



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

SIVU- JA TAKATIIVISTIMIEN SUUNNITTELU

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Jari Liukkonen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

LIUKKONEN, JARI:

Sivu- ja takatiivistimien suunnittelu

Mekatroniikan opinnäytetyö, 36 sivua, 3 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella toimeksiantajalle, Sandvik Mining and Construction Oy:lle, uudet sivu- ja takatiivistemekanismit. Yrityksen tuotevalikoimiin kuuluu syöttimiä ja seuloja esimerkiksi kaivosteollisuuden käyttöön. Näillä mekanismeilla pyritään estämään seuloihin ja syöttimiin kivimateriaalin mukana tulevan pölyn ja hiekan valuminen koneiden työskentelyalueelle. Joissakin laitteissa sivutiivistin MSV1655 on alkanut vuotamaan ennenaikaisesti. Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään ratkaisu havaittuihin ongelmiin.

Ennen sivu- ja takatiivistimien suunnittelun aloitusta tarkasteltiin nykyisen ja käytöstä poistettujen tiivistinmallien rakennekuvia. Tämä tehtiin, jotta välttyttäisiin päätyästä samantyyppisiin rakenneratkaisuihin kuin käytöstä poistetuissa malleissa. Suunnittelussa pyrittiin käyttämään yrityksessä jo käytössä olevia materiaaleja, jotta varastokustannukset pysyisivät mahdollisimman matalina. Itse suunnittelussa käytettiin SolidWorks 3D -suunnitteluohjelmaa.

Opinnäytetyössä onnistuttiin löytämään tiivistinrakenteita, jotka ratkaisevat sivu- ja takatiivistimissä havaitut ongelmat. Sivutiivistimessä havaitut vuoto- ja kotelointiongelmat ja takatiivistimen käyttötehokkuusvajausta kyettiin ratkaisemaan. Opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamisen ansiosta nykyisen sivutiivistimen paranneltu versio voidaan ottaa jälleen käyttöön niissä laitemalleissa, joissa tämä on jouduttu korvaamaan eri sivutiivistinmallilla. Takatiivistimen käyttötehokkuuden nousun ansiosta tiivistinlevyjen vaihtoväli pitenee.

Avainsanat: PTFE, Teflon

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme Mechanical Engineering and Production Technology

LIUKKONEN, JARI:

Design of side and rear sealing

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 36 pages, 3 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

The objective of this Bachelor's thesis was to design new side and rear sealing mechanisms for the commissioner Sandvik Mining and Construction Oy. Whose product selection includes feeders and screens, which are used for example in the mining industry. These mechanisms are used to prevent dust and sand trickle, which comes with the base material, into the machine's working area. In some machines the side sealing model MSV1655 has begun to leak before the estimated time. This Bachelor's thesis aimed at finding a solution to the problems encountered.

Before starting design of the side and rear sealing, construction pictures of the current and decommissioned sealing models were examined. This was done to avoid similar constructional solutions. In designing the side and rear sealing, materials already in use in the company were used. This was done in order to keep storage costs at a minimum. The actual design was done with the 3D-designing program SolidWorks.

As a result of the study, sealing designs that solve the detected problems in side and rear sealing were created. Leaks and casing issues detected in the side sealing and low use efficiency of the rear sealing were solved. Due to achieving the objectives of the study improved side sealing MSV1655 can be taken in to use in the machines in which the MSV1655 needs to be replaced with a different side sealing model. Due to the improved of rear sealing's use efficiency, the change rate of the seal plates will lengthen.

Key words: PTFE, Teflon

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Seula	1
1.2	Syötin	2
2	TYÖN TAVOITTEET	4
2.1	Tavoitteiden määrittely	4
2.2	Suunnittelua ohjaavat kriteerit	4
3	PÖLYN TEORIAA	6
3.1	Pöly materiaalina	6
3.2	Terveyshaitat	6
3.3	Pölyn torjuntametodeja	6
4	YRITYSESITTELY	7
4.1	Konserni	7
4.2	Sandvik Mining ja Sandvik Construction	7
4.3	Sandvik Mining and Construction Oy Suomessa	8
4.4	Sandvik Mining and Construction Oy Hollolan -yksikkö	8
5	NYKYINEN SIVUTIIVISTIN	9
5.1	Asentamisessa esiintyvä ongelma	11
5.2	MSV1655:n parannusehdotus	12
6	UUDET SIVUTIIVISTIMET	14
6.1	Lasikuituverhollinen sivutiivistin	14
6.2	Kumiverhollinen sivutiivistin	15
6.3	Liukulevyllinen sivutiivistys	16
7	AIEMMIN KEHITETYT SIVUTIIVISTEVAIHTOEHDOT	18
7.1	Suorakaide PUR-palkki	18
7.2	BVA1635	19
7.3	Sivutiivistimien vertailu	22
7.4	Sivutiivistimien vertailun loppupäätelmät	25
8	TAKATIIVISTIMET	27
8.1	Nykyinen takatiivistys	27
8.2	Takatiivistin polyuretaanipalkilla	29
8.3	Takatiivistin MP3398-N1	30

8.4	Lasikuituinen takatiivistys	30
8.5	Takatiivistimien vertailu	32
8.6	Takatiivistimien vertailun loppupäätelmät	34
9	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Sandvik Mining and Construction Oy tarjosi mahdollisuutta tehdä opinnäytetyötä. Yrityksen tarjoamansa työ oli suunnitella uudenlainen tai paranneltu sivutiivistin, jossa ei olisi nykyisin käytössä olevassa sivutiivistimessä ajoittain ilmeneviä ongelmia. Nykyisin käytössä oleva sivutiivistin, MSV1655, on jouduttu korvaamaan joissain laitemalleissa polyuretaaniplakki sivutiivistimellä siinä ilmenneiden ongelmien vuoksi. Näitä ovat sisemmän tiivistinkumin sopimattomuus sivuseinän ja vaunun kulutuslevyn muodostaan kouruun. Toinen ongelma on ulommalta tiivistinkumilta loppuva tuki.

Sivutiivistin on mekaaninen rakenne, jolla pyritään koteloinnin avulla estämään pölyn ja hiekan valuminen syöttimien ja seulojen sivureunoilta alas. Ilman sivutiivistimiä pöly pääsee liikkumaan esteettä, mikä aiheuttaa lopulta pölyn leviämisen ilmaan. Tällä on koneen luona ja sen ympäristössä työskenteleville terveydellisiä haittoja. Opinnäytetyön tekeminen alkoi nykyisen ja käytöstä poistettujen tiivistimien rakennekuvien tutkimisella. Tällä pyrittiin selvittämään tiivistimissä ongelmia aiheuttavat ominaisuudet ja mahdollisuutta joko poistaa tai muokata kyseiset ominaisuudet. Aikataulullisesti yrityksen puolelta ei tullut toiveita, sillä niissä laitteissa, joissa sivutiivistimissä on havaittu ongelmia, oli sivutiivistinmalli vaihdettu toiseen. Näin ollen opinnäytetyön valmistumiselle ei asetettu aikarajaa.

Yhteyshenkilönä Sandvikin puolella toimi tuotelinjan johtaja Kimmo Luukkonen.

1.1 Seula

Seula on laite, jota käytetään sekalaisen maa-aineksen jaottelemiseen. Maa-aines jaotellaan koon mukaan. Koon valinta riippuu aineksen käyttökohteesta. Seulottavan materiaalin yksikön koko voidaan säätää halutuksi valitsemalla leveämpi tai kapeampi hammastus. (KUVIO 1.) Seulojen käyttöaloja ovat esimerkiksi maanrakennus ja kaivosteollisuus. Laitteiden pituus vaihtelee kiinteämallisilla 1,5 metristä 8 metriin ja mobiiliseuloilla on jopa 18 metriä. (Sandvik 2015 b,)

Seulan toiminta perustuu vertikaaliin liikkeeseen ja laitteen ulostulopäätä kohti olevaan alaspäin suuntaavaan kallistukseen. Kun koneeseen syötetään maa-ainesta koneen ollessa käynnissä, tähän syötetty maa-aines lähtee liikkumaan kohti ulostulopäätä. Aines, joka on pienempää kuin seulan hammastus, putoaa koneen pohjalla olevaan materiaalin keräimeen. Suurempi aines poistuu ulostulopäädystä. (Sandvik 2015c)

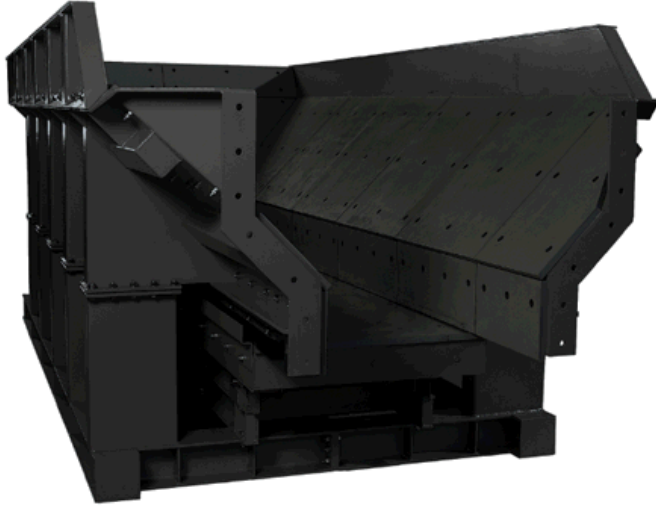


KUVIO 1. SS Free-Fall Seula. (Sandvik 2015c.)

1.2 Syötin

Syötin on laite, jota käytetään käsiteltävän kivien ja kivimurskeen syöttämiseen seuraavalle laitteelle, esimerkiksi murskaimelle. Syöttimen avulla voidaan materiaalivirta pitää tasaisena. Ilman tätä konetta linjaston seuraavana oleva laite voisi tukkeutua tai rikkoutua. Syöttimiä käytetään pitämään materiaalivirta seuloille ja materiaalikuljettimille tasaisena.

Laitteen toiminta perustuu sivu- ja takaseinämään. Ne ohjaavat materiaalin laitteen keskelle ja vaunuun, mikä liikuttaa materiaalia edestakaisella liikkeellä kohti laitteen ulostulopäätä. Vaunun liike tuotetaan hydraulikkasynterillä. (KUVIO 2.)



KUVIO 2. Syötin SH1661(Sandvik 2015d.)

2 TYÖN TAVOITTEET

2.1 Tavoitteiden määrittely

Opinnäytetyön tekeminen alkoi ensi palaverista, jossa pyrittiin selvittämään nykyisin käytössä olevassa sivutiivistyksessä esiintyviä ongelmia. Asiakkaat ovat ottaneet yhteyttä Sandvik Mining And Construction Oy:hyn ja kertoneet pölyn alkaneen vuotaa vasta muutaman viikon käytön jälkeen, vaikka sama sivutiivistysmekanismi on ollut käytössä onnistuneesti useammassakin laitteessa. Havaittuja ongelmia olivat sisemmän tiivistyskumin siirtyminen poispaikoiltaan ja uloimman tiivistyskumin ja vastinkappaleen muodostavan kotelon pettäminen. Ratkaisun suunnitteleminen havaittuihin ongelmiin oli työn ensimmäinen osio.

Toinen osio oli luoda uusia konsepteja takatiivistystä varten. Nykyisin käytössä olevassa takatiivistyksessä ei ole havaittu erityisiä ongelmia. Syitä, minkä takia haluttiin uusia tiivistyskonsepteja, olivat mahdolliset pidemmät huoltovälit ja käyttökustannukset.

Kolmas osio oli kerätä käytöstä poistetut sivu- ja takatiivistysmekanismien kuvaukset yhteen kansioon. Tästä olisi tulevaisuudessa tarvittaessa yksinkertaista tarkastaa, minkä takia nämä on otettu pois käytöstä.

2.2 Suunnittelua ohjaavat kriteerit

Tärkeimmät kriteerit, jotka vaikuttivat uusien tiivistimien suunnitteluun:

1. yhteensopivuus
2. toiminnallisuus
3. kestävyys
4. edullisuus
5. asennuksen helppous.

Yhteensopivuudella tässä tapauksessa tarkoitetaan tiivistystyyppin sopimista moneen eri konetyyppiin. Tämä on myös tärkeä ominaisuus, koska yritys pyrkii pitämään varastokustannukset mahdollisimman matalina. Ne nousisivat, jos olisi käytössä monta tiivistystyyppiä. Käyttämällä vain yhtä tiivistystyyppiä helpotetaan tällä uuden koneen suunnittelua, jolloin suunnittelijan ei tarvitse valita monen tiivistintyyppin väliltä.

Toinen tärkeä ominaisuus on toiminnallisuus. Tällä tarkoitetaan tiivistimen ja tämän osien kykyyn pitää muotonsa, jossa tiivistimen on mahdollista suorittaa tehtävänsä. Nykyiseltään käytössä olevassa sivutiivistimessä nämä kykenevät pitämään muotonsa. Kuitenkin joissakin seula- ja syötinmalleissa sisemmän tiivistyskumin vapaapäätä ei kyetä asentamaan suunniteltuun asentoon.

Tärkeänä ominaisuutena on kestävyys. Käytössä olevissa sivutiivistimissä on ongelmana pölyn ja koneen liikkeen aiheuttama hiotuminen, mikä nopeuttaa tiivistyskappaleiden kulumista. Kulumiseen vaikuttava kitkakerroin kumitiivistinmateriaalin ja kulutuslevyn välillä on 0,3 – 0,6, mikä edistää kulumista.

Uuden tiivistystyyppin suunnittelussa täytyy huomioida myös asennuksen helppous, sillä seulat ja kuljettimet ovat muiltakin osin suunniteltu helposti koottaviksi. Käyttövalmiiksi saattaminen tapahtuu käyttöpaikalla asentamalla erillään kuljetetut osat päärakenteeseen. Toinen syy on kulutusosien mahdollisimman helppo vaihto.

Palaverissa ilmoitettiin, ettei uusi tiivistystyyppi saisi maksaa paljoa enemmän verrattuna nykyisiin tiivistysmekanismeihin. Tiivistysmalleissa materiaalien tulisi olla mahdollisimman yhdenmukaisia. Tällä tavoin varastointikustannukset pysyisivät mahdollisimman alhaisina.

3 PÖLYN TEORIAA

3.1 Pöly materiaalina

Pölyn asettumisaika vaihtelee suuresti säänilmiöistä, ilmakehän ominaisuuksista ja pölypartikkeleiden koosta. Pölypartikkeleiden kyky pysyä ilmassa riippuu suuresti tämän halkaisijan suuruudesta. Halkaisijaltaan 0,1 µm pölypartikkelin asettumisajan ansiosta pöly voi olla ilmassa useita satoja tunteja, kun 100 µm halkaisijaltaan olevan partikkelin asettumisaika on vain jotain sekunteja. (Toivonen 2010, 24.)

3.2 Terveyshaitat

Murskausvaiheessa syntyvä kvartsipöly aiheuttaa korkeana ja pitkäaikaisena altistuksena esimerkiksi pölykeuhkotaudin. Kevyemmätkin altistukset voivat aiheuttaa terveysoireita, ja kaikkein herkimmit voivat saada nopeasti oireita. Toinen merkittävä tauti on keuhkohtaumatauti, joka kivipölykeuhkotaudin kanssa kehittyy 10 vuoden jatkuvan pölyaltistuksen aikana. (Toivonen 2010, 84.)

3.3 Pölyn torjuntametodeja

Kotelointi on pölyn torjunnassa ensimmäinen lähtökohta. Hyvin toteutettuna tämä voi olla ainoa tarvittava ratkaisu. Jos pelkästään koteloinnilla ei päästä riittävään pölyn määrään vähennykseen ilmassa, voidaan tähän yhdistää pölynkeräyslaite. Niitä ovat sykloni, suodatinlaitteisto tai suihkutusmenetelmä, esimerkiksi paineruiskutus. Nämä kaikki metodit vaativat koteloinnin perustaksi. Koteloinnin etuina ovat vähäinen sääherkkyys ja ekologisuus. (Toivonen 2010, 49.)

4 YRITYSESITTELY

4.1 Konserni

Sandvik AB on ruotsalainen, vuonna 1862 perustettu maailmanlaajuisesti toimiva korkeateknologian teollisuuskonserni. Vuonna 2014 Sandvikilla oli toimintaa yli 130 maassa ja se työllisti 47 318 ihmistä. Yhtiön viisi päätoiminta-alueita ovat Sandvik Venture, Sandvik Machining Solutions, Sandvik Mining, Sandvik Construction ja Sandvik Materials Technology. Konserni teki vuonna 2014 voittoa noin 640 miljoonaa euroa. Yhtiön kolme suurinta pääomistajaa oli maaliskuun lopussa 2015 prosentuaalisilla osuuksilla AB Industrivärlden 11,7 %, Alecta pensionsförsäkring 4,8 % ja Handelsbanken pension 3,8 %. Noin neljännes yhtiön työntekijöistä on Ruotsista. (Sandvik. 2015a, 73.)

4.2 Sandvik Mining ja Sandvik Construction

Aiemmin nimellä Sandvik Mining and Construction tunnettu yksikkö jaettiin vuoden 2012 alussa kahdeksi yksiköksi Sandvik Mining ja Sandvik Construction. Sandvik Mining valmistaa koneita, työkaluja ja tuottaa huolto- ja teknisiä palveluja kaivosteollisuuden käyttöön. Yksikön laitevalikoimaan kuuluu esimerkiksi seuraavanlaisia laitteita: poralaitteet, mekaanisen louhinnan laitteet, murskaimet, lastaus- ja kuljetuskoneet sekä materiaalinkäsittelyn laitteet. Vuoden 2014 liikevoitto oli noin 255 000 euroa ja yksikössä työskenteli noin 11 800 henkilöä. (Sandvik. 2015a, 6.)

Sandvik Construction on erikoistunut maanrakennusteollisuuden laitteisiin. Näitä laitteita ovat esimerkiksi porakalusto, poravaunut, iskuvasarat, kiinteät ja mobiilit murskaus- ja seulontaratkaisut sekä maanalaisen rakentamisen poralaitteet, mekaanisen louhinnan laitteet, lastaus- ja kuljetuslaitteet ja näihin liittyvät palvelut. Vuoden 2014 liikevoitto oli noin 4,8 miljoonaa euroa ja yksikössä työskenteli 2 800 henkilöä. (Sandvik. 2015a, 7.)

4.3 Sandvik Mining and Construction Oy Suomessa

Sandvik Mining and Construction Oy:llä on viisi toimipistettä Suomessa. Toimipisteet sijaitsevat Tampereella, Turussa, Hollolassa, Lahdessa ja Vantaalla. Tampereen-yksikössä valmistetaan avolouhintalaitteita, tunnelinporauslaitteita, kaivos- ja tuotantoporauslaitteita sekä pultituslaitteita. Turussa valmistetaan kuljetus- ja lastauslaitteita. Lahden-yksikössä toimiva, Sandvik SMC Breakers, valmistaa hydraulisia iskuvasaroita ja leikkurimurskaimia. Vantaan-myyntiyksikkö myy metallirakennusmateriaalia, hitsauslisäaineita ja leikkuuvaraosia. (Sandvik. 2015e)

Yhtiön omistaa sataprosenttisesti Sandvik Mining and Construction Finland Oy, joka vastaa louhinta-, lastaus-, purkaus- ja kaivonporauslaitteiden, tienhoitotuotteiden, porakaluston ja kuljettimien huollosta ja myynnistä Suomessa. Vuonna 2010 yrityksen myynnin arvo oli 3,7 miljoonaa euroa. (LIITE 1.)

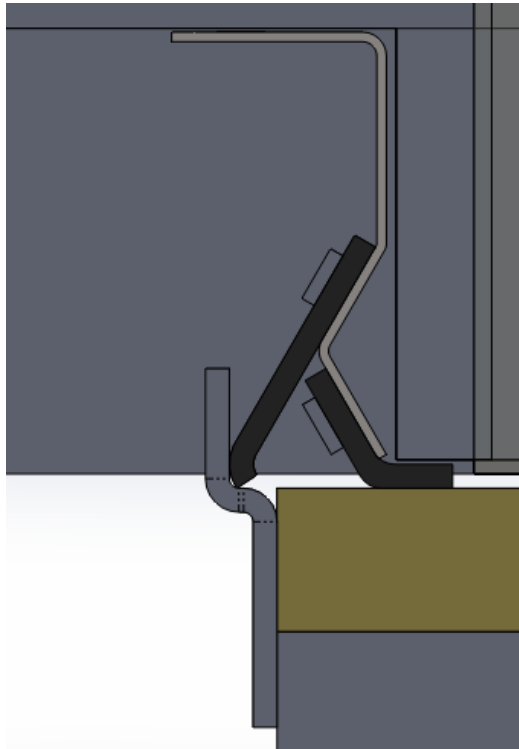
4.4 Sandvik Mining and Construction Oy Hollolan -yksikkö

Hollolan-yksikössä suunnitellaan massatavaran käsittelyyn liittyviä projekteja maailmanlaajuisesti. Sandvik Mining and Construction Oy:n Hollolan-toimipiste koostuu seuraavista Sandvik-konsernin haaroista: Materials Handling Projects, Stationary Crushers and Screens ja Conveyor Service. Näistä suurin on kuljetin- ja materiaalikäsittelyjärjestelmien toimittamiseen keskittynyt Materials Handling Projects -yksikkö, joka toimii Sandvik Mining -yksikön alaisuudessa.

Sandvik-konsernin seulojen ja syöttimien liiketoimintaa ohjataan Sandvik Construction -yksikön alaisuudessa toimivassa Stationary Crushers and Screens -yksiköstä. Tämän alaisuudessa toimiva huoltoyksiköllä, Conveyor Servicellä on Suomen kattava huoltoverkko. Opinnäytetyön palaverit pidettiin Hollolan-yksikössä.

5 NYKYINEN SIVUTIIVISTIN

Nykyään käytössä oleva sivutiivistin muodostuu kahdesta metallisesta rakenneosasta, sisemmästä ja uloimmasta tiivistysosasta ja kiinnitysruuveista. Sivutiivistimellä pyritään estämään pölyn kulkeutuminen syöttimen tai seulan sivulaitojen ja vaunun kulutuslevyn väliin sinne jäävän raon kautta. (KUVIO 3.)



KUVIO 3. Sivutiivistin MSV1655

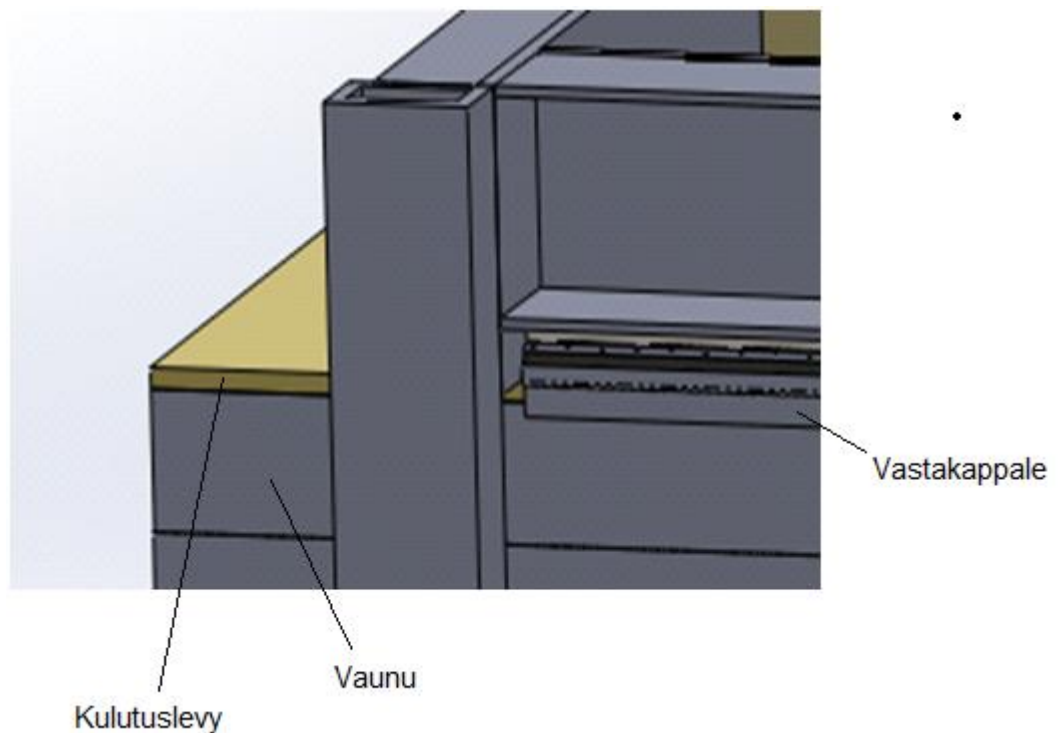
Hyvä puoli on tiivistämismekanismin pysyminen samalla etäisyydellä vaunun pitkittäislaidasta. Tällöin tiiviydessä ei normaalisti ole vaihteluja. Tämän ominaisuuden mahdollistaa sisemmän tiivistyskumin etu- ja loppupään välinen leveysero. Tämän eron avulla sivulaitojen lähestyminen vaunun laitoja ei aiheuta tiivistyskumien työntymistä poispaikoiltaan. Myös tiivistysosien pysyminen vasten päätylevyä estää koneen alkupään sivujen aukenemisen.

Ongelma sisemmän tiivistyskappaleen osalta on se, että ne hankautuvat vaunun kulutuslevyä vasten, mikä aiheuttaa kappaleen kulumista. Koneen värähtelyt mahdollistavat pölyn ja hiekan pääsemisen tiivistyskappaleen ja kulutuslevyn väliin, jossa pöly ja hiekka nostavat kitkakerrointa. Kitkakertoimen kasvaminen

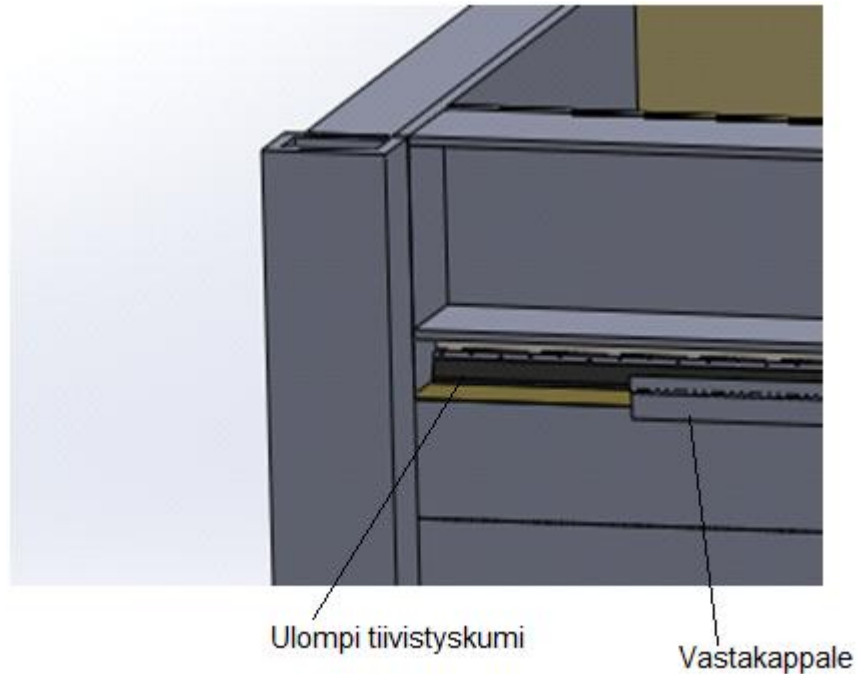
nopeuttaa tiivistyskappaleen kulumista. Ensimmäisten pölypartikkeleiden kulkeuduttua näiden väliin helpottuu uusien partikkeleiden pääsy samaiseen välikköön.

Sisemmän tiivistyskappaleen materiaalin kuluttua tarpeeksi pöly pääsee pakkautumaan sisemmän ja uloimman tiivistyskappaleen muodostamaan väliseen tilaan. Siellä pöly alkaa työntää uloimpaa tiivistyskappaletta ylöspäin ja siten pois paikoiltaan. Tällöin pöly ja hiekka pääsevät työalueelle.

Toinen huono puoli rakenteessa on vastinkappaleen siirtyminen pois tukemasta ulompaa tiivistysosaa (KUVIO 4). Vastinkappaleen pois siirtyminen aiheuttaa uloimman tiivistysosan toiminnan keskeytymisen koneen alkupäässä (KUVIO 5).



KUVIO 4. Vaunun ollessa vedettynä sisään



KUVIO 5. Vaunun ollessa työnnettynä ulos

5.1 Asentamisessa esiintyvä ongelma

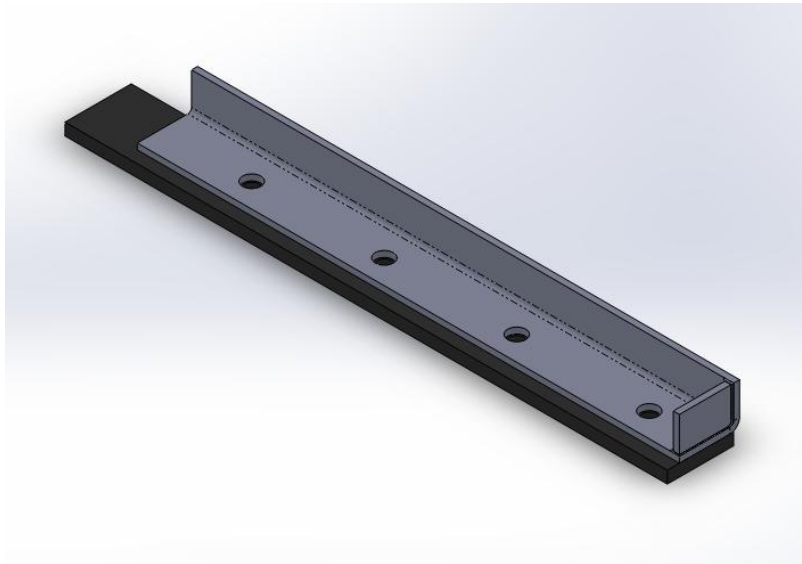
Sivutiivistintä MSV1655:ssä esiintyy ongelma, kun tätä pyritään asentamaan tiettyihin malleihin. Siinä sisempi tiivistinkumi, jonka vapaapää kuuluisi olla sivulaidan ja vaunun kulutuslevyn muodostamassa kourussa, työntyy siitä pois lyhyen käytön jälkeen tai tätä ei kyetä asentamaan siihen. Ongelma johtunee toleranssien rajoissa tapahtuvasta mittavaihtelusta tai siitä, että asiakkaiden halutessa käytettävän paksumpia kulutuslevyjä kuin syötintä tai seulaa suunniteltaessa oli tarkoitettu käytettävän.

5.2 MSV1655:n parannusehdotus

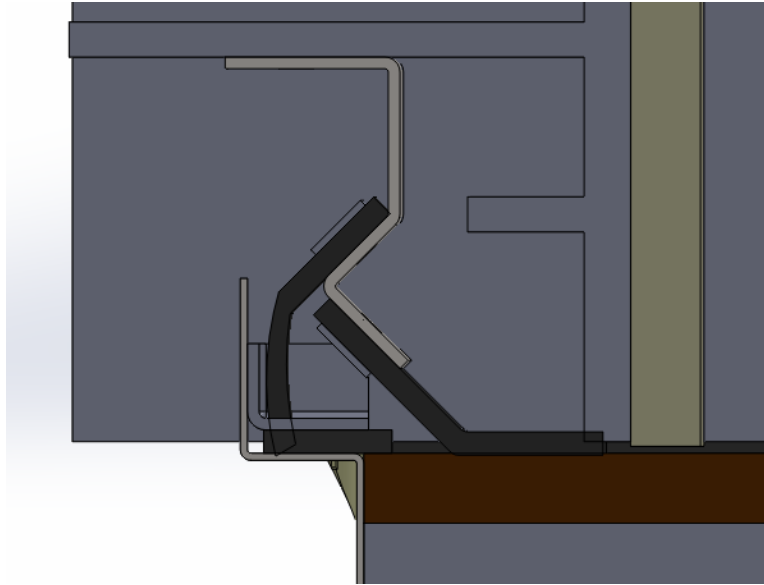
Vastinkappaleen siirtymän aiheuttama tiivistyksen rikkoutuminen kyetään estämään asentamalla lisävastinkappale (KUVIO 6). Tämä valmistetaan kylmämuokatusta L-profiilista (L50x30x3x450 – EN 10162 S235J2 – EN 10204-2.2), ja Shore A 60 kovuusisesta kumilevystä (LIITE 2). Lisävastinkappale kiinnitetään laitteen päätylaitaan ruuveilla, jotka tulevat vastinkappaleeseen hitsatun laipan läpi.

Toimintaperiaatteena on, että lisävastinkappale on osittain sekä vastinkappaleen että kulutuslevyn päällä. Lisäkappale on pidempi kuin koneen syöttöliike, joka on noin 400 mm. Tällöin koko liikkeen aikana uloimmalla sivutiivistinlaipalla on kosketuspinta. Myös vaakatasossa tämä parantaa tiiviyttä. (KUVIO 7.)

Mahdollinen ratkaisu asennusongelmaan olisi poistaa materiaalia sisemmän tiivistimen vapaanpään yläpinnasta. Täten olisi edelleen mahdollista asentaa tiivistyskumi kouruun. Materiaalin poisto voitaisiin suorittaa käyttämällä puuntyöstöön tarkoitettua sähkötoimista höylää.



KUVIO 6: Lisävastinkappale



KUVIO 7: MSV1655 lisävastinkappaleella

6 UUDET SIVUTIIVISTIMET

6.1 Lasikuituverhollinen sivutiivistin

Sivutiivistin rakentuu kahdesta pääkomponentista. Nämä ovat piidioksidilla pinnoitettu lasikuitukangas ja sen vastakappale. (TEXpro, 2015)

Lasikuitukangas on paksuudeltaan noin kaksi millimetriä ja mekaanisesti kestävä. Mekaanisella kestävyydellä tarkoitetaan puristus- ja vetolujuutta. Kulutuksen kestävyuden osalta arvot ei yllä mekaanisen kestävyuden tasolle. Tätä ominaisuutta voidaan kasvattaa pinnoitteella tai polyuretaanisella jäykistelevyllä. Kuvailun mukaisen jäykistelevyn käyttö tekisi tyhjäksi lasikutukankaalla saavutettava hyöty eli keveys. Näin ollen piidioksidin valinnalla pinnoitteeksi säilytetään rakenteen keveys. (KUVIO 8.)

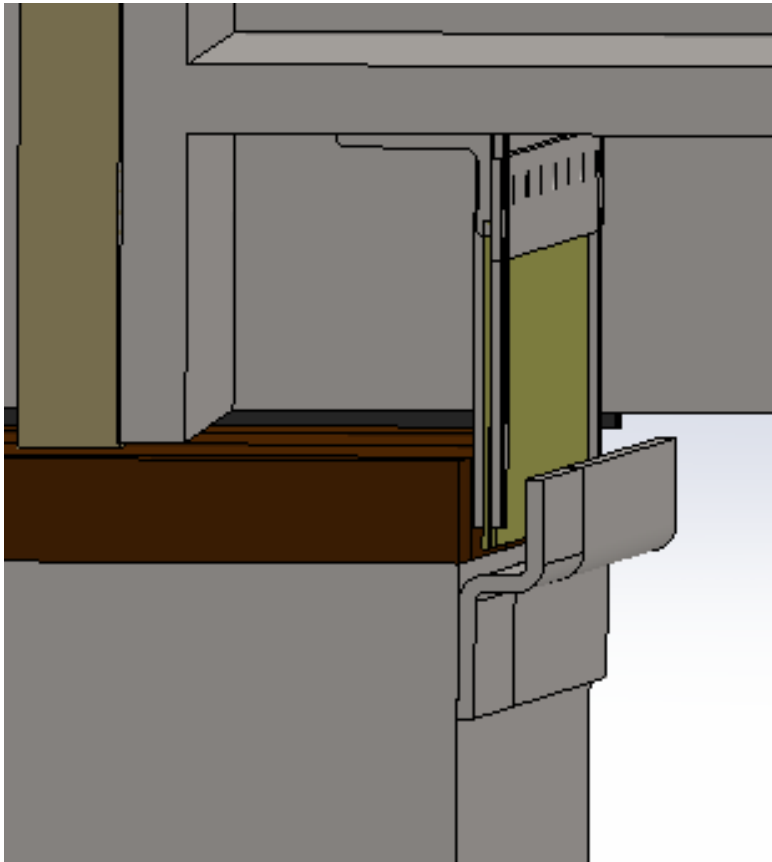
Vastakappaleet ovat perusmuodoltaan nykyisin käytössä olevassa sivutiivistimessä käytettävien vastakappaleiden mukaisia. Näiden välillä on myös merkittäviä eroja. Tässä sivutiivistimessä käytettävien vastakappaleiden yläpinta tulee enintään vaunun kulutuslevyn yläpinnan tasolle, kun käytössä olevissa yläpinta nousee useita kymmeniä millimetrejä kulutuslevyn yläpinnasta. Matala korkeus mahdollistaa koneen työliikkeen mittaisen vastakappaleen lisäämisen päätylevyn toiselle puolelle. Tällä kyetään antamaan lisätukea verholle.

Tässä sivutiivistyksessä varsinainen pölyneristäminen toteutetaan lasikuituverholla ja vastakappaleella. Verhon ollessa kiinnitettynä verhon alareuna on vastakappaleen ja vaunun sivun muodostamassa kourussa. Tämä muodostaa tiiviin seinämän, mikä estää tehokkaasti pölyn ja hiekan pääsemisen työskentelyalueelle riippumatta vaunun liikkeistä.

Jos pölyn sallitaan kerääntyä verhoa vasten, alkaa lasikuitukangas pullistua ulospäin ja kulua. Ajan kuluessa on mahdollista verhon työntyminen pois paikoiltaan ja tämän repeytyminen.

Rakenteen osalta havaitaan, että lasikuitukangas on materiaalina kevyttä ja taipuisaa. Sopivalla pinnoitteella kyetään kasvattamaan kulutuksenkestävyyttä.

Taipuisuutta vähentääkseen lasikuitukangasta joudutaan jäykistämään metallilevyillä.



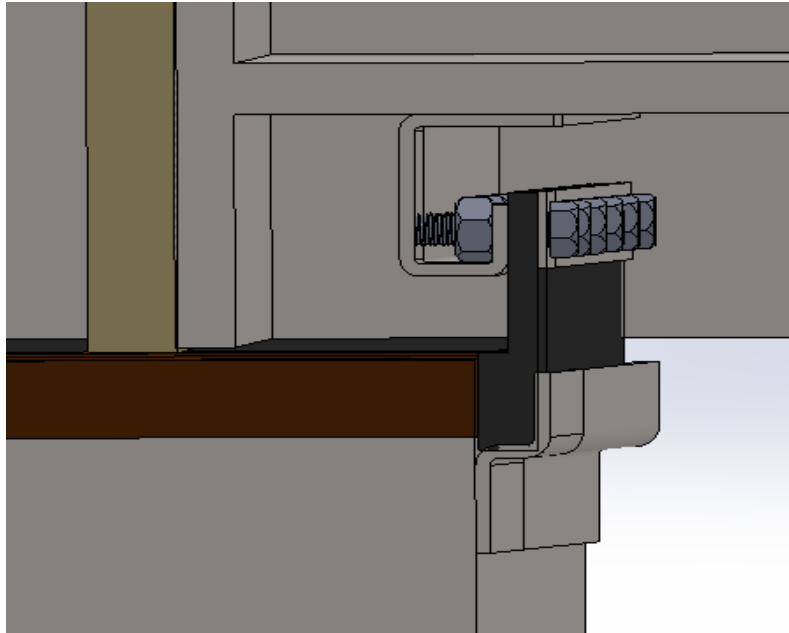
KUVIO 8. Lasikuituverho

6.2 Kumiverhollinen sivutiivistin

Sivutiivistin koostuu kolmesta osiosta. Nämä ovat kumiverho, runko ja vastakappale (KUVIO 9). Kumiverhon materiaalina WG3500 olisi käyttökelpoinen tämän ominaisuuksien takia. Näitä ominaisuuksia ovat taipuisuus, helppo työstettävyys ja tarpeeksi suuri kovuus.

Tässä sivutiivistyksessä on sama toimintaperiaate kuin edellä olevassa lasikuituverhosivutiivistyksessä. Kumiverho pyrkii pitämään pölyn tiivistystilassa ja pölyn annetaan kulkea oman inertian avulla kohti koneen ulostulopäättyä.

Mahdollinen ongelma on pölyn kerääntyminen. Tällöin pöly alkaisi kasaantua kumiverhoa vasten ja tunkeutumaan vaunun ja verhon väliin. Tämä nopeuttaisi verhon kulumista.



KUVIO 9. Kumiverho sivutiivistin

6.3 Liukulevyllinen sivutiivistys

Liukulevyllinen sivutiivistin rakentuu telineparista, joihin kiinnitetään teflonpinnoitteen omaavat liukulevyt. (KUVIO 10).

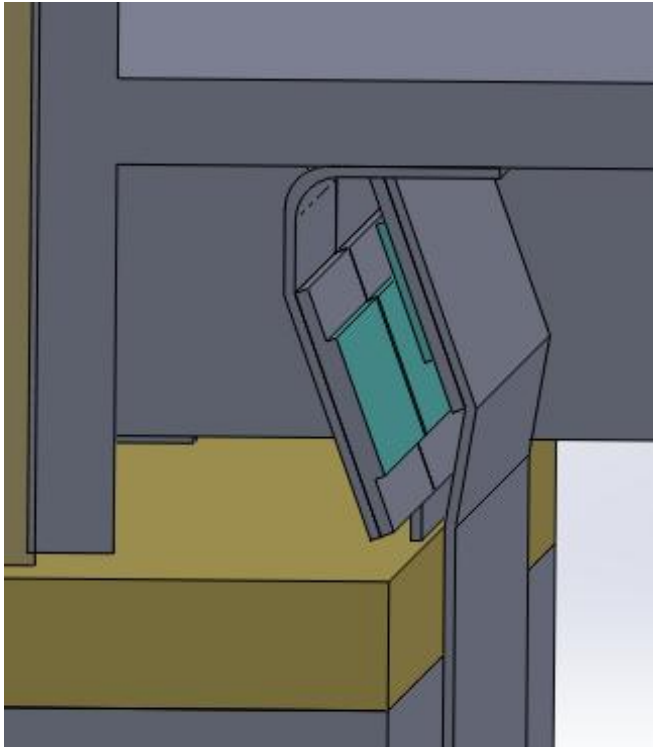
Teflonpintojen välinen kitkakerroin on 0,04 - 0,06. Tämä arvo vaihtelee hieman riippuen muun muassa kuormituksesta ja vastapinnan pinnankarheudesta.

Valmistajalta saatujen tietojen mukaan arvo olisi 0,06. Tätä arvoa verrattaessa esimerkiksi polyuretaanin (PUR) arvoon, joka on 0,25 – 0,6, havaitaan nelinkertainen kitkakertoimenarvo verrattuna teflonpinnoitteeseen nähden (The Engineer toolbox, 2015). Teflonin kitkakerroin pysyy matalana, mikäli pölyä ei pääse pintojen väliin. (LIITE 3.)

Koneen yläosaan kiinnitettävä, liukulevystä ja telineestä koostuvan rakenteen tarkoitus on muodostaa yhdessä koneen sivuseinän kanssa tiivistilan, josta pöly ja hiekka eivät pääsisi työskentelyalueelle. Vaunun sivuun asennettava

sivutiivistysten toisen puoliskon tehtävänä on tukea sisempää puoliskoa, jotta pölyn kerääntyminen ei kykenisi taivuttamaan sivutiivistysten sisemmän puoliskon runkoa.

Mahdollinen pölyn pääseminen teflonpinnoitteiden väliin kasvattaisi kitkakerrointa ja kulumista sekä sitä myötä vähentäisi sivutiivistimien käyttöikää.



KUVIO 10. Liukulevyllinen sivutiivistin

7 AIEMMIN KEHITETYT SIVUTIIVISTEVAIHTOEHDOT

7.1 Suorakaide PUR-palkki

Suorakaide PUR-palkki sivutiivistysmalli otettiin käyttöön, kun pyrittiin ratkaisemaan MSV 1655 -sivutiivistin mallissa ilmenneitä ongelmia uudella ratkaisulla. Ratkaisu haettiin takatiivistyksen käytössä olleesta mallista. Palaverin aikana yhteyshenkilö ei muistanut minkä takia kyseisestä mallista luovuttiin, joten tässä esiintyvät hyvien ja huonojen puolien esittelyt ovat arvioita.

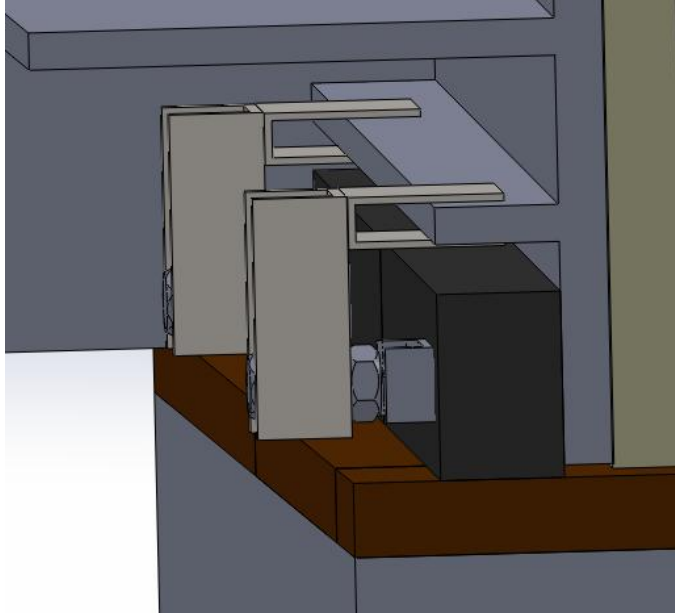
Tiivistysmekanismi koostuu tiivistysoosina toimivista polyuretaanipalkeista, näitä kannattelevista t-pulteista sekä sivulaitaan hitsatuista kiinnitysraudoista ja vastinkappaleista. Polyuretaanipalkin yläpinnassa on railo, mihin sijoitetaan T-pultin kanta. Tämän toinen pää kiinnitetään kiinnitysraudoissa oleviin reikiin.

Hyviä puolia ovat yksinkertainen rakenne. Tämä on eduksi asennuksen ja huoltamisen yhteydessä. Huono puoli on sama kuin nykyisessä takatiivistyksessä eli toistuva korkeuden säätämisen tarve. Muita huonoja puolia lienee pölyn pääseminen tiivistysoosan ja sivuseinän väliseen tilaan. Pölyn kertyessä tämä alkaa työntää tiivistyskappaletta ulospäin ja tuen puuttuminen ulommasta alareunasta myötä tätä liikettä.

Vastinkappaleen hyöty tässä sivutiivistys mallissa jäänee vähäiseksi. Tämä on seurausta vastinkappaleen sisälaidan ja polyuretaani-tiivistimen välisestä etäisyydestä. Ainoa tehtävä, joka vastinkappaleelle jää on vuotamaan päässeeseen pölyn kerääminen. Tämänkin tehtävän suorittamisessa esiintyi ongelmia. Päältä avoin rakenne mahdollistaa tuulen nostamaan pölyn ilmaan. Myös rakenteesta johtuu se, että mahdollinen kerääntynyt pöly pääsee vuotamaan koneen alkupäässä. Vuoto tapahtuu koneen ollessa käynnissä ja vastinkappaleen siirtyessä pois päin päätylaidasta.

Nykyisin käytössä olevassa takatiivistyksessä tiivistyskappaletta tuetaan erillisellä korvakkeella. Kyseinen tuentamalli ei liene kovin käytännöllinen sivutiivistyksessä huollettavuuden ja painonhallinnan kannalta. (KUVIO 11.)

Tiivistyskappaleen liikkumisen estäminen sivuttaissuuntaisesti parantaisi sivutiivistimen toimintaa.



KUVIO 11. PUR-palkki sivutiivistin parannuksella

7.2 BVA1635

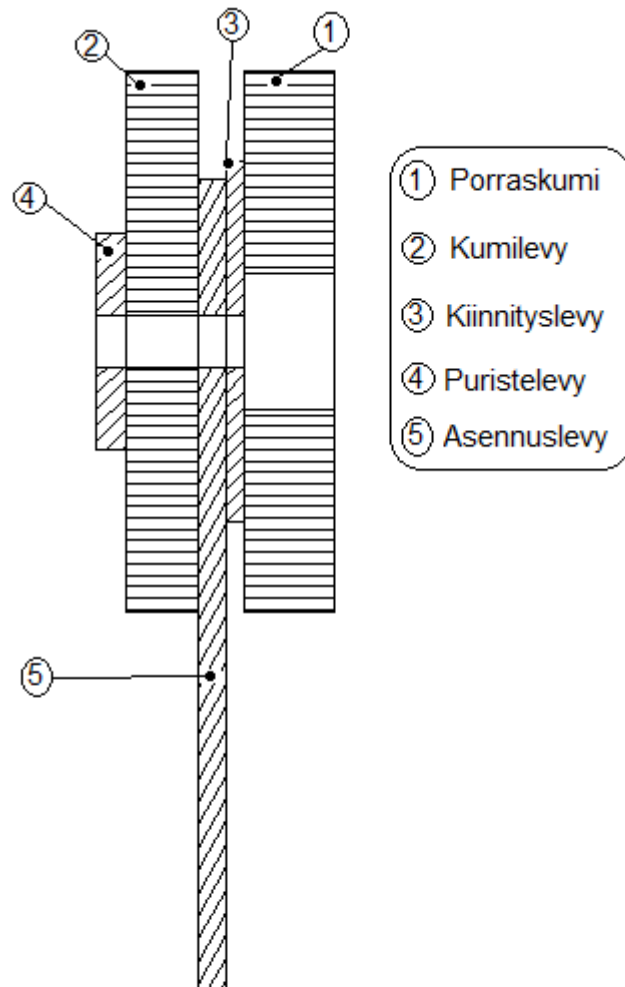
BVA1635-sivutiivistin on suunniteltu 80-luvulla Roxon Oy:n ollessa osa Kone-konsernia. Koska tätä mallia ei ole käytetty moneen vuoteen, kenelläkään Sandvikillä työskentelevä ei pysty sanomaan, minkä takia tätä mallia ei enää käytetä ja minkälaisia ongelmia kyseisessä mallissa oli. Tämän takia tässä luvussa olevat hyvien ja huonojen puolien esittelyt ovat arvioita.

Rakenne koostuu asennuslevystä, porraskumista, kiinnityslevystä, puristelevystä, asennuslevystä ja L-kirjaimen muotoisesta vastinkappaleesta (KUVIO 12).

Vanhoista kuvista ei pysty päättämään vastinkappaleen asennuskohtaa tarkalleen. Kuvista voidaan kuitenkin arvioida vastinkappaleen olleen joko tiivistysosien suuntaisesti asennettu tai laitteen sivulaidan suuntaisesti asennettu.

Hyvä puoli tässä mallissa on se, että koneiden alku- ja loppupäiden välisellä leveysellä, olkoon se pieni taikka suuri, ei ollut suurta merkitystä sivutiivistysmekanismin osille. Ainoastaan asennuksessa oli huomioitava vastinkappaleen kiinnityskohdat, jotta tiivistysosien yläpinnat olivat kosketuksessa vastinkappaleen pinnan kanssa. Huonoja puolia ovat monimutkainen rakenne ja tiivistinrakenteen toiminnallisuuden koneelta vaatima tietyn muotoinen päätylaita.

Monimutkaisella rakenteella tarkoitetaan porraskumin, joka toimii sisimmäisenä tiivistinkumina, ja teräksisen kiinnityslevyn välistä liimakiinnitystä. On mahdollista, että liimakiinnitys pettää kitkan kasvaessa porraskumin ja vastakappaleen välissä. Kitkakertoimen nouseminen syynä on pölyn ja hiekan pääseminen porraskumin ja vastakappaleen väliin. Porraskumin kiinnitystavalla on myös toinen huono puoli. Se on pitkä huoltoaika, joka muodostuu vanhan porraskumin poistosta ja uuden liimakiinnityksen kuivumisesta. BVA1635-sivutiivistimen tiivistinosat ovat kiinnitetty vaunun sivulaitaan. Sivutiivistimen toimintaedellytyksenä, jonka toimintaperiaatteena on kotelointi, on esteetön liikkuminen vaunun mukana. Toiminnalle ei olisi edellytyksiä, jos laitteen päätylaita ei olisi sivuilta avoinna. Sivutiivistimen vaatimus päätylaidan muodosta estää sivutiivistimen käytön.



KUVIO 12. BVA1635

7.3 Sivutiivistimien vertailu

Tässä luvussa vertaillaan sivutiivistimiä. Vertailussa ovat nykyinen, käytöstä poistetut ja työssä suunnitellut sivutiivistimet. Vertailun ominaisuuksien alkuarvot ovat 20, mitkä laskevat havaittujen epäkohtia takia (taulukko 1).

Arviointikriteerien selitykset ovat seuraavat:

- Yhteensopivuus: Tarkoitetaan tiivistysmekanismin istuvuutta käyttökohdeena oleviin laitteisiin.
- Tiiviyys: Tarkoitetaan tiivistysmekanismin kykyä pitää kotelointi yhtenäisenä laitteen käytön aikana.
- Käyttötehokkuus: Tarkoitetaan tiivistinmateriaalien käyttöprosenttia.
- Yksinkertaisuus: Korreloi valmistuksen ja huollon helppoutta.
- Siirtymä: Tarkoitetaan tiivistinmateriaalin siirtymistä pois suunnitellulta asemalta. Tämän kohdan pisteytys on kääntäen verrannollinen, eli mitä vähemmän siirtymää, sitä parempi arvio.

Taulukko 1. Sivutiivistimien vertailutaulukko

Ominaisuudet	Maksimi	MSV1655 sivutiivistin	Lasikuituverho sivutiivistin	Kumi-verho sivutiivistin	Liukulevyllinen sivutiivistin	MSV1655 sivutiivistin parannuksilla
Yhteensopiavuus	20	15	20	20	20	20
Tiiviyys	20	15	20	20	15	20
Käyttötötehdokaus	20	15	20	20	20	20
Yksinkertaisuus	20	13	10	15	15	10
Siirtymä	20	15	10	20	20	20
Yhteensä	100	73	80	95	90	90

•

Taulukko 1. Sivutiivistimien vertailutaulukko

Ominaisuudet	Maksimi	Suorakaide PUR-palkki	BVA1635
Yhteensopiavuus	20	20	10
Tiiviyys	20	10	20(10)
Käyttötötehdokaus	20	10	15
Yksinkertaisuus	20	20	10
Siirtymä	20	10	15
Yhteensä	100	70	70(60)

•

7.4 Sivutiivistimien vertailun loppupäätelmät

Yhteensopivuudessa kaikki muut, paitsi nykyinen sivutiivistin ja BVA 1635 saavuttivat täydet pisteet. Nykyisellä sivutiivistimellä pisteitä pudotti sisemmän kumitiivistimen asennuksen epäonnistuminen joillain laitetyypeillä. BVA 1635:n pisteitä laski vaatimus toiminnalle, jossa laitteella pitäisi olla tietyn tyyppinen päätylevy. Jos tämä vaatimus ei täyty, jouduttaisiin tiivistinmekaniikka asentamaan päätylevystä laitteen syöttöliikkeen etäisyydellä. Tällöin pöly ja hiekka pääsisivät vuotamaan.

Tiiveyden vertailussa nykyisen parannettu versio, lasikuitu- ja kumiverho saavuttivat täydet pisteet. Nykyisellä sivutiivistimellä pisteitä laski vastinkappaleen ja tietyissä tapauksissa sisemmän kumitiivistimen siirtyminen. Liukulevyllisen sivutiivistimen pisteitä pudotti vastinkappaleena toimivan liukulevyparin siirtyminen. Suorakaide PUR -palkin pisteitä laski kulutuksesta johtuva säätämisen tarve. Säätämisten välillä tämä voi alkaa vuotamaan.

Käyttötehokkuudessa parhaimmat pisteet saivat nykyisen sivutiivistimen parannettu versio, liukulevyllinen sivutiivistin, lasikuitu- ja kumiverhosivutiivistin. Nykyisellä sivutiivistimellä pisteitä laski uloimman tiivistinkumin toiminnan keskeytyminen, mikä johtuu vastinkappaleen siirtymisestä. BVA 1635:n pisteitä laski uloimman tiivistinlevyn käytännönhyödyn puuttuminen. PUR-palkki sivutiivistimen käyttötehokkuutta laskee vähäinen kulutustoleranssi. Tämä on seurausta t-pulttien lyhyestä pituudesta.

Yksinkertaisuudessa parhaat pisteet sai PUR-palkkisivutiivistin. Toiseksi parhaiten suoriutuivat kumiverho ja liukulevyllinen tiivistin. Toiseksi viimeiseksi tuli nykyinen sivutiivistin kaksinkertaisen kumilevytiivistinmekaniikan takia. Heikommin pärjäsivät lasikuituverho tukilevyjen tarpeellisuuden johdosta ja nykyisen sivutiivistimen paranneltu versio materiaalin poiston ja lisävastinkappaleen takia sekä BVA 1635:n liimattavan kumilevyn seurauksena.

Siirtymässä parhaiten suoriutuivat kumiverhollinen jäykähkön kumin takia sekä liukulevyllinen metallirunkojen takia ja nykyisen paranneltu versio materiaalinpoiston ja lisävastinkappaleen seurauksena.

Lopullisessa pisteen laskussa parhaiten pärjäsi kumiverhollinen sivutiivistin. Pidemmän aikavälin ratkaisuksi suositellaan kumiverhollista sivutiivistintä.

Toiseksi eniten pisteitä saivat nykyisen sivutiivistimen paranneltu versio ja liukulevyllinen sivutiivistin. Suositukseksi lyhyemmän aikavälin ratkaisuksi suositellaan sitä, että laitteissa joissa on käytössä nykyinen sivutiivistin, päivitetäisiin tässä opinnäytetyössä esitetyin tavoin. Tämä ratkaisu oli parempi kuin liukulevyllisen sivutiivistimen tiiveyden osalta. Sekä liukulevyllisen pte-pinnoitelevyn ja telineen muodostaman rakenteen kiinnittäminen haluttuun kulmaan että käyttäytyminen suunnitellulla tavalla sivutiivistimen tarkoitetussa käyttöympäristössä on epävarmaa.

8 TAKATIIVISTIMET

8.1 Nykyinen takatiivistys

Nykyinen takatiivistys koostuu pysty- ja vaakatuista, kulmatangosta, kumilevystä (Shore60A) ja polyuretaanitiivistyslevystä (Shore46D). Kumilevyllä on rakenteessa kaksi tehtävää: Ensimmäinen on siirtää vaakatuon synnyttämä paine tasaisesti polyuretaanilevyille, mikä ei ole aivan suora. Toinen on toimia lisätiivistyksenä. (KUVIO 13.)

Tiivistinlevyjen kuluessa paine, joka tulee pystytuelta, vähenee. Tämän seurauksena takatiivistin rupeaa vuotamaan. Vuodon tyrehtyttämiseksi täytyy ylätuon ruuveja kääntää, jolloin tiivistinlevyillä on haluttu paine.

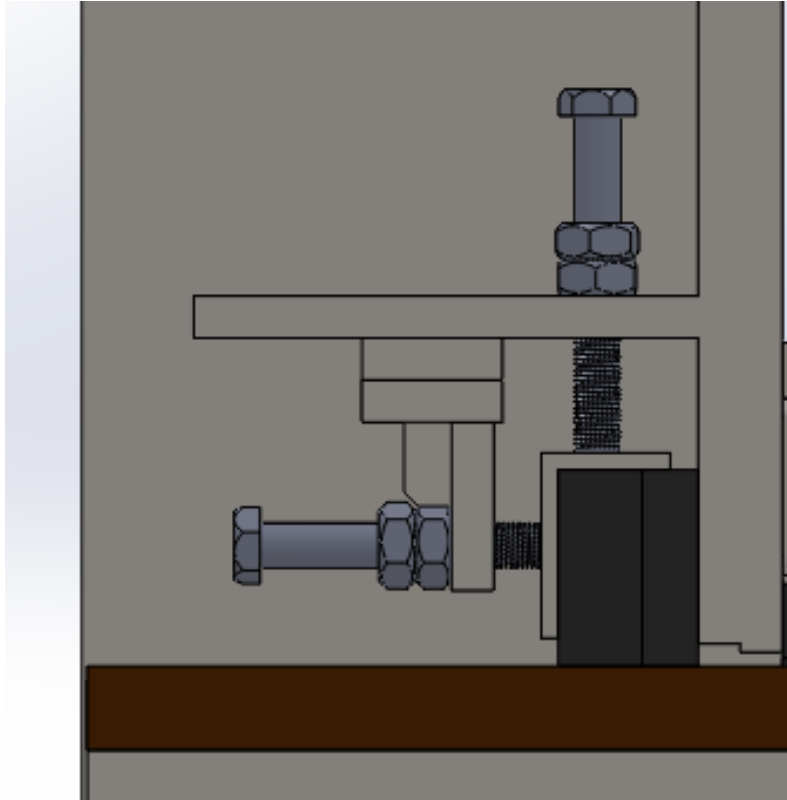
Hyviä puolia ovat yksinkertainen rakenne ja siitä johtuvat helppo huolettavuus ja keveys.

Huono puoli on kulmatangon asettama käyttörajoitus kumi- ja polyuretaanilevyille. Tämän takia tiivistysmekanismin käyttötehokkuus laskee.

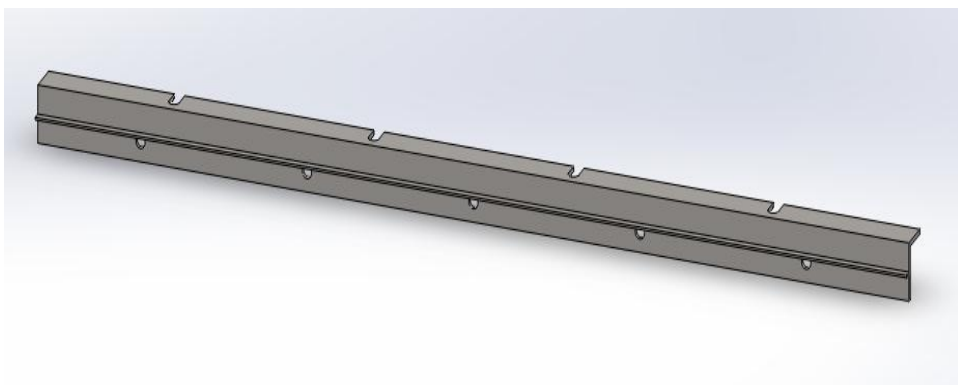
Ensimmäisessä ehdotuksessa kulmatangon alapuolelle, kumi- ja polyuretaanilevyn päälle, asetettaisiin lattatangosta tehty puristelevy. Tämän päät olisi taitettu alaspäin, jolloin levy pysyy tarkasti tiivistinlevyjen päällä. Jotta puristelevyä voidaan käyttää, täytyy vaakatuon antavaa kulmatankoa muokata. Alla on kuvio muokatusta kulmatangosta. (KUVIO 14.)

Ensimmäinen ehdotus on, että kulmatangon vaakapinnan alapuolelle kiinnitettäisiin lattatangosta ja ruuveista muodostuva puristin. Puristimen avulla kyettäisiin käyttämään kumi- ja polyuretaanilevyt tehokkaammin. (KUVIO 15.)

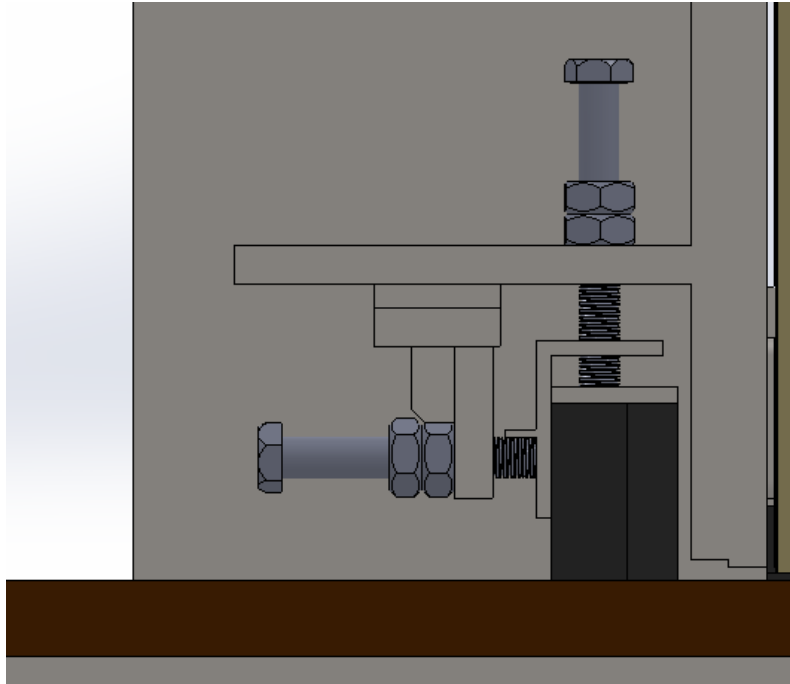
Toisessa ehdotuksessa kumi- ja polyuretaanilevyt käännettäisiin vaakatasoon, jolloin jälkimmäinen olisi alimmaisena. Tällä tavoin polyuretaanilevyn käyttötehokkuus nousee ja kumilevy kuluminen lakkaa.



KUVIO 13. Nykyinen takatiivistin



KUVIO 14. Muokattu kulmatanko



KUVIO 15: Nykyinen takatiivistin parannuksilla

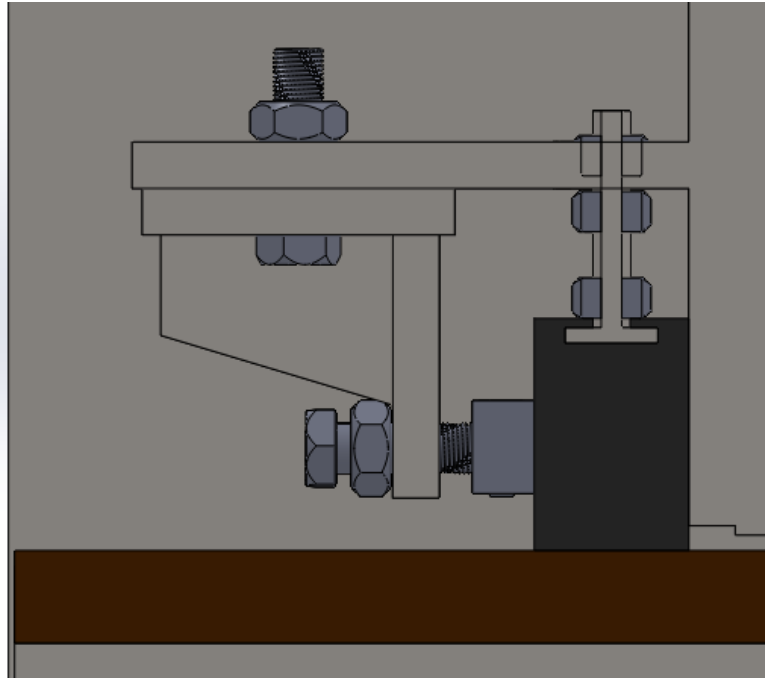
8.2 Takatiivistin polyuretaanipalkilla

Takatiivistin polyuretaanipalkkirakenne on korvattu uudella rakennetyypillä.

Rakenne koostuu polyuretaanipalkista, vaakaturkikorvakkeesta ja ruuveista. (KUVIO 16.)

Hyviä puolia ovat hyvin yksinkertainen rakenne. Huonoja puolia ovat tiivistyspalkissa käytettyjen t-pulttien pituus ja kiinnityskohta. Toinen huono puoli on pieni kulutusvara, minkä takia käyttötehokkuus jää pieneksi.

Käyttötehokkuutta kyettäisiin lisäämään poistamalla laippa, joka toimii t-pulttien kiinnityspisteenä, ja käyttämällä pidempiä t-pultteja. Pidempien pulttien avulla kiinnityspiste voitaisiin siirtää laippaan johon vaakaturkikorvake on kiinnitetty.



KUVIO 16. PUR-palkki takatiivistin

8.3 Takatiivistin MP3398-N1

Tiivistysmekanismi koostuu kuudesta jousesta, jousien tukirakenteista, kiinnitystarvikkeista, polyuretaani- ja kumilevystä.

Jousia käytetään pitämään tiivistyslevyjä vasten kulutuslevyä.

Hyvänä puolena on automaattinen kulutuksen kompensointi. Jousien avulla tiivistyslevyt pysyvät kulumisesta huolimatta tiukasti kulutuslevyä vasten.

Huonoja puolia ovat rakenteen suuri paino. Tämä vaikeuttaa laitteen huoltoa. Toinen huono puoli on kulmatangon käyttö vaakatukena. Kulmatangon pystysuoran pinnan alareunan läheisyys vaunun kulutuslevyyn estää tiivistyslevyjen tehokkaamman käytön.

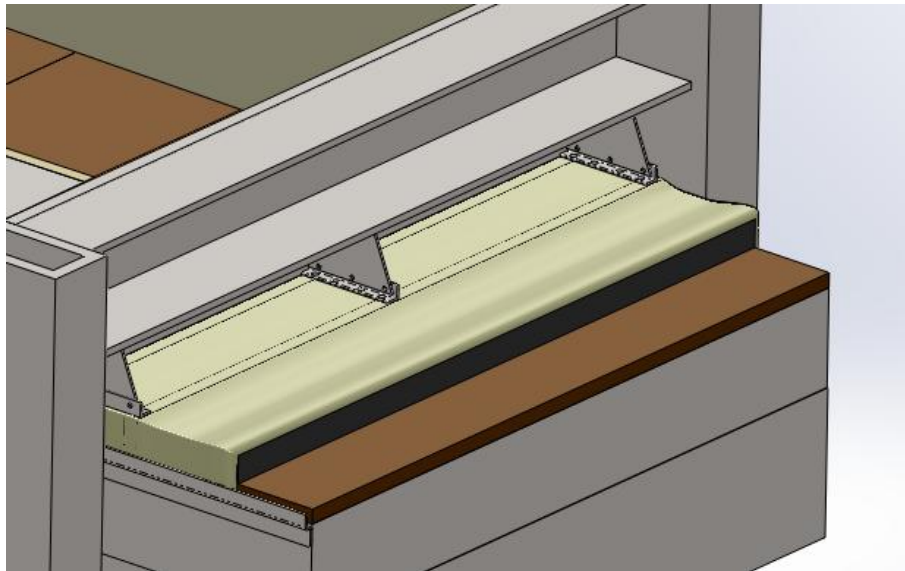
8.4 Lasikuituinen takatiivistys

Rakenne koostuu lasikuitukankaasta, kannatinrakenteista ja kiinnitintarvikkeista. Lasikuitukangas on yhdistetty sekä koneen yläosaan asennettuihin

kannatinrakenteisiin että vaunuun kiinnitettyyn polyuretaanipalkkiin. (KUVIO 17.)

Koneen ollessa toiminnassa vaunuun yhteydessä oleva lasikuitukankaan osio taittuu sisälle ja ulos laitteen yläosaan kiinnitetystä lasikuitukankaan muodostamasta kotelosta. (TEXpro, 2015)

Mahdollinen ongelma syntyy lasikuitukankaan taitoksessa. Tässä kohdin väsymislujuus saattaa ylittyä, jolloin kangas alkaa rikkoutua ja vuotamaan.



KUVIO 17. Lasikuidullinen takatiivistin

8.5 Takatiivistimien vertailu

Tässä luvussa arvioidaan takatiivistimiä. Vertailussa ovat nykyinen, käytöstä poistetut ja työssä suunnitellut takatiivistimet. Arvioinnin pisteytyksessä alkuarvot ovat 20, mitkä laskevat havaittujen epäkohtien takia. Ennen arviointitaulukkoa ovat arviointikriteerien selitys.

- Tiiveys: Tarkoitetaan tiivistysmekanismin kykyä pitää kotelointi yhtenäisenä laitteen käytön aikana.
- Käyttötehokkuus: Tarkoitetaan tiivistinmateriaalien käyttöprosenttia.
- Yksinkertaisuus: Korreloi valmistuksen ja huollon helppoutta.

Taulukko 2. Takatiivistimien vertailu

Ominaisuudet	Maksimi	Nykyinen takatiivistys	PUR-palkki takatiivistys	Takatiivistin MP3398-N1	Lasikuitukangas takatiivistin	Mykyisen takatiivistin paranneltuversio
Tiiveys	20	15	15	20	20	15
Käyttötötehoisuus	20	10	10	10	15	20
Yksinkertaisuus	20	15	15	15	10	15
Paino	20	20	20	10	20	20
Yhteensä	80	60	60	55	65	70

8.6 Takatiivistimien vertailun loppupäätelmät

Nykyisellä polyuretaanipalkki takatiivistimellä ja nykyisen parannellulla takatiivistimillä tiiveyden pisteitä pudotti ylätuen manuaalisen säätämisen tarve. Takatiivistimellä MP3398-N1 ja lasikuitukangas takatiivistimellä säätämistä ei tarvita. MP3398-N1:llä jouset suorittavat säätämisen automaattisesti ja lasikuitukankaisella minkäänlaista säätämisen tarvetta ei ole.

Käyttötehokkuus on paras lasikuitukankaisella, millä ei varsinaisesti ole kuluvia tiivistinsia. Toiseksi tuli nykyisen takatiivistimen paranneltu versio. Ylätuen muokkauksella kyetään lisäämään tiivistinlevyjen käyttöprosenttia. Muilla takatiivistintyypeillä tiivistinlevyjen käyttöprosenttia rajoitti kulmatanko.

Yksinkertaisuudessa nykyinen ja nykyisen paranneltu versio sekä polyuretaanipalkki takatiivistin ja MP3398-N1 saavuttivat saman pistemäärän. Näilläkin pistemäärää pudotti vaakatuon poistamisen tarve huollon yhteydessä. MP3398-N1:llä pisteitä laski jousipakkojen käsittely, mutta pisteitä nosti vaakatuon käsittelyn helppous. Lasikuitukankaalla pistemäärää pudotti asennuksessa vaadittavien työvaiheiden määrä.

Kaikilla muilla, paitsi MP3398-N1:llä, paino on noin 30 kg:n tasolla. MP3398-N1:llä paino nousi lähes 250 kg:n tasolle. Tämän tasoinen paino vaikeuttaa asennusta, minkä takia tämä sai vain 10 pistettä.

Yhteenlaskettujen pisteiden mukaan parhaimmaksi tuli nykyisen takatiivistimen paranneltu versio. Tämän käyttönotossa ei liene kiirettä johtuen tiivistinlevyjen huoltokustannuksista, mitkä ovat pienet.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön toimeksiantona olleet sivu- ja takatiivistimien asennusongelmat ja kehitysratkaisujen löytäminen kyettiin toteuttamaan. Sivutiivistimien osalta MSV1655:n paranneltu versio osoittautui toteuttamiskelpoisimmaksi. Tämä oli seurausta vähäisen muokkaamisen tarpeesta MSV1655:n rakenteeseen. Paranneltu versio kiinnosti Sandvikin yhteyshenkilöä, sillä mallin sisemmän tiivistinkumin materiaalin poisto mahdollistaisi paksumpien tiivistinkumien käytön. Paksumman tiivistinkumin käytöllä saavutettaisiin pidemmät huoltovälit. Tämän ansiosta kustannukset olisivat pienemmät Sandvik Mining and Construction Oy:lle ja tämän asiakkaille. Nykyisen takatiivistimen parannusehdotuksella pystyttäisiin pidentämään suurempien huoltojen aikaväliä tiivistinlevyjen käyttötehokkuuden kasvamisen johdosta.

Parannusehdotuksien mahdollisesta käyttöönotosta päätetään myöhemmin yrityksessä tarkemman tarkastelun jälkeen.

LÄHTEET

Toivonen, M. 2010. Kiviainestuotannon pölypäästöt. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Sandvik. 2015a. Annual Report 2014 [viitattu 24.4.2014]. Saatavissa: http://www.sandvik.com/globalassets/sandvik_ar_2014_engprintedversion.pdf

Sandvik. 2015b. Products:Screens[online]. [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://sandvikmobiles.com/en/products/screens>

Sandvik. 2015c. SS Free-Fall Screens[online]. [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://mining.sandvik.com/en/products/equipment/crushing-and-screening/screens-and-feeders/ss-free-fall-screens>

Sandvik. 2015d. Syötin SH1661[online]. [viitattu 6.5.2015] Saatavissa: http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/S003715.nsf/GenerateTopFrameset?ReadForm&menu=&view=http%3A//www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/global/S003713.nsf/Alldocs/Products*5CCrushers*and*screens*5CFeeders*2ASH*feeders&banner=/sandvik/0120/Internet/Global/S003715.nsf/LookupAdm/BannerForm%3FOpenDocument

Sandvik. 2015e. Sandvik Mining and construction Oy[online]. [viitattu 24.4.2015] Saatavissa:

http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/1181/Internet/FI02071.nsf/GenerateTopFrameset?ReadForm&menu=&view=http%3A//www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/1181/Internet/FI02072.nsf/Alldocs/Contact*us*2AProduction*units&banner=/sandvik/1181/Internet/FI02071.nsf/LookupAdm/BannerForm%3FOpenDocument

TEXpro, 2015. TEXpro Oy[online]. [viitattu 24.4.2015] Saatavissa: <http://www.texpro.fi/index.php/tuotteet/kuitutuotteet/kankaat>

The Engineer toolbox, 2015. The Engineer toolbox[online]. [viitattu 7.4.2015] Saatavissa: http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html

LIITE 1. Saatavissa:


http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/1181/Internet/FI02072.nsf/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/c2256af600514c01c125782d003200e1/Rt_Body/0.218!OpenElement&FieldElemFormat=jpg

LIITE 2.Saatavissa: http://blog.polytek.com/wp-content/uploads/2013/09/Shore-Hardness-Scale_Polytek.jpg

LIITE 3. Saatavissa: <http://www.pipingtech.com/products/slideplates.html>

LIITTEET

LIITE 1



Sandvik Mining and Construction tarjoaa maailman laajimman tuotevalikoiman laitteita kaivonporaukseen, louhintaan, murskaukseen, rikoukseen ja materiaalin käsittelyyn.

Sandvik Mining and Construction  (Kaikki Sandvikin web-sivut)

Paasivu **Tuotteet** **Utiset** **Yritysinfo** **Yhteystiedot**

Yritysinfo

- > Sandvikin historia
- > Tietoa sijoittajille
- > Avainluvut
- > Sandvik esitefilmi
- > Työpaikat

Yritys >
Avainluvut

Sales (BSEK)



Vuosi	Sales (BSEK)
2005	20
2006	25
2007	32
2008	38
2009	35
2010	38

Number of employees

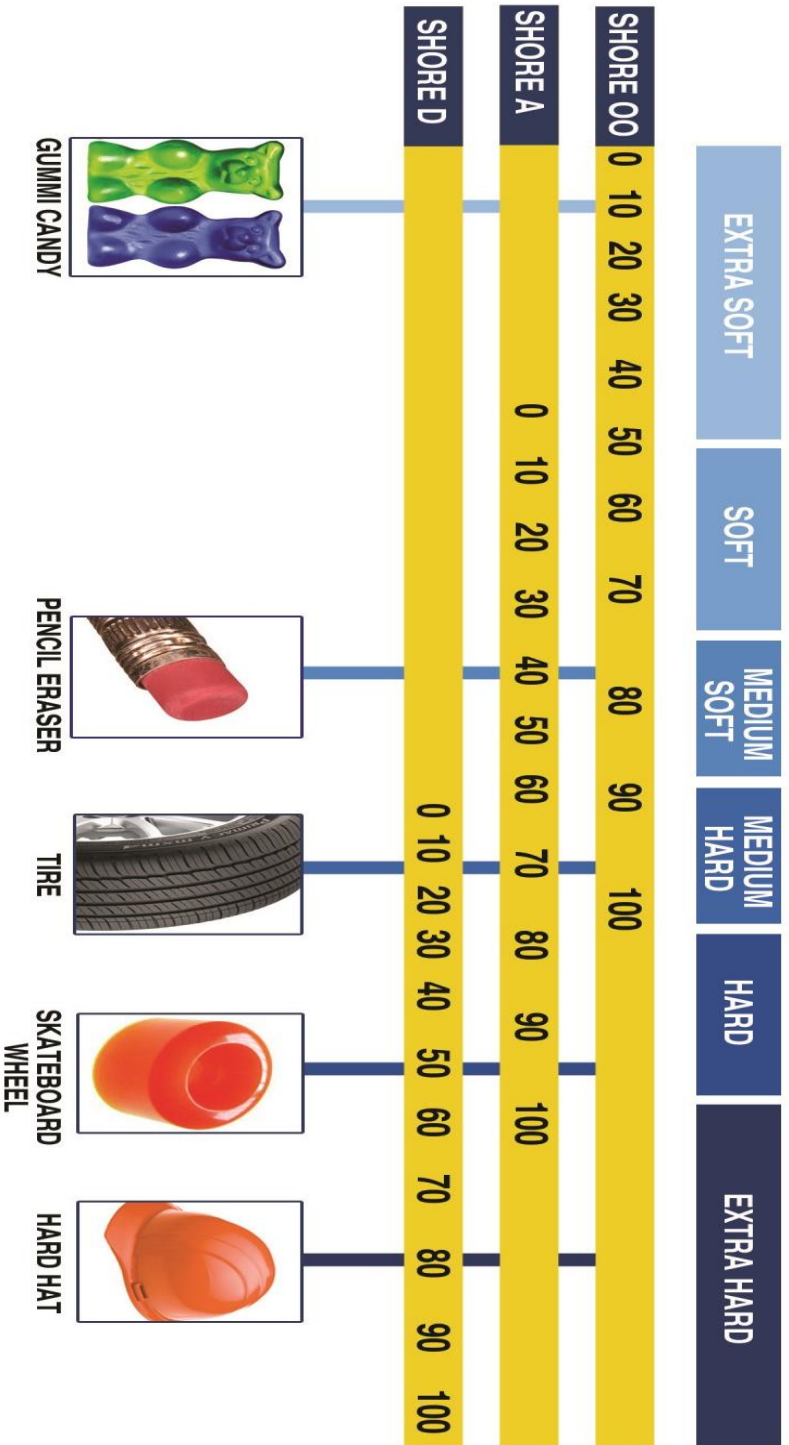


Vuosi	Number of employees
2005	10 500
2006	12 000
2007	13 500
2008	16 000
2009	15 500
2010	16 500

Strukturia **Ota yhteyttä** **Tuulosta sivu** **Lähetä sivu** **Jaa sivu**

Copyright © Sandvik Mining and Construction Finland Oy, PL 100, 33311 Tampere, Puh. +358 205 44 121, info.finland@sandvik.com

Shore Durometer Hardness Scales



PTFE, 25% GLASS FILLED, SPECIFICATIONS

SLIDE PLATES

MECHANICAL	PROPERTY	VALUE	ASTM TEST METHOD
	Specific Gravity Measured	2.1 - 2.3	D638
	Water Absorption (%)	0.013	D570-59T
	Hardness, Shore D @ 78 °F @ 300 °F	57 56	D2240
	Wear Factor K	less than 10 x 10 ⁻¹⁰	
	Tensile Strength (PSI)	2,000 min.	D1457-56T
	Tensile Elongation (%)	200 - 250	D1457-56T
	Flexural Strength (PSI)	606	D790-59T
	Modulus (PSI)	2.39 x 10 ⁸	D638
	Compressive Strength (PSI) 0.2% offset	1870	D695-54
	Deformation at 78 °F, 2000 PSI 24 hr. Permanent Deformation (%)	7.1 3.9	D621-59 (modified)
	Deformation at 78 °F, 2000 PSI 100 hr. Permanent Deformation (%)	8.9 4.4	
	Coefficient of Friction	0.06 for loads > 500 PSI static	Modified
ELECTRICAL	PROPERTY	VALUE	ASTM TEST METHOD
	Dielectrical Strength in air (v per mil)	327	D149A
	Dielectrical Constant @ 60 cps	2.63	D150-54T
	Volume Resistivity (ohm-cm)	10 ¹¹	D257-57T
THERMAL	PROPERTY	VALUE	ASTM TEST METHOD
	Coefficient of Linear Thermal Expansion (per °F)	6.98 x 10 ⁻⁶	D694-44
	Coefficient of Thermal Conductivity (Btu-in.) hr-sq. (ft. °F)	3.12	Cenco-Fitch
	Continuous Service Temperature (°F)	550	Various
	Weatherability	Unaffected	Physical exposure

