



**Kartläggning och simulering av
virkestorkningsprocessen på VIDA
Vislanda AB**

*Mapping and simulation of the wood drying
process at VIDA Vislanda AB*

Jacob Forsberg

Arbetsrapport XX-XX-2018

Examensarbete 30 hp

Jägmästarprogrammet

**Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Umeå**

Kartläggning och simulering av virkestorkningsprocessen på VIDA Vislanda AB

*Mapping and simulation of the wood drying
process at VIDA Vislanda AB*

Jacob Forsberg

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 30 hp, EX0772.

Jägmästarprogrammet

Handledare: Dimitris Athanassiadis. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi. SLU Umeå.

Tele nr: 090 - 786 83 04

E-post: dimitris.athanassiadis@slu.se

Biträdande handledare: Raul Fernandez Lacruz. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi. SLU Umeå.

Tele nr: 090 - 786 83 01

E-post: raul.fernandez@slu.se

Handledare VIDA Vislanda AB: Karl Lagerbielke.

Tele nr: 0472 - 364 11

E-post: Karl.Lagerbielke@vida.se

Examinator: Dan Bergström. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi. SLU Umeå.

Tele nr: 090 – 7868214

E-post: dan.bergstrom@slu.se

Förord

Detta examensarbete avslutar mina studier vid jägmästarprogrammet.

Jag vill rikta ett stort tack till arbetets värd företag Vida Vislanda AB och framförallt till VD Karl Lagerbielke som dels varit initiativtagare till projektet och som varit ett stort stöd under arbetets gång. Jag vill också tacka Robert Klistch och Henrik Ståhl från Vida Vislanda AB för deras engagemang i arbetet. Utöver det vill jag tacka Imagine That Inc. för att jag genom stipendium fått använda deras programvara ExtendSim i arbetet.

Slutligen vill jag tacka min handledare Dimitris Athanassiadis som coachat mig genom arbetet och som alltid ställt upp i såväl stora som små frågor. Jag vill också tacka biträdande handledare Raul Frenandez Lacruz för att ha varit till mycket hjälp och varit ett utmärkt bollplank i arbetet med ExtendSim.

Sammanfattning

Efterfrågan på sågade trävaror tros öka den närmaste tiden, dock är det hård konkurrens och många aktörer både på den globala och svenska marknaden. För sågverkskoncernen Vida innebär det att ständigt jobba med att förbättra och effektivisera sin produktion för att möta framtidens utmaningar. Torkningen utgör idag en flaskhals i produktionen på Vidas sågverk i Vislanda, det beror dels på en något för liten torkkapacitet och att det i vissa perioder inte finns tillräckligt med processvärme för torkningen.

Arbetets syfte var att göra en kartläggning av torkningen och med underlag från kartläggningen konstruera en simuleringsmodell som representerar torkningen på Vida Vislanda AB. Därefter har 5 scenarier simulerats för att studera hur olika förutsättningar påverkar torkningen med avseende på torkad volym, medellagernivå och medelväntetid för en m³sv i lager

Metoden som använts är diskret händelsestyrd simulering och simuleringsmodellen konstruerades i programmet ExtendSim. Modellen förseddes med indata som samlats in från sågverket och den har verifierats och validerats i flera steg. Modellen ger tre huvudsakliga resultat från simuleringarna, dessa är torkad volym, medellager och medelväntetid för en m³sv (sågad vara) i lager.

Simuleringsmodellen visade sig fungera väl för sitt syfte att representera torkningen när resultaten jämfördes med historiskt dataunderlag. Resultaten från scenariosimuleringarna ger flera intressanta insikter om hur olika förutsättningar påverkar hur modellens resultat. Bland annat visade de att en produktionsökning till 300 000 m³sv skulle vara hanterbar men 310 000 och 320 000 m³sv skulle innebära höga lagernivåer och långa väntetider. Andra resultat visar att en ny tork skulle ha stora effekter på för lagernivåer och väntetider för sågat virke som ska torkas.

Nyckelord: sågverk, virkestorkning, lager, diskret-händelsestyrd-simulering, ExtendSim, scenarioanalyser.

Kommenterad [DB1]: Se komm ovan

Summary

The demand of sawn wood products is believed to increase in the near future. But there is great competition and many actors both on the international and national market. Due to that Vida, Sweden's largest privately owned sawmill company, continuously work to improve and make their production more effective in order to meet the challenges of the future. The drying process is today a bottleneck in the production at Vida Vislanda AB. There are two main reasons for that. First there is a small lack of capacity for the kilns to dry all the sawn volumes and during some periods there is a lack of heat to dry all the sawn wood in an optimal way.

The aim of this study was to map the logistics connected to the drying process and use the data to construct a simulation model that represents the drying process at Vida Vislanda AB. Further, the model were the used to simulate 5 scenarios and examine how various factors affect the drying process according to dried volume, average volume in the inventory and average waiting time for an m^3sv in the inventory

The method used was discrete event simulation and the simulation model was designed in the simulation software ExtendSim. The model was built with input data collected from the sawmill and it was verified and validated in several steps. The model gives three main results from the simulations, these are dried volume in m^3sv , volume in the inventory in m^3sv and average waiting time in days for an m^3 saw wood in the inventory.

The simulation model proved to work well for its purpose of representing the drying when the results were compared to historical data. The results from the scenario simulations provide several interesting insights about how different conditions affect the models results. Among other things, they showed that a production increase to 300 000 m^3sv would be manageable, but 310,000 and 320,000 m^3sv would result in high inventory levels and long waiting times. Other results show that a new kiln would have a major positive effect on the drying process.

Keywords: sawmill, wood drying, inventory, discrete-event-simulation, ExtendSim, scenario analyzes.

Innehåll

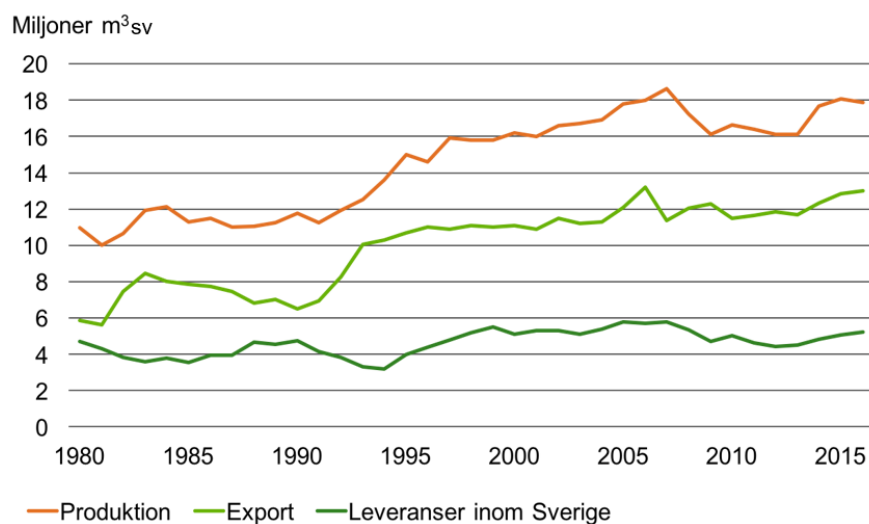
1	Bakgrund	8
1.1	Introduktion	8
1.2	Torkningsprocessen	9
1.3	Befintlig kunskap inom området.....	11
1.4	Vida AB	13
1.4.1	Vida Vislanda AB.....	13
1.5	Problemområde och motiv till arbetet	13
1.6	Syfte	14
2	Material och metoder.....	14 15
2.1	Val av simuleringsmetod	15
2.2	Val av simuleringsprogram.....	15 16
2.3	Processkartläggning och datainsamling.....	16
2.3.1	Insamlat data.....	17
2.3.2	Historiska data	17
2.3.3	Deltagande observationer och ostrukturerade intervjuer.....	17
2.4	Konceptuell modell.....	18
2.5	Översättning av den konceptuella modellen	19
2.5.1	Del 1: Inflödet i modellen.....	20
2.5.2	Del 2: Mellanlagring.....	21
2.5.3	Del 3: Torkning	21
2.5.4	Del 4: Utflöde ur systemet.....	24
2.6	Verifiering och validering.....	24
2.6.1	Verifiering	25
2.6.2	Validering	25
2.7	Scenarioformulering	25
2.8	Simulering och analys.....	26 27
3	Resultat	28
3.1	Processkartläggning	28
3.1.1	Flöde 1: Från såg till mellanlager	28
3.1.2	Flöde 2: Från mellanlager till torkning.....	29
3.1.3	Flöde 3: Från torkning till vidareförädling	30
3.2	Grundscenario	30

3.3	Scenariosimuleringar	31
3.3.1	Scenario 1	32
3.3.2	Scenario 2	33 ³²
3.3.3	Scenario 3	33
3.3.4	Scenario 4	33
3.3.5	Scenario 5	33
4	Diskussion	34
4.1	Resultatdiskussion	34
4.2	Resultaten i förhållande till befintlig kunskap	35
4.3	Arbetets styrkor och svagheter	36
4.3.1	Dataunderlaget	36
4.3.2	Förenklingar och antaganden	36
4.4	Fortsatt forskning inom området	37
4.5	Slutsatser	38
5	Referenser	39
6	Bilagor	43
6.1	Bilaga 1 Scenariodesign	43

1 Bakgrund

1.1 Introduktion

Sverige är en av världens största producenter av sågade trävaror och år 2015 fanns det 130 sågverk med vardera en årsproduktion på över 10 000 m³sågade trävaror (m³sv) (Skogsindustrierna, 2016). Den svenska sågverksindustrin har under perioden 1990 till 2005 ökat sin produktionsnivå från cirka 11 miljoner m³sv till 18 miljoner m³sv (Figur 1). De svenska sågverkens export av sågade trävaror har fördubblats sedan 1990 och den låg 2016 på cirka 13 miljoner m³sv, vilket är 72,6 % av den totala produktionen (Skogsindustrierna, 2016).



Figur 1: Produktion och export av sågade barrträvaror i Sverige 1980-2015.
Figure 1: Production and export of sawn softwood products in Sweden 1980-2015.
Källa: Skogsindustrierna 2016.

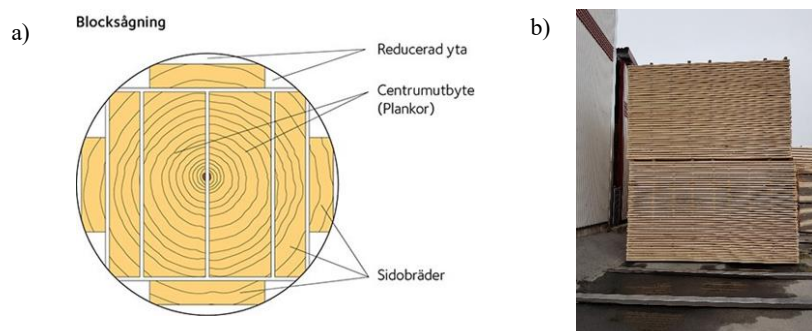
I samband med att den amerikanska banken Lehman Brothers kraschade den 15 september 2008 drabbades världsekonomin av en global finanskris. Krisen och den efterföljande lågkonjunkturen drabbade också den svenska sågverksindustrin och många företag hade stora problem att uppnå lönsamhet. Sågverksindustrin påverkades också mycket av de oroligheter som inleddes 2010 i Nordafrika och Mellanöstern eftersom t.ex. Egypten, Tunisien och Algeriet är stora exportmarknader för sågade trävaror från Sverige (Lantbrukets affärstidning, 2013). Från och med 2012 har konjunkturen vänt i positiv riktning och idag är sågverksindustrin uppe på samma produktionsnivåer som 2005 (Skogsindustrierna, 2016).

Enligt Skogsindustrierna är den globala konjunkturen fortsatt medioker trots en ökad optimism i början av 2017 och prognosen är att den svenska ekonomin i stort sett kommer utvecklas som den globala ekonomin de kommande två åren (Kinnwall et al. 2017). Men inom området sågade trävaror är prognosen mer positiv och det finns en stigande efterfrågan i flera viktiga marknader. En stor del av förklaringen anses vara ökningen inom byggsektorn i Europa eftersom uppskattningsvis $\frac{3}{4}$ av träkonsumtionen drivs av byggande (Kinnwall et al. 2017). Men svensk sågverksindustri verkar i en allt hårdare konkurrens på världsmarknaden och under 2016 har t.ex. både Finland och Ryssland ökat sin export av sågade trävaror procentuellt mer jämfört med Sverige (Kinnwall et al. 2017).

Processen på ett sågverk består av flera delar; timmersortering, sågning, torkning och vidareförädling. Torkningen är en viktig process eftersom genomförandet till stor del påverkar hur virkets slutgiltiga kvalitet blir. Flera studier påvisar att torkningen kan utgöra en flaskhals i produktionen på ett sågverk (Andersson, 2009), det kan bland annat bero på att tillgången på värme är för liten i förhållande till torkkapaciteten (Johansson, 2014).

1.2 Torkningsprocessen

Innan en timmerstock sågas avlägsnas barken i en barkmaskin, därefter sågas stocken till brädor och plank enligt ett visst mönster som kallas postning. Brädor och plank delas upp i centrumutbyte som kommer från stockens centrala delar och sidobrädor eller sidoplank som kommer från stockens sidor (Figur 2a). I sågverkets råsortering sorteras centrumutbyte och sidobrädor i olika dimensioner och längder och läggs i virkespaket (Figur 2b), paketen är då redo för torkning.

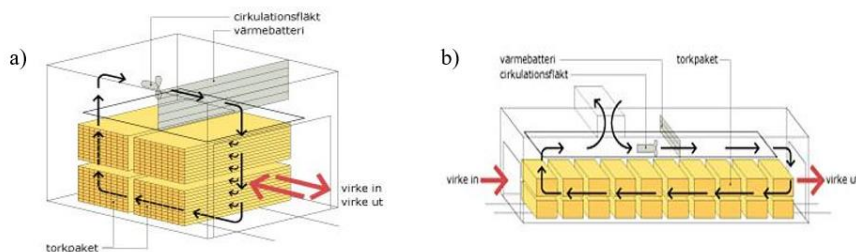


Figur 2. Postningsmönster som visar hur en timmerstock kan sönderdelas i centrum-utbyte och sidobrädor (a). Två virkespaket redo för torkning (b).

Figure 2. Pattern of how a lumber can be sawn into different types of boards (a). Two packages of sawn wood ready to be dried (b).

Källa: Svensk Trä 2003

Tidigare var brädgårdstorkning, dvs. att virket lufttorkades utomhus, vanligt men idag genomförs i princip all torkning med artificiella torkar. Det finns två huvudsakliga typer av torkar, kammartorkar och vandrings-torkar. Ibland benämns vandrings-torkar också som kanaltorkar. I en kammartork placeras ett antal virkespaket inne i kammaren som stängs varpå cirkulationsfläktar och ett värmebatteri justerar lufttemperaturen under torkningen (Figur 3a). I en vandrings-tork placeras virkespaketen på en räls och transporteras genom torken där ett värmebatteri och cirkulationsfläktarna skapar olika temperaturer i olika zoner av torken (Figur 3b; Svenskt trä, 2003).



Figur 3: Kammartork (a). Vandrings-tork (b).
Figure 3: Package kiln (a). Track kiln (b).
 Källa: Svenskt Trä 2003

Det finns ett antal anledningar till att virke torkas efter att det sågats (Esping, 1992; Potter, 2004):

- Minska virkets krympning och därmed deformationer i den färdiga produkten
- Förbättra virkets hållfasthetsegenskaper
- Underlätta bearbetning av virket
- Minska risken för missfärgningar och mögelskador vid lagring eller slutanvändning
- Minska risken att skyddsimpregnering och ytbehandling inte ska fästa på virket
- Minska virkets vikt för att underlätta hantering och minska fraktkostnader
- Minska virkets förmåga att leda värme och elektricitet
- Döda eventuella skadeinsekter och nematoder enligt certifieringsstandarden KD56 vilket innebär att virket upphettas till minst 56 grader i 30 minuter och efter behandlingen håller en medelfuktkvot på högst 20 % (Jordbruksverket, 2016)

Utöver ovanstående egenskaper ger en väl genomförd torkning mindre spill i den fortsatta förädlingen i hyvlerier och justerverk. För att virket ska uppnå dessa egenskaper behöver det efter torkningen hålla en viss fuktkvot. Olika användningsområden har olika intervall för vilken fuktkvot som är lämplig, det baseras t.ex. på om virket ska användas utomhus eller inomhus. Oftast torkas virket inte till den slutliga fuktkvoten på ett sågverk utan det

Kommenterad [DB2]: Du menar fukthalt, en fuktkvot på 1,2 är nog inte önskvärt...., kolla igenom hela rapporten så du menar rätt!

Kommenterad [JF3R2]: Det ska vara fuktkvot enligt Jordbruksverkets hemsida.

torkas till 16-17 % vilket benämns som skeppningstorr. Därefter utför kunden eller slutanvändaren en ytterligare torkning till en lämplig fuktkvot för användningsområdet (Esping, 1992).

Torkningsprocessen består av fyra olika faser: först en uppvärmningsfas där vattenånga tillförs, en andra fas där det fria vattnet i virket torkas bort, en tredje fas där det bundna vattnet torkas bort och avslutningsvis en fas som kallas konditionering (Turner, 1996). Olika produkter torkas enligt olika förinställda torkprogram vilket innebär att det finns en målfuktkvot och då används ett program som är lämpligast för just den produkten. Detta val baseras på ett antal faktorer t.ex. virkets ingående fuktkvot, dimension och kvalitetskrav. Programmet är sedan anpassat för att torka virket så snabbt som möjligt utan att få kvalitetsdefekter (Esping, 1992).

1.3 Befintlig kunskap inom området

Turner, (1996) har konstruerat en matematisk modell för att beskriva hur trä påverkas av artificiell torkning. Med hjälp av modellen har författaren genomfört tre simuleringar för tre olika torkningar: en med låg temperatur 50°, en med medelhög 80°, och en med hög temperatur 120°. Några av de faktorer som studerades var hur värme och vatten-transformationer, virkets fuktkvot och tryck förändrades i de olika simuleringarna. Resultaten indikerar bland annat att torkning i hög temperatur skulle vara ett fördelaktigt sätt att minska torktiderna och öka torkkapaciteten för sågat granvirke.

Dogan, McClain, & Wicklund, (1997) genomförde simuleringar med programvaran Arena för sågprocessen på ett amerikanskt lövsågverk. De har först gjort en kartläggning och sedan byggt en simuleringsmodell för sågprocessen. De har simulerat hur processen skulle påverkas om den nuvarande trimmern skulle ersättas med en med högre kapacitet. Vidare studerades hur effekterna av att sortera stockarna mer noggrant innan de sågas istället för i sågverkets råsortering samt hur råsorterings arbete påverkas av vilka truckresurser som finns tillgängliga. Resultaten från simuleringarna visade bland annat att en ny trimmer skulle ha en utnyttjandegrad 88,3 % jämfört med den nuvarande trimmern som hade en utnyttjandegrad på 96,5 %.

Beaudoin, LeBel, & Soussi, (2012) använde diskret händelsestyrd simulering för att studera lossning av timmerbilar vid ett kanadensiskt barrsågverk. Genom att simulera olika allokeringstrategier för de maskiner som lossar lastbilarna mätte författarna hur det påverkar medeltidsåtgången per lossning samt det totala transportavståndet för en lossningsmaskin. Resultaten visade att olika strategier kan minska medeltidsåtgången per lossning med 14,6 % och transportavståndet för en maskin med 18,4 %.

Iannoni & Morabito, (2006) genomförde simuleringar av ett logistiksystem för transport av sockerrör i Brasilien. De analyserade hur olika styrningsinstruktioner och policys påverkar systemets prestation. De viktigaste parametrarna för att mäta systemets prestation var medelväntetid för en lastbil som kommer till industrin, medellossningshastigheten samt industrins arbetsbelastning. Några av de olika scenarier som simulerades var att använda olika typer av lastbilar, olika styrningsinstruktioner mellan olika industrier samt olika

Kommenterad [DB4]: Vad är det för något?

Kommenterad [JF5R4]: En sågklinga som jämnkar varje bräda efter att den sågats. Det är en korrekt term och kan inte ersättas med något annat utan att det blir en väldigt lång mening.

Kommenterad [DB6]: Är resultaten relevanta för din studie?

Kommenterad [JF7R6]: Egentligen är inga av resultaten från dessa studier relevanta utan snarare studiemetodiken. Ska de tas bort från detta stycke då?

Kommenterad [DB8]: Är resultaten relevanta för din studie?

Kommenterad [JF9R8]: Se kommentar ovan.

arbetsmetodik vid lossningen t.ex. hur många olika köer som används. Simuleringarnas huvudsakliga resultat visade att minskad användning av ett mellanlager för inkommande lastbilar påverkade resultaten positivt. Av de tre scenarier som simulerades visade sig de två sista generera längre köer och färre lossade lastbilar än i dagsläget medan det första scenariot gav bättre resultat än vad systemet presterade i verkligheten.

Wahlström Bergstedt & Kollberg, (2014) har byggt en simuleringsmodell för lossningen av timmerbilar vid Holmens kombinat i Iggesund. Genom olika simuleringar studerades hur kötiden för anländande timmerbilar påverkades av olika omfördelningar mellan de truckresurser som lossar bilarna.

Gustavsson, (2015) genomförde simuleringar med ExtendSim för ett helt logistiksystem. En simuleringsmodell för ett transportsystem för rundvirke med tåg och lastbil gjordes varpå olika scenarier simulerades för att se hur de påverkade systemets leveransprecision, lagernivåer och ledtider. Några av de scenarier som simulerades var ökad och minskad användning av tåg, ett industrihaveri samt en lång tjällossningsperiod. Ett av resultaten i studien var att en ökad användning av tåg ökade systemets förmåga att parera olika störningar. Det visade sig också att simulering i kombination med linjärprogrammering var ett lämpligt verktyg för att analysera olika störningar inom virkesförsörjningssystem.

Henriksson, (2015) har också använt DES och programmet ExtendSim. Den process som studerades var tillverkningen av bakaxlar till Scania's lastbilar och syftet var att med hjälp av simulering se hur olika styrnings och planeringsförändringar påverkade produktionen.

Banks et al. (2010) & Robinson, (2014) diskuterar simulering som metod, dess för- och nackdelar, i vilka sammanhang det är en lämplig metod eller inte samt de olika stegen i hur en simuleringsstudie kan byggas. Banks et al, (2010) tog också upp olika programvaror som kan användas för simuleringsstudier.

Detta arbete kommer genomföras som en simuleringsstudie. Simulering är imitation av en verklig process eller ett system under en avgränsad tidperiod (Sokolowski & Banks, 2009). Genom att bygga en simuleringsmodell går det att studera hur systemet beter sig över tid samt hur systemet presterar vid olika förändringar (Banks, Carson, Nelson, & Nicol, 2010). En stor fördel med att använda sig av simulering är att systemet studeras i en modell istället för att experimentera i ett riktigt system under produktion. Andra fördelar är att simuleringar ofta är billigare och tidsbesparande jämfört med att utföra fysiska experiment (Sokolowski & Banks, 2009).

En simuleringsmetod är Diskret-händelsestyrd-simulering (Discrete-event-simulation) nedan kallat DES. I en DES-modell flödar enheter från en aktivitet till en annan i systemet i en kronologisk ordning och olika variabler ändras vid specifika tidpunkter (Robinson, 2014). En annan metod som ofta förekommer i simuleringsstudier är kontinuerlig simulering vilket innebär att flöden istället för enskilda enheter simuleras. Det är vanligt vid simulering av industriprocesser inom t.ex. kemi eller livsmedelsindustrin. Inom sågverksindustrin används ofta enheten m³sv för att beskriva olika processer och varje m³sv förflyttar sig genom processen och utsätts för olika behandlingar vid olika tidpunkter i processen t.ex. sågning, torkning och hyvling. DES är den metod som kommer användas i detta arbete då den är lämpligast för att hantera torkningsprocessen.

Kommenterad [DB10]: Är resultaten relevanta för ditt arbete?

Kommenterad [JF11R10]: Se kommentar ovan.

Kommenterad [DB12]: Är dessa resultat relevant för ditt arbete?

Kommenterad [DB13]: Här går du händelserna i förväg, material och metoder kommer ju senare...

Kommenterad [DB14]: Här går du händelserna i förväg, dvs du underbygger ju valet av metodik som sedan presenteras i Syftet osv

1.4 Vida AB

Vida AB är Sveriges största privatägda sågverkskoncern med en omsättning på cirka 4 miljarder kronor per år och 1000 anställda (Vida AB, 2017b). Vida har 9 stycken sågverk varav 5 är belägna i Småland, 2 i Västergötland, ett i Skåne och ett i Dalsland. Sågverken är främst inriktade mot produktion av konstruktionsvirke. Utöver sågverken har koncernen ett antal andra produktionsanläggningar för bland annat tillverkning av hus, emballage och pellets. Koncernen har en lång historia och 1867 startades den första sågen i småländska Vislanda, från 1954 till 1973 gick den under namnet Ångsågen i Vislanda och 1973 antogs namnet Vida AB (Vida AB, 2017a). Från och med 70-talet har Vida expanderat och under årens lopp förvärvat samtliga de sågverk som idag tillsammans med Vislanda finns i koncernen.

1.4.1 Vida Vislanda AB

Sågverket i Vislanda är koncernens största med en produktion på cirka 300 000 m³sv per år och 80 anställda. De sågar enbart gran och har en timmerförbrukning på cirka 530 000 m³fub per år (Lagerbielke, pers. komm. 2017). Sågen är en bandsågslinje med tre stycken såggrupper med möjlighet att sönderdela stocken till brädor och plank av olika dimensioner. Allt sågat virke torkas och går till vidareförädling i något av anläggningens två hyvlerier eller i justerverket innan det levereras till kund (Lagerbielke, pers. komm. 2017). Sågverkets huvudsakliga marknader är Storbritannien (cirka 40 %), Skandinavien (30 %), Australien (12 %), USA (8 %) och därutöver går mindre volymer till Tyskland och Asien (Vida Wood AB, 2017b).

1.5 Problemområde och motiv till arbetet

Av Vidas totala produktion går 85 % på export till Europa, USA, Afrika, Asien och Australien vilket gör att de ständigt konkurrerar med såväl svenska som utländska sågverksindustrier för att få avsättning för sina produkter (Vida Wood AB, 2017a). För att vara konkurrenskraftig både på en global och nationell marknad är det viktigt att ha en effektiv produktion som också genererar en tillräckligt hög kvalitet på slutprodukten. Med anledning av detta jobbar Vida ständigt med effektiviseringsarbete och kvalitetsarbete i sin verksamhet.

Torkningen utgör idag en flaskhals i produktionen på Vida Vislanda AB och anläggningen har en något för låg kapacitet för att kunna torka de volymer som sågen producerar (Lagerbielke, pers. komm. 2017). Kapacitetsbristen beror på två olika faktorer, dels finns det något för få tillgängliga torktimmar under året för att alla volymer ska kunna torkas enligt ett optimalt torkprogram. Den andra begränsande faktorn är att anläggningens värmepanna är för liten för att klara av behovet av processvärme till torkningen under vissa perioder. Det är främst ett problem under vintermånaderna då mer värme från pannan behövs för att värma upp sågverkets lokaler. Vida Vislanda AB har de senaste åren ökad

sin produktion och ambitionen är att fortsätta den utvecklingen och samtidigt jobba med kvaliteten på sina produkter. För att hantera dessa utmaningar finns det stort intresse av att undersöka hur olika förändringar skulle påverka torkningen.

1.6 Syfte

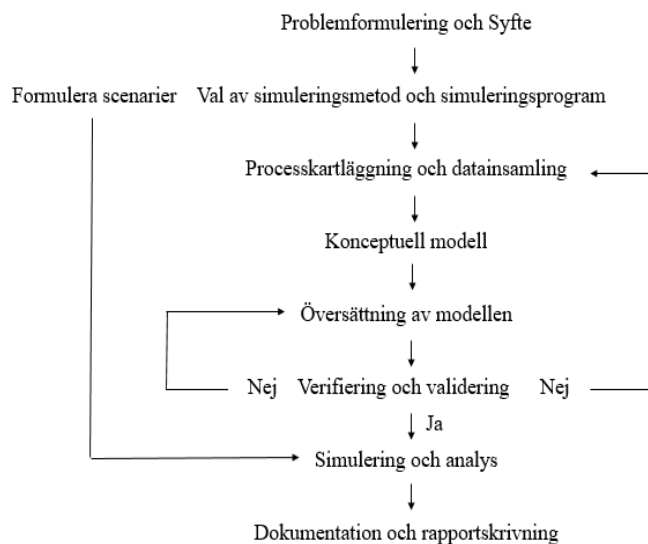
Arbetet kommer ha följande tre syften:

1. Kartlägga hur planeringen och logistiken runt torkningen går till och vilka faktorer som påverkar var och hur virket torkas.
2. Med underlag från kartläggningen konstruera en simuleringsmodell som representerar torkningen på Vida Vislanda AB i programmet ExtendSim.
3. Med hjälp av simuleringsmodellen genomföra simuleringar av hur 5 i framtiden relevanta scenarier skulle påverka torkningen med avseende på torkade volymer, lagernivåer och väntetid i lager.

Kommenterad [DB15]: Map vadå?

2 Material och metoder

För att uppnå studiens syfte har arbetsprocessen utgått från den principiella metodik för simuleringsstudier som beskrivs i Banks et al. (2010). Metodiken har modifierats något för att bättre passa denna studie och en översiktlig skiss av genomförandet visas i Figur 4. I kommande avsnitt kommer samtliga steg förutom problemformulering och syfte att beskrivas.



Figur 4: Schematisk bild över studiens arbetsmetodik.
 Figur 4: Schematic picture of the studys methodology.

2.1 Val av simuleringsmetod

Inom DES finns flera olika typer av analyser att använda, i det här arbetet användes en kö-system-analys. Kö-system-analyser används ofta för att simulera produktionssystem inom tillverkningsindustrin när resultat som lagernivåer, lagertider och processade volymer är av intresse (Banks et al, 2010).

2.2 Val av simuleringsprogram

ExtendSim är ett program för bland annat DES, som tillhandhålls av företaget Imagine That Inc. i Kalifornien (Banks et al, 2010). Programmet är lämpligt för de flesta typer av DES och det finns möjlighet att genomföra kö-system-analyser. Programmets funktioner motsvarade studiens syfte och att det fanns goda kunskaper om programmet på institutionen för skogens biomaterial och teknologi. ExtendSim är kompatibelt med Microsoft Excel vilket var en stor fördel eftersom merparten av Vidas dataunderlag var i Excel-format. Programmet har också använts i flera liknande arbeten som t.ex. Bergstedt Wahlström & Kollberg (2014), Gustavsson (2015) och Henriksson (2015).

2.3 Processkartläggning och datainsamling

I Tabell 1 redovisas vilka insamlingsmetoder och källor som använts för arbetet.

Kommenterad [DB16]: Upprepning av tabelltext, förtydliga istället nått som tabellen anger...

2.3.1 Insamlat data

Tabell 1: Lista över insamlat data samt källa eller insamlingsmetod
Table 1: List of the collected data and the source or method for collecting it

Data	Källa/insamlingsmetod
Sågad volym (m ³ sv)	Historiska data från Vidas produktionsuppföljningssystem
Torkad volym (m ³ sv)	"
Lagernivåer för mellanlager (m ³ sv)	"
Torkkapacitet för alla torkar (m ³ sv/tork/dygn)	"
Processtid för alla torkar under sommar, höst, vår och vinterförhållanden (dygn)	Ostrukturerade intervjuer
Tidsåtgång för stillestånd och reparationer av torkarna (dygn)	"
Tidsåtgång för laddning av en tork (timmar)	"
Tidsåtgång tömning av en tork (timmar)	"
Materialflöden	Deltagande observationer
Planeringsstrategi för torkningen	"

2.3.2 Historiska data

Från Vidas interna produktionsuppföljningssystem VIS har dataunderlag om sågade och torkade virkesvolymerna fördelade i produktkategorier, lagernivåer samt torkkapacitet för alla torkar och deras genomsnittliga processtider under år 2016 hämtats (Tabell 1).

Kommenterad [DB17]: Ange för vilken tidsperiod

2.3.3 Deltagande observationer och ostrukturerade intervjuer

Deltagande observationer innebär att observatören befinner sig i den miljö som ska studeras för att observera vad som händer, vad som sägs och hur olika arbetsuppgifter utförs (Gustafsson, Hermerén, & Pettersson, 2011). Genom deltagande observationer får observatören möjlighet att tillägna sig kunskap genom direkta erfarenheter vilket ger en ökad förståelse för området. Det är också en lämplig metod för att fånga upp fenomen som är svåra att beskriva med ord (Fangen, 2005). Deltagande observationer kan också ge ökad tillgång till information som deltagarna inte kan förmedla lika bra i en intervjusituation. Observatören får också möjlighet att ställa frågor direkt till deltagarna under arbetets gång (Fangen, 2005). Observationerna genomfördes under två dagar där författaren följde med produktionsplaneraren och torkskötaren som har hand om planeringen och utförandet av torkningen, på Vida Vislanda AB. Samtliga deltagande observationer genomfördes som

öppna observerande studier dvs. att de personer som studerades var medvetna om att de studerades.

Intervjustudier är en lämplig metod för att inhämta kunskap inom i stort sett alla ämnesområden (Ejvegård, 2009). Ett arbetssätt där observationer och intervjuer kombineras är lämpligt eftersom underlag från observationerna kan bekräfta det som sägs i intervjuerna och vice versa (Eriksson-Zetterquist & Ahrne, 2015). Beroende på syftet med intervjun finns det ett antal olika intervjumetoder att välja mellan. Metoderna delas upp i hur strukturerade de är i en skala från öppna ostrukturerade intervjuer till helt strukturerade intervjuer. Vid en öppen intervju ställs öppna frågor och respondenten kan själv utveckla sina tankar kring området till skillnad från en strukturerad intervju där frågorna är förutbestämda och i vissa fall begränsas av ett antal svarsalternativ som t.ex. i en enkät (Lantz, 2013). Om syftet med intervjun är att bidra till att utveckla modeller eller fördjupa kunskapen om ett fenomen är en öppen intervjuform lämplig (Lantz, 2013). Det passar väl in på syftet i detta arbete där intervjuerna ska bidra med mer kunskap om torkningen. Intervjuer genomfördes med produktionsplaneraren och torkskötaren på Vida Vislanda AB och pågick under 2 timmar vardera den 19 & 20 september på sågverkets kontor i Vislanda.

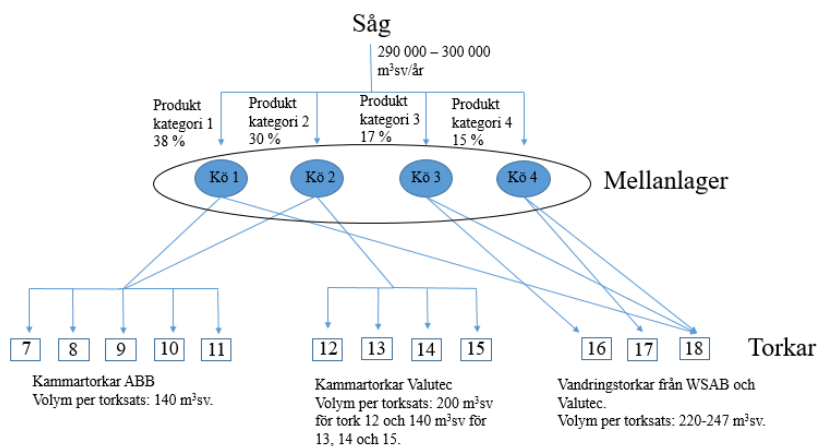
I samband med de deltagande observationerna och intervjustudierna behövde forskningsetiska överväganden göras innan de kunde påbörjas, dessa överväganden gjordes efter de principer som beskrivs i Vetenskapsrådets skift *God forskningssed* (Gustafsson et al., 2011) samt boken *Deltagande observation* (Fangen, 2005). Vid deltagande observationer och intervjuer är det alltid av största vikt att studiens deltagare är informerade och tillfrågade i god tid innan studiens genomförande och att de har lämnat sitt samtycke till att delta (Gustafsson et al, 2011). Därför vidtalades berörda personer redan under augusti månad.

2.4 Konceptuell modell

För att underlätta arbetsgången och skapa en överblick över hur torkningen kunde beskrivas i en simuleringsmodell skapades en så kallad konceptuell modell. En konceptuell beskriver vilka flöden som finns, vilka olika processer och aktiviteter som ska modelleras. Syftet med att skapa en konceptuell modell var att konkretisera vilka delar simuleringsmodellen skulle innehålla och hur den skulle struktureras och programmeras i ExtendSim.

Den konceptuella modellen inleds med att virke (i m³sv) kommer ut från sågen och förflyttas till mellanlagret. På årsbasis ligger sågverkets nuvarande produktion mellan 290 000 – 300 000 m³sv. Total sågar Vida Vislanda AB cirka 40 olika produkter. I den konceptuella modellen har produkterna aggregerats till 4 stycken produktkategorier som benämns Produktkategori 1, 2, 3 och 4. Produktkategori 1 är centrumutbyte som är lätt-torkat vilket innebär att det är virke från stockens centrala delar med som är bredare än 175 mm. Produktkategori 2 är centrumutbyte som är svår-torkat vilket innebär att det är smalare än 175 mm. Produktkategori 3 är sidobrädor vilket innebär att de har en tjocklek

på 38 mm eller mindre och Produktkategori 4 är sidoplank vilket innebär att de har en tjocklek på över 38 mm. I mellanlagret finns fyra olika köer en för varje produktkategori. Från köerna förflyttas virket till någon av torkarna. Fördelningen av produkterna mellan torkarna (Figur 5) har gjorts baserat på de uppgifter som framkommit under intervjuerna.



Figur 5: Konceptuell modell som beskriver de delar och de materialflöden som torkningen består av.

Figure 5: Conceptual model that describes the components and the flows of material in the drying process.

När simuleringen genomfördes som en kö-system-analys, användes ett antal parametrar för att mäta modellens prestation under olika förutsättningar. Dessa var medelkö-längden (m³sv i mellanlager), den genomsnittliga tiden som en enhet befinner sig i mellanlagret (dygn/m³sv) och antalet m³sv som passerar in och ut ur systemet.

2.5 Översättning av den konceptuella modellen

För att använda ExtendSim som simuleringsprogram behövde den konceptuella modellen översättas till ett format som programmet kunde hantera, s.k. computer-recognizable format (Banks et al, 2010). I ExtendSim byggs modellen upp av olika block som symboliserar logiska och fysiska beståndsdelar. Blocken är förprogrammerade för den aktivitet de ska genomföra (Banks et al, 2010). ExtendSim ger också möjligheter att modifiera de olika blocken för att de ska passa bättre de förutsättningar som ska modelleras.

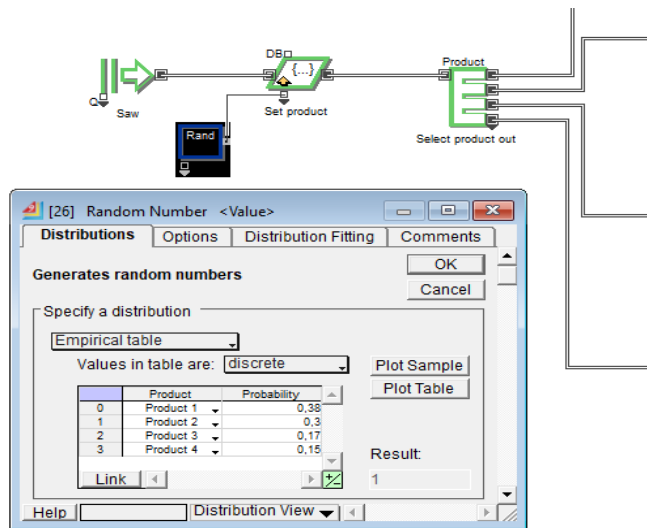
När modellen byggdes i ExtendSim gjordes det efter principen att först göra en mycket enkel modell för att sedan succesivt bygga på den med fler beståndsdelar. Denna metodik har flera fördelar, dels är det enklare för modellaren att testköra och validera modellen

när den är enkelt uppbyggt och på så vis snabbt upptäcka felkonstruktioner och buggar. Arbetsgången blir också tydligare och lättare att dokumentera. Simuleringsmodellen har delats upp i 4 olika delar som beskrivs nedan.

2.5.1 Del 1: Inflödet i modellen

Det första steget i modellkonstruktionen var att modellera inflödet av sågad råvara (m^3sv). För att skapa ett råvaruflöde i modellen användes ett block som heter *Create block* som skapar ett råvaruflöde i m^3sv enligt en vald fördelning. Då det var okänt exakt när varje enskild m^3sv produceras i sågen användes en slumpmässig sannolikhetsfördelning som heter *Inverse Weibull distribution* för att representera detta. Det finns flera olika fördelningar att välja mellan och för att hitta den som passade bäst för att beskriva produktionsflödet från sågen användes historiskt produktionsdata för de volymer som sågats varje vecka från juni 2015 till och med juni 2017. Datat importerades till programmet StatFit som rangordnar olika statistiska sannolikhetsfördelningar efter hur väl de passar för att beskriva det aktuella datat. Resultatet från StatFit visade att *Inverse Weibull distribution* var den lämpligaste fördelningen att använda.

Allt virke som kommer in i systemet måste delas upp i de fyra produktkategorier som modellen ska innehålla. Det gjordes genom att varje m^3sv tilldelades en av dessa kategorier enligt en sannolikhetsfördelning som erhöles genom att beräkna fördelningen mellan de fyra produktkategorierna två år tillbaka i tiden. Fördelningen mellan kategorierna var 38 % produktkategori 1, 30 % produktkategori 2, 17 % produktkategori 3 och 15 % produktkategori 4. Sannolikheterna programmerades i modellen med hjälp av ett *Random number block* som skickar ett värde 0, 1, 2 eller 3 för varje m^3sv till ett *Select item block* där värdet tilldelas just den m^3sv (Figur 6). Därefter sorteras de fyra produktkategorierna ut med blocket *Select item out* till respektive produktkategoris lageryta.



Figur 6: Modellens *Random number block* som styr vilken produktkategori respektive m^3sv tilldelas.

Figure 6: The models *Random number block* that desires which product category each m^3sv will have.

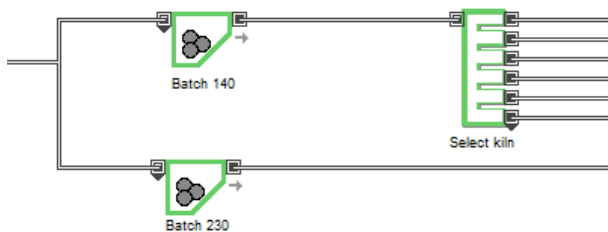
2.5.2 Del 2: Mellanlagring

Det block som används för att representera lagerytorna heter *Queue block*. Ett *Queue block* lagrar m^3sv och lämnar ut dem enligt en kö-disciplin vilket är en princip för hur de m^3sv som finns i kön sorteras och får lämna blocket. Samtliga lager hade kö-disciplinen First in first out (FIFO), vilket innebär att de m^3sv som sågats först torkas först. Valet av kö-disciplin gjordes i samråd med produktionsplaneraren på Vida Vislanda AB som ansåg att det var den bäst lämpade principen att använda (Klitsch, pers. komm. 2017).

Ett initiallager i modellen skapades genom att använda blocket *Resource pool* där en volym skrevs in som fanns i lager vid simuleringens start. I modellen användes ett initiallager på 3000 m^3sv enligt samma fördelning mellan de fyra produktkategorierna som använts tidigare. Från varje *Queue block* samlas 2 resultat in som används för att mäta systemets prestation. Dessa var medelagret över simuleringstiden och medelväntetiden för en m^3sv i lager. Samtliga resultat samlas in med hjälp av ett block som heter *Math block* som summerar värdena som sedan överförs direkt till en Excel-fil genom blocket *Write block*. Resultaten för lagernivån kopplades till ett *Plotter block* som generar en graf över utvecklingen under simuleringstiden.

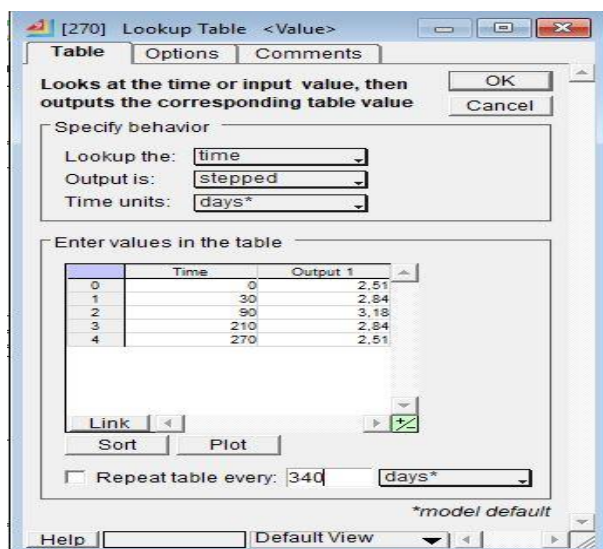
2.5.3 Del 3: Torkning

För att kunna torka volymerna i mellanlagret behövde de göras om från enskilda m^3sv till torksatsar eftersom en tork torkar ett antal m^3sv åt gången, för det användes blocket *Batch block*. Blocket ställs in beroende på hur stora torksatsar det ska göra, ett *Batch block* kan dock bara göra en storlek på torksatserna. Eftersom modellen innehåller flera olika torkar som kräver olika stora torksatsar har den försetts med ett *Batch block* för respektive torksatsstorlek. I Figur 7 visas ett *Batch block* för att göra torksatsar som innehåller 140 m^3sv och ett för torksatsar som innehåller 230 m^3sv .



Figur 7: Två olika *Batch block*, ett för att göra torksatsar med 140 m^3sv och ett för 230 m^3sv .
Figure 7: Two different Batch blocks one for making batches with 140 m^3sv and one for 230 m^3sv .

Torkarna representeras i modellen av *Activity blocks* vilket innebär att det är block som utför någon form av aktivitet i modellen. Modellen består av 12 stycken *Activity blocks*, ett för varje tork, och varje tork har försetts med den processtid som erhöles från datainsamlingen. Vissa torkar har samma processtid året om och för dessa har *Activity blocket* försetts med en konstant processtid. Andra har en processtid som varierar över året och dessa torkar har en kortare processtid under sommaren och en längre tid under höst och vinter. Dessa torkar har försetts med en tabell som anger mellan vilka tidpunkter simuleringen som olika processtider ska gälla (Figur 8).



Figur 8: En *Lookup table* som styr mellan vilka tidpunkter i simuleringen en tork ska ha olika processtider.

Figure 8: A *Lookup table* that controls between which times during the simulation period a kiln will have different process times.

För att göra modellen mer verklighetstrogen har en funktion för att simulera slumpmässiga driftstopp för torkarna lagts till. Det har gjorts genom att använda *Shutdown blocks* som genererar driftstopp med en viss varaktighet vid slumpmässiga tidpunkter under simuleringen. Efter diskussion med handledare på Vida beslutades att 3-4 dagars slumpmässigt utlagda stillestånd per år och tork var en rimlig nivå och varaktigheten per stopp ansågs ligga runt ca ett dygn.

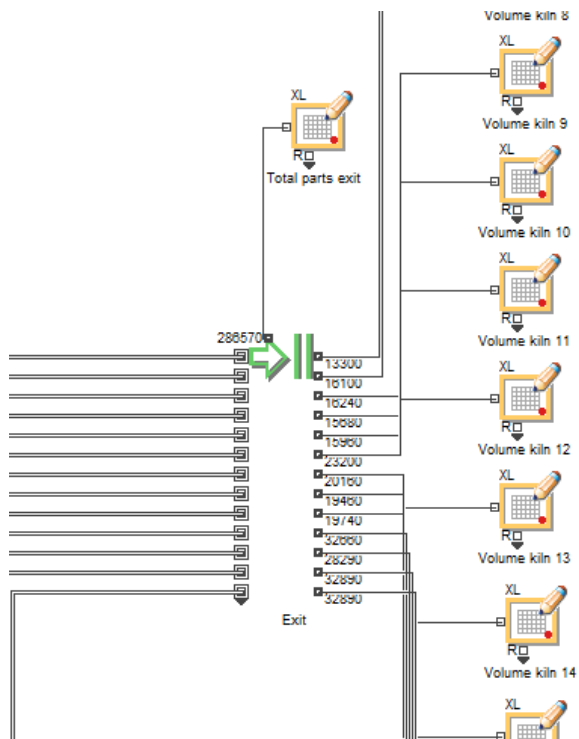
Kammartorkarna behöver tömmas och fyllas på av en gaffeltruck när torktiden är slut och ibland inträffar det att torken stannar på natten när det inte finns några truckförare på sågverket. Efter diskussion med Vida Vislandas ABs produktionsplanerare framkom det att ca 5 timmar per kammartork och vecka var ett lämpligt värde att använda för att representera dessa stillestånd i modellen. Det var inte möjligt att koppla två olika *Shutdown block* till ett *Activity block* vilket hade varit den mest logiska lösningen. Därför beräknades hur många dagar per år som respektive kammartork stod stilla på grund av att den inte töms direkt, det antalet dagar adderades sedan till de dagar som fanns programmerade för slumpmässiga driftstopp i respektive kammartorks *Shutdown block*.

Under processkartläggningen kartlades vilka torkar som används för vilka produktkategorier och vilka olika vägar det finns för produktkategorierna att flöda genom systemet. För att få en korrekt styrning med rätt torksats till rätt torkar användes blocket *Select item out* och till dessa kopplades de torkar som var aktuella för respektive produktkategori. *Select item out* blocket styr så att en torksats bara kan gå till de torkar som finns tillgängliga och är kopplade till blocket. Efter att processtiden för en torksats är slut

lämnar den *Activity block* och kommer till ett *Unbatch block* som delar upp torksatsen i enskilda m³sv igen för att de ska kunna räknas på ett korrekt vis när de lämnar modellen.

2.5.4 Del 4: Utflöde ur systemet

Enheterna lämnar modellen genom ett block som heter *Exit block*, där samlas två resultat in, dels mäts hur många m³sv som kommer från respektive tork och hur många m³sv som kommer ut från systemet totalt (Figur 9).



Figur 9: Modellens *Exit block* där den totala volymen samt volymen per tork mäts.
Figure 9: The models Exit block were the total volume and the volume per kiln are counted.

2.6 Verifiering och validering

När modellen konstruerats i ExtendSim behövde ett antal verifieringar och valideringar genomföras för att se om den representerar det verkliga systemet på ett tillfredställande

sätt. Syftet var att ge modellen en hög trovärdighet hos de som ska använda den eller ta del av resultaten (Banks et al. 2010).

2.6.1 Verifiering

Verifiering innebär att kontrollera att den konceptuella modellen stämmer överens med modellen som skapats i ExtendSim (Banks et al. 2010). Modellen har verifierats på fyra olika sätt för att avgöra hur den representerar den konceptuella modellen. Dels finns det inbyggt i ExtendSim olika former av "de-bugging funktioner" som t.ex. varnar om det finns felaktiga kopplingar mellan olika block eller om något block saknar in-put eller out-put värden. Modellen kördes också med animering för att se hur enheterna flödade och hur olika aktiviteter genomfördes. Detta har använts vid ett flertal tillfällen för att kontrollera olika delar av modellen, t.ex. att rätt produktkategorier går till rätt lager. Därefter har modellens utdata att granskas genom så kallat "common-sense verification" vilket innebär att noggrant studera modellens utdata under olika förutsättningar och försöka avgöra hur rimliga de är (Banks et al. 2010).

Kommenterad [DB18]: Ändra genomgående

2.6.2 Validering

Validering är den del av processen som innebär att modellen jämförs med det verkliga systemet (Banks et al. 2010). Validering kan utföras antingen via subjektiva eller objektiva metoder. Subjektiva metoder innebär att ta hjälp av personer som har kunskap om det verkliga systemet och be dem göra bedömningar om modellen representerar verkligheten på ett tillräckligt bra vis för studiens syfte. De objektiva metoderna innebär att jämföra data som finns om det verkliga systemet med motsvarande data som erhålls från modellen (Banks et al. 2010).

Modellens olika delar har kontinuerligt diskuterats med handledare på Vida för att undvika felaktigheter i konstruktionen. När modellen ansågs tillräckligt bra simulerades en testkörning med 5 upprepningar och resultaten bedömdes att driftspersonal på Vida för att bedöma deras rimlighet.

2.7 Scenarioformulering

När modellen verifierats och validerats genomfördes en simulering av ett så kallat **grundscenario** vilket innebar att modellen kördes med inställningar som representerar torkningen i dagsläget. Grundscenariot hade två ändamål i arbetet; dels har det använts för att besvara arbetets andra syfte om hur väl simuleringsmodellen representera verkligheten. Grundscenariot har också använts som referenspunkt när utfallen från övriga scenarier diskuterats.

Kommenterad [DB19]: "referensscenario"

Kommenterad [JF20R19]: Jag har oftare sett termen grundscenario än referensscenario i andra simuleringsstudier men jag kan så klart ändra om ni vill.

Utöver grundscenariot har 5 andra scenarier tagits fram. Detta var ett mycket viktigt steg i att uppfylla studiens tredje syfte varför processen att ta fram intressanta och relevanta scenarier påbörjades redan under augusti 2017 med ett första möte med en referensgrupp från Vida Vislanda AB. Därefter hölls ytterligare ett möte med referensgruppen i september 2017 där 7 alternativa scenarier togs fram för vidare diskussion med handledare och biträdande handledare vid SLU. Slutligen valdes 5 scenarier ut (Tabell 2). Därefter gjordes en studiedesign för varje scenario vilket innebar att scenariot syfte, genomförande samt antal upprepningar beskrevs. Samtliga scenarier beskrivs översiktligt i tabell 2 och deras fullständiga studiedesign återfinns i bilaga 2.

Tabell 2: Beskrivning av grundscenariot samt de 5 ytterligare scenarier som simulerats i arbetet
Table 2: Description of the basic scenario and the other 5 scenarios simulated in the study

Scenario	Syfte	Genomförande	Antal upprepningar
Grund	Referenspunkt när utfallet från övriga scenarier diskuterats.	Simulerar torkningen i dagsläget	5
1.	Att simulera hur olika produktionsökningar skulle påverka torkningen.	Modellens produktionsnivå ändras till 300 000, 310 000 och 320 000 m ³ sv per år.	5 per produktionsnivå totalt 15 upprepningar
2.	Att simulera hur en förlängning av torktiderna i syfte att öka kvaliteten skulle påverka torkningen.	Torktiderna för varje tork förlängs med 5 %, 10 % och 15 %.	5 per procentsats totalt 15 upprepningar
3.	Att simulera hur en investering i en ny vandringstork skulle påverka torkningen.	En ny tork med samma egenskaper som tork 18 läggs till i modellen.	5
4.	Att simulera hur en förlängning av torktiderna och en ny tork skulle påverka torkningen.	Torken från scenario 3 behålls och samtliga torktider förlängs med 10 %, 12 % och 15 %.	5 per procentsats totalt 15 upprepningar
5.	Att simulera hur ökad mängd processvärme under vinterperioden skulle påverka torkningen.	Torktiderna under vinterperioden sänks med 3 %, 5 % och 7 %.	5 per procentsats totalt 15 upprepningar

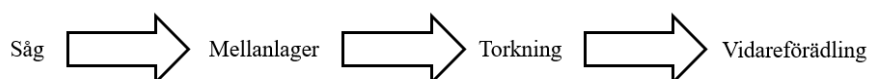
2.8 Simulering och analys

Modellen kopplades till en Excel-fil till vilken utfallet från varje simulering överfördes automatiskt. För att ha en strukturerad insamling för de olika scenarierna skapades 6 olika resultatmappar, en för respektive scenario. Eftersom Excel-filen ständigt får nya värden för varje ny simulering skapades en resultatmall i Excel till vilken utfallet från varje ny simulering kopierades. När samtliga upprepningar gjorts för varje scenario beräknades ett medelvärde och standardavvikelse för varje utfall. För samtliga simuleringar har simuleringstiden varit 340 dygn vilket motsvarar det antal dygn som torkningen är igång på Vida Vislanda AB och simuleringen börjar i augusti och avslutas i juni.

3 Resultat

3.1 Processkartläggning

Torkningen består av tre flöden mellan fyra olika delar av sågverket (Figur 10). I kommande avsnitt kommer dessa beskrivas i detalj för att på så vis beskriva processen och det system som studerats och modellerats i arbetet.

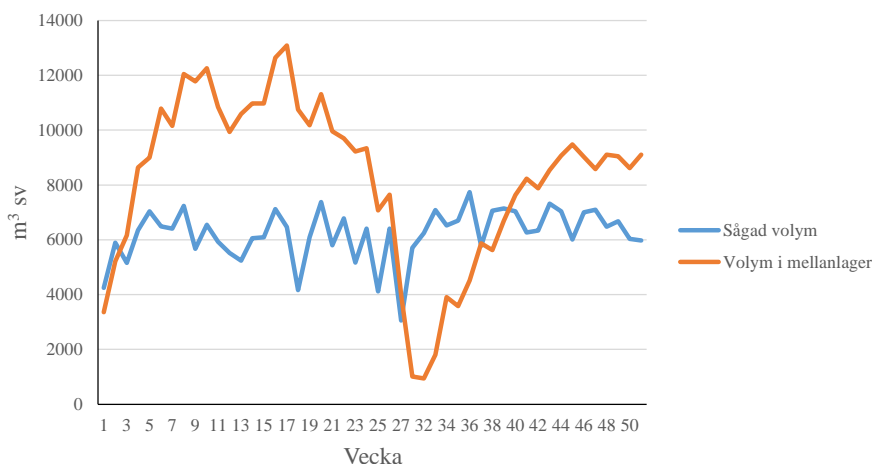


Figur 10: Flödesschema för sågverksprocessen.
Figure 10: Flow chart for the drying process.

3.1.1 Flöde 1: Från såg till mellanlager

Sågen går i dagsläget tvåskift mellan klockan 05:25 – 23:30 måndag till torsdag och mellan 05:25 – 14:00 på fredagar. Sågens produktion varierar något från dag till dag eftersom diametern på de stockar som sågas påverkar hur stora volymer sågad vara som produceras. Sett på veckobasis har sågen en relativt jämn produktionsnivå bortsett från semesterperioden i juli/augusti (Figur 11). När en timmerstock sågas sönderdelas den till brädor och plank i olika dimensioner, utöver det bildas också biprodukter i form av flis och spån. Virket sorteras i olika dimensions- och längdklasser i sågverkets råsortering där det läggs i virkespaket.

Virkespaketen förflyttas från sågen till den lagringsyta som benämns som mellanlager med hjälp av gaffeltruckar. I mellanlagret lagras virkespaketen till dess att de ska förflyttas till någon av torkarna, mellanlagret har i dagsläget en maximal kapacitet för att förvara ca 13 000 m³sv. Vid större lagervolymer måste virkespaketen flyttas till andra ytor på sågverksområdet. Lagervolymer varierar mer än den sågade volymen under året vilket beror på att torkningen blir en begränsande faktor under vissa perioder framförallt under vintern. När torktiderna blir längre kan mindre volymer torkas per vecka vilket innebär att lagernivån ökar. Lagernivåerna minskar under våren och sommaren samt när sågen står stilla vilket sker under helgdagarna kring jul samt under början av semesterperioden. Medellagret under 2016 var 8226 m³sv och den högsta lagernivån som uppmättes under samma period var 13 088 m³sv (Figur 11).



Figur 11: Sågad volym och volymen i mellanlager för Vida Vislanda AB från vecka 1 till 51 under 2016.

Figure 11: Sawn volume and the volume in the inventory for Vida Vislanda AB from week 1 to 51 during 2016.

3.1.2 Flöde 2: Från mellanlager till torkning

Det finns ett antal olika faktorer som påverkar planeringen av torkningen, dvs. när och hur virkespaketen förflyttas från mellanlagret till torkarna. Torkplaneringen påverkas dels av hur planeringen av vad som ska sågas ser ut eftersom torkningen måste hantera alla de volymer som sågas. Torkningen påverkas också av vilka produkter som behövs för vidareförädling i hyvlerierna eller justerverket vilket i sin tur påverkas av vad som efterfrågas på marknaden. En annan viktig aspekt att ta hänsyn till är att virkespaketen inte bör lagras för länge i mellanlagret under varma årstider på grund av risken för mögel och svampangrepp. Som tumregel strävar Vida efter att ha en kortare lagringstid än 10 dagar under perioder för att minimera risken för mögel- och svampangrepp.

Det är svårt att beskriva hur torkplaneringen styrs med en generell princip eftersom många olika aspekter påverkar den och i vissa perioder är planeringshorisonten bara runt en vecka. Ibland tvingas planerarna också göra sena omläggningar och omprioriteringar i torkordningen på grund av förändrad efterfrågan från vidareförädlingen. Trots att torkplaneringen är en mycket dynamisk process är grundprincipen att virket ska torkas i den ordning det sågats, dvs first-in first-out, men olika faktorer tvingar ibland planerarna att göra avsteg från den principen.

En annan faktor som påverkar torkplaneringen är vilka olika torkprogram som ska användas för de olika produkter som ska torkas. I tabell 3 redovisas respektive torks genomsnittliga torktid och volymkapacitet per torksats.

Kommenterad [DB21]: Undvik detta typ av formulering, dvs texten är ju en upprepning av vad tabelltexten skall säga. Se hur du refererat till figur 11, det är korrekt!

Tabell 3: Beskrivning av de 12 torkar som finns på Vida Vislanda AB*Table 3: Description of the 12 kilns at Vida Vislanda AB*

Tork nr	Typ av tork	Fabrikat	Genomsnittlig torktid (dygn)	Volym per torksats (m³sv)
7	Kammartork	ABB	3,0	140
8	"	"	2,5	140
9	"	"	2,5	140
10	"	"	2,5	140
11	"	"	2,5	140
12	"	Valutec	2,2	200
13	"	"	2,2	140
14	"	"	2,2	140
15	"	"	2,2	140
16	Vandringstork	WSAB	2,0	220
17	"	Valutec	2,0	250
18	"	"	2,2	350

3.1.3 Flöde 3: Från torkning till vidareförädling

Hur torkningen avslutas och hur virket förs ut från torkarna ser olika ut för de olika torktyperna. När torktiden för en sats i en kammartork är slut stannar torken och varmluften förs ut ur kammaren. Torken öppnas och virket lyfts ut med en gaffeltruck, när torken är tömd lyfts en ny sats in och nästa torkning kan påbörjas. Vandringstorkarna töms och fylls på kontinuerligt. När virket lämnat en tork förflyttas det till ett lager där det förvaras i väntan på vidareförädling i justerverket eller något av hyvlerierna.

3.2 Grundscenario

I simuleringen av grundscenariot var den sågade volymen i medeltal 290 886 m³sv vilket är nära de historiska produktionsresultaten som under 2016 var 298 117 m³sv (Tabell 4). Utfallet mellan simuleringarna var stabila med en standardavvikelse på 70 m³sv. Standardavvikelsen var något större, 876 m³sv, för den torkade volymen. Medellagret låg på 5885 m³sv vilket är en bit under det historiska resultatet som under 2016 var 8226 m³sv.

Tabell 4: Simuleringarnas utfall för grundscenariot
Table 4: The simulations results for the basic scenario

Simulering	Sågad volym (m ³ sv)	Torkad volym (m ³ sv)	Medellager (m ³ sv)	Medväntetid i lager (dygn)
Sim 1	290921	286440	6251	7,27
Sim 2	290785	288620	5996	7,00
Sim 3	290957	288350	5605	6,52
Sim 4	290842	288240	5811	6,77
Sim 5	290925	288270	5761	6,70
Medelvärde	290886	287984	5885	6,85
SD	70	876	247	0,29

Lagernivån minskar i början av simuleringstiden för att sedan öka under hösten och vintern när processtiderna förlängs och som högst nå en lagernivå på 10836 m³sv. Under våren och sommaren sjunker lagernivån igen för att vid simuleringens slut ligga mellan 7500-8500 m³sv.

3.3 Scenariosimuleringar

Kommenterad [DB22]: Nått som saknas är en beskrivning hur du kom fram till de olika scenariernas ingångsvärden, dvs varför valdes just dessa värden!? Mycket viktigt!

Beskriv och tydligt att alla förändringar dvs scenario 1-5 utgår från grundscenariet!

Kommenterad [JF23R22]: Förändringarna har jag ju lagt som bilaga. Ska de läggas in i texten?

Tabell 5: Resultat för torkad volym, medellager, medelväntetid, standardavvikelse inom parentes samt relativ förändring jämfört med grundscenariot för scenario 1-5

Table 5: Results for dried volume, average volume in the inventory, average waiting time, standard deviation in parentheses and the difference from the basic scenario for scenario 1-5

Scenario	Torkad volym m ³ sv	Medellager m ³ sv	Medelväntetid dygn
Grundscenariot	287984	5885	6,85
Förändring jämfört med grundscenariot	1	1	1
1. Produktionsökning 300 000 m ³ sv	290422 (845)	9967 (386)	10,99 (0,29)
	1,008	1,69	1,60
1. Produktionsökning 310 000 m ³ sv	290115 (850)	15151 (783)	16,50 (0,90)
	1,007	2,57	2,40
1. Produktionsökning 320 000 m ³ sv	290736 (377)	19072 (154)	20,14 (0,19)
	1,009	3,24	2,94
2. Ökade processtider 5 %	275980 (1508)	12182 (696)	14,11 (0,82)
	0,95	2,07	2,06
2. Ökade processtider 10 %	263608 (952)	18462 (327)	21,36 (0,35)
	0,915	3,13	3,12
2. Ökade processtider 15 %	252300 (694)	24096 (382)	27,94 (0,42)
	0,87	4,09	4,08
3. Ny tork	294528 (171)	189 (13)	0,21 (0,02)
	1,02	0,032	0,030
4. Ny tork & ökade processtider 10 %	291108 (424)	3855 (290)	4,47 (0,34)
	1,01	0,655	0,65
4. Ny tork & ökade processtider 12 %	287598 (707)	6060 (657)	7,01 (0,77)
	0,99	1,03	1,02
4. Ny tork & ökade processtider 15 %	280938 (860)	9481 (555)	11,01 (0,67)
	0,98	1,61	1,61
5. Kortare processtid vinter 3 %	290496 (693)	3425 (318)	3,96 (0,38)
	1,01	0,58	0,58
5. Kortare processtid vinter 5 %	292586 (688)	2341 (813)	2,69 (0,94)
	1,02	0,39	0,39
5. Kortare processtid vinter 7 %	294450 (155)	1095 (488)	1,25 (0,56)
	1,02	0,19	0,18

3.3.1 Scenario 1

När produktionen höjs till 300 000 m³sv ökar den torkade volymen med 0,84 % jämfört med grundscenariot, medellagret och medelväntetiden ökar med 69 % respektive 60 % jämfört med grundscenariot. När produktionsnivån höjs till 310 000 m³sv ligger den torkade volymen på samma nivå som simuleringen för 300 000 m³sv. Det ger en ökning både i medellager och medelväntetid då det är ett större inflöde av volymer men inte torkas mer. Detsamma gäller när produktionsnivån höjs till 320 000 m³sv att den torkade volymen blir 290 736 m³sv och medellagret blir större och medelväntetiden längre (Tabell 5).

Lagerutvecklingen skiljer sig från grundscenariot när produktionsnivån ökar. Vid 300 000 m³sv följer utvecklingen samma mönster som i grundscenariot, men ökningen under hösten

Kommenterad [DB24]: Jag föreslår att du infogar referensscenariot i samma tabell samt att du inför en kolumn där du anger den relativa förändringen mot grundscenariot. Tex kan grundscenariet anta värdet 100 och de övriga relateras, tex om nån är 15 lägre anges värdet 85 osv. Då blir det också lätt att jämföra olika scenarier...

Du har ju dessutom möjlighet att jämföra resultaten med tex 95%iga konfidensintervall, då kan du ju plotta värdena och så kan man bilda sig en uppfattning och scenarierna skiljer sig significant!

Kommenterad [DB25]: Tabell ofullständig, skall vara sluten

Kommenterad [JF26R25]: Slutet?

och vinterperioden blir betydligt större och nedgången blir mindre när modellen övergår till kortare processtider igen efter vintern. När produktionsnivån ökas till 310 000 m³sv sker ingen minskning av lagernivåerna under våren och sommaren och när produktionsnivån är 320 000 m³sv fortsätter lagernivån att öka under hela simuleringstiden (Tabell 5).

3.3.2 Scenario 2

En förlängning av torkarnas processtider innebär att de volymer som produceras inte hinner torkas. Vid en 5 % ökning av processtiderna torkas 275 980 m³sv vilket är en minskning med 4,2 % jämfört med grundscenariot vilket resulterar i att medellagret mer än fördubblas och medelväntetiden ökar med 23 % jämfört med grundscenariot. Samma utveckling gäller för samtliga ökning av processtiderna, dvs. att den torkade volymen minskar vilket i sin tur innebär att medellagret och medelväntetiden ökar (Tabell 5).

3.3.3 Scenario 3

Utfallet visar att en ny vandringsstork ger stora förändringar jämfört med grundscenariot. Medellagret blir 189 m³sv jämfört med grundscenariots 5885 m³sv och flera gånger under simuleringstiden är lagernivån 0. Medelväntetiden är 0,21 dygn och i perioder är den också 0 vilket innebär att virket torkas i princip direkt när det kommer ut från sågen (Tabell 5).

3.3.4 Scenario 4

När en ny vandringsstork adderats ökar förutsättningarna för att förlänga processtiderna. Vid en 10 % ökning av processtiderna torkas mer än vad som sågas, medellagret och medelväntetiden är lägre än i grundscenariot. När processtiderna ökas med 12 % är den torkade volymen, medellagret och medelväntetiden likvärdiga med grundscenariot. Lagerutvecklingen liknar också grundscenariot och den högsta lagernivån under simuleringstiden är 11189 m³sv. Vid 15 % längre processtider torkas mindre än i grundscenariot och medellagret ökar med 32 % och medelväntetiden med 37,8 % jämfört med grundscenariot (Tabell 5).

3.3.5 Scenario 5

En minskning av processtiderna under vinterperioden har effekt på utfallet av simuleringarna. Större volymer torkas för alla tre steg i scenario 5 jämfört med grundscenariot. Vid en 3 % minskning av vinterprocesstiderna minskar medellagret med 41,8 % jämfört med grundscenariot, och lagernivån når ett maximum på 6500 m³ jämfört med 10836 m³ i grundscenariot samt medelväntetiden minskar med 42,2 %. Vid en 5 %

minskning av vinterprocesstiderna minskar medellagret med 60,3 % och medelväntetiden med 60,8 %. Vid en 7 % minskning av vinterprocesstiderna är motsvarande siffror 81,4 % för medellagret och 81,8 % för medelväntetiden (Tabell 5). Lagerutvecklingen följer samma mönster som tidigare men ökningen under vintern är betydligt lägre och redan vid en 3 % minskning av processtiderna under vintern är den utgående lagernivån lägre än den ingående.

Kommenterad [DB27]: Du skulle kunna ha en figur som visar lagernivåerna över året

Kommenterad [JF28R27]: Vad säger du Dimitris, ska jag lägga in en graf från ExtendSim trots att den inte är så snygg. Jag har testat igen att göra den i Excel men den blir tjock och i princip oläslig pga alla mätpunkter.

4 Diskussion

4.1 Resultatdiskussion

Processkartläggningen bidrog med kunskap om torkningen på Vida Vislanda AB och gav indata till simuleringen av grundscenariot. När det gäller sågad och torkad volym stämmer utfallet bra med verkligheten. Medellagret är det resultat som skiljer sig mest mellan grundscenariot och de historiska resultaten där medellagret är 28,5 % lägre i grundscenariot. Dock har medellagret varierat historiskt bland annat beroende på sågens produktion och hur stor bristen på processvärme varit mellan olika år. Att ha ett förhållandevis lågt initiallager på 3000 m³sv påverkar också lagernivåns utveckling över tid och medellagret. Medelväntetiden för grundscenariot har inte kunnat jämföras med historiska data då dessa inte samlas in i Vidas produktionsuppföljningssystem. Dock har resultatet diskuterats med handledare på Vida Vislanda AB som bedömt dem som rimliga.

Kommenterad [DB29]: Väldigt godtyckligt, använd mått!

Kommenterad [DB30]: Varför kalibrerades inte modellen så att medellagret i grundscenariot överensstämde bättre med verkliga data?

Kommenterad [JF31R30]: Det beror på att lagernivån varierat mycket över tid enligt Vida men det finns inte komplett underlag för att göra beräkningar lägre tillbaka i tiden än två år.

Med tanke på att torkningen redan idag anses vara en flaskhals i produktionen får resultaten för scenario 1 att produktionsvolymerna på 310 000 och 320 000 m³sv skulle innebära höga lagernivåer och långa väntetider anses förväntade. Detsamma gäller för resultaten från scenario 2; det är mycket begränsade möjligheter att förlänga torktiderna i syfte att förbättra kvaliteten utan att den torkade volymen minskar med högt medellager och långa väntetider som följd. Ett alternativ som inte simulerats skulle vara att förlänga torktiderna för vissa utvalda produkter vilket inte skulle resultera i lika höga värden som i scenario 2.

Kommenterad [DB32]: Varför genomfördes inte denna analys?

För att vi kom på den efter att vi fattat beslut om vilka scenarier som skulle göras och bedömde att det inte fanns tid att ha 6 scenarier.

Kommenterad [JF33R32]: Vi kom på det efter att vi tillsammans med Vida fattat beslut om vilka scenarier som skulle simuleras och sedan gjordes bedömningen att det inte fanns tid.

Att en ny tork skulle sänka lagernivån och väntetiderna var väntat. Dock är det troligt att en ny tork i praktiken skulle innebära att processtiderna förlängs något för andra torkar, istället för att behålla samma processtider och sänka lagernivån och väntetiden så mycket som möjligt. Resultaten från scenario 4 var mycket intressanta eftersom de indikerar att ytterligare en tork skulle ge möjlighet att förlänga processtiderna med upp till 12 % utan att lagernivån, medellager och medelväntetid skulle bli högre än för grundscenariot.

Resultaten ger en uppfattning om ungefär hur stor förbättringspotentialen skulle vara att addera en tork till.

Resultaten från scenario 5 indikerar att det finns stor potential att förbättra torkningen genom att sänka processtiderna under vinterperioden. Att medellagret och medelväntetiden minskar med över 40 % vid en minskning av processtiderna med 3 % påvisar att man redan vid relativt små minskningar uppnår stora effekter.

De 5 scenarier som utöver grundscenariot simulerats är framtagna i nära samarbete med ledningen på Vida Vislanda AB och de är alla relevanta att beakta i framtida investeringar och omställningar av torkningsprocesserna. Resultaten från simuleringarna kan användas i Vidas verksamhet som en indikation på hur olika scenarier skulle kunna påverka torkningen. Ett tydligt exempel är resultaten från scenario 1 där en förväntad produktionsökning simuleras. Resultaten från några av scenarierna kan användas som en del i ett beslutsunderlag när Vida Vislanda AB hanterar framtida utvecklingsfrågor inom verksamheten. T.ex. skulle resultaten från scenario 3 och 4 kunna utgöra delar av ett beslutsunderlag för en eventuell investering i en ny tork. Resultaten kan inte anses generella för annat än torkningen på Vida Vislanda AB. Det beror på att modellen baseras på dataunderlag som samlats in från Vislanda vilket gör att dess resultat blir mycket specifik för just det torksystäm som finns där.

Dock kan den arbetsmetodik och modell som använts i arbetet användas för att genomföra liknande studier på virkestorkning på andra sågverk. Det som behöver göras för att använda modellen för andra torksystäm är att justera dess struktur så att den passar för att beskriva systemet, t.ex. ändra antalet torkar eller produkter, samt att förse den med indata för det aktuella sågverket.

4.2 Resultaten i förhållande till befintlig kunskap

Det finns ingen studie som har genomfört liknade simuleringar på torkningsprocessen på sågverk vilket gör det svårt att jämföra denna studies resultat med annat publicerat material. Det kan konstateras att denna studie visar att DES är en applicerbar metod för att göra scenarioanalyser på sågverk. Till exempel visade sig metoden vara mycket användbar för att simulera effekter av att lägga till en tork som ökar produktionskapaciteten. I Dogan et al, (1997) har liknande studier gjorts för att analysera förbättringspotentialen i att investera i en ny trimmer till såglinjen på ett amerikanskt sågverk. Resultaten i den studien visar att modellens output-parametrar förbättras avsevärt om en ny trimmer med högre kapacitet läggs in i modellen, men när trimmerns produktivitet når 30 slag per minut avstannar ökningen. Liknade resultat finns i denna studie i scenario 4 att om en ny tork läggs till i modellen ökar möjligheten att förlänga torktiderna upp till 12 % utan att resultaten påverkas negativt.

I Anselmsson & Borg- (2007) har DES använts för att studera hur produktionsökningar påverkar lagernivåerna på SCA Cellplast i Värnamo som tillverkar cellplast till bland annat

Kommenterad [DB34]: Nu jämför du äpplen och päron!

Kommenterad [JF35R34]: Vad säger du Dimitirs vore det bättre att ta bort både detta och nedanstående stycken för det är kanske inte korrekt att jämföra dessa studiers resultat med mina?

förpackningar. Även om produktionssystemet skiljer sig från ett sågverk har scenarioanalyser genomförs på samma sätt där stegvisa produktionsökningar simulerats för att se hur medellagret påverkats. Resultaten är desamma som i denna studie att en produktionsökning har stor påverkan på lagernivåerna och att de snabbt ökar när produktionen höjs.

Resultaten från processkartläggningen bekräftar att Vida Vislanda AB använder sig av torktider på 2-3 dygn, vilket är kortare torktider än vad som anges i litteraturen (4-5 dygn) (Svenskt trä, 2003). Vilken torktid som är optimal påverkas också av hur modern och avancerad torkutrustning som används samt vilka kvalitetskrav produkterna som torkas har.

4.3 Arbetets styrkor och svagheter

4.3.1 Dataunderlaget

Det dataunderlag som samlats in i arbetet och som använts för att konstruera modellen innehåller både styrkor och svagheter. En styrka är att Vida under lång tid arbetat med att samla in och lagra information i sitt produktionsuppföljningssystem och systemet underhålls och kontrolleras kontinuerligt. Begränsningen i historiska data har varit att verksamheten utvecklats mycket de senaste åren, och att data av den anledningen inte längre var representativt. Utvecklingen har skett både vad det gäller förbättringar i arbetsmetodiken samt med flera mindre investeringar i nya maskiner och maskinkomponenter som förbättrat sågverkets kapacitet att såga större volymer. Det data som samlats in genom observationer och intervjuer håller hög kvalitet i det avseendet att mycket kompetenta och erfarna personer inom området har kunnat studeras och intervjuas.

4.3.2 Förenklingar och antaganden

När ett komplext produktionssystem som virkestorkningen modellerats är det nödvändigt att göra förenklingar och antaganden, vilka diskuteras i detta avsnitt. Den första förenklingen innefattar inflödet av m^3sv i modellen. I verkligheten kommer inte volymerna ut från sågen som enskilda m^3sv utan de kommer i virkespaket som innehåller ett antal m^3sv . I modellen kommer de dock en och en från *Create block*, anledningen till det är att blocket inte kan göra enheter av olika storlek vilket hade varit nödvändigt för att modellera virkespaketet efter deras volym varierar beroende på virkets dimension och längd.

På Vida Vislanda AB sågas cirka 40 olika produkter som i modellen har aggregerats till 4 stycken produktkategorier. Uppdelningen i produktkategorierna grundar sig i att virke från olika delar av stocken har olika egenskaper och därmed torkas i olika torkar. Aggregeringen gjordes för att det hade krävts en omfattande datainsamling för att ta reda på hur varje enskild produkt torkas vilket också hade resulterat i en mycket komplex och svårhanterad modell.

Kommenterad [DB36]: Äpplen och päron...

Kommenterad [JF37R36]: Se kommentar ovan.

Kommenterad [DB38]: Hur gör du den bedömningen?

Kommenterad [JF39R38]: Baserat på deras långa erfarenhet inom området och att åtminstone en av dem har en teknisk högskoleexamen.

Kommenterad [DB40]: Hur kan detta ha påverkat dina resultat?

Kommenterad [DB41]: Kan du kvantifiera insatsen som skulle krävas för detta?

Kommenterad [JF42R41]: Ja men är det relevant för studien om det hade tagit 8 eller 10 veckor?

En annan förenkling som gjorts i modellen är principen för i vilken ordning de m³sv som befinner sig i mellanlager torkas. I modellen har flödet från mellanlagret till torkarna förenklats genom att kö-disciplinen First-in-first-out (FIFO) används vilket innebär att m³sv torkas i den ordning de anländer till mellanlagret. I ExtendSim finns det möjlighet att ordna kö-discipliner enligt olika prioriteringsregler vilket hade kunnat ge en mer verklighetstrogen beskrivning av systemet, men det skulle kräva mycket tid och resurser både i datainsamlingen och modellkonstruktionen.

För att beskriva hur lång tid en torksats torkas används medelvärden för varje torks processtid, men i verkligheten använts ett stort antal olika torkprogram med olika torktider. Dessutom påverkas processtiden av verkets ingående fukthalt som varier mellan olika produkter och mellan olika årstider. I modellen läggs ett antal hela dagar med stillestånd till för detta vilket gör att den totala tiden som kammartorkarna torkar bör stämma relativt bra med verkligheten. Men att det sker några längre stopp istället för några timmar varje vecka kan naturligtvis påverka väntetider och lagernivåer.

4.4 Fortsatt forskning inom området

Arbetet visar att det finns stor potential i att använda simulering som metod för att studera produktionssystem på sågverk. ExtendSim har i det här sammanhanget visat sig vara ett lämpligt program för att modellera den typen av system och för att utföra olika typer av scenarioanalyser. Utifrån den modell som konstruerats finns det flera alternativa sätt att arbeta vidare på som skulle vara mycket intressanta.

Modellen är flexibel och kan snabbt ändras för att simulera olika scenarier. Det finns möjligheter att simulera fler scenarier än de 5 som gjorts i detta arbete samt att det skulle vara intressant att göra fler kombinationer av olika scenarier. Till exempel skulle ett scenario med en kombination av ökad produktionsvolym, förlängda processtider och en ny vandringstork vara mycket intressant att genomföra.

Nuvarande modell skulle kunna utvecklas vidare och bli mer detaljerad och verklighetstrogen genom ytterligare kartläggning och datainsamling om sågverkets olika processer. T.ex. skulle de 4 produktkategorier som finns i nuvarande modell kunna delas upp i flera produkter och bygga ut modellen så den också tar hänsyn till vilka produkter som torkas tillsammans och vilka torkprogram som är lämpliga för respektive produkt.

Ett annat sätt att använda simulering i framtida studier skulle vara att simulera andra delar av produktionen på ett sågverk eftersom hela processen bygger på DES-principen att enheter flödar mellan olika aktiviteter. T.ex. skulle en modell för sågprocessen kunna konstrueras och används för att identifiera flaskhalsar i flödet eller göra scenarioanalyser. Det finns också möjlighet att simulera hela produktionssystemet på ett sågverk vilket skulle innefatta både sågning, torkning och vidareförädling.

Kommenterad [DB43]: Saknar utveckling om kostnader för de olika scenarierna...

Kommenterad [JF44R43]: Här förstår jag inte riktigt vad jag ska göra. Ska jag skriva om hur man i fortsatta studier skulle kunna jämföra de olika scenarierna map ekonomiska aspekter.

Kommenterad [DB45]: Hur har du kommit fram till det?, dvs vad baserar du detta uttalande på?

Kommenterad [DB46]: Men de finns ju även begränsningar, till ex med aggregering,...

Kommenterad [JF47R46]: Den begränsningen beror mer på tiden för projektet än på att programmet inte skulle kunna hantera flera produkter.

4.5 Slutsatser

- En produktionsvolym på 300 000 m³sv skulle rendera i 69 % högre medelagernivå och 60 % längre väntetid, dock är nivåerna inte problematiskt höga att hantera inom nuvarande verksamhet.
- En ökning av produktionsvolymen till 310 000 m³sv alt. 320 000 m³sv, kommer att leda till lagernivåer och väntetider som är mer än dubbelt så höga jämfört med grundscenariot.

Med nuvarande torkkapacitet och produktionsvolym, kommer en förlängning av torkarnas processtider med syfte att förbättra kvaliteten att leda till höga lagernivåer och långa väntetider vilket i sin tur medför problem med utrymme samt risk att virke som lagras länge drabbas av skador

- En ytterligare vandringstork skulle ha stor inverkan på det nuvarande torksystemet och det skulle öka möjligheterna att förlänga torktiderna för en bättre kvalitet. Resultaten indikerar att en ökning med 12 % skulle vara möjlig utan att nå högre lagernivåer eller väntetider än i grundscenariot.
- Det finns stor potential att sänka lagernivån och medelväntetiden med 42 % vardera om torkarnas processtider under vinterperioden kan minskas med 3 %.

5 Referenser

Andersson, J.-O. (2009). *Energieffektivisering av virkestorkning för sågverksindustrin* (Master theses). Luleå. Luleå university of technology.

Anselmsson, D. & Borg, O. (2007). *Simuleringsanalys för produktionshöjande åtgärder på SCA Cellplast* (Master theses). Lund. Lunds tekniska högskola.

ATL Lantbrukets affärstidning. (2013). *Terrorhot drabbar svensk träexport*. [Online].

Tillgänglig: <http://www.atl.nu/skog/terrorhot-drabbar-svensk-traexport/>. Hämtat: 2017-07-

23

Banks, J. Carson, John S. Nelson, Barry J. Nicol, David M. (2010). *Discrete-event system simulation* (5th ed., International version). Upper Saddle River, N.J. London. Pearson Education.

Beaudoin, D. LeBel, L. & Soussi, M. A. (2012). Discrete Event Simulation to Improve Log Yard Operations. *INFOR: Information Systems and Operational Research*. 2012(50).

Dogan, C. A. McClain, T. F. & Wicklund, S. A. (1997). Simulation modeling and analysis of a hardwood sawmill. *Simulation Practice and Theory* (Vols. 1–5, pp. 387–403). Houghton: Elsevier B.V.

Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod*. Lund. Studentlitteratur AB.

Eriksson-Zetterquist, U. & Ahrne, G. (2015). *Handbok i kvalitativa metoder* Stockholm. Liber AB.

Kommenterad [DB48]: Ger några exempel på felaktigheter.

Kommenterad [DB49]: Referenslistan är inte (helt) korrekt skriven, se utdrag från skrivinstruktionerna du använt: Referenshantering

Litteraturhänvisningen (mer om detta finns på Bibliotekets hemsida), referenser i texten, ska ske med efternamn på författaren och tryckår, t.ex. (Ottosson, 1997) enligt "Harvard". Finns det ingen författare, anges Anon. (anonymous). Samtliga referenser som förekommer i rapporten skall finnas i referenslistan, även Anon. och personlig kommunikation (pers. komm.). Dock bör personlig kommunikation i möjligaste mån undvikas, men kan behövas för saker under utveckling. Personlig kommunikation står separat i referenslistan efter alla referenser och anges även den med årtal (ex Alanära 2007, pers. komm.). Webhänvisningar bör undvikas eftersom det inte är varaktig information. Finns inget annat, kan två modeller tillämpas:

-Författaren är anonym

Anon. 1995. Basic site
characterisation.<http://www.vfp.slu.se/eng/basic.htm>.
Uppdaterad (eller accessed/när den hämtades) 1995-12-27.
Detta anges i texten som (Anon.1995).

-Författare är namngiven

Ottosson 1997. Grundflöden ... Uppdaterad 1997. Anges i texten som (Ottosson, 1997).

Har texten som refereras till fler än två författare skrivs i texten efter första namnet m.fl. eller et al., t ex Fransson et al. (2006). I referenslistan i slutet av rapporten skall dock samtliga författare skrivas ut! Om det är fler artiklar som behandlar samma sak, ordnas referenserna i texten i kronologisk ordning (Axelsson, 1986; Eriksson, 1990) eller Axelsson (1986) och Eriksson (1990). Vi förordar att referenslistan har följande utseende (enligt Harvard):

Vetenskaplig artikel (Journal)

Larsson, S. H., Rudolfsson, M., Nordwaeger, M., Olofsson, I. & Samuelsson, R. (2012) Effects of moisture content, torrefaction temperature, and die temperature in pilot scale pelletizing of torrefied Norway spruce. *Applied Energy*, 102, 827-832.

Bok

Myers, R. H. & Montgomery, D. C. (2002) Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments, USA, John Wiley & Sons, Inc.

Bokavsnitt

Andersson, G., Asikainen, A., Björheden, R., Hall, P. W., Hudson, J. B., Jirjis, R., Mead, D. J., Nurmi, J. & Weetman, G. F. (2002) Production of forest energy. In: Richardson, J., Björheden, R., Hakkila, P., Lowe, A. T. & Smith, C. T. (Eds.) *Bioenergy from sustainable forestry: Guiding principles and practice*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Rapport

Bernesson, S. & Nilsson, D. (2005) Halm som energikälla - Översikt av existerande kunskap. 2005:07. Institutionen för biometri och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala, Sweden.

Personlig kommunikation (mail, samtal, telefon...)

Gómez, Jamie A. Global business development manager, K-Tron, Pitman, USA. (2012). (personlig kommunikation) ...

Esping, B. (1992). *Trätorkning 1:a grunder i torkning* (1:a ed.). Stockholm: Institutet för träteknisk forskning.

Fangen, K. (2005). *Deltagande observation*. Malmö: Liber AB.

Gustafsson, B. Hermerén, G. & Pettersson, B. (2011). *God forskningssed* (Vetenskapsrådets rapportserie Nr. 1:2011). Stockholm: Vetenskapsrådet.

Gustavsson, O. (2015). *Simulering av kombinerade rundvirkestransporter och kartläggning av dess effekter på servicedimensioner* (Master thieses). Umeå. Sveriges lantbruksuniversitet.

Henriksson, L. (2015). *Simulering för optimering av produktionsplanering En simuleringsstudie gjord på Scania Ferruform AB*. Luleå. Luleå university of technology.

Iannoni, A. P. & Morabito, R. (2006). A discrete simulation analysis of a logistics supply system. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation*. Maj 2006.

Johansson, J. (2014). *Energieffektivisering av IKEA Industry i Glommersträsk* (Master thieses). Luleå. Luleå university of technology.

Jordbruksverket. (2016). *Godkännande av värmebehandling vid sågverk och träemballageföretag*. [Online]. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/handelmarknad/tratraprodukterochtraemballage/traochtraprodukter/tillstandattmarkatraellertraemballage/attfatillstand.4.1cb85c4511eca>

55276c80001852.html. Hämtat: 2017-07-01.

Kinnwall, M. Hiensoo, K. Niklasson, M. Eriksson, L. & Andréén, J. (2017). *Så går det för skogsindustrin (Nr. 2)*. Stockholm: Skogsindustrierna.

Lantz, A. (2013). *Intervjumetodik*. Lund: Studentlitteratur.

Nylinder, M. & Fryk, H. (2011). *Timmer* (1. uppl). Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Potter, T. (2004). *Wood identification & use*. Sussex. Guild of Master Craftsman Publications Ltd.

Robinson, S. (2014). *Simulation: the practice of model development and use* (2. ed). London: Palgrave Macmillan.

Skogsindustrierna. (2016). *Statistik - sågverksindustrin - Skogsindustrierna*. [Online].

Tillgänglig:

<http://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/branschstatistik/sagverksindustrin/>.

Hämtat: 2017-07-22.

Sokolowski, J. A. & Banks, C. M. (Eds.). (2009). *Principles of modeling and simulation: a multidisciplinary approach*. Hoboken NJ. Wiley.

Svenskt trä. (2003, September 1). *Torkning - TräGuiden*. [Online]. Tillgänglig:

<http://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/sagverksprocessen/sagprocessen1/torkning/>.

Hämtat: 2017-07-30.

Turner, I. W. (1996). A two-dimensional orthotropic model for simulating wood drying processes. *Applied Mathematical Modelling*. Januari 1996.

Vida AB. (2017a). *Historik - VIDA AB*. [Online]. Tillgänglig:

<https://www.vida.se/sv/vida-koncernen/om-vida/historik/>. Hämtat: 2017-07-12.

Vida AB. (2017b, a). *VIDA - Sveriges största privatägda sågverkskoncern. Det globala företaget med den lokala förankringen*. [Online]. Tillgänglig:

<https://www.vida.se/sv/vida-koncernen/om-vida/>. Hämtat: 2017-07-12.

Vida Wood AB. (2017a). *VIDA - En global leverantör av förstklassiga trävaror*. [Online].

Tillgänglig: <https://www.vida.se/sv/vida-wood/om-vida-wood/>. Hämtat: 2017-07-12.

Vida Wood AB. (2017b). *Vislanda - VIDA Wood AB*. [Online]. Tillgänglig:

<https://www.vida.se/sv/vida-wood/vidas-sagverk/vislanda/>. Hämtat: 2017-7-12.

Wahlström Bergstedt, S. & Kollberg, E. (2014, August 29). *Simulering av kötider för en alternativ trucklösning vid Holmens kombinat i Iggesund* (Kandidatuppsats). Umeå.

Sveriges lantbruksuniversitet.

Personlig kommunikation

Lagerbielke, Karl. (2017). Vida Vislanda AB. Personlig kommentar. Datum: 2017-07-02.

Klitsch, Robert. (2017). Vida Vislanda AB. Personlig kommentar. Datum: 2017-07-05.

Kommenterad [DB50]: Nummer felaktigt agivet...

Kommenterad [DB51]: Isbn nummer

Kommenterad [DB52]: Saknar tex Institution

6 Bilagor

6.1 Bilaga 1 Scenariodesign

Scenario 1: Produktionsökning till 300 000, 310 000 och 320 000 m³sv

Syfte: De senaste åren har sågverket genomgått flera produktionsförbättrande åtgärder och ökat sin produktion till nuvarande ca 290 000 m³sv. Det är troligt att produktionen kommer fortsätta öka något också framöver och därför finns det intresse av att se hur torkningen skulle påverkas av en ytterligare produktionsökning till 300 000, 310 000 och 320 000 m³sv.

Genomförande: Modellens kördes med inställningarna för grundscenariot och det enda som kommer förändras är den volym som produceras. I grundläget producerar modellen 290 000 m³sv och i detta scenario kommer den volymen ökas till ca 300 000, 310 000 och sedan till 320 000 m³sv.

Ändrade inställningar i modellen: Det kommer enbart innefatta förändringar i blocket *Create block* vilket är det som skapar enheter till modellen. Genom en statistisk analys har en fördelning för hur flödet av enheter in modellen ser ut har fördelningen Inverse Wiebull valts denna kommer användas också för detta scenario. Men intervallet för hur enheter skapas justerades något för att få en producerad volym på ca 300 000, 310 000 och 320 000 m³sv istället för grundscenariots 290 000 m³sv.

Antal upprepningar: 5 för varje ny produktionsvolym vilket innebär totalt 15 upprepningar.

Scenario: 2 Torkning för högre kvalitet

Syfte: Idag torkas mycket av virket på Vida Vislanda med korta torkprogram för att hinna med att torka den volym som sågas. En kortare torkning leder till fler deformerade virkesstycken och därmed en lägre kvalitet, genom att förlänga torktiden antas att kvaliteten förbättras och färre virkesstycken skadas.

Genomförande: Scenariot kommer enbart omfatta förändringar i torkarnas processtider vilka kommer att förlängas. Det kommer simuleras i tre steg och respektive steg kommer simuleras med 5 stycken upprepningar. I steg ett kommer samtliga torkars processtid förlängas med 5 %, i steg två med 10 % och i steg tre med 15 %.

Ändringar i simuleringsmodellen: Respektive torks processtid kommer förlängas med ovan angivna procentsatser genom att ändra inställningar för torkarnas *Delay*. I övrigt inga förändringar i modellens inställningar

Antal upprepningar: 5 stycken per steg vilket innebär totalt 15 upprepningar.

Scenario 3: Investering i en ny vandringstork.

Syfte: Ett sätt att på sikt hantera flaskhalsproblematiken med torkningen skulle kunna vara att investera i ytterligare en tork. En ny tork skulle dels kunna avlasta den befintliga torkparken och på så vis få ner kötiderna och lagernivåerna. En ny tork skulle också ge ytterligare möjligheter att torka med längre processtider och på så vis höja kvaliteten.

Genomförande: Scenariot kommer genomförs genom att ytterligare en tork läggs till i modellen efter diskussion med handledare från Vida framkom att om en ny investering skulle göras skulle det sannolikt bli en vandringstork med liknande egenskaper som tork 18. Därför kommer tork 18 egenskaper också användas för den nya torken och den kommer i huvudsak användas för att torka Produktkategori 1 och 2 efter det är där de äldsta torkarna används idag och det är där de största köerna bildas i grundscenariot.

Ändringar i simuleringsmodellen: Som ett första steg kommer det *Activity block* som representerar tork 18 att kopieras och placeras efter tork 18 i modellen. Den nya torken kommer benämnas som Kiln 19 i modellen och ha samma processtider som tork 18 och samma satsstorlek, 230 m³. Tork 19 kommer också förses med ett identiskt *Shutdown block* som tork 18 för att för att simulera slumpmässiga driftstopp, den kommer också förses med ett *Write block* för att samla upp och överföra information om utnyttjandegraden. Torken kommer kopplas ihop med lager 1 och lager 2 och sedan kommer den precis som övriga torkar kopplas vidare till de block som läser av cykeltid och slutligen kommer den ha en egen ingång i *Exit block* så den torkade volymer för tork 19 kan läsas av.

Antal upprepningar: 5 st

Scenario 4: Kombination av en ny vandringstork och förlängda processtider.

Syfte: Om man investerar i en ny tork bör processtiderna kunna förlängas något beroende på hur man använder de nya torken. I detta scenario kommer en kombination av scenario 1 och 2 göras där en ny vandringstork läggs in i modellen enligt de instruktioner som finns för scenario 2. Därefter kommer processtiderna förlängas med 10 %, 12 % och 15 %.

Genomförande: Efter scenario 2 kommer en ny vandringstork redan finnas i modellen och då behöver endast modellens processtider förlängas enligt de instruktioner som finns för scenario 1.

Ändringar i simuleringsmodellen: Respektive torks processtid kommer förlängas med ovan angivna procentsatser genom att ändra inställningar för torkarnas *delay*. I övrigt inga förändringar i modellens inställningar.

Antal upprepningar: 5 för respektive procentsats vilket innebär totalt 15 upprepningar.

Scenario 5: Mer processvärme under vinterperioden.

Syfte: En av de huvudsakliga anledningarna till att torkningen blir en flaskhals i produktionen är att det finns för lite tillgänglig processvärme under vintermånaderna. Det innebär att torktiderna måste förlängas under den perioden för att energin ska räcka till.

vilket också innebär att det byggs större lager och längre väntetider under vintern. Om man i framtiden skulle kunna tillföra mer processvärme antingen genom en ny värmepanna eller genom att köpa energi från det lokala fjärrvärmenätet skulle processtiden kunna hållas på en jämna nivå också under vintern. Det skulle i sin tur förmodligen ha en positiv effekt på lagernivåer och väntetider och därför vill vi testa detta scenario för att få en uppfattning om hur det skulle påverka systemet.

Genomförande: Simuleringen kommer utgå från grundscenariot och de enda parametrar som kommer förändras är respektive torks processtid under vinterperioden. Processtiden under vinterperioden kommer minska i 3 steg med 5 %, 10 % och 15 % och respektive minskning kommer simuleras 5 gånger.

Ändringar i simuleringsmodellen: Processtiden för vinterperioden dvs. från dag 90 till 210 i simuleringstiden kommer minska med ovan angivna procentsatser. I övrigt inga förändringar i modellens inställningar.

Antal upprepningar: 5 för respektive ny processtid totalt 15 upprepningar