



LUNDS UNIVERSITET

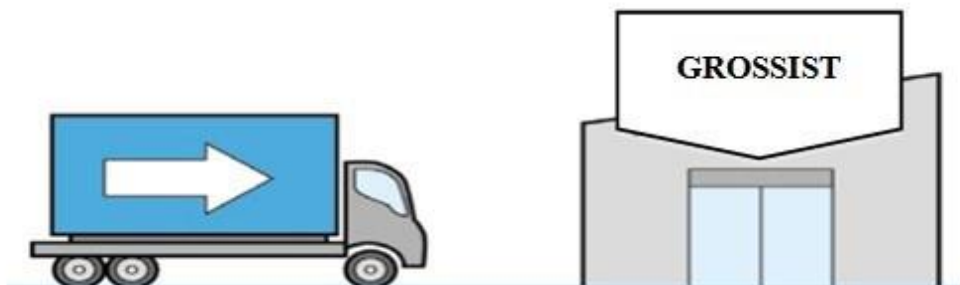
Campus Helsingborg

Institutionen för service management
och tjänstvetenskap

FÖRPACKNINGSPÅFRESTNINGAR SOM UPPSTÅR UNDER EN TEMPERERAD TRANSPORT

*HUR INNOVATIVA FÖRPACKNINGAR KAN BLI
VERKTYGET FÖR KVALITETSSÄKRING*

GABIJA LEIPUTÉ OCH JASMINE JILLTOFT
GRUPPNR: 40



FÖRORD

Denna rapport utgör ett examensarbete om 15 högskolepoäng inom Logistics Service Management, 180 poäng, vid Lunds Universitet Institution för service management och tjänstvetenskap. Arbetet med rapporten och det bakomliggande förarbetet har bedrivits under våren 2015.

Vi vill framföra ett varmt tack till alla bidragande och medverkande inom denna uppsats. Främst till Christina Skjöldebrand som introducerade oss till ämnet, presenterat oss för viktiga nyckelpersoner och som har fungerat som ett bollplank genom hela projektet. Till transportören som gjort våra mätningar och observationer möjliga samt till vår handledare Hervé Corvellec som med sin kunskap och expertis väglett oss genom processen.

Arbetet kring detta examensarbete har till lika stora delar utförts av båda författarna.

Helsingborg, Maj 2015

Bakgrund: Dagens logistik måste aktivt arbeta med att minska på mängden matsvinn som uppstår i försörjningskedjor. Denna studie visar hur livsmedelsindustrin kan använda sig av innovativa lösningar så som intelligenta förpackningar för att förbättra kvalitetssäkringen av logistiktjänsterna. Under tempererade transporter exponeras förpackningar för varierande temperatur, luftfuktighet samt vibrationer som kan påverka förpackningen på ett negativt sätt. Genom att erkänna sambandet mellan hur mycket matsvinn som uppstår samt kvalitén av förpackningarna som används blir det möjligt att minska svinnet som uppstår i försörjningskedjor. Ytterligare kan logistiktjänsterna effektiviseras genom att aktörer i livsmedelsbranschen använder informationsunderlaget som intelligenta förpackningar bidrar med. Med denna information kan kvalitetsbrister som framkommer åtgärdas, vilket vidare kan leda till en bättre servicegrad.

Syfte: *Syftet är att visa på hur sensorer kan användas för att belysa vilka påfrestningar förpackningar exponeras för och därmed underlätta kvalitetssäkringen av en tempererad transport*

Metod: Ett experiment med tillhörande observationer har valt som forskningsmetod.

Slutsatser: Sensorerna har visat att temperaturen varierade från -16 °C till -19 °C i de frysta förpackningarna och från 1,5 °C till 6 °C i de kylda förpackningarna.

Luftfuktighet uppgick till 50,5 % RH i de kylda förpackningarna, och 32,5 % för det frusna. Luftfuktigheten förändras beroende på temperaturen, vilket även ses då luftfuktigheten i de kylda förpackningarna varierade med 14,5 % jämfört med 5 % i det frusna. Vibrationer: Den största vibrationstätheten uppmättes i vertikal riktning och var genomsnittligen 0,608 G RMS med ett genomsnittlig övre envelopp på 1,212 G RMS. Den starkaste chocken hade en acceleration på 23 G i vertikal riktning. Resultaten är ett exempel på den typ av information som intelligenta förpackningar kommer att kunna bidra med. Informationsunderlaget stärker den interna kontrollen genom att underlätta lokaliseringen av kvalitetsbrister som måste åtgärdas för att förbättra kvalitén av tempererade kedjor.

Nyckelord: *Förpackningar, tempererad transport, matsvinn, intelligenta förpackningar, innovation och kvalitetssäkring.*

INNEHÅLL

SIDHÄNVISNING TILL ILLUSTRATIONER.....	5
1. INTRODUKTION	7
1.1 HUR BIDRAR FÖRPACKNINGAR TILL EN FÖRBÄTTRAD EFFEKTIVITET INOM FÖRSÖJNINGSKEDJOR?.....	7
1.2. HUR KAN BAKOMLIGGANDE PROBLEM I TEMPERERADE TRANSPORTER BELYSAS GENOM FORSKNING OCH INNOVATION?	9
1.3. SYFTE	11
1.4. AVGRÄNSNINGAR	12
1.5. MÅLGRUPP I ARBETET	13
1.6. BEGREPP IDENTIFIERING	14
1.7. DISPOSITION	15
2. TEORI.....	16
2.1. TEMPERERAD KEDJA FÖR KYLDA OCH FRYSTA LIVSMEDEL	16
2.2. FÖRPACKNINGAR.....	18
2.2.1. PRIMÄRA OCH SEKUNDÄRA FÖRPACKNINGAR	18
2.2.2. FÖRPACKNINGARNAS INVERKAN PÅ FÖRSÖJNINGSKEDJAN.....	19
2.2.3. KRAV PÅ FÖRPACKNINGAR.....	21
2.2.4. INTELLIGENTA FÖRPACKNINGAR.....	23
3. METOD	25
3.1. STUDIEOBJEKTET	25
3.2. ANGREPSSÄTT	26
3.3. TILLVÄGAGÅNGSÄTT	27
3.3.1. TILLVÄGAGÅNGSÄTT FÖR ANALYS AV DATA.....	33
3.4. LITTERATUR INSAMLING.....	34
4. PRESENTATION AV INSAMLAD DATA OCH RESULTAT	35
4.1. OBSERVATIONER INNAN PÅLASTNING.....	35
4.2.1. OBSERVATIONER FRÅN LASTBILSHYTEN - TRANSPORT 1.....	37
4.2.2. OBSERVATIONER FRÅN LASTBILSHYTEN - TRANSPORT 2	37
4.3. TEMPERATUR OCH LUFTFUKTIGHETSSVÄNGNINGAR.....	38
4.3.1. TRANSPORT 1	38
4.3.2. TRANSPORT 2	40
4.4. VIBRATIONER OCH CHOCKAR.....	42
4.5. VILKA SKADOR PÅTRÄFFADES?	44

5. ANALYS	46
5.1. TEMPERATUR	48
5.1.1. TRANSPORT 1	48
5.1.2. TRANSPORT 2	50
5.2. LUFTFUKTIGHET	51
5.3. VIBRATIONER	53
5.4. FYLLNADSGRAD	55
6. SLUTSATSER	57
6.1. BESVARING AV FRÅGESTÄLLNINGAR	57
6.2. AVSLUTANDE DISKUSSION	61
6.3. REKOMMENDATIONER PÅ VIDARE FORSKNING	64
LITTERATURLISTA	66
TRYCKTA	66
ELEKTRONISKA	68
ÖVRIGA KÄLLOR	71
Bilaga 1	72

SIDHÄNVISNING TILL ILLUSTRATIONER

TABELLER

Tabell 1. Begrepp med tillhörande förklaring	14
Tabell 2. Förtydligande av experimentet	29
Tabell 3. Avstånd mellan startpunkt och omlastningsmoment för transport 1 och 2 ..	37
Tabell 4. Högsta samt lägsta mätta värden för temperatur och luftfuktighet i förpackningar från frys samt kylkedjorna.	42
Tabell 5. Genomsnittligt uppmätta PSD värden i transport 1 och transport 2	43
Tabell 6. Kraftigaste registrerade chockar	44
Tabell 7. Högsta samt lägsta mätta värden för temperatur i förpackningar från frys samt kylkedjorna	57
Tabell 8. Högsta samt lägsta mätta värden för luftfuktighet i förpackningar från frys samt kylkedjorna	58
Tabell 9. Genomsnittligt uppmätta PSD värden i transport 1 och transport 2	59

BILDER

Bild 1. Sensorer som placeras i förpackningar	29
Bild 2. Placering av vibrations sensor i lastbil under transport 1 samt 2	29
Bild 3. Placering av sensor 3 och 4 på pall 1	30
Bild 4. Placering av pall 1 i lastbil	31
Bild 5. placering av pall 2 i lastbil	32
Bild 6. Placering av sensor 1 och 2 på pall 2	32
Bild 7. Pall 1 med sensor nr. 3 och nr. 4	35
Bild 8. Pall 2 med sensor nr. 1 och nr. 2	36
Bild 9. Sensorer placeras i pall 1	36
Bild 10. Sensorer placeras i pall 2	36
Bild 11. Representation av färgkoder för kommande diagram	43
Bild 12. Brusten förpackning på pall 1.....	45
Bild 13. Brusten förpackning på pall 2.....	45

DIAGRAM

Diagram 1. Mätningar av sensor nr. 3. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH).	38
Diagram 2. Mätningar av sensor nr. 4. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH)	39
Diagram 3. Mätningar av sensor nr. 1. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH)	40
Diagram 4. Mätningar av sensor nr. 2. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH)	41
Diagram 5. Högsta uppmätta chock-värden i tre riktningar	44

1. INTRODUKTION

I denna studie ges läsaren en djupare inblick och förståelse för hur livsmedelsindustrin kan använda sig av innovativa lösningar för att förbättra kvalitetssäkringen av tempererade transporter. Matsvinn är ett stort problem i Sverige, och åtgärder inom logistik måste tas för att möjliggöra en minskning av svinnet. Utifrån detta problemområde belyser studien hur intelligenta förpackningar kan användas för att ta fram information angående de utmaningar som måste bemötas. Information som ledningen av livsmedelsbranschen kan ta del av för att avgöra vilka åtgärder som bör tas.

1.1 HUR BIDRAR FÖRPACKNINGAR TILL EN FÖRBÄTTRAD EFFEKTIVITET INOM FÖRSÖJNINGSKEDJOR?

I dagens svenska samhälle förser livsmedelsindustrin kunder med det livsmedel som önskas, däremot finns det fortfarande förbättringsarbete som måste utföras för att se till att denna process är effektiv och att slöseri inte uppstår. Ofta utvärderas leveransservicen av ett transportbolag genom att se på servicegraden som de kan garantera till kund (Lumsden, 2012; Oskarsson, Aronsson & Ekdahl, 2011). Dock anser vi att det istället är intressant att problematisera motsatsen - hur mycket av det livsmedel som hämtas från producenten når slutkunden? Undersökningar visar att över 50% av världens livsmedelsråvaror inte kommer fram till slutkunden (Skjöldebrand, 2015), och åtgärder för att förbättra denna statistik blir därmed nödvändiga.

Då naturvårdsverket har föreslagit att Sverige bör minska sitt matsvinn med minst 20 % mellan år 2010 och år 2020 (Naturvårdsverket, 2013), krävs det självfallet ett antal olika åtgärder inom hela livsmedelskedjan för att uppnå detta mål. Matsvinn i försörjningskedjor uppstår bland annat för att livsmedlet inte blir tillräckligt skyddat av dess förpackning i färden genom undermåliga distributionssystem (Skjöldebrand, 2015; Lumsden, 2012). Detta gör att aktörerna inom livsmedelsindustrin måste hitta innovativa lösningar där livsmedelsförpackningarna står i fokus eftersom bristfällig förpackning är en av de största orsakerna till att livsmedel måste kasseras i livsmedelskedjan (Priefer, Jörissen & Bräutigam, 2013). Enligt tidigare forskning uppgick den totala mängden matsvinn i den svenska livsmedelskedjan till ungefär 224 000 ton (mängden utgör ett mycket

osäkert resultat, och bör inte tolkas som en absolut sanning, utan är en grov generalisering) vilket motsvarar en kostnad på åtskilliga miljarder kronor varje år (Göransson, 2014). Dessa siffror visar på att det behövs göras förändringar i livsmedelskedjan som kan minska på det totala matsvinnet. Det är viktigt att ledare inom livsmedelsindustrin erkänner sambandet mellan hur mycket matsvinn som uppstår samt vilka typer av förpackningar som företag använder (Wikström, Williams, Verghese & Clune, 2013) för att där med kunna kvalitetssäkra och effektivisera försörjningskedjor.

Arbete med minskat matsvinn möjliggör ökad lönsamhet i livsmedelskedjan (Lindbom, Gustavsson & Sundström, 2013), därför är det relevant att investera i förpackningar som inte bidrar till mängden matsvinn som slängs årligen. Vinsten av detta grundas i ett antal orsaker. Den första är att ju längre maten transporteras i kedjan innan den kastas, desto större kostnader kommer livsmedlet ha orsakat. Genom att undvika produktion av mat som blir svinn behöver de olika bidragande aktörerna inte belastas av dessa kostnader. När maten befinner sig i lager tillkommer inga värdeökande aktiviteter, men kostnaden och miljöbelastningen som orsakas av att behöva lagra livsmedel fortsätter att öka (Lindbom et al., 2013). Livsmedel kan hållas i lager i flera skeden i försörjningskedjan, och därmed orsakar även kasserad mat kostnader genomgående i försörjningskedjorna. Grönroos (2008a) benämner kostnader som dessa "dåliga kostnader" men de benämns även för kvalitetsbristkostnader. Dessa kostnader belastar företagen, då de uppstår på grund av att kvalitén varit undermålig någonstans i livsmedelskedjan, och därmed behöver företaget betala för dem (Sörqvist, 2001). Lindbom et al. (2013, s. 17) definierar dessa kvalitetsbristkostnader som "de kostnader som skulle försvinna om ett företags livsmedel, förpackningar och processer vore fullkomliga." Då lönsamhet är en viktig faktor för aktörerna inom livsmedelsindustrin och matsvinn påverkar företagets kostnader blir det aktuellt att söka efter nya innovativa lösningar som kan effektivisera försörjningskedjan samt reducera den miljömässiga och ekonomiska belastningen.

Förpackningar är ett område som fram till år 1990 ofta underskattades när det kom till effektivisering av livsmedelskedjan. Under nittiotalet framträdde forskning om "packaging logistics", som fokuserade på förpackningarnas roll i livsmedelskedjan

(Sohrabpour, 2014). Eftersom förpackningar har en stor påverkan på hur lager och transporter utformas samt deras stabilitet och pålitlighet (Lagerberg- Fogelberg, Jonsson, Aurell, Franke, Dahlin & Pearson, 2014; Sohrabpour, 2014; Lumsden, 2012) kan man utgå ifrån att leveransservice även påverkas av valet av förpackningar. Som Oskarsson et al. (2011) argumenterar grundas effektiviseringen av livsmedelkedjan i verksamhetens leveransservice, och i dagens globaliserade värld där transportsträckor ökar i takt med den ökande komplexiteten av logistiska system (Enarsson, 2006; Cullinane & Edwards, 2010), blir kvalitativa förpackningar avgörande för ett företags resultat och effektivitet (Domini & Olsmats, 2003). En leverans som inte uppnår den förväntade servicen kan även orsaka försämrade relationer mellan aktörer, och enligt Zineldin, Bill, Vasicheva, Philipson & Sandell (2012) är relationerna mellan aktörer väsentliga för företagets framgång. Därmed blir det viktigt för aktörer inom livsmedelsindustrin att analysera när och varför kvalitetsbrister i försörjningskedjor uppstår så att konflikter kan undvikas och livsmedlet kommer fram till konsumenten hel och oskadd.

1.2. HUR KAN BAKOMLIGGANDE PROBLEM I TEMPERERADE TRANSPORTER BELYSAS GENOM FORSKNING OCH INNOVATION?

Som det ser ut idag är lagringstemperatur, luftfuktighet och stötskador tre primära faktorer som påverkar förpackningar i färd genom tempererade transporter, där var och en har en betydande påverkan på matsvinnet som uppkommer i försörjningskedjan (Transportör, 2015; Skjöldebrand, 2015). Modin (2011) menar på att livsmedel som exponeras för fel temperatur snabbt kan leda till mikrobiell tillväxt, vilket vidare leder till att det måste kasseras. Ytterligare svinn uppkommer när förpackningar blir för blöta på grund av ökad luftfuktighet (Transportör, 2015). Stötskador på primära och sekundära förpackningar uppkommer på grund av de vibrationer som de exponeras för under lastning, omlastning och transport (Transportör, 2015; Bergh, Gunnarsson, Nyman, Pettersson & Sjögren, 2012). Dessa faktorer medför att livsmedel inte kan säljas vidare till konsumenter och hamnar då i gruppen matvinn som är en belastning för både ekonomi och miljö (Bergh et al., 2012). Det finns således ett behov av nya innovativa lösningar (Transportör, 2015), exempelvis genom att se över förpackningar och därmed påbörja en nedgång på det totala matsvinnet.

Anledningen till varför det inte är vanligt inom företag i livsmedelsindustrin att tillämpa kända åtgärder som förbättrar kvalitén och servicegraden av livsmedelskedjan är att en avvägning mellan kostnad och service alltid behöver göras (Coyle, Bardi, Langley, 1996). Grunden inom företag är att servicegraden bör återspegla de krav som kunderna ställer inom den verksamhet företaget riktar in sig på (Boston Consulting Group, 2006), men detta är inte möjligt alla gånger på grund av ekonomiska hinder. Problemet idag är att förpackningarnas utformning inte är reglerad, vilket innebär att varje producent enskilt avgör hur mycket resurser de ska lägga på deras förpackningar. På så vis blir det inte möjligt att begränsa förpackningarnas negativa påverkan i livsmedelskedjan (Transportör, 2015; Skjöldebrand, 2015).

På grund av grossisters ökade krav på kortare ledtid och låga kostnader har leverantörer valt att spara in på förpackningsmaterial (Transportör, 2015; Oskarsson, Aronsson & Ekdahl, 2009; Lumsden, 2012). Minskat förpackningsmaterial leder automatiskt till ökat matsvinn, då förpackningens funktion som innebär att skydda innehållet vid hantering och lagring försämras (Rytterstedt, Leander & Karlsvärd, 2008). En livsmedelsförpackning som bevarar kvalitén och gör att mindre mat behöver kasseras minskar till och med livsmedlets miljöbelastning (Jordbruksverket, 2011). Därmed anses det att aktörerna inom livsmedelsindustrin bör skifta sitt fokus från att använda förpackningar med så lite material som möjligt till att värdesätta förpackningarnas funktionalitet och säkerhet, och istället investera i en möjligtvis dyrare, men innovativare och säkrare lösning. Detta skulle kunna leda till att leveransservicen förbättras, vilket är positivt då servicegraden är den intäktsskapande delen i logistik som möjliggör affärer och skapar värde för kunden (Lumsden, 2012).

Trots kännedomen angående förpackningars kvalitetsbrister och vad detta leder till, finns det få kvantitativa studier som riktar in sig på vad det är som händer och vad förpackningar måste kunna exponeras för under en tempererad transport. När kartonger testas för att se om de har tillräcklig styrka för att fungera som en förpackning testas de i kontrollerade miljöer (Transportör, 2015). Men som Szewczyk och Glowacki (2014) argumenterar transporteras förpackningar genom omväxlande miljöer där luftfuktigheten varierar beroende på temperaturen och innehållet i

förpackningen. Griffiths Shires, White, Keogh & Hicks (2012) menar på att bristen av verklighetsförankrade korsstudier som skulle kunna styrka de simulerade mätningarna gör dem mycket oförlitliga. Därför krävs mer forskning och datainsamling utifrån ett verklighetsbaserat perspektiv.

En innovativ lösning på detta problem kan vara intelligenta förpackningar som med hjälp av inbyggda sensorer kontinuerligt mäter de påfrestningar de exponeras för under en transport. Till en början skulle förpackningsforskningen gynnas av de intelligenta förpackningarna då insamlad verklighetsbaserad data kan användas för stärkande korsstudier. Detta skulle säkerställa hur förpackningstillverkare ska designa sina produkter så att de klarar av en transport utan att skador på förpackningar uppstår (Singh, Singh, Joneson, 2006; Griffith et al., 2012). Vidare gynnas även livsmedelsindustrins företagsledare av innovationen, då det blir möjligt att kontinuerligt kontrollera och vidta åtgärder som säkrar kvalitén av de tjänster de erbjuder. Då ett verklighetsförankrat informationsunderlag bidrar till värdefull kunskap för framtidens förpackningsforskning samt företagsledning ämnar vi att bidra med ett experiment som kan exemplifiera hur intelligenta förpackningar kan spegla hur praktiken utspelar sig under tempererade transporter. Som Lumsden (2012, s. 79) benämner kommer vi “gå från en extern syn på kvalitet till en intern” genom att analysera data kring hur temperaturen hålls under en tempererad kedja, hur luftfuktigheten varierar samt hur mycket vibrationer förpackningarna exponeras för.

1.3. SYFTE

Studien ämnar att visa på en åtgärd som ledare inom livsmedelsindustrin kan använda sig av för att förebygga framkomsten av matsvinn i tempererade kedjor. Med hjälp av sensorer som används på förpackningsnivå blir det möjligt att identifiera variationer i temperatur, luftfuktighet samt vibrationer som livsmedelsförpackningar exponeras för under en tempererad transport. Det finns ett behov av att ta fram underlag till vad förpackningar ska förväntas tåla, utan att kvalitén av innehållet påverkas. Med detta informationsunderlag blir det möjligt att hitta problemområden inom tempererade kedjor som kan åtgärdas av livsmedelsindustrins ledare. *Syftet är att visa på hur sensorer kan användas för att belysa vilka påfrestningar förpackningar exponeras för och därmed underlätta kvalitetssäkringen av en tempererad transport.*

För att kunna undersöka syftet kommer följande tre forskningsfrågor att behandlas, som sedan avrundas med hjälp av den sista övergripande frågan:

1. Hur stora temperatursvängningar exponeras förpackningar för?
2. Hur förändras luftfuktigheten i förpackningar under tempererad transport?
3. Hur stora vibrationer exponeras förpackningar för?
4. Hur kan innovativa förpackningar bidra till en innovation inom kvalitetssäkring av försörjningskedjor?

1.4. AVGRÄNSNINGAR

Vår studie avgränsas till att mäta hur temperaturen, luftfuktigheten samt vibrationerna förändras under en tempererad transport. Vi kommer därmed inte mäta hur andra parametrar påverkar förpackningar under transporter. I vårt experiment använder vi oss av fyra stycken sensorer som mäter temperatur och luftfuktighet samt en sensor som mäter vibrationer. Sensorerna används under två olika transportsträckor med en stor Svensk transportör. Transportsträckorna går mellan en producent och grossister i södra delen av Sverige. Transportsträckorna är valda utifrån motivet att de exemplifierar frekventa Svenska tempererade transporter. Transportsträckorna följdes i realtid för att få en kontinuitet kring hur förpackningarnas observerade kvalitetsbrister orsakas av temperatur, luftfuktighet- och vibrationspåfrestningarna som framkommer av de insamlade resultaten. Arbetet avgränsas också till att handla om tempererat kött, men som även kan fungera som ett exempel till andra livsmedelsprodukter som färdas genom tempererade kedjor. Vi kommer observera och mäta två olika typer av kartongförpackningar som är avsedda för grossist användning. De två olika kartongerna innehåller kylt respektive fryst kött. Vi kommer att observera sekundärförpackningar avsedda för grossister, eftersom det finns en problematik kring dem vid transporter av tempererat kött. Då vi studerar förpackningar som ska till grossist, ligger fokus på den sekundära förpackningen då den primära endast är plastpåsar utan någon information eller strukturell funktion. Detta är stickprov för vad som sker i en verklig svensk tempererad kedja, därmed är det inte de specifika förpackningarna som står i fokus utan de omständigheter som de exponeras för samt hur sensorernas information angående omständigheterna kan användas inom kvalitetssäkring.

1.5. MÅLGRUPP I ARBETET

Detta arbete riktar sig till intressenter inom livsmedelsindustrin, eftersom matsvinn är ett omfattande problem som hela industrin påverkas av. Det vi kommer fram till påverkar aktörer inom försörjningskedjan, då det är relevant att ha kunskap om hur man kan förbättra kvalitetssäkringen av ens försörjningskedja. Ytterligare riktas arbetet mot förpackningsforskare eftersom de bör ta hänsyn till vilka utmaningar som förpackningar ska klara under en tempererad kedja. Av samma anledning riktas arbetet även mot projektet Dynahmat som leds från avdelningen för förpackningslogistik vid institutionen för Designvetenskaper på Lunds tekniska högskola (www.lth.se). Detta då det krävs ett samarbete mellan industri och förpackningsforskning för att studiens resultat ska kunna bidra till en nedgång i mängden matsvinn som uppstår inom svensk livsmedelsindustri.

1.6. BEGREPP IDENTIFIERING

Extrahera	Utvinna, ta fram.
Försörjningskedja	Nätverk som skapas mellan olika företag som producerar, hanterar och/eller distribuerar en specifik produkt. Specifikt omfattar försörjningskedjan stegen som krävs för att förflytta en vara från a-b.
Kontaminerat	Förorenat eller nedsmittat.
Kvalitativa förpackningar	Förpackningar som tål de påfrestningar de exponeras för.
Livsmedelskedja	"Från jord till bord".
Mikrobiell tillväxt	Synlig påväxt av bakterier, dvs. att det inte handlar om bakterier som syns enbart i mikroskop utan om bakterier som är synligt för blotta ögat.
PSD	Vibrationstäthet, ett mått på hur slumpmässiga vibrationer sker i olika riktningar.
RH	Relativ luftfuktighet, mätt i %.
Sanitet	Sundhet i hygienanläggningar.
Tempererat	Både kyl- och frysvaror inom en transportkedja.
Tempererad kedja	Innefattar kylda och frysta medel som måste hanteras, lagras samt transporteras under temperaturkontrollerade förhållanden.
Trailer	Lastbilens släp.

Tabell 1. Begrepp med tillhörande förklaring

1.7. DISPOSITION

En kort redogörelse om vad som kommer att presenteras under varje kapitel.



Kapitel 1 - Introduktion

- Kapitel beskriver studiens bakgrund och problemområde, som där efter härleder till syfte och frågeställning. I kapitlet tas även avgränsningar, målgrupp och begreppsidentifiering upp.

Kapitel 2 - Metod

- I arbetet med denna studie valdes två specifika metoder, det vill säga experiment och observation. Kapitel beskriver de två metoderna samt tillvägagångssätt. Vetenskapliga angreppssätt som valts och hur dessa tillämpats redogörs även.

Kapitel 3 - Teori

- Under denna rubrik presenteras de olika teoriavsnitt vi anser är nödvändiga för att genom experimentet kunna skapa en djupare analys och diskussion. Teorins fokus ligger främst på förpackningar, dess egenskaper och innovation.

Kapitel 4 - Empiri

- Resultatet från experimenten presenteras under detta kapitel. En genomgång av alla observationer samt diagram från sensorernas resultat redovisas.

Kapitel 5 - Analys

- Resultaten från kapitel 4 analyseras här i relation till teorin som presenterades i kapitel 3. Analysen grundar sig i en genomgång av de olika parametrarna vi observerade, samt en reflektion kring fyllnadsgradens roll i förpackningars kvalitet.

Kapitel 6 - Slutsatser

- Slutsatserna är uppdelade till att först besvara våra frågeställningar, för att sedan gå in på en avslutande diskussion och slutligen en reflektion för hur detta forskningsområde kan utvecklas framöver.

2. TEORI

Under rubriker nedan behandlas den teori som vi valt att utgå från för att med goda förutsättningar kunna besvara vårt syfte och frågeställningar. Teoriavsnittet är uppbyggt genom primär och sekundär information som tillsammans skapat en bred teoretisk ram. Inledningsvis kommer teorin behandla tempererad kedja som visar på vilka krav och utmaningar som finns för att behålla livsmedlets kvalitet. Sedan följer en presentation av förpackningar där läsaren ges en grundlig förståelse för förpackningarnas funktioner i försörjningskedjan samt hur den skyddar livsmedel i undermåliga transporter. Sist avslutas teoriavsnittet med en förtydligan om hur sensorer kan bidra till ökad kvalitet och kommunikation om det som sker i försörjningskedjor - information som är mycket värdefull inom livsmedelsbranschens strävan mot utveckling.

2.1. TEMPERERAD KEDJA FÖR KYLDA OCH FRYSTA LIVSMEDEL

Kylvara är ett livsmedel, som för sin hållbarhet är beroende av att förvaras i kyla, men som inte är fryst eller djupfryst. (Djupfrysningbyrån, 2007, s.5)

Med fryst livsmedel menas livsmedel, som är fryst men inte djupfryst, livsmedlet har genomgått en nedfrysningprocess, i vilken varan infrysas så snabbt som kan krävas för respektive vara. (Djupfrysningbyrån, 2007, s.5).

Tempererade bilar kan fungera både som frys respektive kylrum beroende på vad det är för livsmedel som transporteras. Detta genom att ett frystäcke sätts upp som delar av rummet, vilket medför att olika temperaturszoner kan användas (Transportör, 2015). Att införa en temperaturkontroll på båda zonerna som skapas av frystäcket är viktigt utifrån ett kvalitetskontrollsperspektiv. När temperaturen skiljer sig mellan den frysta och den kylda zonen ökar risken för att temperaturen varierar mer än tillåtet, vilket kan påverka kvalitén av livsmedlet (Skjöldebrand, 2015). Djupfrysta livsmedel är inte lika känsliga för lägre temperaturer jämfört med kylda livsmedel som både har en under och övre gränstemperatur som inte får under- respektive överskridas (Djupfrysningbyrån, 2007). Under distribution, som innefattar både hantering, lagring och transport påverkas livsmedel av olika förändringar som kan bidra till mikrobiell tillväxt vilket leder till försämrad kvalitet (Lumsden, 2012). Vad som är

viktigt att framföra är att kött är ett livsmedel som är mottagligt för mikrobiell tillväxt, detta på grund av dess näringsrika innehåll samt dess höga vattenaktivitet. På grund av köttets känslighet gällande förändrade parametrar i omgivningen är det extra viktigt att hanteringen av kött i försörjningskedjan kontrolleras och håller en hög standard (Adams & Moss, 2000; Djupfrysningsbyrån, 2007). För bäst hantering av kött ska det transporteras under en jämn temperatur för att kvalitén inte ska påverkas under distributionen. Detta på grund av att den mikrobiella tillväxten dör i relativt liten utsträckning vid nedkylning, och att de vid höjda temperaturer börja föröka sig igen (Adams & Moss, 2000; Djupfrysningsbyrån, 2007).

Livsmedlets kvalitet försämras när livsmedel exponeras för temperaturer som är högre eller lägre än de rekommendationer som finns för varje specifikt livsmedel (Skjöldebrand, 2015). Viktigt att tänkt på är att det inte bara är den specifika temperaturskillnad som är det kritiska för livsmedlet utan det är hela temperaturhistorien som har en betydande påverkarkan. Kvalitén av livsmedlet försämras om det under lång tid haft en temperatur som över eller underskrider den rekommenderade graden, då det bidrar till oönskade mikrobiella tillväxter (Skjöldebrand, 2015). För att motverka att livsmedel som exponerats för olämpliga temperaturer under transport levereras till slutkunder behövs en stärkt intern kvalitetskontroll, då den synliggör problemen som uppstår (Deqiang, 2011). Den interna kvalitetskontrollen i tempererade kedjor bör även ta hänsyn till andra parametrar än temperatur, då det även är känt att vatten förångas vid varmare temperaturer, vilket bidrar till att luftfuktigheten också ökar. Ökad luftfuktighet kan vara dåligt för förpackningar som är gjorda av kartong, och därför är det viktigt att både temperaturen och luftfuktigheten är densamma inuti samt utanför förpackningen (Djupfrysningsbyrån, 2007). Det blir därmed nödvändigt att transportera livsmedel med så låg temperatur som möjligt, enligt de riktlinjer för det specifika livsmedlet, när de lämnar producenten. Desto närmre den rekommenderade lagringstemperaturen livsmedlet befinner sig i, desto större blir kvalitetsreserven för den resterande distributionen (Djupfrysningsbyrån, 2007). Genom att använda sensorer som kontinuerligt registrerar hur temperaturen och luftfuktigheten har förändrats på förpackningsnivå blir det möjligt att veta exakt hur stor kvalitetsreserv livsmedlet har,

eller om det behöver kasseras vid nästa omlastningsmoment för att hindra att det färdas vidare.

Under en tempererad transport används fordon som är isolerade för att behålla en jämn temperatur samt är försedda med registrerande temperaturmätutrustning för att få en kontinuerlig mätning av lufttemperaturen i lastutrymmet (Djupfrysningsbyrån, 2007). En förbättring av denna kvalitetssäkrande aktivitet kan vara att ha en kvalitetskontroll på förpackningsnivå, då en trailer kan fyllas med pallar från olika leverantörer vid olika tillfällen, och kvalitetskontrollen bör ske från att livsmedlet packas hos leverantören till att det levereras vid slutdestinationen (Lu et al., 2013). De flesta bakterier förökar sig inte under en temperatur på 5°C, vilket medför att livsmedlets kvalitet blir säkrare om de förvaras under denna temperatur genom hela livsmedelskedjan (Djupfrysningsbyrån, 2007). Enligt svenska kvalitets regler får temperaturen högst vara 8°C för färskvaror i kylrummet (Alsén-Eklöf, 1999). Temperaturen som rekommenderas för kylrummet ligger dock på 3°C, med en tolerans för variationer inom 2°C. Specifikt för animalprodukter rekommenderas en temperatur på 4°C eller lägre. För djupfrysta livsmedel måste temperaturen ligga på -25°C då livsmedlet lämnar primärlagret, för att hålla den lagstadgade livsmedelstemperaturen på -18°C vid leverans till butik (Djupfrysingsbyrån, 2007).

2.2. FÖRPACKNINGAR

Förpackning är en produkt tillverkad för att skydda, hantera, leverera och presentera en vara (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014). Utöver förpackningens koppling till livsmedlet inuti dem kopplas de även till effektiviteten av verksamheter. Grant et al. (2006) menar att en ideal förpackning förbättrar verksamhetens service, minskar kostnader samt underlättar hantering.

2.2.1. PRIMÄRA OCH SEKUNDÄRA FÖRPACKNINGAR

Förpackningar av livsmedel kan delas in i två olika nivåer, det vill säga konsumentförpackning som med ett annat ord även kallas för primärförpackning och ytterförpackning som med ett annat ord även kallas för sekundärförpackning (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014).

Primärförpackning innebär att åtminstone en del av förpackningen kommer i direktkontakt med livsmedlet och är till för att skydda och bevara livsmedlet (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014). Primärförpackningar kan delas upp i två typer, där den ena är avsedd för den slutliga användaren det vill säga konsumenten. Genom denna primärförpackning ska konsumenten kunna identifiera livsmedlet och dennes innehåll (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014). Den andra typen av primärförpackningar är avsedda för hantering mot grossist. Ur den logistiska synpunkten ska denna primärförpackning vara smidig, för att därmed kunna förpackas i ett större antal tillsammans (Dominic & Olsmats, 2003). Skillnaden mellan primärförpackningar som skickas till slutkonsument och de primärförpackningar som är avsedda för grossister är att den till grossist inte har någon information om innehåll eller hållbarhet, utan fungerar som en enkel styckfördelning inom den sekundära förpackningen.

Sekundärförpackningar är den förpackning som hanteras mot grossister och detaljister (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014). Denna innehåller primärförpackningar och är till för att bevara och vårda de förpackningarna samt för att effektivisera hanteringen i transportkedjan (Dominic & Olsmats, 2003). Sekundärförpackningen måste inkludera en följesedel som både innehåller information om innehåll och hållbarhet samt en logistisk informationsetikett (Oskarsson et al., 2009). Hur primärförpackningen och sekundärförpackningen interagerar med varandra är också en viktig aspekt av förpackningarnas design (Sohrabpour, 2014). Med detta menas det att varje förpackningsnivå kan vara kvalitativt utformad, men om samspelet mellan den primära och den sekundära förpackningen inte är optimal så kan negativa effekter istället uppstå. Med detta i åtanke är det även viktigt att problematisera hur väl primärförpackningarna fyller sekundärförpackningen, då fyllnadsgraden kan ha en stor påverkan på sekundärförpackningens funktionalitet.

2.2.2. FÖRPACKNINGARNAS INVERKAN PÅ FÖRSÖRJNINGSKEDJAN

Förpackningar har stor inverkan på försörjningskedjans effektivitet (Sohrabpour, 2014). "Packaging Logistics", som nämndes tidigare, är ett forskningsområde som fokuserar på hur förpackningar samverkar med försörjningskedjan som de färdas igenom. De områden som behandlas är där förpackningsrelaterade aktiviteter samverkar med försörjningskedjan (Sohrabpour, 2014). Exempel är skyddande

funktioner av sekundära förpackningar samt hur effektivt primäranförpackningarna och livsmedel kan sampackas för att uppnå en hög fyllnadsgrad på pallar eller i lastbilar. (Sohrabpour, 2014; Lumsden, 2012). Det finns därmed synergieffekter mellan förpackningar och försörjningskedjor, vilket leder till att förbättrade förpackningar har möjlighet att effektivisera försörjningskedjor (Saghir, 2004, refererad i Sohrabpour, 2014). Utifrån detta blir det viktigt för både producenter och leverantörer att lägga fokus på vilken typ av förpackning man väljer att använda i en tempererad kedja, samt att utvärdera vilka förändringar som bör göras för att förbättra verksamhetens effektivitet och minimera den tempererade kedjans avbrott (Wikström et al., 2013).

Avbrott i försörjningskedjor kan orsaka skadade förpackningar, och dessa avbrott resulterar i mer kasserat livsmedel (Sohrabpour, 2014). En intressant aspekt för detta är att när flytande livsmedel transporteras får inte förpackningarna vara skadade. Även om en förpackning inte har skadats tillräckligt för att spill ska uppstå kan en skadad förpackning inte längre säljas eller utföra sin marknadsföringsfunktion, och därmed tillräknas den till de kasserade produkterna (Sohrabpour, 2014). Att åtgärda detta problem är kostsamt, men som Grönroos (2008a) poängterar bör företagsledare inte se åtgärderna som kostsamma, utan kvalitetsbristerna i sig. Vidare nämner Sohrabpour (2014) att förpackningar kan påverka försörjningskedjan genom att orsaka läckage vid brustna förpackningar, och detta medför extraarbete i försörjningskedjan, vilket pekar på en negativ synergi effekt av förpackningar och försörjningskedjor. Hade läckage kunnat undvikas hade även färre livsmedel behövt slängas, eftersom en brusten primärförpackning som läcker oftast påverkar de andra förpackningarna inom den sekundära förpackningen (Sohrabpour, 2014). Vidare skadar en brusten och läckande primärförpackning även sekundära förpackningen, då de ofta är gjorda av kartong, ett material som blir mjukt och faller sönder när det blir blött (Lumsden, 2012). Sist påverkas även försörjningskedjans utnyttjandegrad, eftersom en förpackning kan vara formad på ett sätt som är mer eller mindre anpassat för den typen av pall som den transporteras på eller dimensionerna av lastutrymmet (Sohrabpour, 2014).

Förpackningar kan möjliggöra en bra utnyttjandegrad av de lastutrymmen som används, samt se till att primärförpackningarna själva har en bra utnyttjandegrad då luft slipper transporteras (Sohrabpour, 2014). Det finns därmed ett antal områden som

aktörer inom livsmedelsindustrin kan förbättra genom att stärka kvalitetskontrollen och vidta åtgärder som förbättrar synergi effekterna mellan förpackningar och försörjningskedjorna de färgas genom.

2.2.3. KRAV PÅ FÖRPACKNINGAR

Enligt de riktlinjer som EU:s förpackningsdirektiv stiftat skall verksamheter använda förpackningar som innehåller minsta möjliga mängd material utan att säkerhet och funktion riskeras (Dominic & Olsmats, 2003).

Förpackningarnas främsta uppgift är att skydda och bevara innehållet oavsett om det är en primär- eller sekundär förpackning (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014). De olika nivåerna av förpackningar har olika delfunktioner som måste svara mot de specifika krav som ställs i respektive del av livsmedelskedjan (Lagerberg- Fogelberg et al., 2014). Lumsden (2012) har sammanfattat fyra egenskaper som är förknippade med förpackningar, dessa är *tekniska*, *ergonomiska*, *informativa* och *mekaniska*. De tekniska egenskaperna innebär att förpackningarna inte ska orsaka läckage, att förpackningen ska vara skyddande och hygienisk. Förpackningarna ska inte kollapsa under transport och de bör vara konstruerade så att de andas för att utesluta tillväxt av exempelvis svamp eller andra bakterier. De ergonomiska egenskaperna innebär att förpackningarna är lätta att tömma, innehåller rätt mängd innehåll samt underlätta förvaring. Informativa egenskaper riktas främst mot primärförpackningen (alternativt sekundärförpackningen när det gäller leverans till grossist) då den ska omfatta en innehållsdeklaration och datummärkning samt vara estetisk tilltalande (Lumsden, 2012). Den sista egenskapen som Lumsden (2012) presenterar är mekaniska egenskaper. Dessa egenskaper innebär att förpackningar måste klara påkänningar som inkluderar vibrationer, stötar och tryck men även temperaturskillnader och fukt (Lumsden, 2012). Utöver dessa egenskaper måste förpackningarna även vara effektiva genom hela kedjan, det vill säga underlätta distribution och transport (Jönson & Johnsson, 2001; Lumsden, 2012).

Det finns ett antal olika åtgärder producenter kan använda sig av för att förbättra förpackningarnas funktionalitet och säkerhet, och som transportör är det viktigt att veta vilken typ av förpackning man hanterar samt vad den kan exponeras för. Utan denna kunskap kan det hända att man har förpackningar som inte tål de påfrestningar

som uppstår under en transport. Förpackningar för kylt och fryst kött blir, liksom andra förpackningar, påverkade av olika tillstötningar under hanteringen och transport (Sohrabpour, 2014). Därmed finns det en poäng i att lägga mer fokus på att de ska ha en stötdämpande funktion. Ett krav som ställs på förpackningar är att de ska vara tillräckligt slitstarka för att de inte ska gå sönder genom en försörjningskedja under normala förhållanden. Förpackningar bör därför utformas så att de har en viss stötdämpande funktion om livsmedlet är stötkänsligt (Sohrabpour, 2014). Eftersom livsmedel är känsligt för temperaturförändringar finns det även en poäng i att förpackningsmaterialet är nedkylt före packning, för att på så sätt bevara kvalitén (Djupfrysingsbyrån, 2007). Det är också viktigt att förpackningar som används inom olika temperaturszoner alltid behåller sina funktionella egenskaper (Gegeckiene, Kibirktis & Milisnas, 2014). Som ett exempel kan vi ta kartong, som tappar sin styrka vid kontakt med vatten. Kartongen är fortfarande användbar så länge den också är fryst, men vid upptining förmultnas materialet.

Utöver de funktioner som nämnts ovan är behovet av att medföra information till verksamheten stort i dagens verksamheter. Information är en faktor som fått betydande uppmärksamhet i företag, vilket gör att interna kontroller angående kvalitet och effektivitet fått stort fokus (Deqiang, 2011). Utveckling av den interna kontrollen är viktigt inom företag, då brister som existerar kan rapporteras, därmed skapar ett underlag för att kunna fatta välgrundade beslut om vilka åtgärder som krävs (Deqiang, 2011). I modern logistik läggs mer fokus på att kunna mäta hur livsmedel hanteras genom tempererade kedjor (Lu, Zheng, Lv & Tang, 2013). Detta kallas för metrologiska aktiviteter och är mätningar med värdefulla ingångar för att säkerställa kvalitén och effektivisera i livsmedelsrelaterade aktiviteter och processer (Howarth & Redgrave, 2008). Mätinstrument används för att definiera och dokumentera en eller flera parametrar som vidare fungerar som en referens att stödja sig på (Howarth & Redgrave, 2008). Informationen som mätningar bidrar med är därmed viktig inom både forskning och livsmedelsindustri, då underlaget ligger till grund för utveckling samt möjliggör kontroller som säkrar kvalitén i kedjorna. Framöver förväntas förpackningar därför ha intelligenta egenskaper som förmedlar denna typ av relevant information (Wikström, 2013).

2.2.4. INTELLIGENTA FÖRPACKNINGAR

Enligt Wikström (2013) bör en kvalitativ livsmedelsförpackning inte bara skydda livsmedlet genom transportkedjan, utan den borde även kunna kommunicera om hur kvalitén har hållits under distributionen. Dessa typer av förpackningar kallas för intelligenta förpackningar. Än så länge är dessa förpackningar fortfarande ovanliga i distributionssystem, då det fortfarande inte utvecklats system som kan hantera denna typ av rådata på ett effektivt sätt (Wikström, 2013). Det finns fortfarande brister i förståelse kring hur intelligenta förpackningar kan utnyttjas som bidrar till den långsamma implementeringen (Johansson, 2010). Begriplighet är viktigt för att informationen ska kunna vara användbar för användaren (Dequiang, 2011), och därmed kommer det troligtvis ta ett tag innan hela livsmedelsindustrin kommer kunna utnyttja och tolka den data som framkommer av förpackningssensorer. Innovation tar ofta ett tag att ankra sig i de vanliga arbetsrutinerna inom verksamheter.

Tanken bakom teknologin är att intelligenta förpackningar ska fungera som ett värdeskapande kontrollverktyg för aktörerna inom livsmedelsindustrin genom att förse verksamheten med information om hur kvalitén av försörjningskedjan har hållits. Att använda sig av värdeskapande processer kan ses som en konkurrensfördel på marknaden (Naumann, 1995; Marquardt, Golicic & Davis, 2011), och därmed blir intelligenta förpackningar en betydelsefull investering för aktörer inom livsmedelsindustrin. Livsmedlet ska kunna kontrolleras genom valda parametrar, längst hela försörjningskedjan med hjälp av sensorer som sätts i eller utanför förpackningar (Dynahmat, 2015; livsmedelsverket, 2015). Än så länge är de vanligaste indikatorer på intelligenta förpackningar tid, temperatur och luftfuktighet.

Syrgas, koldioxid och vibration är tre andra parametrar som även de är tänkta att inkluderas och därmed ge en bättre helhetsbild och relevans angående livsmedlets kvalitet (livsmedelsverket, 2015; Miljönytta, 2014). Med en temperaturkontroll genom hela livscykeln av ett livsmedel menar Lu et al. (2013) att man kan uppnå en bättre säkerhet på att maten kasseras i tid eller att den verkligen är nerkyld. Dessa kvalitetssäkrande aktiviteter bidrar till att ett mervärde kan skapas, och som Grönroos (2008b) problematiserar kan det ske genom att låta mervärdet växa fram på sikt, dvs. låta teknologins innovationer långsamt nå logistiken, eller genom att medvetet utveckla och investera i aktiviteter som skapar denna värdefulla kvalitetssäkring.

Målet är att inom en snar framtid utveckla sensorer som kan färdas genom logistik- och förpackningssystem och som i realtid kommunicerar kvalitet och produktsäkerhet av tempererade livsmedel (Skjöldebrand, 2015). För att en hög leveransservice ska uppnås är det inte bara viktigt att planera och genomföra aktiviteterna, utan också att återkoppla och kontrollera resultatet och kvalitén (Grant, Lambert, Stock & Ellram, 2006; Lumsden 2012; Oskarsson et al., 2011). Intelligent förpackningar ses som ett tekniskt verktyg som just kommunicerar denna typ av information för att på så sätt säkerställa och kontrollera kvalitén i hela livsmedelskedjan. Lösningen är tänkt att kunna användas längst hela livsmedelskedjan, av både livsmedelsindustrin, detaljhandel och distributörer.

Väldigt ofta arbetar livsmedelskedjans aktörer i silos, det vill säga att de tar hand om sina egna problem och kommunicerar inte med de andra i kedjan (Skjöldebrand, 2015). Sensorerna på intelligenta förpackningar bidrar här till att öppna upp en betydelsefull kommunikation mellan involverade aktörer (Albrechts, 2006). Till följd av ett förbättrat samarbete genom delad information mellan livsmedelskedjans aktörer blir det mer sannorlikt att sensorerna kan bidra till minskat matsvinn. Detta genom att visa på vad livsmedel och dess förpackningar exponeras för, och därmed peka på vad som faktiskt behöver förbättras (Dynahmat, 2015; Transportör, 2015). Problemen som uppstår genom bristfälliga försörjningskedjor är relevanta att belysa och åtgärda. Ett sätt att se på hur problemen kan åtgärdas är att studera vad förpackningarna exponeras för genom att ta fram den typ av information som är relevant inom detta område (Deqiang, 2011) - temperatur, luftfuktighet och vibrationer.

Som det har framkommit genom detta kapitel exponeras förpackningar för en rad påfrestningar under en tempererad kedja. Intelligent förpackningar har en potential att bidra med ett helhetsperspektiv angående hur stora dessa påfrestningar är. Detta helhetsperspektiv kan leda till förbättrad kvalitetskontroll genom försörjningskedjor och de intelligenta förpackningarna blir på så vis en kvalitetssäkrande aktivitet. För att förpackningar ska kunna klara dessa påfrestningar och inte orsaka svinn behöver ledningen ha relevant information som de kan grunda sina beslut på. Experimentet som presenteras och förklaras i kommande kapitel är ett exempel på hur ett sifferunderlag med påfrestningarna kan se ut.

3. METOD

I detta avsnitt kommer vi börja med att beskriva studieobjektet samt varför vi valt att studera just det. Vidare förklarar vi vårt angreppssätt och går grundligt igenom hur experimentet samt observationerna har utformats och genomförts för att på bästa sätt bidra med nya kunskaper och insikter inom det valda området. Avslutningsvis följer en beskrivning av den litteratur vi använt oss av och hur den har bidragit till att besvara vårt syfte och frågeställningar.

3.1. STUDIEOBJEKTET

Vi har valt att studera hur intelligenta förpackningar kan bidra med information som hjälper aktörer inom livsmedelsindustrin förbättra kvalitén av tempererade transporter. För att exemplifiera hur detta kan ske har vi undersökt hur stora påfrestningar köttförpackningar exponeras för under en tempererad transport och omlastning i två flöden. Som tidigare nämnts prioriterar Sverige reduktion av matsvinn, och det blir därför viktigt att forskning kring alla möjliga åtgärder som kan bidra till reduktionen med de ca 20 % (Naturvårdsverket, 2013) av matsvinn utförs. Utifrån detta behov bidrar studien med en av åtgärderna aktörer inom livsmedelsindustrin kan använda sig av för att minska matsvinn i transportkedjan, vilket är viktigt ur ett service perspektiv.

Den tilldelade transportkedjan valdes baserat på transportföretagets intresse av att följa förpackningar från en specifik producent. Vi har följt med i två tempererade transporter där fokus varit att se på vad förpackningarna exponeras för. Då det är orimligt att mäta alla typer av förpackningar och dra slutsatser om vilken temperatur, luftfuktighet och vibrationsbelastning de kan exponeras för, har vi valt att göra ett stickprov av två olika typer av kartongförpackningar, en med kylt- respektive fryst kött. Vi anser att omgivningen i transportkedjorna är mer eller mindre liknande genom hela Sverige. Därför blir det inte metodologiskt fel att endast undersöka två typer av förpackningar, eftersom fokus ändå ligger i att mäta vilka påfrestningar omgivningen utsätter förpackningarna för.

Både transportören och producenten som nämns i arbetet kommer förbli anonyma och därmed kommer vi framöver referera till dem som 'transportör' och 'producent'. Anledningen till detta är att de har visat ett intresse för att bidra till forskning som i

längden skulle säkra deras transportkedjor och arbetsrutiner. För vår del är det fördelaktigt att använda en transportör som visar intresse för förpackningsutveckling.

3.2. ANGREPSSÄTT

Ett explorativt angreppssätt har använts för att behandla vårt syfte och frågeställningar. Vi bidrar med kvantitativa mätningar från en verklig situation som i ett senare skede kan användas som grund för att utveckla kvalitativa förpackningar för tempererade kedjor, för att där med effektivisera och kvalitetssäkra försörjningskedjorna. Undermåliga förpackningar som brister under transporter anses inte vara kvalitativa och bidrar där med till de ökade matsvinnet och vidare till försämrade leveransservice då kunder inte får de varor de beställt med rätt kvalitet.

För att angripa en frågeställning eller ett problem på ett effektivt sätt finns det i huvudsak två grundläggande metoder. Dessa metoder är induktion och deduktion, de tar hänsyn till förhållandet mellan empiri och teori (Bryman, 2011). Vi har formulerat vårt problem induktivt utifrån empirisk information från mätningar. Fokus ligger på att vi inte går in i experimentet med en hypotes, utan istället bygger vår empiri på observationer och den kvantitativa data vi samlar in. Målet med arbetet är att med hjälp av våra mätningar kunna tillföra nya riktlinjer för förpackningslogistikens krav på förpackningar samt att exemplifiera hur sensorer kan bidra till en förbättrad kvalitetskontroll av försörjningskedjor.

Känt för tempererade kedjor inom logistiksammanhang är att livsmedel som transporteras utsätts för olika typer av skakningar vid omlastningsmoment och transporter som kan påverka livsmedlet. Vidare är varor som kräver tempererade transporter känsliga för temperatursvängningar. I samband med temperatursvängningar är det även känt att variationer i luftfuktighet påverkar kartongförpackningarnas styrka. Det vi vill presentera med denna studie är ett mått på hur stora dessa svängningar kan vara under en vanlig tempererad transport, för att sedan med hjälp av observation kunna koppla det till visuella skador på förpackningar. Måtten bidrar till kunskapen angående vad förpackningar exponeras för under transport, vilket är relevant inom livsmedelsindustrin då det både gör att kvalitativa förpackningar kan användas för en effektivisering av försörjningskedjor, samt att kvalitetsbrister inom själva försörjningskedjan synliggörs.

Ett experiment har valts som forskningsmetod på grund av att vi vill isolera hur stort inflytande enskilda faktorer av omgivningen har på förpackningar. Mätningarna för detta experiment har inte gjorts i en kontrollerad omgivning utan mer likt en fallstudie. Enligt Merriam (1994) är fallstudie som forskningsmetod vid studerande av existerande flöden att föredra, då även observationer, dokument, etc. kan behandlas. Fallstudie som metod definieras av att ett specifikt förlopp i ett avgränsat system undersöks. Denna metod har varit passande, då de tillhörande observationerna har varit hjälpsamma i vår analys. Experimentet har även ett kvantitativt angreppssätt, detta eftersom det görs mätningar med hjälp av datainsamlingsensorer kring hur omgivningen förändras under en tempererad transport. En kvantitativ metod ämnar bidra till en bättre förståelse för samband i verkligheten genom mått. Data som samlas in med hjälp av sensorerna visar på specifika värden där svängningarna varit som störst. Detta ger en grund till analysen om vad förpackningar ska kunna exponeras för under en tempererad transport, för att där med kvalitetssäkra försörjningskedjorna och synliggöra var den tempererade kedjan brister.

Studien bidrar metodologiskt till förpackningsforskningen genom att visa på hur sensor teknik kan användas i verkligheten för att utveckla kvalitativa förpackningar. Mycket av förpackningslogistikens forskning sker i labb miljöer, men detta arbete skiljer sig då det sker i en verklig transport med hjälp av sensorer som registrerar data kronologiskt. Vid mättillfället använder vi oss av fem stycken sensorer för att samla in data. En vibrationsläsare har använts i samband med fyra andra sensorer som har inbyggda temperatur och luftfuktighets läsare. Sensorerna lagrar informationen tills leverantören för sensorn extraherar den. Varje sensor kommer tillföra en kronologisk insamlingsdata berörande respektive förpackning som de var fästa i. Mätningar kommer utföras på två transporter för att få en bättre spridning av insamlingsdata.

3.3. TILLVÄGAGÅNGSÄTT

Innan experimentet var sensorerna förberedda för användning av dess leverantör. De var aktiverade och skulle hålla sig aktiva i 30 dagar. Vi var ombedda att notera exakta tider när sensorerna placerades i förpackningarna samt när de plockades ur.

Leverantören av sensorerna informerade även oss om att vi skulle få insamlad data extraherad och presenterad till oss på ett användarvänligt sätt som en tjänst av

leverantören. Det positiva med detta tillvägagångssätt för insamlingen av data är att informationen samlas in av personal som har en hög kunskapsnivå om sensor teknologi, men även för att validiteten inte försämras på grund av att vi inte hanterar sensorerna enligt hänvisningarna. Värdena för temperaturen, luftfuktigheten och vibrationerna registreras kontinuerligt för att ge en kronologisk helhetsbild istället för att endast kommunicera när värdena avviker från normen. Detta anser vi ökar reliabiliteten på den insamlade data.

28:E APRIL

De fyra olika sensorerna placeras ut i fyra förpackningar på två olika pallar, två som ska transporteras i frysrums respektive två i kylrum. De förpackningar som placeras i frysrums kommer att presenteras som pall 1, samt att förpackningarna som ska placeras i kylrum kommer att presenteras som pall 2. Sensorerna placeras i den sekundära förpackningen bland primärförpackningarna av fyra stycken kartongförpackningar som är tänkt att transporteras från producent till grossist av transportören. Eftersom vi endast hade tillgång till en vibrationssensor kunde vi inte utföra mätningarna för båda lastbilarna samtidigt. För transport 1 fästes vibrations sensorn i golvet längst bak till vänster i trailern genom att skruva fast den mot golvplattan (se bild 2 för förtydligande). Dagen därpå lossades vibrationssensorn och fästes på nästa lastbil som ämnade transportera de kylda förpackningarna.



Bild 1. Sensorer som placeras i förpackningar



Bild 2. Placering av vibrations sensor i lastbil under transport 1 samt 2

	Sensorer	Pall	Datum	Tid	Avstånd
Transport 1	3 och 4	1	29:e april	6:00 - 11:00	90,2 km
Transport 2	1 och 2	2	29-30:e april	15:20 - 10:30	495 km
Transport 1 och 2	5		29-30:e april	6:00 - 11:00 15:20 - 10:30	585,2 km

Tabell 2. Förtydligande av experimentet

TRANSPORT 1, 29:E APRIL

Dagen innan hade vibrationssensorn skruvats fast i trailer längst bak på den vänstra sidan av lastbilen. Sensorerna hade placerats i kartongförpackningar dagen innan på pall 1 som bestod av totalt 99 kartonger. Sensorerna befann sig i två olika höjder av

pallen. Den ena befann sig närmre mitten, på den 8 våningen av kartonger, och den andra på den översta våningen (se bild 3). Pall 1 med sensor nr. 3 och nr. 4 befann sig i kyllagret sedan dagen innan ända tills det var dags att lasta på den i lastbilen. För att underlätta spårbarheten av sensorerna markerades kartongförpackningarna med röd tejp för att urskilja dem från de andra kartongerna, detta gjordes även på pall 2. Under omlastningsmomenten observerade vi att de rödmärkta pallarna inte hanterades annorlunda jämfört med de andra.



Bild 3. Placering av sensor 3 och 4 på pall 1

Pall 1 fotograferades innan pålastning och inspekterades för eventuella skador som redan kunde ha inträffat. Pålastning skedde med manuell truck, och inga konstigheter kunde noteras. Pallen placerades längst in i lastbilen på den vänstra sidan enligt bild 4. Ovanpå den placerades en annan pall med samma varor. Både lastbilen med kartongförpackningarna samt trailern med den fastskruvade vibrationssensorn var fullt lastade med dubbelställda pallar.



Bild 4. Placering av pall 1 i lastbil

Under transporten noterades inga kraftiga stötar eller avvikelser från hur en transport utförs. Turen mellan producenten och fryslagret som pallen skulle in på innehöll inga omlastningar och varade ca 70 minuter. Vid ankomst avlastades pallen med en manuell truck, och inga operativa fel kunde märkas. Pallen observerades igen och fotograferades för att exemplifiera var skadan hade inträffat. Därefter plockades sensorerna ut från den sekundära förpackningen och tiden noterades för utplockning. Förpackningarna tejpades igen, placerades åter på pallen, och lastades senare in i fryslagret. När lastbilstrailern återvände till transportörens terminal skruvades vibrationssensorn av och fästes på nästa lastbil som ämnade transportera pall 2 med sensor nr. 1 och nr. 2.

TRANSPORT 2, 29-30:E APRIL

Innan lastbilen lastades med pall 2, skruvas vibrations sensorn fast på trailern, längst bak på den vänstra sidan, samma placering som under transport 1 (se bild 5). Sensor nr. 1 och nr. 2 var placerade på två olika ställen på pallen för att skapa en variation, en nere i ett hörn samt en uppe i mitten (se bild 6). Pallen bestod av två rader med totalt 12 förpackningar. Pall 2 fotograferades innan pålastning och granskades för eventuella skador som redan kunde ha inträffat. Pålastning skedde med en eldriven truck, och inga konstigheter kunde noteras. Pall 2 lastas in och placeras ovan på en annan pall som tillsammans bildade en dubbelstaplad pall. Pallen placerades längst in

till höger i lastbilen. Då pallen innehöll kylt kött hade lastbilen en temperatur på 3°C vid start och genom hela transporten, ute temperaturen låg på 10°C.



Bild 5. placering av pall 2 i lastbil



Bild 6. Placering av sensor 1 och 2 på pall 2

Under transporten skedde två omlastningar där pallen fördes in och ut, bilder togs för att dokumentera om några skador påträffats. Under den sista omlastningen bytte pallen lastbil, vilket gjorde att vibrations sensorn därmed fick skruvas av och fästas i den nya trailern på en nya lastbilen (samma placering som under tidigare transport). Pallen placerades längst in i lastbilen, dock på en egen plats och inte ovan på en annan pall. Under sista stoppet togs pall 2 av och sensorerna nr. 1 och nr. 2 plockades ut, samt att vibrations sensorn skruvades av. Alla sensorerna skickades sedan tillbaka till leverantör av sensorerna för att bearbeta rådata.

Tyvärr kunde vi inte påverka placering av pall 1 och 2 i tillhörande lastbil, då de var tvungna att placeras på bestämda platser beroende på hur andra pallar skulle lastas av. Då våra pallar skulle lastas av sist under båda transportererna, fick de placeringen längst in. Under transport och omlastningar såg vi till att personalen inte skulle hantera vår pall annorlunda utan hantera de på samma sätt som de alltid gör, just för att fånga ett verkligt händelseförlopp. Vi hade som mål att kunna placera en pall i den främre och en i den bakre delen av lastbilen, för att fånga upp de vibrations, fuktighets och

temperatursvängningar som påverkar hela lastutrymmet för att därmed öka reliabiliteten. Då vi fick rätta oss efter hur rutterna såg ut kunde vi tyvärr inte påverka valet av placering. Konsekvensen blev att pallarna under båda transportererna placerades längst in i lastbilen. Detta gör att den insamlade data är avgränsat till en del av lastbilen, vilket gör att helhetsbilden från lastutrymmet är begränsat.

Under transportererna befann vi oss i lastbilshytten och noterade hur transportererna utfördes. För att undvika att chaufförerna utför transporten mer försiktigt bad vi chaufförerna att köra lastbilen som en vanlig dag när ingen observerar deras arbete. Fokus lades på att notera om några stora vibrationer kunde kännas av samt om kraftiga inbromsningar, accelerationer eller andra olyckor inträffar. Det som är värt att reflektera över är hur stor validiteten av våra observationer från transportererna är, eftersom det var första gången vi åkte lastbil. Vår förmåga att utvärdera inbromsningarnas samt accelerationernas lämplighet för just den sträckan kan ifrågasättas. Denna svaghet försökte vi förstärka genom att kommunicera med chaufförerna och ställa frågor kring hur de resonerade kring inbromsning och acceleration.

De tillhörande observationerna utfördes precis innan pålastning, vid omlastningar samt precis efter avlastning. Vid dessa moment undersöktes förpackningarna visuellt för att notera om de hade förändrats på något sätt eller om skador hade uppstått. Alla förpackningar fotograferades från alla sidor både innan och efter transporten för att bidra med ett underlägg för jämförelse ifall skador ska ha inträffat. Dessa bilder kompletterar sedan analysen av vad sensorresultaten har visat, eftersom eventuella brister kan kopplas till de förändringar omvärden har orsakat och sensorerna har registrerat.

3.3.1. TILLVÄGAGÅNGSÄTT FÖR ANALYS AV DATA

Data som samlas in av sensorer behandlades av leverantören och presenteras till oss i diagram form, se (bilaga 1). För att kunna dra slutsatser och besvara vårt syfte och frågeställningar angående de resultat vi fått, har en analys kring diagrammen från (bilaga 1) gjorts. Utifrån diagrammen har kurvorna studerats, vi har tittat på lägsta och högsta temperatur- och luftfuktighetspunkter samt sambandet mellan dessa två parametrar. En redovisning för vibrationstätheten har gjorts som tydliggör i vilken

riktning de flesta vibrationerna inträffade samt analyserat de chockvärden som visats från vibrationskurvorna. En jämförelse mellan de olika förpackningarna som placerats på samma pall har även gjorts för att hitta skillnader kring de resultat som uppkommit. Därefter har resultaten relaterats till den valda teorin.

3.4. LITTERATUR INSAMLING

Förutsättningarna för att kunna bygga ett stadigt teoretiskt ramverk, grundar sig på strävan av trovärdiga och korrekta källor (Bryman 2011). Sökningar har främst gjorts på svenska, men även engelska via databaserna: LUB Search, Libris och Lovisa, sökmotorn: Google och Google Scholar samt via hemsidan Naturvårdsverket.se. Sökorden som vi använt oss av har huvudsakligen varit förpackningar, tempererad transport, matsvinn, intelligenta förpackningar, innovation och kvalitetssäkring. För att få djupare inblick i den studerade transportkedjan samt problematiken kring sensorer har även mailkonversationer med både kontaktpersoner från transportföretaget (Transportör, 2015) och Institutionen för designvetenskaper, förpackningslogistik på LTH (Skjöldebrand, 2015) refererats till.

Vad vi även tagit i beaktning under insamling av teori är att den även refererar till sekundär information, vilket innebär att data redan samlats in för andra forskningsområden eller andra ändamål (Remenyi, Swartz, Money & Williams, 1999). Även om teorin här har använts i andra syften, vilket är viktigt att ta hänsyn till, har den samtidigt bidragit med reliabel och valid data till vårt arbete. Uppsatsen grundar sig på information vi ansett vara nödvändig och relevant för att besvara vårt syfte och frågeställningar och därmed bidra till en trovärdig undersökning.

Med hjälp av insamlad teori och ett tillvägagångssätt som beskrevs ovan har ett experiment genomförts i en verklig situation. I kommande kapitel presenterar vi det empiriska underlaget som studien har försett oss med för att vidare kunna analysera innebörden av resultaten.

4. PRESENTATION AV INSAMLAD DATA OCH RESULTAT

I detta kapitel kommer experimentets mätningar samt observationer som ligger till grund för vårt arbete att presenteras och redogöras grundligt.

4.1. OBSERVATIONER INNAN PÅLASTNING

TRANSPORT 1 OCH 2

Pall 1 med sensor nr. 3 och nr. 4, och pall 2 med sensor nr. 1 och nr. 2 var oskadd innan den lastades i lastbilen med manuell truck. Vid pålastningsmomenten som vi observerade skedde inga olyckor eller oväntade stötningar.

Nedan presenteras bilder på hur pallarna såg ut innan pålastning.



Bild 7. Pall 1 med sensor nr. 3 och nr. 4



Bild 8. Pall 2 med sensor nr. 1 och nr. 2

Vad som visas på ovan bilder är att pall 1 placerades under en annan pall medan att pall 2 placerades ovan på en annan pall. Ovan bilder visar även att de två olika förpackningarna som användes är snarlika i sin utformning. Skillnaden mellan dessa lådor är att proportionerna är annorlunda samt att sätten hur förpackningarna på pall 1 och pall 2 öppnas på. Förpackningarna på pall 1 öppnas från sidan, vilket demonstreras i bild 9, medan förpackningarna på pall 2 öppnas ovanifrån, vilket kan ses i bild 10.



Bild 9. Sensorer placeras i pall 1



Bild 10. Sensorer placeras i pall 2

Pallarna skickades iväg på två olika transportsträckor. Följande tabell visar hur transportsträckorna för lastbilarna var fördelade samt avstånden mellan städerna där omlastningsmoment skedde.

	Pall	Sensorer	Startpunkt	Mellanstopp	Slutdestination	Avstånd
Transport 1	1	3,4	A		B	90 km
Transport 2	2	1,2	A	C		14 km
				D		208 km
				E		227 km
				F		22 km
				G		11 km
				H	13 km	

Tabell 3. Avstånd mellan startpunkt och omlastningsmoment för transport 1 och 2.

4.2.1. OBSERVATIONER FRÅN LASTBILSHYTEN - TRANSPORT 1

Vid avgång från producenten i stad A var både lastbilens och trailerns termostater satta på $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ medan utomhustemperaturen var $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. I lastbilshytten fanns en display på termostatens registrerade temperatur av lastutrymmet. Utifrån den informationen kunde vi observera att trailern, som lastades först, kylde ner till $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ under de första 25 minuterna, medan lastbilen som lastades därefter kylde ner till $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ under de första 15 minuterna innan avgång från producenten.

Under transportsträckan mellan stad A och B skedde inga olyckor, och inga ljud som oftast indikerar på att pallar välter eller rasar kunde höras från lastutrymmet. Vid ett antal gånger hamnade lastbilen på vägräfflorna, men utöver det var transporten mjuk och inga kraftiga inbromsningar eller accelerationer noterades.

4.2.2. OBSERVATIONER FRÅN LASTBILSHYTEN - TRANSPORT 2

Vid avgång från producenten i stad A var lastbilen samt trailern satt på $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, medan utomhustemperaturen var $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vi observerade att termostaten hade kylt ner lastutrymmet till satt temperatur under lastningens gång. Inbromsningar eller accelerationer.

Under vissa sträckorna för transport 2 var vägunderlaget dåligt, vilket medförde att stora vibrationer kunde kännas av. Utöver det dåliga vägunderlaget körde även

lastbilen på vägräfflorna ett antal gånger, vilket även medförde till ökade vibrationer. I trafiken noterades inga kraftiga

4.3. TEMPERATUR OCH LUFTFUKTIGHETSSVÄNGNINGAR

4.3.1. TRANSPORT 1

Eftersom sensorerna placerades i förpackningarna dagen innan transporterna omfattar resultaten även den tidsperioden när förpackningarna var på fryslagret innan de lastades på lastbilen. Följande data kunde avläsas från de två sensorerna inuti förpackningarna för transport 1.



Diagram 1. Mätningar av sensor nr. 3. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH).



Diagram 2. Mätningar av sensor nr. 4. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH)

Mellan kl. 6:00 - 6:50 den 29:e april skedde pålastning från fryslagret till lastbilen. Under denna period kan vi se att temperaturen och luftfuktigheten ökade inuti förpackningarna. Som det framkommer i diagram 1 och 2 så ökade temperaturen under denna period från -19 °C till -16 °C i förpackningen med sensor nr. 3, och från -19 °C till -17,5 °C i förpackningen med sensor nr. 4. Luftfuktigheten mättes i procent relativ luftfuktighet (RH). Luftfuktighetens ökning registrerades från 27,5 % RH till 32,5 % RH av sensor nr. 3, och från 31,5 % RH till 32 % RH av sensor nr. 4. Under denna tidsperiod kan en relation mellan temperaturökningen och luftfuktighetsökningen avläsas, då båda sensorerna avläste en ökning samtidigt för båda parametrarna.

Vidare mellan kl. 6:50 - 8:00 den 29:e april skedde transporten från stad A till B. Under denna period visar resultaten att temperaturen och luftfuktigheten minskade samtidigt. Temperaturen skiljer sig med 1°C inom samma pall då sensor nr. 3 uppmätte att temperaturen sjönk till -17 °C, medan sensor nr. 4 uppmätte att

temperaturen sjönk endast en halv grad till $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Observationerna från lastbilshyten stämmer även överens med resultaten från sensorerna, då luftfuktighet. Eftersom experimentet vi utförde var i form av ett stickprov kunde inte effekten av ett den observerade temperaturen av $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ speglas genom hela transporten.

Luftfuktigheten i den översta pallan med sensor nr. 4 förändras inte väsentligt under transporten och håller sig stabilt vid 32 % RH, medan luftfuktigheten i förpackningen med sensor nr. 3 varierar mellan 31 % och 32 % under slutet av transporten.

4.3.2. TRANSPORT 2

Precis som för transport 1 placerades sensorerna i förpackningarna en dag i förväg för transport 2. Data i diagram 3 och 4 representerar därmed både temperatur och luftfuktighetsförändringen i kyl lagret under ett dygn, och vidare alla transporter och omlastningar fram till slutdestinationen i stad H morgonen den 30:e april.

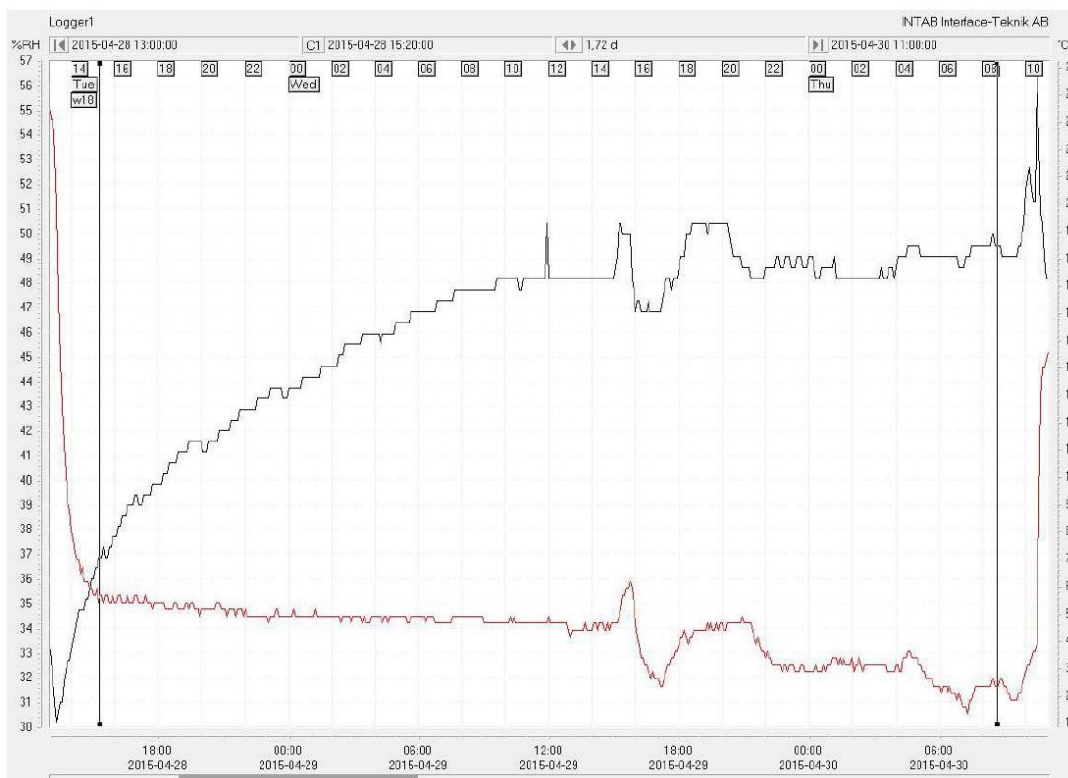


Diagram 3. Mätningar av sensor nr. 1. Röd kurva (nedre) - temperatur ($^{\circ}\text{C}$); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH)

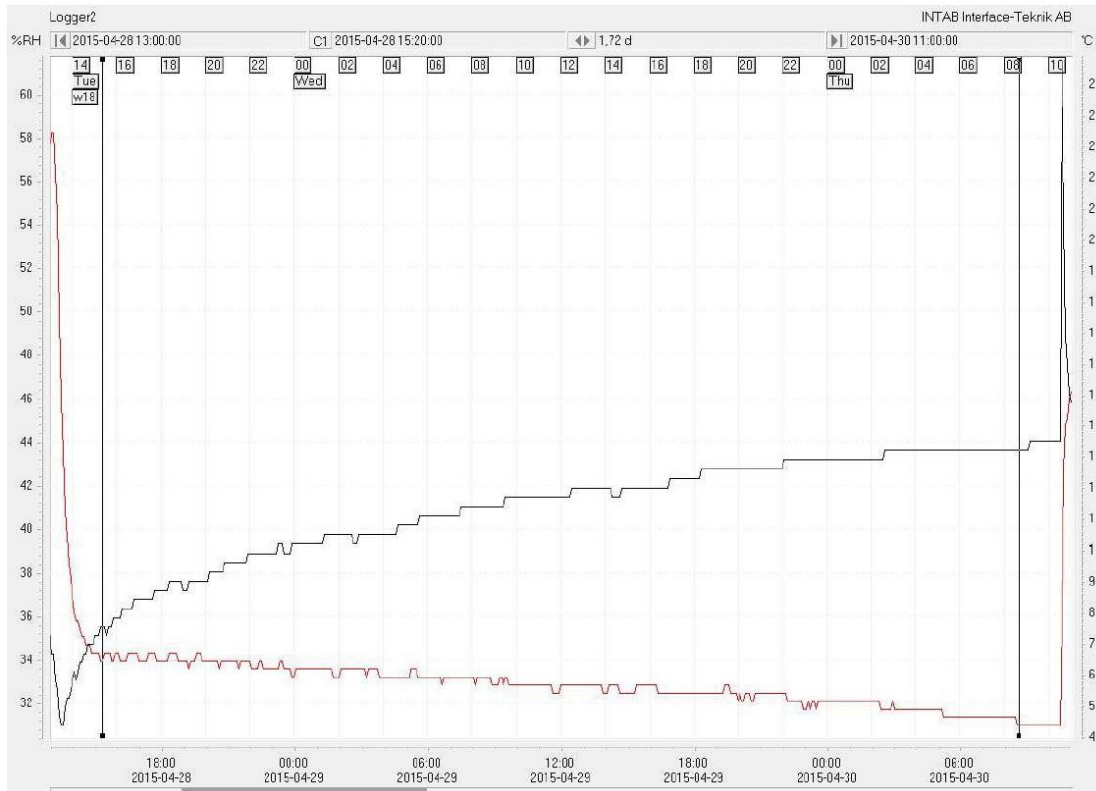


Diagram 4. Mätningar av sensor nr. 2. Röd kurva (nedre) - temperatur (°C); svart kurva (övre) - relativ luftfuktighet (% RH)

Från början av diagram 3 och 4 kan de avläsas att luftfuktigheten ständigt ökar under tiden som det kylda köttet lagras hos producenten. Temperaturen håller sig relativt stabil under lagringen och minskar från 5,5 °C till 4,5 °C i förpackningen med sensor nr. 1, och från 6 °C till 5 °C i förpackningen med sensor nr. 2. Luftfuktigheten kan alltså även förändras på grund av andra orsaker, då temperaturen sjönk, men sensor nr. 1 registrerade en ökning i luftfuktigheten från 37 % RH till 48 % RH endast under lagringsperioden. Sensor nr. 2, som var placerad längst upp på pallan, ökade luftfuktigheten under lagringsperioden från 36 % RH till 42 % RH.

Under transporten kunde stora variationer i temperaturen avläsas från sensorn. I diagram 3 ser vi att temperaturen steg från 4,5 °C till 6 °C inuti förpackningen under pålastning i stad A, men sjönk sedan till 2,5 °C under pålastningen i stad C. Under resan till stad D, som syns i diagrammet mellan kl. 18:00 - 21:00 den 29:e april, stabiliserades temperaturen runt 4,5 °C. Från och med stad D sjunker temperaturen till 3 °C, och väl vid omlastning i stad E runt kl. 7:00 den 30:e april börjar temperaturen

kontinuerligt sjunka till 1,5 °C, men återstiger till 2,5 °C innan slutdestinationen stad H är nådd.

Luftfuktigheten behåller ett mycket högt värde genom transport 2, men varierar från 50,5 % RH när temperaturen är som högst till 47 % när temperaturen når 2,5 °C.

Utöver detta högsta och lägsta värde kan även ett mönster avläsas från diagrammen som visar på att temperaturen och luftfuktigheten varierar i takt med varandra. Vid ökning av temperaturen ökar även luftfuktigheten, och vid nedgången av luftfuktigheten som kan avläsas från diagram 3 kl. 21:00 sjunker även temperaturen i den nedre kurvan.

Till skillnad från de dynamiska resultaten från sensor nr. 1 har sensor nr. 2 en mycket stadigare temperatur samt luftfuktighetskurva. Luftfuktigheten inuti förpackningen med sensor nr. 2 ökar från 35 % RH till 43 % RH, och temperaturen minskar linjärt från 6,5 °C till 4,5 °C under både lagringen och transporten.

Sammanfattningsvis har resultaten från temperatur samt luftfuktighets data sammanställts i nedan tabell. Tabellen visar på att variationen mellan de högsta och de lägsta värdena som har registrerats under experimentets gång.

	Högsta °C	Lägsta °C	Variation °C	Högsta % RH	Lägsta % RH	Variation % RH
Fryst	-16	-19	3	32,5	27,5	5
Kylt	6	1,5	4,5	50,5	36	14,5

Tabell 4. Högsta samt lägsta mätta värden för temperatur och luftfuktighet i förpackningar från frys samt kylkedjorna.

4.4. VIBRATIONER OCH CHOCKAR

För att mäta vibrationssvängningar har två olika värden tagits fram - ett som visar på vibrationstätheten genom ett mått på genomsnittlig PSD i tre olika riktningar, och ett som visar på högsta uppmätta chock värde. I följande grafer kommer de olika riktningarna vara representerade med följande färger:

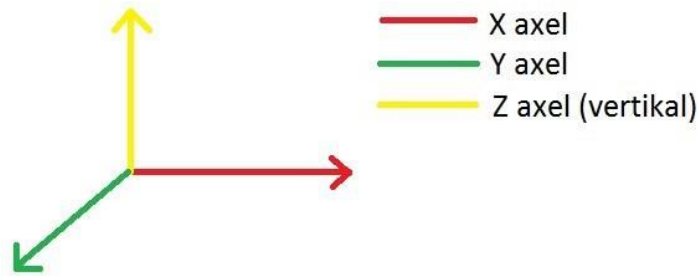


Bild 11. Representation av färgkoder för kommande diagram

Till en början representeras de genomsnittliga PSD värdena som har tagits från bilaga nr. 1. Vibrationskurvorna har analyserats genom att dela upp dem i den genomsnittliga vibrationstätheten, det genomsnittliga övre värdet för vibrationstätheterna, och det genomsnittliga nedre värdet för vibrationstätheterna. Dessa tre värden har tagits fram för tre riktningar som vibrationerna har rört sig i. Utifrån tabell 5 nedan kan det konstateras att de största vibrationerna sker i vertikal riktning, då det genomsnittliga PSD värdet är betydligt större än vad som har uppmätts på X och Y axlarna.

	genomsnittlig PSD	övre envelopp PSD	nedre envelopp PSD
X axel	0,393 G RMS	0,916 G RMS	0,043 G RMS
Y axel	0,293 G RMS	0,653 G RMS	0,042 G RMS
Z axel	0,608 G RMS	1,212 G RMS	0,137 G RMS

Tabell 5. Genomsnittligt uppmätta PSD värden i transport 1 och transport 2

Vidare har chockvärdena registrerats, och dessa kommunicerar när förpackningarna var utsatta för stötar samt hur stora dessa var. Nedan diagram visar hur stor accelerationen har varit under chock-värdena som uppmättes i riktningarna X, Y och Z. Även i diagram 5 förtydligas det att de största rörelserna var i vertikal riktning.

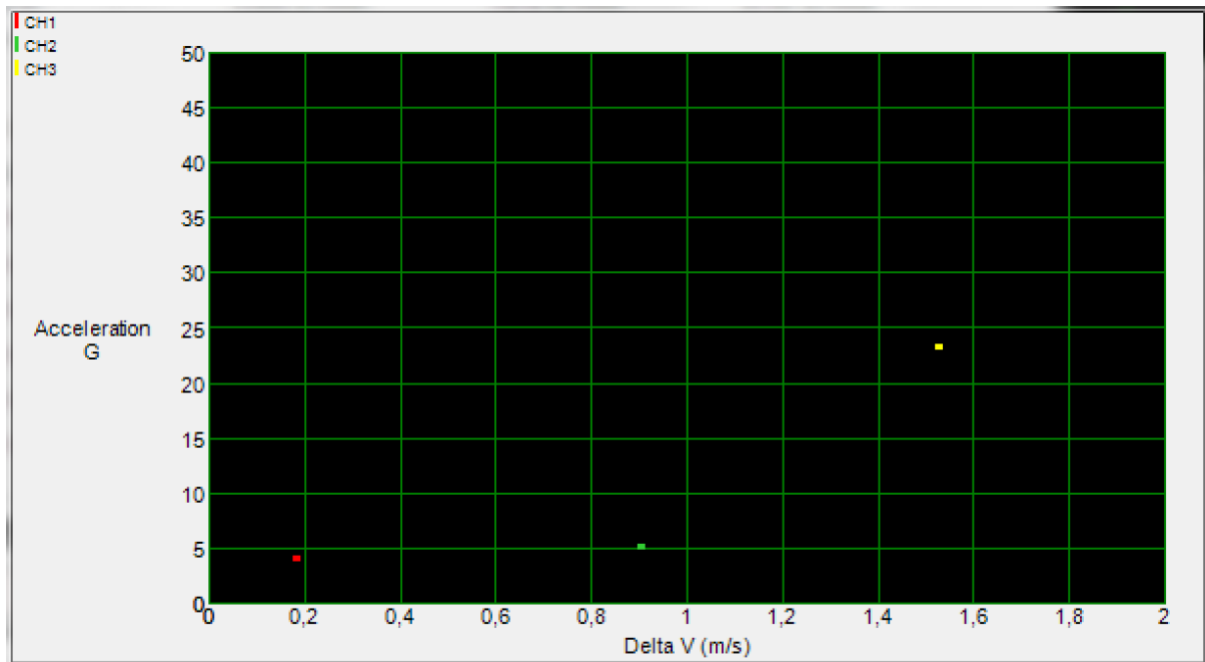


Diagram 5. Högsta uppmätta chock-värden i tre riktningar

I riktning X var den största uppmätta accelerationen 4,1 G, i riktning Y var den 5,7 G och i vertikal riktning Z var den 23 G. Däremot var även ett antal andra chock-värden i vertikal riktning betydelsefulla. Nedan tabell presenterar de fem kraftigaste chockerna som var registrerade.

Axel	Acceleration	Varaktighet	Tid
Z	23,0 G	13 ms	2015-04-30 01:42
Z	8,8 G	7 ms	2015-04-30 03:02
Z	8,7 G	10 ms	2015-04-30 01:43
Z	5,0 G	8 ms	2015-04-30 10:21
Y	5,7 G	7 ms	2014-04-30 10:20

Tabell 6. Kraftigaste registrerade chockar

Utifrån tiderna som är angivna i tabellen ovan framkommer det att samtliga kraftiga chockar inträffade under transport 2, och under två korta perioder uppmättes fyra av de fem kraftigaste chockerna.

4.5. VILKA SKADOR PÅTRÄFFADES?

Väl vid slutdestinationerna observerades förpackningarna ännu en gång, och skadorna fotograferades. Både pall 1 och pall 2 hade skadade förpackningar på de

förpackningar som befann sig längst ner på pallan, som visualiseras i bilder 12 och 13 nedan.

De observerade skadorna och de resultat som togs fram från mätningarna möjliggör till en vidare analys av studien. Framöver ska varje typ av påfrestning analyseras för att bättre förstå vad resultatet berättar för oss som vi inte visste sedan tidigare.

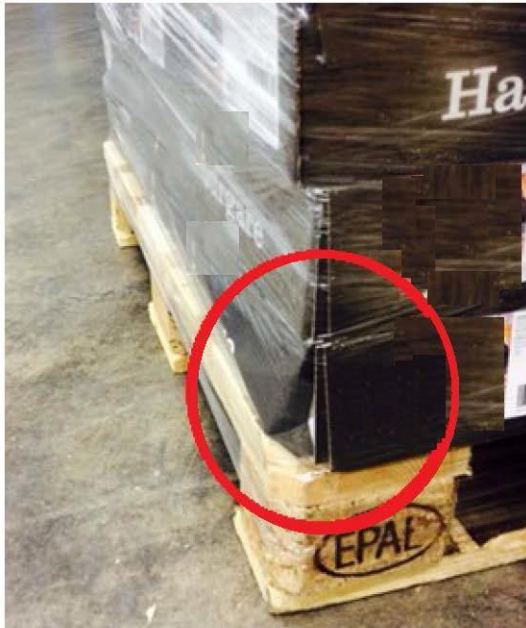


Bild 12. Brusten förpackning på pall 1.



Bild 13. Brusten förpackning på pall 2.

Ovan har presentation angående observationer redogjorts i form av bilder. Sträckorna som sensorerna färdats genom har förtydligats, samt att data som extraherats från dessa har presenterats i form av tabeller och diagram. För att ge en klarare bild angående vad det är bilderna, tabellerna och diagramen presenterar kommer dessa nedan att bearbetas i form av analys.

5. ANALYS

Under denna rubrik ligger fokus på att se hur den insamlade teorin speglas i empirin. Till en början analyseras sensorernas tillämpning och dess betydelse inom kvalitetssäkring och effektivitet. Vidare analyseras hur temperaturen hållits jämfört med de riktlinjer som teori lyfter fram. Där efter kommer en analys kring luftfuktighet som sedan leder in på vibrationernas effekt på förpackningar. Avslutningsvis analyseras synergi effekterna mellan förpackningarnas utformning och försörjningskedjan.

Genom den utvunna data från sensorerna har underlag angående vad det är förpackningar exponeras för under en tempererad transport tagits fram. Mätningar är viktiga i vetenskaplig forskning då det är de som ligger till grund för utveckling (Howarth & Redgrave, 2008). Genom resultatet som tagits fram, finns det nu befintliga siffror som forskning och förpackningsutveckling kan stödja sig på och referera till för att vidare kunna utveckla förpackningar som tål de påfrestningar som data visar på. Mätningarna bidrar dessutom även med ett underlag som ledare inom livsmedelsindustrin kan stödja sig på för att fatta väldrundande beslut kopplade till utveckling angående effektiviseringen och kvalitetssäkring av livsmedelskedjan och, som Oskarsson et al. (2011) argumenterar, därmed leveransservicen. Det finns ett allmänt intresse att prestera bra och kunna erbjuda en hög leveransservice till de aktörer logistikföretag samarbetar med (Lumsden, 2012), och därmed blir det viktigt att ha ett kvantitativt underlägg som visar hur verksamheten lyckas nå detta mål. Studien som har utförts har bidragit med det metrologiska underlag som är grunden för en vidare utveckling (Howarth & Redgrave, 2008) som modern logistik fokuserar på (Lu et al., 2013). Utvecklingen går mot att innovativa förpackningar, precis som de använda sensorerna i denna studie, ska visa på en historia angående vad som skett i försörjningskedjan. Detta bidrar till ökad precision och förbättrade simuleringsmöjligheter inom förpackningsforskningen, men synliggör även problematiska områden som kan åtgärdas av ledning inom livsmedelsindustrin genom stärkt intern kontroll (Deqiang, 2011; Wikström, 2013). Dock är begripligheten av informationen som Deqiang (2011) tar upp viktigt, vilket medför att denna typ av ny teknologi kommer att ta ett tag innan den kan användas och förankras i arbetsrutiner.

För att informationen ska kunna nyttjas och vara relevant måste den vara begripligt för användaren, vilket idag fortfarande inte är möjligt. Utvecklingen mot att sensorer kommer kunna anpassas inom livsmedelsindustrin har redan påbörjats av projektgrupper som Dynahmat (2015), och mervärdet som framkommer av den ökade möjligheten för kvalitetskontroll kommer sakta men säkert växa fram (Grönroos, 2008b) och gynna aktörerna i livsmedelsindustrin (Naumann, 1995; Marquardt, Golicic & Davis, 2011).

Som Wikström (2013) skriver, bör en förpackning inte bara skydda livsmedlet utan borde även kommunicera om hur kvalitén har hållits under transporten. Detta stärks även av andra forskare som menar att man måste återkoppla till resultatet av en aktivitet för att en hög leveransservice ska kunna uppnås (Grant, Lambert, Stock & Ellram, 2006; Lumsden 2012; Oskarsson et al., 2011). Förpackningar är en logisk enhet som kan fungera som en kommunikator för resultatet av förflyttningen och kvaliteten av varorna inuti dem. I vår studie var sensorerna och förpackningarna separata enheter, men utvecklingen för intelligenta förpackningar går mot att se på förpackningar som ett tekniskt verktyg för att registrera och kommunicera denna typ av data. Detta kan ses som mycket positivt eftersom det blir ytterligare en kvalitetssäkrande aktivitet i försörjningskedjan. Ett tillgängligt dataunderlag som kan presentera hur kritiska parametrar har hållits genom en transportkedja kan ses som ett mervärde för kunden (Grönroos, 2008b), då de kan vara säkra att produkterna som de har beställt har transporterats på ett säkert sätt. Därmed anses det vara fördelaktigt att utveckla förpackningen som bidra till kvalitetssäkringen av logistiktjänsten. Genom att förpackningarna i denna studie var utrustade med sensorer som visar indikationer på tid, temperatur, luftfuktighet och vibrationer har de inkluderat de vanligaste parametrarna som är tänkt att användas vid utveckling av intelligenta förpackningar (livsmedelsverket, 2015).

Genom kurvor som är visualiseringar av de olika parametrarna visar sensorerna en helhetsbild angående vad förpackningarna exponeras för under en tempererad transport, vilket är det som är målet med framtida intelligenta förpackningar (Dynahmat, 2015; Livsmedelsverket, 2015; Transportör, 2015 och Miljönytta, 2014). En visualisering av de olika parametrarna är ett enkelt och begripligt sätt för ledningen

inom livsmedelsbranschens aktörer att se på helheten av händelseförloppet av en försörjningskedja. Tabeller där avbrott i kylkedjor eller andra kvalitetsbrister visualiseras kan kommuniceras till ledningen angående vilka områden som är problematiska och därmed bör diskuteras för att finna lösningar på hur de kan åtgärdas (Deqiang, 2011). Genom konkreta sifferunderlag från de olika parametrarna kan även en kommunikation påbörjas mellan inblandade aktörer angående förpackningars kvalitet under transporten. Experimentet har exempelvis öppnat dörren för en förbättrad kommunikation mellan producenten och transportören angående kvalitén på förpackningarna. Här visar det även sig vara viktigt att båda aktörerna av denna kedja medverkar i denna diskussion angående kvaliteten. Detta då informationen som sensorerna bidrar med inte bara hjälper till att förklara hur förpackningar ska utformas för att tåla transportkedjan, utan även var transportkedjan bör optimeras för att minska risken för avbrott i kylkedjan. I logistikens framtidsvision ska alla förpackningar bidra med sifferunderlag som vidare bidrar till en förbättrad kommunikation mellan alla aktörer (Wikström, 2013), vilket är det intelligenta förpackningar syftar att göra.

5.1. TEMPERATUR

5.1.1. TRANSPORT 1

Från lastbilshyten kunde vi observera att lastbilen samt tillhörande trailer var satt på $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ vid pålastning, men vid avgång från lagret var denna temperatur ännu inte uppnådd. Det innebär att lastbilen inte var nerkyld innan pålastning vilket Djupfrysingsbyrån (2007) rekommenderar för att undvika temperatur skillnader. Varför utrymmena inte var nerkylda från början till $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ kan ha att göra med att nerkylning tar tid och är energikrävande, dock påverkas stabiliteten av livsmedlets temperatur och därmed kvalitén, vilket sensorerna indikerar på. Under pålastningen hann lastbilen, där vår pall skulle stå under transport, endast kylas ner till $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Detta innebär att under pålastning och början av transporten hade lastbilen en lägre temperatur än de riktlinjer som finns. Då Djupfrysingsbyrån (2007) stadgar att djupfrysta livsmedel måste ha en temperatur på $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ när de lämnar primärlagret finns det därmed grund för att ledningen inom transportbolaget bör diskutera om de vill spara in på nerkylningsprocesser och därmed riskera att betala för kvalitetsbrister som ibland uppstår, eller om de vill lägga resurser på att ha bra kvalitet på tjänsten de

säljer. På så vis bidrar sensorer till diskussion angående kvalitetsarbete kopplat till temperatursäkring, för att vidare kvalitetssäkring längst hela kedjan.

Vidare visade sensorerna att temperaturen ökade under pålastning inne i förpackningarna, en förklaring till detta kan vara att lastbilen stod med öppna dörrar till lagerutrymmet under pålastningen vilket medförde att temperaturen var svårare att hålla jämn. Det intressanta med dessa resultat är att det syns en väsentlig skillnad på hur temperaturen förändras i förpackningarna (skiljer 1°C) på sensor nr. 3, som var placerad i mitten av pallen och sensor nr. 4, som befann sig på det översta lagret på pallen. Vilket medför ett behov av att faktiskt ha kvalitetskontroller inte bara på last nivå utan även på förpackningsnivå, för att säkra livsmedelns kvalitet (Lu et al., 2013). Instinktivt kan man tänka sig att förpackningar som är ytterst blir mer påverkade av temperatursvängningar än de som är omringade av kylda förpackningar från nästan alla andra håll. Vårt resultat visar dock på en omvänd relation mellan temperatursvängningarna inne i förpackningen och förpackningens placering. Detta leder oss till att ifrågasätta reliabiliteten av sensor nr. 4, och för att kunna säkerställa att resultaten är riktiga skulle ett antal fler replikationer av experimentet behöva utföras. Vad vi däremot ser genom mätningarna är att temperaturerna i förpackningar ökar under pålastning. Detta visar på att omlastningar inte bara är kritiska moment gällande stötskador (Transportör, 2015), utan även när det gäller temperaturen, då den lätt kan brytas, vilket våra sensorer indikerar på.

I slutet av sträcka A till B mätte sensorn nr. 3 till -17 °C och sensorn nr. 4 till -18 °C. Även här visar sensorerna på olika temperaturskillnader (1°C), den översta förpackningen har enligt sensorn hållit temperaturen bättre än förpackningen i mitten av pallen. Lastbilens termostat var satt på -24 °C men uppnåddes aldrig under transportsträckan, utan lastbilen höll en temperatur på -17 °C. Detta kan dock ha att göra med att det var en relativt kort transportsträcka, vilket kan ha medfört att lastbilen inte hann kylas ner till de -24 °C som den var inställd på. Resultaten visar därmed på att temperaturen inte var i närheten av -25 °C varken under de sista timmarna hos producenten eller under transporten, vilket är rekommenderat vid avgång från primärlagret (Djupfrysingsbyrå, 2007). Transporten höll dock den

lagstadgade livsmedelstemperaturen på under -18 °C (Djupfrysingsbyrån, 2007) vid leverans till stad B.

5.1.2. TRANSPORT 2

Vad som kan avläsas är att under lagring hålls temperaturen i förpackningarna relativt stabilt. Vad vi kan notera här är att temperaturen redan från lagring avviker från de rekommendationer som finns för kylt kött som är 4 °C eller lägre (Djupfrysingsbyrån, 2007). Åter igen, precis som med den frysta pallen, kan en skillnad ses på förpackningarnas inre temperaturer beroende på placering i pallen. Villket vidare stärker tesen om att faktiskt ha kvalitetskontroller på pallnivå. Den förpackning som är placerad längst upp på pallen och innehåller sensor nr. 2 visar även här en högre temperatur.

Under pålastningen kunde vi från lastbilshytten observera att i lastbilen där vår pall skulle transporteras var temperaturen satt på 4 °C vilket den höll under pålastningen och från starten av transporten. Därmed låg lastbilen på den rekommenderade temperaturen som är 4 °C eller lägre (Djupfrysingsbyrån, 2007). Anledningen till att lastbilen under denna transport hade den satta temperaturen redan från start är troligtvis för att det inte är lika energikrävande att nå en temperatur på 4 °C , som det är att nå en temperatur på -24 °C . Under pålastningen steg temperaturen i förpackning med sensor nr 1, men sjönk sedan kraftigt i stad C. Detta kan förklaras med att lastbilen var ansluten mot ett fryslager under detta lastningsmoment. Under transporten till stad D stabiliserades temperaturen till precis över rekommendationen, men sjönk där efter kontinuerligt till $1,5\text{ °C}$ under sträckan mellan stad D och E. Denna stora temperaturminskning kan åter igen kopplas till att lastbilen var ansluten till ett fryslager. Till slutdestination i stad H hade förpackningen med sensor nr. 1 en lägre temperatur än rekommendationen, men inom satta ramar.

Till skillnad från de dynamiska resultaten från sensor nr. 1, har sensor nr. 2 en mycket stadigare temperatur som kan ses i diagram 4. Sensor nr. 2 visar att den översta förpackningen inte alls påverkades av dessa temperatur skillnader som sensor nr. 1 exponerats för. Utifrån det kan vi åter igen konstatera att det finns en skillnad i hur temperaturen förändras beroende på placering av förpackningarna på pall. Enligt

samma resonemang som förts tidigare kan reliabiliteten av sensor nr. 2 ifrågasättas, då sensor nr. 1 hade distinkta temperaturskillnader medan sensor nr. 2 inte hade det.

Vad som kan noteras är att sensor nr.1 har exponerats för ett antal temperatursvängningar, där förpackningen redan från lagring överskred den rekommenderade temperaturen på 5 °C (Djupfrysningsbyrån, 2007). I tabell 3 framkommer det även att sensor nr. 1 har registrerat en variation i temperaturen med mer än 4 °C under transporten. Detta visar på att transporten inte förhåller sig till de jämna temperaturer som forskning föreslår för att köttets kvalitet ska hållas (Djupfrysningsbyrån, 2007; Adams et al, 2000). Denna typ av information är relevant för aktörerna inom livsmedelsindustrin, då det visar på att kvalitén av den erbjudna tjänsten inte har varit fullkomlig. Samtliga sensorer visar att temperaturerna varierar och inte befinner sig på de rekommenderade värden som finns. Vad vi fått ta del av är en temperaturhistoria som är en viktig aspekt av kvaliténs säkerställning (Skjöldebrand, 2015). Ett stickprov för momentära temperaturmätningar hade inte kunnat visa att temperaturer förändras under transport och är annorlunda förpackningar emellan. Därför är det viktigt att mätningarna inkluderar hela kedjan samt att man inte bara förlitar sig på en typ av förpackning, vilket kan lösas genom att använda innovativa förpackningar. Dessa skulle förse ledningen med ett komplett underlag och möjlighet till återkoppling om hur kvalitén har hållits på individuell förpackningsnivå.

5.2. LUFTFUKTIGHET

En av förpackningarnas tekniska funktioner är enligt Lumsden (2012) att de ska andas. Med det menar författaren att materialet som förpackningarna är tillverkade av ska kunna släppa igenom luft, och i samband med luft, även förångat vatten.

Anledningen för detta krav är bland annat att luftfuktigheten kan variera väldigt mycket genom en försörjningskedja, och detta har även våra resultat visat på. Som vi ser i tabell 3 varierar luftfuktigheten i de kylda förpackningarna med 14,5 % RH under den observerade transporten och når som högst 50,5 % RH. Luftfuktigheten i de frysta förpackningarna uppnådde 32,5 % RH, vilket var resultatet av en 5 % ökning. Vid användning av kartong som förpackningsmaterial är det extra viktigt att

förpackningen fortfarande kan andas, för som Lumsden (2012) poängterar, faller kartong sönder när den kommer i kontakt med vatten eller hög luftfuktighet.

Det som är intressant att se på utifrån våra resultat är att luftfuktigheten är annorlunda i de förpackningar som förs igenom en kylkedja och de som förs igenom en fryskeja. Med detta i åtanke bör leverantörer, precis som Lumsden (2012) gör, ifrågasätta om en sorts förpackning kan tillämpas i båda typerna av tempererade kedjor. Vid framtagning av förpackningar har det poängterats att fokus ligger på billiga förpackningar istället för kvalitativa (Transportör, 2015; Oskarsson et al., 2009; Lumsden, 2012). Därmed blir det relevant för ledningen av leverantörer att göra en avvägning mellan att ha låga kostnader och kvalitativa förpackningar genom att lägga mer resurser på de förpackningar som används i kylkedjor pga. deras ökade behov av skydd mot fukt, och ha en annan typ av förpackning i fryskeja där luftfuktigheten inte uppnår samma nivå. Detta för att livsmedlets kvalitet ska påverkas så lite som möjligt under färden genom försörjningskedjan.

En viktig sak att ha i åtanke är dock att den relativa luftfuktigheten är starkt sammankopplad med hur temperaturen förändras. Detta visualiseras tydligt i både diagram 1 och 3 där ett tydligt mönster kan ses mellan ökning och minskning av de två kurvorna i diagrammen. Följaktligen måste antingen den tempererade kedjan vara extremt säker, eller så måste förpackningar vara utformade på ett sätt som gör att de klarar ett avbrott i kylkedjan som skulle leda till ökad luftfuktighet. Eftersom förpackningar borde skydda mot läckage (Sohrabpour, 2014; Lumsden, 2012) blir det väsentligt att även om ett avbrott i kylkedjan uppstår och luftfuktigheten ökar markant, ska förpackningen fortfarande säkra att ingenting läcker ut. Information om luftfuktigheten i kombination med temperaturen inuti förpackningar kan även användas som indikatorer av huruvida en bakterietillväxt kan ha påbörjats på livsmedlet (Djupfrysbyrå, 2007; Transportör, 2015; Miljönytta, 2014). Tänkvärt är det dock att den insamlade data från våra sensorer visade på en stor skillnad i luftfuktighet förpackningarna emellan från samma pall. Både sensor nr. 2 och nr. 4 som var placerade i det översta lagret av förpackningar på respektive pall visade mindre temperatur-, och följaktligen luftfuktighetssvängningar än de som uppmättes i botten/mitten.

Med detta i åtanke kan det ifrågasättas om det är tillräckligt att göra kvalitetskontroller på last, eller ens på pall nivå, då det uppenbarligen inte är en jämn luftcirkulation. Risken är därför att en sensor som mäter kvalitén av en tempererad transport missar att innehållet i förpackningar som är placerade längre ner på en pall kan ha försämrats, och därmed distribueras vidare i försörjningskedjan. Denna typ av ny information som sensorerna kommunicerat är värdefull för aktörer inom livsmedelsindustrin. Brister lyfts upp och ledningen får därmed motiv för att vidta åtgärder för kvalitetssäkring i försörjningskedjorna och därmed uppnå en högre servicegrad.

5.3. VIBRATIONER

Utifrån det utvunna data av vibrations sensorn kan det konstateras att förpackningar som färdas genom tempererade kedjor främst exponeras för vertikala vibrationer (se tabell 6). De vertikala vibrationernas vibrationstäthet (PSD) uppmättes genomsnittligt till 0,608 G RMS, men eftersom resultaten pekar på ett genomsnittligt övre värde på 1,212 G RMS innebär det att förpackningar genomgående även utsätts för detta, och framtidens förpackningsforskning bör ta hänsyn till det i sina tester. Anledningen för detta är att de flesta studierna inom förpackningsforskning utförs i laboratorium (Griffiths et al., 2012), och de behöver kontinuerlig uppdatering om hur förhållandena i verkliga transporter ser ut. Genom att ha uppdaterad information om hur transporter utspelas kan bättre kvalitativa förpackningar tas fram, vilket vidare leder till att förpackningarna inte brister under transporten, och försörjningskedjorna får en bättre servicegrad.

Utöver vibrationstätheten uppmättes ett antal höga chock-värden som förpackningar exponeras för. Chock värdenas accelerationer uppmättes mellan 5 - 8 G, men latutrymmet utsattes även för en 23 G vertikal acceleration. Detta innebär att förpackningar som färdas genom dagens tempererade kedjor kan utsättas för en sådan stor chock, och bör därför designas för att kunna motstå den. Kännedomen om hur stora chockar en transport kan utsätta det förpackade livsmedlet för är även bra för transportörerna. Sensorer kan kommunicera ut om det finns en trend att vissa lastbilar eller vägar ständigt utsätter latutrymmet för stora chockar, och därmed kan beslut tas om en viss transportsträcka inte är lämplig för transport av känsligare livsmedel, eller om andra åtgärder kan tas.

För att kunna motstå vibrationer och chockar som presenterats ovan kan förpackningar ha en stötdämpande funktion (Sohrabpour, 2014). De förpackningar vi observerade hade ingen sådan funktionalitet, utan var gjorda endast av kartong. Det som är värt att nämna är dock att lastbilarna som godset färdades i var nya, och med dolly-reglerad stötdämpning tillsammans med vanliga fjäderdämpare. En dolly är enheten som kopplar samman lastbilen med trailern, och medför därmed till dess stabilitet. Trots detta uppmättes dessa höga värden på golvet av trailern. Kvalitén av lastbilar tillsammans med kvalitén av förpackningar bidrar tillsammans till att godset färdas säkrare genom transportkedjor. Detta är ett exempel där en positiv synergieffekt mellan förpackningar och försörjningskedjan kan uppnås. Hade inte bilen varit utrustad med detta hade förpackningarna exponerats för ännu större vibrationer samt chockar.

Som nämnts tidigare visar empirin att denna stötdämpning bör främst fokusera på vertikala stötningar. Anledningen för detta är att en av Lumsden (2012) nämnda tekniska funktioner av förpackningar är att de inte ska kollapsa, och som vi ser i bild 12 har detta inte undvikits under transport 1. Trots den kollapsade förpackningen från bild 12 och förpackningsskadan som uppstod på förpackningen i bild 13 var dessa skador inte tillräckliga för att förpackningen skulle kasseras. Detta på grund av att inget läckage uppstod och det fanns nog med luft i de sekundära förpackningarna för att köttet som befann sig i primärförpackningarna inte skulle påverkas. Med detta i åtanke uppfyllde förpackningarna sin skyddsfunktion, men hade förpackningen varit avsedd för konsumenter och butiksförsäljning hade skadan som syns i bild 12 varit tillräcklig för att inte ställas ut på hyllan och därmed kasseras.

En av fördelarna med att använda sensorer som visar hur förändringar sker genom tid är att specifika händelser kan kopplas till en viss tidpunkt. I vårt experiment inträffade ingen större olycka som skulle ha varit märkvärdig, och det högsta chockvärdet i vertikal riktning var 23 G. Trots detta uppmätta värde kan vi inte säkert veta om det var vid just denna tidpunkt som förpackningen kollapsade. Till en början uppmättes alla högsta chockvärden under transport 2, och den största förpackningsbristen var på en förpackning som färdades på transport 1. En slutsats man kan dra från det är att förpackningsbristen i pall 1 inte uppstod på grund av en plötslig stöt under

transporten. Skadan som uppstod på pall 2 kan inte heller knytas till en specifik stöt som har uppmäts då flera inträffade. Följaktligen kan en större stöt ha bidragit till en svaghet, men några av de följande mindre stötarna kan ha framkallat förpackningsbristen. Vibrationssensorer kan bidra till mycket kunskap angående händelseförloppet under en transport, men de besvarar inte alltid frågan när en förpackningsbrist har uppstått. Ur ett ledningsperspektiv inom livsmedelsindustri behöver detta inte heller vara det viktigaste att få reda på, utan det som har betydelse är att veta ifall en transport har utsatts för ovanligt stora eller många stötningar så att en förändring blir nödvändig. Förpackningsforskningen har inte heller stor nytta av att veta när stötarna har inträffat, då vikten ligger på det högsta chockvärdet för att där med producera kvalitativa förpackningar som vidare leder till kvalitetssäkra försörjningskedjor.

5.4. FYLLNADSGRAD

Förpackningarna som färdades på pall 2 var inte optimala för försörjningskedjans effektivitet. Måtten på förpackningarna gjorde att de inte kunde utnyttja hela pallens yta, och därmed fanns det stora mellanrum mellan förpackningarna i mitten av pallen samt mellan förpackningarna på längden. Detta bidrar till att förpackningarna fortfarande har utrymme att röra på sig när pallen är inplastad. Som bild 13 visar är även skadan på förpackningen på ett hörn som har ett stort mellanrum bredvid sig. Man kan spekulera att skadan kunde ha undvikits om förpackningarna var placerade tätare mot varandra. Utifrån perspektivet att förpackningar ska gynna effektiviseringen av försörjningskedjan bör förpackningarna ha mått som fyller hela ytan av pallen (Sohrabpour, 2014). Ur den synpunkten är förpackningarna på pall 1 utformade mycket bättre då de fyllde hela pallen tätt. En ergonomisk förpackningsfunktion är även att den har rätt mängd innehåll i sig (Lumsden, 2012). Båda förpackningstyperna i dessa transporter hade mycket luft i sig, och fördelningen av det frusna hamburgarköttet inuti förpackningen lämnade också stora tomma utrymmen. Här kan vi dock tyda på att leverantörer ibland behöver göra en avvägning mellan olika ergonomiska funktioner. Som det nämndes tidigare hade förpackningarna med det frusna hamburgarköttet en bra fyllnadsgrad på pallen, vilket bidrog till att förpackningarna hade minimalt med utrymme för rörelse. Om måtten på förpackningen förändras för att öka den inre fyllnadsgraden kan det hända att de inte

längre passar perfekt på pallnivå. Relationen mellan fyllnadsgraden inuti förpackningen och på pallnivå är därmed en viktig aspekt vid utveckling av förpackningar som bidrar till effektiviteten av försörjningskedjor.

Förpackningarnas funktionalitet kan påverkas av fyllnadsgraden i förpackningen (Sohrabpour, 2014). Utifrån detta var det intressant att se förpackningen på pall 2, då det var mycket luftutrymme mellan den översta falukorven och öppningen. Ett stort luftutrymme på den övre delen av en förpackning kan bidra till att kartongen brister om någonting tyngre placeras ovanpå. En fullpackad förpackning kan motstå ett högre tryck uppifrån, och detta är viktigt att ha i åtanke när förpackningarna staplas mellan pallar. Pall nr. 2 var placerad ovanpå en annan pall, och därmed fanns det ingen risk för stor tyngd ovanifrån. Med det sagt hade det varit intressant att undersöka hur den klarar sig med andra pallar ovanpå dem.

Utifrån bild 13 kan vi även se att förpackningsskadan som inträffade på pall 1 inträffade på ett hörn där det inte fanns inplastning som skyddade kartongen. Tyvärr är det inte möjligt att redogöra om sättet pallen var inplastad var orsaken till förpackningsbristen, men det tyder ändå på att noggrannhet vid förpackningarnas preparation inför transport är viktigt för att förpackningarnas kvalité ska kvarstå.

Vad som framgått genom ovan analys är att det nu finns ett befintligt sifferunderlag som visar på vad förpackningar exponeras för under en tempererad transport, som livsmedelsindustrin kan stödja sina beslut och åtgärder på. Genom sensorerna framkom det att omlastningar är kritiska moment utifrån ett temperatur perspektiv samt att temperaturerna i förpackningarna varierar kraftigt. Sensorerna visar även på att luftfuktighet och temperatur är starkt sammankopplade samt att förpackningar under transport främst exponeras för vertikal vibration där den största chocken uppnådde 23 G. Vad om visade sig genom observationer är att förpackningarnas funktionalitet kan påverkas av fyllnadsgraden i förpackningen, samt att bristen på plast kan ha påverkat utfallet av bristfälliga förpackningar. Utifrån den presenterade och analyserade empiri, har ett underlag tagits fram som nedan kommer att presenteras i form av slutsatser.

6. SLUTSATSER

I studiens sista kapitel kommer vi inledningsvis att presentera våra slutsatser utifrån ovan analys, samt i relation till våra frågeställningar. Där efter ämnar vi att diskutera och knyta an till studiens syfte för att därmed föra diskussionen i ett större perspektiv och sammanhang. Avslutningsvis kommer vidare forskning att presenteras.

6.1. BESVARING AV FRÅGESTÄLLNINGAR

Utifrån teori och empiri har frågeställningarna behandlats som nedan kommer att presenteras. För att förtydliga den röda tråden och skapa en enhetlig förståelse kommer vi systematiskt utgå från hur frågeställningarna är upplagd.

1) HUR STORA TEMPERATURSVÄNGNINGAR EXPONERAS FÖRPACKNINGARNA FÖR?

Studien visar att temperaturen i en tempererad kedja varierar kraftigt. Detta beroende på de aktiviteter som godset exponeras för - omlastning, dockning samt samlastning. Dessa aktiviteter bidrar till att godset exponeras för högre eller lägre temperaturer, vilket presenteras i nedan tabell 7. Temperaturen varierade med 3 °C från -16 °C till 19 °C för det frysta godset. Temperaturen av det kylda godset varierade med hela 4,5 °C, och temperaturen nådde som högst 6 °C.

	Högsta °C	Lägsta °C	Variation °C
Fryst	-16	-19	3
Kylt	6	1,5	4,5

Tabell 7. Högsta samt lägsta mätta värden för temperatur i förpackningar från fryst samt kylkedjorna.

Utifrån den presenterade teori kan vi dra slutsatsen om att temperaturen har varierat mer än vad som är rekommenderat för att kött ska behålla sin kvalitet. Eftersom temperaturen för det kylda köttet har överstigit 4 °C finns det även en chans att en mikrobiell tillväxt kan ha påbörjats. Kylkedjan som vi undersökte har därmed inte hållit sin kvalitet och temperaturen inuti förpackningarna har varierat mer än tillåtet.

2) HUR FÖRÄNDRAS LUFTFUKTIGHETEN I FÖRPACKNINGARNA UNDER TEMPERERAD TRANSPORT?

Utifrån resultaten av denna studie kan vi dra slutsatsen om att luftfuktigheten inuti förpackningarna förändras beroende på temperaturskillnader. När temperaturen stiger förångas mer vatten som finns i köttet, vilket medför att luftfuktigheten inuti förpackningarna påverkas.

	Högsta % RH	Lägsta % RH	Variation % RH
Fryst	32,5	27,5	5
Kylt	50,5	36	14,5

Tabell 8. Högsta samt lägsta mätta värden för luftfuktighet i förpackningar från frysa samt kylkedjorna.

Tabell 8 ovan visar att luftfuktigheten var som störst vid 50,5 % RH för det kylda godset, och 32,5 % för det frusna. Denna skillnad kan kopplas till det som precis nämndes, att vatten förångas mer vid varmare temperaturer, och därför är luftfuktigheten mycket större i de kylda förpackningarna jämfört med de frusna. Luftfuktigheten för det kylda godset varierade mer än vad det frusna gjorde, nämligen med 14,5 % ökning jämfört med 5 %.

Som vi nämnt tidigare finns det en relation mellan hur temperaturen förändras och luftfuktighetens effekt. Förpackningarna som används för att packa frusna och kylda gods måste då kunna klara luftfuktigheter som är kända för både kylda och frusna transporter, och fortfarande vara säkra vid en temperaturökning. Därmed blir det viktigt att förpackningar fortfarande skyddar innehållet även om ett avbrott i en försörjningskedja sker och luftfuktigheten ökar markant inuti en förpackning.

3) HUR STORA VIBRATIONER EXPONERAS FÖRPACKNINGARNA FÖR?

Under de transporter som följdes uppmättes ett genomsnittligt PSD värde i tre riktningar, då vibrationer kan verka i alla möjliga riktningar. I tillägg till detta genomsnittliga värde har även de övre samt nedre envelopper registrerats för alla tre riktningar, och resultaten presenteras i nedre tabell.

	genomsnittlig PSD	övre envelopp PSD	nedre envelopp PSD
X axel	0,393 G RMS	0,916 G RMS	0,043 G RMS
Y axel	0,293 G RMS	0,653 G RMS	0,042 G RMS
Z axel	0,608 G RMS	1,212 G RMS	0,137 G RMS

Tabell 9. Genomsnittligt uppmätta PSD värden i transport 1 och transport 2

Vid framtida simuleringar av en transport kan dessa värden matas in i simuleringsapparater för att kunna återskapa verklighetsbaserade händelser. Även förpackningsforskning kan ta hänsyn till dessa resultat, då de pekar på hur stor stress förpackningar exponeras för under en transport. Utöver de vibrationer som förpackningar konstant exponeras för under en transport exponeras även transporter för ett antal chockar, där accelerationen ökar i olika riktningar beroende på riktningen av chocken. Den starkaste chocken som uppmättes under dessa transporter skedde under transport 2 där en acceleration på 23 G i vertikal riktning uppmättes. Med det i åtanke måste även förpackningar designas för att de inte ska brytas när en chock av detta värde inträffar.

Det intressanta med chockar är att de kan knytas till en specifik tidspunkt och på så sätt bidra med information om när samt var den största stöten inträffar. Utifrån det analyserade data kan man tyvärr inte avgöra när specifika skador på gods inträffat, men händelseförloppet av en transport kan förtydligas avsevärt.

Ovanstående tre frågeställningar presenterar information som är viktig ur ett ledningsperspektiv då resultaten belyser hur kvalitén har hållits under tempererad transport. Sensorerna kommunicerar om vilka områden som är problematiska, och som därmed bör diskuteras av ledningen för att finna lösningar. Som de tre ovan behandlade frågeställningarna har visat bör aktörer inom livsmedelsindustrin analysera vilka förpackningar som är lämpliga att använda i olika transporter, då temperatur samt luftfuktighet kan variera, och en sorts förpackning blir inte alltid passande. Sensorerna har även bidragit med ett informationsunderlag om hur kvalitén hållits under hela transporten, och på så sätt visualiserat vilka kvalitetsbrister som uppstått. Vidare kommer den sista frågeställningen behandla hur intelligenta

förpackningar kan bidra med mer nödvändig information för att kunna kvalitetssäkra försörjningskedjor.

4) HUR KAN INNOVATIVA FÖRPACKNINGAR BIDRA TILL EN INNOVATION INOM KVALITETSSÄKRING AV FÖRSÖRJNINGSKEDJOR?

Sensorer bidrar först och främst med ett sifferunderlag på händelseförloppet under en transport. Som nämnts ovan kan sensorerna som vi använt oss av och som mäter förändringar i temperatur, luftfuktighet samt vibrationer tyvärr inte berätta någonting specifikt om vad som händer en förpackning. Kunskapen handlar främst om hur omgivningen förändras under förloppet av en försörjningskedja, och inte hur eller när förpackningarna brister. Är omgivningen opassande för att transportera livsmedel kommer denna oduglighet framkomma av informationsunderlaget som innovativa förpackningar bidrar med. Detta genom att sensorerna kommer visa på trender av en viss transportsträcka eller ett visst transportmedel som signalerar att kvalitetsbrister ständigt återkommer i den miljön. På så sätt speglas kvalitén av försörjningskedjan, vilket anses vara viktigt då det kan ses som ett internt kontrollsystem för att kunna åtgärda de problem som synliggörs och där med effektivisera kedjan och skapa en bättre servicegrad. Ett av de viktigaste bidragen från sensorer som placeras på förpackningsnivå är att de bidrar till vetenskapen om hur förhållanden skiljer sig förpackningar emellan, vilket kan ses som en viktig kvalitets kännedom för att kunna motverka temperaturskillnader på pallnivå. Denna kunskap talar emot att det skulle vara tillräckligt att säkerställa kvalitén genom att mäta temperaturen av lastutrymmet eller på pallnivå, och detta är en viktig återkoppling i samband med de studerade transportsträckorna. Våra resultat har visat att både temperaturen och luftfuktigheten skiljer sig väsentligt förpackningarna emellan, och en gemensam kvalitetskontroll hade då missat att representera skillnaden mellan de enskilda förpackningarna.

Innovativa förpackningar kan, precis som luftfuktighetssensorn tillsammans med temperatursensorn, ge en mycket klar bild av hur temperaturen har hållits under en transport, om några avbrott i den tempererade kedjan har skett, samt om livsmedlet direkt måste kasseras på grund av förhållanden som inte har hållits. Utifrån denna typ av information kan åtgärder tas fram, eftersom avbrott i den tempererade kedjan kan lokaliseras.

Innovativa förpackningar kan därmed ses som det tekniska verktyget som möjliggör kontrollen och återkopplingen av transporten som har utförts. Detta anses vara viktigt då en högre leveransservice kan uppnås så länge det investeras i en kontinuerlig utveckling av verksamheten utifrån den information som samlats in. Vidare kan insamlad data från sensorer som har använts i verkliga transporter användas för att testa andra förpackningar innan de släpps ut i produktion. På så sätt kan förpackningarna testas och man kan säkerställa att de klarar av en tempererad transport och inte bidrar till att färre kvalitetsbrister uppstår, vilket vidare leder till bättre kvalitetssäkring av försörjningskedjor.

Som ovan slutsatser visar, har ett sifferunderlag lyckats tas fram genom experimentet med hjälp av tillhörande sensorer. Vi har genom de första tre slutsatserna visat på vad förpackningar måste kunna exponeras för under tempererade transporter. Genom den fjärde slutsatsen har vi belyst den potentiella nyttan som intelligenta förpackningar kan ha för kvalitetssäkringen av försörjningskedjor. För att förklara och skapa en djupare förståelse i vad detta framtagna sifferunderlag samt nyttan av intelligenta förpackningar bidrar till, kommer syftet följaktligen att behandlas nedan och lyftas upp i ett större perspektiv.

6.2. AVSLUTANDE DISKUSSION

För att knyta an till studiens utgångspunkt, syftet, presenterar vi det åter igen här: *Syftet är att visa på hur sensorer kan användas för att belysa vilka påfrestningar förpackningar exponeras för och därmed underlätta kvalitetssäkringen av en tempererad transport.*

Vad som är känt sedan tidigare är att lagertemperatur, luftfuktighet och stötskador är tre primärfaktorer som har störst påverkan på tempererade förpackningar (Transportör, 2015; Skjöldebrand, 2015). Genom empirin bekräftas Priefer et al. (2013) antagande om att uppehåll i kedjan är ett kritiskt moment gällande temperatur, då våra mätningar visar indikationer på temperatur rubbningar under omlastningsmoment. Ytterligare visar mätningarna att temperatur och luftfuktighet har ett starkt samband. Variationer i temperaturer påverkar då inte bara livsmedlets kvalitet utan även förpackningarnas stabilitet, vilket vi genom våra observationer kan intyga. Två förpackningar hade påverkats av den ökade luftfuktigheten, som i

kombination med vibrationerna och hanteringen av förpackningarna antagligen är orsaken till att förpackningarna brast. De undersökta förpackningarna uppfyller inte kvalitetskraven för att färdas genom en tempererad kedja, då de inte klarade att exponeras för vibrationer i kombination med varierad temperatur och luftfuktighet. Detta bekräftar vad Rytterstedt et al., (2008) skriver angående att minskat förpackningsmaterial leder till ökat matsvinn. Effekten som Rytterstedt et al., (2009) beskriver kunde till viss del ses på pall 1 som brast just där inplastningsfilmen inte täckte förpackningen längst ner på pallen. Eftersom även inplastningsfilmen är en del av förpackningsmaterialet kan det antas att ökat förpackningsmaterial bidrar till att förpackningar är mer stabila utan att avsevärt öka miljöpåverkan av själva förpackningen. Som tidigare forskning har visat är matsvinnet av mycket större betydelse än mängden förpackningsmaterial när det gäller miljöbelastningen av en viss produktgrupp. Därmed blir det viktigare att lägga ner extra resurser så att förpackningarnas säkerhet och funktionalitet inte påverkas.

Genom att lägga ner dessa extra resurser på förpackningen och investera i ett system där intelligenta förpackningar används skulle företag, som vi argumenterat tidigare, kunna förbättra leveranssäkerheten i försörjningskedjorna och därmed leveransservicen. Det ligger i tiden för företag att investera i innovativa lösningar för att få tillgång till mer information om vad som sker under loppet av ens tjänst, och på så vis kunna effektivisera sina verksamheter (Deqiang, 2011) och stärka deras konkurrensfördelar (Naumann, 1995; Marquardt, Golicic & Davis, 2011). Det positiva med intelligenta förpackningar är att de skapar en databas med informationen som senare kan delas vidare mellan olika aktörer som har ett intresse av den kedjan. Enligt Grönroos (2008b) är utbytet av information serviceverksamheter emellan minst lika viktigt som informationsutbytet mellan verksamheter och kunder. I denna studie synliggörs det hur leverantören av livsmedlet som även producerar förpackningen kan dra nytta av en förbättrad kvalitetsäkring, då de får en möjlighet att möta specifika krav som transportören pekar på. Både Grönroos (2008c) och Zineldin (2012) argumenterar för att ett ökat samarbete mellan de olika parterna kommer långsiktigt bidra till förbättrade relationer och att ett större värde framkommer från tjänsten (Keyton, 2011; Mumby, 2013), då båda parterna får vara med och ta del av utvecklingen av den. Intelligenta förpackningar kan därmed ses som de verktyg som

skapar mervärde för de involverade aktörerna i framtidens försörjningskedjor, samt säkrar kvalitén vilket leder till en förbättrad servicegrad.

Med denna studie har ett dataunderlag baserat på ovannämnda primärfaktorer tagits fram med hjälp av sensorer. Dataunderlaget som analyserats har resulterat i vetenskapen om vad förpackningar exponeras för under en tempererad transport. Studien bidrar med siffror som förpackningsutveckling kan ta del av för att där med kunna ta fram kvalitativa förpackningar som kvalitetssäkrar försörjningskedjan, då de ständigt eftersträvas (Transportör, 2015). Men studien kan även användas som ett underlag till transportbolag, då de nu har konkreta siffror på vad förpackningar ska kunna exponeras för och där med kan utesluta delar av företagets kvalitetsbristkostnader. Dessa kostnader kan undvikas genom att se till att aktörer använder kvalitativa förpackningar, vilket inte är ett vanligt förekommande idag (Transportör, 2015; Oskarsson et al., 2009; Lumsden, 2012). Det är utifrån detta som vi anser att denna studie kan vara av vikt för intressenter inom livsmedelsindustrin, då det är vanligt att problem uppstår under tempererade kedjor, och stora åtgärder måste tas för att förbättra situationen.

Resultatet av studien bidrar även med en åtgärd till Naturvårdsverkets (2013) mål att minska matsvinnet i Sverige med 20 % till år 2020. Matsvinnet kan minskas genom att använda intelligenta förpackningar som bidrar med kontinuerlig information angående temperatur, luftfuktighet samt vibrationer i försörjningskedjor. Denna information kan tolkas av logistik företag och användas som grund att stödja sig på för att förbättra kvalitén av deras logistiktjänster. Logistiktjänsterna kan, som vi diskuterat tidigare, förbättras genom ett antal olika åtgärder som stundvis kräver ett samarbete mellan två eller fler aktörer inom livsmedelsbranschen. Intelligenta förpackningar möjliggör även en minskning av de kostnader som innan lades på matsvinn genom att bidra med en förbättrad intern kontroll på vad som sker under en tempererad transport vilket vidare leder till ett samarbete mellan förpackningsforskning och logistikföretag som tar fram kvalitativa förpackningar.

Vår studie är självklart ingen lösning på matsvinnet i Sverige eller världen, däremot är det ett smått men betydelsefullt bidrag för innovationen av logistiktjänster samt

förpackningsforskningen. På så sätt stödjer studien reduceringen av det problematiska matsvinnet.

6.3. REKOMMENDATIONER PÅ VIDARE FORSKNING

Det denna studie kan användas för är framtagningen av en ny nationell standard på vad förpackningar som förs igenom tempererade kedjor ska tåla. En lyckad standardisering skulle bidra till att inga undermåliga förpackningar används i tempererade transporter, och därmed kan mängden matsvinn som uppstår i transportkedjan minska. Det görs en avvägning mellan kostnader och den service man vill erbjuda (Coyle et al., 1996), och vi anser att detta hämmar framstegen av möjligheterna för kvalitetsförbättringar. Alla producerande aktörer skulle med hjälp av en nationell standard vara tvungna att följa specifika krav på förpackningar, och därmed skulle försörjningskedjor bli säkrare.

Vidare kommer det vara intressant att se hur sensorer utvecklas för att användas på individuell förpackningsnivå. Med denna typ av framgång skulle intelligenta förpackningar kunna användas genom försörjningskedjor som bidrar till en ökad transparens mellan olika aktörer. När sensorerna blivit tillräckligt utvecklade för att det ska vara lönsamt att använda dem på individuella förpackningar kommer dessa förpackningar även kunna kommunicera hur kvalitén har hållits under hela transportkedjan. Denna kunskap kommer öppna portarna för många förbättringsmöjligheter inom livsmedelsbranschen.

En av möjligheterna är utveckling av dynamiska hållbarhetsdatum på livsmedel. Detta då konsumenter blint följer varornas bäst före datum, utan att egentligen ta reda på vilken hållbarhet och kvalitet maten faktiskt har. Bäst före datum är en rekommendation, livsmedel går oftast att äta flera dagar till om de förvarats i rätt omgivning och i obruten förpackning. Med intelligenta förpackningar kan denna information kommuniceras, det vill säga hur livsmedlet har förvarats och vilken kvalitetsreserv som är kvar. Detta gör att livsmedel kan få varierande bäst före datum beroende på vad de exponerats för, istället för att sätta ett konkret datum på alla som producerats samtidigt. Denna ytterligare kvalitetssäkrande aktivitet skulle kunna bidra till att mindre mat behöver kasseras i onödan, och att dålig mat aldrig når konsumenterna. Forskning i denna riktning har redan påbörjats, men svårigheterna

man bemöter är att skapa en gemensam databas som klarar av att ta emot information från ett antal olika sensorer. Att se en utveckling av detta framöver skulle vara mycket intressant.

LITTERATURLISTA

TRYCKTA

- Adams, M. R. & Moss, M.O. (2000). *FOOD Microbiology: 2th edition*. The Royal Society of Chemistry.
- Albrechts, L. (2006). Bridge the gap: From spatial planning to strategic projects. I *European planning studies*. Vol. 14. s. 1487-1500.
- Alsén-Eklöf, E. (1999). Seminarie dag gav svar: Lång hållbarhet försämrar kvaliteten. *Livsmedelsteknik: industri, marknad*. Volym 4.
- Boston Consulting Group. (2006). *Creating the optimal supply chain*. A special report. Knowledge@Wharton.
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber.
- Coyle, J. J., Bardi, E. J., & Langley, C. J. (1996). *The management of business logistics*. Volym 6. St Paul, MN: West Publishing Company.
- Cullinane, S. & Edwards, J. (2010). *Assessing the environmental impacts of freight transport*. I McKinnon, A. (red.) *Green Logistics*. London: Kogan Page. s. 31-45.
- Dominic, C. & Olsmats, C. (2003). Packaging Scorecard –a Packaging performance Evaluation Method. *Packaging Technology and Science*. Volym 16. s. 9-14.
- Enarsson, L. (2006). *Future logistics challenges*. Copenhagen Business School Press DK.
- Gegeckiene, L., Kibirkstis, E. & Milisnas, V. (2014). Research of the Selection of the Polymeric Packaging Materials. *Mechanika*. Conference Issue. s. 80-85.
- Grant, D., Lambert, D., Stock, J. & Ellram, L. (2006). *Fundamentals of logistics management*. Berkshire: McGraw.
- Grönroos, C. (2008a). *Service management och marknadsföring. Kundorienterat ledarskap i servicekonkurrensen*. Malmö: Liber.
- Grönroos, C. (2008b). *Adopting a service business logic in relational business-to-business marketing: value creation, interaction and joint value co-creation*. Otago forum, Vol. 2, pp. 269-287

Grönroos, C. (2008bc). Service logic revisited: who creates value? And who co-creates? *European Business Review*, 20(4), 298-314.

Jönson, G. & Johnsson, M. (2001). *Packaging Technology for the Logisticalian*, Department of Design Science, Lund University.

Keyton, J. (2011). *Communication & organizational culture: a key to understanding work experiences*. Thousand Oaks ; London

Lundström, I. & Dahlin, A. (2011). *Köttkonsumtionens klimatpåverkan - drivkrafter och styrmedel*, Rapport 6465 Stockholm: Naturvårdsverket.

Lumsden, K. (2012). *Logistikens Grunder*. Lund: Studentlitteratur AB.

Marquardt, Golicic & Davis, (2011), B2B services branding in the logistics services industry. *Journal of Services Marketing*, Vol. 25. (1), ss. 47-57.

Merriam, S. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur AB.

Naumann (1995), *Creating Customer Value - The Path to Sustainable Competitive Advantage*, Thomson Executive Press, Cincinnati, OH.

Oskarsson, B. Aronsson, H. & Ekdahl, B. (2009). *Modern Logistik - för ökad lönsamhet*. Lund: Studentlitteratur AB.

Oskarsson, B., Aronsson, H. & Ekdahl, B. (2011). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. Tredje upplagan. Malmö: Liber.

Priever, C., Jörisen, J. & Bräutigam, K.R. (2013). Technology options for feeding 10 billion people. *Options for cutting food waste*. European Parliament: Science and Technology Options Assessment.

Remenyi, D., Swartz, E., Money, A. & Williams, B. (1999). *Doing Research in Business Management. – An Introduction to Process and Method*. London: Sage Publication.

Skjöldebrand, C. (2015). *Food Waste - en studie över livsmedelssvinn och hur detta kan reduceras för att förbättra miljö och användningen av våra livsmedelsråvaror*. Department of Design Science, Lund University.

Sohrabpour, V. (2014). *Packaging Design and Development for Supply Chain Efficiency and Effectiveness*. Faculty of Engineering and Department of Design Sciences, Lund University.

Szewczyk, W. & Głowacki, K. (2014). Effect of Humidity on Paper and Corrugated Board Strength Parameters. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, Volume 22. s. 133-136.

Sörqvist, L. (2001) *Kvalitetsbristkostnader – ett hjälpmedel för verksamhetsutveckling*. Lund: Studentlitteratur AB.

Wikström, F., Williams, H., Verghese, K. & Clune, S. (2013). The influence of packaging attributes on consumer behavior in food-packaging LCA studies – a neglected topic. *Journal of Cleaner Production*. s.1–9.

Zineldin, M., Bill, F., Vasicheva, V., Philipson, S. & Sandell, S. (2012). *Relationship Management for the Future*. Lund: Studentlitteratur AB.

ELEKTRONISKA

Bergh, A., Gunnarsson, M., Nyman, M., Pettersson, I. & Sjögren, P. (2012). *Kan val av förpackning bidra till minskat matsvinn? - En studie om användandet av returlådor i svensk livsmedelsproduktion*. (Online).

Tillgänglig: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/nj-fak/energi-ochteknik/Matsvinn/Kan%20val%20av%20förpackning%20bidra%20till%20minskat%20matsvinn-slutversion.pdf> (läst 2015-03-14)

Deqiand, D. (2011) *Internal Control Information Quality Framework: Based on the Investors' Information Demand*. (Online)

Tillgänglig: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5998504&tag=1

Djupfrysningbyrån. (2007). *Branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfrysta livsmedel* (Online)

Tillgänglig: <http://www.bring.se> (Läst 2015-04-03)

Dynahmat (2015). *Dynahmat* (Online).

Tillgänglig: <http://dynahmat.com/projektet/> (Läst 2015-05-19)

Griffiths, K., Shires, D., White, W., Keogh, P.S. & Hicks, B.J. (2012). *Correlation Study Using Scuffing Damage to Investigate Improved Simulation Techniques for*

Packaging Vibration Testing (Online).

Tillgänglig: <http://onlinelibrary.wiley.com.ludwig.lub.lu.se/doi/10.1002/pts.1987/epdf>
(Läst 2015-04-24)

Göransson, G. (2014) *Vad är matsvinn?* (Online)

Tillgänglig: <http://www.charityoffood.se/sv-SE/matsvinn/matsvinn-23900253>

Howarth, P. & Redgrave, F. (2008). *Metrology – in short.* (Online).

Tillgänglig: <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/metrologyinshort.pdf> (Läst 2015-04-24)

Johansson, O. (2010). *Värdet av intelligenta förpackningar – ett logistiskt perspektiv.* (Online).

Tillgänglig: http://www.plog.lth.se/fileadmin/forpackningslogistik/Dokument/Ola_Johansson_Plogdagen_101012.pdf (Läst 2015-04-06)

Jordbruksverket. (2011). *Hållbarhet viktigare för miljön än förpackningen.* (Online).

Tillgänglig: <http://www.ja.se/?p=36861&m=3433&pt=105&highlight=k%F6ttsvinn> (Läst 2015-04-06)

Lagerberg- Fogelberg, C., Jonsson, C., Aurell, E., Franke, U., Dahlin, I. & Pearson, M. (2014). *Vad görs åt matsvinnet: data, åtgärder och styrmedel med fokus på Norden, Storbritannien och Nederländerna.* (Online).

Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Nerladdningssida/?fileType=pdf&downloadUrl=/Documents/publikationer6400/978-91-620-6620-8.pdf> (Läst 2015-0302)

Lindbom, I., Gustavsson, J. & Sundström, B. (2013). *Minskat svinn i livsmedelskedjan – ett helhetsgrepp* (Online).

Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Nerladdningssida/?fileType=pdf&downloadUrl=/Documents/publikationer6400/978-91-620-6595-9.pdf> (Läst 2015-0302)

Lu, L., Zheng, W., Lv, Z. & Tang, Y. (2013). *Development and Application of Timetemperature Indicators Used on Food during the Cold Chain Logistics* (Online).

Tillgänglig: <http://onlinelibrary.wiley.com.ludwig.lub.lu.se/doi/10.1002/pts.2009/epdf>
(läst 2015-04-26)

Miljönytta. (2014). *Ny teknik minskar slöseriet med livsmedel*. (Online).

Tillgänglig: <http://miljonytta.se/livsmedel/ny-teknik-minskar-sloseriet-med-livsmedel/>
(Läst 2015-04-02)

Modin, R. (2011) *Livsmedelssvinn i hushåll och skolor – en kunskapssammanställning*. (Online).

Tillgänglig: http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2011/2011_livsmedelsverket_4_livsmedelssvinn_i_hushall_och_skolor.pdf?t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&t_q=livsmedelssvinn+i+hush%C3%A5ll+och+skolor&t_tags=language%3asv%2csiteid%3a67f9c486-281d-4765-ba72-ba3914739e3b&t_ip=130.235.136.8&t_hit.id=Livs_Common_Model_MediaTypes_DocumentFile/_890ec236-2847-4286-a109-7aff142f11ec&t_hit.pos=1 (läst 2015-05-27)

Naturvårdsverket. (2013). *Förslag till etappmål för minskad mängd matsvinn*. (Online).

Tillgänglig: <http://samverkansforum.naturvardsverket.se/PageFiles/1861/Rapporter%20och%20studier%20om%20matsvinn/Naturv%C3%A5rdsverket/matsvinnrapport-reviderad%5B1%5D.pdf> (läst 2015-04-02)

Rytterstedt, M., Leander, J. & Karlsvärd, J. (2008). *Svinn i livsmedelskedjan, - Möjligheter till minskade mängder*. (Online).

Tillgänglig: <http://www.kkv.se/globalassets/upphandling/hallbarhet/svinn-i-livsmedelskedjan.pdf> (Läst 2015-03-18)

Singh, J., Singh, P., & Joneson, E. (2006). *Measurement and Analysis of US Truck Vibration for Leaf Spring and Air Ride Suspensions, and Development of Tests to Simulate these Conditions*. (Online).

Tillgänglig: <http://onlinelibrary.wiley.com.ludwig.lub.lu.se/doi/10.1002/pts.732/epdf>
(Läst 2015-04-24)

Svensk mat- och miljöinformation. (2009). *Köttet och klimatet*. (Online).

Tillgänglig: http://www.smmi.nu/articles/text_food_and_environment7.php (Läst 2015-04-11)

Wikström, L. (2013). *Dynamisk märkning för ökad hållbarhet* (Online).

Tillgänglig: <http://www.svenskalivsmedel.se/Artiklar/Artikelarkiv/tabid/1245/ItemId/811/View/Details/AMID/2897/Default.aspx> (Läst 2015-04-09)

ÖVRIGA KÄLLOR

Transportföretag

Transportör, K.

Personlig kommunikation . Plats: Campus Helsingborg, 17-02-2015;

Personlig kommunikation . Plats: Campus Helsingborg, 18-03-2015;

Personlig kommunikation: Via email.

Institutionen för designvetenskaper, förpackningslogistik på LTH

Skjöldebrand, C.

Personlig kommunikation. Plats: Ingvar Kamprad Designcentrum, 04-03-2015;

Personlig kommunikation . Plats: Campus Helsingborg, 18-03-2015.

BILAGA 1



Title	[REDACTED]
Report no.	251 687
Customer	[REDACTED]
Contact person	[REDACTED]
Address	[REDACTED] [REDACTED]
Assignment carried out by	Anders Herbner
Order	-

Kista, 12 May 2015

INNVENTIA AB

Anders Herbner

Responsible for testing

Torben Jacobson

Project manager

This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory. The results are only valid for the tested units.

Customer:

Contact person:

Aim and purpose

wants to perform logging on a transportation route. Innventia was contacted to withhold loggers for this and help to analyse the data and make a summary.

Results and remarks during testing

Sensor 1 and 2 was placed in boxes filled with refrigerated Swedish sausages during 2015-04-28 14.00 to 2015-04-30 10.00 according to diagrams 1 and 2 page 3.

Sensor 3 and 4 was placed in boxes filled with frozen hamburgers during 2015-04-28 14.30 to 2015-04-29 08.30 according to diagrams 3 and 4 page 4.

Sensor Saver was placed in the rear of the transport 2015-04-28 16.00 and then moved to the next transport along with the cooling pallet. The sensor was removed from the test 2015-04-30 10.00. For result see diagrams and table page 5-6.

Conclusion

To simulate the transportation in a laboratory environmental the inputs are suggested as: Vibration 5-100Hz, 0.0015 g²/Hz and 100-200Hz, -3 dB/oct. Vertical (Z-direction).

Time 30 min.

Shocks (Half sine) 10g, 10ms ±5 shock Vertical (Z-direction).

Equipment used for testing

Lansmont SAVER 3M30PLUS
Vibration/shock/temp/hum logger

Tinytag Ultra 2
Max-min temp: -40 °C to +85 °C



Diagrams

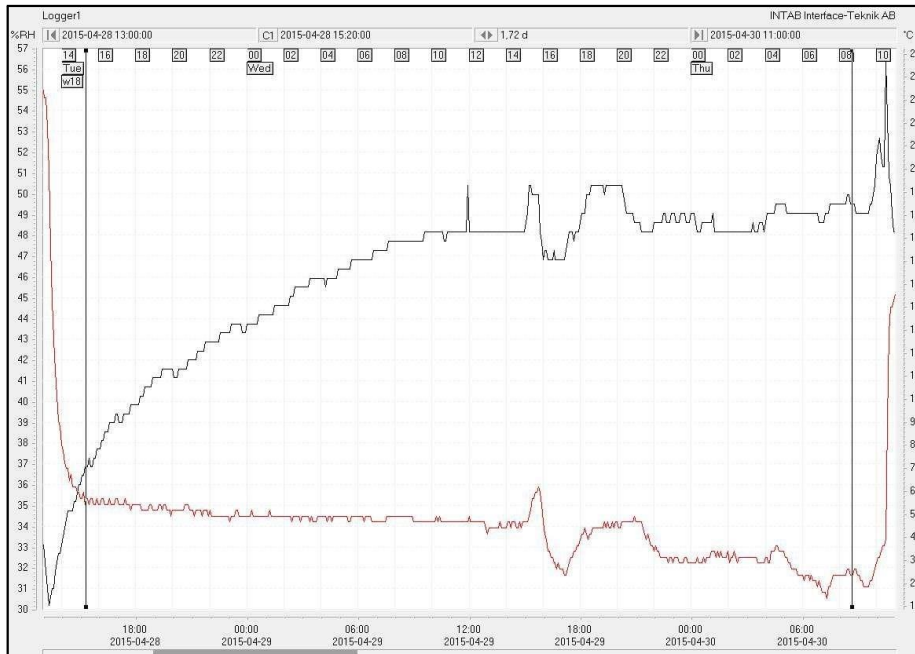


Diagram 1, logger 1 - red curve is temperature and black curve is humidity.

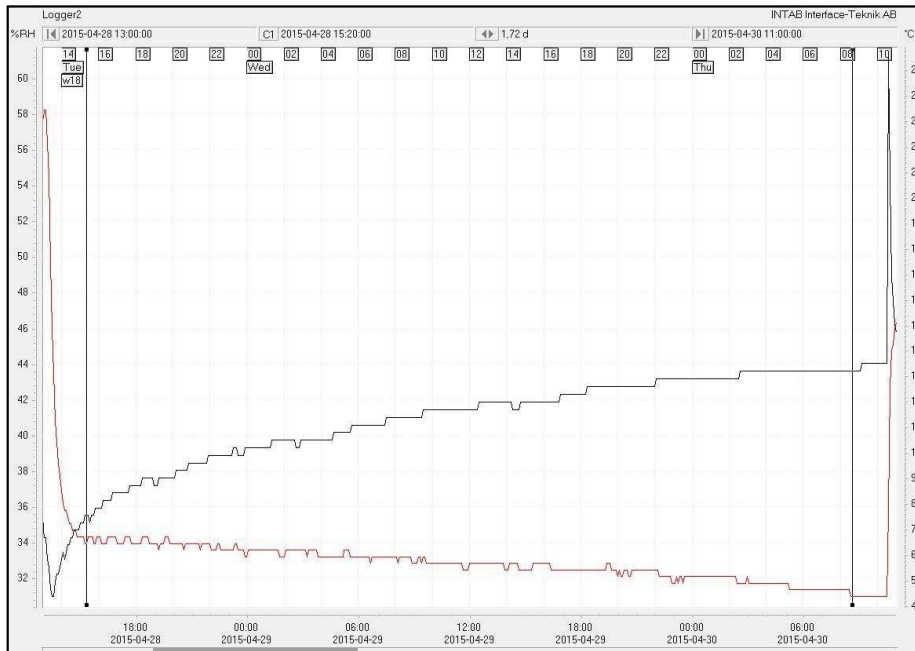


Diagram 2, logger 2 - red curve is temperature and black curve is humidity.





Diagram 3, logger 3 - red curve is temperature and black curve is humidity.

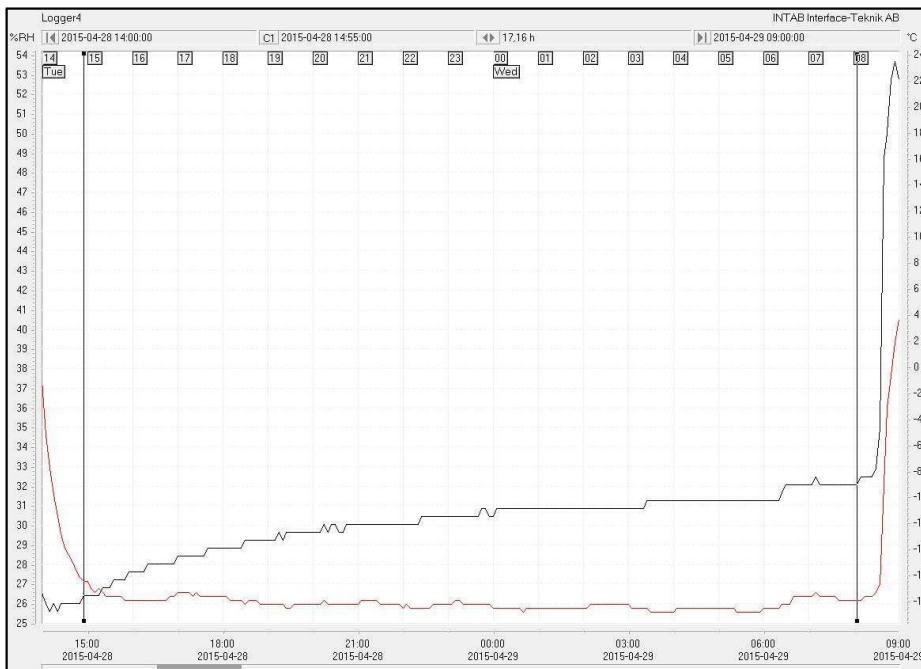


Diagram 4, logger 4 - red curve is temperature and black curve is humidity.



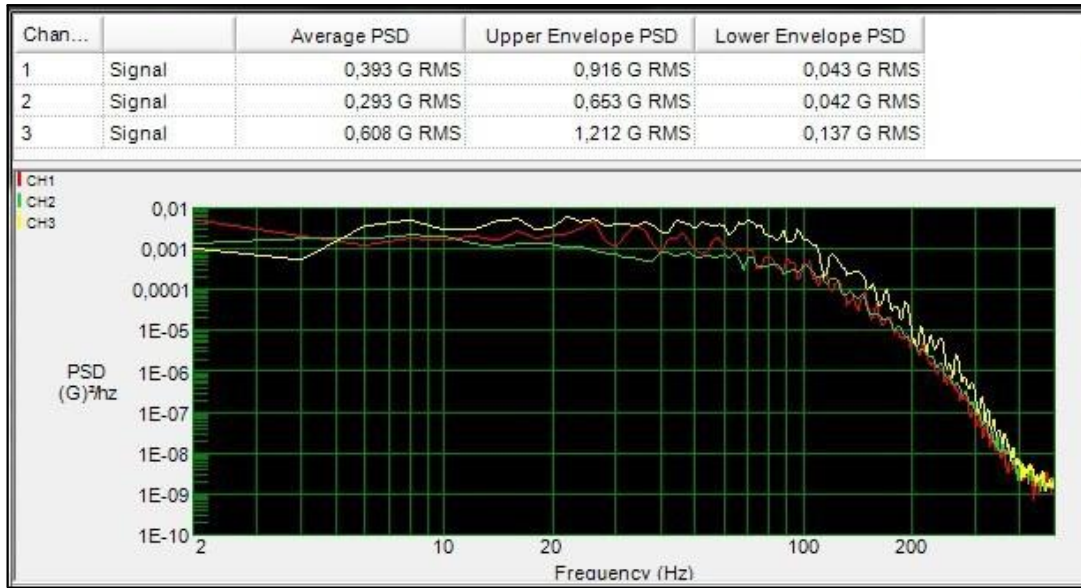


Diagram 5, saver - vibration logger.

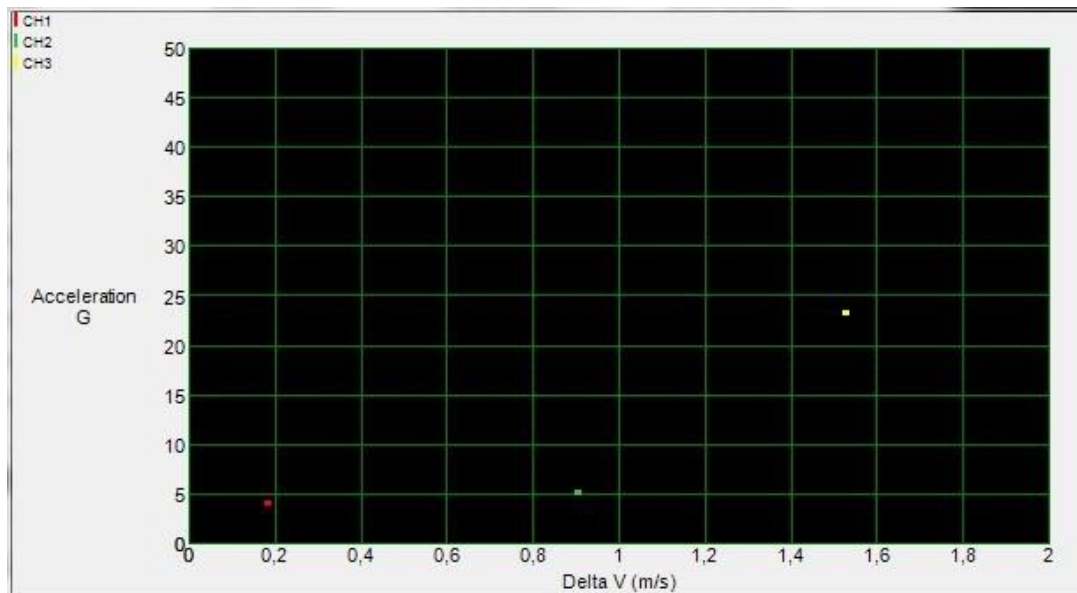


Diagram 6, saver - shock logger.



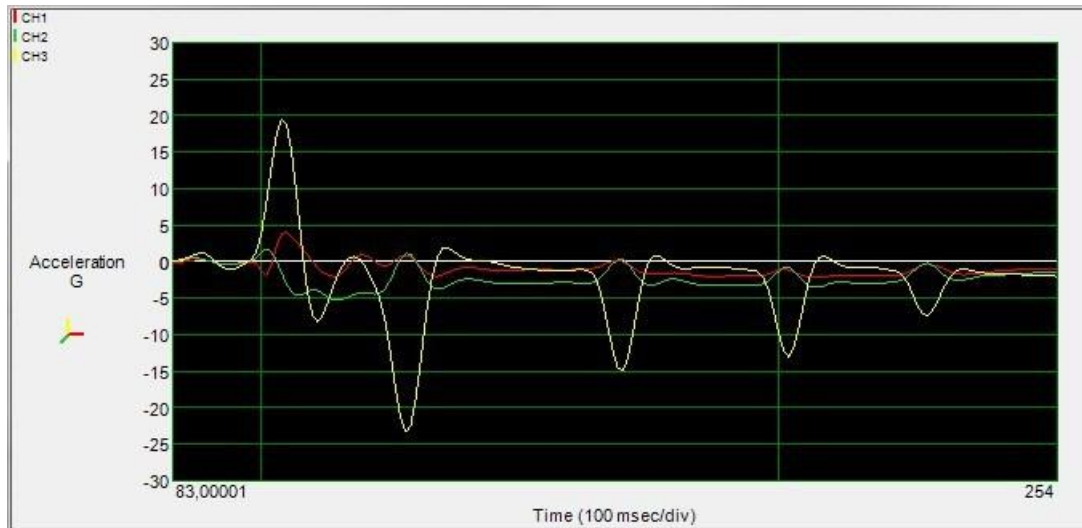


Diagram 7, saver - shock logger. Worst shock pulse.

Direction	Acceleration	Duration	Date/time
Z	23g	13ms	2015-04-30 01:42
Z	8.8g	7ms	2015-04-30 03:02
Z	8.7g	10ms	2015-04-30 01:43
Z	5g	8ms	2015-04-30 10:21
Y	5.7g	7ms	2015-04-30 10:20

Table 1, saver - 5 worst case shocks.

