



LUND UNIVERSITY

Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion (in Swedish)

Östergren, Karin; Nilsson, Carl-Henric; al., et.

2008

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Östergren, K., Nilsson, C-H., & al., E. (2008). *Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion (in Swedish)*. SIK - Svenska Livsmedelsinstitutet.

Total number of authors:

3

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

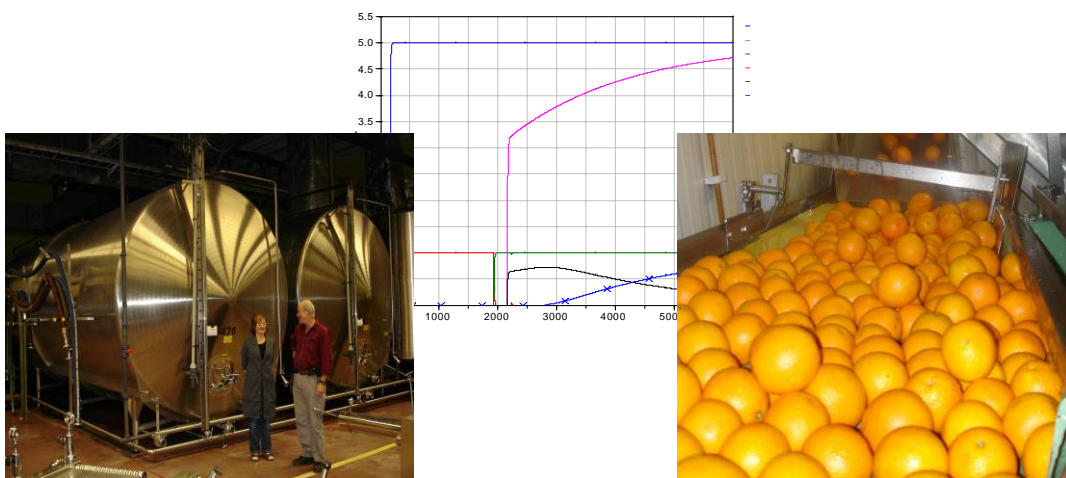
Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion



2008-04-30

SLUTRAPPORT

Projektledare: Karin Östergren, SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik



© SIK



LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektinformation

Projekt påbörjat	2005
Projektledare	Karin Östergren
Projektgrupp	Pernilla Arinder, SIK Minna Bäckman, V&S Vin&Sprit AB Petr Dejmek, Institutionen för livsmedelsteknik, LTH Göran Leufstedt, Tetra Pak Processing Systems Alexander Milanov, SIK Carl-Henric Nilsson, Technology Management Center, LU Carl-Gustav Jansson SIK Hans Janestad, SIK Charlotta Johnsson, Institutionen för reglerteknik Åsa Orsvärn, V&S Vin&Sprit AB Ulf Paulsson, Technology Management Center, LU Christina Skjöldebrand, Avd. för förpackningslogistik, LTH Tomas Skoglund, Tetra Pak Processing Systems, Ulf Tylestrand Brämhults Juice AB

Förord

Myndigheternas och konsumenterna krav på säkerhet/spårbarhet och livsmedelsindustrins allt hårdare krav på effektivitet och lönsamhet har skapat ett behov av nya typer av modeller där säkerhet och spårbarhet finns integrerade. I detta projekt utnyttjar vi spårbarhetsperspektivet för att visa på möjligheter för effektivisering av produktionen genom ett integrerat angreppssätt där teknisk och ekonomisk riskvärdering utnyttjas tillsammans med processimuleringar.

I projektet ”Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion” har SIK, Lunds tekniska högskola, Technology Management Center vid Lunds Universitet, Tetra Pak Processing Systems, V&S Vin&Sprit AB och Brämhults Juice samarbetat för att ta fram en *generell* arbetsmetodik och verktyg som kan användas för att på ett strukturerat sätt analysera ett produktionssystem med avseende på säkerhet, kvalitet och ekonomiska värderingar. Projektet startade i november 2004 och avslutades april 2008.

Projektet har finansierats av VINNOVA och de deltagande företagen.

I denna rapport sammanfattas de resultat och slutsatser som framkommit under projektiden. Resultaten redovisas med fokus på den industriella nyttan. För att ta del av de rent vetenskapliga resultaten hänvisar vi till de vetenskapliga publikationer som publicerats inom ramen för projektet.

SIK tackar alla deltagare för deras bidrag och engagemang i detta projekt.

Karin Östergren, projektledare
SIK- Institutet för Livsmedel och Bioteknik

Sammanfattning

I projektet ”Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion” har arbetet varit inriktat på hur *producenten* kan arbeta på ett proaktivt sätt med sin tillverkningsprocess utifrån ett risk- och spårbarhetsperspektiv utifrån försörjningskedjeperspektiv.

För att kunna fatta medvetenbeslut kring *risk och möjlighetsnivåer för en given produktionslinje* har ett integrerat angreppssätt använts. Genom ett tvärvetenskapligt arbete har en generell arbetsmetodik tagits fram som kan användas för att på ett strukturerat sätt analysera ett produktionssystem med avseende på säkerhet, kvalitet och ekonomiska värderingar för att kunna ta fram effektiva helhetslösningar där medvetna val av risk och spårbarhetsnivå styr besluten.

För att undvika suboptimeringar har en arbetsmetodik tagits fram där startpunkten är en analys av företagets störningsrisker i relation till hela försörjningskedjan. Risker som relaterar till produktionen identifieras och en fördjupad analys av produktionssystemet genomförs. Verktögen för den fördjupade analysen väljs utifrån problemställningen. I projektet har vi arbetat med verktyg för en strukturerad kartläggning av processutformning och spårbarhet, mikrobiologisk riskanalys, flödessimulering (statisk och dynamisk) samt ekonomisk riskvärdering. Arbetsmetodiken och verktygen har demonstrerats på två fallstudier hämtade från livsmedelsindustrin (juice tillverkning och tillverkning av lättglögg)

Grundläggande vetenskapliga frågeställningarna kring ekonomisk riskvärdering i ett försörjningskedjeperspektiv och processbaserad dynamisk simulering har bearbetats och legat till grund för två nya verktyg som utvärderats i projektet:

Modell för ekonomisk riskvärdering: DRISC-modellen (Disruption Risks In Supply Chains) är en *holistisk* och *generisk* modell för hantering av avbrottsrisker i försörjningskedjans produktflöde vilket underlättar en systematisk behandling av försörjningskedjans riskfrågor. Modellen kan användas på många olika sätt och likaså av många olika slags användare. Modellen omfattar, sett utifrån ett enskilt (fokalt) företags synvinkel i försörjningskedjan, alla produktflödesrelaterade avbrottsrisker i hela försörjningskedjan från naturresurser till levererad slutprodukt. I DRISC-modellen presenteras en delvis ny struktur för riskanalys och riskvärdering av flödesrelaterade avbrottsrisker i försörjningskedjan och hur dessa ska hanteras. Modellen betonar de integrativa riskerna i försörjningskedjorna och stimulerar den enskilda länken i kedjan (det fokala företaget/enheten) att ägna uppmärksamhet åt samt agera för hela kedjans bästa, och för att finna och implementera riskhanteringslösningar i samarbete med sina partners i försörjningskedjan samtidigt som den ser till sitt eget bästa. Modellen kan användas som ett stöd för att göra riskhanteringen holistisk, strukturerad och explicit, och kan därmed bidra till en mer effektiv hantering av avbrottsriskerna i försörjningskedjor. Med hjälp av DRISC-modellen blev det möjligt att på ett överskådligt sätt studera inverkan av enskilda förändringar utan att tappa fokus på helheten.

Dynamiska simuleringar för fuzzy traceability: Med hjälp av *dynamisk modellering* kan hänsyn tas till hur olika händelser påverkar en produkt. I modellerna har komponentmodeller för hantering av blandningszoner vid produktuppfyllnad, produktbyte och produktursköljning utnyttjats. Med hjälp av verktyget kan t.ex. de blandfaser som uppkommer vid produktbyten vi processning av flytande livsmedel simuleras För den färdiga processen kan sedan modellen

användas för att identifiera påverkad volym produkt vid selektiva tillbakadraganden. I projektet har dynamiska modeller för några typiska enhetsoperationer från de deltagande företagens processlinjer tagits fram. Konceptet "fuzzy traceability" demonstrerades i fallstudien för lättglöggstillverkning.

Vidare har en (statisk) simuleringsstrategi tagits fram för att utvärdera spårbarheten i en produktionslinje:

Statisk modellering: Med hjälp av "flowsheeting" kan en batch följas genom en produktionslinje och inverkan av olika händelser studeras. Genom att koppla sannolikhetsberäkningar av hur en risk förändras (uppstår, ökar, minskar), hur processvariabler varierar till modellen kan sannolikheten för en risk simuleras längs en produktionslinje och mängden påverkad produkt beräknas. Kopplas detta sedan till spårbarhetsinformation kan mängden återtagen produkt skattas under olika betingelser. Metoden är generisk vilket möjliggör en förhållandevis enkel implementering av nya processlinjer. I programmet simuleras produktflödet genom processen. Delningar och hopslagningar av produktströmmar/batcher loggas i programmet och kan spåras bakåt i varje processteg.

Innehållsförteckning

Projektinformation	2
Förord	3
Sammanfattning	5
Innehållsförteckning	7
1 Spårbarhet i livsmedelsindustrin en introduktion.....	9
2 Syftet med projektet	10
3 Projektupplägg	10
4 Angreppssätt.....	11
5. Arbetsmetodik för en strukturerad analys av ett produktionssystem i relation till risker och spårbarhet	12
6 Verktygslåda för processförbättringar ur ett spårbarhetsperspektiv	12
6.1 KARTLÄGGNING	12
6.2 EKONOMISK RISKVÄRDERING.....	13
6.2.1 Hantering av störningsrisker i flödeskedjor – DRISC modellen.....	14
6.2.2 Analys av störningsrisker –DOSS modellen.....	17
6.3 DYNAMISKA SIMULERINGAR AV SPÅRBARHET - FUZZY TRACEABILITY	18
6.4 FLÖDESSIMULERINGAR AV SPÅRBARHET.....	18
6.5 MIKROBIOLOGIS RISKBEDÖMNING MED HJÄLP AV PROGNOSEMIKROBIOLOGI.....	20
6.6 STYRSYSTEM	22
7 Fallstudie 1: Juice tillverkning	25
7.1 KARTLÄGGNING AV PRODUKTIONSLINJE.....	25
7.1.1 Generell beskrivning av tillverkningen 2005	25
7.1.2 Kartläggning av spårbarhet	26
7.2 IDENTIFIERING AV RISKER PÅ ETT ÖVERGRIPANDE PLAN	27
7.3 ANALYS	27
7.3.1 Mikrobiologisk riskvärdering av apelsinjuiceproduktion efter pastörisering	27
7.3.2 Brämhults ändrade störningsrisker i försörjningskedjan genom installation av en pastör	27
7.4 REKOMMENDATIONER OCH SLUTSATSER.....	28
8 Fallstudie 2: Lättglögg	29
8.1 KARTLÄGGNING AV PRODUKTIONSLINJE.....	29
8.1.1 Generell beskrivning av tillverkningen 2007	29
8.1.2 Kartläggning av spårbarhet	30
8.2 IDENTIFIERING AV RISKER PÅ ETT ÖVERGRIPANDE PLAN	30
8.3 ANALYS	31
8.3.1 Mikrobiologisk riskvärdering av lättglöggprocessen i Sundsvall	31
8.3.2 Dynamisk modellering	32
8.3.3 Analys av störningsrisker	33
8.4 REKOMMENDATIONER OCH SLUTSATSER.....	34
9 Generella slutsatser från fallstudierna	34
10. Reflektioner kring spårbarhet och framtida behov.....	35
12 Rapporter/Publikationer	36

1 Spårbarhet i livsmedelsindustrin en introduktion

Liksom de flesta branscher har livsmedelsbranschen genomgått stora förändringar under de senaste decennierna, framför allt har globalisering av både produktion och inköp ökat. För 60-70 år sedan såldes livsmedel från lokala mejerier, bagerier, slakterier. Få produkter packades eller transporterades långa vägar¹. Idag utgår vi från att vi kan köpa livsmedel överallt i världen gjorda av råvaror från hela världen och att dessa distribueras längre distanser än tidigare. Detta har lett till ett allt större avstånd mellan råvara, producent och konsument. Spridningen av livsmedel sker idag över större avstånd och avsevärt mycket snabbare än tidigare. Denna utveckling har dock tydliga baksidor, vilka bland annat bevitnats i BSE- och salmonellautbrott under 1990-talet och 2000-talet.

Fri handel av säkra livsmedel betyder mycket för den internationella marknaden och bidrar väsentligt till det välstånd som finns i den västerländska världen. Eftersom en defektfri eller säker produkt levererad i tid inte längre är en konkurrens fördel för ett företag men en grundförutsättning måste man samarbeta och koordination måste ske i försörjningskedjan². Detta gör att det i livsmedelsbranschen finns många anledningar att införa system för livsmedelssäkerhet, dessa kan vara rent ekonomiska men de kan även vara skyddandet av varumärket och ryktet.

Undersökningar visar att de flesta företag klarar den nivå som krävs från myndigheterna i enlighet med EU-förordningen medan de krav via olika standarder som exempelvis BRC och ISO 22000 som ställs från grossister på deras leverantörer är högre ställda än samhällets krav. Flera företag fokuserade till att börja med när kraven kom på spårbarhet ur ett reaktivt perspektiv med t.ex. fokus på återkallande av produkter, följa krav från myndigheter, rätta sig efter andras krav etc. På senare år börjar de olika aktörerna i försörjningskedjan allt mer att fokusera mot ett alltmer proaktivt perspektiv dvs. att se spårbarhet som en del i PR-verksamhet, att det skyddar varumärket, minskar svinn ökar kundunderlaget och därmed en faktor som kan användas för att ytterligare tjäna pengar

EU-förordningen från 2002 innebär ökade krav på livsmedels spårbarhet "från jord till bord". Det finns dock många svårigheter att överkomma innan vi har en effektiv spårbarhet i hela försörjningskedjan. Ett problem som uppstår i och med detta är det faktum att de flesta av de metoder som finns för att uppnå säkerhet i livsmedelsindustrin behandlar de kritiska punkter som kan uppstå i produktionen av livsmedel och tar inte någon större utsträckning hänsyn till alla kritiska punkter i hela försörjningskedjan. En annan aspekt är att dessa standarder fokuserar på fysiskt flöde och de risker som kan uppstå där. För spårbarheten uppstår dock kritiska punkter även i andra typer av informationsmässiga -, juridiska - och relationsmässiga gränssnitt. Det finns dock ingen tydlig definition, standard eller litteratur som behandlar kritiska punkter som uppstår i informationsflödet eller relationerna mellan olika företag².

Det finns även viss tvetydighet vad det gäller termen *kritisk punkt*. Vissa menar att de hellre ser det som kritiska sammanhang. Fysiska, informationsmässiga och relationsmässiga faktorer kan tillsammans bilda kritiska sammanhang som kan, men inte behöver, uppstå i en viss fysisk punkt.

¹ Thorén A & Vinberg B 2000, Pocket book of packaging Packforsk Kista

² Eken C & Karlsson J., 2006 "Livsmedelssäkerhet ur ett försörjningskedjeperspektiv". Examensarbete Technology Management programmet Lunds Universitet

Då produkterna i någon av de fysikaliska kritiska punkterna försämras eller blir hälsoskadlig genereras det information om vilka produkter detta gäller samt vad som skedde. Denna information läggs in i företagsystemen, varefter informationen skall kommuniceras till alla berörda enheter inom försörjningskedjan.

Det finns även en tredje och minst lika viktig aspekt av detta, den relationsmässiga aspekten. Då ett företags alla berörda funktioner/avdelningar får information om att en viss produkt har försämrad kvalitet alternativt inte är säker är det inte självklart att denna information delges de övriga aktörerna i försörjningskedjan.

Delar av problematiken kring att uppnå livsmedelssäkerhet, vilket innebär både produktsäkerhet och spårbarhet, i en livsmedelsförsörjningskedja ligger alltså i det faktum att produkterna, samt all information knuten till dessa, passerar en mängd fysiska, informationsmässiga samt juridiska gränssnitt och överlämningspunkter under deras väg genom försörjningskedjan. Vetskapen om vad som sker i dessa är begränsad och det ligger därför stor vikt i att, ur produktsäkerhets- och spårbarhetssynpunkt, studera dessa. Vidare är aktörerna inom en försörjningskedja samarbetspartners, men i en annan försörjningskedja kan de samtidigt vara konkurrenter. Detta gör deras samspel mycket komplext. Hur relationerna aktörerna emellan påverkar vilken information som utbytes, och därmed möjligheterna till spårbarhet, är relativt outforskat vilket gör detta till en ytterst intressant dimension att studera.

Sammanfattningsvis innebär detta att ingen aktör i försörjningskedjan är oberoende av den andra. För att uppnå en säker försörjningskedja måste alla aktörer i en livsmedelskedja arbeta med sin del av försörjningskedjan både ur ett företagsperspektiv såväl som ett kedjeperspektiv. I detta projekt har vi fokuserat på hur *producenten* kan arbeta på ett proaktivt sätt, med sin tillverkningsprocess utifrån ett risk- och spårbarhetsperspektiv, där återverkningarna av processförändringar även analyserats i utifrån försörjningskedjans perspektiv.

2 Syftet med projektet

Syftet med projektet har varit att ta fram en *generell* arbetsmetodik som kan användas för att på ett strukturerat sätt analysera ett produktionssystem med avseende på säkerhet, kvalitet och ekonomiska värderingar för att kunna ta fram effektiva helhetslösningar där medvetna val av risk och spårbarhetsnivå styr besluten.

De vetenskapliga frågeställningarna som projektet fokuserade kring har handlat om:

- Hur kvantitativa mikrobiologiska simuleringsmodeller kan användas för att bedöma allvarligheten och sannolikheten av olika typer av fel m.a.p. säkerhet och kvalitet
- Utveckling av en simuleringsmodell för att beräkna mängden påverkad produkt om ett fel uppkommer.
- Utveckling av ett dynamiskt simuleringsverktyg för att studera ”fuzzy traceability” och hur man kan uppnå en förbättrad precision i beräkningarna av mängden påverkad produkt i en given produktionslinje.
- Utveckling av en riskvärderingsmodell för att värdera störningsrisker i försörjningskedjan på kort och långt sikt.

3 Projektupplägg

Projektet ”Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion” har varit ett kombinerat utvecklings- och forskningsprojekt. En tvärvetenskaplig

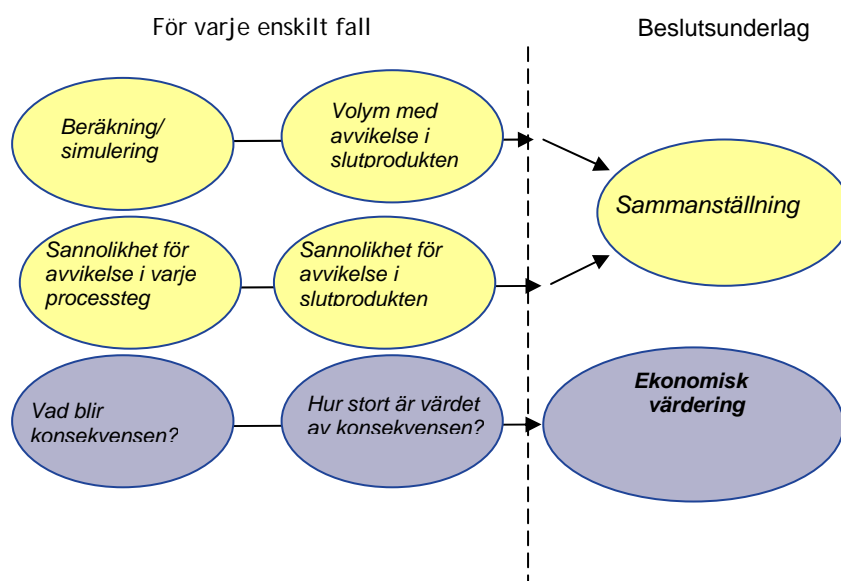
forskargrupp har i samråd med de deltagande företagen tagit fram en lämplig arbetsmetodik och verktyg för att på ett strukturerat sätt analysera ett produktionssystem med avseende på säkerhet, kvalitet och ekonomiska risker. Parallellt har forskarna också arbetat med de grundläggande vetenskapliga frågeställningarna som främst berör ekonomisk riskvärdering i ett försörjningskedjeperspektiv och en processbaserad dynamisk simuleringsmodell.

4 Angreppssätt

Med en Identitet menas minsta spårbara volymen i ett system. Storleken på en Identitet beror på processutformning och spårbarhetssystemets utformning. En vanlig Identitet kan omfatta allt från en förpackning till en årsproduktion. Många företag väljer i spårbarhetssammanhang att arbeta med en dagsproduktion vid återkallande och tillbakadraganden, men variationen är stor. I många fall har erfarenheten visat att den faktiska identiteten är väsentligen större än vad företaget är medvetna om beroende på hanteringen av ingredienser och kontinuerliga processteg där gränsen mellan olika blandfaser inte kan säkerställas.

Valet av finmaskighet i ett spårbarhetssystem styrs av risken att något går fel, de faktiska kostnaderna för ett eventuellt återtagande och förlusten av goodwill. Riskerna för att något går fel kan minskas genom processförbättringar och förändringar i uppföljningen av processen genom att identifiera TCCP (Traceability Critical Control Point). Volymen och därmed kostnaderna för återtaganden och tillbakadraganden kan minskas genom att öka finmaskigheten i spårbarhetssystemet.

För att kunna fatta medvetenbeslut kring *risk och möjlighetsnivåer för en given produktionslinje* krävs det med andra ord ett integrerat angreppssätt, vilket har varit en utgångspunkt för detta arbete. Den integrerade arbetsmetodiken beskrivs schematiskt i Figur 4.1. Beräkningar av de faktiska förhållandena och risken för avvikelser bedöms för varje processteg och sedan för hela processlinjen. Parallellt bedöms konsekvensen och värdet avvikelsen.

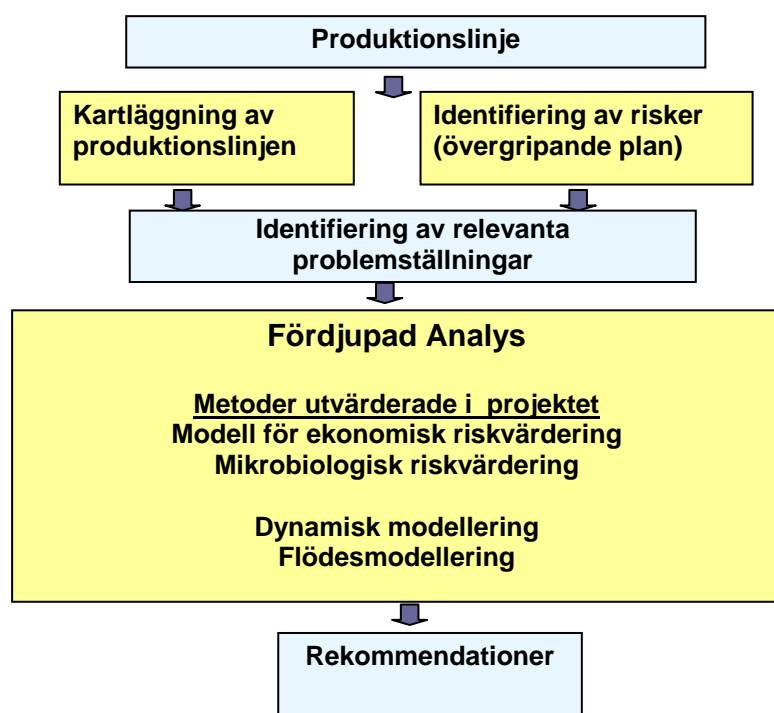


Figur 4.1. Ett integrerat angreppssätt för att bedöma risk och möjlighetsnivåer för en produktionslinje .

5. Arbetsmetodik för en strukturerad analys av ett produktionssystem i relation till risker och spårbarhet

I projektet har vi tagit fram en arbetsmetodik för en integrerad analys av ett produktionssystem i relation till risker och spårbarhet som möjliggör en detaljerad analys utan att tappa fokus på helheten genom att integrera ett riskhanteringssteg på ett övergripande plan (Figur 5.1).

För att undvika suboptimeringar identifieras således först företagets störningsrisker i relation till hela försörjningskedjan. Finns det risker som relaterar till produktionen identifieras dessa och en fördjupad analys av produktionssystemet genomförs. Verktögen för den fördjupade analysen väljs sedan utifrån problemställningen



Figur 5.1. Arbetsgång

6 Verktöglåda för processförbättringar ur ett spårbarhetsperspektiv

I detta projekt har vi utvecklat och demonstrerat ett antal olika metoder/verktyg (Figur 5.1) som kan användas för att analysera ett produktionssystem ur ett spårbarhetsperspektiv. Dessa presenteras nedan. I rapporten har även ett stycke kring de möjligheter som finns att ta hjälp av styrsystem för att förbättra spårbarheten inkluderats som komplement.

6.1 Kartläggning

En strukturerad kartläggning av processflöden och informationsflödet är en förutsättning för att kunna arbeta proaktivt med sitt spårbarhetssystem. Kartläggningen ska visa de olika processtegen, vilken information som samlas in och var den lagras. Vidare måste det klarläggas om informationen är återsökningsbar. Om den inte är återsökningsbar så kan inte informationen användas i spårbarhetssammanhang. Det kan här handla om t.ex. muntlig information, sensorer som inte är uppkopplade till något system, skriftlig information som t.ex. anger innehåll eller "klar för vidare processning" som inte bokförts i något system.

Kartläggningen har i detta projekt gjorts med hjälp av formulär kopplade till en databas i Access, vilket möjliggör en strukturerad analys av insamlad process- och spårbarhetsinformation. Metoden baserar sig på att man dels följer produkterna genom hela produktionslinjen samtidigt som man listar vilka informationssystem som berörs. Därefter identifierar man produktens identitet i varje processteg och kopplar dess information till respektive informationssystem. Metoden som i sin första version tillämpades i ett tidigare spårbarhetsprojekt³ har i här vidareutvecklats genom att addera teknisk information relevant för utveckling av process- och mikrobiologiska simuleringsmodeller (Figur 6.1). Med denna metod kan man på ett överskådligt sätt få en förståelse för produktionssystemet utifrån olika perspektiv genom att ta ut lämpliga rapporter ur systemet.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled "Huvudformulär". It contains several data entry fields and sections:

- Företagsnamn:** Brämhufts Juice AB. Post: 1 av 2.
- Produktnamn:** Färspressad juice. Beteckning: från frukt, pureer och l. Minsta spårbara enhet: En produktionsdag. Körs på linje: [empty]. Ref Nr: [empty]. Post: 1 av 1.
- Processnamn:** Pressningsprocess. Post: 1 av 1.
- Delflödesnamn:** Alla delföden. Post: 1 av 1.
- Nr: Stegnamn:** 1: Inleverans. Stegbeskrivning: Leveransen registreras i dator Leverans varje dag (6 bilar/vecka) till Brämhufts med lastbil. Efter skörd har det nu gått 2-3 veckor. Övrigt: Batch storlek: 20-25 ton / dag. Uppehållstid: < 1 tim. Temperatur: 8 - 10 grC. Övriga kommentarer om produktens information: Lot nr kan finnas via följesedel. Temp mäts på partiet direkt vid leverans på lastbil. Vid avvikelse lossas ej last utan vidare direkt. Bilnr, leverantör och datum.
- Prod inf in till steg:** Table with columns: Typ, Presentation, Informationsystem, Lagring, Informationsystem, Åtkomlighet, Informationsystem. Rows: Bil nr, Leverantör; Erix; avläses.
- Prod inf skapad i steg:** Table with columns: Typ, Presentation, Informationsystem, Lagring, Informationsystem, Åtkomlighet, Informationsystem. Rows: Art nr, Etikett; Hands Nova (); Bil / Cont nr (las); avläses.
- Prod inf ut från steg:** Table with columns: Typ, Presentation, Informationsystem, Lagring, Informationsystem, Åtkomlighet, Informationsystem. Rows: Art nr, Etikett; Erix.

Figur 6.1 Databasformulär för identifiering av processflöde med tillhörande spårbarhetsinformation.

6.2 Ekonomisk riskvärdering

Risker har såväl kortsiktiga som långsiktiga ekonomiska konsekvenser. De kortsiktiga i form av det negativa kontraktintresset är oftast enkelt att beräkna och av begränsad ekonomisk betydelse. Det positiva kontraktintresset är något svårare att beräkna och kan ses ur olika perspektiv i försörjningskedjan beroende på vilket företag som gör analysen. Konsekvenserna blir större men är för det mesta hanterbara genom försäkringar eller interna fonderingar. De långsiktiga strategiska konsekvenserna är de som är störst och också svårast att värdera. Det är dessa risker som kan stjälpa en annars ekonomiskt sund verksamhet. Studien har omfattat en analys av befintliga modeller för ekonomisk riskvärdering i försörjningskedjor och

³ Spårbarhet i Livsmedelskedjan, Slutrapport inom VINNOVAs AIS-programmet, 2002

utveckling av en grundläggande modell för såväl kortsiktiga som långsiktiga ekonomiska aspekter på risker för företag i livsmedelskedjan.

6.2.1 Hantering av störningsrisker i flödeskedjor – DRISC modellen⁴

Bakgrund

Fokus riktas allt mer mot försörjningskedjan och allt mindre mot det enskilda företaget i takt med att konkurrens mellan enskilda företag⁵ ersätts av konkurrens mellan försörjningskedjor. Det är emellertid endast det enskilda företaget som kan fatta beslut och vidta åtgärder, men dessa beslut och åtgärder måste idag ske utifrån ett kedjeperspektiv.

Med ett ökat fokus på försörjningskedjan har det blivit allt viktigare för det enskilda företaget att tillhöra en slagkraftig kedja vilken ger företaget en rimlig del av kedjans överskott. Det har därför blivit väsentligt för det enskilda företaget i försörjningskedjan att undersöka vilka konsekvenser olika design på kedjan och dess styrning har för kedjan, och för företaget, samt att aktivt stödja alternativ med hög konkurrensförmåga.

Många företag som tidigare ansåg att deras största potential för att öka sin konkurrensförmåga inte låg i att förbättra den interna effektiviteten utan i att förbättra försörjningskedjans design och integration anser nu att *de största riskerna* för företaget inte finns inom företaget själv utan *i dess beroende av kedjan*. Den slutsats som många drar är att när man hanterar frågor som har med försörjningskedjan att göra, så måste ett ökat intresse ägnas åt riskaspekterna.

Dagens moderna industrialiserade samhälle är baserat på globalisering, specialisering och massproduktion – för att bara nämna några av de aktuella trenderna. Nästan inget företag gör en hel slutprodukt längre, såvida det inte är en mycket enkel produkt. Det är ett samhälle baserat på högt integrerade flöden av råvaror, halvfabrikat och färdiga produkter. Avbrott i dessa flöden kan snabbt få allvarliga negativa konsekvenser, både för det enskilda företaget, för försörjningskedjan och för samhället. Å andra sidan är möjligheterna att hantera dessa avbrottsrisker klart större än tidigare. Men för att kunna gripa dessa möjligheter behövs kunskap om vilka riskerna är och hur de kan hanteras.

Kunskapsfronten

Erfarenhet från fallstudierna visar att det finns risker relaterade till flödet i försörjningskedjan, men riskkällorna varierar och avbrotten har mer eller mindre allvarliga konsekvenser. Sättet att hantera riskerna varierar också en hel del, liksom graden av proaktivt agerande. Den snabbt ökande betydelsen av risker som sprids och förstärks längs kedjan, s.k. integrativa risker i försörjningskedjans flöde, tycks inte ha matchats av en lika stor ökning i riskmedvetandet och definitivt inte i vidtagna riskhanteringsåtgärder och i risk management. Fokus tycks huvudsakligen vara på separata, begränsade risker, och de hanteras med traditionella riskhanteringsmetoder. Detta beteende understöds också av tendensen att dela upp riskansvaret på många olika individer och avdelningar.

Risk och *risk management* tycks vara teoretiska områden där det finns en solid kunskap inom ett antal applikationsområden. Det kan finnas klara skillnader mellan olika områden, men

⁴ Paulsson, Ulf: "On managing interruption risks in the supply chain - the DRISC model". Doctoral theses, Lund University, 2007

⁵ eller organisationer eller myndigheter eller annan relevant enhet. Endast begreppet företag kommer dock att användas här i sammanfattningen men tillämpningen är mycket bredare än så.

inom varje applikationsområde finns en konsensus om hur man definierar, identifierar, värderar och hanterar riskerna. *Risk management i organisationer* har av tradition huvudsakligen koncentrerats på individuella, separata risker och lämpliga metoder för att hantera respektive risk har utvecklats. Men ett intresse för integrativa risker och riskhantering som samordnas mellan kedjans parter har uppstått med tiden, och teorier som täcker detta har utvecklats. *Supply chain management*, vilket betonar integrationen mellan de olika leden i försörjningskedjan, är ett ganska nytt men idag väl etablerat teoretiskt område inom vilket det finns ett antal separata "kunskapsbitar" och även en kärna av etablerad teori. Inom området *supply chain risks* är det de enskilda och klart identifierbara riskerna som fortfarande står i fokus. Emellertid kan ett ökat intresse för att studera riskkonsekvenserna av den ökade integrationen i dagens samhälle, inte minst bland försörjningskedjorna, skönjas. Området *supply chain risk management*, slutligen, kan ses som ett nytt teoretiskt område under snabb utveckling med flera intressanta "öar av teorier" men ännu inte med någon gemensam, solid bas av grundläggande begrepp och modeller att stå på.

Behov av ny forskning finns inom många av de ovan nämnda områdena men vad som är speciellt framträdande i nuläget är bristen på grundläggande teoretiska begrepp och strukturer inom *supply chain risk management*. Där finns det ett klart behov av modeller som är generella och proaktiva och som med begränsade resurser kan bidra till att ta fram en bild av risksituationen i hela försörjningskedjan samt hjälpa till med att finna nya lösningar på de viktigaste riskproblemen.

DRISC-modellen

DRISC-modellen (Disruption Risks In Supply Chains) har tre viktiga teoretiska inspirationskällor; en riskdefinition av Kaplan (1997)⁶, en risk management modell från International Electrotechnical Commission (IEC 1995)⁷ och en "supply chain risk structure" modell från Peck et al. (2003)⁸. Först presenteras den övergripande strukturen för modellen och därefter utvecklas den inledande delen av modellen kallad "the framework for description and analysis". Efter det utvecklas de olika partiella modellerna för risk management-processens olika delar och slutligen binds delarna ihop till den fullständiga DRISC-modellen.

Den utvecklade DRISC-modellen omfattar, sett utifrån ett enskilt (fokalt) företags synvinkel i försörjningskedjan, alla produktflödesrelaterade avbrottsrisker i hela försörjningskedjan från naturresurser till levererad slutprodukt, och gör det möjligt att klassificera riskerna i *15 olika riskexponeringsboxar* (Figur 6.2) av vilka 3 omfattar känd resultatpåverkan och 12 förväntad resultatpåverkan.

⁶ Kaplan, Stan, "The Words of Risk Analysis". *Risk Analysis*, Vol. 17, No. 4, 1997, Page 407 – 417

⁷ IEC (International Electrotechnical Commission), 300-3-9., Dependability management - part 3: Application guide - section 9: Risk analysis of technological systems. IEC 1995.

⁸ Peck, H. et al. *Creating Resilient Supply Chains*. Cranfield University. School of Management. UK, 2003

STÖRNINGSKÄLLOR	RISKKOSTNADER, hanteringssätt och marknadsreaktioner				
	VERKLIGA KOSTNADER för förebyggande åtgärder	FÖRVÄNTADE KOSTNADER för internt hanterade störningar	FÖRVÄNTADE KOSTNADER för exporterade störningar uppströms/nedströms med hänsyn tagen till marknadsreaktioner		
			till dess att störningen upphört	på kort sikt (marknadens tålamod)	på lång sikt (marknadens förtroende)
Störningar från leverantörsledet (Inga råvaror, komponenter etc)	L1:	L2:	L3:	L4:	L5:
Störningar inom produktionen	P1:	P2:	P3:	P4:	P5:
Störningar från distributionsledet (Inga order m.m.)	D1:	D2:	D3:	D4:	D5:

Riskkostnadsnivå; Mycket låg, Låg, Medium, Hög och Mycket hög. Samt Ej bedömd.
Motiveringar till satta nivåer;

Figur 6.2. Underlag för ekonomisk riskanalys enligt DRISC-modellen

Den skapar också möjlighet att summera ihop dem till en enda siffra för resultatpåverkan. Vidare kan man med modellens hjälp lättare hitta nya och bättre sätt att hantera dessa risker. DRISC-modellen är en *holistisk* och *generisk* modell för hantering av avbrottsrisker i försörjningskedjans produktflöde vilket underlättar en systematisk behandling av försörjningskedjans riskfrågor. Modellen kan användas på många olika sätt och likaså av många olika slags användare.

DRISC-modellen positioneras gentemot ett antal andra modeller, vilka också behandlar riskfrågor relaterade till avbrott i försörjningskedjan, med hjälp av de två dimensionerna "försörjningskedjans omfattning" och "risk/möjlighet omfattning". Det visar sig att de forskningsbidrag som bäst överensstämmer med DRISC-modellen är Peck et al., Norrman & Jansson⁹, Gaudenzi¹⁰, och Kleindorfer & Saad (2005)¹¹. En närmare granskning av dessa visar att DRISC-modellen explicit inkluderar fler flödesrelaterade avbrottsrisker i hela försörjningskedjan än vad de andra modellerna gör och att DRISC-modellen presenterar en delvis ny struktur för riskanalys och riskvärdering av flödesrelaterade avbrottsrisker i försörjningskedjan och för hur dessa skall hanteras.

Testen av DRISC-modellen på fallet Brämhults visade på att modellen var av värde för att identifiera, strukturera och estimerar riskerna i försörjningskedjan och för att ge en översiktlig bild av riskexponeringen. Enkäten till risk managers bekräftade detta. Det föreföll som om respondenterna, även om de hade en del kritik t.ex. på användningen av vissa begrepp, alla var överens om att DRISC-modellen var en begriplig modell som kunde vara användbar vid olika typer av riskgenomgångar.

Sammanfattningsvis gäller att DRISC-modellen betonar de integrativa riskerna i försörjningskedjorna och stimulerar den enskilda länken i kedjan (det fokala

⁹ Norrman, A. & Jansson, U. "Ericsson's proactive supply chain risk management approach after the Albuquerque accident". *International journal of physical distribution & logistics management* Volume 34, number 5, 2004, pages 434-456.

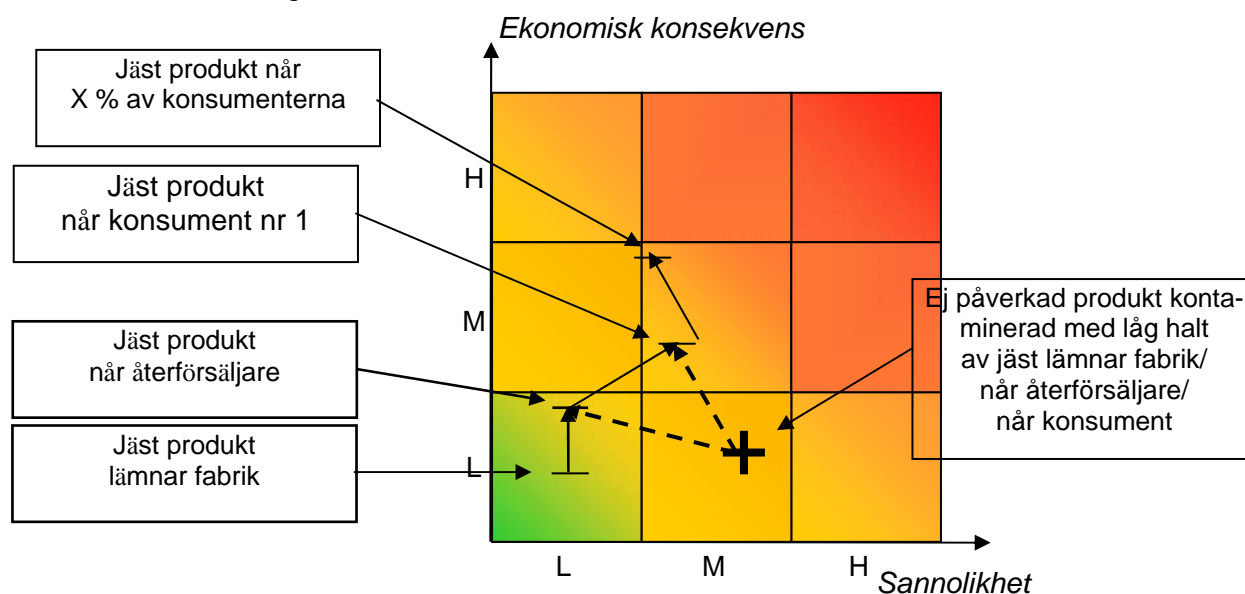
¹⁰ Gaudenzi, Barbera "Managing risks in the supply chain". PowerPoint-presentation. *ISCRiM 5th International Research Seminar on Risk and the Supply Chain*. Cambridge University, Cambridge, UK, 12–13 September, 2005.

¹¹ Kleindorfer & Saad "Managing Disruption Risks in Supply Chains". *Production and Operations Management*. Volume 14, issue 1, pp 53-68, 2005

företaget/enheten) att ägna uppmärksamhet åt samt agera för hela kedjans bästa, och för att finna och implementera riskhanteringslösningar i samarbete med sina partners i försörjningskedjan samtidigt som den ser till sitt eget bästa. Modellen kan användas som ett stöd för att göra riskhanteringen holistisk, strukturerad och explicit, och kan därmed förhoppningsvis bidra till en mer effektiv hantering av avbrottsriskerna i försörjningskedjor.

6.2.2 Analys av störningsrisker –DOSS modellen¹²

DOSS-modellen är ett annat nytt redskap som utvecklats inom projektet för att grafiskt illustrera hur risker varierar med tiden genom att för varje punkt i en riskmatris knyta ett tidsförlopp. Figur 6.3 illustrerar hur risken skulle kunna variera med tiden då en produkt som är kontaminerad med jäst lämnar en fabrik jämfört med att en redan jäst produkt lämnar samma fabrik. Ur diagrammet framgår det att sannolikheten att jäst produkt lämna fabriken är liten (pga. företagets egen kvalitetskontroll) och även om produkten skulle lämna tillverkaren är skadan i detta steg liten. Sannolikheten bedöms något större att återförsäljaren säger produkten vidare eftersom återförsäljaren inte har möjlighet att kontrollera innehållet i förpackningen, skadan är dock fortfarande liten. När den jästa produkten når första konsument ökar emellertid skadan markant, samtidigt som risken att produkten når många konsumenter minskar eftersom produkten sannolikt kommer att tas från hyllan i affären efter första reklamationen. För en produkt som innehåller jäst men ännu inte i den mängd att produkten hunnit ta skada ser analysen lite annorlunda ut i första steget då sannolikheten för att produkt lämna fabriken är högre.



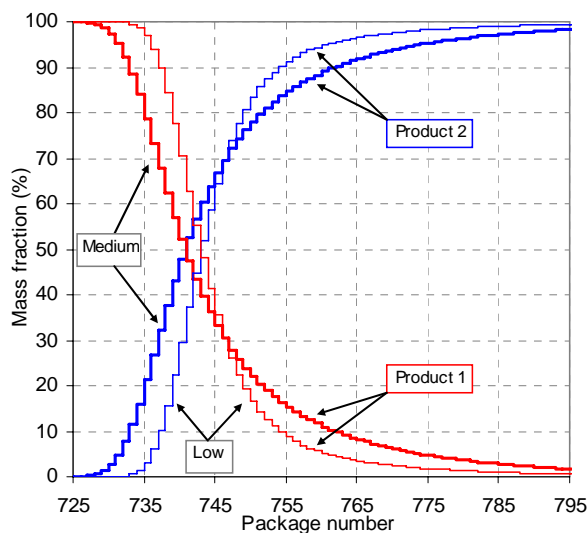
Figur 6.3. Grafisk representation av risker enligt DOSS-modellen

¹² Dagmar Ohlsson och Sofia Svensson, DOSS - Värderingsmodell för risker vid tillverkning av flytande livsmedel –en analys av interna risker och deras ekonomiska konsekvenser på produktens varumärke, Examensarbete i Technology management Nr 117:2005

6.3 Dynamiska simuleringar av spårbarhet^{13 14 15} - fuzzy traceability

Med hjälp av *dynamisk modellering* kan hänsyn tas till hur olika händelser påverkar en produkt. Inom ramen för detta projekt har dynamiska modeller för några typiska enhetsoperationer från de deltagande företagens processlinjer tagits fram. Arbetet har genomförts med hjälp av modelleringsverktyget Dymola, vilket är baserat på programspråket Modelica. I modellerna har komponentmodeller för hantering av blandningszoner vid produktuppfyllnad, produktbyte och produktursköljning utnyttjats. Med hjälp av verktyget kan t.ex. de blandfaser som uppkommer vid produktbyten vid processning av flytande livsmedel simuleras (Figur 6. 4)

Genom att bygga upp en process i en virtuellmiljö kan volymen kan mängden påverkad produkt vid ett fel i ett givet processteg utvärderas under olika betingelser, t.ex. kan processkomponenter och sättet att styra processen kan varieras under designfasen. För den färdiga processen kan sedan modellen användas för att identifiera påverkad volym produkt vid selektiva tillbakadraganden.



Figur 6.4. Simulerad blandfas av produkt 1 och produkt 2 vid två olika nivåer i ett balanskärl¹⁶

6.4 Flödessimuleringar av spårbarhet

Med hjälp av "flowsheeting" kan en batch följas genom en produktionslinje och inverkan av olika händelser studeras. Genom att koppla sannolikhetsberäkningar av hur en risk förändras (uppstår, ökar, minskar), hur process variabler varierar till modellen kan sannolikheten för en risk simuleras längs en produktionslinje och mängden påverkad produkt beräknas. Kopplas

¹³ Skoglund, T., Dejmek P., A model library for dynamic simulation of liquid food process lines. Proceedings of FOODSIM 2006, 5-12, Naples, Italy, June 15-17, Organized by EUROSIS.,.

¹⁴ Skoglund, T and Dejmek,P., Fuzzy traceability- A process simulation derived extension of the traceability concept in continuous food processing trans, IChemE, Part C, Food and Bioproducts Processing, 2006, 85(C4),354-359

¹⁵ Skoglund Tomas, "Dynamic Modelling and Simulation of Liquid Food process lines, Doctoral theses, Lund University 2007

¹⁶ Skoglund, T and Dejmek,P., Fuzzy traceability- A process simulation derived extension of the traceability concept in continuous food processing trans, IChemE, Part C, Food and Bioproducts Processing, 2006, 85(C4) 354-359

detta sedan till spårbarhetsinformation kan mängden återtagen produkt skattas under olika betingelser. Ett verktyget har här utvecklats i Simulink i kombination med Matlab. Strukturen är generisk vilket möjliggör en förhållandevis enkel implementering av nya processlinjer. Centrala egenskaper för simuleringsmodellen är:

- Tillväxten och koncentrationen av en mikroorganism samt andelen av en icke reaktiv komponent följas på tanknivå.
- Innehållet i varje tank spåras bakåt, dvs. alla tankar som innehåller delar av en given tank kan spåras
- Halten mikroorganismer i ett stickprov kan jämföras med det sanna värdet, dvs. betydelsen av storleken på stickprovet kan studeras.
- Programmet tillåter ett val mellan att tankar spärras direkt vid positiva stickprov eller att produkten processas vidare.

Överordnade inställningar	
Volym produkt vid varje simulering, Antal simuleringar (Monte Carlo), Provtagning (Alla tankar/Stickprov) Sannolikheten för förlorad spårbarhet Parametrar mikrobiologisk modell (D, Z, gränsvärde, startvärde) Kontaminering av icke reaktiv komponent (starvärde, gränsvärde) Resultatpresentation	
För varje processteg	
Processkonfiguration <ul style="list-style-type: none"> • Antal tankar/ Volym "identitet" • Uppehållstid: (statistisk funktion): • Temperatur: (statistisk funktion) • Tillgänglig tankvolym • Implementering av processteg av betydelse (filter, värmningssteg, volymförändringar kopplat till processteget) Lager etc. kopplat till processteget 	Mikrobiologisk kontamination <ul style="list-style-type: none"> • Tillväxt, avdödning eller Ingen förändring • Modellparametrar: t.ex., aw, Brix, pH (statistiska funktioner) • Koncentrationer av konserveringsmedel: (statistiska funktioner) • Mängd (antal) • Sannolikheten för kontaminering
Kontaminering av icke reaktiv komponent <ul style="list-style-type: none"> • Mängd • Sannolikheten för kontaminering 	
Utdata	
<ul style="list-style-type: none"> • Volym levererad produkt <ul style="list-style-type: none"> • Volym felaktigt utlevererad produkt till kund • Volym produkt som är korrekt stoppad innan leverans <ul style="list-style-type: none"> • Volym produkt är felaktigt stoppad p.g.a: <ul style="list-style-type: none"> - otillräcklig spårbarheten - att spårbarheten gått förlorad (hela batchen stoppas) - felaktigt tagna stickprov 	

Figur 6.5. Datahanteringen i flödesmodellen. vit= Matlab kod, grå= GUI

I modellen simuleras produktflödet genom processen. Delningar och hopslagningar av produktströmmar/batcher loggas i programmet och kan spåras bakåt i varje processteg. I programmet finns även funktioner för provtagning (provtagningsspunkt och provtagningens volym). Figur 6.5 illustrerar datahanteringen i modellen. Processkonfigurationen hanteras i Matlab, övriga inställningar i programmets GUI.

Det finns många frihetsgrader i programmet, som konfiguration av tankar, volymer och mikrobiologisk tillväxt och reduktion. Dessutom kan det finnas kontamination i varje processteg vilken beror av en antagen prevalens. Indata som temperaturer, uppehållstider och koncentrationer kan definieras som s.k. stokastiska variabler, med en given fördelning (normal, uniform eller triangulär), detta för att en verklig process skall kunna modelleras. Resultatet från simuleringen sparas i ett antal Excelfiler, där all relevant information finns. Genom att jämföra den "verkliga" volymen återkallad produkt med den sanna volymen kontaminerad produkt kan effekten av olika nivåer av spårbarhet, mikrobiologisk och provtagningsprocedur utvärderas

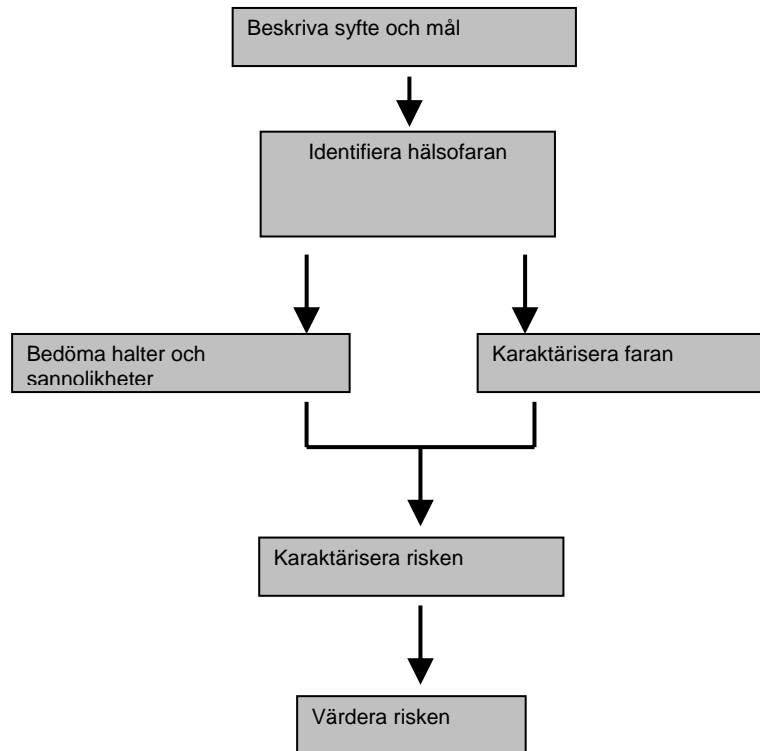
6.5 Mikrobiologisk riskbedömning med hjälp av prognosmikrobiologi

Mikrobiologisk riskbedömning är en del i mikrobiologisk riskanalys som syftar till att ta fram faktaunderlag för att kunna göra en riskhantering. Generella principer för mikrobiell riskbedömning enligt CAC/GL 30 (1999)¹⁷ är:

1. Mikrobiell riskbedömning skall basera sig på vetenskap
2. Det skall vara en funktionell åtskillnad mellan riskbedömning och riskhantering
3. Mikrobiell riskbedömning skall utföras enligt följande struktur; faroidentifiering, faro karaktärisering, exponeringsbedömning och risk karaktärisering.
4. En mikrobiologisk riskvärdering skall tydligt beskriva syftet med bedömningen, inkluderat vilken typ av bedömning som görs.
5. Den mikrobiologiska riskbedömningen skall vara transparent.
6. Sådant som kan inverka på bedömningen såsom kostnader, tidsåtgång skall identifieras och dess konsekvenser diskuteras
7. Den bedömda risken skall innehålla beskrivning av osäkerhet då detta uppstår under riskbedömningsprocessen.
8. Data skall vara sådan att osäkerhet kan bestämmas. Data och datainsamling skall vara sådan att osäkerheten i riskresultatet minimeras.
9. Mikrobiell riskbedömning skall specifikt ta hänsyn till dynamik i mikrobiell tillväxt, överlevnad och avdödning i livsmedel samt komplexiteten i interaktioner mellan människa och ämnet (mikroorganismen eller toxinet) efter konsumtion, liksom möjligheten för vidare spridning av faran.
10. Då möjlighet finns skall riskresultatet ombedömas efter hand genom att jämföras med oberoende folkhälsodata.
11. Den mikrobiella riskbedömningen behöver utvärderas regelbundet eftersom ny information blir tillgänglig

¹⁷ CAC/GL 30 (1999)

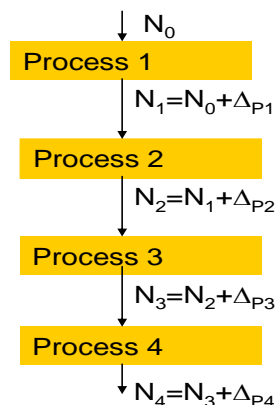
Den generella arbetsgången vid mikrobiologisk riskbedömning består av att syftet med bedömningen fastställs, faror identifieras, exponeringsbedömning där halten av faran och sannolikheten för faran bedöms och faran karaktäriseras genom att en sammanvägning av farokaraktäriseringen och exponeringsbedömningen görs (figur 6.6)



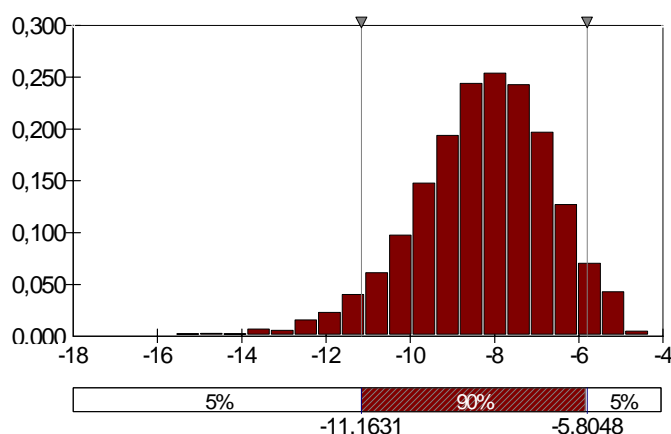
Figur 6.6. Arbetsgången vid mikrobiologisk riskanalys

Metodiken för riskvärdering är framförallt framtagen för de mikrobiologiska riskanalyser som görs av myndigheter men kan genom att modifieras även användas som bas för mikrobiologiska riskbedömningar i tillverkningskedjan. I projektet har metodiken därför modifierats för att vara inriktad på att utvärdera processens och lagringens betydelse för säkerhet och kvalitet.

Uppgiften i detta projekt var att bedöma hur bakterieantalet i slutprodukten påverkas av råvarukvalitet, produktions- och lagringsbetingelser tillsatser, salthalt, vattenaktivitet, pH och förpackning etc. För att göra denna bedömning beräknas bakterieförändringen (tillväxt, reduktion, kontamination) i varje steg i produktionen. Effekten av de enskilda processtegen räknas därefter ihop så att den ackumulerade effekten av produktionen kan bedömas (Figur 6.7). För att ta hänsyn till variationer i processparametrar såsom tid och temperatur, så beskrivs processparametrarna som sannolikhetsfunktioner i stället för som enskilda värden. Detta kan exempelvis gälla variationer under lagring i butik. Beräkningarna utförs i Excel i kombination med ett "ad in" program, @-Risk (Palisade). Sannolikhetsfördelning av bakteriehalter efter processen fås genom Monte Carlo simulering av de fördelningarna på process- och produktparametrar som används som input parametrar i beräkningarna. I Figur 6.8 illustreras hur sannolikheten för antalet bakterier i slutprodukten kan variera beroende på variationer i process och produkt. som är det intressanta och som ligger till grunden för riskbedömningen, inte medelvärdet.



Figur 6.7. Schematisk beskrivning av hur bakterieantalet beräknas längs processen. Bakterieändringen i varje steg beräknas och den ingående bakteriehalten N_{x-1} (log cfu/ml) justeras med ändringen i bakteriehalt Δ_p i det följande processteget.



Figur 6.8 Halten bakterier i produkten beror på variationer i processen och produkten. Halten som beräknats finns i produkten i detta exempel varierar mellan 1bakterie/ 10^{14} ml och 1bakterie/ 10^4 ml

6.6 Styrsystem^{18 19 20 21 22}

Den nya tekniken ger möjlighet att förbättra visibiliteten kring de faktiska processerna, vilket ger märkbara kostnadsbesparingar, genom tidiga varningar och diagnoser av processavvikelser. Denna visibilitet kan också ge vinster i den lilla världen dvs.

¹⁸ Samuelsson M& Skjöldebrand C; Spårbarhet, transparens och visibilitet - den snabba vägen mot förbättring och effektivare production från ett automationsperspektiv Livsmedelsteknik 12/03, 2003

¹⁹ Bergström och Hellqvist, 2003

²⁰ Gutman J. E., Lösning för spårbarhet och produktionsstöd för tillverkning och hantering av ost. Internrapport till Ostfrämjandet, 2003

²¹ Moe T., Perspectives on traceability in food manufacture. Trends in food science and technology 9 (1998) 211-214, 1998.

²² Örjas T. Severius A., Spårbarhet genom den svenska livsmedelskedjan. Examensarbete, avd förpackningslogistik, LTH. ISRN LUTMDN/TMFL--03/5024--SE, 2003.

rekommendationer på optimala processavvikelser. Den medför dessutom ökade möjligheter till spårbarhet i hela värdekedjan

Ett fungerande papperssystem och manuell spårning kan vara en ypperlig lösning för vissa producenter. Det kan vara hanterbart vid volymtillverkning när man har en eller kanske ett par produkter, men det fungerar inte vid flexibilitetstillverkning. Här exploderar informationsflödet till oöversiktliga ohanterliga proportioner, som omöjliggör snabba översikter och analyser för en smart begränsning vid ett återkallande. SLV säger i sina rekommendationer att informationen bör lämnas i skriftlig form och företrädesvis i elektronisk form. Det är dock viktigt att poängtera att spårbarhetsarbetet kan hanteras på ett tillfredsställande sätt utan att använda IT-system. Här är storleken på företaget naturligtvis av avgörande betydelse om ett IT-system är nödvändigt eller ej. En stor nackdel med avsaknaden av IT-system är att det tar mer tid i anspråk då produkter ska spåras. System baserade på processerna rekommenderas eftersom detta skapar en plattform som fungerar för framtiden.

Krav man kan ställa på systemet är att:

- Det skall vara en lokalt anpassad plattform, dvs. systemet skall stämma överens med hur verkligheten fungerar
- Det skall ge stöd åt operatörerna, dvs. nödvändig information för att fatta beslut skall skickas med
- Det skall ge verktyg åt operatörerna, tvingande rutiner där det behövs och loggning av de beslut som fattats där det behövs.
- Informationen skall vara nåbar och sökbar, även i ett senare skede, och presenteras på ett lättförståeligt sätt.
- Man skall kunna spåra både produkterna och aktiviteterna. Dessa är ett antal kärnenheter som beskrivs med typ, samt en mängd, tid eller tidpunkt.
- Antalet kärnenheter som registreras i det interna systemet måste inte vara det samma som registreras i kedjespårbarhetssystemet.

En del av de problem/möjligheter som finns för att koppla ihop med/ använda andra, ofta befintliga, system för att lösa spårbarhetskontrollen är:

- *Affärssystemen* kan inte kan arbeta med en kontinuerlig produktion. De kan inte heller registrera on-line, allt måste registreras senare och det kan således inte fungera som ett aktivt verksamhetsstöd. Om syftet med spårbarheten bara är att veta varifrån och vart, med ett par få mätvärden, kan införande av lotsystem i den kontinuerliga produktionen troligen lösa dessa bekymmer och affärssystemet utnyttjas. Vid analys av många parametrar och kontinuerliga mätningar i realtid kommer spårbarheten däremot troligen att bli mycket besvärlig att lösa med ett affärssystem.
- *Lagsystemen* har idag en central betydelse när det gäller att hantera rutiner för provtagning, genomföra tester och dokumentera resultat. En stor del av verksamhetens kvalitetsarbete ex HACCP kan idag endast knytas till Labbsystemet och i många fall har man, ofta i brist på annat stöd, använt Labbsystemet för att registrera produktionsinformation och t ex svara för att sätta identiteter etc. En generell produktionsplattform behöver kunna samordnas med labbsystemet t ex för att dela information och för att rutiner t ex spårning – frisläppning enkelt skall kunna ske.

- *Olika system arbetar i olika tidsperspektiv.* Realtidsprocesser på millisekundnivå vid kontinuerlig processövervakning och på mycket längre tidsbasis för exempelvis lagersaldon.
- De specifika önskemålen från ett eller flera steg i produktionskedjan ställer kraven, eller begränsningarna, för *informationsmängden* som skall finnas i kedjespårbarheten

Inom olika företag finns flera olika styrsystem parallellt på fyra olika nivåer:

1. Den direkta styrningen av en del i utrustningen, PLC nivån.
2. Styrparametrar för olika processlinjer.
3. Produktionssystem för anläggningen
4. Affärssystem

Flera olika system finns på samma nivå, speciellt på olika ställen i kedjan. Utöver dessa system används program för att hantera styr- och reglertekniska funktioner. Dessa olika system är inte sammankopplade. Målet för företag är att kunna koppla samman systemen till en enhet för att erhålla en helhetssyn på sin produktion och sina varuflöden. De företag som redan har integrerat IT-systemen med varandra poängterar vikten av att dessa är kompatibla med varandra. Ett direkt krav har varit att kunna påverka mjukvaran för olika processer och områden.

Olika företag som säljer utrustning till livsmedelsproducerande företag har olika strategier. Antingen att koppla ihop alla de system som finns, med adapter, till ett spårbarhetssystem, eller att man skall införa ett stort övergripande system för allt. Var man anser att kompetensen om systemet skall finnas varierar också. Antingen ska den byggas upp och finnas hos det nyttjande företaget för att de enkelt skall kunna modifiera systemet vid utbyggnad, eller ska all kompetens finnas hos säljande företag och att det nyttjande köper in tjänsterna vid behov. Man har här sett till helhetsbehovet, och vill sälja ett helhetskoncept, med genomgång av fabriken, rördragningar, utrustning etc. och kostnaden för själva spårbarhetsprogrammet är endast en liten del av hela kostnaden för paketet. Undersökningar har dock visat att företagen inte visar något intresse av att byta datasystem, eller skaffa sig ett pga. den nya förordningen.

7 Fallstudie 1: Juice tillverkning

Brämhults Juice AB producerar nypressad juice för den skandinaviska marknaden²³. Den nypressade och obehandlade juicen är smakrik men har också begränsad hållbarhet och måste hanteras med speciell omsorg genom hela kedjan. Inte enbart kommer kvaliteten på produkten att påverkas negativt om juicen inte hanteras rätt utan där finns även kontamineringsrisker som innebär att människor faktiskt kan bli sjuka, även om risken är väldigt liten. För att reducera risken för att leverera juice som inte uppfyller kvalitetskraven installerade Brämhults under våren 2005 en pastör för att värmebehandla juicen. I denna studie har vi utvärderat hur denna förändring förändrade riskbilden och om det finns behov att förändra spårbarhetssystemet.

Projektet inleddes med en kartläggning av processen, processutformning, kapaciteter, flöden och spårbarhetssystem kartlades i detalj liksom produktionslinjen. Morotsjuicen som produceras i en separat processlinje har inte inkluderat i studien. För den mikrobiologiska analysen valdes apelsinjuice. Arbetet avslutades med en workshop på Brämhult där brownboardtekniken²⁴ användes för att utifrån deltagarnas frågeställningar diskutera projektresultaten i relation till det nu pågående arbetet. Deltagarna från Brämhults Juice representerades av en mix av personal för att täcka in produktion, kvalitet och miljö, logistik och ekonomi.

7.1 Kartläggning av produktionslinje

Brämhults Juice AB var 2005 ett svenskt företag som producerar nypressad juice för den skandinaviska marknaden²⁵. Den nypressade och obehandlade juicen är smakrik men har också begränsad hållbarhet och måste hanteras med speciell omsorg genom hela kedjan. Inte enbart kommer kvaliteten på produkten att påverkas negativt om juicen inte hanteras rätt utan där finns även kontamineringsrisker som innebär att människor faktiskt kan bli sjuka, även om risken är väldigt liten. För att reducera risken för att leverera juice som inte uppfyller kvalitetskraven installerade Brämhults under våren 2005 en pastör för att värmebehandla juicen. I denna studie har vi utvärderat hur denna förändring förändrade riskbilden och om det finns behov att förändra spårbarhetssystemet.

7.1.1 Generell beskrivning av tillverkningen 2005

År 2005 var Brämhults Juice AB:s omsättning 170 miljoner SEK och företaget hade 100 anställda, merparten av de anställda arbetade inom sälj och distribution.

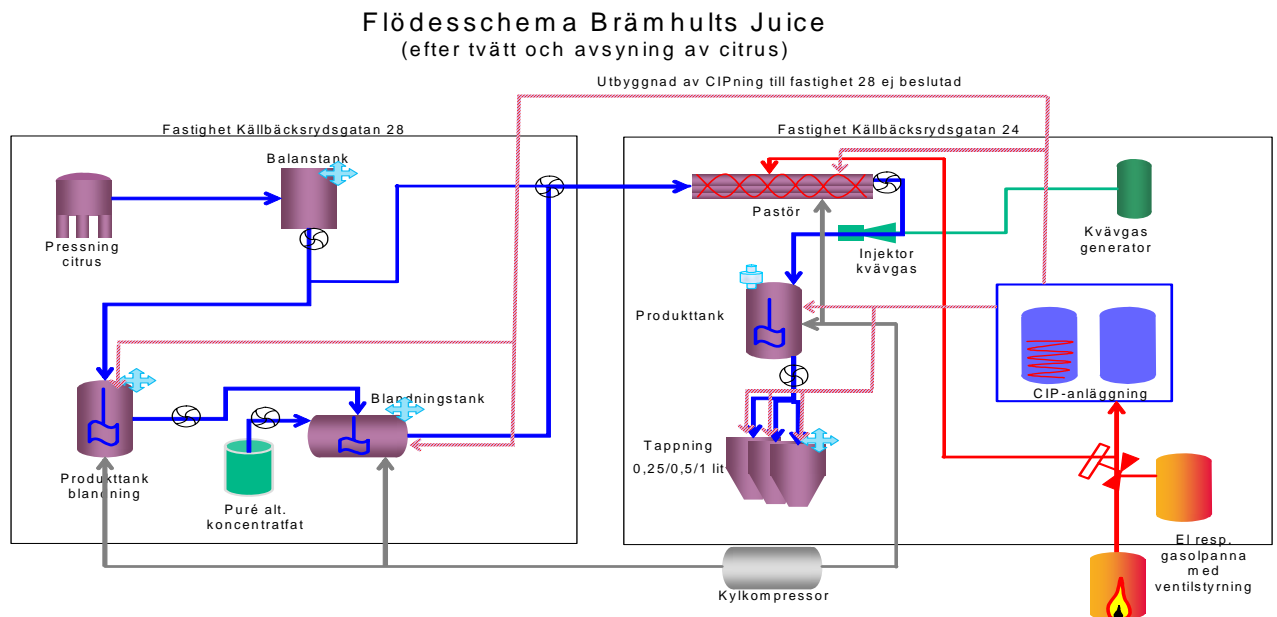
Typisk produceras runt 15 olika juicer/dag i kvantiteter mellan ca 500- 12000 liter. Företaget pressar all citrusjuice/citrusbas. Tillverkningsprocessen kan beskrivas utifrån följande processteg: Inleverans, råvarulager, hämtning, avsyning, tvättning, pressning, uppsamling av

²³ 2007 köptes företaget av Eckes-Granini

²⁴ Lindh H, Skjöldebrand C & Olsson C Brown Board a tool towards improved traceability in the Food Chain Approved for publication in NOFOMA proceedings (Nordic Logistics Research Network) Conference in Helsinki June 2008

²⁵ 2007 köptes företaget av Eckes-Granini

juicen, mellanlagring, blandning, pastörisering (fr.o.m. våren 2005), mellanlagring, tappning och etikettering samt plocklager för utleverans. Ett förenklat processchema visas i Figur 5.1.



Figur 7.1. Juice processen

7.1.2 Kartläggning av spårbarhet

Anläggningen i Borås får dagligen inleverans, via containerlastbilar, av apelsiner packade i trä-bins. Brämhults Juice produktion kan förenklat sammanfattas i 16 processteg. Man har få huvudråvaror som man processar, inte heller många tillsatsråvaror samt ett relativt begränsat antal slutprodukter och endast 4 typer av förpackningsstorlekar. För juiceproduktionen visar kartläggningen att det finns 15 informationssystem som berörs av spårbarheten. Med informationssystem avses här både manuella rapporter som datorbaserade system. Minsta spårbara enhet är en produktionsdag pga. av att företaget endast märker sina produkter med bäst före datum på sina förpackningar. Dock gäller för den externa spårbarheten att deras inkommande råvarupartier som får *Parti nr identitet* vid leverans, inte går att skiljas ut annat än för hela partiet. Detta kan användas under flera dagar i en vecka beroende på produktionsplaneringen och ordergången.

Den interna spårbarheten har svagheter bl.a. i blandningssteget. Av alla 15 blandningstankar är det endast blandningsoperatören som vet vilken blandningsorder som finns i respektive tank. Dock för man in i blandningsrapporten partinummer för respektive tillsatsråvara som säkerställer spårbarheten här. På liknande sätt så är det pastöroperatören som har ansvar och kontroll så att alla produktankar är fyllda. Detta gör han genom att ringa till blandningen och be dessa pumpa ner viss mängd produkt. Dock registreras partinummer på blandningsrapporten. Risken för felaktig eller förlorad identitet finns också vid steget för tappning och etikettering. Här märks fyllda flaskor med bästföredag. Det är fullt möjligt att mata in fel datum samt att ladda förpackningsmaskinen med fel etikett.

Med några enkla åtgärder kan man säkerställa att man kopplar ihop leverantörens Lot nummer med sitt eget partinummer i samband med inleverans.

7.2 Identifiering av risker på ett övergripande plan²⁶

DRISC (Disruption Risks In Supply Chains) modellen användes för att strukturera, värdera och hantera risker relaterade till störningar och avbrott i försörjningskedjan för att skapa en mer övergripande riskbild. Utöver de mikrobiologiska riskerna som ju redan var identifierade så existerar även andra slag av flödesrelaterade risker som t.ex. "singel sourced" förpackningar i form av en unik flaska.

7.3 Analys

7.3.1 Mikrobiologisk riskvärdering av apelsinjuiceproduktion efter pastörisering

Opastöriserad juice innebär en risk för tillväxt av jäst och VTEC/*E. coli* O157 som är betydande enligt analysen ovan. Denna mikrobiologiska riskvärderingen är gjord utifrån att ett pastöriseringssteg förekommer i processen.

En fungerande pastörisering i processen med temperatur 74-78°C gör att sannolikheten för VTEC/*E. coli* O157 och *Z. bailii* i produkten är låg. Om temperaturen i pastöriseringen inte når upp till 74-78°C ökar risken för förekomst av främst *Z. bailii* vars ascosporer tål värme relativt bra.

Mikroorganismer kan kontaminera produkten efter pastöriseringen och i de flaskor som kontamineras med *Z. bailii* kommer *Z. bailii* också att kunna tillväxa till halter som ger upphov till produktförstöring. Störst tillväxt sker under tiden i butik och i hemmen varför det är svårt för producenten att minska sannolikheten för förskämning. VTEC/*E. coli* O157 som finns i produkten efter pastörisering och eventuell kontamination kan inte tillväxa utan reduceras under lagringstiden. Producentens möjlighet att påverka säkerheten och kvaliteten på produkten är att minimera sannolikheten för att mikroorganismer hamnar i produkten efter pastöriseringen.

Storleken på en batch i olika delar av produktionen har betydelse för kostnader och möjlighet för återkallelse om något går fel i processen. Batchvolymen är viktig i jämförelse med den mikrobiologiska risk som den är kopplad till. En stor batch som inte värmebehandlas tillräckligt i pastöriseringssteget eller som kontamineras efter pastöriseringen leder till att en stor mängd produkter kan få låg kvalitet och behöva återkallas

7.3.2 Brämhults ändrade störningsrisker i försörjningskedjan genom installation av en pastör²⁷

Utöver att juicen påverkas negativt om juicen inte hanteras rätt finns även kontamineringsrisker som innebär att människor faktiskt kan bli sjuka, även om risken är väldigt liten. För att reducera risken för otjänlig juice installerade Brämhults som tidigare nämnts en pastör i produktionsprocessen. En intressant fråga är hur denna påverkade riskerna i försörjningskedjan.

²⁶ Paulsson, Ulf & Nilsson, Carl-Henric: "Changed Supply Chain Disruption Risks through Installation of a Pasteurizer – the case of Brämhults Juice AB". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1016/2008

²⁷ Paulsson, Ulf & Nilsson, Carl-Henric: "Changed Supply Chain Disruption Risks through Installation of a Pasteurizer – the case of Brämhults Juice AB". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1016/2008

För att utvärdera riskerna i försörjningskedjan användes även här DRISC modellen före och efter installationen av pastören för att kunna se effekterna på ”riskbilden”.

DISRUPTION SOURCE:	Known NRI from preventive measures	Expected OUTCOME structured after way of risk-handling:			
		Expected RI from internally handled disruptions	Expected RI from passed on disruptions upstream/downstream with inclusion of market reaction and considering time dimension		
			until back to a stable flow	in the short run (market patience)	in the long run (market confidence)
Initiating event within supply side	S1: Medium (Low)	S2: Very low	S3: Low (Medium)	S4: Medium (High)	S5: Medium (Very high)
Initiating event within focal unit	P1: Medium (Very low)	P2: Very low	P3: Low	P4: Low (Medium)	P5: Medium (High)
Initiating event within demand side	D1: Very low (Low)	D2: Very low	D3: Low (Medium)	D4: Medium (High)	D5: Medium (Very high)
		Total expected RI from internally handled	Total expected RI from passed on; Until back to a stable flow	Total expected RI from passed on; In the short run	Total expected RI from passed on; In the long run
	TOTAL KNOWN NRI	TOTAL EXPECTED NRI			

Abbreviations: S = from supply side, P = from production, D = from demand side, RI = risk impact, NRI = negative risk impact

Risk exposure levels: Very low, Low, Medium, High, Very high and Not estimated.

Figur 7.2. Riskvärdering medhjälp av DRISC modellen av situationen före installation av pastör (inom parantes) och efter installation av pastor

Analysen (Figur 7.2) visade att det blev en ökning för två av de tre rutorna med “känd resultatpåverkan” och en minskning i den tredje. Det blev också en minskning i 8 av rutorna med “förväntad resultatpåverkan” medan de återstående 4 förblev oförändrade. Speciellt intressant är att riskerna kopplade till marknadens förtroende vilka tidigare var satta till höga eller mycket höga nu alla tre var medium. Det har även varit en förändring mot mer känd resultatpåverkan och mindre förväntad resultatpåverkan.

Investeringen i pastören var cirka 2 miljoner SEK och det var en begränsad ökning av de årliga driftskostnaderna med 800.000 SEK. Eftersom kostnaderna för retur och återtaganden orsakad av juice med kvalitetsbrister, vilka före pastören låg på cirka 6 miljoner SEK årligen, föll med ungefär 90 % så hade investeringen en pay-back tid på cirka 5 månader. Men pastören förlängde även hållbarheten från 10 till 18 dagar vilket möjliggjorde för Brämhults att gå över från direktdistribution med företagets egna chaufförer och distributionsbilar till alla de olika butikerna till att transportera till ett begränsat antal DCs (distributionscentraler) ägda av olika livsmedelskedjor. Om vi delar upp investeringskostnaden för pastören med hälften på riskhantering och hälften på distribution så får vi en pay-back tid beträffande riskhanteringen på endast mellan 2 och 3 månader vilket visar att det var en mycket lönsam investering. Inkluderat i kostnaderna för retur och återtaganden är vidare endast de direkta, omedelbara kostnaderna. Om även de negativa effekterna av störningar på framtida försäljning beaktas så kommer pay-back tiden att bli ännu kortare.

7.4 Rekommendationer och slutsatser

I detta fall hade företaget redan gjort ett aktivt val och genomfört en betydande processförändring för att kunna producera säkrare. Analysen i projektet bekräftar här riktigheten i beslutet.

Genom att pastörisera juicen har man fått en kvalitetshöjning och en markant nedgång av reklamationer gällande produktkvalitén. När det gäller spårbarheten har man därför i detta

läge valt att behålla finmaskigheten i spårbarhetssystemet på den tidigare nivån dvs. en dagsproduktion samtidigt som man ser över de svagheter som identifierats vid kartläggningen av spårbarhetssystemet.

De analyser som gjorts har dessutom bidragit till en djupare förståelse för den mikrobiologiska riskbilden liksom de risker som finns kopplat till försörjningskedjan.

8 Fallstudie 2: Lättglögg^{28 29}

V&S Sundsvall (en del av V&S Vin & Sprit AB) är ett svenskt företag som producerar olika alkoholhaltiga drycker huvudsakligen för den svenska marknaden. Att vi valde att fokusera på Blossa lättglöggslinjen beror på att lättglöggsprocessen är mer komplex pga. av avalkoholiseringssteget samt att den låga alkoholhalten ställer höga hygieniska krav på produktionsprocessen. Slutligen så tillhör lättglöggen en produktfamilj med ett starkt varumärke.

Projektet inleddes med en detaljerad kartläggning av spårbarhetssystemet, processutformning (utrustning, kapaciteter, flöden etc.). Den ekonomiska riskvärderingen genomfördes parallellt. En avslutande workshop planerades men pga. av omstruktureringen i företagen³⁰ så har det inte varit möjligt att samla den arbetsgrupp med representativa kompetenser som krävs. En workshop kommer förhoppningsvis att kunna genomföras som en separat aktivitet efter det formella projektavslutet.

8.1 Kartläggning av produktionslinje

8.1.1 Generell beskrivning av tillverkningen 2007

På grund av de högt ställda hygieniska kraven försöker man produktionsmässigt att skilja ut lättglöggsproduktionen från övrig produktion för att minska risken för kontamination. De viktigaste ingredienserna i glöggen är basvin (som avalkoholiseras på plats), starkvin och glöggsprit (som vidareförädlas på plats till kryddvin innan den används i glöggsproduktionen). Alkohol tillförs endast via glöggspriten. Vinerna till glöggen måste komma från länder som tillhör EU, i annat fall får glöggen inte definieras som vinglögg och/eller starkvinsglögg. Basvinet hämtas ifrån bl.a. Spanien. För den röda glöggen krävs vin från röda druvor och för den vita glöggen från vita druvor. Glöggspriten kan sägas utgöra basen i alla Blossa-produkterna. Glöggspriten tillverkas i anläggningen i Åhus där kryddorna först extraheras i sprit, vilket tar ca en månad och därefter lagras därefter 1-2 månader. Resultatet blir glöggsprit som sänds till Sundsvall. I Sundsvall blandas glöggspriten med vin och lagras i ytterligare 10 veckor, resultatet blir kryddvin (glöggvin).

Tidigare producerades Blossa lättglögg året runt men nu endast under perioden maj till november vilket innebär att det nu finns mindre tidsmässiga marginaler som kan fånga upp

²⁸ Paulsson, Ulf & Nilsson, Carl-Henric: "Potential Risk Handling Alternatives for Supply Chain Disruptions in Liquid Food Production – the case of V&S Vin & Sprit AB, the Sundsvall site". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1015/2008.

²⁹ Arinder, Pernilla och Milanov, Alexander; Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion Delprojekt 5 riskvärdering - lättglögg, Internrapport, Augusti 2007

³⁰ Produktionen i Sundsvall kommer under 2008 att läggas ned. Tillverkningen av glögg flyttas till Svendborg i Danmark.

ev. störningar. Det innebär också att ett betydande lager av glögg måste skapas för att kunna matcha den korta, intensiva efterfrågeperioden.

Processtegen vid tillverkning av lättglögg framgår ur Figur 8.1. Framkörningen av lättglögg tar 5 dagar per tillverkningsstillfälle pga. den begränsade kapaciteten i avalkoholiseringssteget. Buteljeringen av samma volym tar 2 dagar.

Process steg	Beskrivning
Basvin, inleverans	Flexi bag: 24 000 l
Fyllning	
Lagringstank	Tankvolym: 24 000 l och 12000l
Egalisering	Basvinet ”ställs” smakmässigt för att få den rätta karaktären (1-2 veckor) Tankvolym: 100 000 l
Mellan lagringscistern	Tankvolym: 12 000 l
Destillationskolonn	Avalkoholisering till 0,1-0,2% alkoholhalt
Bufferttank	Tankvolym: 6 000 l
Blandningstank	Glöggen tillblandas Tankvolym: 12 000l
Crossflowfilter	
Lagring	Tankvolym: 12 000 l
Hygienfilter	
Produkttank, kylager	Tankvolym: 24 000 l
Tappning	Unika flaskor används (750 ml)
Lagring	

Figur 8.1. Tillverkning av lättglögg

8.1.2 Kartläggning av spårbarhet

Vid tillverkning av lättglögg är den minsta spårbara enheten en förpackningsdag. Produkten märks med datum och klockslag vid tappning. Via produktionsdagen går det sedan att spåra bakåt vilka lotter av komponenter som ingått i tappningen. Det interna spårbarhetssystemets svagheter ligger framförallt i hanteringen av ingredienserna. I många fall används en ingrediens (ett lotnummer) under lång tid, t.ex. skulle ett allvarligt kvalitetsfel i glöggspriten i innebära mycket stora och kostsamma återkallanden.

8.2 Identifiering av risker på ett övergripande plan³¹

Företaget har på senare tid ägnat ökat intresse åt frågor gällande avbrottsrisker i försörjningskedjor DRISC modellen användes för strukturering, värdering och hantering av risker relaterade till störningar och avbrott i försörjningskedjan. På V&S Sundsvall tillämpades först delmodellen för riskanalys vilket resulterande i en riskbild (Figur 8.2) som avslöjade ett par riskrutor med en hög risknivå och identifierade även ett par enskilda hot.

³¹ Paulsson, Ulf & Nilsson, Carl-Henric: "Potential Risk Handling Alternatives for Supply Chain Disruptions in Liquid Food Production – the case of V&S Vin & Sprit AB, the Sundsvall site". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1015/2008.

Den största enskilda risken för lättglöggproduktionen är troligtvis *kontaminering*. Man kan tvingas att kassera stora partier av lättglöggen. Speciellt allvarligt kan det bli om felet inte upptäcks vid slutkontrollen utan produkten når konsumenten. Förutom återkallandekostnader kan t.ex. kan en jäst glögg ge betydande bad-will effekter.

Även *glöggsprit*/*glöggvinet* är kritiskt på grund av de långa ledtiderna i kombination med endast ett lagringsställe under mognadsprocessen samt det faktum att glöggvinet utgör basen i lättglöggen.

Kolonnen är kritisk eftersom det bara finns en kolonn och att denna har en begränsad kapacitet.

Slutligen får *anläggningen i stort* också sägas vara kritisk eftersom de olika delarna är sammanbyggda till en enda stor byggnad och då man lagrar och hanterar brandfarliga vätskor (96 %-ig finsprit) i stora kvantiteter.

Blossa lättglögg

DISRUPTION SOURCES:	RISK COSTS, ways of handling and time dimension:				
	KNOWN RISK COSTS for preventive measures	EXPECTED RISK COSTS for internally handled disruptions	EXPECTED RISK COSTS for exported disruptions upstream/downstream with consideration of market reaction		
			until the disruption ends	in the short run (market patience)	in the long run (market confidence)
Disruptions from supply side (no components, raw material or similar)	Medium	Low	Low	Low	Low
Disruptions from within production (production break-down)	Low	Low	Medium	High	Very high
Disruptions from demand side (no orders)	Very low	Very low	Very low	Very low	Very low

Risk cost levels: Very low, Low, Medium, High, Very high and Not estimated.

Figurs 8.2. Riskbild för Blossa lättglögg utifrån DRISC modellen

8.3 Analys

8.3.1 Mikrobiologisk riskvärdering av lättglöggprocessen i Sundsvall³²

En mikrobiologisk riskbedömning avseende *Z. bailii* i lättglöggproduktionen har gjorts. Denna visar att *Z. bailii* kan tillväxa i produkten under processen före tillsats av konserveringsmedel. Även efter tillsats av konserveringsmedel kan tillväxt ske men det är låg sannolikhet för detta. För att minimera sannolikheten för kontaminerade produkter och tillväxt i dessa är det viktigt att:

³² Arinder, Pernilla, Milanov, Alexander; Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion- Delprojekt 5 riskvärdering - lättglögg , Internrapport, Augusti 2007-

- Råvaran innehåller så lite *Z. bailii* som möjligt annars kan tillväxt ske innan konserveringsmedel tillsätts.
- Kontamination under processen med *Z. bailii* minimeras
- Konserveringsmedel tillsätts för att minska sannolikheten för att tillväxt skall kunna ske.
- Filtren fungerar så att antalet *Z. bailii* som kontaminerat produkten och sedan tillväxt reduceras.
- Temperaturen i processen hålls så låg som möjligt för att minska tillväxthastigheten av jäst .

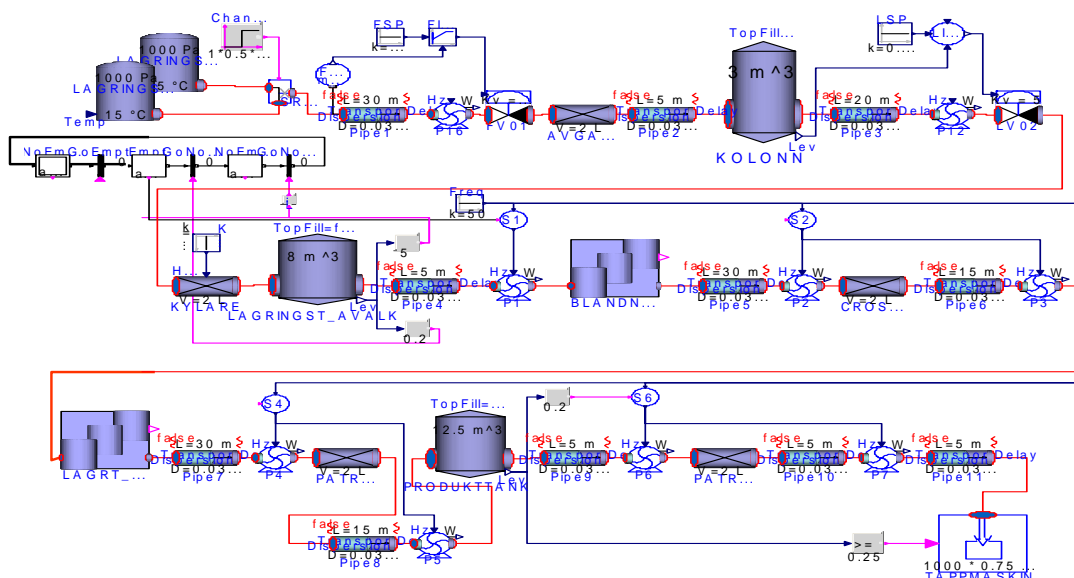
Genom att varmfylla produkten sker ingen minskning i antalet *Z. bailii* som redan finns i produkten, dock minskas troligen kontaminationen under tappning.

Den metodik som använts för beräkning av halter av *Z. bailii* och andel kontaminerade produkter kan användas vid framtagning av nya produkter/processer eller om processen/produkten skall modifieras.

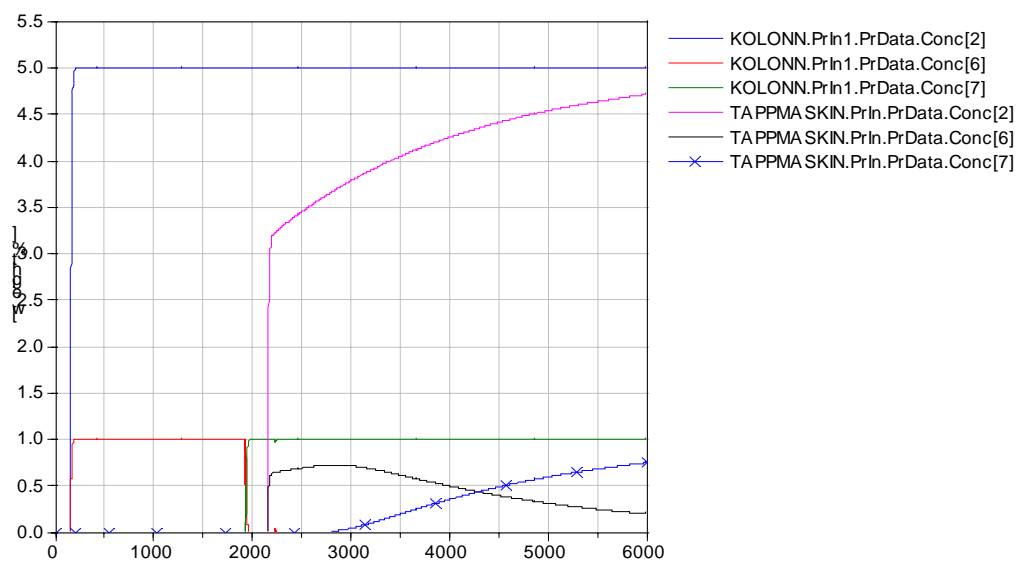
8.3.2 Dynamisk modellering

Baserat på flödesschema på komponentnivå byggdes en virtuell modell av lättglöggsproduktionen (Figur 8.3). Blandningen av två komponenter unika för lagringstank A respektive lagringstank B efter ett tankbyte simulerades. Lagringstank A innehåller således komponent 2 och 6 och lagringstank B innehåller komponent 2 och 7 enligt Figur 8.4. Relationerna mellan de tre komponenterna efter buteljering visas i Figur 8.4 och Figur 8.5. Simuleringarna visar att dispersionen (omblandningen) systemet är mycket stor och att det kommer att finnas spår av innehållet från lagringstank B redan efter 500 buteljer vid förpackning av lagringstank A (Figur 8.5). Detta innebär ur ett spårbarhetsperspektiv att ett fel i en lagringstank kommer att påverka större delen av den föregående batchen och även efterföljande batch.

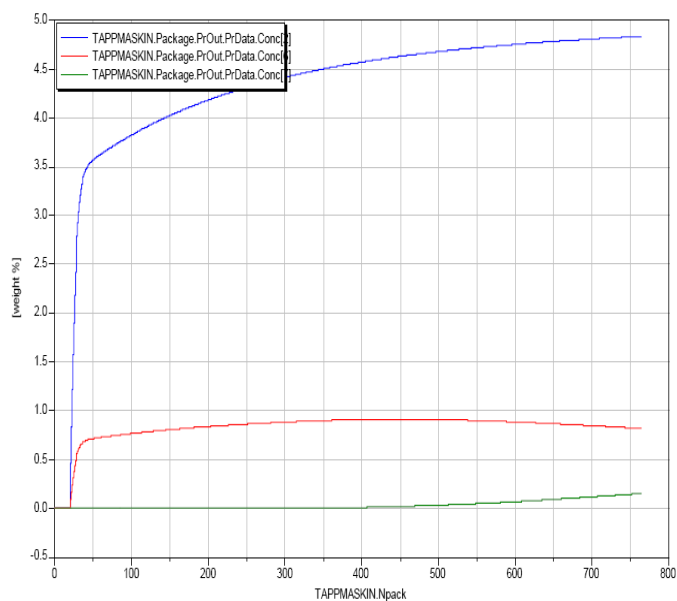
En slutsats från simuleringarna är att "kirurgiska" återtagande/tillbakadraganden som beror på fel i lagringstanken före avalkoholiseringskolonnen inte är möjliga pga. av processutformningen.



Figur 8.3. Virtuell modell (Dymola) av lättglöggsprocessen



Figur 8.4. Koncentrationen av de tre olika komponenterna vid ingången till avalkoholiseringssteget samt efter tappmaskin



Figur 8.5 Fördelningen av komponent 6 (lagringstank A - röd) och komponent 7 (lagringstank B - grön) efter tappmaskinen (buteljering).

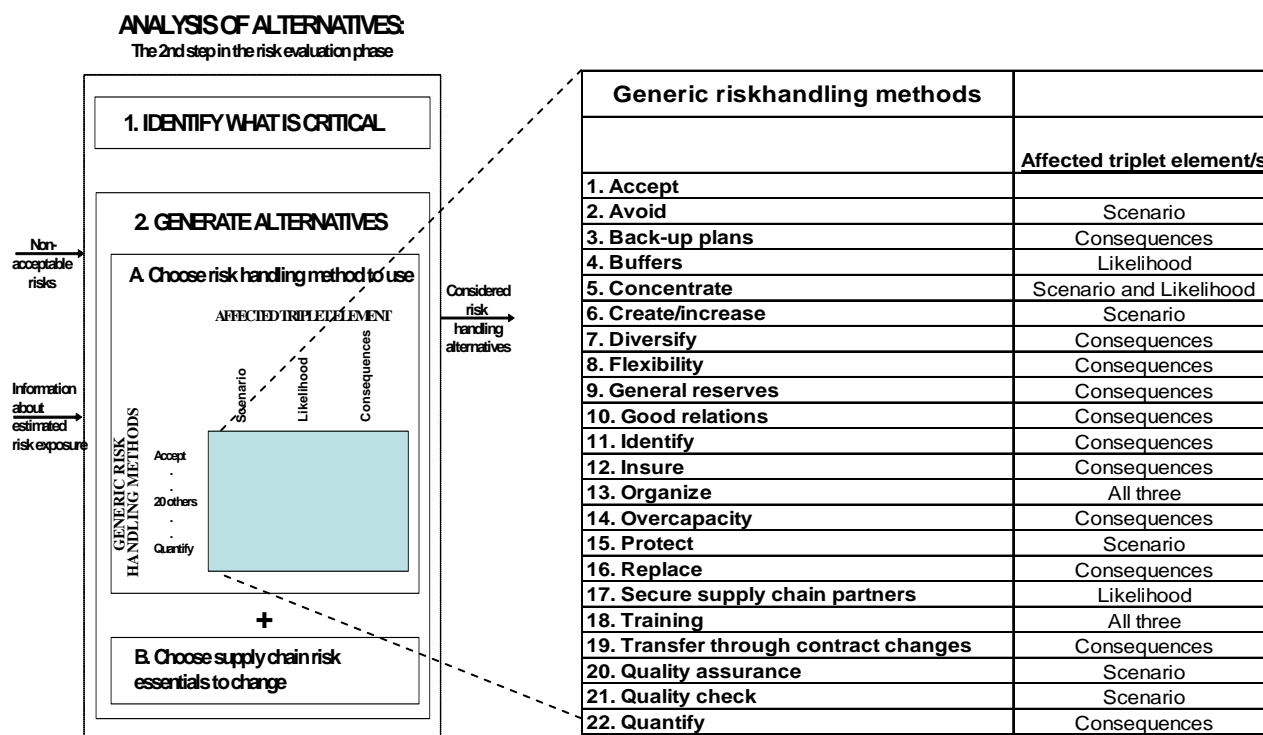
8.3.3 Analys av störningsrisker³³

Baserat på den sammantagna riskbilden i den övergripande analysen gjordes en fördjupad analys av olika riskhanterings alternativ. Med hjälp av den beskrivna analysen beskriven i Figur 8.6 genererades ca 50 nya alternativ för riskhantering. Speciellt intresse ägnades i detta

³³ Paulsson, Ulf & Nilsson, Carl-Henric: "Potential Risk Handling Alternatives for Supply Chain Disruptions in Liquid Food Production – the case of V&S Vin & Sprit AB, the Sundsvall site". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1015/2008.

läge åt riskhanteringsalternativ med koppling till en eller flera av de kritiska riskfaktorerna, nämligen glöggsprieten, den unika förpackningen, kolonnen samt kontamineringsrisken. För var och en av dessa kritiska riskfaktorer genererades tre eller flera förslag till alternativ riskhantering vilka finns beskrivning i detalj i delrapporten.

Tillämpningen av den teoretiska DRISC modellen på det empiriska fallet V&S Sundsvall indikerade att modellen kan vara ett användbart hjälpmedel när man gör analyser av störningsrisker i försörjningskedjan inom industri med inriktning mot produktion av flytande livsmedel.



Figur 8.6 Modell för analys av riskhanteringsalternativ

8.4 Rekommendationer och slutsatser

Under 2008 avvecklas Sundsvallsfabriken men lättglöggprocessen kommer att flyttas till Svendborg i Danmark. De analyser som gjorts har bidragit till en djupare förståelse för den mikrobiologiska riskbilden liksom de risker som finns kopplat till försörjningskedjan, en kunskap som kommer att finnas med vid uppstart av den nys produktionslinjen för lättglögg 2009.

9 Generella slutsatser från fallstudierna

I fallstudierna har arbetsmetodikerna och de olika verktygen testat på verkliga system. Erfarenheter från arbetsmetodikerna visar att arbetet bedrivs effektivast om arbetet sker iterativt med kartläggningen och den övergripande riskvärderingen som bas.

Friheten att välja detaljeringsgrad i den DRISC-modellen gjorde det möjligt att på ett överskådligt sätt studera inverkan av enskilda förändringar utan att tappa fokus på helheten. Den dynamiska simuleringsmodellen illustrerar på deltaljnivå hur processlayouten påverkar dispersionen mellan två produkter vid ett flygande byte. De dynamiska simuleringarna kräver emellertid ett avancerat programbibliotek, men erbjuder samtidigt företaget en möjlighet att utvärdera sin processlinje i samband med förändringar. Baserat på erfarenhet från mejeriindustrin (Figur 9.1) utgör uppbyggnaden av en simuleringsmodell emellertid endast ca 0,05% av investeringskostnaderna och 4 % av kostnaderna för en större felkörning.

	kkkr				
Investeringskostnad UHT-linje 13000 l/h (process+yllning ex råvarutankar)	19000				
Kostnad för första simuleringen av en processlinje (ex. 10000 l/h UHT-linje för mjölk)	10	Andel av investering	0,05%	Andel av potentiell besparing	3,8%
Potentiell besparing vid ett fall av undermålig kvalitet orsakad av en råvarutank för 4 h körning: Vid produktionstillfället kördes flygande byte av råvarutank där den påföljande tanken var felfri och också var i produktion 4h. Färdigproduktens kostnad är satt till 5 kr/L	260				

Figur 9.1. Kostnadsanalys av nyttan av en simuleringsmodell³⁴

Vidare så visade arbetet att de deltagande företagen prioriterar att arbeta med säkerheten framför att finmaskigheten i spårbarhetssystemet, vilket kan ses som en naturlig konsekvens av de potentiella risker av att leverera produkter som inte uppfyller kvalitetskraven.

10. Reflektioner kring spårbarhet och framtida behov

Kraven som ställs i förordningen EU 178/2002 klarar alla aktörer i kedjan. Den interna spårbarheten är viktig men ambitionsnivån ställer den enskilde aktören utifrån företagets riskbild. Hur företagen kan arbeta med intern spårbarhet har behandlat utförligt detta arbete.

Den stora utmaningen i framtiden ligger i att hantera försörjningskedjan och informationsflödet i denna. Generellt sett kan sägas att informationsflödet genom försörjningskedjan innehåller många manuella moment och överföranden mellan system som inte själva kan kommunicera med varandra. Detta ökar markant risken för att data manipuleras och förvrängs, oavsiktligt eller avsiktligt. Vad det gäller spårbarheten är den någorlunda tillgodosedd, dock inte med systemens hjälp utan trots systemens brister. Det bör i detta skede uppmärksammas att i princip alla tekniska förutsättningar för att i realtid kunna följa och spåra produkter på pallindividnivå redan finns i företagen. Det finns alltså stora potentialer i systemen som idag inte realiserar.

³⁴ Tomas Skoglund TetraPak Processing Systems, 2007

Det är snittet mellan olika aktörer som är de svaga punkterna eller sammanhangen i försörjningskedjan och de är dessa som bör fokuseras. Ur spårbarhetssynpunkt är det främsta problemet att alla aktörer i livsmedelsförsörjningskedjan använder olika system, som i många fall inte kommunicerar med varandra automatiskt. Det är istället rutiner och de personella agenterna som gör att information överförs mellan systemen. Därför bör framtiden fokusera på att finna aktörer som kan ta helhetsperspektiv på kedjan och att gemensamma standarder införs.

Spårbarhet idag fokuseras mycket på de tekniska systemen istället för att fokusera på konsumentens behov av säkra livsmedel. Kraven på spårbarhet har formulerats som ett "från jord till bord perspektiv" på spårbarhet. Istället bör man ha ett från konsument till jord perspektiv och börja hos konsumenten. Konsumenten uppfattar livsmedelssäkerhet annorlunda än vad som man vanligtvis tankar i naturvetenskapen/teknikområdet och hos livsmedelsföretagen. Konsumenters relation till livsmedelssäkerhet innebär en "lita på" relation till kvalitetssäkringssystemet³⁵.

12 Rapporter/Publikationer

Ohlsson, Dagmar och Svensson, Sofia "DOSS - Värderingsmodell för risker vid tillverkning av flytande livsmedel – en analys av interna risker och deras ekonomiska konsekvenser på produktens varumärke". Examensarbete i Technology management Nr 117:2005

Paulsson, Ulf: "On Managing Disruption Risks in the Supply Chain - the DRISC model". Doctoral theses, Lund University, Delar av avhandlingen är baserad på data från projektet "Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion". Avhandlingen försvarades den 5 oktober 2007.

Paulsson, Ulf and Nilsson, Carl-Henric: "Potential Risk Handling Alternatives for Supply Chain Disruptions in Liquid Food Production – the case of V&S Vin & Sprit AB, the Sundsvall site". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1015/2008. (<http://www.brand.lth.se/publikationer/forskningspublikationer/rapporter/>)

Paulsson, Ulf and Nilsson, Carl-Henric: "Changed Supply Chain Disruption Risks through Installation of a Pasteurizer – the case of Brämhults Juice AB". 40 sidor. April 2008. Lund University Centre for Risk Analysis and Risk Management, LUCRAM 1016/200 (<http://www.brand.lth.se/publikationer/forskningspublikationer/rapporter/>)⁴⁰

Skoglund, T., Dejmek P., A model library for dynamic simulation of liquid food process lines. Proceedings of FOODSIM 2006, 5-12, Naples, Italy, June 15-17, Organized by EUROSIS.

³⁵ Anders Lareke Tyrannical consumers - initiate value creation in the food value chain; Institutionen för designvetenskaper, avdelningen för Förpackningslogistik Lund Universitet. Licentiatavhandling 2007

Skoglund, T and Dejmek, P., Fuzzy traceability- A process simulation derived extension of the traceability concept in continuous food processing trans, IChemE, Part C, Food and Bioproducts Processing, 2006, 85(C4), 354-359

Skoglund Tomas, "Dynamic Modelling and Simulation of Liquid Food process lines, Doctoral theses, Lund University 2007 (Delar av avhandlingen är baserad på det arbete som genomförts inom projektet "Modellering av spårbarhet och riskanalys för säker och hållbar livsmedelsproduktion) Avhandlingen försvarades 12 juni 2007.

