

Optimering av transport och lagring av massabalar

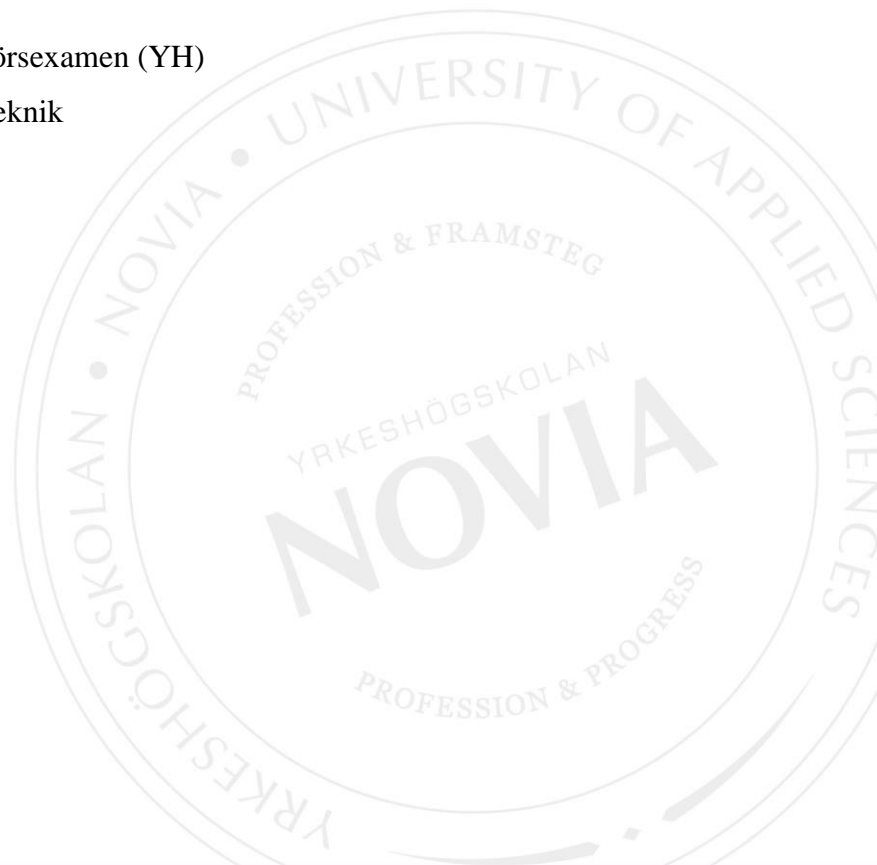
UPM Kymmene Oyj

Anton Brännbacka

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Maskin- och produktionsteknik

Vasa 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Anton Brännbacka
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Drift- och energiteknik
Handledare: Rolf Dahlin, Niklas Nyman

Titel: *Optimering av transport och lagring av massabalar*

Datum 31.3.2017 Sidantal 26 Bilagor 4

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts åt UPM-Kymmene Oyj:s cellulosafabrik i Jakobstad. Syftet med arbetet är att presentera lösningsförslag på hur lagerverksamheten kan effektivieras för att minska hanteringen av celluloaenheter samt att granska fabriken lagerutrymmesbehov. En undersökning kring hur dessa påverkas av en eventuell produktionsutvidgning ingår också i arbetet.

För att skapa effektivare materialflöde och minskad hantering av enheterna har produkterna delats in i viktighetsklasser med hjälp av ABC-analyser som är baserade på försäljningen under ett års tid. För att granska transportfordonens kapacitet har simulationer och scenarioanalyser använts. Behovet av nya lagerutrymmen har granskats med hjälp av beräkningar och ABC-analyserna.

Arbetet har resulterat i att flera lösningsförslag med diverse förbättringspunkter presenterats. Slutsatser som kan dras är att effektivare lagerverksamhet kan uppnås relativt enkelt, men om produktionsutvidgningen förverkligas kommer förändringar att krävas.

Språk: svenska Nyckelord: varuplacering, ABC-analys, transportkapacitet

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Anton Brännbacka
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Käyttö- ja energiatekniikka
Ohjaajat: Rolf Dahlin, Niklas Nyman

Nimike: *Massapaalien kuljetuksen ja varastoinnin optimointi*

Päivämäärä: 31.3.2017 Sivumäärä: 26 Liitteet: 4

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on toiminut UPM-Kymmene Oyj:n sellutehdas Pietarsaassa. Työn tarkoitus on esittää ratkaisuehdotuksia, kuinka varastotoiminta voidaan tehostaa, jotta paalien käsittely vähenee, sekä tarkastella tehtaan varastotilarve. Tutkimus tuotannon laajentamisen vaikutuksesta näihin esitetään myös.

Saavuttaakseen tehostetun materiaalivirtauksen ja vähennetyn käsittelyn, tuotteet ovat luokiteltu tärkeysluokkiin ABC-analyysien avulla. ABC-analyysien perusteena on yhden vuoden myyntiluvut. Kuljetusajoneuvojen kapasiteetin tarkastamiseen on käytetty simulointia sekä skenaarioanalyysijä. Tehtaan varastotilarpeen tarkastaminen on tehty laskelmien ja ABC-analyysien avulla.

Opinnäytetyön tuloksena esitetään ratkaisuehdotuksia, miten selluvaraston toiminta voidaan tehostaa. Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että tehostettu varastotoiminta saavutetaan melko helposti, mutta tuotannon laajentamista toteuttaessa tarvitaan muutoksia.

Kieli: ruotsi Avainsanat: tuotteiden sijoittelu, ABC-analyysi,
kuljetuskapasiteetti

BACHELOR'S THESIS

Author: Anton Brännbacka
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vaasa
Specialization: Operation and Energy Engineering
Supervisors: Rolf Dahlin, Niklas Nyman

Title: *Optimization of Transport and Storage of Pulp Bales*

Date: March 31, 2017 Number of pages: 26 Appendices: 4

Abstract

This thesis was made on behalf of the cellulose factory of UPM-Kymmene Oyj in Pietarsaari. The purpose of the thesis is to present suggestions on how storing operations can be made more effective to decrease handling of the bales, and to examine the factory's need of storage facilities. An investigation on how these would be affected by a potential increase in production is also included.

To achieve a more effective material flow and decreased handling of the bales the products have been assigned to different classes with the help of ABC-analyses. The ABC-analyses are based on sales during a one-year-period. To examine the capacity of the transport vehicles, simulations and scenario analyses have been used. The factory's need for new storage facilities has been examined with help of ABC-analyses and calculations.

The thesis has resulted in different suggestions on how these operations can be made more effective. Conclusions that can be drawn are that more effective storing operations can be achieved rather easily, but if the planned expansion of production is actualized, changes will be required.

Language: Swedish Key words: article placement, ABC-analysis,
transport capacity

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte och mål	1
1.3	Avgränsningar.....	2
1.4	Företagsbeskrivning.....	2
2	Teori	2
2.1	Materialflöde och lagring.....	3
2.2	Layout och zonindelning	3
2.3	Transport.....	5
2.4	ABC-analys.....	5
2.5	Simulering som undersökningsverktyg	6
2.5.1	Simuleringsprocessen	6
3	Metod och genomförande.....	7
3.1	Kvantitativ undersökning	7
3.2	Kvalitativ undersökning.....	7
3.3	ABC-analys	8
3.4	Processimulering.....	8
4	Nulägesbeskrivning	9
4.1	Produktion	9
4.2	Materialflöde	10
4.3	Lagerlayout.....	10
4.4	Kapacitetsbeskrivning av terminaltraktorer.....	12
5	Analys.....	13
5.1	Lagring och transport i nuläget	13
5.2	Produktionsökningsanalys	13
5.2.1	Lagerutrymmen	14
5.2.2	Transport.....	15
6	Resultat	16
6.1	Lagerutrymmen.....	16
6.1.1	Layoutförslag 1.....	17
6.1.2	Layoutförslag 2.....	17
6.2	Varuplacing.....	18
6.2.1	Lösningförslag 1, inrikesmassa.....	18
6.2.2	Lösningförslag 2, inrikesmassa.....	19
6.2.3	Lösningförslag för exportmassa.....	20
6.2.4	Lösningförslag med nytt lagermagasin	20
6.3	Kapacitetsgranskning av terminaltraktorer	21
6.3.1	Lösningförslag 1	21

6.3.2	Lösningförslag 2	22
6.4	Utvärdering av lösningförslag	22
6.5	Kritisk granskning	23
7	Diskussion	24
7.1	Förslag till fortsatt forskning	25
8	Källor	26

Figurförteckning

Figur 1	Linjärt flöde illustrerat	4
Figur 2	U-flöde illustrerat	4
Figur 3	Exempel på zonindelning av lagerutrymme	5
Figur 4	Vanliga skillnader mellan kvantitativ och kvalitativ forskning	8
Figur 5	Layout för B3 hallen	11
Figur 6	Layout för E2 hallen	12
Figur 7	Layoutförslag 1	17
Figur 8	Layoutförslag 2	17
Figur 9	Lösningförslag 1, inrikesmassa	19
Figur 10	Lösningförslag 2, inrikesmassa	20

Tabellförteckning

Tabell 1	Definition av nödvändiga variabler för att beräkna extremfallen efter produktionsökning	14
Tabell 2	Definition av nödvändiga variabler för att beräkna antalet enheter som saknar lagerplats	14
Tabell 3	Definition av nödvändiga variabler för att beräkna antalet zoner som behövs efter produktionsökning	14
Tabell 4	Definition av nödvändiga variabler för att beräkna ytterligare areabehov efter produktionsökning	15

Bilageförteckning

Karta över hamnområdet och information om hallarnas storlek	Bilaga 1
ABC-analys för exportmassa	Bilaga 2
ABC-analys för inrikesmassa	Bilaga 3
Karta med varuplaceringsförslag för exportmassa	Bilaga 4

1 Inledning

Första kapitlet förklarar vilka problem som ligger som bakgrund till detta examensarbete och vad som vill uppnås med arbetet. För att kunna fokusera på rätt saker har vissa avgränsningar gjorts och de presenteras också i detta kapitel. Slutligen presenteras allmän information om företaget som fungerat som uppdragsgivare.

1.1 Bakgrund

I dagens industrier ses lager ofta som en onödig kostnadskälla men av olika orsaker är det inte alltid möjligt att vara utan lager. Konkurrensen är hård och det gäller att snabbt kunna tillgodose kundernas behov. För att lagerverksamheten ska fungera effektivt och utan extra kostnader behövs noggrann planering.

Detta examensarbete utförs i samarbete med UPM-Kymmene Oyj som fungerar som uppdragsgivare. Verksamheten kring UPM:s cellulosalager i Jakobstads hamn har länge fungerat på samma vis och har inte utvecklats i samma takt som resten av fabriken. Detta har lett till att delar av verksamheten upplevs som opraktiska. Av denna orsak vill UPM nu ha en utredning kring lagerverksamheten innefattande utrymmesbehov, lagringssätt och transporten till lagret från fabriken. Mitt uppdrag är att undersöka lagerverksamhetens effektivitet och presentera förslag på hur processen kan effektiviseras och även hur processen påverkas av en eventuell produktionshöjning.

1.2 Syfte och mål

UPM strävar till att förse alla sina kunder med högklassig cellulosa, men under lastning och lagring uppkommer skador och föroreningar av olika slag på balarna vilket har lett till klagomål från kunderna. Syftet med detta examensarbete är att genom uppföljning av produktion, lagring, transport och försäljning granska fabriken lagerbehov och presentera förslag på hur effektivare hantering av cellulosan kan uppnås. Arbetet kommer även att behandla hur hanteringen förändras vid en eventuell produktionsökning.

Målet är att framföra förslag för hur lagringen av cellulosan kan effektiviseras kostnadsmässigt och hur man får enklare arbetsprocesser, samt att redogöra för behovet av att bygga nya lagerutrymmen. En kapacitetsgranskning på fabriken terminaltraktorer ska också presenteras för att se hur dessa maskiner klarar av transportuppgifterna vid en produktionsökning.

1.3 Avgränsningar

I detta arbete ligger fokus på att effektivisera lagerverksamheten kostnadsmässigt med tanke på materialflöde, artikelplacering, lagringssätt, transportsätt och utrymmesbehov. Arbetet behandlar inte datatekniska detaljer som kunde tänkas underlätta materialhanteringen, och går heller inte noggrannare in på cellulosaans tillverkningsprocess.

1.4 Företagsbeskrivning

UPM är ett företag inom skogsindustrin med 19 300 anställda globalt. Företaget har produktion i 13 länder och försäljningsnätverket sträcker sig över sex kontinenter. Företaget är delat i sex olika affärsverksamheter som är UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Specialty Papers, UPM Paper ENA (Europe & North America) och UPM Plywood. (UPM, 2017).

UPM har tre cellulosafabriker i Finland som tillverkar björk- och barrcellulosa. Dessa fabriker är belägna i Jakobstad, Kouvola och Villmanstrand. Cellulosatillverkningen är en del av UPM Biorefining som även tillverkar biobränslen och sågade trävaror (UPM Pulp, 2016).

Jakobstads cellulosafabrik är belägen på Alholmens industriområde och har ca 310 anställda. Fabriken bildar tillsammans med andra företag på industriområdet en helhet som med skogen som råmaterial producerar sågade trävaror, cellulosa, papper, raffinerat papper och energi. Sammanlagt finns ca 800 anställda på industriområdet. Cellulosafabriken tillverkar både oblekt och blekt cellulosa av olika kvaliteter som sedan transporteras till olika delar av världen via den närliggande hamnen. (UPM Pietarsaari, 2017).

2 Teori

I detta kapitel beskrivs de olika teorier som har använts som grundstenar till detta examensarbete. Teorierna, som är tagna från flera olika källor, innefattar materialflöde och lagring, layout och zonindelning, transport, ABC-analys, och simulering som undersökningsverktyg.

2.1 Materialflöde och lagring

Logistiksystemets materialflöde innefattar förflyttning, hantering och lagring av varor. Materialhantering innebär förflyttning och hantering av varor inom logistiksystemets anläggningar, förflyttning till externa anläggningar kallas för godstransport. (Jonsson & Mattson, 2011, s. 67).

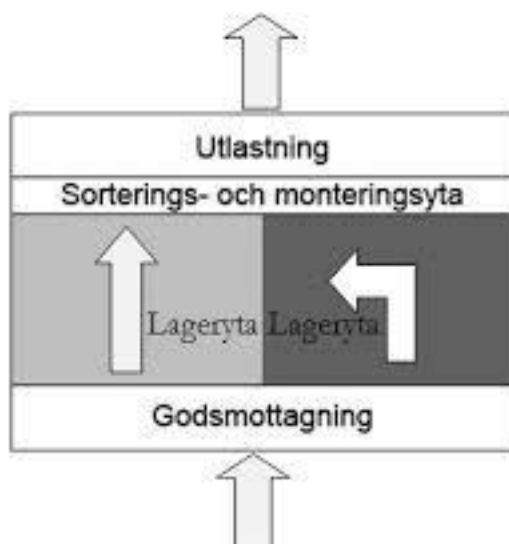
Stora delar av materialflödet sker från någon typ av lager, därför strävar man till att utforma lagren för största möjliga utnyttjandegrad. Det innebär att en så stor del som möjligt av lagringsutrymmet används till förvaring utan att försvåra hanteringen. Materialet ska även vara lättillgängligt och lagret får inte överfyllas så att t.ex. trucktrafiken försvåras. Med ett väl utformat lager minimeras lagerhållnings- och hanteringskostnaderna. (Jonsson & Mattson, 2011, s. 68).

Ett lagerutrymme kan vara uppbyggt enligt Last In First Out – principen, vilket innebär att det gods som senast inkommit i lagret är det gods som först tas ut. Fördelen med denna princip är att lagrets utnyttjandegrad blir hög. Nackdelar är att åtkomligheten blir låg och kapital binds upp då somliga gods blir lagrade länge. (Gabriel & Tornberntsson, 2016, ss. 5-6).

2.2 Layout och zonindelning

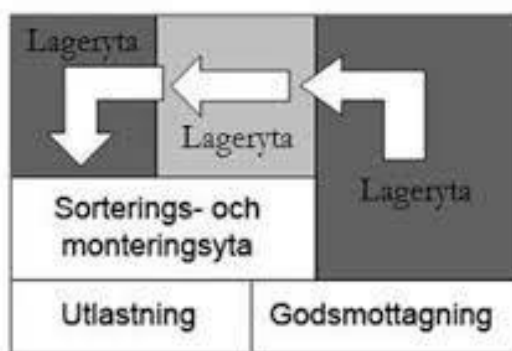
Lagerlayouter utformas för att skapa så effektiva materialflöden och så hög utnyttjandegrad som möjligt. Två typiska layouttyper är linjärflödeslayout och U-flödeslayout.

Linjära flöden innebär att alla varor flödar genom hela lagret i och med att godsmottagning och utleverans sker på motsatta sidor av lagret (se figur 1). Ett sådant upplägg gör att alla varor har ungefär samma transportsträcka från godsmottagning till utleverans. Detta kan leda till onödigt hanteringsarbete och höga kostnader, men flödet genom anläggningen blir dock väldigt tydligt. Denna layout lämpar sig bäst vid hantering av stora volymer av få artiklar. (Jonsson & Mattsson, 2011, s. 68).



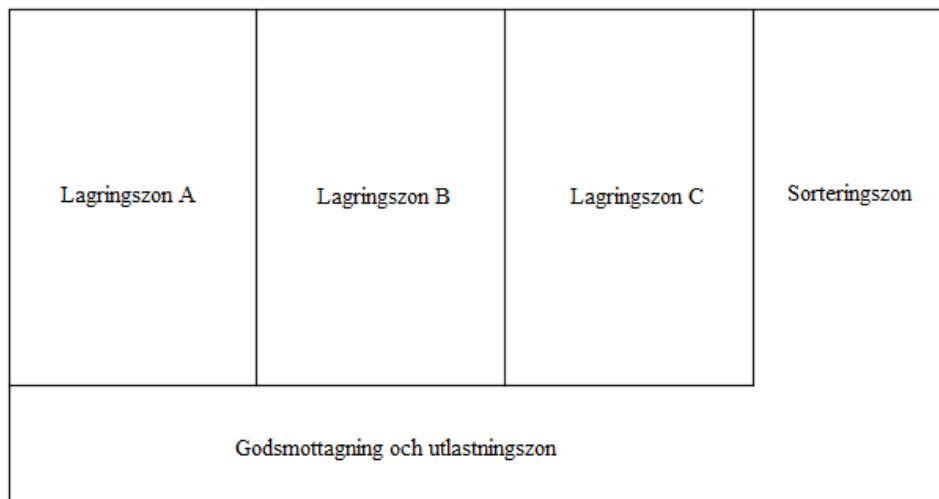
Figur 1 Linjärt flöde illustrerat (Jonsson & Mattsson, 2011, s. 69)

En U-formad layout innebär att mottagning och utlastning sker i samma ända av lagret (se figur 2). Detta ger bättre möjlighet att variera varuplaceringen, eftersom varor med högre uttagsfrekvens kan placeras på mera lättillgängliga platser och således uppnås bättre effektivitet. Dessa två layouttyper är teoretiska och i verkligheten förekommer många kombinationer och varianter av dem. (Jonsson & Mattsson, 2011, s. 68-69).



Figur 2 U-flöde illustrerat (Jonsson & Mattsson, 2011, s. 69)

För att minimera hanteringsarbetet kan man dela in lagret i flera zoner. Detta innebär att lagret delas upp i flera mindre lager (se figur 3). Genom att ge artiklarna hanteringsmässiga värden och sedan placera likvärdiga artiklar i samma zon kan förflyttningsavstånd och hanteringsarbete minimeras. Zonindelning ger dock bäst resultat i U-formade lagerlayouter (Jonsson & Mattsson, 2011, s. 69-70).



Figur 3 Exempel på zonindelning av lagerutrymme (Jonsson & Mattsson, 2011, s. 70)

2.3 Transport

Där det finns ett materialflöde finns också behov av att förflytta materialet, vilket görs med någon form av lastbärare, som t.ex. lastbil, transportband, pall mm. Detta gör att ett resursflöde uppstår. Till skillnad från materialflödet så är resursflödet dubbelriktat, dvs. resurserna förbrukas inte i transportsystemet. För att kunna planera en effektiv styrning av godset måste avsändarna vara i kontakt med mottagarna för att utbyta information gällande olika krav, såsom tid, varornas och resursernas status och fysiska lokalisering mm. (Lumsden, 1998, s. 59).

Transporten består förutom den materiella delen, materialförflyttningen, också av en immateriell del. Den immateriella delen innebär mestadels informationsöverföring men innefattar också säkerhet och kvalitet. Informationssystemet ska styra materialflödet, förbättra transportsäkerheten och möjliggöra eventuell avvikelserapportering. (Lumsden, 1998, s. 60).

2.4 ABC-analys

ABC-analys är ett sätt att dela upp produkter enligt deras respektive årsomsättning. Syftet med metoden är att dela upp ett produktsortiment i viktighetsgrupper för att uppnå en så effektiv materialstyrning som möjligt.

Baserat på årsomsättning delas produktsortimentet in i grupper. Grupp A består av produkter med hög årsomsättning, grupp B av produkter med medelhög årsomsättning och

grupp C av produkter med låg årsomsättning. Tillvägagångssättet är baserat på minoritetsprincipen, eller 80–20-regeln, som säger att det är vanligt att 20 % av elementen står för 80 % av effekten, dvs. 20 % av produkterna står för 80 % av omsättningen. (Mattsson, 2003).

2.5 Simulering som undersökningsverktyg

Simulering fick sin början under andra världskriget när vetenskapsmän undersökte olika militära operationer. Sedan dess har simuleringar använts inom många olika organisationer i försök att hitta den bästa lösningen på ett specifikt problem. (Lättilä, 2012, s. 28).

Simuleringsmodeller använder logiska eller matematiska konstruktioner för att finna en lösning. Simuleringsmodellen optimerar inte lösningen på ett problem utan beräknar endast fram ett resultat baserat på givna värden (Lättilä, 2012, s. 28). En simuleringsmodells konstruktion baseras på en verklig process. För att ha nytta av en simuleringsmodell krävs att man kan tolka resultaten och därefter styra åtgärderna till rätt del i processen.

Vid användning av simulering som undersökningsverktyg är det möjligt att beakta flera scenarion för att få ett bättre beslutsunderlag. Dessa scenarion kan vara optimistiska, realistiska eller pessimistiska. Ett optimistiskt scenario innebär att beräkningarna utförs med ett lågt lagersaldo även om det i verkligheten är sannolikt att det inte är så. Ett realistiskt scenario använder verklighetstroga lagersaldon, dvs. beräkningarna görs enligt det genomsnittliga lagersaldot. I ett pessimistiskt scenario görs beräkningarna med höga lagersaldon eftersom det vore ett dåligt scenario vid volymökning. (Gabriel & Tornberntsson, 2016, ss. 9-10).

2.5.1 Simuleringsprocessen

Det finns flera olika simuleringsprocesser och alla består av många faser. Processerna ser relativt lika ut även om det förekommer vissa skillnader som uppstår beroende på hur man närmar sig problemet. (Lättilä, 2012, s. 29).

Första fasen är att formulera problemet. Detta innebär att man känner till och kan förklara vad som är det egentliga problemet. Samtidigt är det också viktigt att ha ett klart mål att jobba mot och att ha en plan att arbeta enligt. (Lättilä, 2012, s. 29).

Andra fasen går ut på att skapa sig en uppfattning om hur simuleringsmodellen ska se ut. Beroende på om man simulerar en statisk (oförändrande) eller dynamisk (förändras med tiden) process bör man beakta olika faktorer. I en dynamisk process bör man t.ex. beakta olika aktiviteter och eventuella förseningar. Datainsamlingen påbörjas i den andra fasen och fortsätter sedan genom hela processen. Data kan finnas i databaser eller samlas från det verkliga systemet. (Lättilä, 2012, s. 29).

Nästa steg är att verifiera och validera modellen, vilket innebär att man kontrollerar att den uppfyller sitt syfte samt att den representerar det verkliga systemet. När modellen är verifierad och validerad kan man börja experimentera med olika upplägg och köra simuleringen. Simuleringen ska köras många gånger med olika parametrar för att man ska kunna få ett vettigt resultat att analysera. (Lättilä, 2012, s. 31).

3 Metod och genomförande

Här beskrivs vilka forskningsmetoder som använts i detta examensarbete och hur informationen till arbetet har erhållits. Arbetet inleddes sommaren 2016 med insamling av produktionsdata samt observation och tidtagning av olika skeden i processen.

3.1 Kvantitativ undersökning

Kvantitativa undersökningar baserar sig på numerisk data och kan vara data som erhållits via enkäter eller mätningar. Denna data kan analyseras och användas för att dra slutsatser (Bryman & Bell, 2013, s. 162). Kvantitativ forskning har i detta arbete använts för beräkning av lagerutrymmesbehov och till en ABC-analys.

3.2 Kvalitativ undersökning

Kvalitativ forskning förknippas oftast med det talade och skrivna ordet. Vanliga kvalitativa forskningsmetoder är t.ex. personintervjuer och annan social kommunikation men även visuella metoder som t.ex. videoinspelningar, fotografier eller årsrapporter används (Bryman & Bell, 2013, s. 420). I figur 4 redogörs typiska skillnader mellan kvalitativ och kvantitativ forskning. I detta arbete har kvalitativa metoder använts i och med intervjuer med personalen vid cellulosa fabriken och observationer gjorda under skribentens praktikperioder på fabriken.

Kvantitativ	Kvalitativ
Siffror	Ord
Forskarens uppfattning	Deltagarnas uppfattning
Distans	Närhet
Teoriprövning	Teorigenerering
Statisk	Processinriktad
Strukturerad	Ostrukturerad
Generalisering	Kontextuell förståelse
"Hårda", reliabla data	Rika, fylliga data
Makroinriktning	Mikroinriktning
Beteende	Mening
Konstlade (planerade) miljöer	Naturliga miljöer

Figur 4 Vanliga skillnader mellan kvantitativ och kvalitativ forskning (Bryman & Bell, 2013, s. 419)

3.3 ABC-analys

I detta arbete används ABC-analys förutom för optimering av materialflödet också för att granska behovet av nya lagerbyggnader i Jakobstads hamn. Flera av de lagerbyggnader som finns i hamnen är antingen föråldrade eller icke lämpliga för förvaring av cellulosa. Genom åren har hamnen byggts om och bl.a. järnvägen har flyttats. Detta har lett till längre transportsträckor vilket medför transportkostnader och onödig hantering av balarna. ABC-analysen ska hjälpa till att bestämma var de olika cellulosa-kvaliteterna ska förvaras för att få ett effektivt flöde och minimal hantering av massaenheterna.

Eftersom exportmassa och inrikesmassa lagras och lastas skilt har det gjorts två skilda analyser för dessa. Analyserna, som är gjorda med hjälp av Excel, är baserade på försäljningen under tiden 1.9.2015 – 31.8.2016 och är gjorda enligt minoritetsprincipen (se kapitel 2.4). På basis av analysen har de olika klasserna tilldelats specifika lagerplatser så att A-klassen är så nära lastningsplatsen som möjligt, B-klassen förvaras också nära lastningsplatsen men A-klassen prioriteras och C-klassen förvaras i kvarvarande tillgängliga lager.

3.4 Processimulering

Simulationerna som har utförts i detta examensarbete har blivit gjorda med SimQuick. SimQuick är ett gratis Excel-kalkylark som kan användas för att simulera många olika processer som t.ex. bankköer, lager, försörjningskedjor, produktionslinjer mm. (Hartvigsen, u.d.).

För att få en verklighetstrogen simuleringsmodell delades processen in i delmoment och skilda simulationer gjordes för varje delmoment. Resultaten från simulationerna användes för att granska huruvida processen fungerar efter en produktionsökning samt för att ta reda på vilka ändringar en produktionsökning kräver.

Delmomenten som använts är:

- Påfyllning av lager i nuläget
- Påfyllning av lager efter produktionsökning
- Påfyllning av lager med höjd terminaltraktorkapacitet
- Påfyllning av nytt lagermagasin
- Lastning av båt från nuvarande lagermagasin
- Lastning av båt från nytt lagermagasin
- Lastning av tåg och lastbil enligt nuvarande system
- Lastning av tåg och lastbil enligt förändringsförslag (kapitel 7.1.2)

4 Nulägesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs verksamheten kring cellulosalagret vid UPM:s cellulosafabrik i Jakobstad. Informationen har samlats under praktikperioder som har gjorts på företaget samt via intervjuer med personalen på området.

4.1 Produktion

I dagsläget har Jakobstads cellulosafabrik två produktionslinjer och producerar kring 30 olika kvaliteter. Tillsammans har linjerna en maximal kapacitet på 2200 ton per dygn. Cellulosan packas i enheter med en genomsnittlig vikt på 2000 kg, vilket innebär en maximal produktion på 1100 enheter per dag.

En enhet kan bestå av små eller stora balar. Alla balar märks med en kod för att möjliggöra uppföljning av produktionsdatum och kvalitetsrelaterade faktorer. Små balar är försedda med skyddande omslag och har fyra järntrådar som håller ihop dem. Åtta stycken småbalar bildar en enhet. De stora balarna saknar skyddande omslag och hålls ihop av tre järntrådar. Två stora balar bildar en enhet.

Beroende på skeppningsdestination binds en enhet ihop med antingen två eller sju järntrådar. Exportenheterna lyfts med hjälp av trådarna ombord på båtar och behöver därför sju trådar för att klara belastningen, medan inrikesenheterna klarar sig med två trådar eftersom de inte används till lyft.

4.2 Materialflöde

Färdiga enheter lastas direkt från produktionslinjen ombord på en terminaltraktor som tar 56 ton per lass. Terminaltraktorn transporterar därefter enheterna vidare till hamnlagret. I hamnen kör chauffören via lagerskötarnas kontor och kontrollerar från en tavla till vilken lageradress cellulosan ska transporteras. När adressen är kontrollerad kör chauffören vidare till rätt lagerplats och lossar cellulosan med en truck. När hela lasten är lossad kör chauffören tillbaka till produktionslinjen efter flera lass. Terminaltraktorchaufförerna jobbar i femskift dygnet runt alltid när produktionen är igång.

Hamnlagerskötarna, som bestämmer vilket lager cellulosan ska transporteras till, följer hela tiden med vilken kvalitet som blir producerad. Vid val av lagerplats strävar de till att vara förutseende gällande utgående leveranser för att skapa effektivaste möjliga materialflöde. Det faktum att Jakobstads fabrik tillverkar väldigt många olika kvaliteter av cellulosa medför ofta att lagerplatserna inte räcker till och de tvingas använda sig av de lagerplatser som finns tillgängliga, utan att beakta materialflödet.

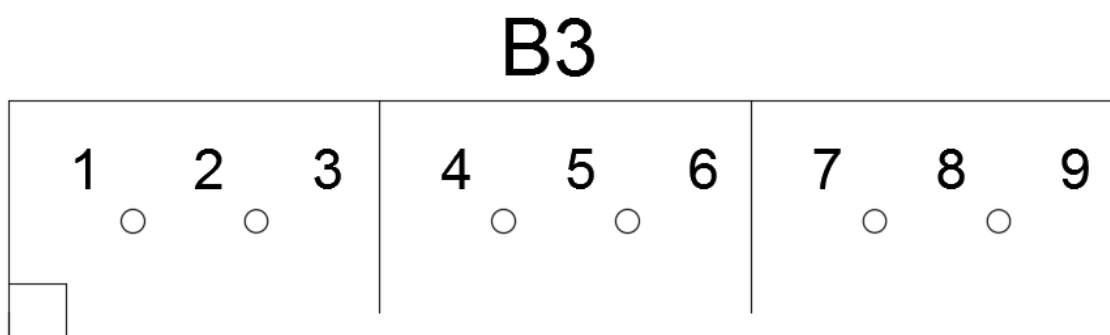
Hamnlagerskötarna inventerar lagret regelbundet för att hålla reda på vilka kvaliteter som finns i lager. Samtidigt kontrollerar de också balkoderna för att kunna flytta rätt enheter till rätt lager i databassystemet, samt för att kunna skapa så noggranna fraktsedlar och leveransrapporter som möjligt. Somliga kunder har väldigt höga krav på cellulösans renlighet och kräver därmed också att balkoderna på leveransrapporterna stämmer överens med den verkliga leveransen.

4.3 Lagerlayout

UPM hyr fyra hallar i Jakobstads hamn av Euroports för cellulösaförvaring. Hallarna har byggts till efter behov genom åren och är därför väldigt utspridda i hamnområdet och alla är inte ursprungligen avsedda för cellulösaförvaring.

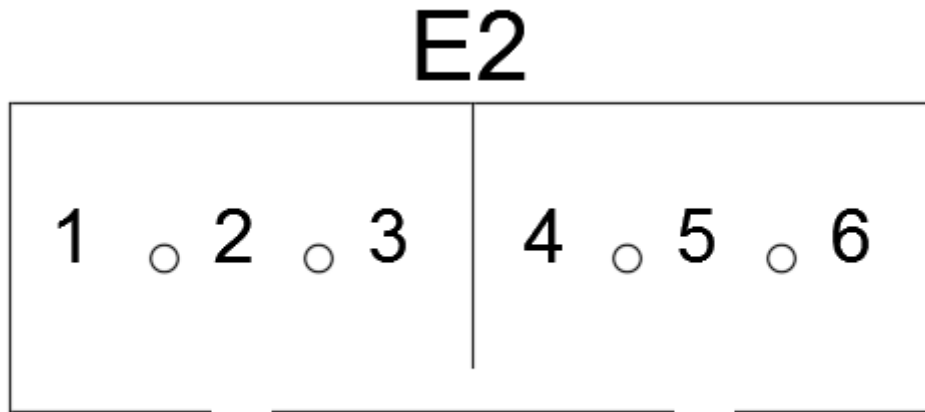
Bilaga 1 är en karta över hamnområdet. De gulfärgade hallarna används till cellulosaförvaring. L1-hallen består av nio sektioner varav den nionde är indelad i åtta stycken mindre zoner. De fem första sektionerna, L1-1 – 5, ligger närmast kajen och anses därför vara bäst lämpade för lagring av exportmassa pga. kortare transportsträckor och minskad hantering av enheterna. L1-6 – 9 används främst till lagring av massa för inrikes leveranser pga. närheten till järnvägen. I L1-8 finns även en kippningslinje som används för att välta enheterna till liggande position eftersom en del kunder önskar få massan levererad på detta sätt.

B3-hallen är indelad i nio zoner (se figur 5). Vid behov kan en zon delas upp i en A- och en B-del för att lagra två olika kvaliteter i samma zon. En zon rymmer stora mängder cellulosa och hallen används därför främst till lagring av exportmassa som produceras i stora mängder åt gången. I hallen finns två mellanväggar som avskiljer zonerna 3-4 och 6-7. Resten av zonerna avskiljs av pelare. Hallen har sex dörrar, två till zonerna 1,2 och 3, två till zonerna 4, 5 och 6 och två till zonerna 7, 8 och 9. För att få bättre löpande trafik och mindre risk för olyckor använder truckförarna vanligtvis två dörrar under lastning, en att köra in och en att köra ut genom.



Figur 5 Layout för B3 hallen (författarens illustration)

E2 hallen är indelad i sex zoner (se figur 6), också här kan zonerna delas upp i A och B vid behov. Hallen har en mellanvägg som avskiljer golv 3 och 4, de övriga avskiljs med pelare. Hallen är gammal och håller inte tätt för väder och vind, därför används den främst för lagring av så kallad blandmassa, dvs. sådan cellulosa som uppstår när produktionen byter från eller till björk- eller barrträdsbaserad cellulosatillverkning.



Figur 6 Layout för E2 hallen (författarens illustration)

E1-hallen är indelad i en A- och en B-sida och har endast en dörr. Hallen delas in i mindre zoner efter behov eftersom den används till att lagra små partier av deklasserade enheter. Att en enhet är deklasserad innebär att man i efterhand har märkt att produkten inte uppfyller alla kvalitetskrav och därför deklasseras den till en sämre kvalitet.

B2-hallen har ingen zonindelning. Istället används hallen endast för kvalitet 2008, dvs. den kvalitet som produceras mest. Hallen har endast en dörr som truckarna kör in och ut genom under lastning.

4.4 Kapacitetsbeskrivning av terminaltraktorer

För att få massaenheterna transporterade till lagren används terminaltraktorer. Terminaltraktorerna kör fram och tillbaka mellan lagren och produktionslinjerna alltid när produktionen är aktiv. Terminaltraktorernas kapacitet begränsas av massaenheternas vikt och det långa avståndet mellan lager och produktion.

Vanligtvis hinner terminaltraktorchauffören hämta ett lass cellulosa, köra till lagret och lossa sin last och vara tillbaka vid produktionen på 20-25 minuter. Om produktionshastigheten ligger på 900-1100 massaenheter/dygn innebär det att de hinner köra 11-13 lass per skift. Vid maximal produktionshastighet, 1100 massaenheter/dygn, är chaufförerna upptagna med sitt jobb och får ingen dötid. Vid svåra vinterförhållanden kan dock tiden för en körning fördubblas vilket gör att chaufförerna har svårt att hinna med produktionstakten. (Personlig kommunikation med Johan Granlund 5.12.2016).

5 Analyser

I detta kapitel analyseras transport- och lagringssystemets för- och nackdelar och möjliga förbättringspunkter presenteras. En analys av hur en produktionsökning påverkar processen och beräkningar på hur utrymmesbehovet ökar på grund av den presenteras.

5.1 Lagring och transport i nuläget

Det är inte ovanligt att produkter körs till fel lagerplats t.ex. efter ett skiftesbyte. Detta kunde förhindras genom att tilldela kvaliteterna en specifik konstant lageradress. Genom att tilldela adresserna baserat på en ABC-analys kan man samtidigt också minska på transportsträckor, hantering mm.

Flera av de kvaliteter med hög årsomsättning lagras långt borta från lastningsområdena vilket leder till extra transportsträckor och onödig hantering av balarna. Dessa kvaliteter har även höga krav på renlighet och kan därför inte förvaras i vilka lager som helst.

Lagrens utnyttjandegrad är ofta låg. Detta beror på att lagren fungerar enligt Last In First Out – principen (se kapitel 2.1), vilket innebär att den massa som senast kommit från fabriken är den som först blir lastad, och på att man inte får blanda ihop de olika typerna av cellulosa och därför lagrar dem på skilda lageradresser.

Vissa av de inhemska kunderna kräver att få massaenheterna levererade liggandes. För att vända enheterna körs de via en s.k. kippningslinje. Denna linje är belägen i L1-hallens åttonde zon i närheten av järnvägen. Denna linje är en flaskhals i lastningen eftersom endast en enhet kan vältas åt gången.

5.2 Produktionsökningsanalys

UPM:s cellulosafabrik i Jakobstad står framför en eventuell utvidgning. Om utvidgningen blir verklighet skulle det innebära att den maximala produktionskapaciteten per dag ökar från 1100 massaenheter till 1600 massaenheter, dvs. en ökning på 45,5 %. För att ta reda på hur detta påverkar transporten till lagren och behovet av lagringsutrymmen används scenarioanalyser och simulationer.

5.2.1 Lagerutrymmen

Om produktionen ökar kommer behovet av lagerutrymmen också att öka. För att beräkna hur stort lagerutrymme som kommer att behövas i och med en produktionsökning används ett pessimistiskt scenario (se kapitel 2.5) dvs. ett högt index på lagersaldot. I denna studie är det pessimistiska scenariot mest lämpligt eftersom lagren måste vara tillräckliga även i de extremfall som uppstår.

För att beräkna om de nuvarande utrymmena räcker till eller om nya hallar behöver byggas har följande formler använts:

Beteckning	Beskrivning
n_e	Antalet enheter vid extremfall efter produktionsökning
n	Antalet enheter vid extremfall i nuläget (38 300 enheter)
$G_{\ddot{o}}$	Produktionsökning på 45,5 % för extremfallen

Tabell 1 Definition av nödvändiga variabler för att beräkna extremfallen efter produktionsökning

$$n_e = n \cdot G_{\ddot{o}} \quad (1)$$

$$n_e = 38\,300 \text{ st} \cdot 1,455 = 55\,726,5 \text{ st}$$

Beteckning	Beskrivning
n_L	Antalet enheter utan lagerplats
n_e	Antalet enheter vid extremfall efter produktionsökning
G_n	Maximalt antal enheter som får plats i lagret i nuläget

Tabell 2 Definition av nödvändiga variabler för att beräkna antalet enheter som saknar lagerplats

$$n_L = n_e - G_n \quad (2)$$

$$n_L = 55\,726,5 \text{ st} - 38\,300 \text{ st} = 17\,426,5 \text{ st}$$

Beteckning	Beskrivning
n_{zon}	Antalet zoner som behövs till lagring av enheter utan lagerplats
n_L	Antalet enheter utan lagerplats
n_{B3}	Maximalt antal enheter per zon i magasin B3

Tabell 3 Definition av nödvändiga variabler för att beräkna antalet zoner som behövs efter produktionsökning

$$n_{zon} = \frac{n_L}{n_{B3}} \quad (3)$$

$$n_{zon} = \frac{17\,426,5}{1504} = 11,5868$$

Beteckning	Beskrivning
A_{tot}	Total area som behövs för lagring av enheter utan lagerplats
n_{zon}	Antalet zoner som behövs till lagring av enheter utan lagerplats
A_{zon}	Arean av en zon från magasin B3

Tabell 4 Definition av nödvändiga variabler för att beräkna ytterligare areabehov efter produktionsökning

$$A_{tot} = n_{zon} \cdot A_{zon} \quad (4)$$

$$A_{tot} = 11,5868 \cdot \left(\frac{8148 \text{ m}^2}{9} \right) = 10\,489,9 \text{ m}^2$$

Beräkningar enligt dessa formler tyder på att det kommer att behövas ett nytt lagerutrymme på ca 10 490 m² för att klara av att lagra alla massaenheter som uppstår vid extremfall efter produktionsökning. Eftersom höjden på de största enheterna är nästan 2 meter och de lagras i 4 våningar blir totala höjden 8 meter, för att möjliggöra säker hantering av enheterna behövs då en takhöjd på ungefär 10 meter.

5.2.2 Transport

Terminaltraktorernas kapacitet har granskats med hjälp av intervjuer med chaufförerna och genom simulationer gjorda i Excel. Datan som använts i simulationerna har samlats in både via intervjuerna och genom forskning och tidtagning gjord under skribentens praktikperiod på fabriken.

I intervjun som gjordes med terminaltraktorchauffören (se kapitel 4.4) kom det även fram att chaufförerna tror att det med nuvarande utrustning och system vore omöjligt att hinna transportera alla producerade massaenheter till lagren. Simuleringarna som gjorts understöder deras teorier. En produktionsökning från 1100 massaenheter per dag till 1600 massaenheter per dag skulle innebära att terminaltraktorernas kapacitet inte längre räcker till och ett nytt system eller eventuellt ny utrustning krävs för transporten.

6 Resultat

I detta kapitel presenteras olika förslag på hur problemen med lagerutrymme, onödig hantering av enheterna och otillräcklig transportkapacitet kan lösas. Förslagen baserar sig på resultaten av den forskning och de analyser som presenterats i de föregående kapitlen.

6.1 Lagerutrymmen

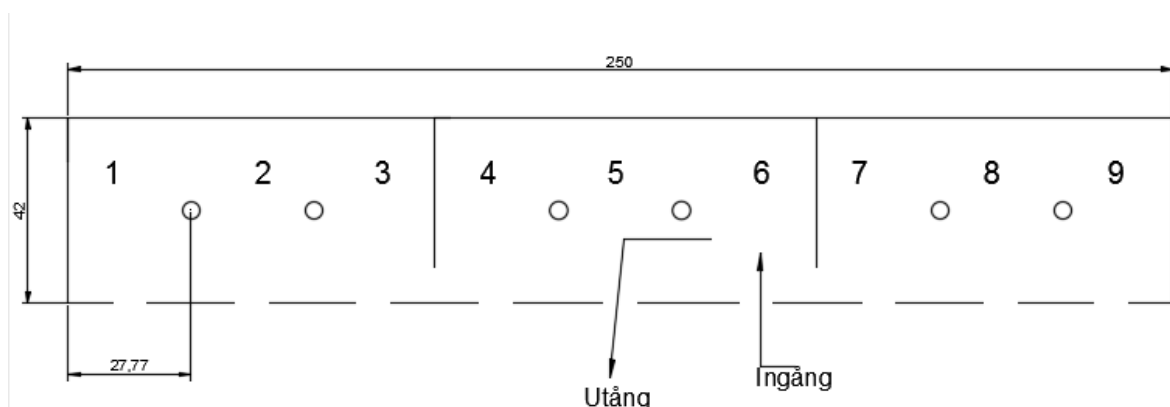
Resultatet av denna undersökning tyder på att UPM är i behov av ett nytt lagerutrymme oavsett om produktionsökningen blir verklighet eller inte. Detta eftersom alla nuvarande lagerutrymmen inte uppfyller de krav som ställs på dem.

Beräkningarna som gjordes i kapitel 5.2.1 visar att ett nytt lagermagasin borde byggas för att lagret ska räcka till vid extremfall efter en produktionsökning. Produktionsökningen skulle i praktiken innebära att en ny produktionslinje byggs och den maximala produktionskapaciteten ökar från 1100 massaenheter/dygn till 1600 massaenheter/dygn. Denna produktionsökning skulle medföra ett utökat lagerutrymmesbehov på 10 490 m².

Det nya lagermagasinet kunde utformas genom att ta exempel från B3-hallen som är den hall som i nuläget, med tanke på tillgänglighet, är mest lämpad för lagring av cellulosa. För att få ett så effektivt materialflöde som möjligt borde magasinet placeras så nära lastningskajen Laucko (se bilaga 4) som möjligt så att lastning av båtar kan ske smidigt och med minimal hantering av enheterna. Samtidigt innebär detta en längre transportsträcka för terminaltraktorerna vilket kan ses som negativt, men fördelarna som fås i och med båtlastningen väger mera än transportsträckan i detta fall.

Layoutförslagen är planerade enligt Last In First Out – principen och är en typ av U-layout (se kapitel 2.1 och 2.2). För cellulosalagring är U-layout mest lämplig p.g.a. enheternas stora vikt och volym, linjär layout skulle innebära sämre utnyttjandegrad för lagren. För att få U-layouten så effektiv som möjligt behövs flera dörrar så att trucktrafiken in och ut ur hallen kan löpa smidigt. Under lastning bör skilda dörrar användas som in- och utgång. Detta gör att truckarna inte blockerar varandra och minskar samtidigt risken för olyckor.

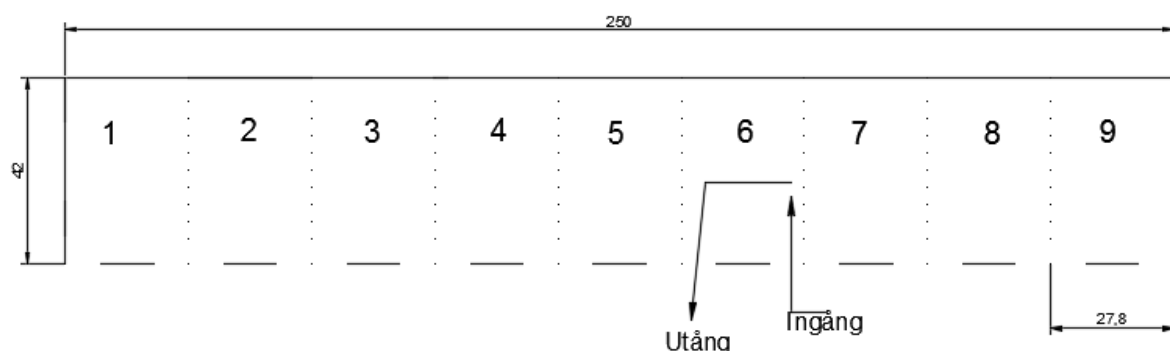
6.1.1 Layoutförslag 1



Figur 7 Layoutförslag 1

Layoutförslag 1 (Figur 7) är i princip en större modell av den redan existerande B3-hallen men med flera dörrar. Detta förslag består av nio zoner med en dörr till varje zon. Tanken är att trucktrafiken ska löpa smidigare om dörren till den zon som massaenheterna tas ifrån används som ingång och dörren till bredvidliggande zon används som utgång. Cirklarna i bilden representerar stöpelare som samtidigt fungerar som zonavskiljare. Mellan tredje och fjärde samt sjätte och sjunde golvet finns en mellanvägg. En zon har plats för ca 1940 massaenheter.

6.1.2 Layoutförslag 2



Figur 8 Layoutförslag 2

Layoutförslag 2 (Figur 8) är av samma storlek som förslag 1 men här är varje zon försedd med egen ingång och utgång vilket ytterligare förbättrar trafiken till och från lagret. Detta innebär också att lastning från två intilliggande golv kan ske samtidigt utan att trucktrafiken

påverkas markant. I detta förslag saknas stödpelare och mellanväggar vilket gör att lagrets utnyttjandegrad förbättras och det finns färre hinder för trafiken. Avsaknaden av stödpelare och mellanväggar medför även att zonavskiljningarna bör målas ut tydligt på golv och väggar samt att hallens byggnadsmaterial begränsas.

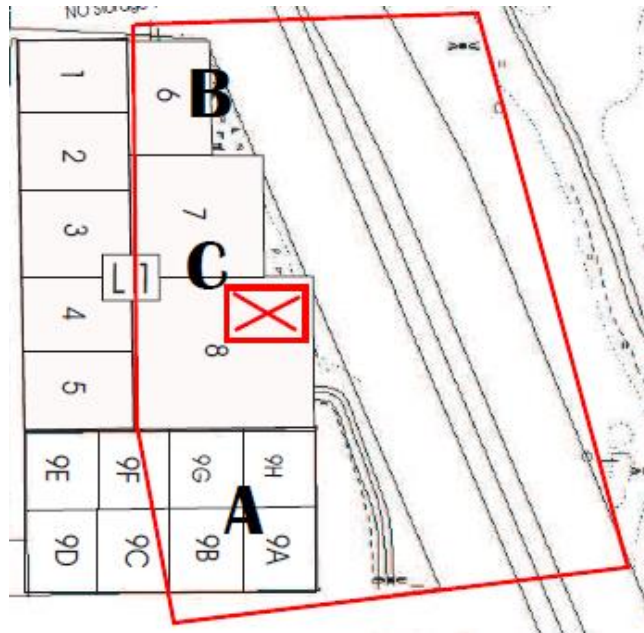
6.2 Varuplacering

För att få ett effektivt materialflöde bör varorna vara placerade på rätt plats. För att bestämma var det lönar sig att placera en viss vara kan man ta hjälp av en ABC-analys (kapitel 2.4). I detta examensarbete har två skilda ABC-analyser gjorts, en för exportmassa och en för inrikesmassa (kapitel 3.3).

6.2.1 Lösningförslag 1, inrikesmassa

Analysen för inrikesmassa (se bilaga 3) visar att kvaliteterna C och J hör till A-klassen och bör därför placeras så att hanteringen av dessa kvaliteter blir minimal. Eftersom dessa kvaliteter oftast ska köras via kippningslinjen (kapitel 4.3) vore det optimalt att placera dem på L1-7, men eftersom L1-7 inte räcker till utrymmesmässigt för den volym som dessa kvaliteter produceras i så används istället L1-9 A, B, G, H. B-klassen innefattar kvaliteterna Q och 6. Dessa kunde placeras i L1-6, då återstår L1-7 för lagring av C-klassen som innefattar kvaliteterna F, M och W. L1-8 reserveras för förvaring av färdigt vältade enheter (se figur 9).

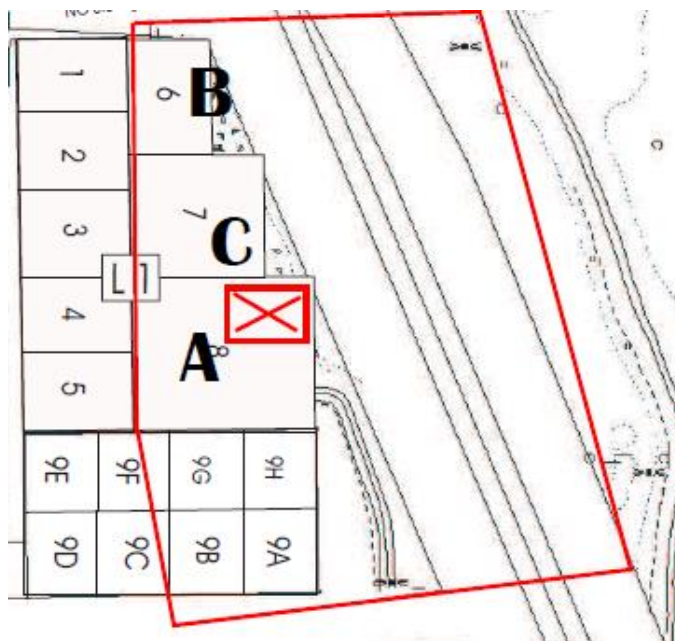
Detta lösningförslag innebär inga enorma förändringar från nuvarande system, det som ändras är att klasserna får specifika lageradresser istället för att lagras där det finns plats. Nackdelen är att transportsträckorna fortfarande inte är så korta som möjligt för A-klassen.



Figur 9 Lösningförslag 1, inrikesmassa. X markerar kippningslinjen. (Författarens illustration).

6.2.2 Lösningförslag 2, inrikesmassa

En annan möjlighet vore att placera A-klassen i L1-8 så att avståndet till kippningslinjen är kortast möjliga och placera C-klassen, som inte produceras i så stora mängder årligen, i L1-7. Då kunde L1-9 A, B, G, H istället användas till att förvara färdigvältade enheter som inte kan lastas direkt på tågagnar eller lastbilar (Figur 10). Fördelen med detta system är att A-klassens transportsträcka förkortas och nackdelen att transportsträckan för redan vältade enheter blir längre.



Figur 10 Lösningförslag 2, inrikesmassa (författarens illustration).

Det optimala systemet vore att vända massaenheterna redan vid produktionslinjen. Då skulle kippningslinjen, som är en enorm flaskhals, kunna tas bort från lagret. Detta ger större lagringsytor och minskad hantering av enheterna.

6.2.3 Lösningförslag för exportmassa

ABC-analysen för exportmassa (bilaga 2) visar att kvaliteterna H, L och 5 är de som står för största delen av årsomsättningen och hör därför till A-klassen och bör därför förvaras så nära lastningskajen som möjligt, vilket i nuläget innebär L1-1 - 5. Till B-klassen hör kvaliteterna B och P, dessa står för ungefär 20 % av årsomsättningen, men P-kvaliteten utgör ett undantag eftersom vissa viktiga kunder ställer specialkrav på renligheten. Det är därför viktigt att P-kvaliteten hanteras så lite som möjligt så att inga skador eller orenligheter uppstår på enheterna och därför bör också dessa förvaras i L1-hallen medan resten av B-klassen kan förvaras i B2 och B3 hallen och C-klassen i B3-, B2- och E2-hallarna (se bilaga 4).

6.2.4 Lösningförslag med nytt lagermagasin

Om ett nytt lagermagasin byggs med nuvarande produktionskapacitet borde kvaliteterna H, L och 5 lagras där eftersom de hör till A-klassen enligt ABC-analysen för exportmassa (bilaga 2) och även P-kvaliteten pga. dess specialkrav (kapitel 6.2.3). B-klassen kan då lagras

i L1-hallen och C-klassen i B3- och B2-hallarna. E2- och E1-hallarna kunde isåfall tas ur bruk eftersom de i nuvarande skick inte är lämpliga för förvaring av cellulosa.

En produktionsökning skulle innebära ändringar även i varuplaceringarna. Det nya lagermagasinet skulle då lagra A-klassen och P-kvaliteten. Då kunde B-klassen förvaras i L1-hallen och C-klassen i B3-, B2- och E2-hallarna.

6.3 Kapacitetsgranskning av terminaltraktorer

Simulationerna som gjordes med SimQuick (kapitel 3.4) tyder på att transportereringen av massaenheterna bör planeras om i samband med en produktionsökning. Nuvarande system vore otillräckligt och skulle innebära att producerad cellulosa inte hinner transporteras bort från produktionslinjen tillräckligt snabbt, vilket innebär att produktionslinjen blir tilltäppt. En åtgärd som kan vidtas för att undvika detta är att utöka terminaltraktorens kapacitet. Detta kan göras genom att bygga om lastningsplatsen vid produktionslinjen så att terminaltraktorns maximala lastkapacitet kan utnyttjas eller genom att utvidga maskinparken.

6.3.1 Lösningförslag 1

För att hinna med i den nya produktionstakten kunde maskinparken utökas så att två terminaltraktorer är aktiva dygnet runt istället för en. Körningarna kan beroende på de olika produktionslinjernas produktionshastighet delas upp mellan chaufförerna. För att detta förslag ska fungera i praktiken krävs god kommunikation mellan chaufförer, produktionslinje och lagerskötare, annars är det lätt hänt att någon av produktionslinjerna blir tilltäppt.

Fördelarna med detta förslag är ökad transportkapacitet och liten risk för tilltäppningar i processen samt att ifall det uppstår problem med en terminaltraktor finns åtminstone en som aktivt transporterar varorna.

Nackdelarna med förslaget är dess kostnader. Nya terminaltraktorer tenderar att kosta, de medför högre bränslekostnader och flera skiftesarbetare krävs för att ha dem aktiva dygnet runt.

6.3.2 Lösningsförslag 2

I nuläget transporterar terminaltraktorerna 56 ton massa per lass, men deras egentliga kapacitet uppgår till 72 ton. Orsaken till att den maximala kapaciteten inte utnyttjas är att lastningsbryggorna vid produktionslinjerna är byggda för 56 tons lass. Om dessa lastbryggor byggdes om så att traktorerna tar 72 tons lass uppnås ett effektivare transportsystem.

Fördelarna med detta förslag är att man uppnår en kapacitetsökning till en relativt låg kostnad. Nackdelarna är att terminaltraktorerna slits fortare om lasterna ökas och att det fortfarande vore svårt att hinna med vid extremfallen när alla produktionslinjer producerar enligt sin maximala kapacitet.

6.4 Utvärdering av lösningsförslag

Båda layoutförslagen är i praktiken genomförbara och skulle fungera men layoutförslag 2 har flera fördelar gentemot layoutförslag 1. Dessa fördelar är:

- Färre hinder för trucktrafiken
- Säkrare trucktrafik pga. flera dörrar
- Effektivare lastning tack vare flera dörrar

Av varuplaceringsförslagen för inrikesmassa är förslag 2 det som i teorin verkar bättre. I verkligheten är det lite svårare att veta vad som är lämpligast och därför tål det experimenteras med förslagen och pröva sig fram. Placeringsförslaget för exportmassa medför inga stora förändringar från nuvarande placering men innebär tydligare regler för var de olika kvaliteterna ska placeras och mindre variation i varuplaceringarna. Förslaget för hur varorna ska placeras efter produktionsutvidgning och nybyggt lagermagasin är i praktiken genomförbart men eftersom det ännu inte finns information om vilka cellulosa-kvaliteter som kommer att produceras i den produktionslinjen kommer det förslaget troligtvis att ändras i ett senare skede.

Av lösningsförslagen som presenterats angående terminaltraktorernas kapacitet är förslag 1 bättre även om det innebär höga kostnader att införa ett sådant system. Simuleringarna visar att förslag 1 hinner bättre med vid de extremfall som uppstår i produktionen eftersom förslag 2 inte förhindrar flaskhalsar och stockningar lika effektivt. Förslaget är också bättre eftersom det inte innebär uppehåll i processen om problem uppstår med någon av terminaltraktorerna, då kan den andra traktorn tillfälligt ta över.

6.5 Kritisk granskning

Syftet med detta arbete var att ta fram olika lösningförslag på hur lagerverksamheten och transportereringen av cellulosa kan förändras för att uppnå effektivare lagerverksamhet och minskad hantering av massaenheterna. I och med att flera olika lösningsförslag har presenterats kan syftet anses vara uppnått, men arbetet har sina för- och nackdelar.

Granskningen av transportfordonens kapacitet är en av arbetets nackdelar och kunde ha gjorts på annat vis. Eftersom det visade sig vara väldigt svårt att bygga en verklighetstrogen simuleringsmodell med SimQuick delades processen istället in i mindre delmoment. Simulationerna gav inte så tydliga resultat som hade önskats och var i vissa fall missvisande, men med hjälp av scenarioanalyser kunde vettiga lösningsförslag ändå presenteras. Ifall denna kunskap hade erhållits i ett tidigare skede av arbetet kunde man ha valt att studera simulationsprocessen noggrannare och använda ett mera lämpligt simulationsprogram till denna uppgift.

En av arbetets fördelar är varuplaceringsförslagen som tagits fram med hjälp av ABC-analyser. ABC-analyserna är baserade på försäljningen under ett år och ger tydliga riktlinjer om vilka varor som bör prioriteras. Varuplaceringsförslagen är relativt enkla att pröva i praktiken och kan därför experimenteras med för att kontrollera vilket förslag som i verkligheten fungerar bäst.

Layoutförslagen och beräkningarna om utökat utrymmesbehov hör också till arbetets fördelar. Beräkningarna om utrymmesbehov är baserade på de nuvarande lagermagasinens storlek och kapacitet och ger därför ett vettigt svar på hur stort utrymme som kommer att behövas i samband med en produktionsutvidgning. Layoutförslagen är också baserade på nuvarande lagermagasin men innehåller vissa förbättringsförslag för att ge bättre materialflöde, arbetssäkerhet och trafikflöde.

7 Diskussion

När arbetet med denna uppgift inleddes var det en väldigt bred uppgift med önskningar om lösningar på flera olika problem. För att kunna genomföra uppdraget var det därför viktigt att skapa tydliga avgränsningar om vad som skulle inkluderas i uppgiften. Under arbetets gång har små förändringar gjorts i avgränsningarna men syftet, som var att presentera förslag på hur hanteringen av massabalarna kan effektivieras, har ändå uppnåtts och tydliga lösningsförslag presenteras i examensarbetet.

Resultatet av forskningen tyder på att hanteringen av massaenheterna kunde effektivieras och förbättras på flera områden och detta kan göras relativt enkelt med hjälp av varuplaceringsförslagen som presenteras i kapitel 6.2. Ifall fabriken planerar på produktionsutvidgning förverkligas kommer förändringar kring lagerverksamheten att behövas för att få ett fungerande system (kapitel 5.2). Behov av nya lagerutrymmen finns redan i nuläget och blir absolut nödvändiga i samband med en produktionsutvidgning. Förslag på det nya lagerutrymmets placering och utformning presenteras i kapitel 6.1. En utvidgning av produktionen kräver också ändringar i hur producerade enheter transporteras till lagren. Förslag på hur detta kan göras i praktiken presenteras i kapitel 6.3.

ABC-analysen gav bra underlag för att skapa förslag på förbättringar inom varuplacering. Alla varuplaceringsförslag som presenterats är också i praktiken genomförbara och tål att experimenteras med, det är nu upp till UPM att besluta om förslagen ska testas. Beräkningarna kring storleken på ett nytt lagerutrymme gjordes baserat på nuvarande utrymmens storlek och kapacitet, och ger ett vettigt svar på hur stort ett nytt lagermagasin bör vara ifall ett sådant ska byggas (kapitel 5.2.1).

Simuleringarna som gjordes med insticksprogrammet SimQuick i Excel i ett försök att hitta förbättringar inom transporten med terminaltraktorer gav viss hjälp men inte så tydliga vägledningar som önskats, denna del av arbetet kunde ha gjorts bättre. Ifall denna del av arbetet gjordes om, vore det vettigare att studera processsimulering noggrant och utföra simuleringarna i något annat program där processen kan simuleras som en helhet istället för i mindre delmoment. Vissa simuleringsprogram ger också visuella illustrationer av processen och det blir då enklare att se vilka faktorer som bör ändras för att uppnå en effektivare process.

Forskningen som gjorts under arbetets gång har gett en bra inblick i hur viktig layout och varuplacering är för att uppnå en effektiv lagerverksamhet. ABC-analysen är ett bra verktyg för att ta fram lämpliga varuplaceringar även om den inte alltid ska följas blint. För att se vilka förändringar som bör göras inom varuplaceringen är det bra att göra regelbundna ABC-analyser med till exempel ett års mellanrum.

7.1 Förslag till fortsatt forskning

Det finns många möjligheter till fortsatt forskning inom detta arbete. Förslagsvis kunde forskning kring det nya lagermagasinets byggnadsmaterial, lämplig ventilation för att förhindra att cellulosan drar åt sig fukt, vilket typ av golv som är lämpligast för mycket trucktrafik och dylikt utföras. Lagerverksamheten kan ytterligare effektiveras med hjälp av ny teknologi som t.ex. RFID-taggar och detta forskas det i för tillfället på UPM och kunde även göras som fortsättning på detta arbete. Forskningen kring terminaltraktorernas kapacitet kunde fortsättas genom att granska serviceintervaller, vanliga förslitningar, felfrekvenser och hur dessa påverkas av en ökad mängd laster och ökad vikt på lasterna.

UPM har ännu inte beslutat ifall förslagen som presenterats i detta arbete ska testas i praktiken, men när förslagen presenterades verkade de inblandade vara positivt inställda. För att dessa förslag ska fungera krävs att produktionspersonal, chaufförer, lagerpersonal och hamnpersonal informeras om vilka förändringar det innebär och att de är villiga att genomföra dessa förändringar. Om man lyckas med detta kommer förändringarna att ge önskat resultat, nämligen en effektivare lagerverksamhet.

8 Källor

- Bryman, A., & Bell, E. (2013). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. Stockholm: Liber.
- Gabriel, P., & Tornberntsson, D. (2016). *En kombinerad fallstudie och designmetodik om lagerutrymme*. Hämtat från <http://miun.diva-portal.org/smash/get/diva2:945842/FULLTEXT01.pdf> den 7.11.2016
- Hartvigsen, D. (u.d.). *SimQuick*. Hämtat från www.simquick.net den 20.1.2017
- Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2011). *Logistik, läran om effektiva materialflöden* (2 uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Lumsden, K. (1998). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur.
- Lättilä, L. (2012). *Improving transportation and warehousing efficiency with simulation-based decision support systems*. Lappeenranta: Thesis for the degree of Doctor of Science (Technology): Lappeenranta University of Technology.
- Mattsson, S.-A. (2003). *ABC klassificering inom logistiken*. Hämtat från Lagerstyrningsakademin.se: <http://lagerstyrningsakademin.se/Artiklar/LSD17.pdf> den 30.9.2016
- UPM. (2017). *UPM*. Hämtat från <http://www.upm.fi/UPM/Pages/default.aspx> den 27.2.2017
- UPM Pietarsaari. (2017). *UPM Pietarsaari*. Hämtat från <http://www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari/Pages/default.aspx> den 27.2.2017
- UPM Pulp. (2016). *UPM Pulp*. Hämtat från <http://www.upmpulp.fi/Pages/default.aspx> den 27.2.2017

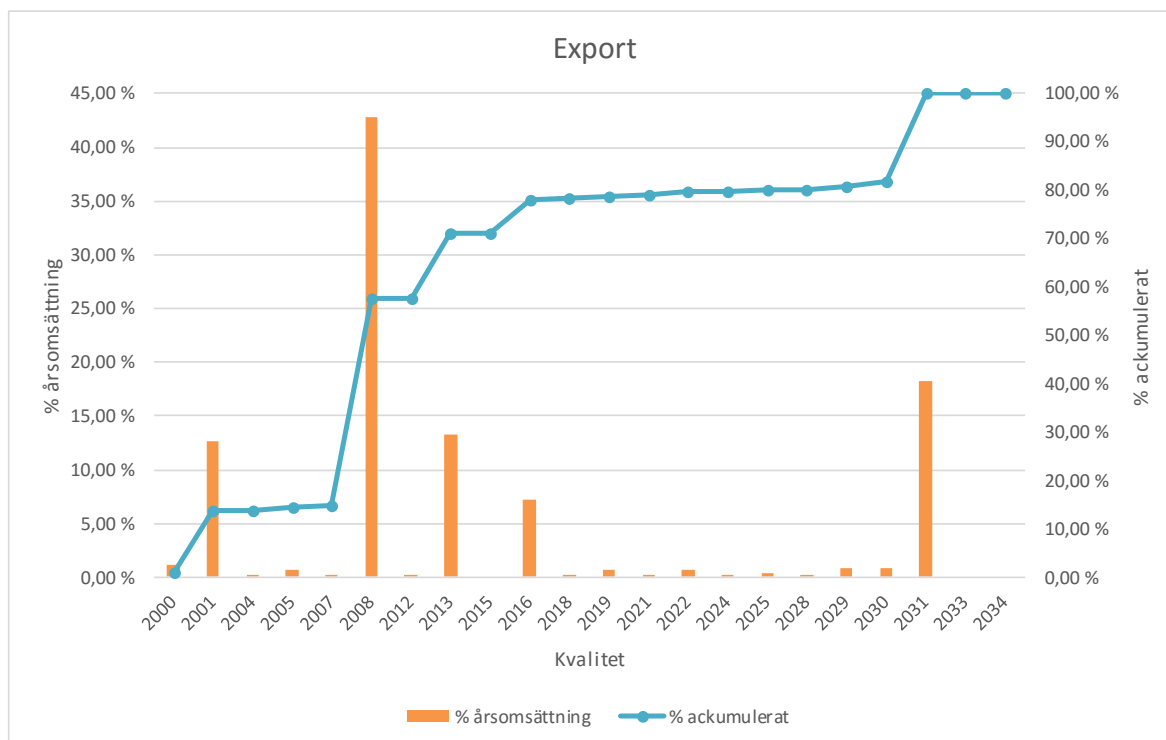
Karta över hamnområdet och information om hallarnas storlek. De gulfärgade hallarna används till cellulosaförvaring.

Lagerhallar		Längd	Bredd	Area
Adress		m	m	m ²
L1	norr	111,8	31,4	3510,5
L1	söder	47	83,4	3919,8
				7430,3
L1	LEKA I	35	18	630
L1	LEKA II	29	31,3	907,7
L1	LEKA III	20	46,9	938
L1	LEKA IV	28,1	52	1461,2
				3936,9
B2	söder	48	30	1440
				1440
B3		194	42	8148
				8148
E1	söder	31	41	1271
				1271
E2	norr	52,5	35	1837,5
E2	söder	52,5	35	1837,5
				3675
Totalt		25901,2 m ²		



ABC-analys för exportmassa

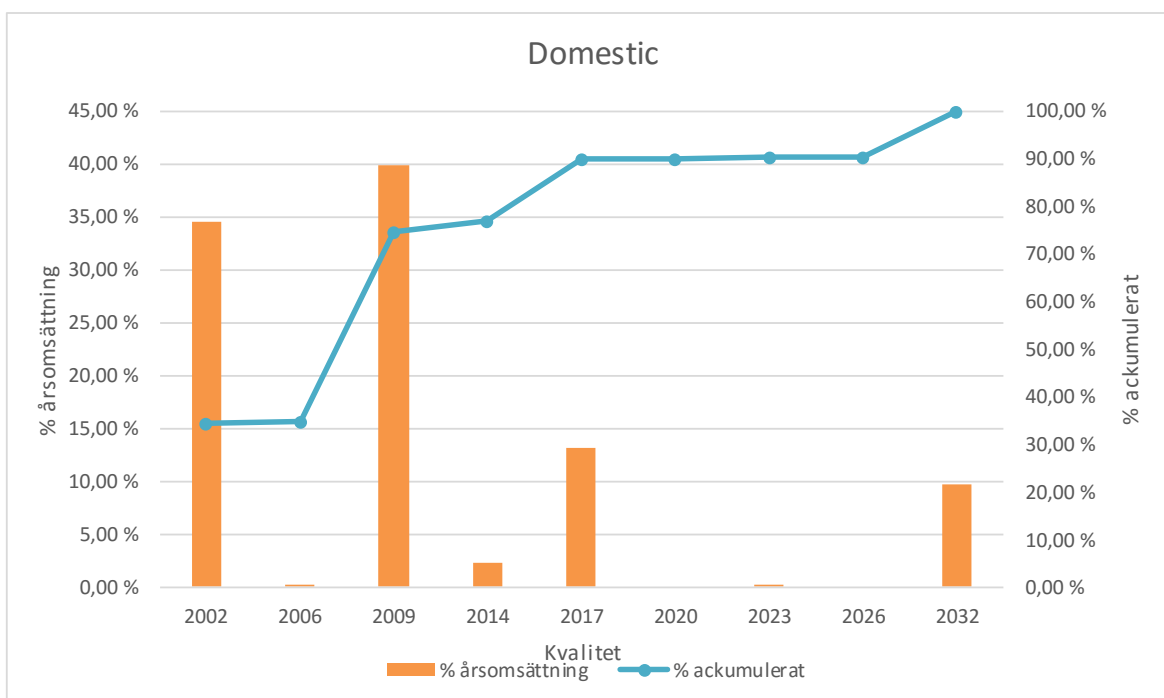
Produkt #	Beskrivning	% årsomsättning	% ackumulerat	
A	2000	1,16 %	1,16 %	C
B	2001	12,66 %	13,81 %	B
D	2004	0,13 %	13,94 %	C
E	2005	0,68 %	14,62 %	C
G	2007	0,12 %	14,75 %	C
H	2008	42,74 %	57,49 %	A
K	2012	0,22 %	57,71 %	C
L	2013	13,34 %	71,05 %	A
N	2015	0,00 %	71,05 %	
P	2016	7,17 %	78,21 %	B
R	2018	0,02 %	78,23 %	C
S	2019	0,67 %	78,90 %	C
U	2021	0,07 %	78,97 %	C
V	2022	0,68 %	79,66 %	C
X	2024	0,01 %	79,67 %	C
Y	2025	0,35 %	80,01 %	C
2	2028	0,02 %	80,04 %	C
3	2029	0,86 %	80,90 %	C
4	2030	0,77 %	81,67 %	C
5	2031	18,33 %	100,00 %	A
7	2033	0,00 %	100,00 %	
8	2034	0,00 %	100,00 %	



Uppgifter om pris och produktionsvolym har på uppdragsgivarens begäran dolts.

ABC-analys för inrikesmassa

Produkt #	Beskrivning	% årsomsättning	% ackumulerat	
C	2002	34,56 %	34,56 %	A
F	2006	0,16 %	34,72 %	C
J	2009	39,88 %	74,59 %	A
M	2014	2,36 %	76,95 %	C
Q	2017	13,16 %	90,11 %	B
T	2020	0,00 %	90,11 %	
W	2023	0,19 %	90,31 %	C
Z	2026	0,00 %	90,31 %	
6	2032	9,69 %	100,00 %	B



Uppgifter om pris och produktionsvolym har på uppdragsgivarens begäran dolts.



Karta med varuplaceringsförslag för exportmassa.

De röda inringade områdena representerar varuplaceringsförslag för exportmassa (kapitel 6.2.3).

Det gröna inringade området representerar förslag på var ett nytt lagermagasin kunde placeras (kapitel 6.1).

