

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Ville Lipasti

2008

VALMISTUSPROSESSISSA YLIJÄÄVÄN KUMIMATERIAALIN
MÄÄRÄN VÄHENTÄMINEN

Tekniikka Rauma

Logistiikan koulutusohjelma

VALMISTUSPROSESSISSA YLIJÄÄVÄN KUMIMATERIAALIN MÄÄRÄN VÄHENTÄMINEN

Lipasti, Ville
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Rauma
Logistiikan koulutusohjelma
Asiakas: Teknikum Oy Vammala
Valvoja: Markku Pulkkinen
Kesäkuu 2008
Ohjaaja: logistiikan tuntiopettaja Heikki Leino
Sivumäärä: 42
UDK-luokka: 658.5; 504
Asiasanat: kumi, prosessi, jäte, kumiletku

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli löytää keinoja valmistusprosessista syntyvien jätteiden määrän vähentämiseksi Teknikum Oy:n letkutuotannossa Vammalassa. Jätteellä ei tarkoiteta pelkästään kaatopaikkajätettä, vaan sitä ylijäämää, jota syntyy valmistusprosessista. Kumin uniikeista ominaisuuksista johtuen sitä ei voi säilyttää pitkiä aikoja, vaan se vanhenee käyttökelvottomaksi, mutta tehokkaamalla varastonhallinnan ja kiertonopeuden parantamisella voisi olla mahdollista saavuttaa säästöjä jätteidenkäsittelyyn. Tässä työssä etsittiin mahdollisuuksia säästöjen saavuttamiseen.

Tutkielman teoreettisessa osuudessa käsiteltiin kattavasti kaikki eri kumityypit, koska niiden eri ominaisuudet antavat kumituotannolle sen uniikin leiman. Samasta syystä tässä tutkielmassa esitettiin kaikki kumin valmistuksessa käytetyt menetelmät.

Lisäksi tässä esitellään letkutuotanto prosessina. Teknikum Oy:n eri osastoista valittiin letkutuotanto tarkastelun kohteeksi, koska siellä olivat suurimmat kehittämismahdollisuudet. Tarkoituksena oli korostaa letkuvalmistuksen omaleimaisuutta verrattuna muuhun tuotantoon. Letkutuotannon ongelmakohdat tuotiin myös esille.

Opinnäytetyössä käsiteltiin tuotannon ylijäämiä, mistä syistä niitä syntyy, ja palautuskumien käsittelyyn liittyvää problematiikkaa. Lopuksi esitettiin mahdollisia parannusehdotuksia.

REDUCING THE RESIDUE OF RUBBER MATERIAL IN THE MANUFACTURING PROCESS

Lipasti, Ville
Satakunta University of Applied Sciences
School of Technology Rauma
Logistics
Commissioned by Teknikum Oy Vammala
Supervisor: Markku Pulkkinen
June 2008
Tutor: Heikki Leino, MSc (Eng)
Number of pages: 42
UDC: 658.5; 504
Keywords: rubber, process, waste, rubber hose

The purpose of this thesis was to try to find means to reduce the amount of the waste resulting from the manufacturing process in Teknikum Oy. Vammala. Waste means the excess material from the manufacturing process. Due to the unique qualities of rubber, rubber cannot be stored for long periods of time, because it ages into the state of unusability. Using more efficient warehousing management and faster turnover, it might be possible to achieve cost savings in waste disposal.

In the theoretical part of the thesis all the rubber types were discussed thoroughly, because their different characteristics give rubber manufacturing its unique nature. Due to the same reason all the processes in rubber manufacturing were thoroughly presented in this thesis. The largest development opportunities were to be found in operation of the hose department.

The entire rubber hose manufacturing was presented thoroughly, underlining the black spots of the process. The reasons why the surplus arises and the problematics of handling the return rubber were also presented. Finally possible proposals for improvement were presented.

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Teknikum Oy:lle Vammalassa vuoden 2008 alkupuolella Satakunnan ammattikorkeakoulun Tekniikka Rauman logistiikan AMK-insinöörikoulutuksen opinnäytetyönä.

Tämä opinnäytetyöni käsittelee valmistuksesta ylijäävien kumimateriaalien määrän vähentämistä ja käy läpi nämä syyt, joiden vuoksi niitä jää käyttämättä ja tarjoaa yhden mahdollisen vastauksen ongelmaan. Samalla se käy kattavasti läpi kumituotannon uniikit ominaispiirteet.

Työn valvojana on logistiikan tuntiopettaja Heikki Leino. Teknikumin puolelta työtä ovat ohjanneet Markku Pulkkinen ja Pekka Korpela, kaikille ym. suuret kiitokset. Markku Pulkkiselle vielä erityiskiitokset, koska hän tarjosi mahdollisuuden tälle työlle. Kiitokset on myös syytä kohdistaa kaikille tehtaan puolelle, jotka ehtivät kiireisiltä aikatauluiltaan vastailemaan tyhmiin kysymyksiin, erityisesti Kari Niemiselle. Myös vanhemmille kiitokset.

Raumalla 24. huhtikuuta 2008

Ville Lipasti

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 YRITYSESITTELY	8
3 TEORIAA	11
3.1. Jäte.....	11
3.2. Raakakumin valmistus	14
3.3. Kumityypit ja niiden ominaisuudet.....	14
3.3.1. Yleiskumit.....	15
3.3.2. Erikoiskumit.....	16
3.3.3. Kumin muut raaka-aineet.....	18
3.4. Kumisekoitus	19
3.5. Kumin työstäminen	21
3.5.1. Ekstruusio.....	21
3.5.2. Muottipuristus	22
3.5.3. Kalanterointi.....	22
3.6. Vulkanointi.....	23
4 TUOTTEET	24
4.1. Valmistus	24
4.2. Kumiletkut	25
4.2.1. Prosessin kulku	27
4.2.2 Ongelmakohdat	28
5 HUKATUT MÄÄRÄT	31
5.1. Syitä	31
5.2. Palautuskumit.....	33
5.3. Johtopäätös.....	34
6 PARANNUSEHDOTUS	35
6.1. Tilausten koordinointi	36

6.2. Valmistuserän mukainen järjestely	36
6.3. Esitys järjestelijästä.....	37
6.4. Henkilöstön asenne	38
7 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	42

1 JOHDANTO

Teknikum Oy Vammalassa valmistaa kumituotteita, pääasiallisesti muoviletkuja ja muottituotteita. Yrityksen valmistusprosessista jää paljon hyödyntämätöntä kumimateriaalia yli, jonka määrästä ja laaduista ei ole täyttä selvyttä. Ylimääräinen kumimateriaali kerätään yrityksessä yhteen ja se heitetään vanhennuttuaan käyttökelvottomana jätteidenkäsittelyyn, mistä aiheutuu vuositasolla tuntuvia kuluja. Valmistusprosessista yli jäävä materiaali kerätään kyllä hyvin talteen. Tuotannon suunnittelulla ei ole kuitenkaan minkäänlaista tietoa tehdessään uusia raaka-ainetilauksia siitä, mitä määriä kumisekoitteita vielä löytyy omista varastoista. Nykytilanne, joka nojautuu enemmälti yksittäisten työnjohtajien muistin varaan, on pitkällä aikavälillä sietämätön.

Tämän insinööriyön tarkoitus on ensinnäkin tehdä selvitys, miten prosessi etenee nykymuodossaan. Käydään läpi tuotantoprosessi ja sen mahdolliset ongelmakohdat. Mietitään syitä, mistä johtuu, että materiaalia jää yli. Lopuksi esitetään mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja.

Varsinaisena käytännön tavoitteena on löytää yritykseen selkeä toimintamalli, jonka avulla pystytään entistä paremmin pysymään selvillä mitä kaikkia raaka-aineita on. Tämän jälkeen, kun on saatu luotua keinot, tarvitsee ne tuoda osaksi yrityksen toimintaa ja ottaa käyttöön. Kun on parempi käsitys, mitä kaikkea löytyy omasta hyllystä, voidaan tätä tietoa käyttää paremmin hyväksi tuotannosuunnittelussa, ja toivottavasti saadaan lopputuloksena huomattavia säästöjä jätekuiluissa.

Tässä työssä keskitytään pääasiassa käsittelemään letkuosaston ja liitäntäletkuosaston toimintaa, koska etukäteiskatselussa juuri näillä kahdella osastolla on suurimmat kehittämismahdollisuudet ja suurimmat hyödyt.

2 YRITYSESITTELY

Teknikum-Yhtiöt Oy on yksi Pohjoismaiden johtavista polymeeriteknologiaan erikoistuneista konserneista. Teknikum-Yhtiöt Oy käsittää neljä tuotantoyhtiötä: Teknikum (muottituotteet, teollisuusletkut, TPE-tuotteet ja tuotekehitys), Kumijaloste (kumiointi, muottituotteet, telapääällysteet), Pucast (polyuretaanituotteet, Nyrim-tuotteet, nestesilikonituotteet) ja Teknikum Sekoitukset (kumisekoitukset, raaka-aineet). Konserni on perustettu vuonna 1989 jatkamaan Nokia Teollisuuskomponenttien perinnettä polymeerituotteiden valmistajana.

Konsernissa työskentelee yhteensä 400 ihmistä. Konsernilla on kansainvälistä toimintaa ja se pyrkii jatkuvasti laajenemaan. Konsernilla on käytössä laaja valikoima eri kumilaatuja ja muita polymeerejä, joista valitaan asiakkaalle kulloiseenkin käyttötarkoitukseen sopivin materiaali. Tuotteisto koostuu laajasta valikoituotteiden valikoimasta, jonka lisäksi yritys kehittää jatkuvasti asiakkaidensa tarpeisiin suunniteltuja asiakaskohtaisia polymeerituotteita. Yrityksen liiketoiminta-alueet ovat tekninen tukkukauppa, materiaalien käsittely, rakenneratkaisut ja polymeeriratkaisut.

Teknikum Oy Vammalassa valmistaa eri polymeereistä muottituotteita kerros- ja ruiskupuristustekniikalla. Vammalassa on ollut kumitoimintaa jo yli 50 vuotta, ja Teknikum on perustettu jatkamaan Nokia-yhtiöiden pilkkomisen jälkeen letkujen valmistamista. Vammalassa oli töissä vuonna 2007 217 henkilöä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2007 27,6 M €. Yrityksen konekanta mahdollistaa niin pienten kuin huomattavan suurienkin kumituotteiden valmistamisen. Yrityksen erityisosaamista on kumin ja metallin yhdistäminen eri tuotteissa. Yrityksen pääasiallinen käyttäjäkunta muodostuu teollisuusasiakkaista. Teollisuusletkut valmistetaan nykyaikaisissa tuotantotiloissa pitkälle automatisoiduilla tuotantolinjoilla. Letkujen valmistuspituus on yleensä 20 m ja halkaisija-alue on 8-700 mm. Yrityksen valmistusohjelmaan kuuluvat kaikki yleisimpiin käyttötarkoituksiin soveltuvat tekstiilivahvikkeiset teollisuusletkut, erilaiset liitântäletkut ja letkukäyrät. Lisäksi yrityksellä on valmiudet valmistaa asiakaskohtaisia erikoisratkaisuja ja letkukonstruktioita.

oita. Muovituoteosasto valmistaa ruiskupuristus- ja ekstruusiomenetelmillä asiakaskohtaisia erikoistuotteita, sekä vakiotuotteina myytäviä letkuja ja muottituotteita.

Teknikum Oy:ssä toimii myös konsernin tuotekehitysosasto, jonka toiminta jakaantuu sekoituskehitykseen, tuote- ja työkalusuunnitteluun sekä mittauspalveluun. Tuote- ja työkalusuunnittelu tähtäävät toimivan tuotteen luomiseen ja valmistusystävällisyyteen. Tuotteiden ja työkalujen suunnittelussa käytetään hyväksi moderneja tietoteknisiä välineitä. Yritys on pienten ja keskisuurten sarjojen valmistaja, maksimissaan tuotteen sarjakoko on 30 000 kpl/vuosi.

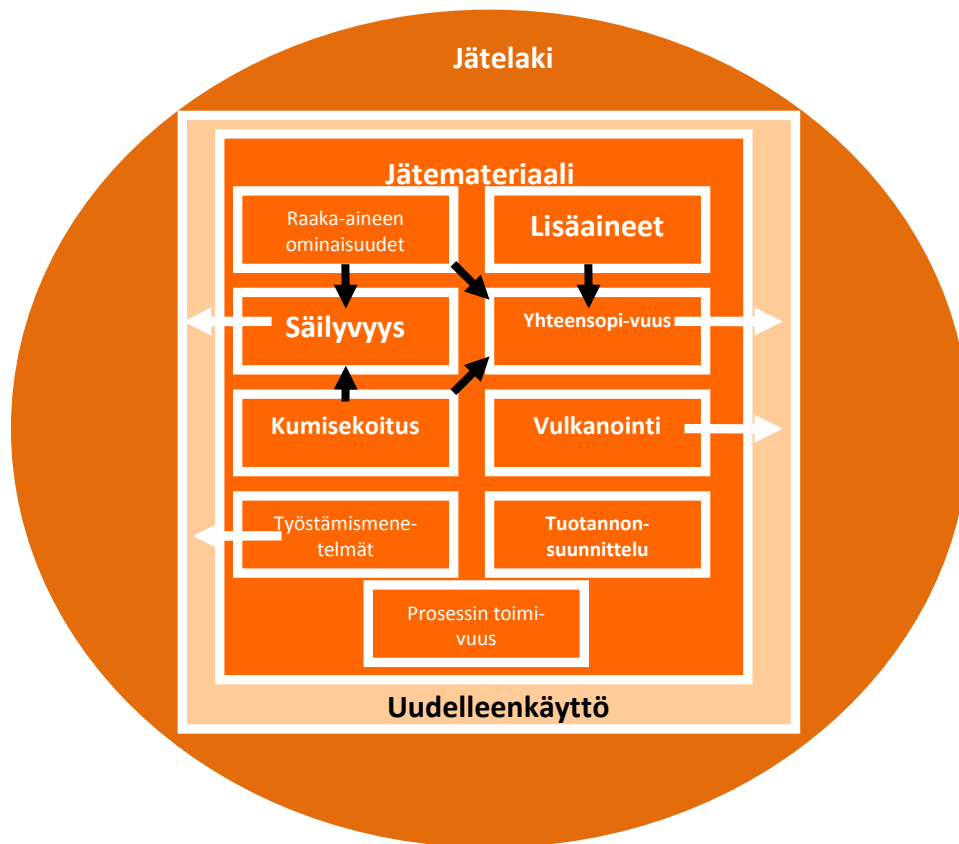
Kumijaloste Oy on erikoistunut toimimaan teknisten kumituotteiden alihankkijana. Tuotteet ja niiden valmistamiseen tarvittavat muotit ja kumisekoitukset valmistetaan omassa tehtaassa ja näin pystytään takaamaan joustavat toimitukset. Päällystys tehdään joko luonnonkumiin tai synteettisiin kumilaatuihin perustuvilla elastisilla materiaaleilla. Kumijaloste Oy on Suomen johtava orgaanisten pinnoitteiden toimittaja. Toimitukset ovat valmistavan teollisuuden alihankintaa tai teollisuuden kunnossapitoa palvelevaa toimintaa.

Pucast Oy valmistaa tuotteita mekaanisesti ja sähköisesti vaativiin käyttösovelluksiin. Polyuretaanielastomeerista valmistetuilla tuotteilla on erinomaiset mekaaniset ominaisuudet, kuten: kulumisenkesto, joustavuus, sitkeys ja hyvä kemiallinen kestävyys. Nylon-kumiyhdisteinen NYRIM omaa monia nylonin hyviä ominaisuuksia, kuten lujuuden, jäykkyyden, lämmön ja kemiallisen kestävyuden ja kumin joustavuuden ja sitkeyden. D-RIM ratkaisee monia elektroniikkateollisuuden ongelmia sähköisten ominaisuuksiensa vuoksi. LSR-nestesilikoni sopii vaativiin korkeisiin lämpötiloihin, ja samalla sen elastisuus toimii myös kylmissä olosuhteissa, ja se kestää hyvin sään ja vanhenemisen vaikutukset. Nestesilikoni vastaa lääke- ja elintarviketeollisuuden vaatimuksiin.

Teknikum Sekoitukset Oy valmistaa kumisekoituksia eri teollisuuden alojen tarpeisiin. Erikoiskumilaatujen osuus sekoitusten valmistuksessa on korkea. Sekoituksia tehdään joko asiakkaiden omien reseptien tai itse kehiteltyjen reseptien

pohjalta. Tuotantolaitos on pitkälti suunniteltu ja rakennettu nimenomaan kumiseosten valmistusta silmällä pitäen.

3 TEORIAA



Kuvio 1. Viitekehys.

Jättemateriaalin syntyyn vaikuttavat monet seikat, jotka on esitetty kuviossa 1. Jätelaki on se, joka on kaiken taustalla. Jättemateriaalin syntyyn vaikuttavat tuotannosuunnittelu ja työstämismenetelmät ja prosessin toimivuus. Jättemateriaalin syntyyn vaikuttavat raaka-aineen eli kumin ominaisuudet, jotka vaikuttavat raaka-aineen säilyvyyteen. Säilyvyys vaikuttaa kumin uudelleenkäyttömahdollisuuksiin. Kumisekoitukseen lisätyt lisäaineet vaikuttavat myös kumin uudelleenkäyttömahdollisuuksiin. Uudelleenkäyttöön vaikuttavat myös vulkanointi ja eri työstämismenetelmät.

3.1. Jäte

Jätelain tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä edistämällä luonnonvarojen järkevää käyttöä. Lain tavoitteena, terveydelle ja ympäristölle aiheutuvien vaarojen ja

haittojen torjumisen lisäksi, on edistää jätteen hyödyntämistä ja myös sen syntymisen ehkäiseminen. Jätelaissa asetetaan myös jätteen tuottajalle tarkat vastuualueet. Jätteiden tuottajan velvollisuuksiin kuuluu toimia luonnonvarojen kestävästä käytöstä, kestävästä tuotannosta ja kulutuksen periaatteiden mukaisesti. Tuottajan tulee ennen kaikkea pyrkiä tehostamaan jätteiden syntymisen ehkäisemistä. (Jätelaki 1993, s. 378 – 381.)

Monissa yrityksissä ajatellaan vieläkin, että romu tai jäte viittaa johonkin arvottomaan. Johonkin sellaiseen mitättömään asiaan, josta ollaan valmiita ottamaan jokin maksu kun sitä myydään, mutta samalla kuitenkin ollaan valmiita maksamaan pelkästään poisviennistä. Monissa yrityksissä on nähty yrityksessä syntyvän hylkytavaran tai ylijäämän olevan niin pieniä määrittäen, ettei sille ole annettu suurtakaan arvoa. Kaiken jätteen ja ylijäämän käsittelyssä tulisi pyrkiä mahdollisimman pienen tappion aikaansaamiseen tai jopa mahdollisimman suureen hyötyyn. Kaiken kaikkiaan jokaisen yrityksen tulisi kehittää hyllyn, jätteen ja ylijäämän käsittelyään ja pyrkiä tällaisen materiaalin määrän vähentämiseen. (Leenders, Fearon & England 1982, s. 305-306.)

Jokaisessa yrityksessä syntyy aina jonkin verran ylijäämää, hylkyä tai vanhentunutta ainetta, vaikka yritys olisi kuinka hyvin johdettu ja hallinnoitu. Jokaisen organisaation luonnollinen pyrkimys on tämänlaisen materiaalin määrän vähentäminen ja pitäminen mahdollisimman pienenä. Tällaisen materiaalin väistämätön syntyminen johtuu monista eri syistä, joita ovat myyntiennusteiden optimistisuus, muutokset mitoissa ja vaatimuksissa, kulutusarvioiden virheet, tuotannossa väistämättä syntyvät hävikit, työntekijöiden huolimaton materiaalin käyttö tai liikaostot. (Leenders ym. 1982, s. 306.)

Ylijäämämateriaalilla tarkoitetaan yrityksen normaalit tarpeet ylittävää varastoa, jota syntyy johtuen ostamisesta tapahtuneista erheistä tai tuotannon tarpeiden muutoksista. Ylijäämämateriaali on helppo käsitellä eteenpäin, esimerkiksi sitä voitaisiin siirtää yhdeltä tehtaalta toiseen samassa yrityksessä, sikäli nämä määrät ovat tarpeeksi suuria, jotta tämä olisi mielekästä. Vanhentunut materiaali eroaa ylijäämämateriaalista siinä, ettei sitä voi enää käyttää yrityksen piirissä tulevaisuudessa. Hylkytuotteet ovat sellaisia, jotka eivät täytä tiettyjä yrityksen aset-

tamia laatuvaatimuksia. Niitä ei voi yleensä myydä asiakkaalle, mutta ne voi myydä sellaiselle asiakkaalle, jolle riittävät toisenlaiset vaatimukset, jotka tämä hylkytavara täyttää. (Leenders ym. 1982, s. 307.)

Jätteen määritelmä on, että se on ”ainetta, joka on muuttunut tuotantovaiheen seurausena ja on huolimattomuuden, väärin menetelmien ja käsittelyn tai muiden syiden takia pilaantunut, rikkoutunut tai muuten tullut käyttökelvottomaksi”. Tämä ei ole täysin riittävä määrittely, sillä jätettä voi myös syntyä ilmaan minkäänlaisista huolimattomuutta, esim. tuotteen vanhenemisen vuoksi. Jäte voidaan myös määritellä jäännökseksi, jota syntyy valmistuksen yhteydessä ja jolla ei ole taloudellista arvoa. Teoreettisesti ajateltuna jätettä ei tulisi syntyä ollenkaan, mutta siihen tuskin ikinä päästään. (Leenders ym. 1982, s. 308.)

Kumiteollisuuden kumijätteet ovat muodostamassa vakavan jäteongelman tulevaisuudessa. Jättekumin hyötykäyttömahdollisuuksia tulisi pohtia entistä tarkemmin, koska lainsäädäntö on kiristynyt ja ympäristöystävällinen ajattelutapa yleistynyt. Kumiteollisuuden raakakumijätteiden, vulkanoidusta kumijätteestä rouhittujen kumipurujen ja devulkanoidun kumin hyödyntämistä on ryhdytty tutkimaan laajalti. (TTY. Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio 2005.)

Devulkanoitua kumia voitaisiin käyttää mahdollisesti täyteaineena ja osana raakakumia kumiseoksen ominaisuuksien siitä kärsimättä liikaa. Vulkanoidusta kumista valmistettua kumipurua voidaan käyttää kumisekoituksiin, jolloin saadaan vaikuttua huomattavasti kumiseoksen mekaanisiin ominaisuuksiin. Vulkanoidusta raakakumijätteestä voitaisiin vielä valmistaa mekaanisilta ominaisuuksiltaan erittäin hyviä tuotteita. Tämän esteenä on ollut useiden erilaisten seosjätteiden varastoiminen ja jäljitettävyyys sekä prosessointi uudelleen käytettävään muotoon. (TTY. Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio 2005.)

3.2. Raakakumin valmistus

Elastomeeriksi kutsutaan suurimolekyylistä ainetta, joka palautuu lähes alkuperäiseen muotoonsa, kun sille muodonmuutoksen aiheuttanut heikko jännitys poistetaan. Kumilla tarkoitetaan joustavaa ristisidottua elastomeeria, joka ei enää liukene alkuperäisen elastomeerin liuottimeen. Puhekielessä puhuttaessa kumista tarkoitetaan usein kolmea eri asiaa: raakakumia, kumisekoitusta siihen sisältyvine lisäaineineen ja vulkanoitunutta kumituotetta. (Tammela 1989, s. 275.)

Raakakumi on alkuvaiheessaan juoksevaa ainetta, lähes nestettä, eikä siitä voi vielä omassa muodossaan valmistaa mitään tekniseksi kumiksi soveltuvaa raakaainetta. Ensiksi pitää raakakumi saada vähemmän nestemäiseksi, ja siitä tehdään sekoitus, johon on lisätty halutut lisäaineet. Tämän jälkeen kumisekoitus on tarpeeksi kiinteässä muodossa, jotta sitä voidaan työstää eri menetelmin. Kun siitä on saatu haluttu tuote, se pitää ”paistaa uunissa” eli vulkanoida, jolloin lopullinen kumin kovuus ja jäykkyys syntyvät. Vulkanoinnin jälkeen tuote on valmis viimeisteltäväksi.

3.3. Kumityypit ja niiden ominaisuudet

Teknikum Oy on huomattavan laaja tuoterepertuaari, josta johtuen yrityksellä on käytössä monia eri kumilaatuja. Eri kumilaatujen ominaisuudet sopivat eri tavoin kuhunkin valmistettavaan tuotteeseen. Sopivan kumilaadun valitseminen on tärkeää, kun halutaan saada tiettyjä ominaisuuksia tuotteille. Kumin ominaisuuksista löytyy kattava tiivistelmä liitteessä 2.

Käyttöalojen ja tuotannon laajuuden perusteella kumit jaotellaan yleis- ja erikoiskumeihin. Yleiskumeihin kuuluvat luonnonkumi, SBR, butadieenikumi ja isopreenikumi. Ne soveltuvat parhaiten kumin pääkäyttöaloille, niiden halpuuden, mekaanisen kestävyuden ja kylmässä joustavuuden vuoksi. Erikoiskumeihin kuuluvat butyyli- ja eteenipropeenikumit. Erikoiskumien pääominaisuudet ovat sään- ja otsoninkestävyys. Näiden kahden pääryhmän lisäksi voidaan erottaa omaksi ryhmäkseen öljynkestävät (esim. polysulfidikumit, nitrilikumit, kloropreeniku-

mit, polyuretaanikumit, epikloorihydrinikumit) ja lämmönkestävät kumit (silikonikumit, kloorisulfonoitu polyeteeni, akryylikumit, fluorikumit). (Tammela 1989, s. 276.)

3.3.1. Yleiskumit

Yleiskumien ryhmälle tyypillisiä ominaisuuksia ovat mm. seuraavat: hyvät mekaaniset ominaisuudet, hyvä kylmänkestävyys ja alhainen vaimennus, halpa hinta, helppo työstettävyys ja liimattavuus, hyvä kiinnittyvyys metalleihin ja tekstiiliin vulkanoinnissa, huono öljynkestävyys, ylin käyttölämpötila 70 – 120 °C, rajoitettu otsonin- ja säänkestävyys. (Törmälä 1976, s. 4.)

Luonnonkumi (NR)

Luonnonkumi on käytetyin kumilaatu, niin Teknikum Oy:llä kuin mitä yleensäkin maailmalla. Luonnonkumi syntyy luonnonlateksista, jota kehittyy esim. kumi-puussa, joka kasvaa trooppisessa ilmanalassa vaatien sadetta vähintään 2000 mm/a. Tyypillisimpiä kasvupaikkoja löytyy Malesiasta, Indonesiasta, Thaimaasta, Nigeriasta, Liberiasta ja Brasiliasta. Luonnonkumi on sinällään uusiutuva luonnonvara, koska se saadaan kasvista. Luonnonkumin etuja ovat hyvä kimmoisuus, alhainen lämmönkehitys, hyvä raakalujuus ja -tarttuvuus ja hyvä kulutuskesto. Luonnonkumin haittapuolia ovat mm. se, ettei se kestä korkeita lämpötiloja. Sillä on huono sään- ja öljynkesto. Se ei myöskään ole järin puhdasta, mutta se on elastisuudeltaan paras kumimateriaali. Useilla synteettisillä kumeilla tietyt yksittäiset ominaisuudet saattavat olla paljon parempia kuin luonnonkumilla, mutta kokonaisuuden huomioon ottaen luonnonkumi on edelleen käyttökelpoisin luonnonkumi ja suorastaan välttämätön monilla eri käyttöalueilla. Luonnonkumia käytetään paljon letkuihin. (Tammela 1989, s. 295.)

Polyisopreenikumi (IR)

Polyisopreeni on puhdasta ja se on väritöntä. Hyvä puoli polyisopreenilla on se, ettei se kovetu varastossa. Mutta sen lujuus on heikompi kuin luonnonkumilla ja sen raakalujuus on pieni. Käyttöä rajoittava tekijä on korkeahko hinta. Sitä käytetään yleensä monien muiden kumien kanssa seoksena, esim. SBR:n kanssa; po-

lyisopreeni lisää veto- ja repäisyjuuutta sekä joustavuutta ja vähentää lämmönkehitystä. (Tammela 1989, s. 298.)

Styreenibutadieeniraakakumi (SBR)

Styreenibutadieeniraakakumi on luonnonkumin jälkeen käytetyin kumityyppi ja suosituin synteettinen kumi. Sen etuja ovat hyvä kulutuksenkestävyys, joka on huomattavasti parempi kuin luonnonkumi. Se kestää hyvin ikääntymistä. Sillä on myös hyvä lujuus täytettynä. Haittapuolena SBR:llä on korkea lämmönkehitys ja huono pakkasenkesto ja huonompi tarttuvuus verrattuna luonnonkumiin. (Tammela 1989, s. 305.)

Polybutadieenikumi (BR)

Polybutadieenilla on erittäin hyvä kimmoisuus. Se kestää hyvin pakkasta ja lämpöä. Se on myös hyvin kulutuksesta kestävä, ja sillä on pieni lämmönkehitys. Polybutadieeni on kuitenkin hyvin hankalaa työstää. Se on SBR:n jälkeen toiseksi eniten käytetty synteettinen kumi. (Tammela 1989, s. 299.)

Regeneroitu kumi

Regeneroiduksi kumiksi luetaan myös romukumi. Regeneroitua kumia valmistetaan kuumentamalla kumiromua lisättynä sopivilla kemikaaleilla ja näin se saadaan juoksevaan muotoon ja uudelleen käyttöön. Regeneroitu kumi on hyvä ja ympäristöystävällinen ratkaisu romukumikysymykseen, mutta regenerointi huonontaa kumin ominaisuuksia. Hintaaeroa käyttämättömän raaka-aineen ja romukumin välillä ei ole merkittävästi. (Törmälä 1976, s. 10.)

3.3.2. Erikoiskumit

Erikoiskumeissa on kehitelty jokin tietty ominaisuus huippuunsa, esim. äärimmäisen hyvä öljyn, otsonin, korkean lämpötilan, sään tai bensiinin kesto. Ne ovat kuitenkin huomattavasti yleiskumeja kalliimpia ja ne ovat vaikeampia työstää. Ylei-

sesti niiden mekaaniset ominaisuudet, esim. kulutuksenkestävyys, ovat heikompia kuin yleiskumeilla. (Törmälä 1976, s. 10.)

Butyylikumi (IIR)

Butyylikumi on hyvin kaasutiivistä. Se kestää myös hyvin lämpöä. Butyylikumi on vaikea työstettävä. Se on myös täysin kimmotonta. Huono pakkasenkesto on myös butyylikumin suurimpia haittapuolia. Se ei myöskään kestä hyvin polttonesteitä ja öljyjä. Butyylikumin sekoitavuus toisiin kumeihin on heikkoa. (Tammela 1989, s. 315.)

EPDM

EPDM:llä on hyvä säänkesto, joten se sopii ulko-oloihin. Sillä on myös hyvä vanhenuksenkesto ja hyvät sähköiset ominaisuudet. Haittapuolina sillä ovat heikko raakalujuus ja huono tarttuvuus. Lujuus on yleensäkin huono. EPDM-kumiin käyttöalue on laaja, vaikkakaan niillä ei ole yleiskumiin ominaisuuksia. Niitä käytetään esim. tiivisteinä, letkuina, kuljetinhihnoina. (Tammela 1989, s. 308.)

Kloropreenikumi (CR)

Kloropreenikumia pystytään käyttämään moniin käyttötarkoituksiin. Kloropreenilla on hyvät säänkesto-ominaisuudet ja sillä on hyvä öljynkesto. Se on myös lujaa. Se on myös palamatonta. Se ei kuitenkaan kestä hyvin pakkasta. Kulutuksenkestävyys on erinomainen. (Tammela 1989, s. 320.)

Nitriilikumi (NBR)

Nitriilikumi sopii erinomaisesti öljyn ja polttonesteiden yhteyteen, koska sillä ylivoimaiset öljynkesto-ominaisuudet. Nitriilikumi kestää kohtuullisen hyvin lämpöä, mutta sillä on huono otsoninkesto. Nitriilikumi on huomattavasti yleiskumeja kalliimpaa, mikä rajaa sen käytön pelkästään tapauksiin, joissa tarvitaan hyvien mekaanisten ominaisuuksien ohella öljyn ja polttonesteiden kestävyyttä. (Tammela 1989, s. 313.)

3.3.3. Kumin muut raaka-aineet

Kumin tärkein ja eniten ominaisuuksiin vaikuttava aineosa on elastomeeri, joka antaa kumisekoitukselle ”rungon”, johon muut aineosat sekoitetaan. Usein kuitenkin halutaan tarkemmin muokata kumin ominaisuuksia. Tämä ”hienosäätö” tehdään lisäämällä kumiin lisäaineita. Ne vaikuttavat kumin kovuuteen, prosessointiin, hintaan, staattisiin ja dynaamisiin ominaisuuksiin, kulutuksenkestoon yms. Lisäaineiden määrä vaihtelee paljon riippuen juurikin halutuista ominaisuuksista. Yleensä kumisekoitus sisältää elastomeerin lisäksi 10–20 lisäainekomponenttia (tavallisin määrä 12–15). Hyvänlaatuisessa kumisekoituksessa elastomeerin on osuus 50–60 %. (Turunen 2004, s. 16.)

Täyteaineet

Täyteaineet ovat teknisen kumin tärkein lisäkomponentti. Ne vaikuttavat voimakkaasti kumin mekaanisiin ominaisuuksiin. Kumisekoitukset voidaan tehdä ilman täyteaineita, mutta lähes poikkeuksetta kumiin lisätään täyteaineita. Synteettisiä kumeja ei saa riittävän lujiksi ilman näitä. Täyteaineiden päätehtävät ovat mekaaninen lujittaminen, prosessoitavuuden parantaminen, lopputuotteen ominaisuuksien säätö ja hinnan alentaminen. Täyteaineena käytetään yleisemmin nokea lujittavana eli aktiivisena täyteaineena; noki antaa myös kumille sen mustan värin. Noki on miltei täydellinen lujiteaine, sillä lisäämällä 30 % nokea voidaan parantaa kumin vetolujuutta 1000 %. Täyteaineena käytetään myös hienojakoisia silikaatteja, piidioksideja, liitua, kaoliinia ja talkkia. (Turunen 2004, s. 19–20.)

Pehmittimet

Pehmittimillä pyritään helpottamaan kumin sekoitusprosessia alentamalla raan sekoituksen viskositeettia. Ne lisäävät vielä vulkanoimattoman kumin plastisuutta, vulkanoidun kumin pehmeyttä ja myös parantavat kylmänkesto-ominaisuuksia. Ne parantavat raan sekoituksen liimaominaisuuksia eli tarttuvuutta. Pehmittimillä saadaan myös alennettua kumin hintaa. Pehmittimen osuus kumisekoituksessa on yleensä 25 %. Pehmittimet ovat mineraaliöljypohjaisia, tosin joissakin tietyissä kumeissa voidaan käyttää esteripehmittimiä. (Törmälä 1976, s. 20.)

Vulkanointiaineet

Kumin tärkeimmät vulkanointiaineet ovat rikki ja rikkiä luovuttavat yhdisteet. Alun perin rikkiä käytettiin muuttamaan kumimassa kimmoisaksi kumiksi, mikä oli hidas prosessi, mutta nykyään sen tarkoitus on vulkanointiprosessin nopeutus. Se onnistuu siten, että vulkanointi suoritetaan useamman aineen yhteisvaikutuksena eli rikityssysteemillä, joka koostuu rikistä ja sen aktivaattoreista, kiihdyttimistä ja niiden aktivaattoreista ja mahdollisista hidastajista. (Törmälä 1976, s. 20.)

Suoja-aineet

Suoja-aineet parantavat kumin kestävyyttä kemiallisia ja biologisia vaikutuksia vastaan eli hapen ja otsonin aiheuttamaa ennenaikaista vanhentumista vastaan. Niitä ovat antioksidantit, antiotsonantit ja suojavahat. Kaikki suoja-aineet pyrkivät kumituotteen pinnalle toimiakseen parhaiten ilman happea ja otsonia vastaan. Parhaiten toimivien suoja-aineiden miinuspuoli on se, että ne ovat kaikki värjääviä. Paras suojaus saadaan käyttämällä kaikkia kolmea ainetta yhdessä. (Turunen 2004, s. 22.)

Apuaineet

Kumiin voidaan lisätä valmistusvaiheessa lukuisia muitakin yhdisteitä auttamaan erityyppisiä toimintoja, esim. luonnonkumin mastisoinnin nopeutukseen ja tasoitukseen, jolloin lisätään tiettyjä mastisointiaineita, raakatartunnan lisäämiseen tartuntahartseilla, kumilevyjen toisistaan irrottamiseen eristysaineilla, sekoitusdispersion parantamiseen, hajujen poistoon parfyymeillä, huokoisuuden tekemiseen tuotteeseen paisutusaineilla, raakakumin pehmentämiseen ilman tuotteen pehennystä monomeereilla, kumisekoituksen kuivaamiseen metallioksidoilla ja mikrobien torjuntaan. (Turunen 2004, s. 22.)

3.4. Kumisekoitus

Tyypillinen kumisekoitus muodostuu elastomeerista, täyteaineista, pehmittimistä, suoja-aineista, apuaineista, aktivaattoreista ja vulkanointiaineista. Kun joka komponentin kohdalle valitaan raaka-aine ja sille sopiva määrä, syntyy kumiresepti. Päälähtökohtana valittaessa sopivia komponentteja ja niille määriä, tulee olla lo-

pullisen tuotteen vaatimat vaatimukset. Tulee myös ottaa huomioon ns. prosessitekniset vaatimukset eli hinta, saatavuus yms. Eri sekoitusmahdollisuuksia on lukemattomia. Reseptit löytyvät yleensä yritysten omista tietokannoista, mutta joskus joudutaan tekemään erisuuruisia testisarjoja laboratorioissa ja haarukoiimaan asiakkaalle sopivin resepti mittaamalla testisekoituksia. Sekoitusresepti kirjoitetaan tyypillisesti phr-yksiköissä (per hundred rubber), eli lähtötilanteessa otetaan 100 paino-osaa kumia ja suhteutetaan muut reseptin raaka-aineet tähän määrään. (Turunen 2004, s. 25.)

Kumin sekoituksessa pyritään saamaan kaikki raaka-aineet mahdollisimman hyvin sekaisin keskenään ja saamaan raaka kumimassa sopivaan viskositeettiin jatkokäsittelyä varten. Päähuolenaihe kumin sekoituksen joka vaiheessa on kumimassan lämpötilan kehitys. Liian kuuma lämpötila on haitaksi polymeereille, palovaara ja esivulkanisoidumisen vaara. Sekoitustapahtuma koostuu kolmesta päävaiheesta: raaka-aineiden punnituksesta, raaka-aineiden keskenään sekoituksesta ja sekoituksen jälkikäsittelystä. (Turunen 2004, s. 25.)

Laitteistona kumin sekoitukseen käytetään usein kammiosekoitinta. Sen ilmiselvä miinuspuoli on sen älytön koko; ne ovat suunnattoman korkeita laitteita, joten ne täytyy rakentaa jopa kolmeen kerrokseen. Plussapuolena pidetään sitä, että se on suljettu prosessi, joten sillä saadaan pidettyä pöly- ja huuruhaitat hallintaan.

Tämä sekoitus eli mastisointi voidaan myös tehdä valsseilla. Käsittely tapahtuu kaksitelakoneessa, jossa kumimassa jauhautuu kahden vastakkaisiin suuntiin ja eri nopeuksilla pyörivien telojen välissä. Valssit ovat perinteinen tapa sekoittaa kumia. Nykyään sitä käytetään lähinnä jälkityöstössä ja pienimuotoisessa tuotannossa.

Sekoitetunniste on numerosarja, joka kulkee prosessin mukana koko ajan. Sekoitetunnisteesta nähdään suoraan sekoitteen tyyppi, käytetty elastomeeri, kovuus, vetolujuus, väri, yksilöintinumero ja viimeisenä versionumero sekoitteesta. Esimerkiksi S174033AE.

3.5. Kumin työstäminen

Sekoitusprosessin jälkeen tulee varsinainen kumin työstövaihe, jossa kumimassasta tehdään haluttu tuote. Kumia voidaan työstää monilla eri menetelmillä, kuten ekstruusiolla (eli suulakepuristuksella), muottipuristuksella ja kalanteroinnilla.

3.5.1. Ekstruusio

Ekstruusiolla eli suulakepuristuksella valmistetaan muotonauhoja ja varsinkin letkuja. Ekstruusion toimintaperiaate on yksinkertainen: materiaali kaadetaan syöttölaitteeseen, se kuumennetaan, puristetaan tiiviiksi massaksi ja johdetaan suulakkeen läpi haluttuun muotoon. Suulakepuristin rakenne on perin yksinkertainen. Perusosaset ovat ruuvi, vaippa lämmönsäätöineen, syöttölaitteisto ja vaihteisto ja moottori. Lisäksi siitä löytyy varsinainen suulake, jonka edessä on sihti ja isoreikäinen pyörivän liikkeen pysäyttävä taustalevy. Raaka-aine kaadetaan syöttölaitteeseen, joka on yleensä suppilo. Ruuvin ja sylinterin tehtävä on kuljettaa materiaali syöttöaukolta vaipan sisään puristusvyöhykkeelle, jossa massa muokautuu ja lämpiää. Kaiken tämän jälkeen tulee ulostyöntövaihe, jolloin massa puristetaan suulakkeen läpi. (Tammela 1989, s. 342; Laurila 2004, s. 1-2.)

Laitteita eli ekstruudereita on monenlaisia, ja ne jaotellaan toimintatavan ja syöttöruuvien lukumäärään mukaan yksiruuvisuulakepuristimiin, kaksi- ja moniruuvisuulakepuristimiin ja mäntäsuulakepuristimiin. Yksisuulakepuristin on yleiskone ja suurin osa käytössä olevista suulakepuristimista ovat yksisuulakepuristimia. Lisäksi löytyy erikoisratkaisuja vastaamaan kosteuden ja haihtuvien aineiden ongelmiin, esimerkiksi vakuuiekstruuderit. On myös ns. jatkuvatoimisia sekoittavia ekstruudereita, joissa on useita syöttöaukkoja ja monia muita ratkaisuja. (Tammela 1989, s. 343; Laurila 2004, s. 6.)

3.5.2. Muottipuristus

Muottituotanto on kumiteollisuuden yleisempiä valmistusmenetelmiä, koska se on nopea, halpa ja tarkka menetelmä. Sopivan muotoinen kumimassa muotoillaan teräsmuotissa kappaleeksi paineen ja lämmön avulla. Samalla se vulkanoituu, joten se on heti valmis tuote. Yksinkertaista muottipuristusmenetelmää hieman pidemmälle vietyä menetelmää sanotaan mäntämuottipuristukseksi, jossa kumimassa laitetaan esikuumennuskammioon, josta massa virtaa kanavien kautta muottipesiin. Muottituotannon pisimmälle kehitetty muoto on ruiskupuristus. Se on puolijatkuva prosessi, jossa kumi ruiskutetaan kuumennuskammioista männän tai ruuvien avulla suuttimen kautta lämmitettyyn muottiin. Ruiskupuristus sopii suurten sarjojen valmistukseen, koska vulkanointiajat ovat lyhyitä ja kaikki kappaleet ovat samanlaisia. (Törmälä 1976, s. 24; Laurila 2004, s. 9.)

3.5.3. Kalanterointi

Kalanterilla kumi levytetään ohueksi kalvoksi tai päällystetään tekstiilejä tai metallikoordeja. Sitä voidaan myös käyttää tekemään lujitettuja monikerrosrakenteita ja aihioita jatkojalostusprosesseihin. Kalanterissa kumi kulkee valssaimen läpi, jossa se puristetaan tiiviiseen kontaktiin koordin kanssa, joka voi olla tekstiiliä tai metallia. Kalantereita on monia erilaisia riippuen telojen lukumäärästä ja keskinäisestä sijainnista. Yleiskalantereilla voi tehdä kaikki mahdolliset kumiteollisuuden vaatimat kalanterointityöt, mutta jotkin työt kannatta tehdä omilla erikoiskalantereilla. Yleisimmät kalanterit ovat 3- tai 4-telaisia, telojen lukumäärä on suhteessa pintojen sileyteen. Vulkanointi pitää tehdä myöhemmin prässeissä tai autoklaaveissa. Kalantereilla tehdään pääasiassa helposti käsiteltäviä kumilevyjä jatkojalostukseen; erityisesti koordeilla lujitettuja kumilevyjä käytetään auton renkaiden ja kuljetushihnojen valmistukseen. Kalanteritelat voidaan myös kuvioida tarvittaessa, jolloin saadaan kumilevyyn tehtyä haluttuja kuvioita, kuten esimerkiksi kumisaappaan pohjakuvio. (Törmälä 1976, s. 26; Laurila 2004, s. 8.)

3.6. Vulkanointi

Vulkanoinnin tarkoitus on muuttaa käsitelty kumisekoitus muotonsa säilyttäväksi tuotteeksi sitomalla elastomeerimolekyylit kemiallisten reaktioiden avulla aikaansaaduilla poikkisidoksilla toisiinsa. Vulkanointiaika riippuu ajasta ja lämpötilasta. ”Paistoaika” voi kestää muutaman sekunnin tai se voi kestää useita vuorokausia. ”Paistoaajan” kestoon vaikuttaa tuotteen koko ja käytetty sekoitus. Lämpötila vaihtelee huoneenlämmöstä jopa 250 °C:een.

Vulkanoimismenetelmistä yleisin muottivulkanointi, jossa kumisekoituksesta tehty aihio vulkanoidaan muotin seinämien kautta johdetulla lämmöllä. Suulakepuristamalla valmistetut tuotteet vulkanoidaan samalla linjastolla, jossa tuotetta tehdään eli raakatuote syötetään linjan toiseen päähän ja se tulee valmiina vulkanoituneena tuotteena toisesta päästä.

Suuret tuotteet ja suuret sarjat pieniä tuotteita vulkanoidaan isossa paineastiassa, johon johdetaan höyryä. Tätä kutsutaan autoklaaviksi, jonka maksimilämpötila on 150 °C. Nämä ovat yleisimmät tavat vulkanoida kumia. (Laurila 2004, s. 12–13.)

4 TUOTTEET

Teknikum Oy valmistaa pääasiassa muoviletkuja ja valmiita muoviosia muoteilla. Teknikum Oy:llä on valmiudet tehdä tuotteita useilla eri valmistusmenetelmillä. Teknikum Oy:n tuotanto jakaantuu kolmeen eri osastoon.

4.1. Valmistus

Valmistus Teknikum Oy:ssä jaetaan kolmeen eri osastoon.



Kuva 1. Erilaisia laippaletkuja.

Letkuosasto

Käyräletkut valmistetaan joko vahvikkeettomina tai erilaisilla tekstiilivahvikkeilla varustettuna. Erilaisten letkuasennelmien tekeminen on myös mahdollista. Suorat letkut valmistetaan maksimissaan 40 metriä pitkillä tuotantolinjoilla, yleisemmin suoraan määrämittaan pätkittyinä. Suorat letkut voivat olla myös vahvikkeettomia tai nekin voidaan tehdä tekstiili- ja teräslankavahvikkeella. Tässä työssä keskitytään pääasiassa tähän osastoon.

Muottituoteosasto

Teknikum Oy valmistaa tuotteita ruiskupuristin- sekä kerrospuristinmenetelmillä. Teknikum Oy:n erikoisosaamista on suurien kumi/metallituotteiden valmistus. Teknikum Oy:llä on valmiudet myös suunnitella juuri asiakkaan tarpeisiin sopivia tuotteita.

Muoviosasto

Muovituotteita valmistetaan etupäässä ruiskupuristamalla. Osaaminen keskittyy erilaisten PA6/Pa66 tuotteiden valmistamiseen. Raaka-ainevalikoima käsittää myös kaikki yleisimmät kestumuovit. Muovituotteiden valmistuksessa suurimmat edut kumiin verrattuna ovat muovin työstettävyys ja kierrätettävyys.

4.2. Kumiletkut

Kumiletkuja käytetään erilaisten nesteiden, kaasujen ja joidenkin kiinteiden aineiden siirtovälineenä. Kumiletkut voidaan jakaa vahvikkeettomiin (esim. polttoaine- ja laboratorioletkut) ja vahvikkeellisiin kumiletkuihin (esim. paine- imu-, ilmastointi-, aineiden siirto- ja liitäntäletkut). Vahvikkeellisissä kumiletkuissa on kumin lisäksi kangas-, cord- tai teräslankavahvistus, jonka ansiosta letkut kestävät hyvin koviakin paineita. Vahvikkeettomat letkut tehdään yhdestä kumilaadusta suulakepuristamalla.

Kumiletkusta pystytään erottelemaan kolme pääosaa: sisäkumi, vahvikkeet ja päällyskumi. Sisäkumi valitaan käyttökohteen vaatimusten mukaan; mitä ainetta letkussa kuljetetaan ja missä eri lämpötiloissa. Vahvikemateriaali valitaan pääasiassa vaaditun paineen mukaan. Ulkokumin materiaali määräytyy käyttöympäristön mukaan, sillä sen päätehtävä on vahvikkeen suojaaminen.

Käyttötarkoituksellisesti kumiletkut jaotellaan paineletkuihin ja imuletkuihin. Imuletkut eroavat paineletkuista niistä löytyvän metallilankakierteen takia. Vahvistuskierteenä käytetään teräslankaa tai galvanoitua teräslankaa. Tämä kierrekerros estää letkua painumasta kokoon, kun letkun sisälle muodostuu vakuumi. (Törmälä 1976, s. 84.)

Kumiletku valmistetaan metallituurnan päälle. Tuurnan halkaisija on siis sama kuin mitä on valmiin letkun sisähalkaisija. Tuurnan pituus määrää sen kuinka pitkiä letkuja tehdään. Tuurnan maksimipituus on 40 m, joten sitä pidempiä letkuja ei tehdä. Se, että tuurna on 40 m pitkä, ei tarkoita sitä, että kaikkien valmistettavi-

en letkujen pituus on 40 m, vaan toki voidaan tehdä pienempiäkin, mutta kaikki tehdään samanpituisella tuurnalla. Metallituurna on käsiteltävä ennen kumin asettamista irrotusaineella (Konsti 2004, s. 1.)

Tuurnan päälle tehdään ensiksi sisäkumi. Sisäkumi voidaan ajaa suulakepuristimella tuurnan päälle tai se voidaan ajaa letkuksi ja sisäänajaa tuurna letkun sisään, tai mikäli kyseessä ovat suuremmat letkut, sisäkumi ajetaan nauhasta kiertämällä. Nauhat ovat esivalmistettu valmiista kumista kalanterilla tai suulakepuristimella. Nauhat ovat ajettu rullalle ja väliin on asetettu välikangas tai –muovi, joka estää kumin tarttumisen toisiinsa. Sisäkumin on oltava tiivistä, ja sen tehtävänä on vastaletkun sisällä kulkevan aineen aiheuttamiin rasituksiin, kuten kulutukseen, kemiallisiin rasituksiin ja lämpötilan aiheuttamiin rasituksiin. (Konsti 2004, s. 1, 7.)

Sisäkumin päälle tehdään vahvikekerrokset. Vahvikkeet valitaan vastaamaan letkuun kohdistuvia mekaanisia rasituksia, kuten sisäpuolista painetta, alipainetta ja vetorasituksia. Vahvikkeiden tehtävä on myös pitää letku muodossaan rasituksenkin alaisena. Materiaalina tähän käytetään rayon- tai polyesterilankaa tai näistä tehtyä kumitettua koordia. Lanka ajetaan letkun langankierro- tai punomakoneella, jotka toimivat siten, että tuurnan ympärillä on lankapuolia pyörivissä kehissä, joiden läpi tuurna liikkuu. Vahvike voidaan myös kutoa sisäletkun päälle. (Konsti 2004, s. 2, 7.)

Pintakumi tehdään samoilla menetelmillä kuin sisäkumikin. Pintakumin tehtävä on toimia suojana vahvikkeelle ulkopuolisilta rasituksilta, kuten kulutukselta, kemiallisilta rasituksilta ja lämpörasituksilta. Se valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Kumi on vulkanoimatonta, joten se on vulkanoitava. (Konsti 2004, s. 2, 7.)

Letkun pintaan ajetaan märkä polyamidikangas, joka lämmityksen myötä kuivuu ja kutistuu ja siten muodostaa letkulle muotin, joka puristaa letkun rakenneosat yhteen ja auttaa kaasujen poistumista rakenteesta. Vulkanointi tehdään autoklaaveissa. Kääre riisutaan vulkanoinnin jälkeen ja tuurna vedetään pois letkun sisältä. Jos letku tarkastusten ja mittausten jälkeen vastaa haluttuja arvoja, on letku näiden vaiheiden jälkeen valmis. (Konsti 2004, s. 3.)

Liitäntäletkujen valmistus ei juurikaan eroa edellä kuvatusta, paitsi letkun päihin tehtävien laippojen osalta. Laipat tehdään letkuun erillisillä laippamuoteilla raakavalmistuksen yhteydessä, ja prosessi on käsityötä. Liitäntäletkut ovat tarkoitettu liitäntäkappaleiksi putkistoihin. Työ on käsityötä alusta loppuun.

Teknikum Oy:n tuoterepertuaari on hyvin laaja mitä letkuihin tulee, ja yrityksen lähtökohta on tehdä mitä tahansa letkua, mitä asiakas voi kuvitella haluavansa. Päätuoteryhmät Teknikumin letkuosastolla ovat elintarvike-, happo- ja kemikaali-, hitsaus-, nestekaasu-, höyry-, ilmastointi-, liitäntä-, materiaalin siirto-, polttoaine- ja öljy-, vesi- ja paineletkut ja letkukiristimet ja -liittimet. Letkuosasto on tärkein tuotantolinja Teknikumille ja käytännössä suurin yksittäinen tuloksentekijä.

4.2.1. Prosessin kulku

Koko tuotantoprosessi Teknikum Oy:n letkuosastolla kulkee edelle esitetyn teorian mukaisten vaiheiden mukaisesti. Raakakumista valmistetaan sekoitus Keravalla, josta se kuljetetaan Vammalaan. Sekoitus ajetaan kalanterin läpi ja näin saadaan raaka-aine käsiteltävään muotoon, esim. letkujen valmistuksessa tietyn paksuiseksi ja leveäksi nauhaksi. Tämä nauha ajetaan koneen läpi, jossa se käärityn rullalle välikankaaseen. Kun materiaali on tässä muodossa, se voidaan viedä tuurnille varsinaiseen valmistukseen. Tuurnalla on koneenkäyttäjensä, joka saa työjohtolta työmääräinen eli työkortin, jonka mukaan hän alkaa työstämään letkua. Työkortista nähdään kaikki tarvittavat materiaalit: kumisekoituksen nimi, tarvittavat vahvikemateriaalit, pintakumi jne. Koneenkäyttäjä hakee itse tarvitsemansa raaka-aineet varastoista. Tämän jälkeen tuurna käärityn suojakankaaseen ja viehdään vulkanointiin autoklaaviin. Vulkanoinnin jälkeen kääre riisutaan pois ja letku pätkitään halutuiksi pätkiksi ja pakataan asiakkaalle.

Teknikum Oy:n toimitusaika liikkuu kahden viikon ja neljän viikon välissä. Itse työn osuus tästä on yksi viikko. Optimaalisesti ajateltuna esivalmisteluun kuluu neljä tuntia, koneella työstöön kahdeksan tuntia, vulkanointiprosessiin pitää aikaa varata 1–1,5 tuntia ja kaksi tuntia riisumiseen. Nopeimmillaan letku valmistuu kolmessa vuorokaudessa. Toimitusaika on verrattain nopea ottaen huomioon tuo-

tannon vaatimat monet eri vaiheet prosessissa. Kumituotanto eroaakin monesta muusta tuotannosta, varsinaista valmistusvaihetta edeltävien vaiheiden vuoksi. Toimitusajan nopeus saadaan nopealla varastonkierrolla.

4.2.2 Ongelmakohtat

Yhden letkun tekoprosessi on aikaa vievää työtä, ja odotteluaikaa eri vaiheiden välillä on paljon, koska saman letkun vaatimia työvaiheita ei voida tehdä samaan aikaan. Tuotannossa on lähdettävä siitä, että yhden letkun tekoprosessi on pitkäaikainen urakka ja tämä ominaisuus asettaa aikataulutukselle omat erikoisvaateensa. Äkilliset muutokset letkutuotannossa ovat yhtä helppoja toteuttaa kuin on valtamerilaivan kääntäminen. Tuotanto on kankeaa ja toimii parhaiten silloin, kun se saa edetä sen kurssin mukaan mitä kohti se on lähtenyt liikkeelle. Kurssimuutokset kesken prosessin ovat vaikeita.

Vaikka kyseessä on tehdastyö, ei liukuhihnamaiseen tuotantoon voida mennä, koska jokainen tuote, on käytännössä tehtävä käsityönä asiakkaan omana uniikkina tuotteena. Tästä aikaa vievästä tuotantomallista johtuen kaikki tuotannon viivästykset ovat kohtalokkaita.

Myöhästely johtaa siihen, että tuotantoa joudutaan ohjailemaan radikaaleillakin toimenpiteillä kesken kaiken. Näitä radikaaleja toimenpiteitä ovat jopa tiettyjen vähempiarvoisten asiakkaiden tuotteiden poisvetäminen tuotannosta tärkeämmiksi katsottujen asiakkaiden edestä. Tärkeimpiä asiakkaita on ennen kaikkea autoteollisuus.

Tämä asiakaslähtöisyys lähtee jo valittaessa sekoitusta. Kaikki tehtaalle tulevat sekoitukset ovat jo periaatteessa ”korvamerkitty” jollekin tietylle tuotteelle. Määrät tilataan sen mukaan, mitä tullaan seuraavaksi ottamaan tuotantoon. Osastot haluavat itse tilata omat materiaalinsa. Samaa sekoitusta on olemassa hyllyissä monta tuotetta varten.

Esivalmistelu käsittelee raakakumit tuotantoon sopivaan muotoon eli rulliksi. Hyllyssä rullat on merkitty lapuilla, joista näkyy vain sekoitetunnisteen numerosarja. Esivalmistelun jälkeen rullat laitetaan hyllyihin, joista koneenkäyttäjä hakee sopivaksi katsomansa kumirullan. Hyllyjä on paljon ja niissä on monessa tasossa hyllyjä, joten koneenkäyttäjä ottaa yleensä sen kumirullan, joka helpoiten löytyy. Aloitetusta valmistuserästä voi loppua kumi sekaantumisen takia. Pahin vaihtoehto on se, että koneessa on keskeneräinen kumiletku odottamassa esivalmistelua.

Täyteen jäljitettävyyteen ei ole käytännössä mahdollisuuksia, koska ei voida olla varmoja, mitä tiettyä sekoitusta on käytetty mihinkin tuotteeseen. Tiedetään varmaksi vain se, että oikeanlaista sekoitusta on käytetty, mutta ei tiedetä sitä, mitä sekoite-erää se on ja milloin se on ajettu. Päivämäärien perään ei ole mahdollisuutta päästä käsiksi. Samanlaisia kumeja on käytössä monella eri koneella.

Kumi vanhenee, jollei sitä vulkanoida ajoissa. Vanhentunut kumi on jätettä, jolla ei tee yhtään mitään sen jälkeen, kun se on menettänyt kaikki kumille ominaiset ominaisuutensa. Olisi ensiarvoisen tärkeää, että kumit käytetään oikeassa järjestyksessä. FIFO-periaate (first in, first out) ei toimi, koska hyllytila on rajallista ja tuotannolla on kiire, joten esivalmisteltu kumirulla laitetaan vain sinne, missä kulloinkin on tilaa ja jatkokäsittelyssä otetaan yleensä se rulla, mikä silmiin osuu ensiksi, joten käytännössä käytössä on LIFO-periaate (last in, first out).

Hyllyt ovat sekaisia ja rullat ovat huonosti merkittyjä. Koneenkäyttäjältä kuluu huomattavan paljon aikaa hänen etsiessään oikeaa rullaa käyttöön. Tästä huonosta kierrosta johtuen kumit jäävät hyllyihin, kunnes ne vanhentuvat liiaksi, eikä niitä voida enää käyttää. Tämä on suurin yksittäinen ongelmakohta koko letkutuotannossa.



Kuva 2. Esivalmistelun jälkeen kumit ovat rullissa odottamassa tuotantoon menoa.

Kumille ei ole omaa tuotenumeroa, vaan vain sekoituksen numerosarja. Täydellinen jäljitettävyys vaatisi kumeille omat tuotenumerot mikä johtaisi siihen, että tarvittaisiin ääretön määrä tuotenumeroita kaikille mahdollisille eri kumilaaduille, vahvuuksille, leveyksille, pituuksille jne. Käytännön syistä siis toimitaan sekoitenumeroiden avulla, mutta ne eivät kerro sinällään yhtään mitään, esimerkiksi milloin se kyseinen seos on valmistettu ja mihin tuotteeseen. Jos sen jälkeen, kun sekoitus on tehty ja tuotanto jo pitkälle edennyt huomataan sekoitusprosessissa tapahtuneen jotain, josta voisi aiheutua lopputuotteelle huomattavia heikentäviä vaikutuksia, ei ole mahdollisuuksia vetää sekoituserää vetämään takaisin.

5 HUKATUT MÄÄRÄT

Teknikum Oy:llä jää vuositasolla materiaalia käyttämättä johtuen lukuisista erisyistä. Tämä määrä menee kaikki hukkaan, ja se on hukkaan heitettyä rahaa. Lisäkustannuksia aiheutuu vielä jätekuluissa, kun hukkamateriaali joudutaan viemään jätteidenkäsittelyyn. Määrien jäljille on äärimmäisen vaikea päästä, koska seurantajärjestelmät ovat alkeellisia ja suorastaan olemattomia. Toiminta on ollut pitkään pienimuotoista. Kun tuotanto on kasvanut ja monimutkaistunut, ei varastonhallintamenetelmiä ole kehitetty samassa suhteessa. Tämä on synnyttänyt harmaan aukon toiminnassa.

5.1. Syitä

Osastoilla helposti syytettiin varastotilojen pienuutta syyksi kaikkiin ongelmiin. Tämä on osaksi totta, onhan kyseessä vanha tehdasrakennus, joka on aikoinaan rakennettu vanhoille koneille ja pienimuotoiselle tuotannolle. Tilat on sittemmin vallannut nykyaikainen tuotanto. Uusia koneita on aseteltu mihin vain mahtuu. Layout ei ole missään nimessä parhain mahdollinen. Esimerkiksi raaka-ainevarasto sijaitsee eri kerroksessa kuin tuotantolaitteet.

Kumimateriaalit joudutaan säilyttämään sellaisissa olosuhteissa, jotka eivät ole kumin säilyvyyden kannalta parhaimpia mahdollisia. Tilat ovat ahtaat ja pohjaratkaisu on kaukana toimivasta. Varastojen pienuus estää myös sen, ettei kumeja voida pitää omissa varastopaikoissaan. Kumeja joudutaan etsimään välillä pitkiäkin aikoja, kun ei tiedetä, missä mikäkin kumi on. Välillä valitaan myöhemmin tullut kumiseos esikäsitteilyyn kuin mikä olisi pitänyt valita, vain epäkäytännöllisen varaston takia.

Osastot haluavat itse tilata omat materiaalinsa. Tämä tarkoittaa sitä, että sekoitus-tilaukset saapuvat Keravalle eri aikoihin, joten siellä joudutaan tekemään sekoitteet pienissä erissä. Keravan sekoittamon oman tuotantosuunnitelman kannalta

olisi järkevintä saada kaikki tilaukset keskitetyksi eikä pienissä osissa, koska eri osastot käyttävät kuitenkin samoja kumisekoituksia paljon.

Suurin ongelmakohta tuotannossa on siis huono hyllykierto, kuten edellisessä luvussa esitettiin. Kumit vanhentuvat hyllyihin ja niitä joudutaan heittämään roskalavalle, vain sen takia, että hyllykierto ei toteudu. Tämä on suurin yksittäinen tekijä, jonka syystä kumeja jää käyttämättä.

Hyllykierto ei aiemmin ole ollut suurikaan ongelma, kun työpisteillä on ollut vanhempia työntekijöitä, jotka ovat osanneet ja muistaneet käyttää käyttämättä jääneet kumit alta pois ennen uuden kumimateriaalin käyttöä. Vanhat työntekijät ovat aikojen saatossa jääneet pois ja eikä työnopastusvaiheessa uusia työntekijöitä ole tarpeeksi opastettu tai ei ole vain muistettu kertoa tällaisista ns. varsinaiseen työhön kuulumattomista tehtävistä, kuten esimerkiksi vanhojen kumien käsittelytoimenpiteistä. Teknikumilla työntekijöiden vaihtuvuus on ollut laajaa ja työnjohdoporras on ikärakenteeltaan aika nuorta, joilla ei ehkä ole ihan paras ja laajalaisin näkemys työn eri elementteistä. Siten kaikki tällaiset lisätyöt ovat ajautuneet sellaisiksi, joista kukaan ei enää ota vastuuta, kellekään ei välttämättä ole enää aikaakaan tehdä mitään ylimääräistä, joka ei sinällään työhön liity. Nämä lisätyöt ovat luonteeltaan sellaisia, joista ei työnjohtajilla välttämättä ole tietoa, koska ne ovat piileviä ja eivätkä ne näy missään mittareissa.

Kuten edellä mainittiin, tuotanto on pitkään ollut pienimuotoista ja tuotannonohjaus on toiminut miltei muistinvaraisesti. Poikkeamat tuotannonsuunnittelussa ovat hankalia toteuttaa. Teknikum Oy:n ohjausjärjestelmässä on joka tuotteelle varattu 20 %:n vara, koska prosessi syö materiaalia enemmän kuin varsinaiseen tuotteeseen laskennallisesti menee; esim. mestausjätteitä syntyy, kun kumimateriaalia käsitellään eikä määrää voida ennakoida. Tämä 20 %:n hukavara on otettu mukaan Teknikum Oy:n järjestelmään tilauksissa tehtäessä, joten joka tuotteelle on laskettu ylimääräiset 20 % jo valmiiksi, mutta tämän lisäksi tilaajat laskevat tilauksiinsa vielä 20 % ekstraa varmistukseksi, ettei missään nimessä kumi lopu kesken. Tämä on omiaan lisäämään ylijäävää kumimäärää. Tämä mestausjäte olisi vielä hyvää materiaalia tuotantoon, koska se on vulkanoimatonta kumimassaa, ja se voitaisiin sekoittaa johonkin muuhun kumiin ajamalla se kalanterilla. 20 %:n

hukkavara on huomattavan suuri hukkavaraksi, ja siihen vielä lisätään ”omaa hyvää” toiset 20 %. Tämä vaikuttaa jo huomattavasti tilattuihin määriin. Asiakas joutuu maksamaan materiaalista, jota ei tule saamaan. Tämä on jo huomattava tekijä yrityksen kilpailukyvyille.

5.2. Palautuskumit

Aikaisemmin oli suuria ongelmia ”kumijätteiden” talteen keräämisessä, kun kaikki liikakumi heitettiin suoraan roskiin. Kumimateriaalia kohdeltiin tuhlailevasti, eikä ajateltu kumilla olevan sen suurempaa rahallista arvoa. Tämä toiminta oli kestänyt, ja siihen puututtiin eri osastoilla ja saatiin muutettua tämä pitkällä tähtäimellä sietämättömäksi käyvä ajattelumalli. Sittemmin on saatu työntekijöille juurtumaan, että kumia on kohdeltava kultaakin arvokkaampana, ja tällä on saavutettu se tulos, että ylijäämäkumit kerätään talteen jopa äärimmäisellä pieteetillä, joten kaikki mahdolliset kumirippuset kerätään talteen. Niinpä kerätään sellaisetkin kumit, joita ei voi enää käyttää muiden kumien kanssa, kuten EPDM-kumit, jotka eivät sovellu toisten kumien kanssa käytettäväksi. Tästä ei kuitenkaan ole sinällään mitään hyötyä, koska määrät ovat kuitenkin varsin mitättömiä, kuten empiirisessä otannassa 19.2.2008 selvisi. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Listaus hyllyvarastosta löytyneistä palautuskumeista 19.2.2008.

sekoitenro	Nimike	paino
S145932	LKT-TIMO:N SISÄKUMI CV60-	13,75
S155032AA	LINS.TIIV.OMP1,11 KOV49	3,15
S164010	NR-EPDM VÄLIKUMI LAROX	12,05
S363031	V.92460-6 OMP.1,63 61 SHA	38
S364030AF	VOLVO 92460-6, LAAKERIK.	287,65
S374030	VOLVO 92460-7	13,55
S463030	ÖLJYLETKUN SISÄKUMI	132,45
S463032	VOLVO 92441-6 , SAAB 8068	24,7
S465031AF	NBR 60, VOLVO 92452-6	24,95
S473032AD	V.92050-7, 92452-7AB	49,75
S483060AB	BENS./ÖLJYLETKUN SK. HIDA	24,75
S573030	PUSKURIKUMI	5,25
S765010	EPDM, 60 SHA, LÄMMÖNKESTÄ	13,05
S773430AA	KELTAINEN EPDM-PIUHAKUMI	68,55
S775010	HÖYRY/KEMLETKU,S-JOHT,KUL	9,35
Yhteensä:		720,95

Taulukosta löytyvät kaksi päälle sadan kilon nimikettä ovat poikkeuksia, joihin löytyi muita syitä kuin normaali palautuskierto. Nämä kaksi nimikettä vähentäen saadaan oikeampi kuva palautuskumien määrästä. Monet näistä listatuista kumeista ovat sellaisia, ettei niillä ole jatkojalostusarvoa ominaisuuksiensa vuoksi.

Letkuosastolla tilanne on ollut sikäli huonompi, koska palautuskumit on sijoitettu takaisin samoihin hyllyihin kuin esivalmistellut kumit. Hyllyissä olevien kumien iästä ei ole mitään tietoa, jollei niitä ole merkitty, eikä niitä useimmiten ei ole. Letkuosastolla pyritään käyttämään palautuskumeja, mutta sotkuisista hyllyistä johtuen se on vaikeaa.

5.3. Johtopäätös

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että suoranainen muutosten tarve on välttämätön, sillä nykyisellä menolla tulee pitemmällä tähtäimellä suuria ongelmia. Toki nämä ongelmat näkyvät jo nyt. Kehittämismahdollisuuksia on ja muutokset on syytä ottaa käyttöön mahdollisimman nopeasti.

6 PARANNUSEHDOTUS

Paremmen hyllykierron saamiseksi letkuosastolla toteutettiin tästä insinööriyöstä riippumaton hyllyjen uudelleen koordinointi, jossa jokainen hylly on merkitty tietylle sekoitukselle. Palautuskumeille on varattu omat hyllykkönsä. Tämä parantaa näennäisesti järjestystä, ja se omalta osaltaan selkeyttää varastointia. Paikat pysyvät siisteinä. Vaikka kumirullat järjestetään sekoitenumeron mukaisesti, se ei kuitenkaan paranna mitenkään varastonhallintaa. Mitään tiedonkeruuta ei tapahdu. Vaikka samalla sekoitenumerolla alkavat kumit ovat samassa hyllykössä, palautuskumeja joutuu siltikin etsiskelemään aikaa vievästi omasta hyllystään, jos niitä haluaa käyttää pois.



Kuva 3. Kumirullat merkittyinä sekoitenumeroinnin perusteella.

Jos lähtökohdaksi kaikelle toiminnalle otetaan tuotannon tehokkuus, monimutkaiset hyllytysjärjestelmät eivät ole parhain mahdollinen tapa edetä. Hyvä hyllytysjärjestelmä vaatii kaikkien sitoutumisen järjestyksen ylläpitoon ja työnjohtajien valvontaa, jotta se pysyisi käytössä. Hyllytysjärjestelmä alkaa pettää heti silloin, kun se ensimmäinen hylly on täynnä. Sen jälkeen siirretään yksi rulla hetkeksi

toiseen hyllyyn, ja pian on hyllyjärjestelmän järjestelmällisyys mennyttä. Samoin kun väki vaihtuu työpisteellä, ja eikä huomata opastusvaiheessa riittävän selvästi teroittaa uusille työntekijöille hyvän siisteyden ja järjestyksenpidon tärkeyttä, vanhat systeemit jäävät ajan myötä unholaan, kuten on aiemminkin käynyt.

6.1. Tilausten koordinointi

Sekoitustilausten yhtenäistäminen olisi toivottavaa kehitystä, koska nykytilanne, jossa osastoilta lähtee eri tilauksia eri aikoihin samoista kumeista, ei ole kenenkään edun mukaista. Synergian lisäämisen varaa on varmasti nykyistä enemmän. Tilauksien yhdistelyllä saadaan vähennettyä kuljetuksia. Sekoituksia pystytään tekemään järkevämpiä eriä, koska on tietty erä koko, minkä mukaan tehdään kumiseoksia. Tämä vaatii tuotannonohjauksen yhteistyön tiivistämistä ja varsinkin keskustelun lisäämistä. Liitteessä 1 näkyvät osastojen suorittamat ostot. Siitä näkyy, että mahdollisuuksia yhteistilauksiin on.

Tuotannonohjaukseen vaikuttavat toki monet seikat. Tilauksia ei voi tehdä yksioikoisesti tilaamalla joka osastolle tietyn verran kumia, vaan tuotanto ja tilausten jaksotus ovat monimutkainen palapeli. Tuotannonohjauksen tehostaminen ei ole tämän opinnäytetyön fokuksena, ja asiasta riittänee maininta yhteistyön lisäämisen tarpeesta.

6.2. Valmistuserän mukainen järjestely

Hyllyjen järjestely on hyvä alku paremmalle järjestyksenpidolle. Sekoitettunnettua parempi vaihtoehto olisi järjestellä kumit valmistuserän numeron mukaisesti. Työpisteillä voisi olla omat hyllynsä, jonne esivalmistellut kumit olisi laitettu valmistuserien mukaisesti, joten koneenhoitajien ei tarvitsisi tarpeettomasti etsiä omia kumejaan muiden hyllyistä. Tämä kuitenkin edellyttäisi esivalmistelijoilta äärimmäistä huolellisuutta ja tarkkuutta toimissaan. Tämä olisi kuitenkin sinällensä järkevämpi ja tehokkaampi järjestelmä ja kertoisi enemmän kunkin hetken tilanteesta kuin järjesteleminen pelkän sekoitetunnisteen mukaisesti.

6.3. Esitys järjestelijästä

Konkreettisin yksittäinen ongelmakohta letkuosastolla on hyllyjen epäjärjestys, josta aiheutuu raaka-aineiden tarpeetonta ja aikaa tuhlaavaa etsiskelyä. Hyllyjen sekasorron selvitys ja palautuskumien todellisen määrän tietäminen, vaatisi varastonohjausjärjestelmien käyttöönottoa ja ulottamista koskemaan välivarastoja. Turha monimutkaisuus ei ole kenenkään etu, varsinkaan jos konkreettiset hyödyt ovat vähäisiä. Varastojen paremman hallinnan ei tulisi lisätä tarpeettomasti kenenkään työmäärää. Keskusteluissa eri henkilöiden kanssa osastolla on eräs ajatus nousut muita parannusehdotuksia paremmaksi.

Nykytilanne vaatii koneenkäyttäjiä hakemaan kaikki tarvitsemansa tavarat, ja yleensä heillä on kiire tehdä varsinaisia tuotteita, joten kiinnostusta jälkien siivoamiseen ei ole. Koneenkäyttäjiltä kuluu myös aikaa ja työpanosta turhaan, jos he eivät voi keskittyä vain omaan työhönsä.

Mutta jos heille tuotaisiin kaikki heidän tarvitsemansa kumit ja muut raaka-aineet valmiiksi työpisteelle ja he voisivat heti töihin tullessaan keskittyä varsinaiseen työhönsä, eikä heidän tarvitsisi ensi töikseen mennä etsiskelemään tarvitsemiaan materiaaleja. Olisi olemassa henkilö, jonka päävastuualueella olisi vain järjestely. Tämä järjestelijä huolehtisi, että koneilla olisi aina tarvittavat materiaalit ja tämä sama järjestelijä huolehtisi käytöstä ylijäävät materiaalit takaisin paikoilleen. Samalla tämä henkilö vastaisi yleisesti siisteydestä ja järjestyksestä letkuosastolla ja huolehtisi kumirullahyllyjen järjestyksestä ja eikä antaisi rullien mennä vanhoiksi. Hän palvelisi kaikkia koneenkäyttäjiä esivalmistelusta jalostukseen.

Tämän yhden henkilön vastuulla olisivat kumirullat, ja ilman hänen lupaansa ei rullia vietäisi tai tuotaisi hyllyyn, joten aina olisi ainakin jollakin varma ja ajankohtainen tieto mitä rullia oikeasti on ja missä muodossa. Työnjohdolla ja työntekijöillä olisi jokin kohde, jolta he saisivat varmuudella tiedon, minkälainen tilanne kulloinkin on. Samalla pystyttäisiin keräämään tietoja tehokkaammin.

Tämä henkilö voisi tehdä sitten omanlaisensa järjestelmän hyllyihin, minkälainen hänelle parhaiten sopii. Juuri oikeanlaisen henkilön valinta olisi tärkeää ja olisi

osattava valita juuri oikeanlainen tyyppi, joka tulee kaikkien kanssa hyvin toimeen ja on luonteeltaan aikaansaava ja oma-aloitteinen. Varastonkiertoa pystyttäisiin paremmin toteuttamaan. Tämä ratkaisisi sen, ettei kumeja pääsisi vanhentumaan hyllyihin, kun olisi henkilö joka hoitaisi varastoa. Näin voitaisiin täysin eliminoida hävikit tästä syystä.

Ajatus järjestelijästä ei ole osastoilla aivan uusi, vaan tätä on harkittu pitkään, mutta se on aina kaatunut siihen, kun ei ole osattu nähdä saavutettavia hyötyjä ja on ajateltu, että siinä menee yhden ihmisen palkka täysin hukkaan. Saavutettavat hyödyt eivät näkyisi suoraan missään mittareissa. Hyödyt, mitä tällä saataisiin, olisivat kaikki varsinaista tuotantoprosessia tukevia. Hyvä järjestyksen pito näkyisi nopeutuneena valmistusprosessina. Tavaroita ei tarvitsisi etsiä, ja aikaa ei hukkuisi siihen. Koneenkäyttäjät olisivat vain koneenkäyttäjiä, eikä heidän tarvitsi käyttää työpanostaan turhaan, kun heillä olisi henkilö auttamassa heitä. Yhden henkilön palkka ei sittenkään verrattuna hävikin takia hukattuihin euroihin olekaan enää niin hirveän suuri menoerä.

6.4. Henkilöstön asenne

Henkilöstön asenne työhönsä on ajan saatossa muuttunut. Työelämästä on tullut hektisempää, eikä enää ole aikaa tehdä mitään ylimääräisiä työtä tukevia toimintoja, kun on kiire tehdä kaikki työnjohtajien määräämät työtehtävät. Työnjohtajat katsovat tuotantoprosessia eri näkökulmasta kuin mitä varsinaiset työntekijät katsovat, joten heillä ei ole kaikkia tietoja, mitä työhön kuuluu. Jos työntekijän asenne on se, että tehdään kaikki, mitä työnjohtaja sanoo, silloin voi olla vaara, että jotain jää työprosessista pois. Hyvät ohjeistukset ja hyvä työhönopastus, jossa opetetaan kaikki työhön kuuluva, olisi ratkaisu.

Oma erityispiirteensä Teknikumilla on erikoinen ikärakenne työntekijöiden kesken. On paljon vanhempia työntekijöitä ja sitten on paljon nuoria, mutta tämän sukupolvikuilun väliltä ei ole paljonkaan ihmisiä. Tämä kuilu toimii hyvälle ja yhdistävän ilmapiirin esteenä. Ei synny sellaisesta hyvää yhteishenkeä, kun ei ole

mitään yhdistäviä juttuja mistä puhua keskenään. Yhteishengen parantaminen ja ylpeyden tunteminen omasta työstä voisivat toimia ratkaisuna.

7 YHTEENVETO

Suurin saavutus, mitä tällä työllä saatiin, seurasi enemmänkin puolivahingossa kuin niinkään tietoisien ja päämäärähakuisen työn myötä. Selvitettäessä tehtaalla asioita osastoilla virisi jälkeinpäin paljon keskinäistä keskustelua jätekumiasioista. Kumin käsittelyä alettiin katsella hieman eri valossa ja ryhdyttiin miettimään keinoja hukkaan heitettyjen määrien pienentämiseksi. Osastojen välisen yhteistyön nihkeys on ollut suurimpia esteitä kumimateriaalin tehokkaamman käsittelyn esteitä, joten siltä osin opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin.

Arvio omasta työpanoksesta tässä insinööriyössä on keskitasoa. Aluksi ongelmana oli tiedon vähyys, mitä kaikkeen kuminjalostukseen kuuluu, joten tietomäärän hankinta ja omaksunta aluksi oli hankalaa, varsinkin kun materiaalia kumista ja kumiteollisuudesta ja varsinkin ajankohtaista tietoa on vähän tarjolla. Kaiken sisäistämiseen kului paljon aikaa työn alkuvaiheissa. Osittain tämä sisäistäminen tapahtui samaan aikaan varsinaisen insinööriyön etenemisen kanssa. Siitä johtuen tässä työssä on niin laaja-alaisesti kuvailtu eri kumilaatuja ja eri prosesseja.

Henkilökunnan haastattelut olivat vapaamuotoisia ja yleisluontoisia. Prosessin ongelmat on mielestäni hyvin esitetty tässä työssä, ja toivottavasti tämä työ toimisi pohjana, jonka avulla näihin voitaisiin puuttua. Työssä esitellyt ratkaisuvaihtoehdot ovat suuntaa-antavia, ja toivottavasti osia niistä voitaneen ottaa käyttöön. Toivottavasti lopputuloksena jätekuluja pystytään vähentämään huomattavasti.

LÄHTEET

Jätelaki 1993. Ympäristön- ja luonnonsuojelu, Lakikokoelmat 2007. Edita.

Konsti, M. 2004. Kumiletkut. Suomen Kumitekninen Yhdistys: Kumiteknologian kurssi.

Laurila, Timo, 2004. Kumin työstämismenetelmät. Suomen Kumitekninen Yhdistys: Kumiteknologian kurssi.

Leenders, Michael. Fearon, Harold & England, Wilbur, 1982. Osto ja materiaalihallinto. Helsinki: Oy Rastor Ab.

Tammela, V. 1989. Polymeeritiede ja Muoviteknologia. Osa III. Helsinki: Otatieto Oy.

Turunen, P. 2004. Kumin raaka-aineet ja niiden sekoittaminen. Suomen Kumitekninen Yhdistys: Kumiteknologian kurssi.

Törmälä, P. 1976. Tekninen kumi. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Opintomoniste 19.

TTY. Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio 2005. Raportti 03/05 Uusiokumin teollinen hyödyntäminen (UTH), projektin loppuraportti [Verkkodokumentti, viitattu 16.4.2008] Saatavissa:

<http://www.tut.fi/public/index.cfm?MainSel=3591&Sel=11652&Show=14912&Siteid=66>

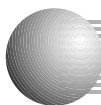
LIITTEET

1. Eri osastojen kaikki ostot nimikkeittäin vuodessa.
2. Kumityyppien ominaisuuksia.

	Ostot	71	71	71	74	82	83	83	83	87	LT	Mhe	HN	Tha	TARK.
S793010AC	60	60													60
S583000	70	70													70
S343030AA	113	30	83												113
S050191	140			100	40										140
S774050AA	150								150						150
S774070AB	150								150						150
S774070AC	150								150						150
S783030AA	150		150												150
SK164034AE	150		150												150
SK265031AA	150		150												150
S562000AC	160			160											160
S774070AD	163								163						163
S783030AB	171		171												171
S362010AE	200			200											200
S473070AE	200								200						200
S475020AA	200												200		200
S964020	200				200										200
SV978	206							206							206
S355237	215		215												215
S563000	280	130	150												280
S164010	300			300											300
S164435	300							300							300
S165060AC	300	300													300
S354160	300		300												300
S465040AB	300							300							300
S484020	380		380												380
S354060AA	400		400												400
S773531	400				400										400
SVA6ABZEF	400	200										200			400
S085180AC	500		500												500
S742030	500		500												500
S773430AA	540							540							540
S793010AA	540	420													540
S742030AA	550		550												550
S282240AA	592		592												592
S164060	600		600												600
SK665500AE	600	600													600
S174033BB	680		300											380	680
S364030AD	700	700													700
S463034AA	700							700							700
SK762020AB	700	700													700
S084540	800	800													800

S165041	LAROX OMP.1,2 KOV.63	800	800																		800	
S364030AF	VOLVO 92460-6, LAAKERIK.,	800																				800
S763080	LPP-LETKUPUMPPUKUMI 60 SH	800																				800
S774000-1	JÄÄHD.LETKU VERSIO -1, VO	800	800																			800
SK165031	LAROX KALVOKUMI, KERROSTE	800					800															800
S965010	HYDRATTU NITRILILI(LAROXS)	810																				810
S174033BA	VÄLILEVY OMP.1,261 KOV.69	890																				890
S773610	KEM.L.PINT.SIN.,S-JOHT.,K	920																				920
S082541AA	BROMOBUTYYLILETKUSEKOITUS	950																				950
S101010	LAIP.URA OMP KOV.	1000	1000																			1000
S352030AA	TÄRINÄNVAIMENNIN, LETKUK.	1000	600																			1000
S483130	LATAUSLETKU	1000																				1000
S752015	TEK.70501 OMP1,15 50 SHA	1000																				1000
S164034AI	TRL11 OP.1,13 KOV.60, Y	1150	450	700																		1150
S463032AA	VOLVO 92441-6, SAAB 8068	1200																				1200
S763033AA	EPDM kumeeraus 60 Sha, MU	1200					400	800														1200
S772040AB	SCANIAN ILMANOHJAIN	1200	1200																			1200
S165031	LETKUN SISÄ/PINTAKUMI 616	1250																				1250
S164530	Olutietkun pintak NREPPDM	1300																				1300
S362010AG	ASTM2000 M3BC607C12F17, S	1300																				1300
S365010AB	SUKELLUSVENEL. PINTAKUMI	1300																				1300
S573030	PUSKURIKUMI	1300																				1300
S145130	PEHM.SEK.OMP.0,94 KOV.41	1400	1400																			1400
S164060AA	JOUSIK. OMP.1,11 KOV.59	1500																				1500
S473760AA	VHIREÄ PINTAK. ÖLJYLETKU	1500					1500															1500
S144630AA	FOOD PINTAKUMI SIN. (1445	1600																				1600
S352032AA	CR-HIERTOKUMI	1600																				1600
S372112AB	MATTOKUMI OMP.1,41 KOV.70	1600	1000				600															1600
S473660AA	LACTOTEK-PINTAK. SININEN,	1600																				1600
S773630	SININEN EPDM -LETKUN PINT	1600																				1600
S144130AB	V.92020-BC OMP.1,05 40SHA	1700	1700																			1700
S175012AC	V.92022-7 OMP.1,15 70 Sha	1750																				1750
S974010AB	VAMAC-KUMI VOLVO 92471-7	1800																				1800
S973032AB	LOS-LETKUN SISÄKUMI	2027	325																			2027
S194130	TEK.SEK.OMP.1,19 KOV.90	2050	150																			2050
S154040	YLIKÄYTÄVÄN PINTAKUMI (VA	2200																				2200
S463030AA	ÖLJYLETKUN SISÄKUMI	2200																				2200
S662830	HAPPOLETKU, HYPALON	2200																				2200
S155032AA	LINS.TIV.OMP1,11 KOV.49	2300	1000																			2300
S473070AC	ÖLJYL.PINTAKUMI NBR/PVC,	2400																				2400
S155560AB	ELINT.OMP.1,23 KOV.55	2484																				2484
S774030AB	KEM.L.PINTA,S-JOHT.,KUL.K	2500																				2500
SK762020AAY	SCANIAN MELUS.60Sha EPDM,	2500	2500																			2500

S462930AC	NBR-KUMITUSKUMI, VÄLIK.	23900																			23900
S085180AB	VUOR.KUMI OP.1,099.KOV.60	26300			26300																26300
S264171AD	LÄMMÖNKESTÄVÄ.SBR VERSIO	30000			6000																30000
S164034AH	TRL11 OP.1,13 KOV.60, Y	32000			32000																32000
S160099	KIERRÄTYSKUMI VERSIO AM	35538																			35538
S164260AA	KEPINP.OMP.1,28 KOV.60	37400							37400												37400
S762020AB	SCANIAN MELUS.60Sh EPDM,	72700			72700																72700
S765010	EPDM, 60 SHA, LÄMMÖNKESTÄ	44000																			44000
S754030	SCANIAN ILMANOIJAIN 50 Sh	45000			42600				2400												45000
S145932AC	LKT-TIMO:N SISÄKUMI CV60-	47000																			47000
S164034AE	TRL11 OP.1,13 KOV.60, Y	54000			54000																54000
S764030AO	TIIV.SEK. VERSIO AO	60700							60700												60700
S165060AA	SILTALAAKERIKUMI 61603	62100			62100																62100
S265031AB	KULUTUSKUMI 61703	64000																			64000
S265031AA	KULUTUSKUMI 61703 TRL20	70500																			70500
S774000AG	JÄÄHD.LETKU VERSIO -1, VO	73800			7800																73800
SK165041AK	LAROX KALVOKUMI, KERROSTE	128700			126600				2100												128700
S174033AS	VÄLILEVY OMP 1,27 KOV 69	204800			800				204000												204800
		1637939																			1637939



KUMIJALOSTE

Kumityyppien ominaisuuksia

www.kumijaloste.fi

Kumityyppi Elastomeeri Lyhenne	61		62	63		64	66	67	68	69	70
	Luonnon- kumit	Styreeni butadieeni- kumit	Butyyli- kumit	Nitriili- kumit	Epikloori- hydriini- kumit	Kloro- preeni- kumit	Uretaan- kumit	Fluori- kumit	Silikoni- kumit	Kloorisulfo- noidut poly- teenikumit	Eteeni- propeeni- kumit
Ominaisuus	NR	SBR	IIR	NBR	ECO, CO	CR	U	FPM	Q	CSM	EPDM
Vetolujuus MN/m ²	4-25	4-25	4-15	4-18	4-18	4-20	15-30	7-15	3-10	4-12	4-18
Murtovenymä %	100-600	100-500	100-800	100-400	100-500	100-500	100-800	100-200	100-400	100-500	100-400
Käyttölämpötila:											
• pitkäaikainen °C	60	70	80	70	80	70	60	175	200	80	80
• lyhytaikainen °C	100	100	140	130	150	130	80	250	275	150	150
• pakkanen -°C	30-60	20-50	10-40	10-50	10-50	20-50	0-20	20-40	50-80	20-40	30-60
Jäännös- puristuma °C/%	70/20-60	70/20-60	100/20-80	100/20-60	100/20-60	100/30-80	70/20-60	175/30-50	150/20-60	100/60-80	100/25-60
Kimmoisuus	5	5	2	3-4	3	3-4	5	2	1-3	3	3
Sähköiset ominaisuudet	4	4	4-5	1-2	1	3	3	3	4	3-4	4
Kestävyys:											
• sää ja -otsoni	1-2	1-2	3-4	1-3	4-5	4	5	5	4	5	5
• hapot	2-3	2-3	4	3	3	3	1	3-4	1-3	4	3-4
• emäkset	2-3	2-3	4	2-3	3	3	1-2	1-3	1-2	4	3-4
• öljyt alifaattiset	1	1	1	4	4	2-3	3-4	4	1-2	1-2	1
aromaattiset	1	1	1	3	3	1	1-2	4	1-2	1	1
• kulutus	4-5	4	2-3	3-4	3-4	3-4	4-5	3	1-3	3	3
• liekki	1	1	1	1-2	3	3-4	1-2	4	2-3	3	1
• säteily	2-3	2-3	1	2-3	1	2-3	3	2-3	2-4	2-3	1
Kaasutiiviys	3	3	5	3	4	3-4	3	4	2	4	2-3
Liimattavuus	4	4	3-4	3-4	3-4	3-4	3	1-3	2-4	2-3	1

Arvosteluasteikko: 5=erinomainen, 4=mainio, 3=hyvä, 2=tyydyttävä, 1=huono