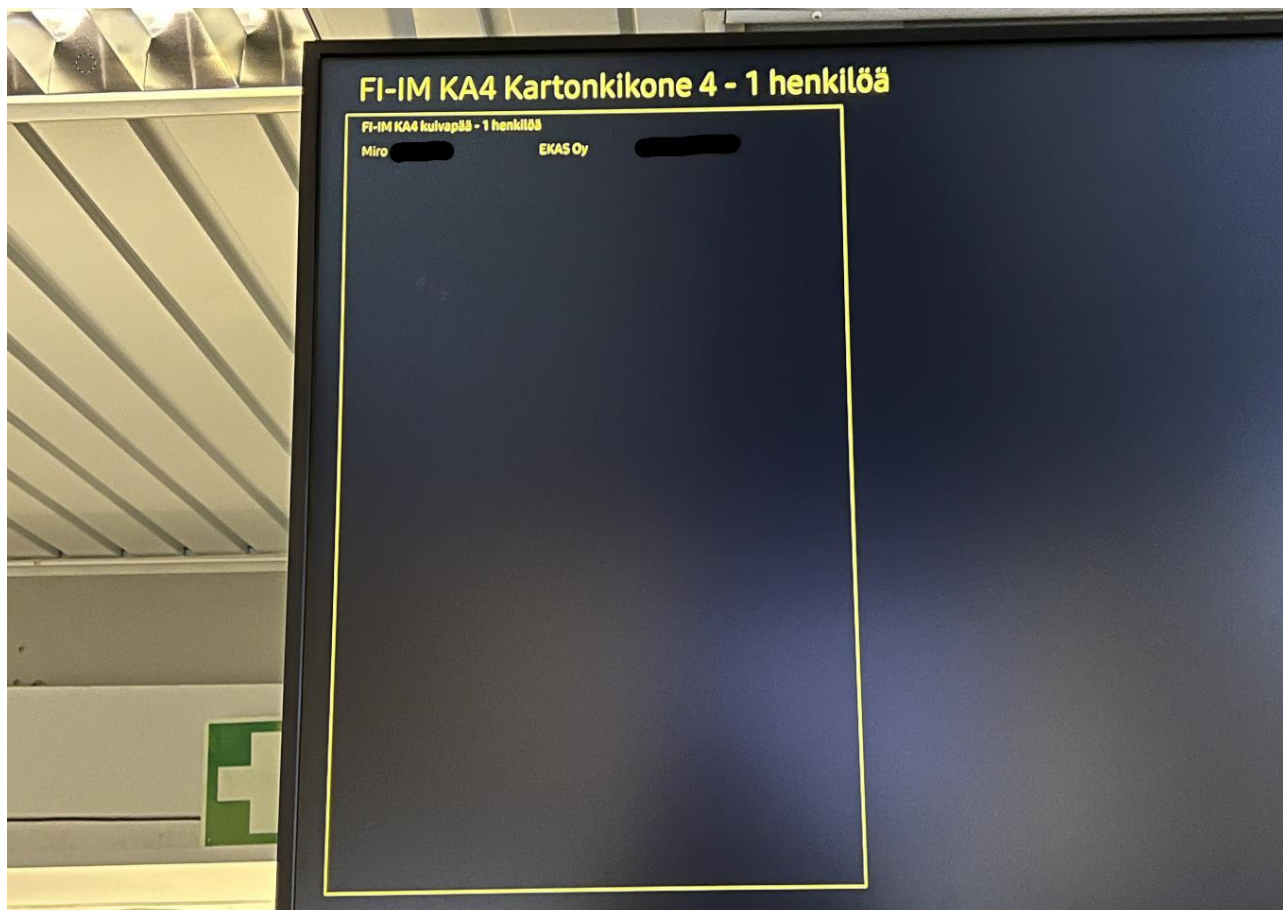
6.1 Yhteiset toimenpiteet

Kuljetinruuville tehdään kaksi erilaista vaihto-ohjetta. Kahden ohjeen kanssa voidaan paremmin reagoida kuljetinruuvien häiriötilanteisiin, joissa se joudutaan vaihtamaan. Ensimmäisessä variaatiossa keskitytään koko kuljetinruuvien vaihtamiseen ja siihen liittyviin ennakoivalmisteluihin, purkutöihin sekä työn kulkuun. Toisessa variaatiossa keskitytään ainoastaan ruuvien vaihtamiseen kuljettimen sisältä ja siihen liittyviin ennakoivalmisteluihin, purkutöihin sekä työn kulkuun.

Aina ennen töiden aloittamista työhön osallistuvan henkilöstön pitää käydä ilmoittautumassa CTMP-laitoksen valvomoon ja ulkopuolelta tulevien henkilöiden pitää tehdä ilmoittautuminen sähköisen ilmoittautumislaitteen kautta (Kuva 11). Laitteesta valitaan osasto, jonne on menossa työskentelemään sekä hyväksytään valinnat, kuten oikeat suojavälineet, suullinen ilmoittautuminen valvomossa, tarvittavat työluvut ja henkilö on saanut osaston turvainfon. Kun ilmoittautuminen on tehty, valvomon seinällä olevaan ilmoitustauluun tulee näkymään työskentelevien henkilöiden määrä, paikka, nimi, yritys ja puhelinnumero (Kuva 12).



Kuva 11. Valvomoon ilmoittautumislaitte



Kuva 12. Ilmoitustaulu

Stora Ensolla noudatetaan aina samoja kunnossapidon toimintatapoja, joten kumpaankin vaihtoon tehdään samat turvallisuustoimenpiteet. Turvallisuustoimenpiteisiin kuuluu NET-lukitukset eli turvalukitukset, joilla estetään laitteen vahinkokäytöt, liikkeet sekä virransyöttö. NET-lukitukset tehdään vaihdettavalle kuljetinruuville sekä laitteeseen kiinnittyvään pysty-kuljettimeen.

Ennen tai jälkeen NET-lukitusten suoritetaan työkohteen vaaranarviointi (Liite 2) sekä nostotyösuunnitelma (Liite 3). Kyseessä on korkean riskin työ, joten se vaatii aina kirjallisen työluvan. Ennen purkutöiden ja nostotöiden aloittamista nostoalue tulee rajata, jottei vaara-alueelle pääse ulkopuolisia.

6.2 Koko kuljettimen vaihto

Ennakkovalmisteluihin kuuluu uuden sivuttaissuuntaisen nostopalkin asennus, laimennusputkiston ja -putkien alas laskua varten. Sivuttaissuuntainen nostopalkki asennetaan noin 2,5 metrin päähän kuljettimen vapaasti pyörivästä päästä. Se sijoittuu suunnilleen viidennen ja neljännen laimennusputken väliin. Nostopalkki on saman suuntainen ja pituinen, kuin siellä valmiiksi oleva. Nostopalkin asennus ja tarkka sijainti katsotaan myöhemmin. Uuteen

sekä kohteessa valmiiksi olevaan sivuttaissuuntaiseen nostopalkkiin kiinnitetään siirtovau-
nut. Ennakkovalmisteluihin kuuluu myös kahden siirtovaunun kiinnitys kuljettimen päällä
olevaan nostopalkkiin. Siirtovaunuihin voidaan kiinnittää joko käsikäyttöinen ketjugalja tai
sähkökäyttöinen vaijeri- tai ketjunostin.

Kuljetinruuvien alla, eikä sen oikealla puolella ole työskentelytasoa. Jos työskentelytila ei riit-
tä vaihdon toteuttamiseksi, kuljettimen alle tehdään väliaikaisesti telineet tai laajennetaan
työskentelytasoa kuljettimen ympärille. Telineet rakennetaan myös, jos rungon jalvoja ei
saa irrotettua ritilätasolta.

Kohteesta joudutaan purkamaan kaiteita siirtojen ja alas laskujen mahdollistamiseksi varten.
Kaikkia kaiteita ei tarvitse purkaa kerralla pois vaan niitä poistetaan tarpeen mukaisesti ym-
pärintä, työturvallisuus huomioiden. Kaiteiden purkaminen edellyttää kaikille ylätasolla työ-
skenteleville henkilöille nostovaljaiden käytön.

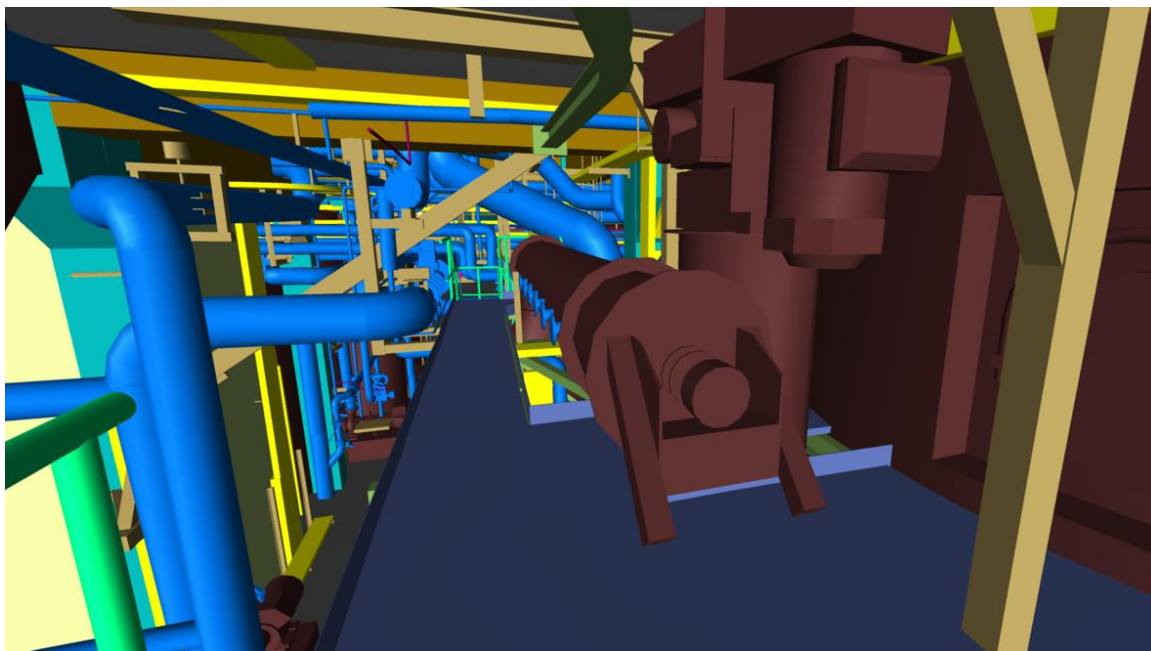
Purkutyöt aloitetaan vaihdemoottorin irrottamisella. Se voidaan siirtää sivuun ritilätasolle,
alas lattialle tai ilmastointikanavasta (Kuva 13) ylös katolle nostopalkkien avulla.



Kuva 13. Ilmanvaihtokanava

Vaihdemoottorin irrottamisen jälkeen aloitetaan purkamaan laimennusputkistoa ja -putkia,
jotka kiinnittyvät rungon kylkeen. Putkisto ja putket avataan laipoista, jotta ne saadaan pie-
nemmissä osissa laskettua alas. Ensin putkisto kiinnitetään nostopalkkeihin, jonka jälkeen
avataan putkiston laipat kaarre kohdasta sekä putkiston päädystä. Tämän jälkeen putkiston
kannake irrotetaan ja lasketaan putkisto maahan. Putkiston alas laskun jälkeen runkoon

kiinnittävät putket kiinnitetään nostopalkkeihin, jonka jälkeen avataan laipat rungon sivusta sekä irrotetaan putkien kannake. Tämän jälkeen putket voidaan laskea alas.



Kuva 14. CTMP-laitoksen 3D-malli, josta laimennut putket on poistettu



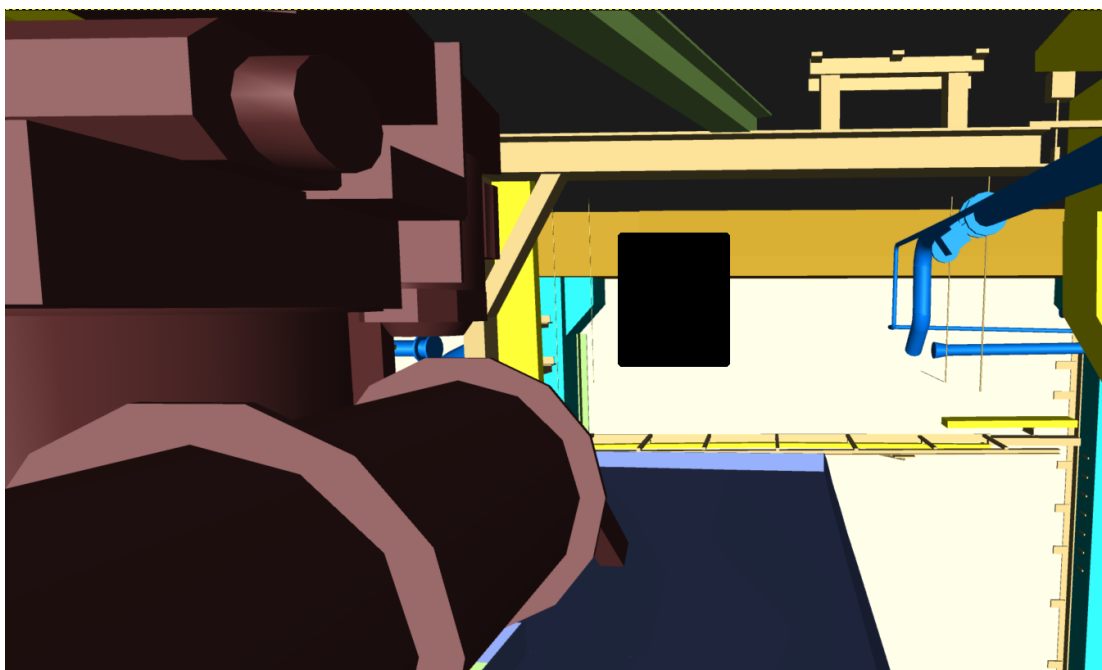
Kuva 15. Kuljettimen laskualusta

Kun kuljettimen ympäriltä on purettu tarpeelliset laitteet pois (Kuva 14), aloitetaan kuljettimen vaihto. Kuljetin kiinnitetään sen päällä olevaan nostopalkkiin kahdesta kohdasta. Tämän kiinnittämisen jälkeen irrotetaan rungon jalat ja pystykuljettimen laippa kiinnitys sekä löysätään tyhjennysputken kiinnitystä. Kiinnitykset pyritään tekemään mahdollisimman läheltä kuljettimen keskikohtaa, jotta kuljetinta saadaan käännetty sen verran, että se irtoaa

pystykuljettimesta sekä kuljetettua nostopalkkia pitkin mahdollisimman pitkälle seinää kohti. Kääntämisessä käytetään apuna löysätyä tyhjennysputken kiinnitystä ja sivuttaissuuntaisia nostopalkkeja, jos se on tarpeellista. Käännön jälkeen kuljetin irrotetaan tyhjennysputkesta. Kuljetinta siirretään mahdollisimman lähelle ilmastointiputkea, jotta se mahdollistaan laske-
maan alas. Kuljettimen kiinnityskohtia voidaan vaihtaa siirron aikana kiinnittämällä se väli-
aikaisesti sivuttaissuuntaisiin palkkeihin, jos se ei pääse liikkumaan tarpeeksi pitkälle alku-
peräisellä kiinnityksellä. Kun kuljetinta on siirretty tarpeeksi eteenpäin, siirretään kiinnitykset
sivuttaissuuntaisiin nostopalkkeihin. Sen jälkeen kuljetin suoristetaan ja lasketaan maahan
kuormalavoille, joiden päälle on asetettu kaaripuut (Kuva 15). Kuljetin kiinnitetään lavoihin
ja kaaripuihin liinoilla siirtojen ajaksi. Lattialta kuljetin voidaan siirtää nosto-ovesta ulos
apuna käyttäen trukkeja tai pumppukärrejä. Takaisinasennus tapahtuu vastakkaisessa jär-
jestyksessä.

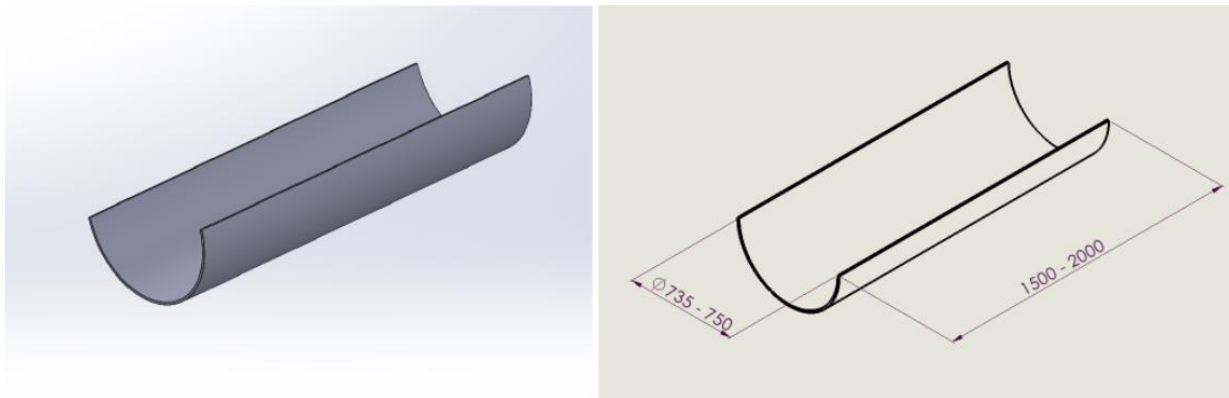
6.3 Pelkän ruuvin vaihto

Pelkän ruuvin vaihdon ennakkovalmisteluihin kuuluu kuljettimen suuntaisen nostopalkin
asennus, joka alkaisi alkuperäisen nostopalkin jälkeen ja jatkuisi seinästä läpi ulos asti.
Nostopalkkiin asennetaan siirtovaunu, johon voidaan kiinnittää joko käsikäyttöinen ketju-
talja tai sähkökäyttöinen vaijeri- tai ketjunostin. Ennakkovalmisteluna seinään tehtäisiin
huolto-ovi (Kuva 16), josta ruuvi voidaan kuljettaa ulos asti. Nostopalkin ja huolto-oven
asennus ja tarkka sijainti katsotaan myöhemmin. Jotta ruuvi saadaan kuljetettua seinästä
ulos, tulee ilmastointiputkea purkaa sekä muuttaa palovesiputkiston reittiä.



Kuva 16. Seinään tehtävä huolto-ovi

Purkamisen aloitetaan vaihdemoottorin irrottamisella. Se voidaan siirtää sivuun ritilä tasolle, alas lattialle tai ilmastointikanavasta (Kuva 13) ylös katolle nostopalkkien avulla. Tämän jälkeen puretaan vapaasti pyörivän sekä käyttöpään laakerointi. Tämän jälkeen voidaan purkaa käyttöpään kaiteet, joka edellyttää kaikille ylätasolla työskenteleville henkilöille nostovaljaiden käytön. Sähkökaappi voidaan purkaa tieltä varmuuden vuoksi, jos ruuvi ei meinaa mahtua tulemaan siitä ohi.



Kuva 17. Solidworks ohjelmalla tehty havainnollistava malli U-kourusta

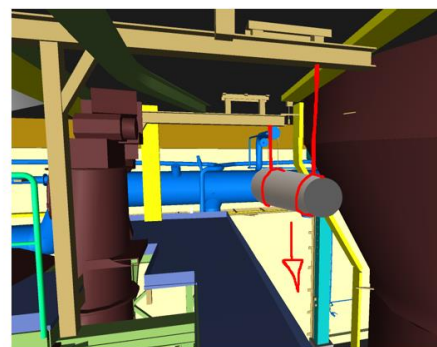
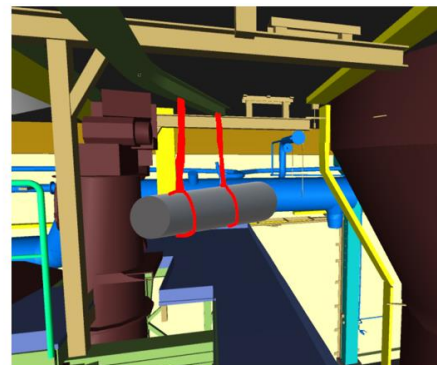
Kun laakeroinnit ovat purettu kiinnitetään ruuvi käyttöpäästä uuteen nostopalkkiin kiinni ja vapaasti pyörivästä päästä ruuvia kannatellaan huoltoluukun kautta. Ruuvien ulostuonnissa voidaan hyödyntää U-kourua (Kuva 17), joka tukee ja ohjaa ruuvien ulostuloa. Kun ruuvia on saatu tarpeeksi ulos kuljettimen sisältä, vaihdetaan huoltoluukun kautta kannattelussa ollut kiinnitys käyttöpäähän, jonka jälkeen ruuvi saadaan tuotua yhdellä suoralla liikkeellä seinästä ulos, jossa se voidaan ottaa vastaan esimerkiksi nosturilla tai HIAB-trukilla. Takaisinasennus tapahtuu vastakkaisessa järjestyksessä.

7 Vaihto-ohjeet

Vaihto-ohjeet (Liite 1) on tarkoitettu vain Stora Enso käyttöön, joten opinnäytetyössä ei tulla näyttämään kokonaan tarkkoja vaihto-ohjeita, vaan pieni osa niistä havainnollistamaan miltä vaihto suunnitelma näyttää.

Kuljettimen siirrot

- Käännetään kuljetinta sen verran, että se irtoaa pystykuljettimesta
 - Käännössä voidaan käyttää apuna sivuttaissuuntaista nostopalkkia
- Käännön jälkeen irrotetaan tyhjennysputken kiinnitys
- Nostetaan kuljetin ilmaan
- Siirretään mahdollisimman lähelle ilmastointiputkea
 - Kiinnityksiä voidaan vaihtaa kesken siirron, jotta saadaan siirrettyä kuljetinta tarpeeksi pitkälle. Kiinnitetään väliaikaisesti sivuttaissuuntaisiin nostopalkkeihin.
- Vaihdetaan kiinnitykset sivuttaissuuntaisiin nostopalkkeihin
 - Suoristetaan kuljetin



Kuva 18. Vaihto-ohje

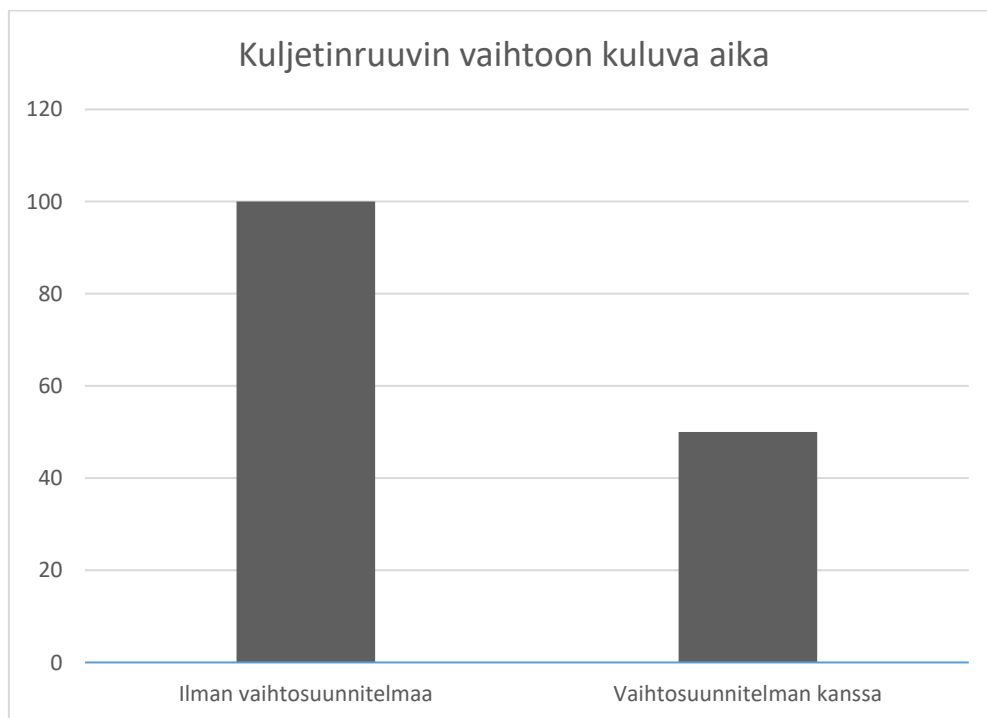
Kuvassa 18 on esitetty havainnollistava kuva miltä vaihto-ohjeet näyttävät. Ohjeessa käydään työn kulku vaihe kerrallaan ja niissä on käytetty kuvia havainnollistamaan vaiheita. Ohjeet ovat rakenteeltaan yksinkertaiset ja helppo lukuiset. Ohjeita käytetään vaihdon toteutuksen pohjana.

8 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tavoitteena oli suunnitella vaihtosuunnitelma kuljetinruuville. Kuljetinruuville onnistuttiin tekemään 2 erilaista vaihtovariaatiota, jotka opinnäytetyöstä vastaavat henkilöt hyväksyivät. Kuljettimelle saatiin tehtyä selkeät ja yksinkertaiset ohjeet, joissa on esitetty työn vaiheet vaihe kerrallaan ja käytetty kuvia havainnollistamaan työn vaiheita. Ensisijaisena vaihtovariaationa suositetaan koko kuljettimen vaihtovariaatiota, koska sen sisältämän nostopalkin asennus on yksinkertaisempi ja monipuolisempi vaihtoehto. Koko kuljettimen variaatiota voidaan myös hyödyntää laajemmin häiriötilanteissa esimerkiksi ruuvien mennessä poikki.

Suunnitelman tarkoituksena on myös helpottaa häiriötilanteisiin reagoimista, jossa kuljetin vikaantuu ja se joudutaan vaihtamaan. Työtä tehdessä työturvallisuus on ollut ykkösprioriteetti vaihtoa suunniteltaessa. Vaikka kuljetinruuville on tehty valmis suunnitelma, tulee aina ennen työtä vielä huomioida työn riskit ja vaarat sekä huomioida niitä työn edetessä. Molempiin vaihtovariaatioihin liittyy omat riskinsä, minkä takia on suotavaa vertailla variaation valintaa ennen työn aloitusta.

Suunnittelemisen oli haastavaa, koska vaihdon toteutustavat muuttuivat hieman kesken työn. Muutokset johtuivat todella rajallisesta tilan määrästä sekä haastavasta sijainnista. Vaihtojen mahdollistamiseksi kohteeseen on lisättävä kummallekin variaatiolle omat nostopalkit, joiden avulla vaihdot voidaan toteuttaa.



Kuvio 6. Kuljetinruuvien vaihtoon kuluva aika (Laihanen 2024)

Vaihtoon kuluva aika on hyvin tapauskohtainen. Vaihto voidaan joutua toteuttamaan häiriön seurauksena tai se voidaan vaihtaa suunnitellusti seisokissa. Myös hajoamisen ajankohta vaikuttaa paljon vaihtoaikaan. Kuljetinruuvien vaihtoon käytettävä aika ilman suunnitelmaa oli arvioitu noin 100 tuntiin ja valmiin suunnitelman kanssa noin 50 tuntia (Kuvio 6). Suunnitelman avulla vaihtoon kuluva aikaa voidaan teoreettisesti vähentää noin 50 %.

Parannuskohteena kuljetinruuviin voitaisiin lisätä huoltoluukkuja, joista ruuvien ja kuljetinosan kuntoa voitaisiin tarkastella sekä kulumista voitaisiin seurata paremmin. Näin osattaisiin arvioida paremmin vaihdon tarpeet, suunnitella kunnossapitotyöt ja lisätä laitteen käytövarmuutta.

Lähteet

De Carlo, F & Arleo, M. A. 2017. Imperfect Maintenance Models, from Theory to Practice. Viitattu 15.5.2024. Saatavissa <https://www.intechopen.com/chapters/55938>

Husson, E. 2020. Predictive Maintenance: From Theory to Practice. UReason. Viitattu 15.5.2024. Saatavissa <https://www.ureason.com/resources/predictive-maintenance-from-theory-to-practice-2/>

IQS Directory. Screw Conveyors. Viitattu 17.5.2024. Saatavissa <https://www.iqsdirectory.com/articles/screw-conveyors.html>

Keronen, A. 2024. Päivämestari CTMP-laitos. Stora Enso Imatran tehtaat. Haastattelu 27.5.2024

Konecranes. 2024. Teollisuuslaitteet. Viitattu 20.5.2024. Saatavissa <https://www.konecranes.com/fi/laitteet>

KWS Manufacturing. 2024. Types of Screw Conveyors. Viitattu 16.5.2024. Saatavissa <https://www.kwsmfg.com/engineering-guides/screw-conveyor/types-of-screw-conveyors/>

Laihanen, T. 2024. Luotettavuusinsinööri. Stora Enso Imatran tehtaat. Haastattelu 20.5.2024.

Lilja, T. 2021. Työturvallisuus nostotyössä. Boliden Group. Viitattu 20.5.2024. Saatavissa <https://www.suurteollisuuspuisto.com/wp-content/uploads/2022/05/INST-26265-v.4.0-Nostotyot.pdf>

Nostokonepalvelu. 2010. Nostoapuvälineet. Viitattu 21.5.2024. Saatavissa https://nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/Nostoapuvalineet_turvallisuus.pdf

Okogbaa, O.G. & Otieno W. (2015). Design, Instrumentation, and Controls Vol. 2. Viitattu 15.5.2024. Saatavissa <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118985960.meh209>

PSK 6201. 2022. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 4.painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Paajanen, J. 2024. Kunnossapitopäällikkö. Stora Enso Imatran tehtaat. Haastattelu 20.5.2024

Screwconveyorbega. 2022a. Technical Information. Viitattu 16.5.2024. Saatavissa <https://www.screwconveyorbega.com/screw-conveyor-parts>

Screwconveyorbega. 2022b. What is a Screw Conveyor. Viitattu 16.5.2024. Saatavissa <https://www.screwconveyorbega.com/screw-conveyor-selection>

SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 1492-1 + A1. 2009. Tekstiiliraksit. Turvallisuus. Osa 1: Tehokuidusta valmistetut nostovyöt yleiskäyttöön. 2.painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Siirtoruuvi Oy. 2024. Ruuvikuljettimet. Viitattu 16.5.2024. Saatavissa <https://www.siirto-ruuvi.com/web/fi/tuotteet/>

Skanska Suomi. 2020. Nostotyöt-standardi. Viitattu 21.5.2024. Saatavissa <https://www.skanska.fi/4abd96/siteassets/tietoa-skanskasta/yhteistyokumppaneille/nostotyot.pdf>

Stora Enso Oyj. 2024a. Imatran tehtaat. Viitattu 25.5.2024. Saatavissa <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/imatra-mill>

Stora Enso Oyj. 2024b. Imatran tehtaat. Weshare.

Suomen lähi- ja perushoitajaliitto super. Työsuojaus. Viitattu 18.5.2024. Saatavissa <https://www.superliitto.fi/tyoelamassa/tyohyvinvointi-tyosuojaus-ja-tyoelaman-kehittaminen/>

Tukes. 2014. Tuotteiden CE-merkinnät kuntoon. Viitattu 19.5.2024. Saatavissa <https://tukes.fi/-/tuotteiden-ce-merkinnat-kunto-1#0b32a930>

Tuontitukku. Käyttö- ja nosto-ohjeita. Viitattu 21.5.2024. Saatavissa https://www.tuontitukku.fi/storage/product_files/3/kaytto_ja_nosto-ohjeita.pdf

Työsuojaus. Henkilösuojaus. Viitattu 19.5.2024. Saatavissa <https://tyosuojaus.fi/markkina-valvonta/henkilonsuojaus>

Työturvallisuuslaitos. Henkilösuojaus ja tekstiilien testaus. Viitattu 19.5.2024. Saatavissa <https://www.ttl.fi/palvelut/tyoympariston-riskit-ja-turvallisuus/henkilonsuojaus-ja-tekstiilien-testaus>

Työterveyslaitos a. Henkilösuojaus. Viitattu 19.5.2024. Saatavissa <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/henkilonsuojaus>

Työterveyslaitos b. Työturvallisuuden kehittäminen. Viitattu 19.5.2024. Saatavissa <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/tyoturvallisuuden-kehittaminen>

Työturvallisuuskeskus a. Työelämän kehittäminen. Viitattu 18.5.2024. Saatavissa <https://ttk.fi/tyosuojaus-yhteistoiminta/tyosuojaus-kehittaminen/>

Työturvallisuuskeskus b. Työntekijän velvollisuudet ja oikeudet. Viitattu 18.5.2024. Saatavissa <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/vastuut-ja-velvoitteet/tyontekijan-velvollisuudet-ja-oikeudet/>

Työturvallisuuskeskus. 2021. Työturvallisuustutka. Viitattu 18.5.2024. Saatavissa <https://ttk.fi/julkaisu/tyoturvallisuustutka/>

Työturvallisuuslaki 738/2002

Työturvallisuuspakki. Nostot. Viitattu 21.5.2024. Saatavissa <https://tyoturvallisuuspakki.fi/nostot/>

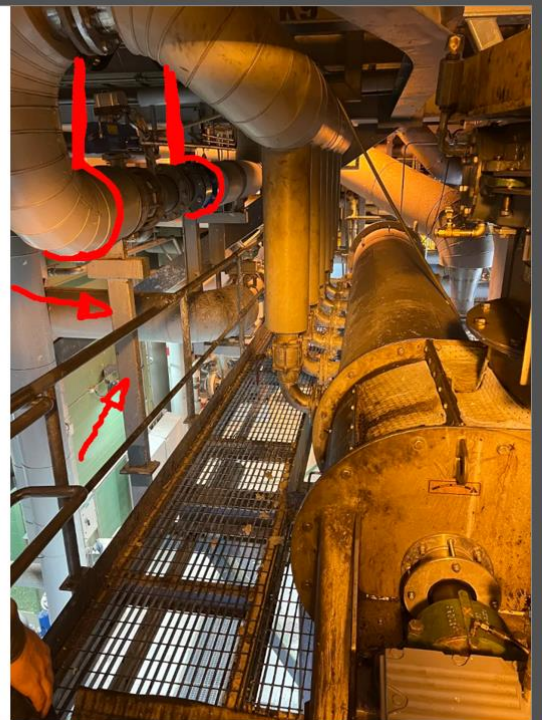
Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008.

Yleiset ohjeet

- Vaihto-ohjeet toimivat vaihdon toteuttamisen pohjana
- Työ on aina suunniteltava tapauskohtaisesti
- Työtä tehdessä pitää huomioida työturvallisuus
 - Noudatetaan Stora Enso Imatran tehtaiden turvallisuus ohjeita ja standardeja

Laimennusputkiston purku

- Kiinnitetään putkisto sivuttaissuuntaisiin nostopalkkeihin
- Avataan putkiston laipat kaarteesta, sekä putkiston toisesta päästä
 - HUOMIO! Varo putken pyörähtämistä kaarteiden kohdalta
- Irrotetaan putkiston kannake (Nuolella osoitettu)
- Lasketaan putkisto alas



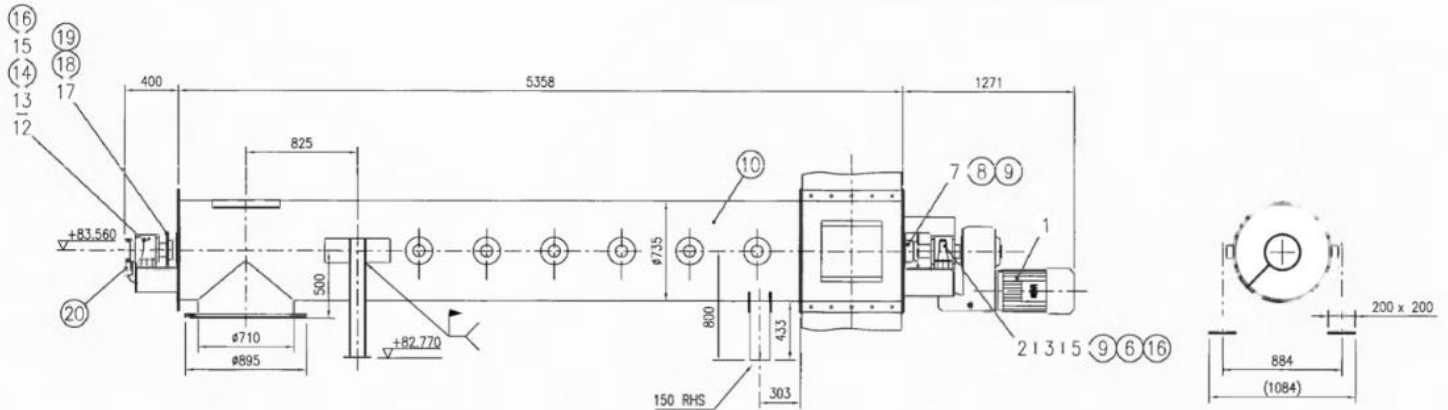
Liite 2. Työkohteen vaaranarviointi

- Net-tila, vaaralliset työkohteen vahinkotoiminnot
- Käytettävät henkilösuojaimet
- Kerrattu työkohteessa
- Muut turvallisuustoimenpiteet

Liite 3. Nostotyösuunnitelma

- Nostotyöpaikka:
- Nostotyön valvoja:
- Nostotyöntekijä(t):
- Taakan kiinnittäjä:
- Muut nostotyöhön osallistuvat henkilöt:
- Taakan paino:
- Käytettävät nostolaitteet, niiden maksimikuormat ja muut rajoitukset:
- Taakan painopiste ja kiinnityskohdat:
- Muut huomioitavat nostolaitteiden ja -apuvälineiden ominaisuudet:
- Nostopaikka, nostosuunnat, työntekijöiden kulkureitit sekä taakan kulkureitti ja laskupaikat:
- Nostotyön vaiheet ja nostotyön ajoitus:
- Tarvittavat maaperän tai alustarakenteiden vahvistukset tai tuennat:
- Tarvittavat turvallisuustoimenpiteet:
- Muut huomioon otettavat olosuhteet tai tekijät:
- Liitetty seuraavat dokumentit ja asiakirjat

Liite 4. Kokoonpanopiirustus



MASSA: 3000 kg

20	Pyrintävahti	XSA-VII373 24V		Telemeganique	1
19	Kulutusohjain	#120/110-140	4RK5110	AISI 316	1
18	Tiiviste	12,5*#145/120		Nomex 106	4
17	Paketti	#120	3RK6107	AISI 316	1
16	Rasvanippa	R 1/4"			2
15	Tiiviste	TSNA 5226		SKF	1
14	Kristalliohjaus	H 2322 F		SKF	1
13	Rullatukki	23222 CDK/W33		SKF	1
12	Laakeripesä	SNH 522-619		SKF	22
11	Runko	#700	3RK7155	AISI 316	1
10	Runko	#735-5358		AISI 316	1
9	Kulutusohjain	#120/110-120	4RK3123	AISI 316	1
8	Tiiviste	12,5*#145/120		Nomex 106	4
7	Paketti	#120	3RK3645	AISI 316	1
6	Ohjauksenrenas	FRB 10,2/200 P		SKF	2
5	Tiiviste	TSNA 5220		SKF	1
4	Kristalliohjaus	H 2322 F		SKF	1
3	Rullatukki	23222 CDK/W33		SKF	1
2	Laakeripesä	SNH 522-619		SKF	22
1	Vaihdemoottori	FA 90 DV180 L4	n2=130rpm	SEW	337

ANDRITZ	Enso-Gutzeit	Kaukop??	Suhte: 1:20	Työ No	3450
Enso-Gutzeit	Kaukop??			Valm.kpl/piir.	1
				Valm.viikko	9546
				Valm.	742-693
				Valm.	2 RK 7742

31.07.1995	2 RK 7542	SIIRTORUUVI OY	1:20
742-693	104041		
STORAENSO	CTMP VALKAISUTORIN	KP1125100	AC/DWG/13C4
Kaukop88	RUUVIKULJETIN 3		
	KOKOONPANOPiIRUSTUS	10	KP2000764