

Niko Poutiainen

**SELVITYS TUOTANNON LOGISTIIKASTA JA
VARASTOINNIN TEHOKKUUDESTA**

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Kesäkuu 2017**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Toukokuu 2017	Tekijä/tekijät Niko Poutiainen
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi SELVITYS TUOTANNON LOGISTIIKASTA JA VARASTOINNIN TEHOKKUUDESTA		
Työn ohjaaja Tapio Malinen		Sivumäärä 41
Työelämäohjaaja Mikael Nivala		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin suomalaiselle yritykselle, Bet-Ker Oy:lle, joka sijaitsee Ylivieskassa. Opinnäytetyössä perehdyttiin tehdasalueen ja valuhallin sisäisiin materiaalivirtoihin nykytilanteessa ja uusissa layoutmalleissa. Tavoitteena oli selvittää, mitä muutoksia ja mahdollisuuksia uudet rakennukset ja valuhallin laajennus tuovat mukanaan, sekä verrata niitä nykytilanteen järjestelyihin.</p> <p>Opinnäytetyön alussa perehdyttiin tehdasalueen eri tuotantotiloihin ja niiden toimintaan paremman kokonaiskuvan hahmottamiseksi. Kun nykytilanne oli kartoitettu, mietittiin millaisia materiaalivirtojen tulisi olla uusissa layoutmalleissa, niin koko tehdasalueella, kuin valuhallissa.</p> <p>Lopputuloksista ilmeni nykytilanteen ongelmakohtia sisäiseen logistiikkaan ja varastointiin liittyen, joille löydettiin ratkaisuja käytännön sallimissa rajoissa.</p>		
Asiasanat Materiaalivirrat, layoutmallit		

ABSTRACT

Unit Ylivieska	Date May 2017	Author/s Niko Poutiainen
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis A RESEARCH OF PRODUCTION LOGISTICS AND STORAGE EFFICIENCY		
Instructor Tapio Malinen		Pages 41
Supervisor Mikael Nivala		
<p>This thesis was made for Bet-Ker Oy which is located in Ylivieska, Finland. The thesis familiarizes with the internal material flows of the plant area and casting hall at the current moment and in the new layout models. The aim was to research what changes and opportunities new structures and expansion of the casting hall provide and to compare them to the arrangements of the current situation.</p> <p>In the beginning of the thesis the plant area and different production environments and their functions were familiarized to perceive a better general view. After the current situation was clarified, the material flows of the new layout models in the factory area and casting hall were considered.</p> <p>As results, problems of the internal logistics and storing were pointed out in the current situation. Solutions were found within the limits of practice.</p>		

Key words Material flows, layout models

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 LEAN-AJATTELU	3
2.1 Mitä on Lean-ajattelu?	3
2.2 Leanin työkalut	4
2.2.1 Imuohjaus	4
2.2.2 Työntöohjaus	5
2.2.3 OEE/KNL	6
3 LOGISTIIKKA	9
3.1 Logistiikka käsitteenä	9
3.2 Sisäinen logistiikka	9
4 TEHDASALUEEN NYKYINEN LAYOUT JA TOIMINNOT	11
4.1 Lähettämö, laboratorio ja toimisto (1)	12
4.2 Tuotantotila, valuhalli (2)	12
4.3 Tuotantotila, PKTT (3)	13
4.4 Tuotantotila, KTT (4)	13
4.5 Murskaamo ja hienojauhatusasema (5)	15
4.6 Varastotilat (6-10)	16
4.7 Kiertomateriaalipiha (11)	17
4.8 Ruduksen toimitilat (R1-R5)	17
5 TUOTANNON NYKYTILANNE	18
5.1 Tuotteet	18
5.2 Valuhallin nykytilanne ja uusi layoutmalli	19
6 TEHDASALUEEN MATERIAALIVIRRAT	27
6.1 Nykytilanteen ja uuden layoutmallin materiaalivirrat	27
6.2 Raaka-aineiden läpimenovirtaukset	30
6.2.1 Raaka-aine A nykyhetkellä	30
6.2.2 Raaka-aine A uudessa layoutmallissa	31
6.2.3 Raaka-aine B nykyhetkellä	34
6.2.4 Raaka-aine B uudessa layoutmallissa	35
7 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	41

KUVIOT	Sivu
KUVIO 1. Tuotteen virtaus, jota ei ole toteutettu johdonmukaisesti	10
KUVIO 2. Tuotteen virtaus, joka on toteutettu johdonmukaisesti	10
KUVIO 3. Bet-Ker Oy:n tehdasalueen eri rakennukset selityksineen	11
KUVIO 4. Valuhallin eri työpisteet ja toiminnot sekä tuotteiden välivarastointitilat	20
KUVIO 5. Prosessikaavio valukappaleen valmistuksesta raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle	21
KUVIO 6. Kehystiilien ja StartMastereiden nykytilanteen läpimenovirtaus valuhallissa	23
KUVIO 7. Kehystiilien ja StartMastereiden läpimenovirtaus valuhallissa laajennuksen jälkeen	25
KUVIO 8. Bet-Ker Oy:n tehdasalueen nykytilanteen materiaalivirrat	28
KUVIO 9. Bet-Ker Oy:n tehdasalueen materiaalivirrat uudessa layoutmallissa	29
KUVIO 10. Raaka-aineen A nykytilanteen läpimenovirtaus	32
KUVIO 11. Raaka-aineen A läpimenovirtaus uudessa layoutmallissa	33
KUVIO 12. Raaka-aineen B nykytilanteen läpimenovirtaus	36
KUVIO 13. Raaka-aineen B läpimenovirtaus uudessa layoutmallissa	37
TAULUKKO 1. Esimerkki OEE:n laskennasta	7
TAULUKKO 2. Esimerkki OEE:n laskennasta	8
TAULUKKO 3. Bet-Ker Oy:n tuotantomäärät vuodelta 2015	19

1 JOHDANTO

Ajatus opinnäytetyöstä lähti liikkeelle kesätöiden pohjalta, kun Bet-Ker Oy:n sisällä käytiin keskustelua kasvusta. Kävi ilmi, että yritys aikoo rakennuttaa lisää varastokapasiteettia sekä laajentaa tuotantotiloja, joten yritykseltä tarjottiin mahdollisuutta opinnäytetyölle. Tavoitteena oli tarkastella Bet-Ker Oy:n tuotanto- ja varastotilojen riittävyttä myynnin ja tuotantomäärien kasvaessa. Työhön sisältyi myös sisäisten logistiikkavirtojen tutkiminen sekä tuotannon tehokkuuden pohtiminen.

Bet-Ker Oy on Kalevi Mäkisen ja Eero Miettisen vuonna 1977 perustama yritys. Toiminta lähti liikkeelle, kun samottitiilistä murskattiin raaka-aineita massoihin, joilla vuorattiin tiilitehtaiden vaunuja. Perustajat huomasivat markkinoilla mahdollisuuksia ja pian myynti ja tuotekehitys suunnattiin terästeollisuuteen, merkittävimpänä kohteena Raahen Rautaruukin tehdas. Vuosina 1982 – 1995 Bet-Ker Oy oli Lohja Oyj:n omistuksessa, tuona aikana tuotteet ja tuotanto kehittyivät merkittävästi, raaka-aineita alettiin hankkia globaalisti ja oli Bet-Ker Oy:llä lisenssisopimuksia japanilaisen kumppanin kanssa. Kuivatuotetehdas rakennettiin vuonna 1990, mikä mahdollisti tuotannon volyymin kasvun. Vuonna 1995 omistajat vaihtuivat nykyomistajiin, joita ovat SSAB Oy, JMP rakentajat sekä Juhani Hautamäki, yrityksen toimitusjohtajana toimii Antti Hautamäki. Betoniasema, joka on ollut tehdasalueella alusta asti, on nykyisin Rudus Oy:n omistama. (Hautamäki 2017)

Bet-Ker Oy keskittyy monoliittisiin tulenkestäviin materiaaleihin, joka kattaa massat sekä niistä valmistettavat valukappaleet. Yrityksen tavoitteena on olla Pohjoismaiden merkittävin toimija omalla sektorilla. Pääpainopiste on Suomen markkinoilla, mutta kasvua haetaan viennin kautta mm. Ruotsin ja USA:n markkinoilta. Myynnin kasvuun on investoitu ja uskoa omaan tekemiseen vahvistaa saatu asiakaspalaute. Yritys pyrkii jatkuvaan kehitykseen ja ottaa käyttöönsä ISO 9001 standardin mukaisen johtamisjärjestelmän vuonna 2017. Lähitulevaisuuden tavoitteina on kehittää toimintaa, markkinoita ja viestintää. (Hautamäki 2017)

Opinnäytetyössä haetaan tietoa ja vastauksia, kuinka Bet-Ker Oy:n sisäistä logistiikkaa voidaan kehittää ja varastoinnin tehokkuutta parantaa.

2 LEAN-AJATTELU

2.1 Mitä on Lean-ajattelu?

Lean-ajattelu on kaikenkattava kehittämisfilosofia, joka perustuu toisen maailmansodan vaiheilla perustetun japanilaisen Toyotan toimintamalliin. Toyotan päätuotantoinsinööri Taiichi Ohno sai tehtäväkseen parantaa yrityksen tuottavuutta, jonka ongelmana oli konekannan vanhanaikaisuus sekä pääoman puuttuminen. Taiichi Ohnon oli keksittävä toimenpiteitä, joilla olisi mahdollista tehdä enemmän vähemmällä. Leanin monet työkalut on alkujaan kehitetty palveluorganisaatioissa. Tunnetuimpana esimerkkinä pidetään ”Kanbania”, joka on muunnelma supermarketien tavaraohjauksesta. Idea syntyi, kun Taiichi Ohno pistäytyi Piggly Wigglyn supermarketissa, jossa asiakas sai minkä tahansa määrän haluamaansa tuotetta, milloin halusi. Toyotan päätuotantoinsinöörille tämä oli täydellinen esimerkki imuohjauksesta. (Six Sigma 2017.)

Lean peruseriaatteen mukaan yrityksen tärkein tehtävä on tuottaa arvoa asiakkailleen. Kun on saatu määriteltyä tarkasti, mitä arvoa tuotetaan ja halutaan tuottaa asiakkaille, voidaan toimintoja tutkia arvontuoton näkökulmasta. Kaikki toiminnot voidaan jakaa arvoa tuottaviin toimintoihin, tukitoimintoihin tai hukkatointoihin. (Logistiikan Maailma 2016.)

Arvoa tuottavilla toiminnoilla tarkoitetaan sellaisia toimintoja, jotka muokkaavat tietoa, materiaalia tai ihmistä asiakkaan haluamalla tavalla. Arvoa saadaan tuotettua, kun tuotteen valmistus etenee eli tuote jalostuu. (Logistiikan Maailma 2016; Modig & Åhlström 2013, 23.) Käytännössä arvoa tuottavia toimintoja ovat esimerkiksi raaka-aineen työstäminen koneella tarpeenmukaiseksi, tai kun viraston työntekijä käsittelee hakemusta.

Tukitoiminnot ovat toimintoja, jotka eivät tuota suoraan arvoa asiakkaalle, mutta ovat välttämättömiä arvontuoton kannalta. Näihin toimintoihin liittyvät esimerkiksi lainsäädännöt, riskienhallinnat sekä teknologiset rajoitteet. (Logistiikan Maailma 2016.)

Hukkatoiminnot ovat turhia toimintoja, joiden aikana tuote ei jalostu. Ne eivät tuota arvoa asiakkaalle eivätkä ole välttämättömiä arvontuoton kannalta. (Logistiikan Maailma 2016; Modig & Åhlström 2013, 23-24.) Hukkatoimintoja ovat esimerkiksi tuotteen seisominen varastossa tai lupahakemuksen oleminen jonossa.

2.2 Leanin työkalut

2.2.1 Imuohjaus

Imuohjaus on tuotannonohjausmenetelmä, jonka perusajatus on, että varastoista syntyy kustannuksia ja ne piilottavat prosesseihin liittyviä ongelmia, jotka tulisi minimoida. Ideaalitilanne olisi, että tuotteita valmistettaisiin äärimmäisen nopeasti yksi kappale kerrallaan asiakkaan tarpeen mukaisesti, mutta koska todellisuudessa tällainen ei ole mahdollista, paras vaihtoehto Lean-ajattelun mukaan on imuohjaus. Imuohjauksessa toiminta pohjautuu asiakastarpeen tahtiin sekä rajoitettuun varastojen ja keskeneräisen tuotannon määrään. Tarkoituksena on siirtää tuotteita ja puolivalmisteita tuotantoprosessissa eteenpäin ainoastaan silloin, kun tuotantoketjun seuraava osa sitä pyytää. (Logistiikan Maailma 2016; Lean-Manufacturing-Japan 2017.)

Imuohjaus voidaan toteuttaa esimerkiksi Kanban-ohjauskorteilla. Ne antavat luvan valmistaa tai siirtää jotakin tuotetta tai osaa Kanban-kortissa määritellyn määrän. Varastomäärien ja keskeneräisen tuotannon yläraja määritellään korttien määrällä. Niitä vähentämällä keskeneräinen tuotanto pienentyy sekä päinvastoin. Imuohjaukselle on olemassa muitakin toteutustapoja, kuten kaksilaatikkojärjestelmä, jossa osaa käytetään yhdestä laatikosta tyhjentymiseen asti, jolloin vaaditaan täyden-

nyksiä. Samalla periaatteella toimii myös visuaaliset signaalit, kuten merkityt lattia-alueet tai tyhjät hyllypaikat. (Logistiikan Maailma 2016; Bloomberg, Lemay & Hanna 2002, 41.)

Imuohjaus soveltuu parhaiten materiaalivirtoihin tai niiden osiin, joissa täydennykset ovat nopeita ja tarve tasaista. Haasteellisempaa ovat tilanteet, joissa täydennysajat ovat pitkiä ja kysyntä vaihtelee. Esimerkiksi kaukana sijaitsevat raaka-aineen toimittajat lisäävät haasteita täydennysaikoihin. (Logistiikan Maailma 2016.)

2.2.2 Työntöohjaus

Työntöohjauksen keskeinen ajatus on, että asiakkaan tarve ei suoraan ohjaa materiaalivirtaa, vaan eri vaiheiden toiminnot perustuvat johonkin ennalta määrättyyn aikatauluun, kuten tuotantosuunnitelmaan. Useimmiten ohjauksessa käytetään tarvelaskentaa. Työntöohjauksella voidaan kuvata myös ajatusta, jossa oletettu kysyntä ei määrittele tuotantomääriä, vaan tietoisesti tehty päätös. Tuotteita tehdään tietty määrä ja ne ”työnnetään” markkinoille toimittajien sekä valmistajien taholta. (Logistiikan Maailma 2016; Lean-Manufacturing-Japan 2017.)

Todellisuudessa sekä imu- että työntöohjausta esiintyy harvaksen läpi koko tuotantoketjun puhtaana toimintaperiaatteena. Käytännössä toimintaperiaatteita yhdistetään tarpeen mukaan, jotta saadaan mahdollisimman toimiva kokonaisuus materiaalivirralla. Materiaalivirtaa voidaan esimerkiksi ohjata asiakastarpeen mukaan tarvelaskentaa hyödyntämällä, jos perustana ovat asiakkaiden tekemät tilaukset. Siihen voidaan yhdistää rajoitteita keskeneräisen tuotannon sekä varastojen volyymille. Kuitenkin on olemassa komponentteja, joiden toimitusajat ovat pitkiä, minkä takia niitä on pakko tilata ennusteiden perusteella, jolloin asiakkaiden tarpeet otetaan huomioon tiedonkeruulla sekä tulevaisuuden kysynnän hyvällä ymmärryksellä. (Logistiikan Maailma 2016; Lean-Manufacturing-Japan 2017.)

2.2.3 OEE/KNL

OEE (Overall Equipment Effectiveness), suomeksi KNL (Käytettävyys, Nopeus, Laatu) on luku, jolla voidaan seurata ja parantaa tuotantoprosessien tehokkuutta. Se ottaa huomioon tuotantohävikin syitä ja jakaa ne käytettävyys-, nopeus- sekä laatutekijöihin. Tällä tavalla tuotantoprosessit saadaan muutettua tunnusluvuksi, joka kuvaa tuotannon todellisen tehokkuuden. (NOVOTEK 2011; ARROW Engineering 2016.)

OEE:n analysointi voidaan aloittaa tutkimalla suunniteltua tuotantoaikaa, joka on OEE:n laskennan lähtökohta. Kun teoreettisesta kokonaisajasta vähennetään ajanjaksot, jolloin tuotannon ei ole tarkoitus olla toiminnassa, saadaan suunniteltu tuotantoaika. Näihin ajanjaksoihin sisältyy raaka-ainepulat, lakot, tauot tai kysynnän puute. (NOVOTEK 2011; ARROW Engineering 2016.)

Käytettävyystekijällä kuvataan tuotantohävikkiä, joka on peräisin tuotannon seisokeista eli tapahtumista, jotka keskeyttävät suunnitellun tuotannon. Syitä tuotannon keskeytymiselle voi olla huoltotoimenpiteet, laitehäiriöt tai tuotevaihtoihin liittyvät toimenpiteet. Kun suunnitellusta tuotantoajasta on vähennetty seisokkihäviöt, jää jäljelle käyntiaika. (NOVOTEK 2011; LeanProduction 2017.)

Nopeustekijällä kuvataan tuotantohävikkiä, joka on peräisin nopeushäviöistä. Kaikki ideaalinopeutta hitaammat nopeudet lasketaan nopeushäviöiksi. Nopeushäviöiden syitä ovat kuluneet laitteet, huonot raaka-aineet tai koneenkäyttäjän tehottomuus. Kun käyntiajasta vähennetään nopeushäviöt, jää jäljelle nettotyöaika. (NOVOTEK 2011; LeanProduction 2017.)

Laatutekijällä kuvataan tuotantohävikkiä, joka on peräisin huonosta laadusta. Tuotteet, jotka eivät täytä laatukriteereitä, lasketaan hävikiksi. Laatuhäviöiden syitä ovat valmistusvirheet, ylimääräinen työ tai alempaan laatuluokkaan luokiteltu tuotanto. Kun nettotyöajasta vähennetään laatuhäviöt, jää jäljelle arvoa lisäävä työaika. OEE:n avulla voidaan lisätä arvoa lisäävää työaikaa suhteessa kokonaistyöaikaan. (NOVOTEK 2011; LeanProduction 2017.)

OEE tunnusluku voidaan laskea kertomalla käytettävyys, nopeus sekä laatu keskenään. Taulukoissa 1 ja 2 esitetään kuvitteellinen esimerkki yhden työvuoron tuotannon tapahtumista. OEE:n laskennassa käytetään yhdenmukaisia mittayksiköitä (minuutit ja kpl).

TAULUKKO 1. Esimerkki OEE:n laskennasta (mukaillen NOVOTEK 2011)

	ARVOT
Työvuoron kesto	8 h = 480 min
Tauot	2 x 15 min = 30 min
Lounastauko	1 x 30 min = 30 min
Seisokkiaika	39 min
Nimellistuotantokyky	50 kpl per min
Toteutunut tuotanto	15 644 kpl
Hylätty tuotanto	551 kpl

TAULUKKO 2. Esimerkki OEE:n laskennasta (mukaillen NOVOTEK 2011)

<p>Käytettävyys = Käyntiaika / Suunniteltu tuotantoaika</p> <p>= 480 min – 60 min = 420 min (taukojen vähennys)</p> <p>= 420 min – 39 min = 381 min (seisokkiajan vähennys)</p> <p>= 381 min / 420 min</p> <p>= 0.9071 (90.71 %)</p>
<p>Nopeus = Toteutunut tuotanto / (Nimellistuotantokyky x Käyntiaika)</p> <p>= 15 644 kpl / (50 kpl per min x 381 min)</p> <p>= 0.8212 (82.12 %)</p>
<p>Laatu = Hyväksytty tuotanto / Toteutunut tuotanto</p> <p>= 15 644 kpl – 551 kpl = 15 093 kpl (hylättyjen kpl:n vähennys)</p> <p>= 15 093 kpl / 15 644 kpl</p> <p>= 0.9648 (96.48 %)</p>
<p>OEE = Käytettävyys x Nopeus x Laatu</p> <p>= 0.9071 x 0.8212 x 0.9648</p> <p>= 0.7187 (71.87 %)</p>

OEE tunnusluvuksi saatiin taulukoiden 1 ja 2 mukaisesti 71,87 %, joka kuvaa arvoa lisäävää työaikaa. OEE tunnuslukua nostamalla arvoa lisäävä työaika kasvaa, jolloin tuotannon tehokkuus paranee.

3 LOGISTIIKKA

3.1 Logistiikka käsitteenä

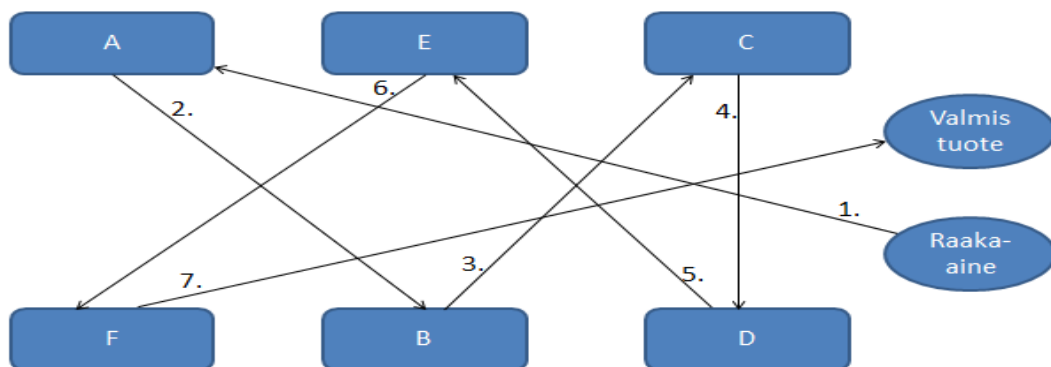
Kuljetukset yhdistävät erilaiset integroituneet logistiset toiminnot. Ilman kuljetuksia, integroitunut logistiikkajärjestelmä ei kykene toimimaan. Kuljetuksia voidaan ajatella liimana, joka pitää koko järjestelmää yhdessä. Ilman niitä raakamateriaalit ja valmiit tuotteet eivät voi virrata tehtaisiin, varastoihin sekä lopulta asiakkaille. (Bloomberg, Lemay & Hanna 2002, 94.)

Yhdysvaltalaisen the Council of Supply Chain Management Professionalsin (CSCMP) mukaan logistiikkakanavalla tarkoitetaan verkkoa, joka koostuu toimitusketjun osapuolista, jotka osallistuvat kuljetuksiin, varastointiin, siirtelyyn, viestintään sekä käsittelyyn. Verkon tarkoituksena on edistää tavaravirtoja. Logistiikkahallinnolla tarkoitetaan toimitusketjun osaa, joka suunnittelee ja ohjaa tuotteisiin liittyviä informaatiovirtoja sekä tuotteiden säilytystä alkutilanteesta kulutuspaikalle asiakastarpeiden mukaisesti. Tyypillisesti logistiikkahallintoon sisältyy varastoinnin ja kuljetusten hallinta, tilaukset, materiaalinkäsittely, logistiikkaverkoston sekä kysynnän ja tarjonnan suunnittelu ja kolmansien osapuolten palveluiden hallinta. Logistiikkahallinto on yhdistävä toiminto, jonka tehtävänä on koordinoida ja optimoida logistiikkatoimintoja sekä integroida ne muihin toimintoihin, kuten valmistukseen, rahoitukseen, myyntiin ja markkinointiin. (Hokkanen, ym. 2011, 12.)

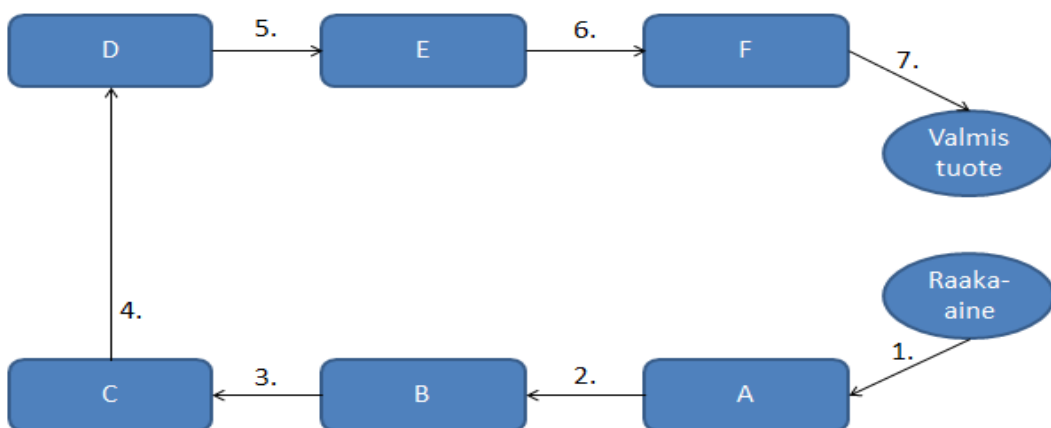
3.2 Sisäinen logistiikka

Sisäiselle logistiikalle ei ole varsinaista määritelmää, vaan se tarkoittaa samaa, kuin logistiikka, mutta siitä on rajattu yrityksen ulkopuoliset tekijät pois. Se tarkoittaa kaikkea materiaalin ja tiedon käsittelyä tuotantoketjussa. Hyvin hoidettu ja optimoitu sisäinen logistiikka tehostaa kaikkia tuotannon osa-alueita ja säästää kustannuksia. (Transval 2017.) Sisäisiä logistiikkavirtoja voidaan kuvata esimerkiksi spagettikaaviolla.

Kuvioista 1 ja 2 tarkastellaan kuvitteellisen tuotteen läpimenon jalostusvirtausta raaka-aineesta jalostusvaiheiden A, B, C, D, E, F kautta valmiiksi tuotteeksi. Kuvio 1 kuvaa huonosti suunniteltua sisäistä logistiikkaa, jossa jalostusvaiheiden sijoittelua ei ole toteutettu järkevästi. Nuolien 1-7 mukaisesti eri jalostusvaiheiden välillä tulee turhaa edestakaisin liikuttelua etäisyyksiin nähden eikä tuotteen virtaus ole johdonmukaista, mikä heikentää tuotannon tehokkuutta ja lisää ylimääräistä työtä. Kuvio 2 kuvaa sisäistä logistiikkaa, jossa jalostusvaiheiden sijoitus on toteutettu järkevästi. Nuolien 1-7 mukaisesti eri jalostusvaiheiden välillä ei synny ylimääräistä liikuttelua, vaan tuotteen virtaus on johdonmukaista, mikä lisää tuotannon tehokkuutta. Sisäisen logistiikan suunnittelussa ja toteutuksessa tulisi pyrkiä luomaan virtauksesta kuvion 2 mukainen. Mikäli mahdollista, kannattaa myös pohtia onko eri jalostusvaiheita mahdollista yhdistää yhdeksi vaiheeksi esimerkiksi sijoittamalla työpisteitä vierekkäin, mikä vähentäisi liikuttelua entisestään.



KUVIO 1. Tuotteen virtaus, jota ei ole toteutettu johdonmukaisesti.



KUVIO 2. Tuotteen virtaus, joka on toteutettu johdonmukaisesti.

4 TEHDASALUEEN NYKYINEN LAYOUT JA TOIMINNOT

Bet-Ker Oy:n 23 159 m²:n tehdasalue sijaitsee Ylivieskassa. Tehdasalueeseen kuuluu tuotanto- ja varastotilat, laboratorio, lähettämö, toimistotilat sekä Rudus Oy:n toimitilat. Tämänhetkistä layoutia ja siihen liittyviä toimintoja tarkastellaan kuvion 3 mukaisesti.



KUVIO 3. Bet-Ker Oy:n tehdasalueen eri rakennukset selityksineen (Bet-Ker Oy 2016)

4.1 Lähettämö, laboratorio ja toimisto (1)

Lähettämö, laboratorio ja toimisto sijaitsevat samassa rakennuksessa. Lähettämö huolehtii tehdasalueelle saapuvat ja sieltä lähtevät rahtikuljetukset sekä niihin liittyvät toimenpiteet.

Laboratorion tärkein tehtävä on laadunvarmistus. Työntekijät keräävät näytteitä yrityksen valmistamista massoista, murskaamolta, hienojauhatusasemalta sekä saapuvista raaka-aineista ja analysoi niitä. Lisäksi työntekijät tekevät työstökokeita ja koekappaleita sekä valmistavat tarvittavia lisäaineseoksia massojen valmistukseen. Laboratorion tehtäviin sisältyy myös tuotekehitystehtäviä.

Toimistotiloissa työskentelevät yrityksen toimihenkilöt. Tiloihin sisältyy toimistot, neuvotteluhuone sekä tauko- ja pesutilat.

4.2 Tuotantotila, valuhalli (2)

Valuhallissa valmistetaan kaikki tulenkestävät rakenneosat, joiden painot voivat olla yhdestä kilogrammasta 7500:an kilogrammaan. Valutekniikalla valmistetut tuotteet joko kuivataan tai poltetaan maksimissaan 1100°C:ssa.

Valuhallissa erilaiset elementit valmistetaan omilla työpisteillään. Työpisteitä on neljä, joista jokaisella on omat sekoittajat. Sekoittajia on yhteensä viisi ja yhdellä työpisteellä on kaksi sekoittajaa, loppuissa yksi. Sekoittajat ovat erilaisia ja ne on jaoteltu työpisteille niiden käyttötarkoituksen mukaan, esimerkiksi raskaimpien valukappaleiden valmistukseen käytetään isointa ja tehokkainta sekoittajaa.

Valukappaleiden kuivaukseen ja polttamiseen käytetään sähkö- ja kaasu-uunia. Uuneja käytetään pääosin siten, että pienemmät valukappaleet sijoitetaan sähköuuniin ja isommat valukappaleet kaasu-uuniin, joka on hieman tilavampi. Uunien käytössä valitaan ohjelma, jolla valukappaleita kuivataan tai poltetaan. Ohjelmilla vaikutetaan lämpötilaan ja uunitusajan pituuteen.

Valuhallia käytetään myös valukappaleiden ja -massojen varastointiin. Kaikki kuivatuotetehtaalla valmistettavat valumassat, joista valukappaleita valmistetaan, varastoidaan valuhallissa niiden työpisteiden läheisyydessä, joissa niitä käytetään. Lisäksi kunnossapidon työtilat sijaitsevat valuhallissa.

4.3 Tuotantotila, PKTT (3)

PKTT eli pieni kuivatuotetehdas toimii pääsääntöisesti piensäkkituotteiden valmistuspaikkana, mutta siellä valmistetaan suursäkkeihinkin meneviä tuotteita. PKTT toimii myös varastotilana. Siellä säilytetään side- ja lisäaineita, valmiita valukappaleita ja -massoja sekä esineitä ja koneita, jotka eivät ole käytössä. Iso osa PKTT:n tiloista käytetään varastointiin. Lisäksi PKTT:lla valmistetaan myös laboratorion henkilöstön toimesta lisäaineseoksia kuivatuotetehtaalle massojen valmistusta varten.

4.4 Tuotantotila, KTT (4)

KTT:lla eli kuivatuotetehtaalla valmistetaan yrityksen päätuotteita, joita ovat tulenkestävät massat. Massat ovat valmiita tuotteita asiakkaille, tai puolivalmisteita, joita käytetään omassa valutuotannossa asiakkaille valmistettaviin valukappaleisiin.

Kuivatuotetehtaan tuotantoprosessissa runkoaineet haetaan pyöräkoneella runkoainevarastosta ja lastataan syöttösiiloon, josta elevaattori kuljettaa ne seulakoneelle. Seulakone jakaa runkoaineen eri runkoainesiiloihin niiden raekoon mukaan. Runkoainesiiloista annostellaan yhtä raekokoa kerralla runkoainevaa'alle reseptin mukaisesti. (Kukonlehto 2017)

Sideainesiilot täytetään puhallusautolla puhallusputkien kautta. Puhallusautot täytetään joko suursäikeistä yrityksen omasta toimesta tai ne saapuvat valmiiksi täytettyinä. Sideaineet annostellaan sideainevaa'alle reseptin osoittamasta sideainesiilosta joko ruuvikuljettimen tai läpällisen sulkusyöttimen kautta. Kuten runkoaineen annostelussa, sideainevaa'alle annostellaan vain yhtä sideainetta kerralla. (Kukonlehto 2017)

Lisääainesiilot täytetään käsin joko suur- tai piensäikeistä riippuen lisääaineesta. Lisääainesiiloista lisääaineet kuljetetaan lisääainevaaoille ruuvikuljettimella. Lisääainevaa'at toimivat samalla periaatteella, kuin runkoaine- ja sideainevaaka. Yhdelle lisääainevaa'alle annostellaan vain yksi lisääaine kerralla. (Kukonlehto 2017)

Lisääainevaakojen alla sijaitsee kuppikuljetin, johon lisääaineet tyhjennetään. Kun kaikki lisääaineet on annosteltu, kuppikuljetin lähtee liikkumaan kiskoja pitkin kohti sekoittajia. Reseptistä riippuen kuppikuljetin voi pysähtyä tasolle, josta lisääaineita voidaan lisätä pieniä määriä tarvittaessa käsin. Kuppikuljettimen saapuessa sekoittajien yläpuolelle, sen pohjaluukku aukeaa ja lisääaineet putoavat sekoittajaan. Sekoittajia on kaksi ja niiden käyttö valitaan riippuen siitä, valmistetaanko massa piensäkkeihin, vai suursäkkeihin ja tuotesiiloihin. Suursäkkeihin ja tuotesiiloihin päätyvät massat käyttävät samaa sekoittajaa ja piensäkkeihin päätyvillä massoilla on oma sekoittaja. (Kukonlehto 2017)

Kun lisääaineet on tyhjennetty kuppikuljettimesta valittuun sekoittajaan, sideainevaa'an pohjaluukku aukeaa ja sideaineet putoavat sekoittajaan kuppikuljettimen lävitse. Sideainevaa'an tyhjennyttyä sideaine- ja runkoainevaa'an alapuolella sijaitseva jakoläppä ohjaa tyhjennyksen sideainevaa'alta runkoainevaa'alle. Runkoaineet tyhjäntyvät runkoainevaa'alta samalla tavalla kuppikuljettimen lävitse, kuin sideaineet, minkä jälkeen liuosvaaka annostelee reseptin osoittamia liuoksia sekoittajaan. Vaakojen tyhjennyttyä massa on valmis sekoitettavaksi. Kuppikuljettimen pohjaluukku sulkeutuu ja se palaa takaisin lisääainevaakojen alle. Samaan aikaan sekoittaja aloittaa massan sekoituksen, ja runko-, side- ja lisääainevaa'at aloittavat uuden annostelun. (Kukonlehto 2017)

Massan valmistuksessa välisiilon alla sijaitsevan jakolaitteen avulla voidaan valita joko massan säkitys tai tuotesiilon täyttö paineilmalla. Sekoittajassa oleva massa putoaa välisiiloon, kun sekoittajan pohjaluukku aukeaa. Jakolaite ohjaa massan tuotesiiloon, suursäkkiin tai piensäkityskoneeseen. Piensäkityskone annostelee ja punnitsee välisiilosta yhden piensäkin verran massaa kerrallaan säkitettäväksi. Suursäkkeihin menevissä massoissa välisiilossa oleva massa putoaa jakolaitteen ohjaamana kerralla suursäkkiin. Säkissä oleva massa on valmis tuote, joka voidaan pakata. Tuotesiiloihin menevissä massoissa jakolaite ohjaa massan tyhjiin painesäiliöön, josta paineilman avulla massa kuljetetaan määrättyyn tuotesiiloon. Täynnä oleva tuotesiilo on valmis tuote. (Kukkonlehto 2017)

4.5 Murskaamo ja hienojauhatusasema (5)

Murskaamon käyttömateriaalina toimivat kiertoraaka-aineet sekä neitseelliset raaka-aineet. Raaka-aineita voidaan toimittaa yritykselle valmiiksi kuivattuna, mikä tarkoittaa, että murskaamon tuotantoprosessin aikana niitä ei tarvitse kuivata, toisin kuin kiertomateriaalipihalta käytettävät kiertoraaka-aineet. (Sakko 2017)

Murskaamon tuotantoprosessi toimii siten, että pyöräkone lastaa halutun raaka-aineen syöttösiiloon, josta murskaamon työntekijä annostelee raaka-ainetta syöttäjälaitteelle. Syöttäjälaitte lajittelee liian pienen raaka-aineen jätteeksi, minkä jälkeen hihnakuljetin kuljettaa raaka-ainetta leukamurskaimelle. Syöttäjälaitteen ja leukamurskaimen välillä kulkevalla hihnakuljettimella työntekijä karsii raaka-aineesta epäpuhtaudet, esimerkiksi raudan palaset pois. Leukamurskain toimii esimurskaimena, joka murskaa raaka-ainetta pienempään kokoon. Tämän jälkeen raaka-aine kulkee hihnakuljettimella iskupalkkimurskaimelle, joka murskaa sen tavoiteltuun kokoon. Iskupalkkimurskaimelta raaka-aine kulkee elevaattorilla seulalle, josta jakolaitteen putkien kautta liian karkea raaka-aine päätyy takaisin iskupalkkimurskaimelle uudelleen murskattavaksi ja halutun kokoinen raaka-aine takasiiloon. Takasiilossa oleva raaka-aine viedään pyöräkoneella joko käyttöön tai varastoon. Jos murskattava raaka-aine on märkää, eli kiertomateriaalipihalta otettavat murskattavat raaka-aineet, menee raaka-aine iskupalkkimurskaimen jälkeen väli-

siiloon, josta hihnakuuljetin kuljettaa sen elevaattorille, jonka jakolaitteen putkien avulla märkä raaka-aine kuljetetaan kuivausuunille. Kuivausuunilla murskattu raaka-aine kuivataan yleensä noin 130°C asteessa, minkä jälkeen se nousee elevaattorin avulla etusiiloon, josta pyöräkone vie sen käyttöön tai varastoitavaksi. (Sakko 2017)

Hienojauhatusasemalla raaka-aineista jauhetaan pölyä. Tuotantoprosessissa pyöräkone lastaa raaka-aineita syöttösiiloon, josta niitä annostellaan raaka-aineesta riippuen joko isoon tai pieneen kuulamylyyn. Kuulamyly jauhaa raaka-aineet hienoksi, minkä jälkeen se kuljetetaan seulalle, jonka jakolaitteen avulla liian karkeaksi jäänyt raaka-aine kuljetetaan takaisin kuulamylylle. Halutun kokoinen raaka-aine siirtyy kuljettimien kautta siiloihin, joista ne voidaan lastata puhallusautoon. Iso kuulamyly toimii samalla periaatteella, mutta jauhettu raaka-aine ei kierrä seulalta takaisin kuulamylyyn, vaan se kuljetetaan aina siiloihin. (Sakko 2017)

4.6 Varastotilat (6-10)

Raaka-aineiden ja tuotteiden varastointi on pyritty järjestämään niiden tarpeiden mukaan. Osa yrityksen käyttämistä raaka-aineista varastoidaan lämmitetyissä tiloissa ja osa raaka-aineista säilytetään tiloissa, joita ei ole lämmitetty.

Kuvio 1:n rakennukset 6-8 ovat raaka-ainevarastoja. Rakennuksessa 6 varastoidaan bulkkitavarana olevia raaka-aineita ja rakennuksissa 7 ja 8 varastoidaan säkkitavarana olevia raaka-aineita. Rakennus 10 on työpajan tarpeille tarkoitettu varastotila. Nämä tilat (6-10) eivät ole lämmitettyjä. Rakennus kolme (3) on tuotantotila PKTT. Kuten kappaleessa 2.2.3 Tuotantotila, PKTT mainittiin, side- ja lisäaineiden sekä valukappaleiden varastointiin käytetään PKTT:n tiloja.

4.7 Kiertomateriaalipiha (11)

Kiertomateriaalipihalle kerätään tulenkestäviä pinnoitteita. Esimerkiksi Raahesta SSAB Oy:n tehtaalta toimitetaan Bet-Ker Oy:lle tiiltä, joka murskataan ja käytetään uudelleen runkoaineen osana. Materiaalit lajitellaan niiden tulenkestävien ominaisuuksien sekä niiden koostumuksen mukaan. (Sakko 2017)

4.8 Ruduksen toimitilat (R1-R5)

Rudus Oy:n omistamat toimitilat (R1-R5) sijaitsevat Bet-Ker Oy:n tehdasalueella. Rudus Oy valmistaa betonia ja toimittaa sitä asiakkaille. Toimitilat sisältävät maastakun, vaakoja, hihnakuuljettimen, jakolaitteen, sekoittajan, sementtisiiloja sekä valvomon. Betoniautot lisäävät liikennettä tehdasalueella.

5 TUOTANNON NYKYTILANNE

5.1 Tuotteet

Yrityksen tuotantoon kuuluvat valutyöt, murskaus, hienojauhatus sekä massojen valmistus eri tarkoituksiin. Massat voidaan jakaa kahteen eri ryhmään, jotka ovat alumiinioksidi-massat sekä magnesia-massat eli MgO-massat. Alumiinioksidi-massat voidaan jakaa alaryhmiin niiden käyttötarkoituksen perusteella. Näitä ryhmiä ovat HC-massat, LC-massat, sekä SLAM-massat ja puolivalmisteet. (Miettinen 2017)

HC-massat, joiden nimet tulevat englannin kielen sanoista High Cement, ovat korkeasementtisiä ja helposti sekoitettavia yleisvalumassoja, joita voidaan käyttää esimerkiksi tulisijojen valmistukseen. LC eli Low Cement -massat ovat matalasementtisiä valumassoja, joiden käyttö vaatii tasosekoittajan. SLAM-massojen nimi tulee niiden käyttötavasta slammauksesta, joka tarkoittaa pinnan käsittelyä laastia levittämällä. SLAM-massoja voidaan käyttää myös ruiskuttamalla. Puolivalmisteet ovat massoja, joista valmistetaan valukappaleita. MgO-massat ovat kuivamassoja terästeollisuuden käyttöön. Massoja valmistetaan joko säkkitavarana tai tuotesiiiloihin painelähetyksenä. Tuotesiiilojen toiminta on selitetty edellä kappaleessa 4.2.4 KTT, kuivatutetehdas. (Miettinen 2017)

Taulukosta 3 tarkastellaan vuoden 2015 tuotantoraportin mukaisia valmistusmääriä.

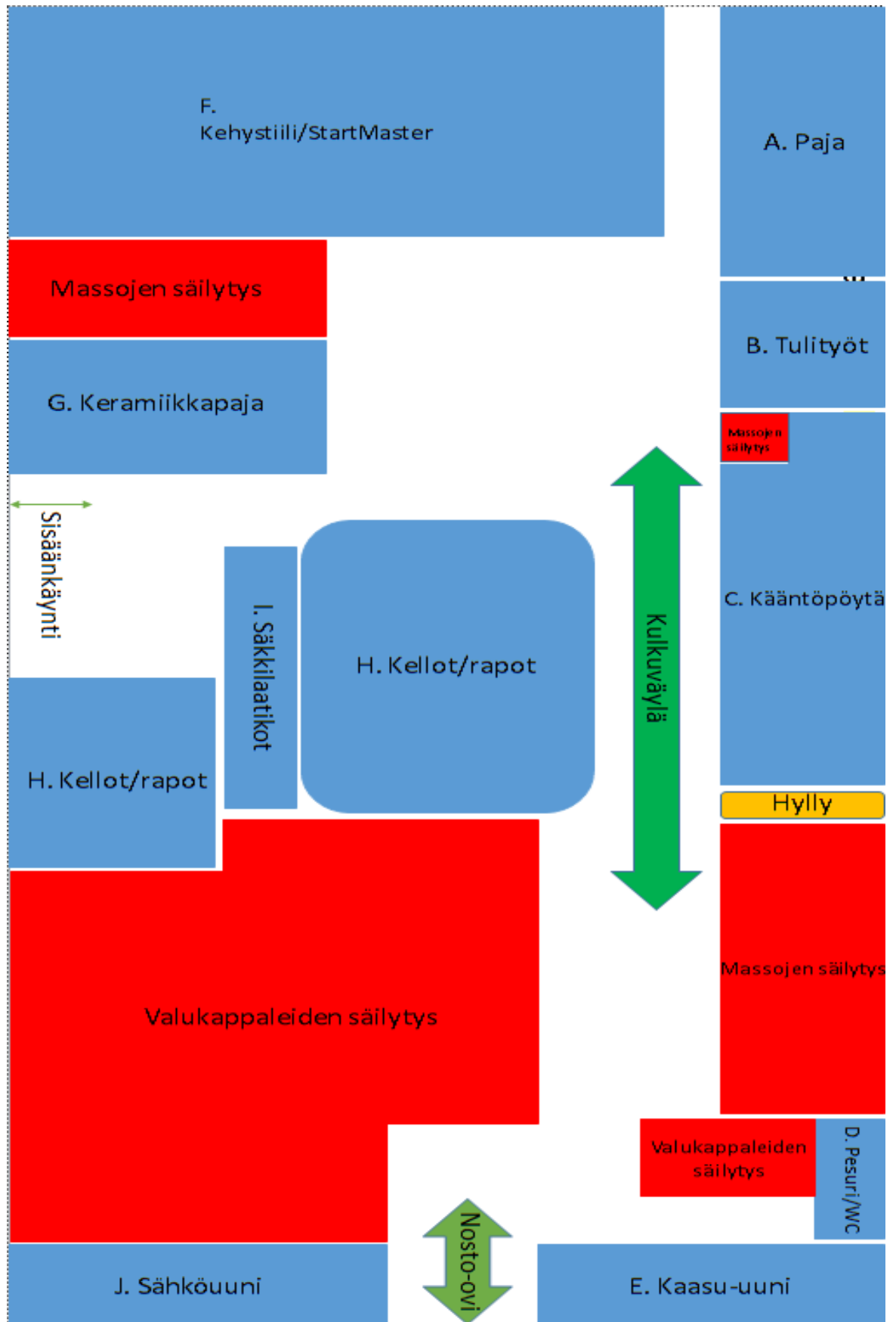
TAULUKKO 3. Bet-Ker Oy:n tuotantomäärät vuodelta 2015 (Bet-Ker Oy 2016)

Tuote	Määrä (1000kg)
Painelähetykset	8839,00
HC-massat	1654,54
LC-massat	1463,50
MgO-massat	2140,94
Puolivalmisteet	1316,48
Valutyöt	1489,79
Murskeet	414,53
Murskaus	5061,15
Hienojauhatus	1788,00

5.2 Valuhallin nykytilanne ja uusi layoutmalli

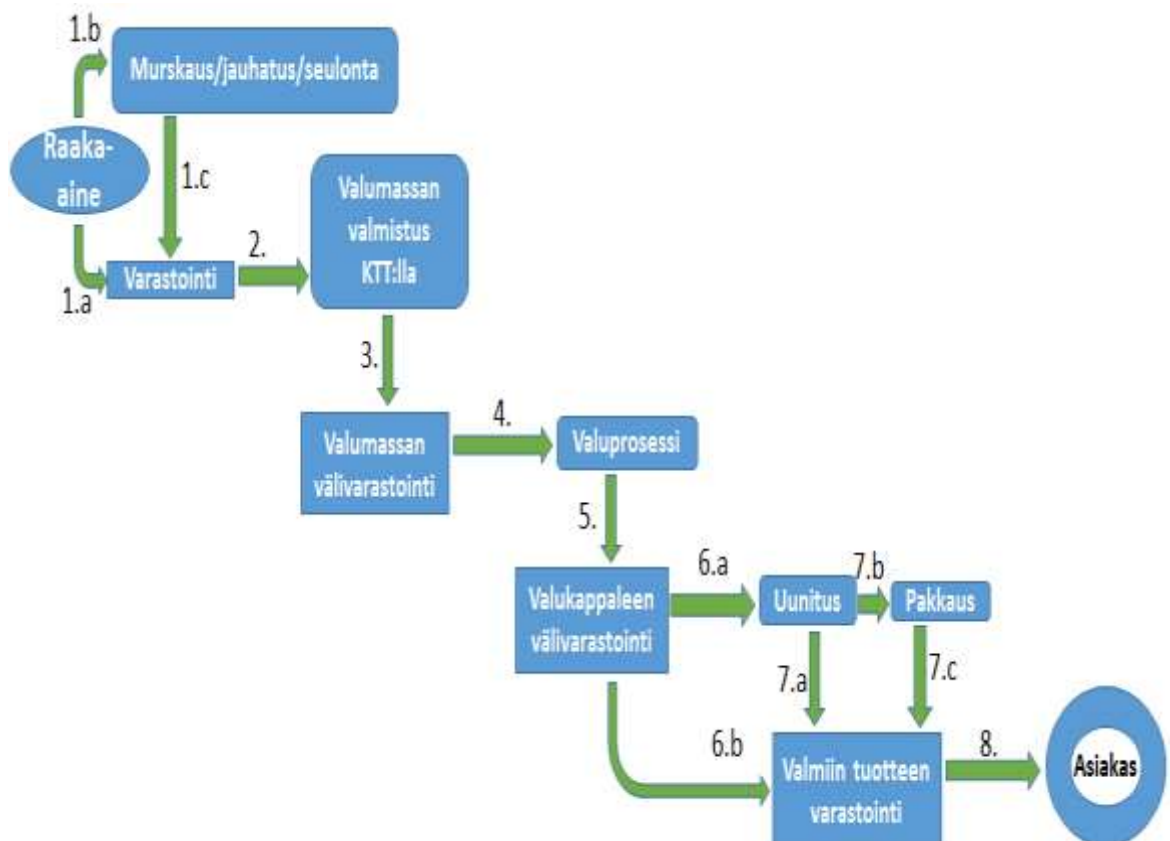
Tässä luvussa keskitytään valuhallin tuotantoprosessiin. Yrityksen pyrkiessä jatkuvaan kasvuun on todettu, että tuotantotilat nykyisellään eivät riitä vastaamaan tulevaisuuden tarpeisiin. Kyseinen ongelma koskee erityisesti valuhallia, jossa tilanpuute on havaittu ongelmaksi. Valukappaleita ja -massoja varastoidaan pääosin tuotantotiloissa eikä erityisesti valukappaleille ole osoitettu selkeää omaa paikkaa, minkä vuoksi työntekijät käyttävät sillä hetkellä tyhjänä olevaa tilaa niiden varastointiin.

Kuvio 4:ään on merkitty punaisella värillä sijainnit, joissa massoja ja valukappaleita säilytetään sekä sinisellä värillä eri työpisteet ja toiminnot kirjaimilla A-J.



KUVIO 4. Valuhallin eri työpisteet ja toiminnot sekä tuotteiden välivarastointitilat

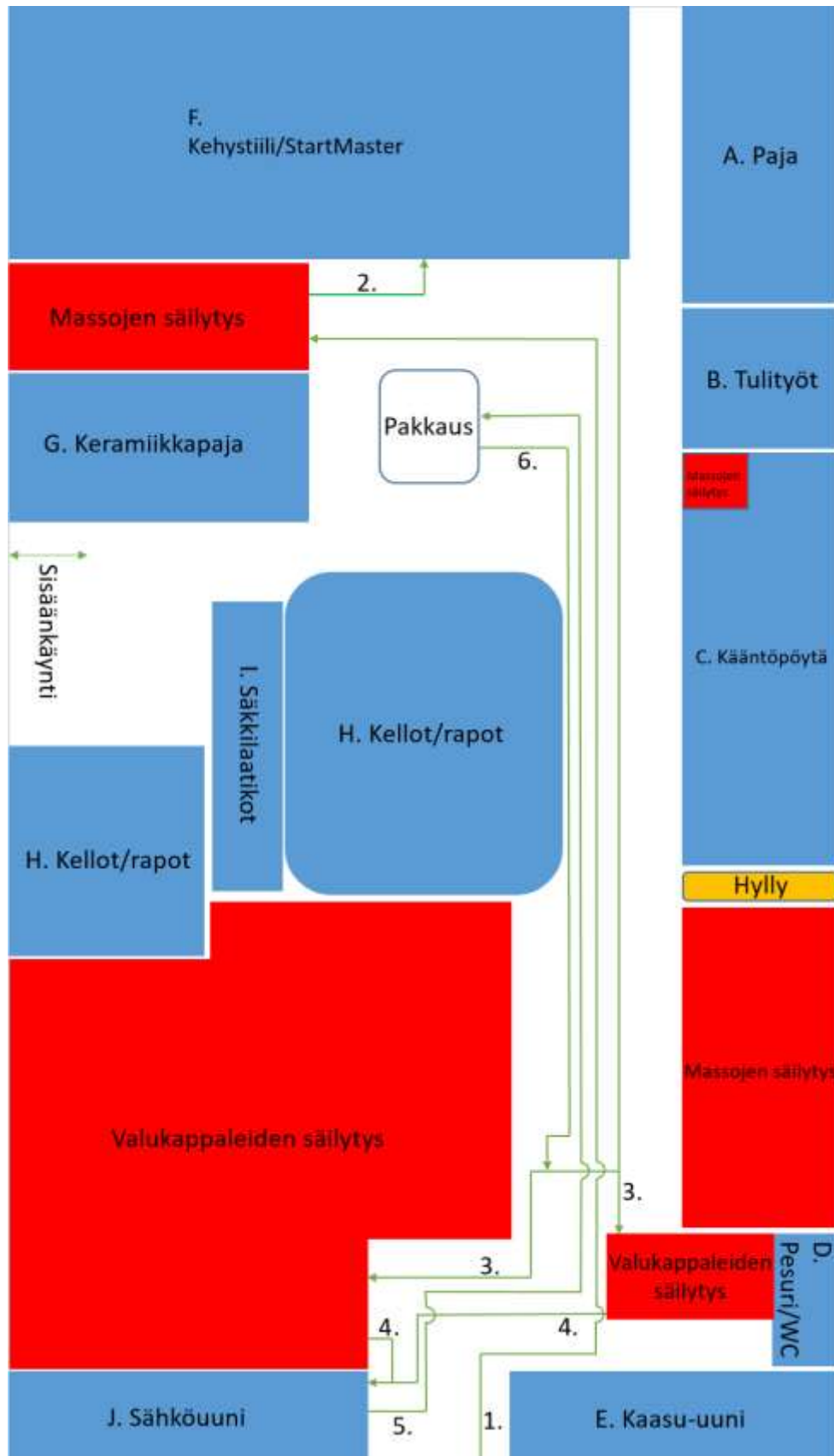
Valukappaleiden valmistusprosessia raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi tarkastellaan kuvio 5:n prosessikaaviosta nuolten 1 – 8 mukaisesti. Prosessi alkaa, kun raaka-ainetta saapuu tehdasalueelle. Raaka-aineesta riippuen se joko varastoidaan (1.a), tai murskataan/jauhataan/seulotaan ja varastoidaan (1.b, 1.c). Seuraava vaihe on valumassan valmistus kuivatuotetehtaalla (2), minkä jälkeen valmis valumassa viedään varastoitavaksi valuhalliin odottamaan valuprosessia (3). Valuprosessin jälkeen (4), jossa valukappaleet valmistetaan, ne varastoidaan väliaikaisesti (5) odottamaan uunitusta (6.a). Uunituksen jälkeen tuote joko pakataan ja varastoidaan (7.b, 7.c), tai varastoidaan (7.a) tuotteesta riippuen. Valmis tuote lähtee asiakkaalle (8). Pieni osa valukappaleista on valmiita tuotteita valuprosessin (4) jälkeen, jolloin ne menevät valmiiden tuotteiden varastoon (6.b) ja siitä asiakkaalle (8).



KUVIO 5. Prosessikaavio valukappaleen valmistuksesta raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle

Kuvioista 4 ja 5 nähdään, että valukappaleen valmistusprosessin aikana raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi tuotetta täytyy varastoida useaan kertaan. Ongelmaksi muodostuvat kuvio 4:n osoittamat punaiset alueet valuhallissa. Valumassojen ja -kappaleiden välivarastoinnit vievät paljon tilaa ja luovat ylimääräistä työtä, kun siirtelyyn kuluu aikaa, mikä lisää samalla myös kulkuliikennettä. Kuvio 6:sta tarkastellaan kehystiilien ja StartMastereiden nykytilanteen läpimenvirtausta valuhallissa. Nuolet 1-6 kuvaavat virtauksen etenemistä.

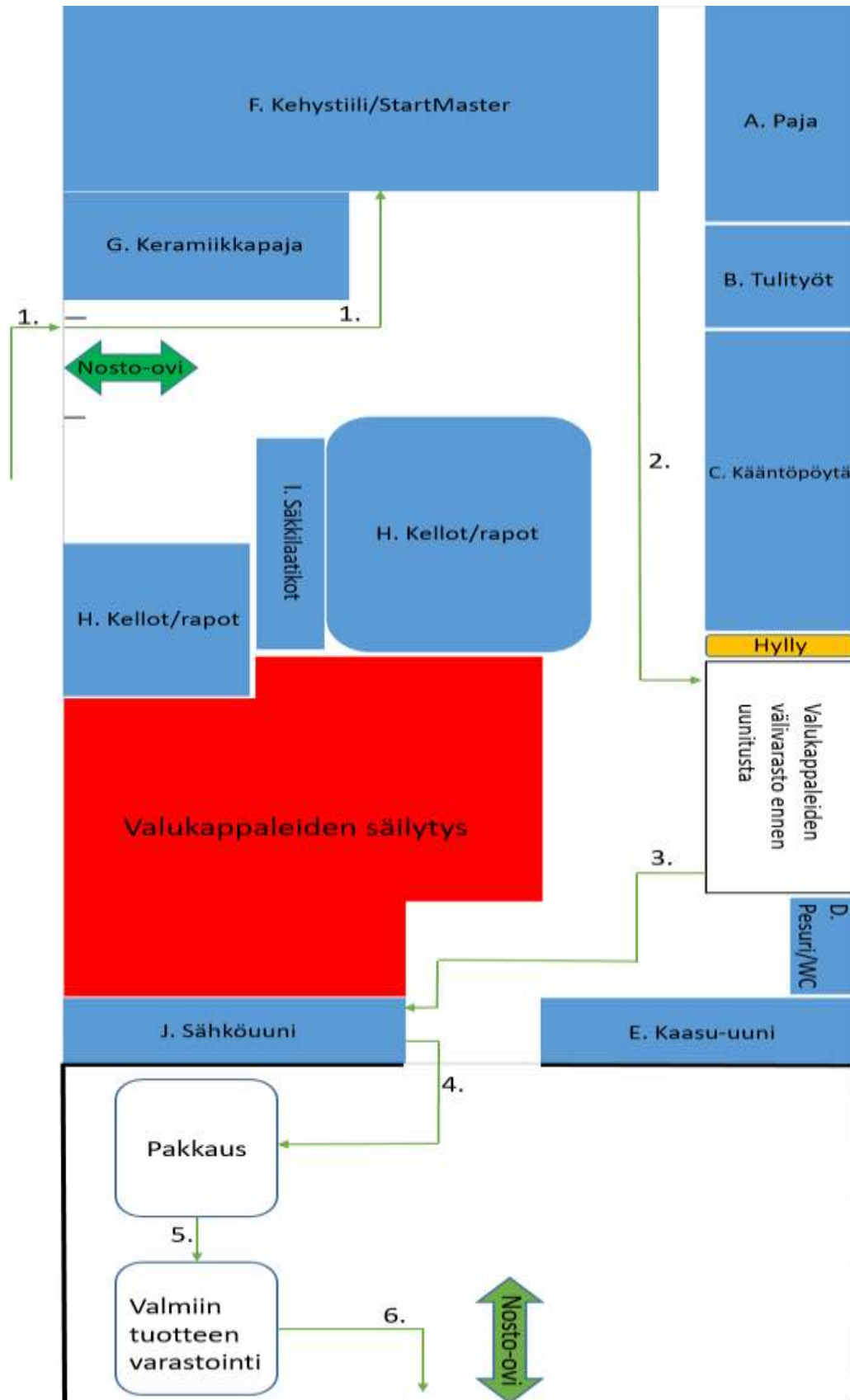
1. Massaa saapuu kuivatutetehtaalta väliaikaisesti varastoitavaksi valuhalliin valupisteen F läheisyyteen.
2. Massaa käytetään valuprosessiin.
3. Valukappaleet viedään väliaikaisesti varastoitavaksi joko sähköuunin J, tai pesuri/WC:n D läheisyyteen.
4. Valukappaleet siirretään sähköuuniin J.
5. Uunista tulleet valukappaleet viedään pakattavaksi valupisteiden F ja G läheisyyteen.
6. Pakatut tuotteet ovat valmiita tuotteita ja ne viedään takaisin varastoitavaksi nuolen 3. osoittamiin paikkoihin odottamaan toimitusta asiakkaalle.



KUVIO 6. Kehystiilien ja StartMastereiden nykytilanteen läpimenovirtaus valuhallissa

Kuvio 7 kuvaa uutta layoutmallia, jossa valuhallia on laajennettu ja josta tarkastellaan kehystiilien ja StartMastereiden läpimenovirtausta. Valumassojen välivarastointi on siirretty valuhallista muihin varastotiloihin, jolloin valuhalliin on vapautunut tilaa. Kuvio 6:ssa olevan sisäänkäynnin tilalle on rakennettu nosto-ovi. Keramiikkapaja G on siirretty lähemmäksi kehystiilien ja StartMastereiden valupistettä F, sekä valukappaleiden välivarasto on siirretty tilaan, joissa massoja säilytetään nykytilanteessa pesuri/WC:n D läheisyydessä. Valutuotteiden pakkaus ja lopullinen varastointi on siirretty valuhallin laajennettuun osaan. Nuolet 1-6 kuvaavat virtauksen etenemistä.

1. Valumassaa haetaan päivän tarpeen verran varastosta valuprosessia varten.
2. Valukappaleet varastoidaan väliaikaisesti niille osoitettuun tilaan odottamaan uunitusta.
3. Valukappaleet siirretään sähköuuniin J.
4. Uunista tulleet valukappaleet viedään pakattavaksi niille osoitettuun tilaan valuhallin laajennettuun osaan
5. Pakkauksen jälkeen valmiit tuotteet varastoidaan niille osoitettuun tilaan odottamaan toimitusta asiakkaalle.
6. Valmis tuote toimitetaan asiakkaalle.



KUVIO 7. Kehystiilien ja StartMastereiden läpimenvirtaus valuhallissa laajennuksen jälkeen

Kun verrataan kuvioiden 6 ja 7 läpimenovirtauksia, on selkeästi havaittavissa, että uudessa layoutmallissa virtaus on johdonmukaisempaa. Valmistusprosessin aikana tuotetta ei siirrellä edestakaisin, vaan virtaus kulkee yhdestä suunnasta sisään ja pyrkii toisesta ulos, minkä vuoksi liikenne vähenee. Esimerkiksi kappaleessa 2.2.3 OEE/KNL esitellyllä OEE-tunnusluvun laskemalla on mahdollista selvittää, onko muutoksen jälkeisessä layoutmallissa arvoa lisäävä työaika noussut.

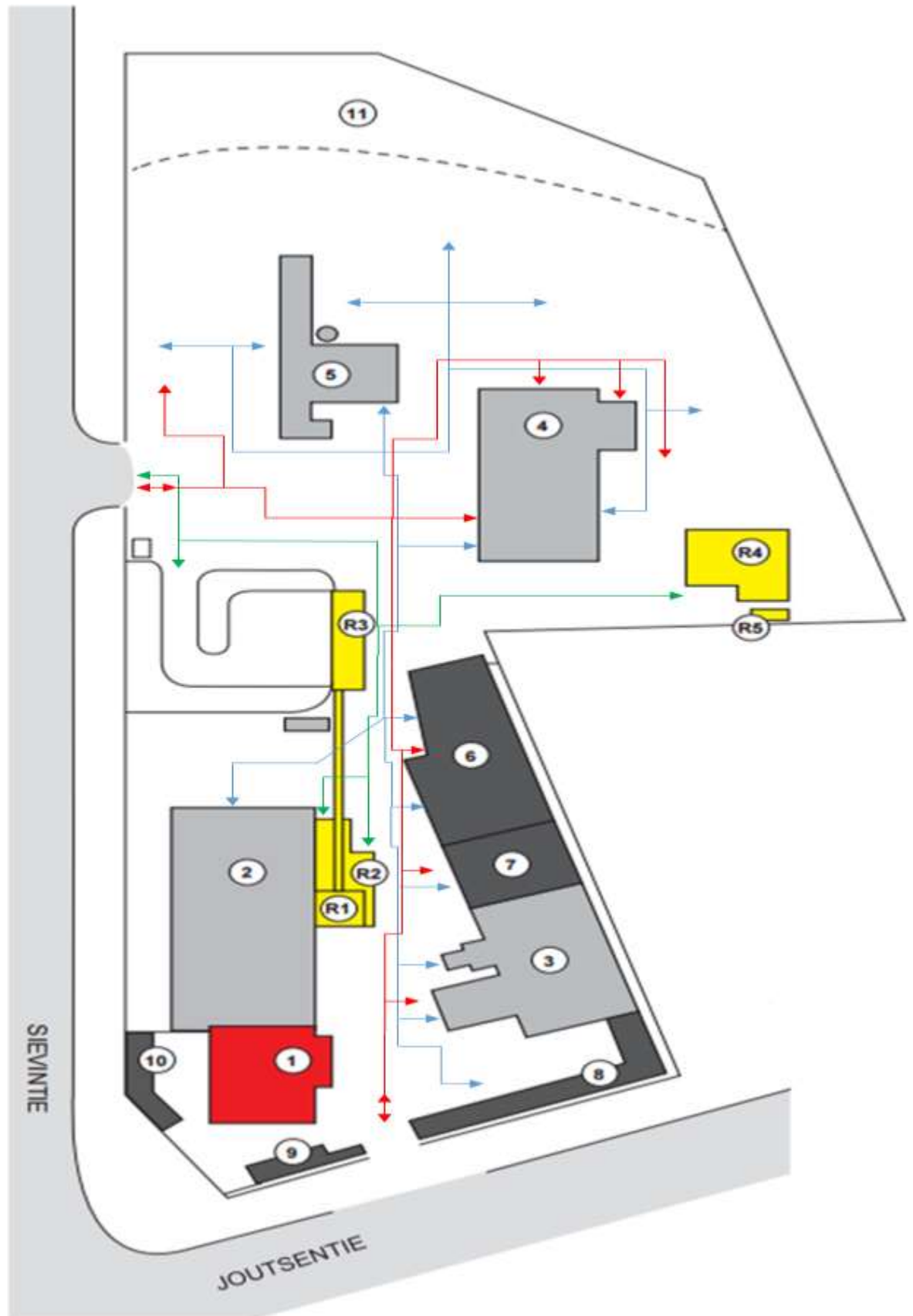
6 TEHDASALUEEN MATERIAALIVIRRAT

6.1 Nykytilanteen ja uuden layoutmallin materiaalivirrat

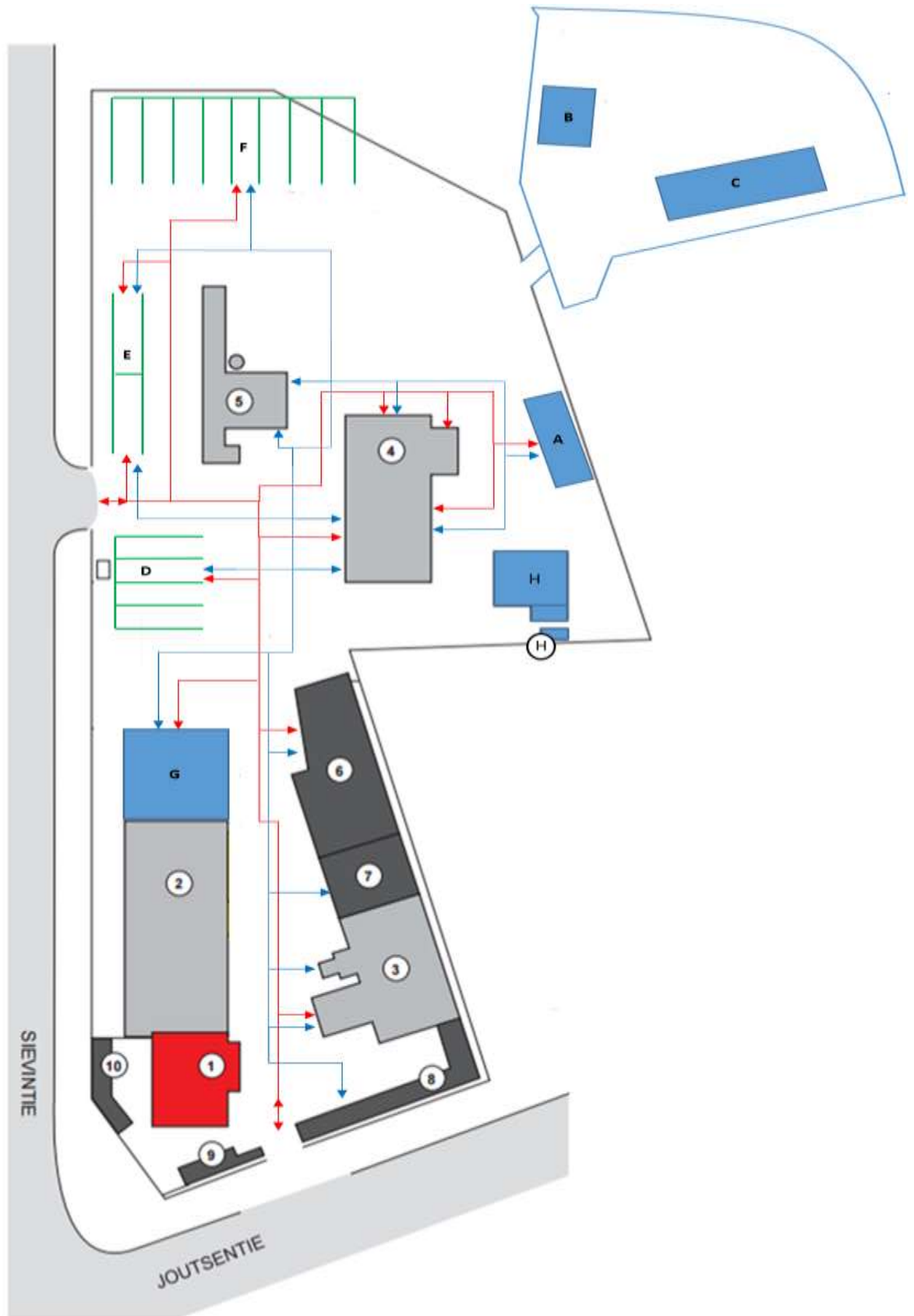
Kuvio 8:sta tarkastellaan Bet-Ker Oy:n tehdasalueen nykytilanteen materiaalivirtoja. Kuviossa 8 esitettävät nuolet kuvaavat eri tekijöiden liikkumista yrityksen tehdasalueella. Sinisellä värillä olevat nuolet ovat yrityksen omia tuotantoon liittyviä materiaalivirtoja, joihin sisältyvät pyöräkone- ja trukkiliikenne sekä puhallusautojen käyttö. Punaisella värillä olevat nuolet ovat saapuvia raaka-ainekuljetuksia ja lähtevien tuotteiden noutokuljetuksia. Vihreällä värillä olevat nuolet ovat Rudus Oy:n betoniautoista aiheutuvaa liikennettä. Kuvio 8:ssa esiintyvien materiaalivirtanuolien perusteella voidaan havaita ahdas kulkuväylä Rudus Oy:n toimitilojen R1-R3 sekä varastotilojen 6-7 läheisyydessä.

Kuvio 9:stä tarkastellaan tehdasalueen uusia rakennuksia sekä muutoksen jälkeisiä materiaalivirtoja. Rakennus A on uusi varastorakennus, joka on tarkoitettu sisätiloissa varastoitaville säkkitavarana oleville raaka-aineille. Rakennus B on uusi toimisto ja sosiaalitalat. Kirjain C kuvaa uutta parkkipaikkaa henkilöautoille. Kirjaimet D-F ovat laakasiiloja, joista D ja E ovat katettuja. Kirjain G kuvaa valuhallin laajennettua osaa ja kirjain H on Rudus Oy:n käytössä ollut pesuhalli, joka jää tehdasalueelle.

Siniset nuolet kuvaavat Bet-Ker Oy:n sisäisiä tuotantoon liittyviä materiaalivirtoja, joihin sisältyy pyöräkone- ja trukkiliikenne sekä muut jokapäiväiset kuljetukset, kuten puhallusautojen käyttö. Punaiset nuolet kuvaavat materiaalivirtoja, joihin sisältyy saapuvat raaka-ainekuljetukset sekä lähtevien tuotteiden noutokuljetukset. Kuvio 9:ssä ei ole vihreitä nuolia, kuten kuvio 8:ssa, jotka kuvaavat Rudus Oy:n liikennettä, koska Rudus Oy on siirtänyt toimintansa pois Bet-Ker Oy:n tehdasalueelta.



KUVIO 8. Bet-Ker Oy:n tehdasalueen nykytilanteen materiaalivirrat (mukaillen Bet-Ker Oy 2016)



KUVIO 9. Bet-Ker Oy:n tehdasalueen materiaalivirrat uudessa layoutmallissa (muokailen Bet-Ker Oy 2017)

6.2 Raaka-aineiden läpimenovirtaukset

Tässä luvussa käydään läpi case-esimerkkeinä raaka-aineiden A ja B läpimenovirtaukset nykyhetkellä ja uudessa layoutmallissa. Raaka-aine A on kiertoraaka-aine. Raaka-aine B:hen sisältyy kaksi eri säkkitavarana olevaa raaka-ainetta. Raaka-aineilla A ja B on erilaiset jalostusprosessit tuotantoketjussa.

6.2.1 Raaka-aine A nykyhetkellä

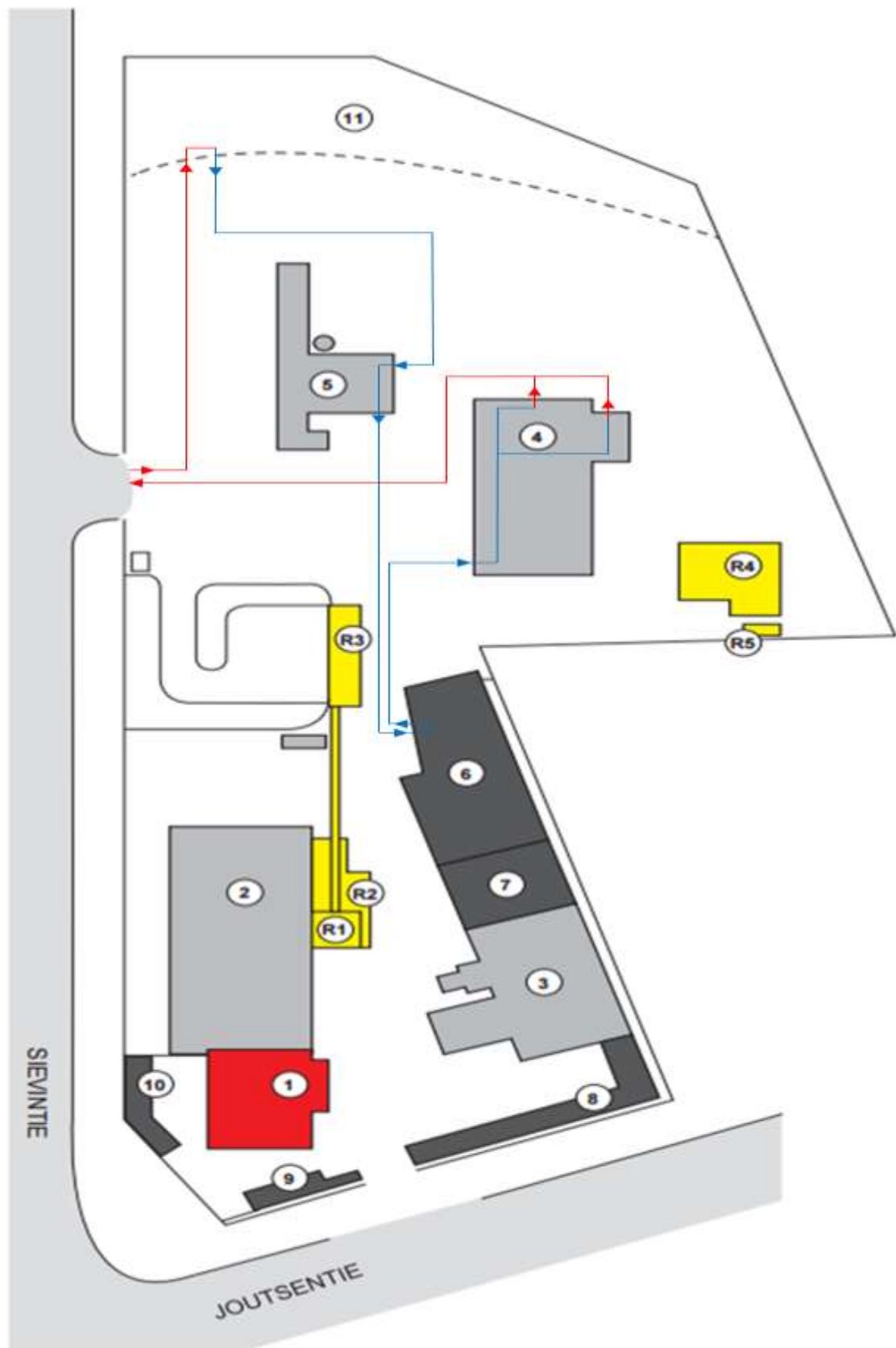
Raaka-aineen A vuosikulutus vuonna 2016 oli Bet-Ker Oy:n kulutusraportin mukaan 869,18 tonnia (t). Kun vuosikulutus jaetaan vuodessa olevien 52:n viikon (vk) määrällä, saadaan keskimääräiseksi viikkokulutukseksi:

$$869,18 \text{ t} / 52 \text{ vk} = 16,7 \text{ t}$$

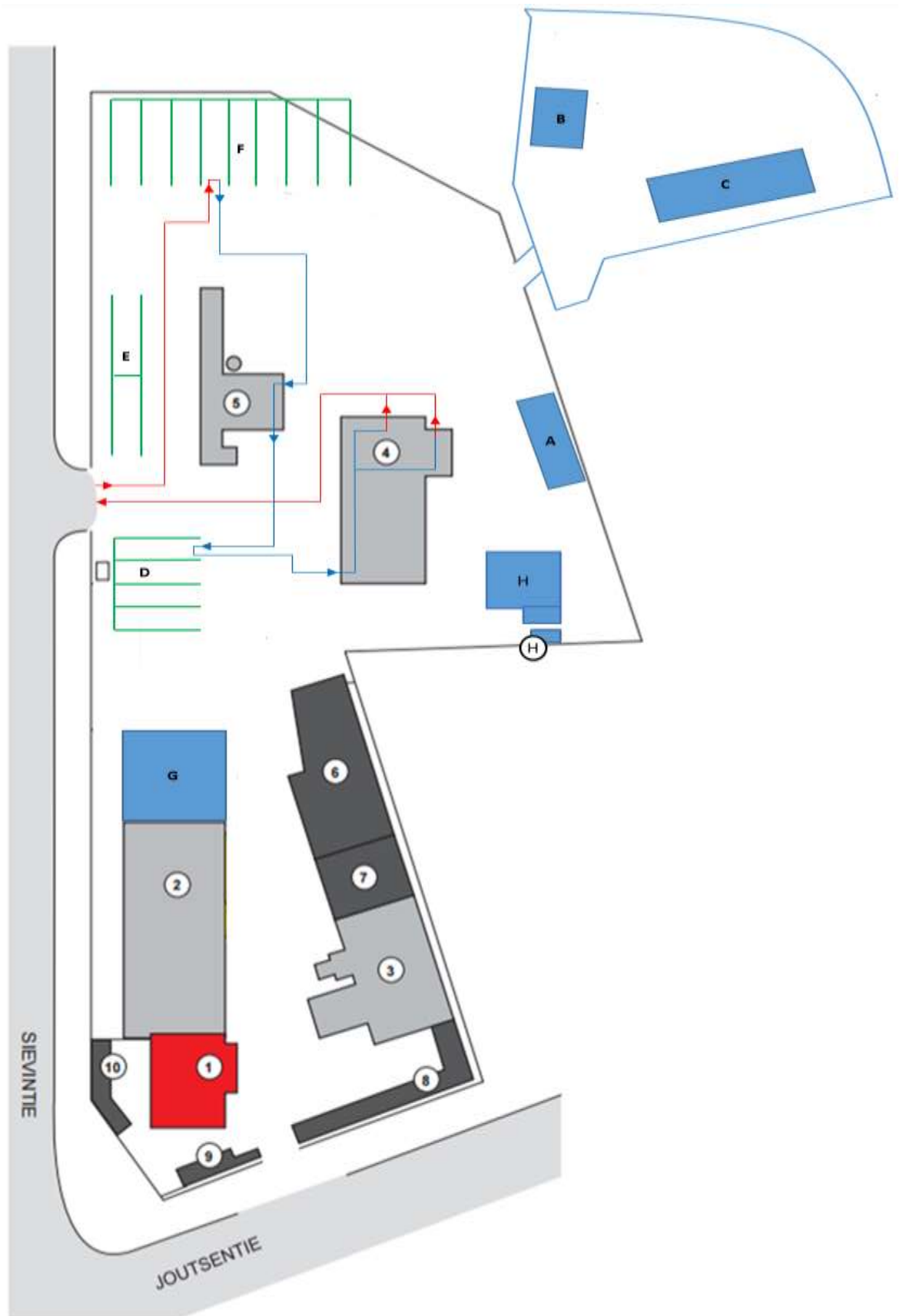
Tarkastellaan kuvio 10:stä raaka-aineen A läpimenovirtausta. Virtaus alkaa punaisella nuolella, kun raaka-ainekuljetus saapuu Bet-Ker Oy:n tehdasalueelle ja kuorma puretaan kiertomateriaalipihalle. Nuoli vaihtuu siniseksi, kun pyöräkone noutaa raaka-ainetta murskaamolle. Murskauksen jälkeen raaka-aine viedään varastoitavaksi laakasiiloon varastorakennus 6:een, josta sitä haetaan tarpeen mukaan kuivatuotetehtaan käyttöön. Kuivatuotetehtaan tuotantoprosessin jälkeen nuoli vaihtuu jälleen punaiseksi, koska raaka-aine on osana valmista tuotetta ja se noudetaan joko säkkitavarana tai tuotesiilosta. Nykytilanteessa alue, jossa raaka-ainetta viedään varastoon ja noudetaan sieltä, on ruuhkainen, koska tilaa on vähän ja Rudus Oy:n toiminta aiheuttaa lisäliikennettä.

6.2.2 Raaka-aine A uudessa layoutmallissa

Kuvio 11:ssä läpimenovirtaus on muuten sama, kuin kuvio 10:ssä, mutta murskauksen jälkeen raaka-aine varastoidaan rakennukseen D, joka kuvaa neljää eri laakasiiloa. Nuolia tarkasteltaessa voidaan todeta etäisyyden olevan kuvio 11:ssä hieman lyhyempi, kuin kuvio 10:ssä, eikä kyseisen raaka-aineen läpimenovirtaus ulotu yhtä lähelle valuhallia tai sen laajennettua osaa, kuin aiemmin. Rudus Oy:n toiminnan poistuttua ja toimitilojen purkamisen jälkeen liikenne vähenee tehdasalueella, mikä helpottaa logistiikkajärjestelyiden toteuttamista.



KUVIO 10. Raaka-aineen A nykytilanteen läpimenovirtaus (mukaillen Bet-Ker Oy 2016)



KUVIO 11. Raaka-aineen A läpimenovirtaus uudessa layoutmallissa (mukaillen Bet-Ker Oy 2017)

6.2.3 Raaka-aine B nykyhetkellä

Raaka-aineen B vuosikulutus vuonna 2016 oli Bet-Ker Oy:n kulutusraportin mukaan 1031,25 tonnia. Kun vuosikulutus jaetaan vuodessa olevien 52:n viikon määrällä, saadaan keskimääräiseksi viikkokulutukseksi:

$$1031,25 / 52 \text{ vk} = 19,83 \text{ t}$$

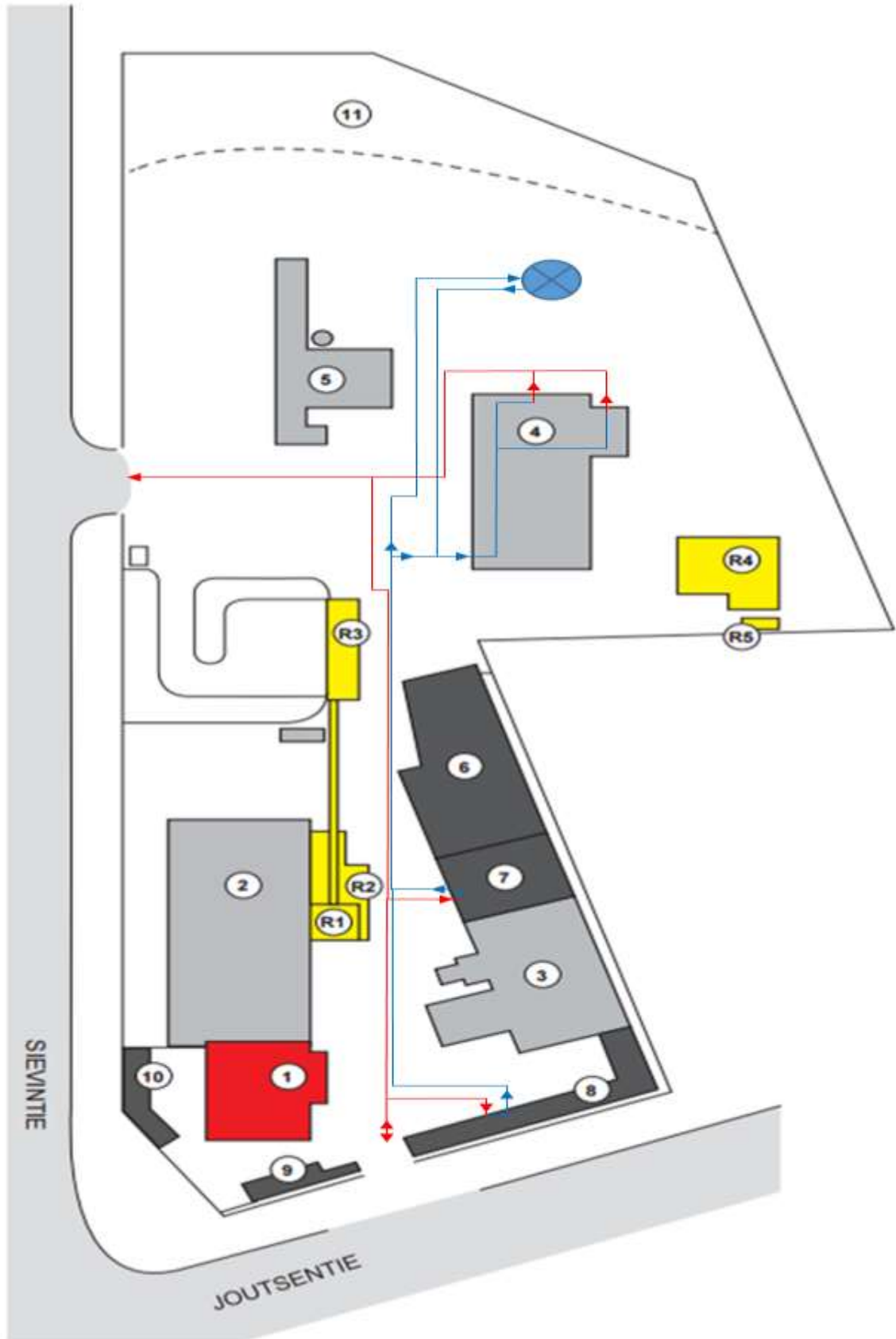
Kuvio 12:sta tarkastellaan säkkitavarana olevien karkeiden ja hienojen raaka-aineiden läpimenvirtausta. Kuten kuvioissa 10 ja 11, virtaus alkaa punaisella nuolella, kun raaka-ainekuljetus saapuu Bet-Ker Oy:n tehdasalueelle ja kuorma puretaan joko varastorakennus 7:ään tai 8:aan riippuen raaka-aineista ja niiden karkeuksista. Nuoli vaihtuu siniseksi, kun raaka-ainetta noudetaan varastosta kuivatuotetehtaan käyttöön ja takaisin punaiseksi, kun raaka-aine on kuivatuotetehtaan tuotantoprosessin jälkeen osana valmista tuotetta. Raaka-aineiden lisääminen toteutetaan joko pyöräkoneen tai puhallusauton avulla. Hienot raaka-aineet kuljetaan kiertomateriaalipihan läheisyyteen, jossa ne siirretään säkeistä puhallusautoon. Puhallusautolla raaka-aineet puhalletaan kuivatuotetehtaan silloihin. Karkeat raaka-aineet tyhjennetään säkeistä pyöräkoneen kauhaan, jolla ne lisätään kuivatuotetehtaan silloihin.

Ongelmana nykytilanteessa on pitkä etäisyys raaka-aineiden varastojen ja niiden käyttöpaikan välillä. Säkkiä kuljettaminen lähes koko tehdasalueen läpi tuottaa ylimääräistä työtä, jota olisi mahdollista vähentää raaka-aineiden varastoinnin paremmalla sijoittelulla. Haasteena kuitenkin on, että ylimääräistä varastokapasiteettia ei juuri ole, mikä ilmenee käytännössä siten, että joitakin säkkitavarana olevia raaka-aineita joudutaan varastoimaan pihalla eri puolilla tehdasaluetta.

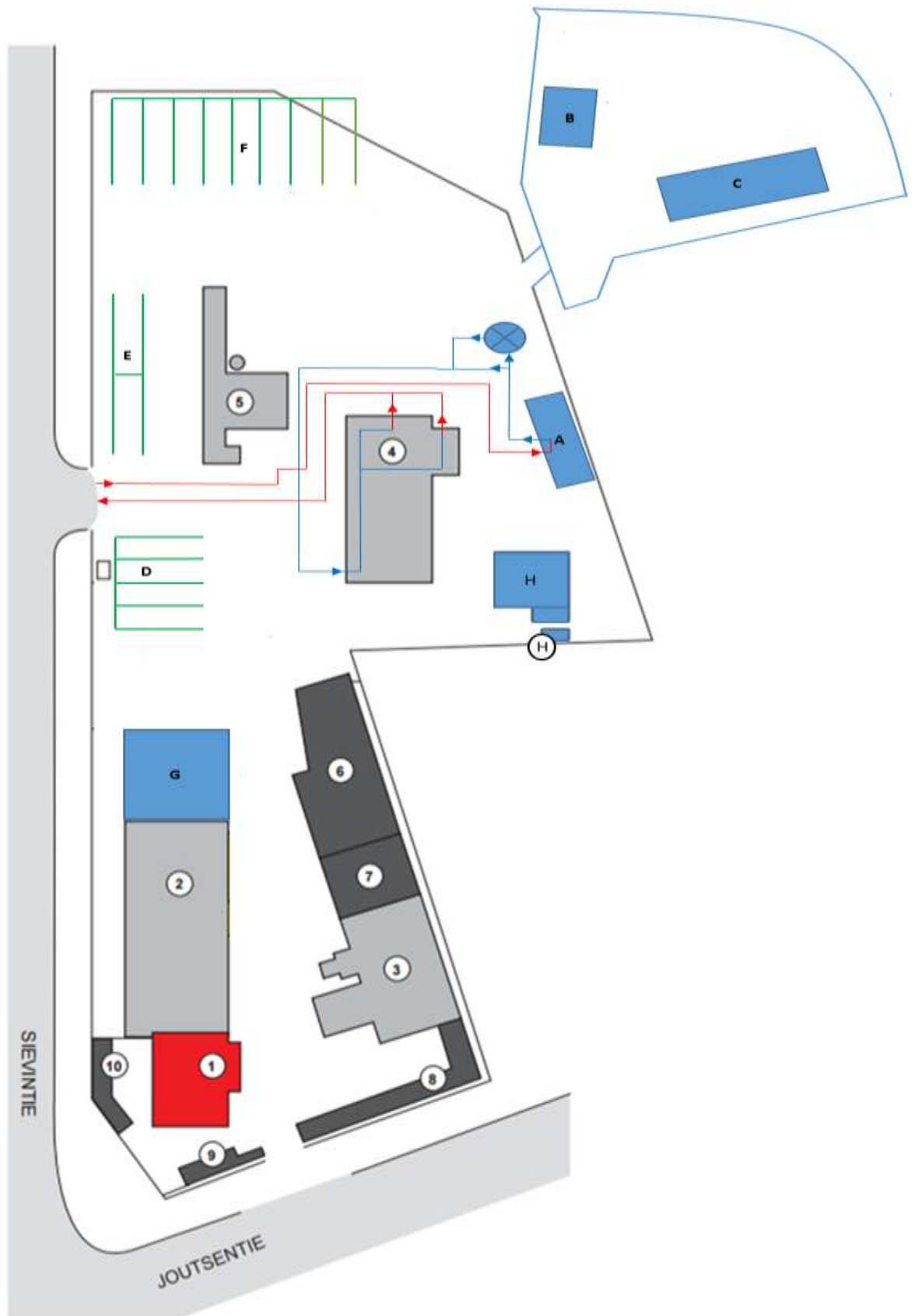
6.2.4 Raaka-aine B uudessa layoutmallissa

Kuvio 13:ssa materiaalivirtanuolet toimivat samalla periaatteella, kuin kuvioissa 10, 11 ja 12. Virtaus alkaa punaisella nuolella, kun raaka-aine saapuu säkkitavarana Bet-Ker Oy:n tehdasalueelle ja kuorma puretaan varastorakennus A:han. Nuoli vaihtuu siniseksi, kun raaka-ainetta noudetaan varastosta kuivatuotetehtaan käyttöön ja takaisin punaiseksi, kun raaka-aine on kuivatuotetehtaan tuotantoprosessin jälkeen osana valmista tuotetta. Raaka-aineesta riippuen sen lisääminen toteutetaan joko puhallusautolla tai pyöräkoneella. Hienot raaka-aineet siirretään säkeistä puhallusautoon, joka puhalttaa ne kuivatuotetehtaan siiloihin. Karkeat raaka-aineet siirretään pyöräkoneen kauhaan, jolla ne lisätään kuivatuotetehtaan siiloihin. Kuvioissa 12 ja 13 puhallusauton täyttö on kuvattu sinisellä ympyrällä, jonka sisällä on ruksi.

Kuvio 13:ssa raaka-aineiden läpimenvirtaus eroaa selvästi kuvio 12:n kuvaamasta nykytilanteesta. Kuvio 13:ssa raaka-aineet puretaan varastorakennus A:han, jonka sijainti on etäisyyksiin nähden ja käytännön seikat huomioon ottaen hyvä. Varastorakennus A sijaitsee lähellä kuivatuotetehtasta. Hienoja raaka-aineita ei tarvitse kuljettaa tehdasalueen toiselta puolelta puhallusautoon siirrettäväksi, eikä pyöräkoneen tarvitse liikkua yhtä pitkiä etäisyyksiä karkeampia raaka-aineita siirrettäessä. Tämä helpottaa kuivatuotetehtaan raaka-ainetäydennyksiä sekä vähentää liikennettä ympäri tehdasaluetta.



KUVIO 12. Raaka-aineen B nykytilanteen läpimenovirtaus (mukaan Bet-Ker Oy 2016)



KUVIO 13. Raaka-aineen B läpimenovirtaus uudessa layoutmallissa (mukaillen Bet-Ker Oy 2017)

Läpimenovirtauksien tulisi olla kuvio 2:n spagettikaavion mukaisia, mutta aina sitä ei ole mahdollista toteuttaa käytännön syistä johtuen. Kuvioiden 10, 11, 12 ja 13 mukaisesti nähdään, ettei raaka-aineiden läpimenovirtaus ole vain yksittäinen tuotantoprosessi, vaan niihin voi sisältyä useampia jalostusvaiheita. Koska murskaamo ja kuivatuotetehdasta ei ole mahdollista siirtää raaka-aineiden tehokkaamaksi virtauttamiseksi, varastointijärjestelyiden merkitys korostuu. Kuvioissa 11 ja 13 esitetyissä virtausmalleissa raaka-aineiden läpimenovirtaus on käytännön kannalta järkevämpää, kuin kuvioissa 10 ja 12. Lisäksi varastorakennuksiin 7 ja 8 vapautuu tilaa ja esimerkiksi varastorakennus 7:stä voidaan tehdä lämmitetty varastotila, jolloin siellä olisi mahdollista säilyttää tarpeen vaatiessa myös valmiita valutuotteita sekä puolivalmisteita, joita yritys käyttää itse.

7 YHTEENVETO

Yleinen ajattelutapa on, että sisäisen logistiikan tulisi olla mahdollisimman mutkattonta ja joustavaa, sillä se on tekijä, joka liittää eri tuotantoketjun vaiheet yhteen ja muodostaa toimivia kokonaisuuksia. Varastointi on osa sisäistä logistiikkaa, mikä tarkoittaa, että tehokkaammalla varastoinnilla saadaan nostettua myös sisäisen logistiikan tehokkuutta ja vähennettyä hukkatoimintoja.

Opinnäytetyön lähtötilanteessa hankittiin ymmärrys yrityksen tuotannon toiminnasta syventymällä eri tuotantoketjun osiin ja niiden välisiin materiaalivirtoihin. Kun tuotannon toimintoihin oli perehdytty, muodostettiin tehdasalueen ja valuhallin materiaalivirroista niiden nykytilanteita kuvaavia layoutmalleja, joiden avulla paikannettiin pullonkauloja ja ongelmakohtia.

Tehdasalueen nykytilanteen layoutmalleista todettiin ahdas kulkuväylä ja pitkiä etäisyyksiä joidenkin raaka-aineiden siirrossa, minkä aiheutti varastointikapasiteetin riittämättömyys ja huono sijoittelu. Valuhallin nykytilanteen layoutmalleista tarkasteltiin tuotteiden läpimenovirtausta, jossa ilmeni turhaa edestakaisin liikuttelua, eli hukkatoimintaa, jonka aiheutti tilanpuute.

Opinnäytetyön tuloksina syntyi uusien layoutmallien ehdotettuja materiaalivirtoja niin koko tehdasalueelle, kuin yksittäiseen tuotantotilaan, valuhalliin. Uusien layoutmallien hyötyjä ovat ennen kaikkea raaka-aineiden järkevämpi varastointi etäisyyksien kannalta, ja tuotteiden johdonmukaisempi läpimenovirtaus valuhallissa. Välittömiä etuja käytännön tasolla ovat vähentynyt liikenne tehdasalueella ja valuhallissa, mikä nostaa sisäisen logistiikan tehokkuutta. Lisäksi työkuormitus laskee, jolloin työntekijöille jää enemmän aikaa muihin tehtäviin. Nämä tarkoittavat, että tuotannon käyttöasteen nousun myötä myös tuotannon tehokkuus nousee. Mahdollisia riskejä uusissa layoutmalleissa voivat olla esimerkiksi käytännön seikat, joita ei nykyhetkellä kyetä ennakoimaan, tai kasvavat raaka-ainetarpeet tulevaisuudessa, jolloin tilanpuute voi nousta uudelleen esille ongelmana.

Tulevaisuutta ajatellen tulisi pohtia paremmin organisoitua varastointia yksittäisten tuotteiden tai raaka-aineiden tasolla. Esimerkiksi säkkitavarana olevien raaka-aineiden kohdalla tulisi ottaa huomioon niiden kulutus ja käyttötapa, jolloin eniten käytetyt raaka-aineet sijoitettaisiin niin lähelle niiden käyttöpaikkaa, kuin mahdollista. Myös nimetyt omat paikat jokaiselle raaka-aineelle selkeyttäisi varastonhallintaa, jolloin ne olisivat kaikkien löydettävissä helpommin, kuin nykytilanteessa. Lisäksi Lean-tuotannonohjausfilosofian työkaluihin perehtymällä ja niitä hyödyntämällä olisi mahdollista nostaa tuotannon tehokkuutta ja vähentää hukkatointoja, jolloin tulevaisuuden haasteisiin vastaaminen helpottuisi.

LÄHTEET

Hautamäki, A. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, haastattelu. 4/2017.

Six Sigma 2017. Leanin historiaa. Saatavissa: www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/. Luettu 21.3.2017.

Logistiikan Maailma 2016. Lean-ajattelu. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu>. Luettu 16.3.2017.

Modig, N & Åhlström P. 2013. Tätä on Lean – Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Rheologica Publishing.

Logistiikan Maailma 2016. JIT (Just-in-time) ja imuohjaus. Saatavissa: [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_\(Just-in-time\)_ja_imuohjaus](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_(Just-in-time)_ja_imuohjaus). Luettu: 25.3.2017

Lean-Manufacturing-Japan 2017. Push-Pull Manufacturing. Saatavissa: <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/push-pull-manufacturing.html>. Luettu: 17.5.2017.

Bloomberg, D. Lemay, S & Hanna, J. 2002. Logistics. Prentice-Hall, Inc.

NOVOTEK 2011. Opi lisää OEE:sta/KNL:stä. Saatavissa: <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/oeeknl?dl=81b5062761c92bb28eccc620aa3c09c7>. Luettu: 13.4.2017

ARROW Engineering 2016. Mitä on OEE / KNL?. Saatavissa: <http://blogi.arroweng.fi/mit%C3%A4-on-oee-/-knl>. Luettu: 22.4.2017

LeanProduction 2017. OEE (Overall Equipment Effectiveness). Saatavissa: <http://www.leanproduction.com/oe.html>. Luettu: 17.5.2017

Hokkanen, S. Karhunen, J & Luukkainen M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Sho Business Development Oy.

Transval 2017. Logistics represents a third of a company's competitive advantage. Saatavissa: http://www.transval.fi/Internal_logistics. Luettu: 15.5.2017

Miettinen, M. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, haastattelu. 1/2017.

Sakko, J. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, haastattelu. 1/2017.

Kukonlehto, T. 2017. Henkilökohtainen tiedonanto, haastattelu. 1/2017.