

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikan- ja kunnossapidon suuntautumisvaihtoehto

Lauri Karppinen

RASKAIDEN HIHNAKULJETTIMIEN KUNTO- KARTOITUS JA KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMI- NEN

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

Lauri Karppinen

Raskaiden hihnakuuljettimien kuntokartoitus ja kunnossapidon kehittäminen, 36 sivua, 4 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu Lappeenranta

Tekniikka, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Ohjaajat: Heikki Liljenbäck Saimaan ammattikorkeakoulu; kehityspäällikkö Tero Junkkari UPM-Kymmene Oyj

Opinnäytetyön aiheena on hihnakuuljettimien kuntokartoitus ja kunnossapidon kehittäminen. Työn tavoitteena on kerätä kuorimoitten ja puunkäsittelyalueen hihnakuuljettimien teknisistä ja kunnossapitotiedoista yhteenvetotaulukko. Yhteenvetodokumentin tarkoituksena on auttaa päivittämään kunnossapitajärjestelmä ajan tasalle sekä toimia tietopohjana ennakkohuollon ja hinnanvaihto-ohjeen kehittämisessä.

Olellainen osa työstä on puunkäsittelyn ja kuorimoitten alueelle tehty kuntokartoitus, johon sisältyy kunnossapitajärjestelmästä saatavilla olevat tekniset tiedot, kunnossapitohistoria, kunnossapitotoimihenkilöiden ja laitosmiesten haastattelut sekä kuuljettimien omakohtainen tarkastelu. Kartoituksen yhteydessä tehtiin myös kuuljettimien kriittisyysluokittelu tuotannon ja kunnossapidon kannalta.

Valmiista kuntokartoituksesta saatiin ennakkohuollon suunnittelemiseen ja kehittämiseen tarvittavat tiedot, johon sisältyivät öljyalaadut, öljymäärät sekä öljynvaihtotyön kesto jokaisella kuuljettimella. Teknisten tietojen lisäksi tarvittiin kehittämiseen myös kustannustietoja, jotka saatiin SAP-järjestelmästä. Näiden tietojen perusteella laadittiin vertailutaulukko, josta valittiin järkevin ja kustannustehokkain vaihtoehto hihnakuuljettimien öljynvaihtoon.

Työn syventävänä osana oli yleisen hinnanvaihto-ohjeen laatiminen hihnakuuljettimille. Ohjeessa käydään yksityiskohtaisesti läpi asennustyöhön liittyvät asiat kuten työturvallisuus, tarvikkeet ja työkalut sekä vaihe vaiheelta kuvattu työn suorittaminen. Työn tarkoituksena on toimia yleisohjeena kaikille hihnakuuljettimille, mistä voidaan haluttaessa muokata tarkempi ja yksityiskohtaisempi jollekin tietylle kuuljettimelle.

Asiasanat: kunnossapito, kuntokartoitus, ennakkohuolto, hinnanvaihto-ohje

ABSTRACT

Lauri Karppinen

Condition survey and maintenance development of Heavy-duty belt conveyors

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Manufacturing engineering and maintenance

Instructors: Heikki Liljenbäck Lecturer Saimaa University of Applied Sciences;

Mr. Tero Junkkari Development Manager, UPM-Kymmene Oyj

The subject of this thesis was to make a condition survey and develop the maintenance of the belt conveyors in UPM-Kymmene Kaukas Oyj. The aim was to collect technical data of belt conveyors in wood handling and barking areas to make a summary. The purpose of the summary was to help update the maintenance system and to be a database in developing preventive maintenance and instruction for the belt replacement. Critical classification of belt conveyors was also made during the condition survey.

The condition survey was formed from information such as oil types and amounts and time used for oil change in each conveyor. The expense information was collected from the SAP- system and was used to compare and choose the most efficient way to change the oil in belt conveyors.

The instructions for the belt replacement were made as general instructions for all the belt conveyors but they can be modified to be more specific for a particular conveyor.

Keywords: maintenance, condition survey, preventive maintenance, belt replacement instructions

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
1.1 Työn taustat ja tavoitteet	5
1.2 Työn rajaus	5
2 ESITTELY	6
2.1 UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehdas.....	6
2.2 Kaukaan sellutehdas.....	7
2.3 Puunkäsittely.....	8
3 HIHNAKULJETTIMET	9
3.1 Yleistä	9
3.2 Hihnakuljettimen pääosat ja rakenne	10
3.3 Kuljetinhihna	11
3.4 Veto- ja taittorummut.....	13
3.5 Hihnankannatus- ja paluurullasto	15
3.6 Hihnan kiristyslaitteisto.....	17
3.7 Puhdistuslaitteet.....	18
3.8 Käyttömoottori ja voimansiirto	19
4 KUNNOSSAPITO	21
4.1 kunnossapito yleisesti	21
4.2 Kunnossapito teollisuudessa.....	22
4.3 Hihnakuljettimien kunnossapito Kaukaalla	23
4.4 Kunnossapitolajin valinta.....	24
5 HIHNAKULJETTIMIEN KUNTOKARTOITUS	24
5.1 Kuntokartoitus	24
5.2 Vikailmoitusten tekeminen	26
5.3 Kriittisyysluokittelu.....	28
7 ENNAKKOHUOLLON SUUNNITTELU: HIHNAVAIHTO-OHJE JA ÖLJYNVAIHTO	29
7.1 Hihnavaihto-ohjeen kehittäminen	29
7.2 Öljynvaihtojen suunnittelu	30
7.3 Öljylaatujen valinta	31
7.4 Öljynvaihtotaulukon valinta	33
7.5 Öljynvaihdon määräaikaistyöt	33
8. POHDINTAA	34
KUVAT	35
TAULUKOT	35
LÄHTEET	36
Kirjalliset lähteet.....	36
Sähköiset lähteet	36

LIITTEET

Liite 1 Hihnankuljettimilla kulkevien materiaalin kulkukaavio

Liite 2 Yhteenvedo Excel-taulukko

Liite 3 Tarkastuslista

Liite 4 Hinnanvaihto-ohje

LYHENNELUETTELO

SAP yrityksen globaali tietojärjestelmä

LWC kevyesti päällystetty paperi

EP korkeapaine vaihteistoöljy

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Työn ajankohta on erittäin otollinen, sillä Kaukaan tehdas siirtyi vuoden alussa käyttämään uutta SAP-tietojärjestelmää, joten tietojen kerääminen ja ajan tasalle päivittäminen on nyt erittäin tärkeää, jotta SAP:sta tulisi yhtenäinen ja ongelmitta toimiva tietojärjestelmä UPM-Kymmene käytölle ja kunnossapidolle.

Opinnäytetyön aiheena on hihnakuojettimien kuntokartoitus ja kunnossapidon kehittäminen. Työn tarkoituksena on tehdä UPM-Kymmene Kaukaan tehtaalle yhteenveto hihnakuojettimien kunnossapitotiedoista ja teknisistä tiedoista. Yhteenvetoon kartoitetaan ja päivitetään ajan tasalle kaikki kuljetinhihnoja koskevat tiedot sekä tehdään kuojettimista tärkeysluokitus. Työssä tarkastellaan myös kuojettimien määräaikaista kunnossapitotöitä ja kehitetään öljynvaihtoa taloudellisemmaksi.

1.2 Työn rajaus

Työ rajattiin alueellisesti Kaukaan alatehdasalueelle ja sieltä paperikuorimon, sellukuorimon sekä puunkäsittelyn alueelle. Alueen kuojettimista valittiin kartoitukseen pelkät hihnakuojettimet. Hihnakuojettimia alueella on 75 kappaletta, jotka kuojettavat materiaali joko vaakatasossa, yläviistoon tai kauhojen avulla pystysuoraan ylöspäin.

2 ESITTELY

2.1 UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehdas

UPM-Kymmene Oyj on yksi maailman johtavista metsäteollisuusyhtiöistä, jolla on tuotantoa 14 maassa ja sen palveluksessa työskentelee noin 24 000 henkilöä. UPM:n liikevaihto vuonna 2009 oli 9,5 miljardia euroa. Konsernin tärkeimmät tehtaat sijaitsevat Suomessa, Saksassa, Ranskassa, Iso-Britanniassa, Itä-vallassa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa. Yhtiö syntyi vuonna 1995 Kymmene Oy:n ja Repola Oy:n ja sen tytäryhtiön Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n yhdistyessä. Nykyinen konserni muodostuu kaikkiaan noin sadasta alun perin itsenäisenä yrityksenä toimineesta tuotantolaitoksesta. Konsernin omistama Kaukaan tehdasalue on esitetty kuvassa 2.1.



Kuva 2.1 Kaukaan tehdasalue (UPM-Kymmene Oyj, Yleisesittely 2010.)

UPM-Kymmene Oy:n Kaukaan tehtaat sijaitsevat Itä-Suomessa, Lappeenrannassa. Tehdaskombinaatti koostuu sellutehtaasta, paperitehtaasta, sahasta, lopetetusta vaneritehtaasta sekä Kaukaan Voiman biovoimalaitoksesta.

Tehdasalueen koko, mukaan lukien vesivarastoalueet, on noin 300 hehtaaria ja alueella työskentelee UPM:n eri yksiköiden palveluksessa noin 850 henkilöä. Tehdasalueella sijaitsee myös UPM:n Tutkimuskeskus.

Tehtaan historia alkoi, kun Kaukaan Tehdas Oy perustettiin Mäntsälään Kaukaankoskelle vuonna 1873. Muutto Lappeenrantaan tapahtui sittemmin vuonna 1892. Sellutuotanto aloitettiin vuonna 1897 ja ensimmäinen paperikone valmistui vuonna 1975, tuottaen kevyttä LWC-painopaperia. Sellutehdasta ja paperitehdasta on ajan kuluessa uusittu ja kunnostettu tarpeen mukaan. Kaukaan ja Lappeenrannan kaupungin uusi yhteisprojekti biovoimalaitos otetaan käyttöön vuoden 2010 alussa (Toiminta Kaukaan sellutehtaalla 2010; UPM-Kymmene Oyj yleisesittely 2010).

2.2 Kaukaan sellutehdas

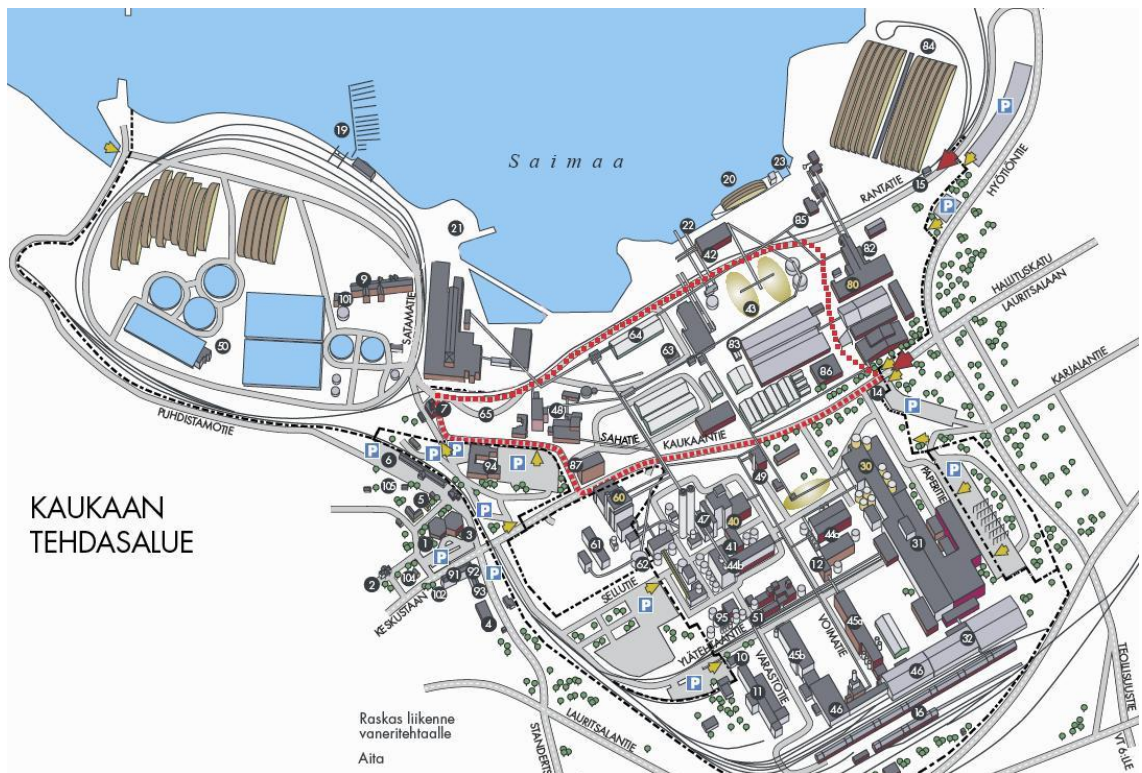
Sellunvalmistus Kaukaalla alkoi jo vuonna 1897 ensimmäisen sulfiittisellutehtaan valmistuessa, ja vuonna 1905 Kaukaalle valmistui toinen sulfiittisellutehdas. Vanha edelleen käytössä oleva sulfaattisellutehdas otettiin käyttöön vuonna 1964. Kaukaalle valmistui vuonna 1991 uusi soodakattila, ja nykyinen uusittu sellutehdas otettiin käyttöön joulukuussa 1996.

Kaukaan nykyinen sellutehdas tuottaa sulfaattisellua vuodessa noin 720,000 tonnia. Kaksilinjainen sellutehdas valmistaa koivusellua ja armeerausmassaa mäntykuitupuusta ja saahahakkeesta.

Suuri osa Kaukaan tuottamasta sellusta käytetään konsernin sisällä Suomessa ja muissa maissa sijaitsevilla paperitehtailla, tärkeimpänä asiakkaana Kaukaan sellutehtaan vieressä sijaitseva paperitehdas, jonne sellu toimitetaan kuivamattomana pumppumassana (Toiminta Kaukaan sellutehtaalla 2010; UPM-Kymmene Oyj yleisesittely 2010).

2.3 Puunkäsittely

Kaukaan integraatti käyttää noin 5 miljoonaa m³ puuta vuodessa. Rekkakuormiksi muutettuna se on 270 rekkakuormaa päivässä. Puolet puusta tulee autolla, loput junalla, aluksilla ja uittamalla. Puu tulee noin 200 kilometrin etäisyydeltä Etelä- ja Pohjois-Karjalasta, Etelä- ja Pohjois-Savosta sekä Keski-Suomesta. Ulkomailta tulevat puut tulevat Venäjältä ja Euroopasta Baltiasta ja Saksasta. Kotimaisesta puusta suurin osa on yksityismetsistä, puuta hankitaan myös yhtiön omista ja valtion metsistä. Kotimaisesta raaka-aineesta lähes 80 % tulee sertifioituista metsistä. Kuvassa 2.2 on kartan avulla havainnollistettu puunkäsittelyn alue sekä punaisella rajattu lopputyön alue. (Toiminta Kaukaan sellutehtaalla 2010; UPM-Kymmene Oyj yleisesittely 2010.)



Kuva 2.2 Puunkäsittelyn alue (UPM-Kymmene Oyj, Yleisesittely 2010).

Suurin osa puunkäsittelyalueella liikkuvasta materiaalista on haketta, kuorta ja purua. Uuden biovoimalaitoksen valmistuttua aloitettiin myös kantojen ja oksien murskaaminen ja kuljettaminen seulomon läpi voimalaitokselle.

Kaikkien edellä mainittujen materiaalien pitemmät siirtomatkat tapahtuvat pääsääntöisesti hihnakuljettimien avulla. Näin ollen hihnakuljettimien moitteeton toiminta on elintärkeää Kaukaan tehtaan toiminnan kannalta. Liitteessä 1 on kulkukaavio puunkäsittelyn alueella hihnakuljettimilla liikkuvista materiaaleista ja niiden määristä.

3 HIHNAKULJETTIMET

3.1 Yleistä

Hihnakuljetin on yleisin teollisuuden materiaalsiirroissa käytettävistä kuljettimista (Kuva 3.1). Hihnakuljettimessa saadaan jatkuva kuljetus, jossa kuljetettava tavara lastataan ja puretaan yleensä kuljettimen toimiessa. Muita teollisuudessa käytettäviä kuljetintyyppejä ovat esimerkiksi ketjukuljettimet, kolakuljettimet sekä pneumaattiset ja hydrauliset kuljettimet.

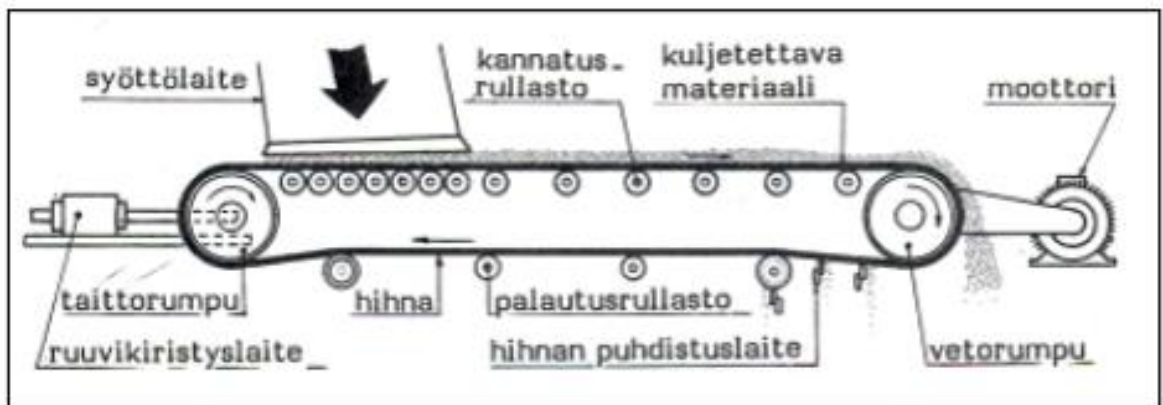


Kuva 3.1 Hihnakuljetin

Tässä työssä keskitytään pelkästään hihnakuljettimiin, jotka kuljettavat haketta, pöllejä, purua tai kuorta. Kaukaan alatehtaalla on käytössä 75 hihnakuljetinta. Kaikki hihnakuljettimet ovat niin sanottuja raskaita hihnakuljettimia.

3.2 Hihnakuljettimen pääosat ja rakenne

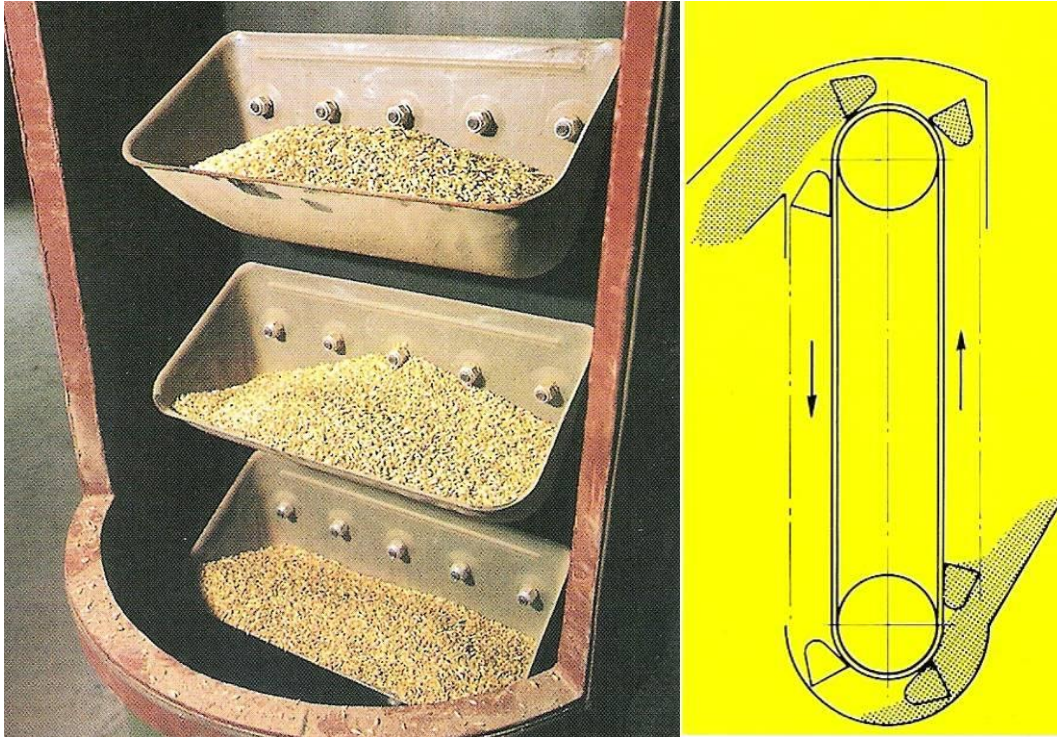
Hihnakuljettimen pääosat ovat kuljetinhihna, kaavari, hihnarummut, kannatus- ja paluurullastot, käyttökoneisto ja hihnan kiristyslaitteisto, jotka ovat esitetty kuvassa 3.2. Hihna kulkee veto- ja taittorummun välissä.



Kuva 3.2 Hihnakuljettimen rakenne ja pääosat (Kuljettimet Metsäteollisuuden Työnantajaliitto 1981).

Hihnan alla olevat kannatusrullat kannattavat ja ohjaavat hihnaa. Paluupuolella hihna kulkee palautusrullien varassa. Paluupuolella on myös hihnan puhdistuslaitteisto kaavari tai puhdistusharja.

Alueen hihnakuljettimiin kuuluu myös kolme kappaletta hihnaelevaattoreita (Kuva 3.3). Toimintaperiaatteeltaan hihnaelevaattori on samanlainen kuin normaali hihnakuljetin.



Kuva 3.3 Hihnaelevaattori (Metso minerals esite 2009 ja Nokia esite 1977).

Ainoana poikkeuksena on se, että kuljetettava aine kulkee hihnaan pultattujen kauhojen avulla pystysuoraan ylöspäin eikä hihnalla kuten normaalisti. Elevaattoreissa ei itse hihna ole niinkään kovalla kulutuksella kuin normaaleissa hihnakuljettimissa, vaan eniten kuluvat kuljetinkauhat.

3.3 Kuljetinhihna

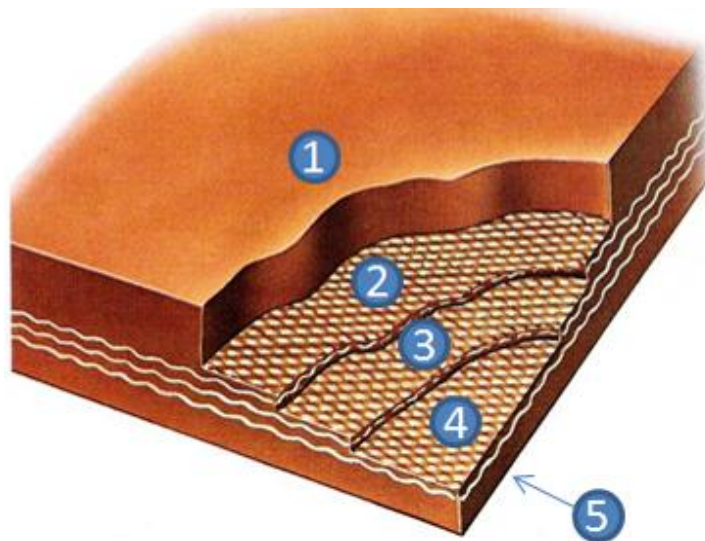
Teollisuudessa käytettävät kuljetinhihnat jaetaan runkorakenteensa perusteella kahteen ryhmään, jotka ovat monivahvike- ja kaksivahvikekerroinhihna. Monivahvikehihnaa käytetään kevyiden aineiden kuljettamiseen, kuten hakkeen ja kuoren. Kaksivahvikekerroinhihnaa käytetään taas raskaitten materiaalien kuljettamiseen, kuten karkean soran tai kivilohkareitten. Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain monivahvikehihnoihin.

Monivahvikehihna koostuu kolmesta rakenneosasta, ylä- ja alapeitteestä sekä rungosta kuten kuvassa 3.4. Kumiseoksesta valmistettujen peitteiden paksuus vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan. Peitteet suojaavat hihnan runkoa mekaanisilta, kemiallisilta ja ilmastollisilta vaikutuksilta.

Runko antaa hihnalle tarvittavan vetolujuuden ja tukevuuden. Se muodostuu nykyään pääasiassa tekokuiduista valmistetuista ohuella kumikerroksella toisiinsa liitetystä hihnakankaista. Kangaskerrostien määrä riippuu hihnalle tulevan kuormituksen suuruudesta. Liian monet kangaskerrokset jäykistävät hihnaa ja haittaavat kuljettimen toimintaa. Kuvioimattomissa hakehinoissa yläpeite on noin 3 mm paksu ja puun kuljetushinoissa 5 - 6 mm paksu.

Hihnantiedot ilmoitetaan tyyppimerkintänä, esimerkiksi 1000EP 500/5-3/1 GX. 1000 tarkoittaa hinnan leveyttä, EP tarkoittaa vahvikkeiden laatua, 500 on vetomurtolujuus (N/mm), 5 vahvikkeiden lukumäärä, 3 on yläpeitteen paksuus ja 1 alapeitteen paksuus. Metsäteollisuudessa yleensä käytetty pihkankestävä hihnalaatu merkitään kirjaimin GX, joka näkyy tyyppimerkinnän perässä.

(Metso minerals esite 2009 ja Nokia esite 1977)

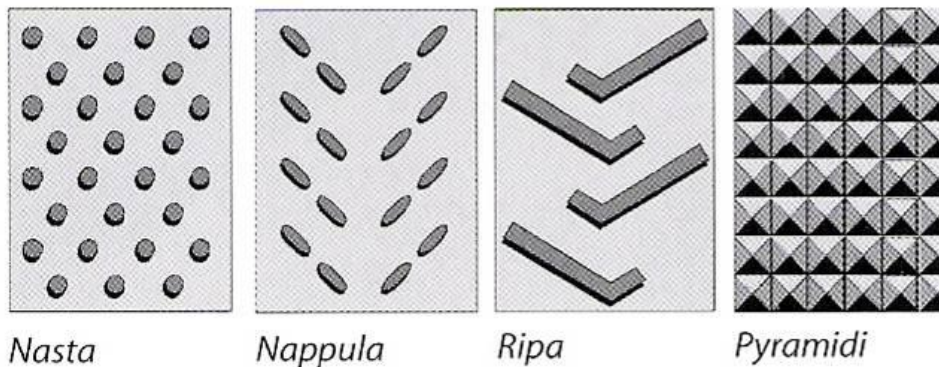


Kuva 3.4 Monivahvikehinnan rakenne (Nokia esite 1977).

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. Yläpeite | 2. Runko |
| 3. Tekstiilivahvike | 4. Tekstiilivahvike |
| 5. Alapeite | |

Hakkeen ja kuoren kuljetuksessa käytetään myös usein kuvioihinaa. Varsinkin paikoissa, joissa tapahtuu materiaalin kuljetusta yläviistoon. Kuviointi mahdollis-

taa jopa 30° nousun kuljettimessa. Kuvassa 3.5 on muutamia yleisimpiä hihnakuviointeja.



Kuva 3.5 Yleisimpiä hihnakuviointeja (Metso minerals esite 2009).

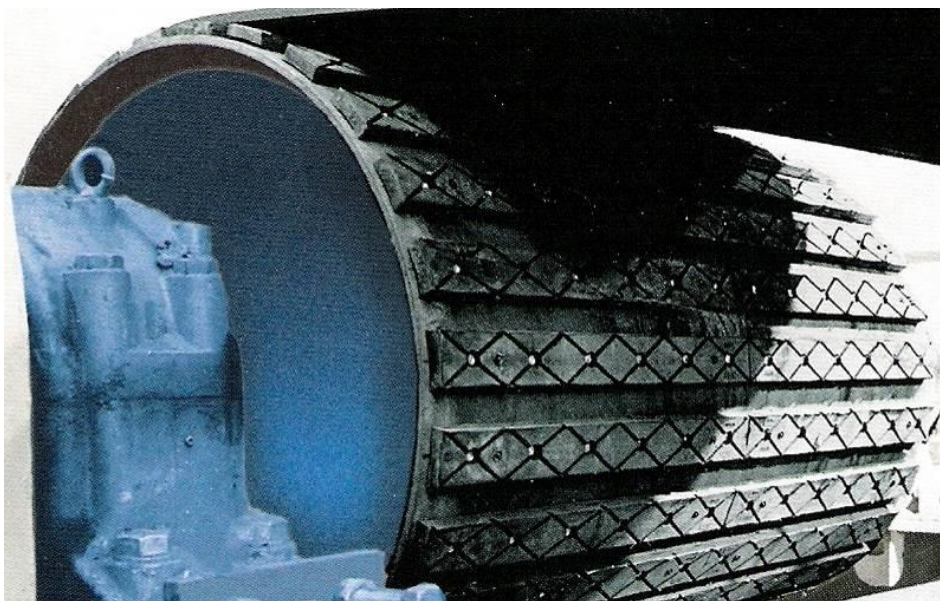
Tämän työn alueella on käytössä nasta-, nappula- ja ripakuviointia. Nasta- ja nappulakuviointia käytetään pääsääntöisesti puru- ja kuorihihnoilla. Ripakuviointia on käytössä vai yläviistoon kuljettavilla hakehahnoilla.

3.4 Veto- ja taittorummut

Veto- ja taittorummut eivät juuri rakenteeltaan poikkea toisistaan. Veturummun avulla siirretään käyttövoima kuljetinhihnaan. Veturummun vaippa on yleensä päällystetty uritetulla erikoiskumilla (Kuva 3.6) tai vaihdettavilla erikoiskumilistoilla (Kuva 3.7).



Kuva 3.6 Kumi päällysteinen Veturummu (Metso minerals esite 2009).



Kuva 3.6 Vetorumpu vaihdettavilla kumilistoilla (Metso minerals esite 2009).

Kumien tarkoituksena on lisätä kitkaa hihnan ja vetorummun välissä vähentäen hihnan turhaa luistamista. Taittorumpu, joka palauttaa hihnan takaisin vetorummulle on lähes aina pinnoittamaton teräsrumpu kuten kuvassa 3.8.



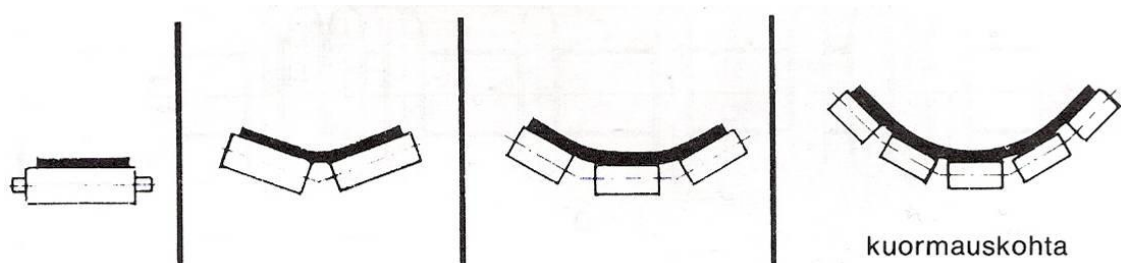
Kuva 3.8 Taittorumpu

Taittorumpu on yleensä koneistettu tai bombeerattu tynnyrin muotoiseksi, jotta se pyrkisi pitämään hihnan keskellä taittorumpua. Taittorumpu eroaa vetorum-

musta myös siinä suhteessa, että se on niin sanotusti vapaasti pyörivä rumpu eli taittorummussa ei ole voimansiirtoa. (Metso minerals esite 2009 ja Nokia esite 1977)

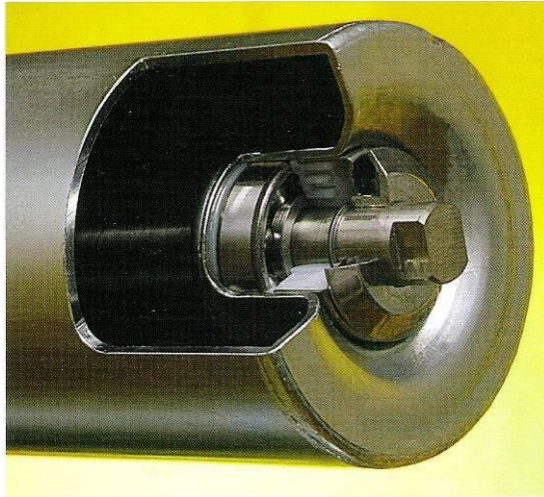
3.5 Hihnankannatus- ja paluurullasto

Kannatusrullasto kannattaa ja ohjaa kuljetinhihnaa. Rullaston profiilimuoto ja leveys vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Massatavaraa kuljetettaessa käytetään yleensä kolmerullaista koururullastoa (Kuva 3.9), jolla saavutetaan suuri kuljetuskapasiteetti. Hihnan kourumuoto ja kulma asento vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan.



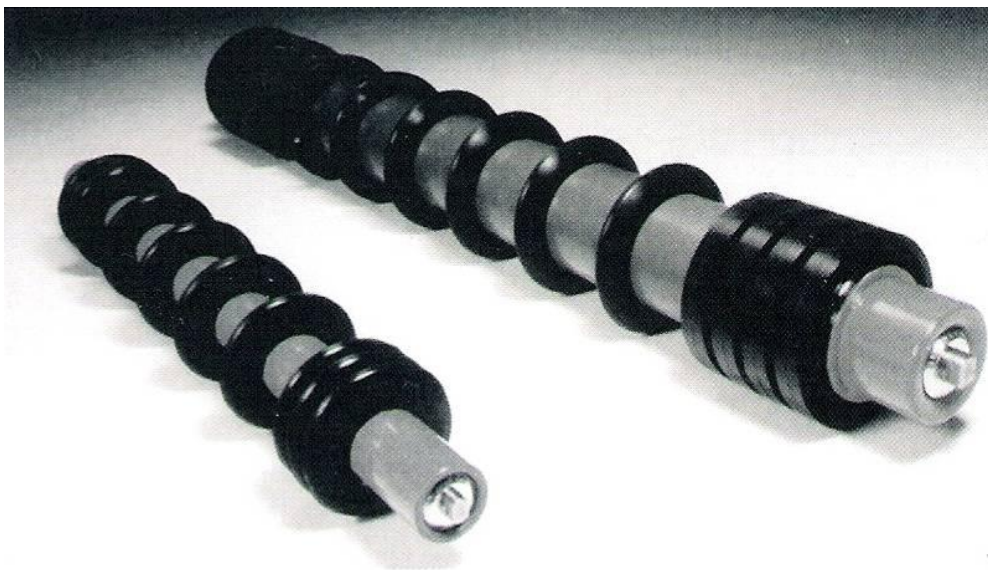
Kuva 3.9 Yleisimmät kourumallit (Kuljettimet metsäteollisuuden työnantajaliitto 1981).

Normaali kannatusrulla on teräsvaippainen, päistään laakeroitu ja tiivistetty (Kuva 3.10). Syöttökohdissa ja muissa kuormitetuissa kohdissa rullia on sijoitettu yleensä tiheämmin. Käytössä on myös kumilla päällystettyjä erikoisrullia vaimentamassa materiaalin iskuja. Hihnan pysyminen paikallaan varmistetaan tarvittaessa kannatinrullien päihin asennetuilla ohjausrullilla.



Kuva 3.10 Kuljetinrullan rakenne (Metso minerals esite 2009).

Paluurullaston kuormitus on pienempi, joten siinä käytetään pidempiä rullavälejä ja rullat ovat kevytrakenteisia. Paluurullat ovat usein varustettu kumikiekoilla, joiden tehtävä on estää hienojakoisen materiaalin tarttuminen rullan pintaan (Kuva 3.11).

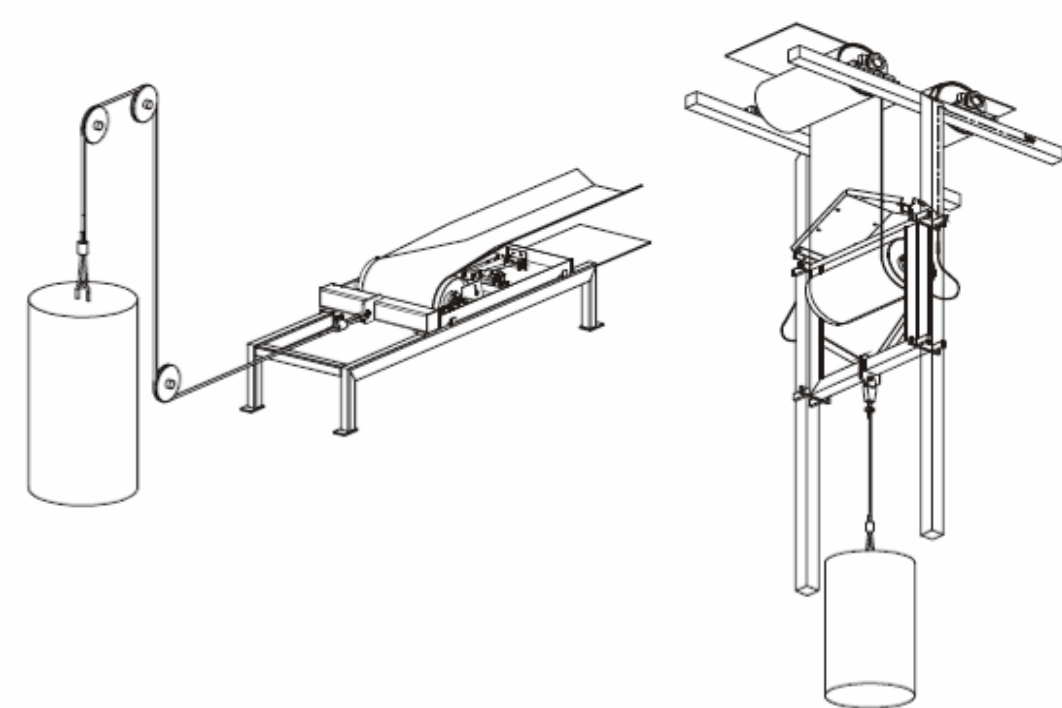


Kuva 3.11 Paluurullat (Metso minerals esite 2009).

Sekä kuljettavalla puolella että paluupuolella voidaan käyttää hihnaa ohjaavia ja keskittäviä rullia, joilla pyritään estämään hinnan siirtyminen sivuun. (Metso minerals esite 2009 ja Nokia esite 1977)

3.6 Hihnan kiristyslaitteisto

Kiristyslaitteiston tarkoitus on pitää kuljetinhihna sopivan tiukalla ja estää veto-
rummun ja hihnan välistä luistoa. Hihnakuljettimien kiristystavat ovat vaunu,
ruuvi- ja riippukiristys. Yksinkertaisin tapa on ruuvikiristys, jossa hihnan kireyttä
säädetään siirtämällä pääterumpua ruuvien avulla. Haittapuolena on säädön
tarve hihnan venyessä. Tämän takia ruuvikiristys sopii parhaiten lyhyisiin hihna-
kuljettimiin.

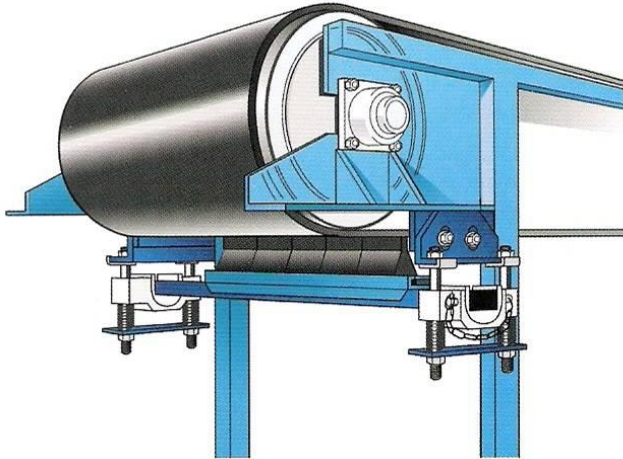


Kuva 3.12 Yleisimmät kiristystyytit pitkillä hihnoilla (Kuljettimet Metsäteollisuuden Työnantajaliitto 1981).

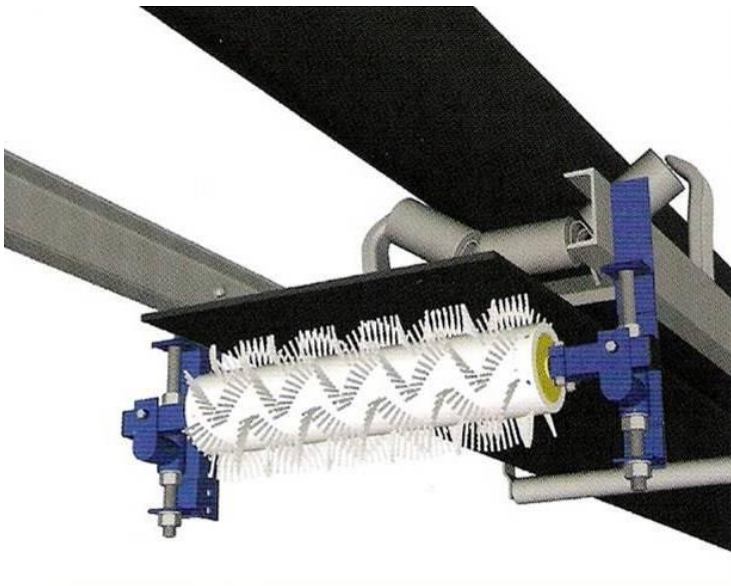
Vaunu- ja riippukiristyksessä tarvittava kiristys saadaan vastapainosta, joten menetelmät ottavat huomioon hihnan venymisen (Kuva 3.12). Vaunu- ja riippukiristyksestä käytetään myös nimitystä vastapainokiristys (Metso minerals esite 2009 ja Nokia esite 1977).

3.7 Puhdistuslaitteet

Puhdistuslaitteilla on tarkoitus poistaa rumpujen ja hihnan pinnalta niihin kertyneet epäpuhtaudet. Yleisimmät hihnanpuhdistuslaitteet ovat kaavari (Kuva 3.13) ja hihnaharja (Kuva 3.14). Kaavarit ovat jatkuvassa kosketuksessa hihnaan tai rumpuun ja ne kaapivat epäpuhtaudet pois.



Kuva 3.13 Tavallinen kaavari taittopäässä (Metso minerals esite 2009).



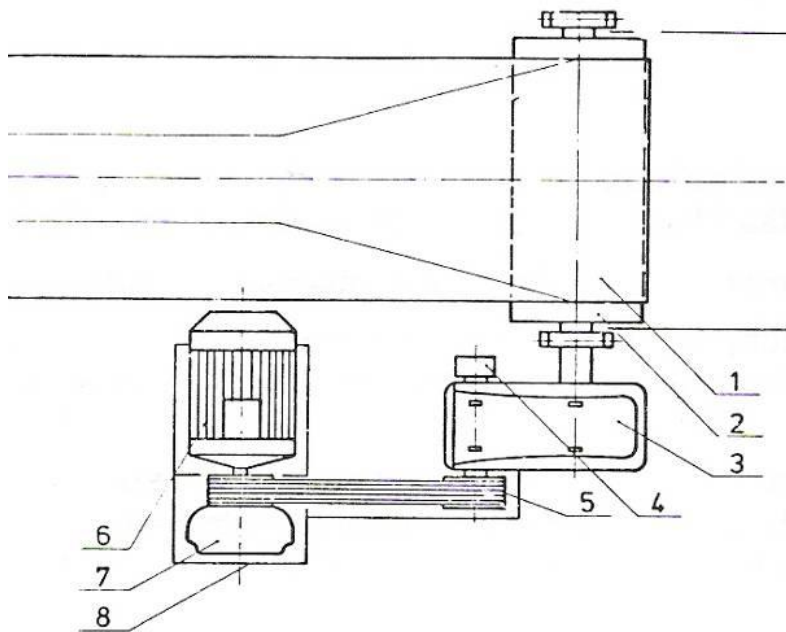
Kuva 3.14 Hihnaharja (Metso minerals esite 2009).

Hihnaharjat taas harjaavat tai koputtavat hihnan pintaa irroittaen epäpuhtaudet. Hihnaharjan käyttö metsäteollisuudessa on hieman kyseenalaista, sillä har-

jan harjasosat ovat muovia ja muovin joutuminen esimerkiksi keitetävän hakkeen sekaan pilaa koko selluerän.

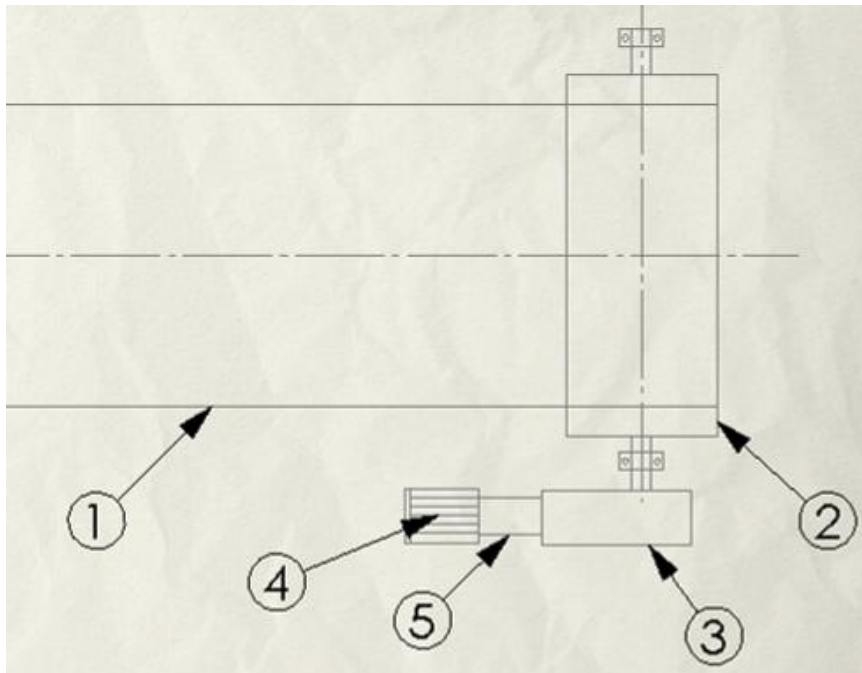
3.8 Käyttömootori ja voimansiirto

Käyttömootorina hihnankuljettimissa on yleisimmin kolmivaiheinen oikosulkumootori, joka välittää käyttövoiman kiilahihnojen tai akselivedon avulla vaihteelaatikolle kuten kuvassa 3.15 ja kuvassa 3.16.



Kuva 3.15 Hihnankäyttökoneisto kiilahihnaveto (Kuljettimet metsäteollisuuden työnantajaliitto 1981. Etelä-Saimaan kustannus. Oy).

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. kuljetinhihna | 5. kiilahihnavälitys |
| 2. vetorumpu | 6. oikosulkumootori |
| 3. tappivaihde | 7. nestekytin |
| 4. paluujarru (nousevat kuljettimet) | 8. kiilahihnasuoja |



Kuva 3.16 Hihnankäyttökoneisto vaihdemoottori.

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1. kuljetinhihna | 4. oikosulkumoottori |
| 2. vetorumpu | 5. kytkinkotelo |
| 3. vaihdelaatikko | |

Vaihteen tarkoituksena on muuntaa moottorin tuottama käyttövoima hihnalle sopivaksi. Eli kasvattaa moottorin tuottamaa vääntömomenttia ja alentamaan moottorin kierroslukua. Pitkään yleisin hihnakujuittimissa käytetty vaihdelaatikko tyyppi on suoraan käyttöakselille asennettava tappivaihte (Kuva 3.17).



Kuva 3.17 Tappivaihte



Kuva 3.18. Vaihdemoottori

Uusissa hihnankuljettimissa on kuitenkin tappivaihte jo korvattu vaihdemoottorilla (Kuva 3.18). Vaihdemoottorin toimintaperiaate on muutoin sama kuin tappivaihteessa, mutta kiilahihnainen avovälitys on korvattu suoralla vedolla moottorista vaihdelaatikoon ja kiilahihnojen toimiminen kytkimenä on korvattu kuvassa 3.18 näkyvällä Rotex-kytkimellä.

4 KUNNOSSAPITO

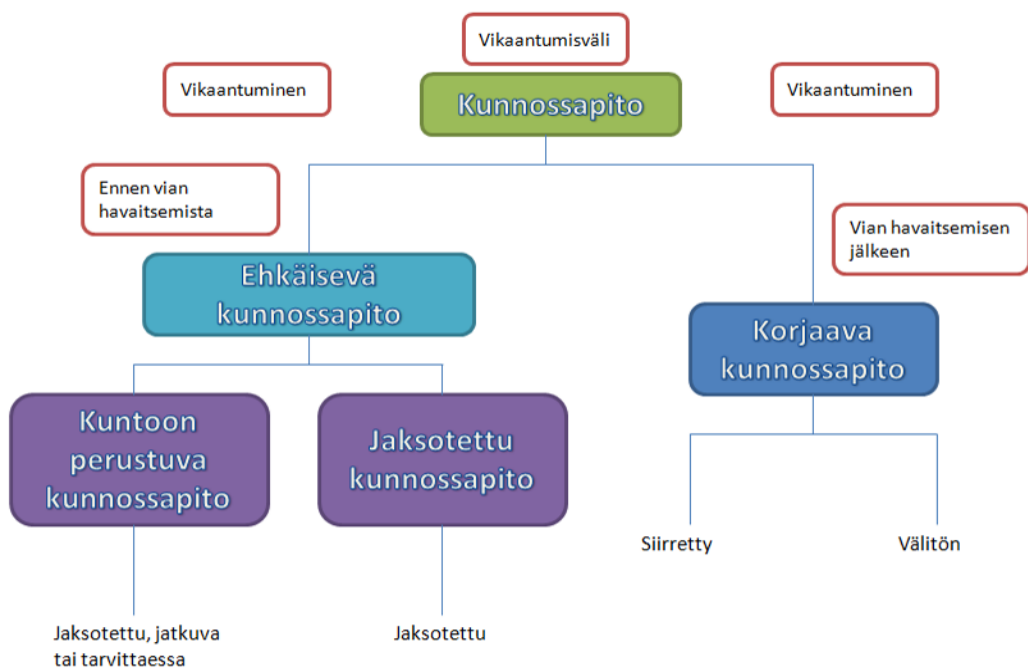
4.1 Kunnossapito yleisesti

Kunnossapito on koneiden, laitteiden sekä kiinteistöjen toimintakunnon ylläpitoon liittyvä yleistermi. Kunnossapitoa harjoitetaan yleisemmin turvallisuuden ja taloudellisuuden takia. Ympäristönsuojelun ja päästöjen rajoittamisen lisääntyminen on myös lisännyt huomattavasti kunnossapidon tarvetta eri aloilla.

Kunnossapito on kattoterminä huomattavasti laajempi kuin huolto. Konkreettisten toimien lisäksi kunnossapitoon liittyy keskeisenä osana oma ajattelutapa. Kunnossapidon merkitys on voimakkaasti kasvamassa, ja varsin oikeutetusti sitä voidaan tänä päivänä pitää jo omana tieteenhaaraan.

4.2 Kunnossapito teollisuudessa

Kunnossapitoa tarvitaan aina, kun halutaan parantaa laitteen käyttövarmuutta, työturvallisuutta, suorituskykyä tai kunnossapidettävyyttä. Kunnossapito käsitteenä on hyvin laaja, ja eri standardeissa sen määritelmät eroavat toisistaan hieman. Samoin kunnossapidon osat ja jakautuminen on jonkin verran lähteestä riippuva, mutta karkeana jakona voidaan kuitenkin pitää jakoa ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon (Kuva 4.1).



Kuva 4.1. Kunnossapitolajit (SFS-EN13306)

Erottavana tekijänä näillä on vian syntymisajankohta suhteessa kunnossapitotyöhön. Korjaavassa kunnossapidossa vika on jo syntynyt, kun taas ehkäisevässä kunnossapidossa pyritään huoltotoimet ja niihin liittyvät toimenpiteet suorittamaan ennen vian syntymistä ja ennaltaehkäistä vian syntymistä sekä enustaa laitteen kestoikää (Edunet: kunnossapito).

4.3 Hihnakuljettimien kunnossapito Kaukaalla

Hihnakuljettimien kunnossapito voidaan jakaa kuvan 4.1 mukaisesti kahteen ryhmään. Tehtaan oma kunnossapito hoitaa pääsääntöisesti ehkäisevän kunnossapidon sekä joitakin pieniä korjaavia kunnossapitotöitä. Mutta kaikki suuremmat korjaavat kunnossapitotyöt, kuten hihnanvaihdot ja kuljettimien hitsauskorjaukset tulevat tilaustöinä alihankkijoilta.

Taulukossa 4.1 on havainnollistettu hihnakuljettimille tehtävien ennakkohuoltotöiden aikataulua ja tekijöitä. Taulukossa olevat työt tapahtuvat sykleissä eli esim. kunnan tarkastus tehdään aina kolmen kuukauden välein ja voitelutyöt kolmen tai kuuden kuukauden välein riippuen paikasta. Kuljettimien laakerit ja vaihteet mitataan CSI 2110-spektrianalysaattorilla kuukauden välein.

Taulukko 4.1 Ennakkohuollot

aika	öljynvaihto	voitelutyö	mittaustyö	kunnontarkastus
1 kk			UPM	
3 kk		UPM		UPM
6 kk		UPM		
vuosi	UPM Mineraali			Alihankkija
3 vuotta	UPM Synteettiset			
5 vuotta	UPM Synteettiset			

Taulukosta voidaan myös havaita yksi alihankkijan tekemä kuntotarkastus vuoden välein. Kaukaan nykyinen hihnakuljettimiin erikoistunut alihankkija tarjoaa veloituksetta kuntokartoituspalvelua, jossa kaikki hihnakuljettimet käydään läpi ja jokaisesta tehdään liitteen neljä mukainen tarkastuslista. Kartoitus tehdään aina ennen kesän huoltoseisokkia, jotta molemmat osapuolet ehtivät valmistautua ja hankkia tarvittavat varaosat mahdollisiin kuntokartoituksessa ilmenneisiin korjausta vaativiin puutteisiin.

4.4 Kunnossapitolajin valinta

Hihnankuljettimet ovat rakenteeltaan ja toiminnaltaan hyvin yksinkertaisia, joten niiden kunnossapito on pääsääntöisesti korjaavaa kunnossapitoa. Poikkeuksena öljynvaihto, voitelutyöt ja hihnanpaikkaustyöt, jotka ovat ehkäisevää ja jaksotettua kunnossapitoa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa hihnankuljettimien ehkäisevää kunnossapitoa suunnittelemalla uusi jaksotettu öljynvaihtotyö kuntokartoituksessa kerättyjen tietojen pohjalta.

5 HIHNAKULJETTIMIEN KUNTOKARTOITUS

5.1 Kuntokartoitus

Kuntokartoituksen tarkoituksena oli tarkastella annetun alueen hihnankuljettimia paikanpäällä silmämääräisesti sekä SAP-järjestelmän kautta. Järjestelmästä ja paikanpäältä kerätyistä tiedoista laadin yhteenvedon Excel-taulukkolaskenta ohjelmalla. Taulukon tarkoituksena oli tuoda esiin puutteelliset tiedot ja muut epäkohdat, jotka kartoituksen jälkeen korjattaisiin ja päivitetäisiin SAP-järjestelmään. Kartoitukseen sisältyi myös kriittisyysluokittelun sekä hihnanvaihto-ohjeen teko.

Taulukko koostuu kahdesta eri osasta yhteenvedosta liite 2 ja jokaiselle kuljettimelle erikseen tehdystä tietosivusta. Yhteenvetoon kerättiin hihnankuljettimien pääosien tiedot, kuten vaihdelaatikon-, moottorin-, hihnan-, vectorummun- ja taittorummun tiedot. Yhteenvetoon lisättiin myös vaihdelaatikkojen öljynvaihto tiedot helpottamaan öljynvaihtotöiden suunnittelua.

Tietosivujen rakenne koostui viidestä eri taulukosta. Ensimmäiseen taulukkoon (Taulukko 5.1) keräsin kuljettimen laitekorttitiedot, kuten paikkanumeron, laitteen nimen sekä numerosarjat, joilla kuljetin löytyy järjestelmästä. Taulukkoon lisättiin myöhemmin myös kuntokartoituksessa kuljettimelle luokiteltu kriittisyysluokka.

Taulukko 5.1 Perustiedot

Paikkanumero	22 3571 4605
Paikannimi	HIHNAKULJETIN 1.1 KOIVU (LÄNTINEN)
Laitteen nimi	HIHNAKULJETIN LÖNNS 172252-01 S103,S104
Laitenumero	KAU1-L-002496
Nimikenumero	18535914
Kulj. aine	HAKKE
Kriittisyys	B

Taulukkoon 5.2 keräsin hihnakuuljetin huoltohistorian isojen osien osalta. Isoihin osiin luokittelin hihnaa, vaihdetta, moottoria, taittopäitä sekä hihnaharjaa koskevat korjaustyöt.

Taulukko 5.2 Huoltohistoria

Huoltohistoria ja nykykunto	Hihnan vaihto 23.06.2008
	Hihnaharjan vaihto 13.04.2005
	Vaihteen vaihto 25.06.1990

Kolmanteen taulukkoon (Taulukko 5.3) keräsin SAP:sta kuljetin tämänhetkisen varaosa tilanteen.

Taulukko 5.3 Varaosat

Nimike	Varaosat	KPL
18501040	RULLATELINE HIHNALLE-1000 KOURU-JA-PALUU	10
18526937	PUHDISTUSHARJA LÖNNSTRÖM 169357-1 1000 M	1
18534211	TAITTOPÄÄ LÖNNS S103-04,S203-04 172251	1
18546661	VETOPÄÄ LÖNNS S203-04 S103-04 172251	1
18542321	VÄLIRUNKO LÖNNS S193,S203 VÄLIRUNKO	1
18516015	KULJETINHIHNA METSO 1000-EP500/4-3/1 191	1

Neljänteen taulukkoon (Taulukko 5.4) keräsin kuljetin tehtävät määräaikaistyöt sekä kommentit laitospöytäkirjoista. Tein taulukkoon myös kohdan erityis huomautuksille ja omille määräaikaistyö ehdotuksille.

Taulukko 5.4 Kehitysideat ja määräaikaistyöt

Kommentit	Kunto: Hyvä Eniten rikkoutuva laite: Kannatinrullat Parannusehdotukset: Ei ole Kunnossapidettävyys: hyvä
MA-työt	LAAKERIEN VOITELU 180 vrk VAIHTTEEN ÖLJYNVAIHTO 1095 vrk
Huomiot:	
Ehdotukset MA-töiksi	Kuljettimen kunnotarkastus 90 vrk

Viimeiseen taulukkoon (Taulukko 5.5) keräsin kaikki kuljettimen piirustukset mitä järjestelmään oli syötetty. Uusimpien kuljettimien piirustuksia jäivät kartoituksesta uupumaan sillä niiden syöttäminen järjestelmään oli vielä kesken.

Taulukko 5.5 Piirustukset

SAP:ista löytyvät piirustukset
'KAU1-1L007317-001/00 HAKEVAR, HKULJHARJA
'KAU1-1L013843-001/00 HAHNAKULJETIN, KOKOONPANO
'KAU1-1L014013-001/00 HAHNAHARJA
'KAU1-1L014038-001/00 HAHNAKULJETIN, PAINOLAATIKKO
'KAU1-2L013165-001/00 HAHNAKULJETTIMIT PYÖRINNÄNVALV...
'KAU1-3L040191-001/00 HAHNAKULJETIN 1 JA 1.1 AKSELI
'KAU1-3L040240-001/00 VETORUMPU
'KAU1-3L040246-001/00 TAITTORUMPU
'KAU1-3L046651-001/00 KAAVARI
'KAU1-4L021937-001/00 KUMILEVY

5.2 Vikailmoitusten tekeminen

Yhtenä kuntokartoituksen tavoitteena oli tehdä vikailmoitukset SAP-tietojärjestelmään kaikista kartoituksen aikana havaituista vioista tai puutteista. Ainoat viat mitä kartoituksen alueelta löytyivät, olivat kuvan 5.1 puuttuva hihnakotelo ja kuvan 5.2 rikkoutunut hihnakotelo.



Kuva 5.1 Puuttuva hihnakotelo



Kuva 5.2 Rikkoutunut hihnakotelo

Molemmista tehtiin vikailmoitukset SAP-tietojärjestelmään ja kuvasta 5.2 tehtiin samalla suunnittelutyö aloite pienemmälle hihnakotelolle, sillä nykyinen hihnakotelo on aivan liian suuri ja se ottaa kuljettimen muihin rakenteisiin kiinni ja rikkoutuu.

5.3 Kriittisyysluokittelu

Kuntokartoituksen yhtenä osana oli laatia hihnakuljettimille kriittisyysluokittelu. Luokittelu tehtiin alueen osastomestarin Osmo Ruotsalaisen avustuksella ja luokittelussa käytettiin UPM:n valmista kriittisyysluokitteluohjetta, joka on SFS-60300 -standardipohjasta UPM:n käyttötarkoituksiin muunneltu versio. Laittepaikat on jaoteltu kokonaistuotantoon, laatuun ja turvallisuuteen vaikuttavien seikkojen perusteella viiteen eri luokkaan (Kuva 5.1).

Toimintopaikkojen tärkeysluokitukset

- 1. Kriittinen = A (prosessi/vaara)**
Laitteet, järjestelmät ja komponentit mitkä voivat aiheuttaa turvallisuusriskin tai merkittävän ympäristön / taloudellisen riskin, tai niiden toimintahäiriöstä tai konerikosta voi aiheutua koko tuotantolinjan seisokki (tuotanto seis) tai vaikuttaa kokonaistuotantoon.
- 2. Tärkeä = B (osittainen häiriö)**
Laitteet, järjestelmät ja komponentit mitkä voivat aiheuttaa osittaisen tuotantoprosessin seisokin johtuen niiden toimintahäiriöstä tai konerikosta sekä pidempään kestävästä häiriöstä aiheuttaa koko tuotantolinjan seisokin tai aiheuttaa ympäristöriskin. Tämä koskee myös varalaitteita sekä varajärjestelmiä jotka voivat vähentää tuotantomäärää tai huonontaa laatua.
- 3. Korvattavissa = C**
Laitteet, järjestelmät ja komponentit mitkä voidaan korvata varayksiköllä tai toisella tuotantolinjalla ilman tuotanto tai laatu tappioita.
- 4. Ei kriittinen = D**
Laitteet, järjestelmät ja komponentit mitkä eivät aiheuta ongelmia tuotantoon. Yleisesti apulaitteistot ja -välineet kuuluvat tähän luokkaan.
- 5. Luokittelematon = E**
Tehdas- ja laitostason paikat, paikat jolla ei ole fyysistä laitetta

UPM 3

Kuva 5.1 Toimintopaikkojen tärkeysluokitukset (UPM SAP-tukimateriaali).

Hihnakuljettimien tärkeysluokituksessa lähes jokainen hihnakuljetin kuului kategoriaan kaksi eli tärkeä. Ainoat poikkeukset listassa olivat kaksi entisen vaneritehtaan hihnakuljetinta, jotka ovat vaneritehtaan myötä poistettu käytöstä, näin

ollen ne ovat kategoriassa 5 eli luokittelematon. Tärkeysluokittelusta tuli hieman yksitoikkoinen, koska hihnakuuljettimet ovat ainoa kuljetustapa pitkällä matkoilla, eikä niitä voida korvata millään muulla reitillä tai kuuljettimella.

Ensimmäiseksi eli kriittiseksi ei myöskään voida kuuljettimia luokitella, sillä ne eivät juuri aiheuta ympäristö- tai turvallisuusriskiä. Rikkoutuessaankin ne eivät pysäytä koko prosessia vaan ainoastaan yhden osan siitä, joten kategoria 2 eli tärkeä on juuri oikea luokka kuvastamaan hihnakuuljettimien kriittisyyttä.

7 ENNAKKOHUOLLON SUUNNITTELU: HIHNANVAIHTO-OHJE JA ÖLJYNVAIHTO

7.1 Hihnanvaihto-ohjeen kehittäminen

Opinnäytetyön syventäväksi osioksi valittiin yleisen hihnavaihto-ohjeen laatiminen (Liite 4). Vaihto-ohjeita Kaukaalla on tehty muutamiin paikkoihin esimerkiksi paperikoneelle telanvaihto-ohje, mutta hihnakuuljettimille ei ole tehty minkäänlaisia vaihto-ohjeita.

Ohjeen tekeminen aloitettiin kuvaamalla puruhihnan 22 3562 4620 vaihtotyö vaihe vaiheelta. Sakea lumipyry ja puuskainen tuuli hankaloittivat työn kuvaamista. Tämän takia kaikki paistotyöhön liittyvät työvaiheet tehtiin kevytpeitteiden alla, joten kuvia paistamisesta ei ole, vaan ne on mallinnettu Solidworks-ohjelmalla.

Kuvaamisen jälkeen laadittiin vaihto-ohje, joka koostui työkalulistasta, työturvallisuudesta ja vaihtotyöstä kuvien kanssa. Ohjeen loppuun lisättiin vielä arkistosta löytynyt Nokia Oy:n hihnapaisto-ohje.

7.2 Öljynvaihtojen suunnittelu

Työn kehityskohteeksi valittiin hihnakuljettimissa olevien vaihdelaatikkojen öljynvaihtojen kehittämistä. Vaihteiden nykyiset öljynvaihtotyöt ovat pahasti pirstoutuneet eri ajanjaksoille ja eri öljy-laaduille. Työn tarkoituksena oli kehittää tätä päivää vastaava öljynvaihtomääräaikaistyö, jossa öljynlaatuja olisi vain kaksi ja öljynvaihto tapahtuisi kaikkiin vaihteisiin kerralla. Myös uusien öljy-laatujen vaikutusta öljynvaihtoväleihin tarkasteltiin ja valittiin kustannustehokkain vaihtoehto.

Hihnakuljettimien vaihdelaatikoissa on käytössä viittä erityyppistä vaihteistoöljy-laatua. Taulukossa 6.1 on havainnollistettu öljynlaadut ja niiden kulutusmäärät.

Taulukko 7.1. Öljy-laadut ja kulutusmäärät

Laatu	Litraa
125 EP	37,95
150 EP	353,80
220 EP	375,50
320 EP	14,50
S 320 EP	385,70
Yhteensä	1167,45

Taulukossa 7.1 oleva 125 EP on vanha laatu ja sen valmistus on lopetettu. Kyseinen öljy-laatu on korvattu EP 150:llä, joka on ominaisuuksiltaan hieman parempi. Taulukossa S 320 EP on ainoa synteettinen öljy-laatu, kaikki muut ovat mineraalipohjaisia öljy-laatuja.

Kaukaalla on hihnakuljettimien vaihteissa lähes aina pääsääntöisesti käytetty mineraaliöljyjä. Syy tähän on todennäköisesti mineraaliöljyjen halpa hinta sekä synteettisten öljyjen syrjiminen hieman kalliimman hinnan ja tiedonpuutteen takia. Vasta viime vuosien kunnossapitokustannuksien vähentäminen on tuonut synteettisen öljyn ominaisuudet uuteen valoon, kuten pidempi kestoikä ja parempi ääriolosuhteiden kestävyys. Näiden ominaisuuksien ansiosta voidaan

pelkällä öljyalaadun vaihdolla pidentää öljynvaihtoaikaa ja vähentää öljynvaihtokertoja ja näin ollen säästää huomattavia summia kunnossapitokustannuksissa.

7.3 Öljyalaatujen valinta

Öljyalaatujen valinnan aloitin keräämällä tarvittavat tiedot tekemästäni kuntokartoituksesta. Tietojen avulla tein kustannustaulukon nykyisestä öljynvaihdosta. Tämän jälkeen kehitin vielä kolme eri öljynvaihto tapaa ja niille omat kustannustaulukot, joiden avulla pystyin vertailemaan ja valitsemaan kustannustehokaimman öljynvaihtotavan.

Ensimmäinen taulukko (7.2) kuvastaa nykyistä öljynvaihtoa, jossa mineraali öljyalaatua on kolmea eri laatua ulko- ja sisätiloissa. Synteettistä öljyä on vain 23 vaihdelaatikossa ja nämä laatikot ovat kaikki ulkotiloissa. Mineraaliöljyä sisältävissä laaticoissa öljynvaihto on vuoden välein ja synteettistä sisältävissä taas kolmen vuoden välein.

Taulukko 7.2 Nykyinen öljynvaihto

Nykyinen öljynvaihto

Vaihtoväli	työaika [h]	määrä [L]	työhinta €	Öljyn hinta	Yhteensä
3 vuotta (synteettinen)	22	386	880	2 187 €	3 067 €
1 vuosi (mineraali)	43	782	1720	954 €	8 023 €
Yhteensä	65	1167	2600	3 141 €	11 089 €

Toisessa taulukossa (7.3) on jaettu mineraali öljyt sisätiloihin ja synteettiset öljyt ulkotiloihin. Lisäksi öljyalaatujen määrä on tiputettu kahteen S 220 EP ja 150 EP. Tässä taulukossa myös samat vaihtoajat kuin edellisessä taulukossa eli mineraali vuoden välein ja synteettinen kolmen vuoden välein.

Taulukko 7.3 Ulkona synteettiset - ja sisällä mineraaliöljyt

Ulkona synteettiset ja sisällä mineraalit (kahdella laadulla)

Vaihtoväli	työaika [h]	määrä [L]	työnhinta	Öljyn hinta	Yhteensä
3 vuotta (synteettinen)	37,5	761	1500	4 244 €	5 744 €
1 vuosi (mineraali)	27,5	407	1100	496 €	4 788 €
Yhteensä	65	1167	2600	4 740 €	10 532 €

Kolmas taulukko (7.4) on lähes samanlainen kuin taulukko (7.3), mutta tässä taulukossa kaikki öljyt ovat synteettisiä ja näin ollen kaikkialla kolmenvuoden vaihto aika. Laaduksi taulukkoon on valittu S 220 EP ja S 150 EP.

Taulukko 7.4 vain synteettistä öljyä

**Pitkä vaihtoväli synteettisillä/ulkona ja sisällä
3 vuotta**

Vaihtoväli	työaika [h]	määrä [L]	työnhinta	Öljyn hinta	Yhteensä
3 vuotta (synteettinen)	37,5	761	1500	4 244 €	5 744 €
3 vuotta (synteettinen)	27,5	407	1100	2 232 €	3 332 €
Yhteensä	65,0	1167	2600	6 476 €	9 076 €

Neljäs taulukko (7.5) muutoin sama kuin edellinen, mutta tässä kaikki öljyt ovat mineraaliöljyjä, joten öljynvaihto on vuoden välein. Laatuja on vain yksi 150 EP, joka on ulkona ja sisällä.

Taulukko 7.5 Vain mineraaliöljyä

Joka paikassa mineraaliöljyt

Vaihtoväli	työaika [h]	määrä [L]	työnhinta	Öljyn hinta	Yhteensä
1 vuosi (mineraali)	37,5	761	1500	928 €	2 428 €
1 vuosi (mineraali)	27,5	407	1100	496 €	1 596 €
Yhteensä	65	1167	2600	1 424 €	12 072 €

Kiinteitä arvoja taulukoissa on työtuntien määrä 65 tuntia, työn tuntihinta 40 €, öljyn kokonaismäärä 1167 litraa sekä vertailu ajanjakso jokaisessa taulukossa kolme vuotta. Öljylaatuna taulukoissa käytetään hihnakuljetinvalmistajien ilmoittamia laatuja.

7.4 Öljynvaihtotaulukon valinta

Tässä vertailussa oli ajanjaksona kolme vuotta, jonka aikana synteettiset öljyt vaihdettiin kerran ja mineraaliset kolme kertaa. Jokaisen vaihtokerran pelkkä työnhinta ilman öljyjä ja tarvikkeita on 2600 €, joka on yli puolet öljyjen hinnasta. Vaihtohinnan ollessa näin suuri verrattuna vaihdettavan öljyn hintaan on selvää, että mitä harvemmassa vaihtokertoja on, sitä halvemmaksi öljynvaihto tulee. Näin ollen joka vuosi vaihdettava halpa mineraaliöljy onkin itse asiassa kaikkein kallein vaihtoehto, kuten taulukosta (7.5) nähdään.

Myös taulukko 2, jossa sisätiloissa olisi mineraaliöljyt ja ulkona synteettiset, kärsii samasta ongelmasta eli työn kalleudesta verrattuna öljynhintaa. Taulukosta 2 voidaan myös huomioda öljynvaihdon halventuminen, joka johtuu synteettisen öljynmäärän lisäämisestä.

Halvin vaihtoehto kolmen vuoden ajanjaksolla on taulukko numero 3, jossa kaikissa vaihdelaatikoissa käytettäisiin synteettistä öljyä. Vaikkakin synteettinen öljy on hinnaltaan monin verroin mineraaliöljyä kalliimpaa, on se pitkän vaihtovälinsä ja vähäisten vaihtokertojensa ansiosta vertailun paras vaihtoehto.

7.5 Öljynvaihdon määräaikaistyöt

Vertailussa valitut öljyalaadut on tarkoitus päivittää nykyiseen öljynvaihto määräaikaistyöhön ja ottaa käyttöön seuraavassa kesäseisokissa. Oma ehdotukseni määräaikaistyötä koskien olisi nykyisten kymmenen eri vaihtovälin korvaaminen kolmen vuoden vaihtovälillä, joka ajan kuluessa pidennettäisiin viiteen vuoteen. Osassa vaihdelaatikoissa on jo ennestään kolmen vuoden tai pidempi öljynvaihtoväli. Vaihtovälin pidentämisellä saavutettaisiin maksimihyöty synteettisen öljyn ominaisuuksista ja näin ollen paras rahallinen hyöty.

Nykyisen vaihtovälien pidentäminen viiteen vuoteen ei välttämättä kaikkien vaihdelaatikkojen kohdalla tule onnistumaan. Syynä tähän on jatkuva kulutus sekä vaativat olosuhteet. Näin ollen ehdotukseni on, että vaativia kohteita pidettäisiin erityisesti silmällä ja otettaisiin kerran vuodessa muutamasta laatikosta öljyanalyysi. Mikäli öljyn ominaisuudet eivät ole juuri muuttuneet kolmen vuoden

aikana, voitaisiin vaihtoa lykätä ja jatkaa tarkkailu kunnes viiden vuoden vaihto-aika tulisi täyteen. Mikäli jostain syystä öljyn ominaisuudet ovat jo kolmessa vuodessa heikentyneet huomattavasti, ei viiden vuoden vaihto väliä tulisi enää tavoitella, vaan tyytyä nykyiseen kolmen vuoden vaihtoaikaan.

8 POHDINTAA

Insinöörityön tekeminen hihnakuljettimista on ollut hyvin mielenkiintoista ja opettavaista. Opinnäytetyön tekeminen on parantanut ja syventänyt koulussa opittuja tietoja niin teoriassa kuin käytännössäkin. Työ koostui mukavasti eri osa-alueista, joten näin saatiin perustietoutta kuntokartoittamiseen, tietojenkeräämiseen, kriittisyysluokitteluun, vaihto-ohjeen tekemiseen sekä kustannusarviointiin.

Työn tavoitteet täyttyivät mielestäni hyvin. Kuntokartoitus toi esille muutamia korjattavia kohteita ja kehitysehdotuksia. Kriittisyysluokittelun tekeminen tulee tulevaisuudessa helpottamaan hihnakuljettimien luokittelua SAP:ssa. Hihnakuljettimien öljynvaihtoon kehitetty uusi taloudellisempi vaihtoehto säästää muutamia tuhansia euroja, mikäli se otetaan käyttöön. Kuljettimille laadittu yleinen hihnavaiko-ohje lisää työturvallisuutta ja toimii ohjeena työnteossa.

Itselleni opinnäytetyö oli opettavainen kokemus ajan käytöstä ja henkisten resurssien määrästä. Tämän työn tekemisessä ei juuri ongelmia tai hidasteita ollut, koska paikka ja laitteet olivat entuudestaan tuttuja viime vuoden kesätöiden pohjalta. Ainoa työtä hieman hidastanut asia oli tietojen puuttuminen SAP:sta, mutta nekin päivittyivät sinne muutaman viikon odottelun jälkeen. Työstä jäi kaiken puolin hyvä mieli ja varmuus siitä, että pystyy tulevassa työelämässäkin toimimaan tämän tyyppisissä tehtävissä. Lopuksi haluan vielä kiittää työohjaajina toimineita Tero Junkkaria, Osmo Ruotsalaista, Tuomo Kotinevaa, Aki Lampaista sekä koulun työohjaajana toiminutta Heikki Liljenbäckä. Suuri kiitos myös muille Kaukaan työntekijöille, jotka ovat auttaneet opinnäytetyöhön liittyvissä asioissa.

KUVAT

- Kuva 2.1 Kaukaan tehdasalue, s. 6
- Kuva 2.2 Puunkäsittelyn alue, s. 8
- Kuva 3.1 Hihnakuuljetin, s. 9
- Kuva 3.2 Hihnakuuljettimen rakenne ja pääosat, s. 10
- Kuva 3.3 Hihnaelevaattori, s. 11
- Kuva 3.4 Monivahvikehinnan rakenne, s. 12
- Kuva 3.5 Yleisimpiä hihnakuviota, s. 13
- Kuva 3.6 Kumi päällysteinen Vetorumpu, s. 14
- Kuva 3.7 Vetorumpu Vaihdeavilla kumilistoilla , s. 14
- Kuva 3.8 Taittorumpu, s. 15
- Kuva 3.9 Yleisimmät kourumallit, s. 16
- Kuva 3.10 Kuljetinrullan rakenne, s. 16
- Kuva 3.11 Paluurullat, s.17
- Kuva 3.12 Yleisimmät kiristystyytit pitkillä hihnoilla, s. 18
- Kuva 3.13 Tavallinen kaavari taittopäässä, s. 19
- Kuva 3.14 Hihnaharja, s. 19
- Kuva 3.15 Hihnankäyttökoneisto (kiilahihnaveto), s. 20
- Kuva 3.16 Hihnankäyttökoneisto (vaihdemoottori), s. 21
- Kuva 3.17. Tappivaihde, s. 21
- Kuva 3.18 Vaihdemoottori, s. 22
- Kuva 4.1. Kunnossapitolajit (SFS-EN13306), s. 23
- Kuva 5.1 Puuttuva hihnakotelo, s. 26
- Kuva 5.2 Rikkoutunut hihnakotelo, s. 26
- Kuva 5.1 Toimintopaikkojen tärkeysluokitukset, s. 27

TAULUKOT

- Taulukko 4.1 ennakkohuollot, s. 23
- Taulukko 5.1 Perustiedot, s. 24
- Taulukko 5.2 Huoltohistoria, s. 25
- Taulukko 5.3 Varaosat, s. 25

- Taulukko 5.4 Kehitysideat ja määräaikaistyöt, s. 25
- Taulukko 5.5 Piirustukset, s. 26
- Taulukko 6.1. Öljyلاادut ja kulutusmäärät, s. 29
- Taulukko 7.2 Nykyinen öljynvaihto, s. 31
- Taulukko 7.3 Ulkona synteettiset - ja sisällä mineraaliöljyt, s. 32
- Taulukko 7.4 vain synteettistä öljyä, s. 32
- Taulukko 7.5 Vain mineraaliöljyä, s. 32

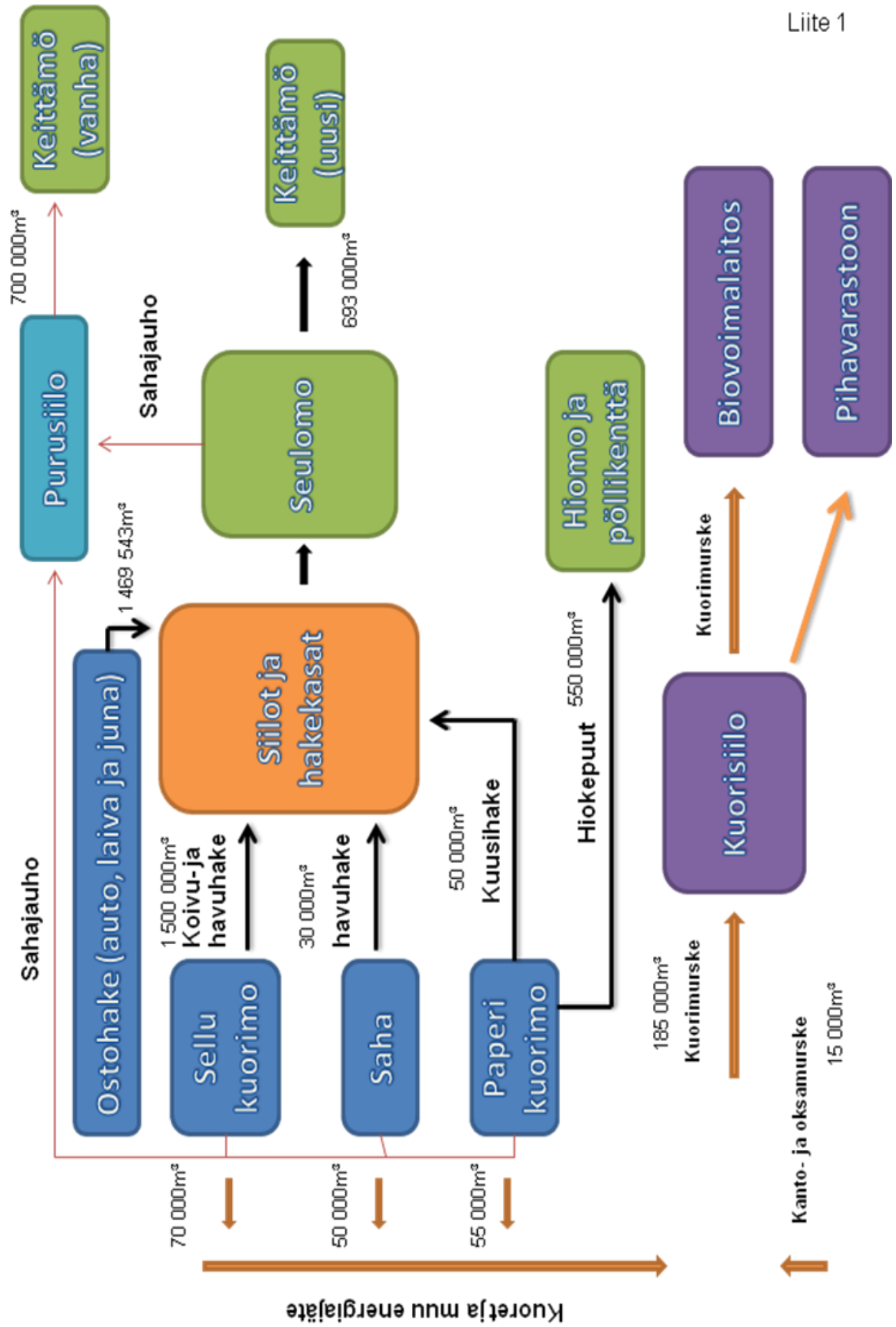
LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

- Hihnakuljettimien käytön turvallisuuden ja luotettavuuden parantaminen
Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus 2000. Otamedia Oy. Espoo.
- Kuljetin hinnat esite Metso Minerals 2009.
- Kuljetin hinnat esite Nokia 1977
- Kuljettimet metsäteollisuuden työnantajaliitto 1981. Etelä-Saimaan kustannus.
Oy
- UPM-Kymmene Oyj, Yleisesittely 2010

Sähköiset lähteet

- Edunet: kunnossapito <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/>. (Luettu 28.3.2010)



1	PAIKKANUMERO	Välityssuhde	Öljymäärä L	Öljyalaatu	Hihnatyyppi	Pituus [M]
13		15,88:1	2,1	S 320 EP		
14	22.3552.4602	12,3852	6,5	S 320 EP	Y1200 EP500/4-3/1,5 NP	329
15	22.3552.4606	12,7753	4,5	S 320 EP	Y1200 EP630/4-5/1,5 R3	77,1
16	22.3552.4612	10,61:1	8,0	S 320 EP	Y1200 EP630/4-3/1,5 NP	62
17		-	4,0	S 320 EP		
18	22.3555.4601	15,1:1	59,0	S 320 EP	Y1200 EP500/4-3/1,5 NP	355
19	22.3555.4605	15,14:1	14,0	S 320 EP	Y1200 EP500/4-3/1	84
20	22.3555.4615	15,14:1	14,0	S 320 EP	Y1200 EP500/4-3/1	84
21	22.3555.4616	15,13:1	14,0	S 320 EP	GX1200 EP500/4-3/1	120,5
22	22.3561.4603	15,78:1	6,0	S 320 EP	GX1000 EP500/3-5/1,5 R3	157
23	22.3561.4615	34,8212:1	12,0	S 320 EP	GX1000 EP1000/6-2/2	40
24	22.3562.4607	31,71:1	59,0	S 320 EP	Y1200 EP800/7-2/2	60
25	22.3562.4617	31,71:1	59,0	S 320 EP	Y1200 EP800/7-2/2	55
26	22.3562.4619	18:1	7,8	S 320 EP	GX1000 EP500/4-3/1,5 NP	129,5
27	22.3562.4620	18:1	8,0	S 320 EP	GX1000 EP500/4-3/1	245
28	22.3571.4605	15,26:1	4,0	S 320 EP	Y1000 EP500/4-3/1	191
29	22.3571.4606	15,26:1	4,0	S 320 EP	Y1000 EP500/4-3/1	191
30	22.3571.4611	14,12:1	39,0	S 320 EP	Y1000 EP630/4-3/1,5 NP	250
31	22.3572.4607	15,26:1	4,0	S 320 EP	Y1000 EP630/4-4/1,5	191
32	22.3572.4608	15,26:1	4,0	S 320 EP	Y1000 EP500/4-3/1	191
33	22.3572.4612	14,12:1	39,0	S 320 EP	GX1000 EP630/4-3/1,5 NP	418
34	22.3367.4627	11,35:1	9,0	150 EP	Y1000 EP500/3-5/1,5	45
35	22.3367.4631	15,13:1	14,0	150 EP	GX1200 EP500/4-5/1,5	60
36	22.3367.4633	15,1:1	59,0	150 EP	Y1200 EP500/4-3/1	462
37	22.3367.4634	19,63 :1	21,0	150 EP	Y1200 EP630/4-3/1,5	920
38	22.3367.4651	11,35:1	9,0	150 EP	Y1000 EP500/3-5/1,5	28
39	22.3367.4655	15,13:1	14,0	150 EP	GX1200 EP500/4-5/1,5	60
40	22.3367.4657	15,1:1	59,0	150 EP	Y1200 EP500/4-3/1	483
41	22.3367.4658	19,63 :1	21,0	150 EP	Y1200 EP630/4-3/1	886
42	22.3850.4603	40:1	5,3	150 EP	GX0650 EP400/3-3/1	168
43	22.3850.4606	40:1	16,0	150 EP	GX0650 EP400/3-3/1	982
44	22.3850.4608	40:1	16,0	150 EP	NE 650 EP400/3-3/1	63
45	26.3355.4606	22,928:1	4,5	150 EP	Y1000 EP630/5-5/1,5	24,15
46	26.3355.4610	21,50:1	27,0	150 EP	Y1000 EP800/5-6/2	22,7
47	26.3355.4611	21,50:1	27,0	150 EP	Y1000 EP630/5-5/1,5	57
48	26.3358.4601	64,38:1	11,0	150 EP	Y1200 EP800/5-6/2	25,7
49	26.3359.4601	25:1	3,0	150 EP	HI1680 EP630/4-6/2	18,3
50	26.3359.4603	25,038:1	3,0	150 EP	1200-EP800/5-6/2, TRE	
51	26.3359.4625	25,038:1	3,0	150 EP	Y1000 EP800/5-6/2	22,5
52	26.3361.4613	25,038:1	3,0	150 EP	Y1000 EP630/5-5/1,5	19,5
53	26.3361.4615	15,680:1	3,0	150 EP	Y1200 EP630/5-5/1,5	33,4
54	26.3361.4625	15,780:1	3,0	150 EP	Y1200 EP630/5-5/1,5	23,5
55	26.3377.4644	15,3:1	4,5	320 EP	Y1000 EP500/3-3/1	31,9
56	26.3377.4645	15,3:1	4,5	320 EP	Y1000 EP500/3-3/1	47,7
57	26.3377.4646	15,3:1	4,5	320 EP	Y1000 EP500/3-3/1	46,3
58	26.3377.4647	-	1,0	320 EP	Y1000 EP400/3-3/1	4350 mm
59	26.3380.4603	38,4:1	23,0	150 EP	Y1000 EP800/5-6/2	781
60	42.3160.4603	22,4:1	3,7	220 EP	650 EP400/3-3/1	70
61	42.3160.4605	22,4:1	3,7	220 EP	650 EP400/3	168
62	42.3160.4609	20:1	3,7	220 EP	1000 EP400/3-3/1	117

Tarkastusraportti

Päiväys. viikko

Suorittajat:

Asiakas:

Kuljettimen No.

Kuljettimen sijainti:

Kuljetin: vaakasuora
 nostava
 laskeva
kaltevuuskulma
sisällä / ulkona

kuljetinpituus
hihnapituus
hihnatyyppi
nopeus

Kapasiteetti t/h m³/h

Käyttöaika h/vrk

Kuljetettava aine laatu

tilavuuspaino t/m³

lämpötila°C

Käyttömootorin teho

Kuntotarkastus

1. Hihna: hyvä
 tyydyttävä
 heikko vika:

2. Liitos: kunnossa
 viallinen korjaustarve: heti seurattava

3. Rullastot: kuormanpuoli kunnossa korjattavaa
paluupuoli kunnossa korjattavaa

4. Kaavarit: esikaavari kunnossa korjattavaa
 jälkikaavari kunnossa korjattavaa
 vinokaav. kunnossa korjattavaa vaihtoon
 aurakaav. kunnossa korjattavaa
 tela kaav. kunnossa korjattavaa

5. Harjat: kunnossa korjattava säädettävä

6. Vetotela: kumioitu teräs sileä uritettu kunnossa korjattava

7. Taittotelat: kunnossa korjattavaa

8. Lastaussuppilot: kunnossa korjattavaa

9. Tiivisteet: kunnossa korjattavaa

10. Liuku-/ iskupalkit: kunnossa korjattavaa

11. Käytön turvalaitteet:
 pyörintävahti kunnossa korjattavaa
 tukosvahti kunnossa korjattavaa
 sivuunajovahti kunnossa korjattavaa

12. Vaihdelaatikko: normaali kuuma äänitelee

13. Hoitotasot ja kulkutiet: kunnossa korjattavaa

14. Valaistus: kunnossa korjattavaa

15. Puhtaus (ripettä): vähän paljon siivoustarvetta

Tarkempi selvitys käänöpuolella

UPM-Kymmene Oyj, Kaukas

Lauri karppinen

Kuljetinhihnan vaihto- ohje

Vaihto-ohje 2010

SISÄLTÖ

1. HIHNANVAIHDON TYÖKALUT	42
2. TYÖN TURVALLISTAMINEN	44
3. HIHNANVAIHTO-OHJE	44
3.1 Vaihtotyön aloitus.....	44
3.2 Suojien ja ohjureiden purku.....	45
3.3 Hihnan päälle veto	46
3.4 Hihnan lyhentäminen ja paistaminen	48
3.5 Hihnan kiristäminen ja vanhan hihnan poistaminen	50
3.6 Suojien ja ohjaimien takaisin asennus	50

1. HIHNANVAIHDON TYÖKALUT

Tämä työkaluluettelon on tehty 25.2.2010

Tarkasta **KaukasNetistä** luettelon voimassaolo!

1. Nostoapuvälineet ja – tarvikkeet

- 2 kpl 1500 kg ketjutaljoja
- 4 kpl 2000 kg nostoliinoja
- 1 kpl 1000kg vaijeritalja
- 1 kpl 2000kg nostoketju
- 1 kpl turvavaljaat

2. Työkalut

- 1 kpl iskuporakone
- 1 kpl kulmahiomakone
- 6 kpl ruuvipuristin
- 1 kpl rautakanki
- 2 kpl räikkälenkkiavain (20 mm)
- 1 kpl paistorauta
- 1kpl harja
- 2 kpl mattopuukko
- 1 kpl pensseli
- 1 kpl peltisakset
- 1 kpl levytarrain

3. Tarvikkeet

- 1 kpl 1m*1m*20mm vanerilevy
- 4 kpl 50*100 mm aluspuu
- 1 L kumiliimaa
- 1 kpl hiomalaikka
- 1 kpl reikäterä
- 1kpl siipimutterikiristin (porakoneeseen)

HUOM!!!

TÄMÄ HIHNANVAIHTO-OHJE ON YLEISOHJE HIHNANVAIHTOON! EIKÄ SE SISÄLLÄ YKSITYISKOHTAISTA OHJEISTUSTA MILLEKKÄÄN TIETYLLE HIHNAKULJETTIMELLE.

MIKÄLI KULJETTIMELLE LÖYTYY YKSITYISKOHTAISempi TYÖOHJEISTUS TULEE SITÄ NOUDATTA AINA ENSISIJAISESTI!

HUOM!!!

TURVATOIMET NOSTURIN KÄYTÖSSÄ HIHNANVAIHDOS SA

Nosturilla tapahtuvien nostojen ja siirtojen yhteydessä on ehdottomasti siirryttävä ennalta turvalliseen asemaan nosturin häiriötoiminnan tai nostovälineiden rikkoutumisen aiheuttaman vaaratilanteen vuoksi.

ts. Hihnanvaihtotyötä suoritettaessa on ehdottomasti noudatettava työturvallisuusohjeita ja lakia työturvallisuudesta.

2. TYÖN TURVALLISTAMINEN

Hihnankuljettimen ja muiden työalueeseen liittyvien kuljettimien pysäyttämisen hoitaa käyttökäyttöhenkilö valvomosta käsin. Kuljettimen Turvakytkimien O-asentoon laittamisen ja sen lukitsemisen lukolla hoitaa työnsuorittaja.

1. Ilmoitetaan **kaikkiin** valvomoihin mitkä voivat kaukokäynnistää työalueen kuljettimet, että kuljettimella aloitetaan huoltotyöt. Mikäli kuljetin on käynnissä, pyydetään valvomon operaattoria sammuttamaan se.
2. Lukitaan kaikki hihnankuljettimen sähkökäytöt (Kuva1)
3. Käytetään turvavaljaita aina kun työskennellään paikassa, jossa on puutoamisvaara. (Kuva3)

3. HIHNANVAIHTO-OHJE

3.1 Vaihtotyön aloitus

Ensimmäinen vaihe hihnannvaihtotyössä on ilmoittaa aloitettavasta työstä valvomoon operaattorille, joka pysäyttää hihnankuljettimen. Tämän jälkeen tulee etsiä kuljettimen turvakytkin, joka yleensä sijaitsee vetopäässä. Turvakytkin tulee aina kääntää O-asentoon ja lukita lukolla (Kuva 1).

Ennen kuljettimelle menoa pitää turvakytkin koekäyttää eli pyytää operaattoria käynnistämään kyseinen kuljetin. Jos kuljetin turvakytkimen päällä olemisesta

huolimatta käynnistyy, tulee välittömästi ottaa yhteyttä alueen sähköasentajaan, joka vaihtaa viallisen turvakytkimen ennen muiden töiden jatkamista.



Kuva1 Lukittu turvakytin

Tässä vaiheessa on myös hyvä käydä kuljettimen mahdolliset muut laitteet läpi esim. hihanharjat ja kaiken tyyppiset syöttölaitteet ja varmistaa, että mikään näistä ei aiheuta vaaratilannetta työn aikana.

3.2 Suojien ja ohjuren purku

Kun kuljetin on pysähtynyt ja työturvallisuus varmistettu voidaan aloittaa kuljettimen suojien purkaminen, joka tarkoittaa kuljettimen sivupeitteiden syrjään siirtämistä ja syöttösuppilon ohjuren löysäämistä tai irrottamista (Kuva 2).



Kuva 2 Löysätty ohjain

Ohjureiden löysääminen ei välttämättä ole pakollista riippuen paikasta, mutta on kuitenkin suositeltavaa, jotta uuden hihnan päälle vetäminen sujuisi ongelmitta. Sivupeitteetkin voidaan tarvittaessa purkaa pois töiden tieltä. Peitteet ovat kätevästi pikalukoilla vaijereissa kiinni ja näin ollen helppo ja nopea purkaa.

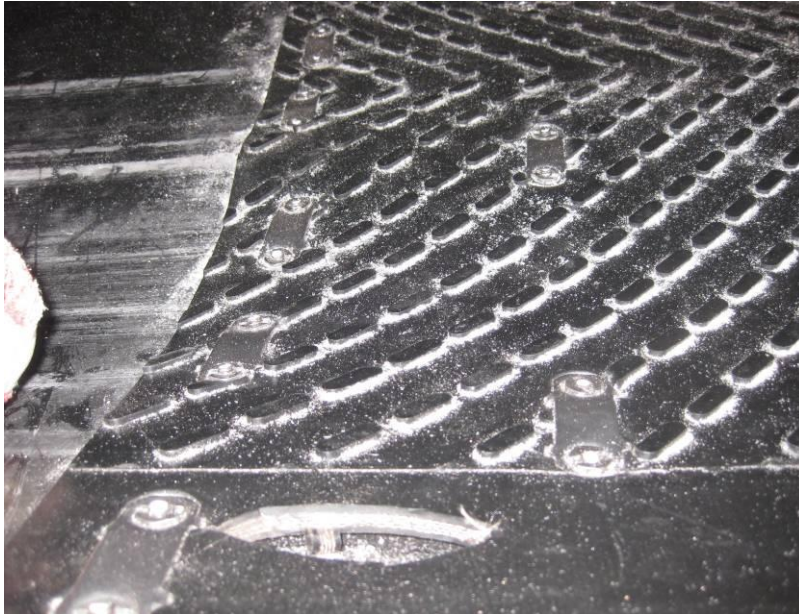
3.3 Hihnan päälle veto

Hihnan päälle veto aloitetaan nostamalla uusi hihnarulla kuljettimen taittopäähän. Seuraavaksi aukaistaan hihnarulla ja vedetään hihnanpää vanhan kuljetinhihnan päälle. Tässä vaiheessa ennen kuljettimelle menoa tulee laittaa turvavaljaat päälle(Kuva 3).



Kuva 3 Uuden hihnan vetäminen vanhan hihnan päälle

Kun uutta hihnaa on saatu vedettyä noin kahden metrin verran vanhan hihnan päälle, niitataan se kahdella niittirivillä vanhaan hihnaan (Kuva 4). Kun niittaus on tehty, voidaan aloittaa uuden hihnan päälle veto vanhaa hihnaa käyttäen. Tässä vaiheessa on hyvä varmistaa, että kukaan ei ole enää kuljettimella työskentelemässä enne hihnanvedon aloittamista.



Kuva 4 Niitattu hihnanpää

Tämän jälkeen poistetaan turvakytkimen lukitus ja asennetaan kytkin I - asentoon. Seuraavaksi aloitetaan vieressä olevan käsiajokytkimen avulla kuljetinhihnan ajaminen (kuva 5). Kuljetinhihnan pyöriessä se vetää samalla uuden hihnan päälleen. Kun uusi hihna on kokonaan vanhan hihan päällä, lopetetaan käsiajo ja laitetaan turvakytkin takaisin O-asentoon lukon kera.



Kuva 5 Käsiajokytkin

3.4 Hihnan lyhentäminen ja paistaminen

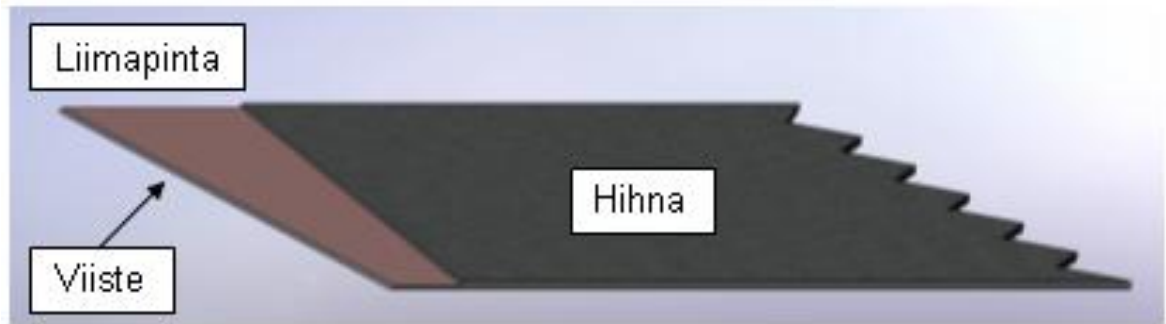
Uuden hihnan päälle vedon jälkeen löysätään kuljettimen taittopää, jotta saadaan lisää kiristys varaa. Kuljettimen taittopää on kiskoilla liikkuvassa kelkassa ja siihen on kiinnitetty vaijeri, jonka toisessa päässä roikkuu betoninen vastapaino. Kiristyksen löysäämiseksi ja kiristysvaran aikaansaamiseksi vedetään 1,5 tonnin taljoilla kelkkaa noin 30cm eteenpäin (Kuva 6).



Kuva 6 Taittopään löysääminen

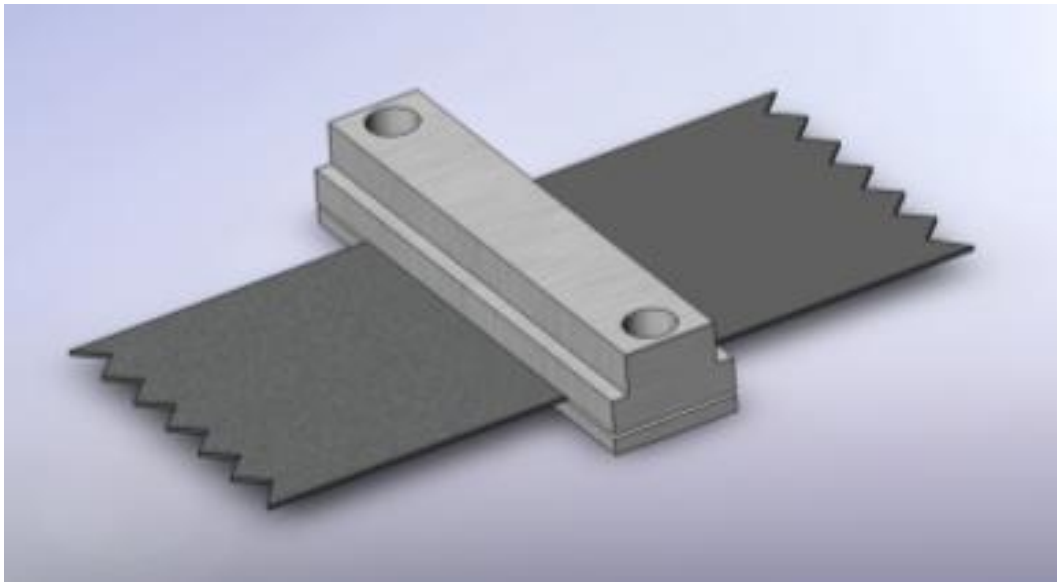
Kiristyksen löysäämisen jälkeen vedetään uuden hihnan päät vastakkain ja leikataan niitattu pää irti vanhasta hihnasta. Hihnaa pitää yleensä lyhentää ja se voidaan tehdä joko yhdestä päästä tai molemmista riippuen tilanteesta.

Valittaessa yhden pään lyhennys tarvitsee vain lyhennettyyn päähän tehdä viistetty liimauspinta (Kuva 7). Sillä hihnat valmistetaan tehtaalla niin, että toisessa päässä on liimauspinta jo valmiina. Lyhennettäessä molemmista päistä, tulee liimauspinta tehdä molempiin päihin.



Kuva 7 Liimapinta

Liimapintojen teon jälkeen levitetään alemmalle pinnalle kumiliimaa ja painetaan viistetyt hihnapäät päällekkäin. Liimauksen annetaan kuivaa hetkisen, jonka jälkeen voidaan asentaa hihnanpaistoraudat sauman päälle (Kuva 8)



Kuva 8 Hihnan paistaminen

Hihna paistuu noin yhden millimetrin 20 minuutissa riippuen olosuhteista, joten normaalin kuljetinhihnan paistoon kuluu aikaa vähintään 4 tuntia. Paiston jälkeen irrotetaan paistoraudat ja siistitään sauman sivut puukolla, mikäli se on tarvetta tehdä. Liitteessä yksi on hihnanpaisto selitetty tarkemmin kuvien kanssa.

3.5 Hihnan kiristäminen ja vanhan hihnan poistaminen

Ennen uuden hihnan kiristämistä leikataan vanha hihna poikki vetopään jälkeen ja laitetaan leikattupää siten, että se roikkuu ulkona hihnankuljettimesta. Seuraavaksi voidaan löysätä taljat jotka pitävät taittopään kelkkaa paikallaan. Kun taljat on löysätty kokonaan ja otettu pois tieltä, voidaan turvakytkimestä poistaa lukitus ja laittaa turvakytkin I-asentoon.

Tämän jälkeen voidaan käsiajokytkimellä pyörittää hihnankuljetinta. Uuden hihnan pyöriessä työntää se samanaikaisesti vanhan hihnan altaan pois. Aiemmin leikattu ja ulkona roikkuva hihnanpää toimii ohjaimena, joka vetää loput vanhasta hihnasta pois.

3.6 Suojien ja ohjaimien takaisin asennus

Kun vanha hihna on saatu pois kuljettimesta, laitetaan turvakytkin taas O-asentoon ja lukitaan. Tämän jälkeen voidaan asentaa takaisin aiemmin irrotetut tai löysätyt ohjaimet ja suojat. Asennusten jälkeen otetaan turvakytkimen lukitus pois ja laitetaan kytkin I-asentoon.

Seuraavaksi ajetaan käsiajokytkimellä kuljetinta niin kauan, että varmistutaan kuljettimen moitteettomasti toiminnasta. Kun kuljetin on todettu toimivaksi, ilmoitetaan siitä vielä lopuksi valvomoon, jotta hihnankuljetin voidaan ottaa takaisin käyttöön.