

# Möjligheter till minskat matsvinn i Sverige

- En risk-nyttoanalys av att sälja ut charkprodukter efter passerat bäst före-datum

*Agnes Båvall*

*Gustav Rällfors*

---

Division of Risk Management and Societal  
Safety  
Lund University, Sweden

Riskhantering och samhällssäkerhet  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet

Report 5001, Lund 2015

# **Möjligheter till minskat matsvinn i Sverige**

**- En risk-nyttoanalys av att sälja ut charkprodukter  
efter passerat bäst före-datum**

**Agnes Båvall  
Gustav Rällfors**

**Lund 2015**

Titel: Möjligheter till minskat matsvinn i Sverige - En risk-  
nyttoanalys av att sälja ut charkprodukter efter passerat bäst före-  
datum

Title: Reduced food waste in Sweden

Agnes Båvall  
Gustav Rällfors

**Report 5001**

**ISRN: LUTVDG/TVRH-5001-SE**

Number of pages: 82

Illustrations: Agnes Båvall & Gustav Rällfors

Keywords

L. monocytogenes, listeria, listeriosis, food waste, unnecessary  
food waste, cured meat products

Sökord

L. monocytogenes, listeria, listerios, matavfall, matsvinn, chark

Abstract

Unnecessary food waste in Sweden is approximately 1,2 billion kilograms each year and this has consequences for both the environment and resources. The purpose of this project is to investigate if it is possible to reduce the unnecessary food waste, by selling cured meat products to a lower price in supermarkets, after the expired date but at the same time take people's health into account. Focus in this report has been on the illness listeriosis. In this study a probability model has been made that generates number of extra cases of illness depending on when, in relation to the expired date, the product has been consumed. A cost-utility analysis has been made to compare the increased costs due to the number of extra cases of illness compared to the profit of lower environmental impact.

Uncertainties that comes from insufficient data makes it difficult to set a specific date where selling cured meat products to a lower price would have been favourable to society. However, the conclusion is that there is a lot of profit in reducing the unnecessary food waste by lowering prices after the expired date.

© Copyright: Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2015.

---

Riskhantering och samhällssäkerhet  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
221 00 Lund

<http://www.risk.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60

Telefax: 046 - 222 46 12

Division of Risk Management and  
Societal Safety  
Faculty of Engineering  
Lund University  
P.O. Box 118  
SE-221 00 Lund  
Sweden

<http://www.risk.lth.se>

Telephone: +46 46 222 73 60

Fax: +46 46 222 46 12

## Sammanfattning

Matsvinnet i Sverige idag uppgår till 1,2 miljoner ton per år och kostar både på miljön och på resurser. Syftet med projektet är att undersöka om utförsäljning av charkprodukter som passerat bäst före-datum är ett bra sätt att minska matsvinnet i livsmedelsbutiker, med avseende på hälsorisker. Fokus har lagts på hälsorisker kopplade till listerios. I rapporten har en sannolikhetsmodell skapats som tar fram antalet tillkomna sjukdomsfall beroende på när efter bäst före-dag som produkten förtärs. Som beslutsunderlag har en kostnads-nyttoanalys genomförts, där man ser till ökade samhällskostnader till följd av ökade sjukdomsfall jämfört med vinsterna i minskad miljöpåverkan.

Slutsatsen som dras är att det finns stora nyttor att vinna med ett minskat matsvinn genom att gynna konsumtion av produkten några dagar efter bäst före-dag genom till exempel prissänkning. Dock finns osäkerheter sprungna ur bristande data som gör att det inte med säkerhet går att fastställa ett visst antal dagar efter bäst före-datum då en utförsäljning hade gynnat samhället. Men med några få åtgärder kan svinn och kostnader reduceras. Åtgärderna som föreslås samt dess förväntade effekter är:

<b>Åtgärd</b>	<b>Effekt</b>
<b>Ändra lagar och riktlinjer för märkning</b>	Tydligare lagar, lättare för konsumenter att göra rätt val.
<b>Information till konsumenter</b>	Mer kunskap i samhället om mat och mathantering.
<b>Fler studier</b>	Bättre prediktioner vilket leder till mer korrekt märkning av varor.
<b>Skapa anonym databas</b>	Ökad tillgång på information.
<b>Minska/ta bort möjlighet att returnera varor vid överbeställning</b>	Skärper kontroll och lägger mer ansvar på handlaren.

## Förord

Detta examensarbete har utförts i samarbete med Avdelningen för Riskhantering och samhällssäkerhet, LTH, och SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik.

Vi är mycket tacksamma för det ständigt positiva bemötandet som kantat arbetets gång, det goda resultatet hade inte uppnåtts utan detta stöd.

Särskilt tack riktas till:

**Kerstin Eriksson**, forskare på SP, som varit vår handledare och som väglett oss genom hela projektet.

**Marcus Abrahamsson**, universitetslektor på avdelningen för Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola, som varit vår handledare från universitetet och som bistått med kunskap i sakfrågor kring projektet.

**Klara Båth**, projektledare på SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik, som varit vår biträdande handledare och som handlett oss i frågor rörande livsmedelssäkerhet.

**Pernilla Arinder**, projektledare på SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik, som varit vår biträdande handledare och som handlett oss i frågor rörande livsmedelssäkerhet och riskhantering kopplat till livsmedel.

**Cecilia Sandström**, Tyréns AB, som ständigt agerat bollplank rörande frågor kopplade till riskhantering.

**Olof Berglund**, universitetslektor på avdelningen för Akvatisk ekologi, som hjälpt oss med uppkomna problem i @Risk.

**Jenny Schelin**, universitetslektor på avdelningen för Teknisk mikrobiologi, Lunds Tekniska Högskola, som väglett oss och hjälpt oss knyta kontakter i den inledande fasen av arbetet.

Vi vill även rikta ett särskilt tack till samtliga på avdelningen Brand, risk och säkerhet, Tyréns AB, Malmö, som hållit oss sällskap under arbetets gång och som försett oss med arbetsplats samt material.

Lund, januari 2015

Agnes Båvall och Gustav Rällfors

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	MÅL OCH SYFTE	2
1.2	FRÅGESTÄLLNING	2
1.3	AVGRÄNSNINGAR	2
<b>2</b>	<b>TEORI</b>	<b>4</b>
2.1	MATSVINN	4
2.2	MIKROBIOLOGISK KVALITÉ	6
2.3	LISTERIA MONOCYTOGENES	6
2.3.1	<i>L. monocytogenes</i> i livsmedel	6
2.3.2	Tillväxstmöjlighet för <i>L. monocytogenes</i> i charkeprodukter	7
2.3.3	Listerios	7
2.3.4	Dos-respons samband	8
2.4	KOSTNADS-NYTTOANALYS	9
<b>3</b>	<b>METODIK</b>	<b>10</b>
3.1	RISKHANTERINGSPROCESSEN	10
3.1.1	Riskanalys	10
3.1.2	Riskbedömning	11
3.1.3	Riskhantering	11
3.2	LITTERATURSTUDIE	11
3.3	BERÄKNINGSMODELLERING	12
3.3.1	Generellt om beräkningar i @Risk	14
3.3.2	Känslighetsanalys	15
3.3.3	Osäkerhetsanalys	16
3.4	KOSTNADS-NYTTOANALYS	17
<b>4</b>	<b>RESULTAT</b>	<b>19</b>
4.1	FRAMTAGNING AV BERÄKNINGSMODELL	19
4.1.1	Modellen i @Risk	19
4.1.2	Uträkning och redovisning av parametrar	20
4.1.3	Tillväxtmodellering	28
4.1.4	Dos-respons sambandet	29
4.2	OUTPUT FRÅN BERÄKNINGSMODELLEN	31
4.3	MODELL FÖR KOSTNADS-NYTTOANALYS	35
4.3.1	Kostnader	35
4.3.2	Nyttor	37
4.4	OUTPUT FRÅN KOSTNADS-NYTTOANALYSEN	37
4.4.1	Beräkningar av nytta	37
4.4.2	Beräkning av kostnad	39
4.4.3	Jämförelse mellan nytta och kostnader	41
4.4.4	Känslighetsanalys av kostnads-nyttoanalysen	44
<b>5</b>	<b>RISKHANTERING</b>	<b>46</b>
5.1	RISKVÄRDERING	46
5.1.1	Hur stort är matsvinnet i butik, baserat på varor som slängs på grund av passerat bäst före-datum?	46
5.1.2	Hur förändras sannolikheten att bli sjuk, på grund av exponering från bakterien <i>L. monocytogenes</i> i charkeprodukter, om man förtär produkterna efter bäst före-datum?	46
5.1.3	Vad blir kostnaderna för sambället till följd av den ökade risken att bli sjuk i listerios?	47
5.1.4	Går det att fastställa en acceptabel risk för ökade sjukdomsfall i listerios?	48
5.2	RISKBEGRENSNING	49

6	VIDARE FORSKNING .....	52
7	SLUTSATS .....	53
<b>REFERENSER</b>		
<b>APPENDIX A</b>		
<b>APPENDIX B</b>		
<b>APPENDIX C</b>		
<b>APPENDIX D</b>		
<b>APPENDIX E</b>		
<b>APPENDIX F</b>		

# 1 Inledning

Livsmedelsproduktion som utgör en stor del av Sveriges industri (Livsmedelsföretagen, 2014) påverkar förutom ekonomin även miljön, bland annat vid produktionen, men också vid lagring, transport och i form av matsvinn. Matsvinnet i Sverige idag uppgår till 1,2 miljoner ton per år. Matsvinnet förekommer i alla led i livsmedlets livscykel, både inom produktion, försäljning och konsumtion (Naturvårdsverket, 2014, s. 4). Livsmedelsbutiker är de som står för största andelen onödigt matavfall och det hör bland annat ihop med märkning av varor i butiken eftersom produkter som har passerat bäst före-datumet ofta kasseras. I Sverige finns två olika typer av märkning för livsmedel, bäst före-datum och sista förbrukningsdag. Vilka produkter som ska märkas med sista-förbrukningsdag bestäms av producenten men tenderar att användas på varor som är extra känsliga för förskämning och som kan utgöra en hälsorisk, så som färsk köttfärs och färsk kyckling. Som det ser ut idag är det inte tillåtet att sälja varor märkta med sista förbrukningsdag efter det satta datumet. Däremot får produkter vilkas bäst före-datum har passerats säljas, om handlaren kan garantera att kvaliteten på produkten fortfarande är tillfredsställande (Livsmedelsverket, 2014 a).

Att lita fullt ut på datummärkningen bidrar dock till att produkter som är fullt ätbara slängs. Avvikelser från standardförfarandet vid hanteringen av en produkt har givetvis stor påverkan på hur kvalitén på varan varierar då bäst före-datumet eller sista förbrukningsdagen är nådd, antingen åt det bättre eller det sämre. Ett avbrott i kylkedjan kan som exempel leda till att en varas kvalitet är sämre än utlovat vid bäst före-datum (Jensen, Båth & Lindberg, 2013, ss. 12-13). Samtidigt, om varan hanteras vid en temperatur lägre än vad som är rekommenderat kan varan kasseras innan den blivit dålig. Vad som ytterligare försvårar är att gruppen varor som märks med bäst före-datum är av stor variation. Ett exempel är gravad lax och mjölk som båda märks med bäst före-datum. Om ett paket mjölk hanterats fel eller fått stå för länge leder det endast till att mjölken blir skämd, vilket inte orsakar någon större hälsopåverkan. Konsekvenserna av att äta gravad lax som blivit dålig kan dock vara klart värre, till exempel sjukdom till följd av tillväxt av patogener (Livsmedelsverket, 2014 b). Datummärkning av livsmedel är alltså en komplicerad process som i dagsläget indirekt bidrar till ett stort matsvinn, där ätbara produkter kasseras.

I dagsläget finns det olika åtgärder implementerat för att få bukt med problemet med stort matsvinn inom livsmedelsbranschen. Bland annat har man automatiska ordersystem där det som beställs är kopplat till försäljningen av varan, vilket syftar till att rätt mängd varor beställs. Dock slängs fortfarande stora mängder mat. Ytterligare ett sätt att minska matsvinnet kan vara att sälja varor billigare som passerat bäst före-datum, men då tillkommer risken att drabbas av sjukdom till följd av tillväxt av patogena bakterier. Därför är det intressant att undersöka hur stor den risken är och vilka positiva och negativa effekter som skulle komma ut av detta.

Det finns många olika typer av bakterier som kan tillväxa i mat, men alla är inte sjukdomsframkallande eller påverkar kvalitén på livsmedlet. Under augusti månad meddelade Folkhälsomyndigheten (2014 a) att det har rapporterats mer än dubbelt så många fall av sjukdomen listerios, som orsakats av bakterien *Listeria monocytogenes*, i år jämfört med samma period år 2013. Man utreder i skrivande stund (september 2014) två utbrott och försöker spåra smittan. Listerios är relativt ovanligt (mindre än 100 fall per år) men konsekvenserna av att insjukna, speciellt för riskgrupper, kan bli stora då sjukdomen har en dödlighet mellan 20-30 procent (World Health Organization, 2004, s. 3). En riskgrupp består av individer som är extra känsliga för exponering av faran, i detta fall handlar det om personer med nedsatt immunförsvar.

I detta examensarbete har risken att insjukna i listerios vid konsumtion av charkvaror samt andra ätbara köttprodukter efter bäst-före datum studerats. Fortsättningsvis kommer ätbara köttprodukter ingå i begreppet ”chark”. Charkvaror har valts eftersom det är produkter som konsumeras utan tillagning och därmed har större sannolikhet att vara kontaminerad av patogener.



Examensarbetet genomförs i samarbete med Dynahmat<sup>1</sup>, ett projekt som syftar till att minska matsvinnet i livsmedelskedjan. Projektet är ett samarbete mellan olika företag och organisationer.

Arbetet är genomfört och presenterat i tre huvuddelar: modellering med sannolikheter genomförd i programvaran @Risk för att simulera antalet tillkomna sjukdomsfall, kostnads-nyttoanalys där kostnadseffektiviteten för olika scenarier beräknas samt riskhantering där värdering av risken sker och åtgärder för att minska risken beskrivs.

## 1.1 Mål och syfte

Syftet med projektet är att undersöka om matsvinnet i Sverige kan reduceras genom försäljning av matvaror efter passerat bäst före-datum.

Målet med projektet är att undersöka om utförsäljning av charkprodukter som passerat bäst före-datum är ett bra sätt att minska matsvinnet i livsmedelsbutiker, med avseende på hälsorisker.

## 1.2 Frågeställning

Huvudfrågeställning

- Överstiger nyttan av minskat matsvinn i livsmedelsbutiker, då charkprodukter säljs efter bäst före-datum, samhällsrisken som uppkommer till följd av ökad exponering av bakterien *L. monocytogenes*?

Underliggande frågeställningar

- Hur stort är matsvinnet i livsmedelsbutiker, baserat på varor som slängs på grund av passerat bäst före-datum?
- Hur förändras sannolikheten att bli sjuk, på grund av exponering från bakterien *L. monocytogenes* i charkprodukter, om man förtär produkterna efter bäst före-datum?
- Vad blir kostnaderna för samhället till följd av den ökade risken att bli sjuk i listerios?
- Går det att fastställa en acceptabel risk för ökade sjukdomsfall i listerios?

## 1.3 Avgränsningar

Matsvinn förekommer i alla steg från producent till konsument, men denna rapport behandlar endast matsvinnet i livsmedelsbutiker. Sett till mängden matavfall som förekommer i de olika stegen i livsrytmen för livsmedel är livsmedelsbutikerna en av de minst bidragande sektorerna. Däremot, sett till andelen matavfall som är matsvinn är livsmedelsbutikerna den sektor som är störst.

Studien har begränsats till en typ av vara, charkuteriprodukter, samt risken att drabbas av listerios då charkprodukter säljs efter utsatta bäst före-datum. Valet att undersöka charkuteriprodukter motiveras dels av att det inte är avsedda att upphettas innan förtäring, vilket innebär att *L. monocytogenes* inte avdödas, dels det faktum att charkprodukter har lång hållbarhet, under vilken patogener kan tillväxa. Valet att i denna rapport se till bäst före-datum istället för sista förbrukningsdag beror på att det enligt svensk lagstiftning idag är förbjudet att sälja varor märkta med sista förbrukningsdag efter utsatt datum. Därmed finns det ingen potential att ha en mer dynamisk försäljning av produkter med sista förbrukningsdag.

I undersökningen kommer endast bakterien *L. monocytogenes* att studeras. Valet av *L. monocytogenes* kan motiveras av att det i dagsläget brutit ur flera fall av listerios, både i Sverige och i Danmark (Livsmedelsverket, 2014 b) samt att sjukdomen har en hög dödlighet inom riskgruppen (Livsmedelsverket, 2008, s. 14). Dessutom, trots en optimal tillväxttemperatur kring 37°C, kan bakterien växa i så låga temperaturer som 4°C vilket gör att bakterietillväxt i livsmedel kan ske även om förvaring sker på rätt sätt

---

<sup>1</sup> <http://dynahmat.com/>

igenom hela livsmedelskedjan (Lee et al., 2014, s. 16). Andra patogener som kan vara av intresse då man ser till hälsorisker kopplade till livsmedel är Salmonella, EHEC och Campylobakter. Salmonella har uteslutits ur denna studie då salmonellafallen till största del har sin smittokälla utomlands och inte påverkar denna studie (Folkhälsomyndigheten, 2014 b). För EHEC och Campylobakter gäller att risken att insjukna snarare beror av prevalens av bakterie i produkt än halten bakterier. För EHEC beror detta på att infektionsdosen är låg (Roland Lindqvist, Lindblad, Plym Forshell & Lindgren, 2003) och Campylobakter kan inte tillväxa i temperaturer under 30°C (Livsmedelsverket, 2014 c). Detta gör att en potentiell lång förvaringstid inte förändrar risken för att insjukna.

Hänsyn tas inte till temperaturvariationer i lagrig av produkten utan lagringstemperaturen har satts till åtta grader. Avgränsningar görs även i produkttegenskaper såsom pH samt storlek på produkt.

Studien tar inte hänsyn till att produkten kan förskämmas och på det sättet bli oätlig utan fokuserar endast på hälsoaspekten.

Tidsramarna för projektet gör att det endast finns tid att undersöka hur riskgruppen, som i fallet med listerios innefattar gamla, personer med nedsatt immunförsvar samt gravida, påverkas av att äta charkprodukter som säljs efter bäst före-datum. Avgränsningen är rimligt att göra då samhällsförlusten inte påverkas särskilt mycket vid eventuella fall utanför riskgrupp. Att förlusten blir mindre beror på att fall utanför riskgruppen sällan leder till dödsfall, vilket är den klart största kostnadsbäraren vid insjuknande i listerios.

## 2 Teori

Under detta kapitel redovisas det huvudsakliga resultatet från litteraturstudien. Kapitlet berör teori inom fyra övergripande huvudområden: matsvinn, *L. monocytogenes* och listerios, kostnads-nyttoanalys och riskhanteringsprocessen.

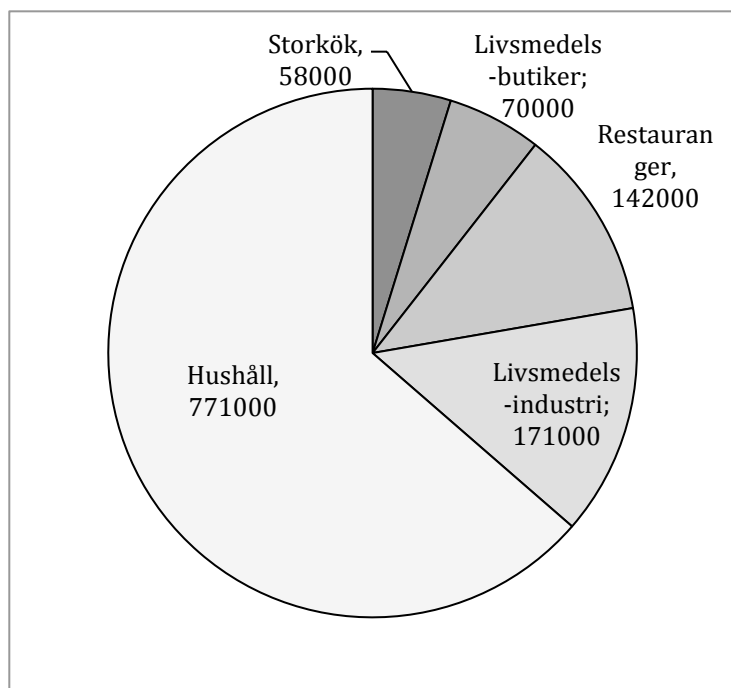
### 2.1 Matsvinn

Livsmedelsindustrin står för 15 % av världens samlade utsläpp av växthusgaser (Gerber et al., 2013, s. 15). Enligt data presenterad av Naturvårdsverket orsakar matavfallet i Sverige 3 % av mängden utsläppt växthusgas i Sverige, motsvarande två miljoner ton koldioxid (Naturvårdsverket, 2014). För att utsläpp till följd av matproduktion inte helt skall sakna nytta är det viktigt att det som producerats tar sig hela vägen genom livsmedelskedjan, från producent till konsument. Dessvärre är så inte fallet. Ungefär en tredjedel av den maten som producerats i världen varje år går förlorad, vilket motsvarar 1,3 miljarder ton mat (Gustavsson, Cederberg, Sonesson, van Otterdijk & Meybeck, 2011, s. 4). Livsmedelsproduktion är en resurskrävande process vilket gör att matsvinn inte bara leder till förlorad mat samt förluster i form av dåligt nyttjad mark utan även förlust av näringsämnen samt färskvatten (Kummu et al., 2012). Det finns således ett stort behov av att effektivisera kvalitetssäkringen inom livsmedelsindustrin för att minska avfallet och bättre hushålla med resurser.

År 2012 uppkom mängden matavfall i Sverige till 1 211 000 ton mat/år, vilket motsvarar 127 kg/person/år (Stenmarck, Jensen, Sundqvist, Sörme & Szudy, 2011, s. 21). Matavfall uppkommer i samtliga led i livsmedelskedjan. Vid produktion, under transport, vid distribution samt vid konsumtion går en stor mängd livsmedel förlorad.

Matavfallsfrågan är viktig ur många olika aspekter. En minskning i matavfall hade lett till positiva trender inom många olika områden, såsom minskad energiförbrukning, minskad råvaruförbrukning samt minskade utsläpp av växthusgaser längst hela livsmedelskedjan (Kummu et al., 2012; Naturvårdsverket, 2014).

Delar av det matavfall som uppkommer är oundvikligt, till exempel kaffesump och köttben, samtidigt som andra delar av avfallet är helt onödigt, där fullt dugliga produkter går förlorade. Detta refereras till som onödigt matavfall eller matsvinn. En av sektorerna som producerar minst matavfall är Livsmedelsbutiker, med 70 000 ton matavfall per år (Naturvårdsverket, 2014), se Figur 1. Jämfört med sektorn Hushåll, som står för 771 000 ton matavfall, är livsmedelsbutikernas avfall knappt. Vad som ändå gör livsmedelsbutikerna matavfall intressant är att andelen matsvinn är klart större för livsmedelsbutiker jämfört med alla andra sektorer. Av de 70 000 ton matavfall som livsmedelsbutiker står för är 91 % kategoriserat som matsvinn, ungefär 63 000 ton. Den sektor som, sett till andel onödigt matavfall per totalt matavfall, kommer närmast livsmedelsbutikerna är restauranger med 62 %.



Figur 1 - Mängden matavfall i Sverige uppdelad på sektorer i livsmedelskedjan. Mängden anges i ton/år. Data hämtad från Naturvårdsverket (2014).

Uppkomstkällor till svinnet som förekommer i livsmedelsbutiker varierar stort. Några av orsakerna redovisas i Tabell 1.

Tabell 1 - Exempel på källor för svinn i livsmedelsbutiker (Lindbom, Gustavsson & Sundström, 2014, s. 54).

Felbeställningar	Högtider
Svårigheter att förutsäga efterfrågan	För korta bäst före-datum
Härda kvalitetskrav	Krav på välfyllda hyllor

När det kommer till hanteringen av varor påverkas livsmedelsbutikernas beteende till stor del av konsumenternas beteende och krav. Konsumenters köpmönster ändras exempelvis till följd av långhelger, väder och andra livsmedelskedjors kampanjer (Naturvårdsverket, 2008). Många konsumenter är omedvetna om hur deras krav och preferenser påverkar svinnet i butikerna. Många av kraven är kontraproduktiva. Exempelvis förväntar sig konsumenter både välfyllda hyllor samt längsta möjliga hållbarhetsdatum. Detta leder till att livsmedelsbutikerna ställer upp nyare varor innan de äldre blivit sålda, för att tillgodose kravet på välfyllda hyllor, och samtidigt föredrar konsumenten den nyare varan framför den äldre (Naturvårdsverket, 2008). Andra konsumentkrav såsom brett sortiment, högkvalitetsprodukter med få tillsatser samt en estetiskt tilltalande butik är alla bidragande till svinnet som förekommer idag (Lindbom et al., 2014). Konsumenter attraheras av en öppen presentation av produkter som bröd, frukt och grönt vilket leder till att dessa produkter inte förvaras under optimala förhållanden (Stenmarck, Hanssen, Kirsi, Katajajuuri & Werge, 2011, s. 19). Detta leder till att kvalitén försämras snabbare än nödvändigt, vilket är en av anledningarna till att frukt och grönt är den kategori som står för störst andel svinn hos livsmedelsbutikerna, sett till vikt (Eriksson & Strid, 2011, s. 18).

Stenmarck, Hanssen, et al. (2011, ss. 19-20) tar upp att en stor del av svinnets dels beror av att varan nått bäst före-datum, dels felbeställningar från butikernas sida, dels att varan förstörts under transporten. Författarna menar att svårigheter att förutse konsumenternas beteendemönster delvis är anledningen till felbeställningarna. Det är även så att delar av felbeställningarna går att returnera till leverantören (Lindbom et al., 2014, ss. 51-52). Därmed innebär detta inget svinn för livsmedelsbutikerna. Ofta resulterar det istället till svinn hos leverantören. Alltså bidrar det endast till en förflyttning av problemet. En anledning kan delvis vara avtal från leverantör som rättfärdigar full returrätt. Livsmedelsbutiken betalar då endast för de varor som blir sålda, överflöd returneras tillbaka till leverantör (Naturvårdsverket, 2008). Dessa avtal kan lätt leda till att marginalerna som butikerna använder vid beställning ökar, med överproduktion som potentiell långsiktig följd.

## 2.2 Mikrobiologisk kvalitet

Ett livsmedels mikrobiologiska kvalitet kan bestämmas genom att undersöka hur mycket mikroorganismer som finns i livsmedlet samt att analysera och ta reda på vilka typer av mikroorganismer som förekommer. Beroende på typ av mikroorganism och mängd kan livsmedlets kvalitet försämrats på olika sätt. Vissa typer av mikroorganismer orsakar endast förskämning av produkten, som gör att produkten smakar eller luktar illa men som inte utgör en hälsorisk. Andra mikroorganismer är patogena, det vill säga sjukdomsframkallande, vilket innebär att personer som får i sig livsmedel innehållande tillräckligt hög halt av en patogen riskerar försämring av hälsan. Då förtäring av förskämda produkter inte innebär en fara för individen, begränsas denna studie endast till den hälsofarliga aspekten av mikrobiologisk kvalitet.

## 2.3 *Listeria monocytogenes*

*L. monocytogenes* är en grampositiv bakterie (Liu, 2008, s. 3). Den är stavformad med en längd av ungefär 1-2 µm och den är inte sporbildande (Liu, 2008, ss. 3-11). Arten *L. monocytogenes* kan delas in i 13 olika grupper, så kallade serotyper, vilken grupp beror på vilka typ av antigen som finns på bakteriens yta (Laksanalamai et al., 2014; Wang et al., 2013). Det har dock visat sig att 95 procent av alla sjukdomsfall orsakats av tre av dessa serotyper (Kramarenko et al., 2012). Alla typer av bakterien är alltså inte patogena (Liu, 2008, s. 241).

*L. monocytogenes* kan växa både under aeroba och anaeroba förhållanden, vilket betyder att den har en fakultativ metabolism (Liu, 2008, s. 12; Ryser & Marth, 1999, s. 188). *Listeria*'s tillväxt hämmas av koldioxid (Ross, Dalgaard & Tienungoon, 2000, s. 234).

### 2.3.1 *L. monocytogenes* i livsmedel

*L. monocytogenes* finns överallt i naturen både i vatten, jord och hos djur, vilket gör att många råvaror kommer i kontakt med bakterien (Socialstyrelsen, 2013, ss. 22-23). Bakterien har förmåga att fästa vid en yta och att bilda biofilm, vilket gör dem väldigt motståndskraftiga mot till exempel desinfektionsmedel (Nguyen & Burrows, 2014, s. 26). Kommer dessa ytor i kontakt med livsmedel så kan smittan på så sätt spridas, till exempel via skärutrustning vid produktion.

Till följd av att *L. monocytogenes* kan växa både under aeroba och anaeroba förhållanden kan bakterien växa även i livsmedel som är vakuumpförpackade. Eftersom dessa livsmedel ofta har relativt lång hållbarhet så finns tid för bakterien att tillväxa innan förtäring (Ryser & Marth, 1999, s. 188). *L. monocytogenes* har också förmågan att tillväxa i låga temperaturer, vilket gör att även om matvaran förvaras i kylskåp kan bakterien föröka sig till en nivå som gör att människor riskerar att insjukna. *L. monocytogenes* klarar dock inte att överleva i temperaturer över 70°C (Livsmedelsverket, 2014 b). Detta innebär att livsmedel som man tillagar vid tillräckligt hög temperatur inte längre innehåller levande *L. monocytogenes* vid förtäring. Däremot är det mer riskfyllt med produkter som säljs färdiga att äta utan att behöva tillagas, som till exempel kallrökt lax, gravad lax och charkprodukter (Folkhälsomyndigheten, 2013). Eftersom tillväxten av *L. monocytogenes* hämmas av koldioxid kan man, genom att förpacka livsmedlet i en förpackning med

modifierad atmosfär, hämma tillväxten. Den modifierade atmosfären kan då bestå av en blandning av koldioxid och kvävgas (Ross et al., 2000, s. 234), vanligtvis med en halt på 30 % koldioxid. Detta garanterar dock inte en säker produkt (Ryser & Marth, 1999, s. 188). I Europa har man ett gränsvärde för *L. monocytogenes* som livsmedel ej får överskrida, vilket är 100 CFU/g. Detta står beskrivet i Europeiska Gemenskapernas kommissions förordning (EG) nr 2073/2005 (nås på URL: <http://www.slv.se/upload/dokument/lagstiftning/2005-2006/F%202073-2005%20om%20mikrobiologiska%20kriterier.pdf>).

### 2.3.2 Tillväxtmöjlighet för *L. monocytogenes* i charkprodukter

I Tabell 2 redovisas värden som gäller för tillväxt av *L. monocytogenes*. Även optimum för bakterien anges. Dock, trots att bakterien inte växer utanför dessa förhållanden så kan den fortfarande överleva i livsmedlet (Ingham, Buege, Dropp & Losinski, 2004, s. 2701).

Tabell 2 – Intervall samt optimala förhållanden för tillväxt av *L. monocytogenes*. Referens till data anges med fotnot.

Parameter	Tillväxt	Optimum
Temperatur °C	4 - 45 <sup>2,3</sup>	30 - 37 <sup>2</sup>
pH	5.2 - 9 <sup>2</sup>	7.1 <sup>2</sup>
a <sub>w</sub>	0.91 - <0,997 <sup>4</sup>	-
NaCl %	< 0,5-16 <sup>3</sup>	-

I charkvaror ligger pH vanligtvis mellan 5,5 och 6,2, vilket betyder att det är inom intervallet där *L. monocytogenes* kan tillväxa. Det vanligaste i Sverige är att bäst före-datumet är baserat på att man förvarar livsmedlet i en temperatur på 8°C. Har man svalare temperatur i sitt kylskåp hämmas bakterietillväxten och hållbarhetstiden förlängs. Samtidigt kan hållbarhetstiden förkortas om kylkedjan har brutits och produkten förvarats i rumstemperatur under en period, till exempel under en längre bilfärd från affären hem till kylskåpet, eller om förpackningen står på bordet under en söndagsfrukost.

### 2.3.3 Listerios

Listerios är en bakterieinfektion som de patogena serotyperna av *L. monocytogenes* kan orsaka. Infektionen drabbar oftast riskgruppen som är extra utsatt. I riskgruppen ingår framför allt gravida, äldre personer samt personer med nedsatt immunförsvar (Roland Lindqvist & Westöö, 2000, s. 183; Liu, 2008, s. 4). Infektionen kan vara antingen invasiv eller icke-invasiv där den icke-invasiva infektionen oftast ger symtom såsom mag-tarmbesvär, feber och muskelvärk. Den invasiva infektionen sätter sig i blodet och på centrala nervsystemet, med blodförgiftning och hjärnhinneinflammation som följd. Hos gravida kan infektionen överföras till fostret vilket kan resultera i missfall eller att barnet föds allvarligt sjukt (Socialstyrelsen, 2013, ss. 12-14). Personer i riskgruppen är mer benägna att få den invasiva infektionen än personer utanför riskgruppen (Sim et al., 2002, s. 409). Listerios är en mycket allvarlig infektion, med en dödlighet mellan 20-30 % vid invasiv sjukdom (Livsmedelsverket, 2008, s. 3). Inkubationstiden för smittan varierar mycket, allt från någon dag upp till flera veckor (Nilsson & Lindblad, 2011, ss. 10-11). Oftast är inkubationstiden vid den icke-invasiva infektionen 1-2 dagar men längre vid den invasiva infektionen (Socialstyrelsen, 2013, ss. 12-14). Den varierande inkubationstiden gör det ofta svårt att spåra smittan (Nilsson & Lindblad, 2011, ss. 10-11). Enligt Smittskyddsförordningen (SFS 2004:255) skall en anmälan

<sup>2</sup> Lee et al. (2014, s. 16)

<sup>3</sup> Liu (2008, s. 12)

<sup>4</sup> Ross et al. (2000, s. 233)

göras till Smittskyddsinstitutet vid konstaterad listeriainfektion eller vid misstanke om listeriainfektion. Den långa inkubationstiden och svårigheten att upptäcka den icke-invasiva infektionen, då man kanske inte uppsöker sjukvården vid kortvarigare magbesvär, gör att det förekommer ett stort mörkertal av sjukdomen. Liu (2008, s. 4) påstår att det vanligaste sättet att bli smittad är genom förtäring av livsmedel som på något sätt blivit kontaminerat. Smitta från person till person är ovanligt. Det vanligaste är sporadiska fall av listerios men ibland förekommer större utbrott och även epidemier (Livsmedelssäkerhetsverket Evira, 2013 b). I Tabell 3 presenteras antalet listeriosfall per år från 2004-2014. Som tabellen visar är det en stor variation av antalet fall.

Tabell 3 - Antalet fall av listerios 2004-2014 (Folkhälsomyndigheten, 2014 c).

År	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004
Listeriefall	122	93	72	56	63	73	60	56	42	40	43

#### 2.3.4 Dos-respons samband

Ett dos-respons samband beskriver förhållandet mellan exponeringsdos och frekvens av önskad effekt inom en grupp (US Food and Drug Administration, 2003, s. xxvii). Dosen som krävs för att en person skall insjukna varierar från individ till individ. Därför är dos-respons samband ofta avgränsat till en grupp med en eller flera gemensamma egenskaper.

I riskgruppen ingår personer som är mer benägna att drabbas av listerios, och mer benägna att drabbas allvarligt. De som vanligtvis räknas in i riskgruppen för listerios är personer över 65 år, personer som behandlas för cancer eller genomgått transplantation, Hiv-smittade samt gravida kvinnor (Roland Lindqvist & Westöö, 2000, s. 183; Liu, 2008, s. 4). Ibland räknas även diabetiker in i denna riskgrupp (Livsmedelsverket, 2014 b) men inom diabetikergruppen är det väldigt individuellt om man är känslig för att drabbas av listerios. Därför kommer detta arbete inte innefatta diabetiker i riskgruppen.

Viktiga variabler som spelar in på dos-respons sambandet, är andelen sjukdomsalstrande serotyper av *L. monocytogenes*, individens motståndskraft samt egenskaper hos livsmedlet som kontaminerats med *L. monocytogenes* (US Food and Drug Administration, 2003, ss. 76-78).

Andelen sjukdomsalstrande serotyper påverkar i högsta grad utfallet av dos-respons. Exempelvis, om 10 % av serotyperna som förekommer i livsmedel är sjukdomsalstrande kommer detta resultera i att endast en tiondel av fallen där *L. monocytogenes* trängt igenom en individs skyddsbarriärer kan leda till sjukdom. Forskning visar att det finns skillnader mellan olika serotyper där vissa förekommer mer frekvent i samband med utbrott (Pinner et al., 1992; US Food and Drug Administration, 2003, s. 89). Samma undersökning visar att det även inträffar att andra serotyper än de sjukdomsalstrande isolerats från kontaminerade livsmedelsprodukter. Detta medför en svårighet att uppskatta hur ofta kontaminering av ett livsmedel leder till sjukdom, då bakterien man får i sig vid förtäring av kontaminerad mat inte behöver vara en sjukdomsalstrande serotyp.

Individens olika förmåga att klara av infektioner varierar naturligt och kommer med samma variation påverka dos-respons sambandet. Ett nedsatt immunförsvar minskar förmågan för kroppen att själv ta hand om infektionen.

Ett livsmedels egenskaper, såsom fetthalt, kan också påverka dos-respons sambandet. *L. monocytogenes* är relativt tåligt mot låga pH-värden, vilket gör att den kan ta sig igenom magens sura miljö och vidare ut i kroppen (O'Driscoll, Gahan & Hill, 1996). Bakteriens motståndskraft stärkas ytterligare av exempelvis

livsmedel rik på fett då bakterien kan kapslas in och transporteras förbi magsyran (US Food and Drug Administration, 2003, ss. 78-79).

## 2.4 Kostnads-nyttoanalys

När en kostnads-nyttoanalys, även kallad CBA (cost-benefit-analysis), genomförs är målet att ta fram beslutsunderlag för att bättre kunna avgöra om en viss åtgärd bör utföras. Denna åtgärd kan exempelvis vara en investering av en ny järnväg eller en nedrustning av ett kärnkraftverk. I en CBA värderas kostnader och nyttor för samhället i monetära enheter för att bättre kunna jämföra fördelar och nackdelar som ett visst alternativ innebär. Överväger nyttorna kostnaderna så ökar samhällets välfärd (Mattsson, 2000, ss. 77-78, 207). Detta sätt att resonera bygger på Kaldor-Hicks-kriteriet som betyder att samhällets välfärd ökar om vinnarna kan kompensera för förlorarna, det vill säga att det som tjänas på att genomföra en åtgärd måste vara större än det som förloras<sup>5</sup>.

Vid genomförande av en CBA är det viktigt att ha definierat vad som menas med "samhälle". Det kan vara alla medborgare i en nation eller boende i ett område. Eller så kan det vara alla som påverkas direkt eller indirekt av en viss åtgärd (Mattsson, 2006, s. 33; Trafikverket, 2012, s. 6).

En kostnads-nyttoanalys kan genomföras på olika sätt, antingen enligt "Välfärdsmodellen" eller enligt "Kalkylmodellen". Resultatet blir detsamma men det är nödvändigt att hålla sig till en metod när analysen genomförs eftersom det annars finns risk för att det sker en dubbelräkning vilket ger ett felaktigt resultat (Trafikverket, 2012, s. 6). I denna rapport kommer kostnads-nyttoanalysen ske enligt kalkylmodellen. Anledningen är att den metodik som används i kalkylmodellen inte delar upp producenter och konsumenter i olika grupper, vilket man gör enligt välfärdsmodellen, utan bara ser till totala värdet vilket är mest relevant i denna undersökning. I kalkylmodellen beräknas endast nyttor och kostnader av reala resurser så som varor, tjänster och naturresurser. När effekter uppkommer, till följd av en viss åtgärd, undersöks vilka resurser som bildas och vilka resurser som förbrukas. I modellen ska både direkta effekter och indirekta effekter ingå (Trafikverket, 2012, s. 13).

När en CBA genomförs så finns det normalt sex steg som ska ingå<sup>6</sup>.

1. Bestäm vilka personers nytta som ska inkluderas
2. Identifiera åtgärdens konsekvenser
3. Kvantifiera genom att beräkna åtgärdens effekter genom hela dess livslängd
4. Värdera genom att beräkna ett monetärt värde för alla effekter
5. Diskontera nytta och kostnad för att sedan beräkna ett nuvärde
6. Genomför en känslighetsanalys

---

<sup>5</sup> Erik Wengström, Docent, Lunds Universitet, Nationalekonomiska institutionen, 2014-03-26

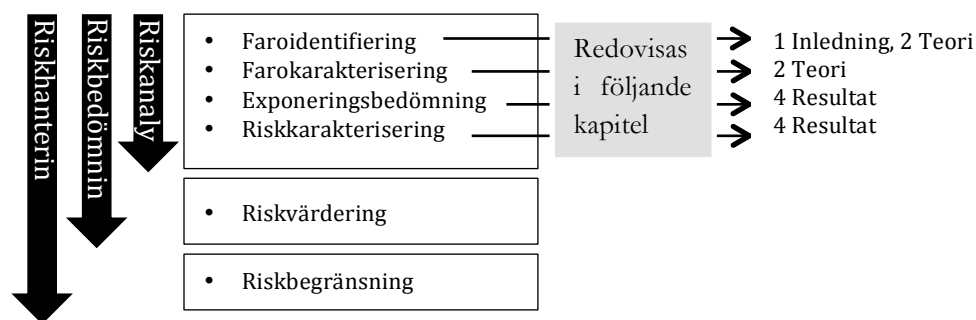
<sup>6</sup> Fredrik Hansen, Fil doc, Lunds Universitet, Nationalekonomiska institutionen, 2014-04-09



### 3 Metodik

#### 3.1 Riskhanteringsprocessen

För att förhindra oönskade händelser behöver man identifiera riskerna, uppskatta deras storlek och på något sätt hantera dem, eller komma fram till att de inte ska hanteras. Detta sker genom riskhanteringsprocessen som består av två huvuddelar: riskanalys och riskbedömning. En vanlig uppdelning av en riskanalys är: faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsbedömning samt riskkarakterisering. I riskbedömningen tillkommer riskvärdering till riskanalysen. Utformningen av denna rapport kommer inte strikt följa uppdelningen, däremot har tankesättet tillämpats under genomförandet av detta examensarbete. Se Figur 2 för en överskådlig beskrivning över hur de olika komponenterna i en riskhanteringsprocess presenteras i rapporten. Något som är viktigt att tänka på är att det hela tiden ska finnas en återkoppling i processen och att det som man kommer fram till kommuniceras ut till mottagaren.



Figur 2 - Schematisk beskrivning av rapportens uppbyggnad utifrån riskhanteringsprocessen.

Det sammanfattade resultatet från riskbedömningen samt riskhanteringen redovisas i kapitel 4 Resultat och i kapitel 5 Riskhantering.

##### 3.1.1 Riskanalys

En riskanalys ligger ofta till grund för ett eller flera beslut som ska tas. I analysen ingår flera steg som handlar om att sätta upp mål för analysen och avgränsa den, identifiera riskerna och uppskatta sannolikheten för att de inträffar samt undersöka vilka konsekvenser som i så fall uppkommer (ISO 31000, 2009).

##### Faroidentifiering

I faroidentifieringen konstateras och definieras problemet. Här definieras även det som är skyddsvärt. Det skyddsvärda kan exempelvis vara hela samhället, en mindre grupp individer med en speciell egenskap, en byggnad eller ett naturområde. I detta steg genomförs de största avgränsningarna och målet med studien definieras. För att kunna göra allt detta krävs det kunskap, både om själva faran och hur den påverkar det som är skyddsvärt (Öberg, 2009, s. 25). Faroidentifieringen i den här rapporten återfinns främst i kapitel 1 Inledning men också i kapitel 2.3 *Listeria monocytogenes*.

##### Farokarakterisering

I farokarakteriseringen genomförs en noggrannare redogörelse av farorna, ofta både kvalitativt och kvantitativt. Den kvantitativa beskrivningen kan vara att skatta sannolikheter för en eller flera händelser som kan utgöra en fara. Kvalitativ beskrivning kan bestå i att redogöra för vilka osäkerheter som finns (Öberg, 2009, ss. 107-108). I denna rapport redovisas farokarakteriseringen bland annat i kapitel 2 Teori.

### **Exponeringsbedömning**

Vad som händer då faran, som kan vara exempelvis strålning eller ett kemiskt ämne, kommer i kontakt med det skyddsvärda beskrivs i exponeringsbedömningen. Här skattas sannolikheten eller frekvensen av exponeringen samt dess storlek och varaktighet. Man undersöker också på vilket sätt som faran kan nå det skyddsvärda (Öberg, 2009, s. 145). Om man exempelvis ser till sjukdom är de vanligaste exponeringsvägarna luftvägar, förtäring eller hudkontakt. Exponeringsbedömningen i rapporten genomförs främst i kapitel 4 Resultat.

### **Riskkaraktisering**

Riskkaraktiseringen är det sista som görs i riskanalysen och där genomförs en sammanvägning av sannolikheter och konsekvenser för en eller flera händelser. Finns det flera händelser så jämförs de också med varandra. En sådan jämförelse kan till exempel genomföras med hjälp av riskmatriser, kvotmetoder eller genom att beräkna individ- och samhällsrisik. Här under behandlas också osäkerheter från resultat och kvalitén på indata (Öberg, 2009, ss. 237-238). Riskkaraktiseringen i den här rapporten återfinns bland annat i kapitel 4 Resultat.

#### **3.1.2 Riskbedömning**

En riskbedömning innefattar både riskanalysen samt själva värderingen av risken.

### **Riskvärdering**

Här värderas den risk som tagits fram i riskanalysen. När riskvärderingen görs tas både hänsyn till den skattade sannolikheten och konsekvensen. Man sätter också risken i en kontext, där man väger in andra risker och de värderingar som finns i samhället. Riskvärderingen syftar till att avgöra om en risk kan anses vara acceptabel eller ej. Till hjälp kan olika typer av acceptanskriterier användas. Ett exempel på detta kan vara "Principen om undvikande av katastrofer". Där värderar man risken som högre för ett scenario där det vart tionde år sker en olycka med 10 dödsfall jämfört med 10 mindre olyckor under en tioårsperiod där 1 person dör vid varje olycka (Davidsson, Haeffler, Ljungman & Frantzich, 2003, s. 65). I riskvärderingen diskuteras de osäkerheter som finns i resultatet. Stort fokus har i detta arbete lagts på osäkerheter med modellen och resultaten samt de antaganden som gjorts. Den här delen presenteras i kapitel 5.1 Riskvärdering.

#### **3.1.3 Riskhantering**

Riskhanteringen innefattar både riskbedömningen och riskbegränsningen.

### **Riskbegränsning**

I riskbegränsningen handlar det om att hitta sätt för att begränsa riskerna. När processen kommit så här långt ser man till de risker man har kommit fram till och tar fram riskreducerande åtgärder för att antingen minska riskens sannolikhet eller konsekvenser. Vilka risker man väljer att reducera varierar, beroende på ens mål och avgränsningar. Det kan vara att en av riskerna är oacceptabel och att man tvingas minska risken för att få genomföra ett projekt. Finns det flera alternativ och inte alla riskreduceringar kan genomföras så kan beslut om vilka riskreduceringar som bör genomföras fattas genom att se vilket alternativ som är mest kostnadseffektivt. I rapporten ges förslag på riskreducerande åtgärder i kapitel 5.2 Riskbegränsning.

## **3.2 Litteraturstudie**

Initialt genomförs en litteraturstudie med fokus på *L. monocytogenes* i livsmedel, listerios och matsvinn i Sverige. Dels ämnar litteraturstudien ge en fördjupad bild av hur dagsläget ser ut, dels ge en ökad förståelse för problematiken som föreligger, dels att finna statistiskt underlag till den efterföljande modelleringen. Litteraturstudien har huvudsakligen genomförts genom Lunds Universitets söksystem LUBsearch. Frekvent använda sökord är: *Listeria monocytogenes*, health risk assessment, food waste,

prevalence, dose response model, growth model och cost of illness. Med resultat från litteraturstudien har ramar för projektet definierats och frågeställningen preciserats. Relevanta resultat från litteraturstudien presenteras i kapitel 2 Teori.

### 3.3 Beräkningsmodellering

#### Programvaror

Modelleringen har mestadels skett med hjälp av programvaran @Risk version 6 (Palisade Corporation, NY, USA). Den approximerade tillväxten av *L. monocytogenes* i matvaror efter passerat bäst före-datum har tagits fram med en prediktionsmodell (version 1.3, augusti 2013) för tillväxt av *L. monocytogenes* i kött, tillhandahållen av Danish Meat Research Institute (DMRI)<sup>7</sup>.

@Risk är ett tilläggsprogram till Microsoft Excel som tillämpar beräkningar som bygger på Latin Hypercube-simuleringar. Genom att inkludera osäkerheter i ingångsparametrarna, i form av fördelningar, ger @Risk ett intervall inom vilket resultatet kan variera. Beroende på vilka fördelningar som tilldelats indata kommer sannolikheten för värden inom intervallet variera, där vanligtvis ett värde är mer sannolikt än övriga. För att fördelningarna ska spegla verkligheten på bästa sätt finns det ett behov av mycket data. Bristande mängd data kan leda till en skev representation vilket i sin tur kan leda till vilseledande resultat. Vilken typ av fördelning som bäst passar en specifik datamängd beräknar @Risk och redovisar.

DMRI har tagit fram en prediktionsmodell för tillväxt av *L. monocytogenes* i kött. Modellen är experimentellt framtagen och är validerad av Mejlholm et al. (2010). Modellen ger användaren möjlighet att variera parametrar för både omgivningens förhållande samt bakteriens egenskaper. Parametrarna som går att variera är:

- Andel natriumlaktat, natriumacetat och natriumnitrat i produkt
- pH i produkt
- Salt/vatten-förhållande i produkt
- Vatten i produkt
- Produkttyp (helt muskel- eller emulgerad produkt)
- Temperatur
- Procent koldioxid i omgivning

Tillväxtmodellen från DMRI utgår i varje prediktion från en initial bakteriehalt på 1 CFU/g, vilket inte går att variera i modellen. För att kunna simulera med andra startkoncentrationer har därför en korrigering genomförts för respektive ingångsvärde. Detta skapar vissa osäkerheter vid simuleringar med höga ingångsvärden då koncentrationen snabbare når halter där tillväxthastigheten avtar. Det finns alltså en risk att man genom den här förskjutningen överskattar tillväxten.

Med hjälp av genererade tillväxtkurvor kan sedan koncentrationen *L. monocytogenes* estimeras ett visst antal dagar efter bäst före-datumet.

#### Allmänt om inparametrar till beräkningsmodellen

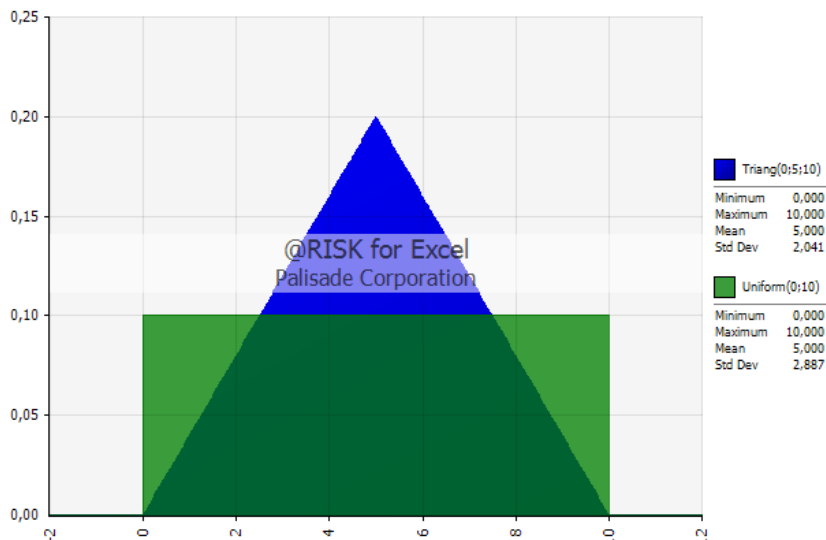
Merparten av parametrarna som använts i modelleringen har tilldelats en fördelning, med hjälp av det statistiska underlaget som tagits fram i litteraturstudien. Att ange indata med fasta punktvärden kan vara missvisande. Dels kan det finnas en naturlig variation som bör tas med i beräkningar för att återspegla verkligheten, dels finns det stor anledning att tro att data innefattar en viss grad av osäkerhet. Både variabiliteten och osäkerheten går förlorad då en punktskattning används. Lösningen på detta kan vara att istället använda sig av fördelningar. En parameters fördelning beskriver hur sannolikt det är att variabeln

---

<sup>7</sup> Prediktionsmodellen nås på URL: <http://dmripredict.dk/Models/MeatSafety/Listeria/Default.aspx>

antar ett visst värde, inom ett angivet intervall. Beroende på vilken fördelning som används anges olika styrande parametrar som definierar fördelningen.

Parametrar vilkas fördelningar inte har baserats på data från litteraturstudien har istället uppskattats. De parametrarna har antingen tilldelats en rektangelfördelning eller en triangelfördelning se Figur 3. Den rektangulära fördelningen skapar ett ändligt intervall inom vilket en aktuell variabel kan variera. Varje utfall har lika stor sannolikhet. En triangelfördelning tillåter att ett värde är mer sannolikt än andra värden. Fördelningen har formen av en triangel vilken definieras av minimivärdet, maximivärdet samt det värde som har högst sannolikhet.



Figur 3 - Rektangelfördelning samt triangelfördelning presenterade i @Risk.

En parameter, ”Prevalens i chark”, har generats med funktionen *Distribution fitting* i @Risk eftersom det varit möjligt att hitta en större mängd data för denna parameter. *Distribution fitting* rangordnar fördelningar efter hur bra de passar till data som valts. Rangordningen sker efter *Akaike information criterion*. Metodiken bygger på att en avvägning görs mellan *godness of fit* för fördelningen till vald data samt komplexiteten i modellen.

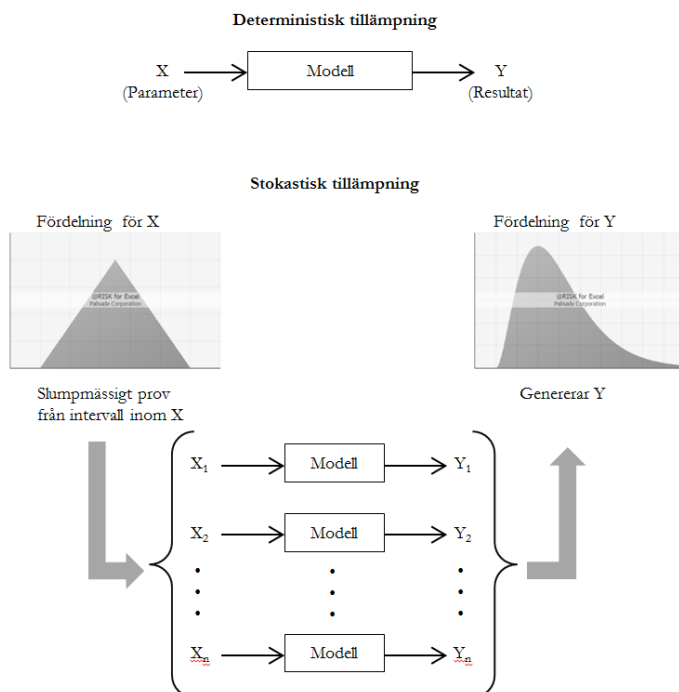
Genom att använda fördelningar har osäkerheter och variabilitet i respektive parameter tagits med i simuleringen och bidragit till att osäkerheten även syns i resultatet. Detta underlättar bedömningen av resultatets riktighet och ger även ett bredare underlag till riskbedömningen. Parametrar som det har varit svårt att hitta tillräckligt med underlag till har därför tilldelats fördelningar vilka speglar osäkerheten, det vill säga bredare fördelningar. Data som använts kommer huvudsakligen från vetenskapliga rapporter samt Statistiska Centralbyråns sökverktyg Statistikdatabasen.

En känslighetsanalys genomförs på modellen och de parametrar som gett störst utslag i känslighetsanalysen undersökts mer noggrant i en osäkerhetsanalys. Osäkerhetsanalysen genomförs för att se på vilket sätt, samt hur mycket, parametrarna påverkar slutresultatet. På så sätt allokeras projektiden optimalt och fokus läggs på de känsligaste parametrarna. Tillvägagångssättet för känslighets- och osäkerhetsanalysen redovisas i kapitel 3.3.2 Känslighetsanalys.

En mer detaljerad beskrivning av tillvägagångssättet för modellen presenteras under kapitel 4 Resultat.

### 3.3.1 Generellt om beräkningar i @Risk

Tillvägagångssättet för simulering i detta projekt bygger på följande steg. Initialt fastställs samtliga ingångsparametrar. Parametrar som har en naturlig variation, även kallad variabilitet, eller som innefattar en osäkerhet tilldelas en fördelning. Antingen uppskattas fördelningen eller så fastställs den med hjälp av statistisk data. Osäkerheten och/eller variabiliteten speglar utseendet på fördelningen och påverkar fördelningens egenskaper. Med hjälp av programvaran @Risk genomförs sedan en Latin Hypercube-simulering. Genom upprepade uträkningar, itereringar, med ett slumpmässigt valt värde från respektive fördelning genereras angivna utvariabler, även dessa i form av fördelningar. På så sätt följer osäkerheter och variabilitet med från indata till utdata, se Figur 4. Latin Hypercube-simuleringen går till så att fördelningen X delas in i mindre intervall, beroende på antalet itereringar, och då ett värde plockats från ett intervall stängs det ner. På så sätt förhindras programmet att slumpvis plocka alla värdena från ett mindre område utan genom den här typen av simulering fås värden från hela fördelningen. Denna typ av datainsamling är att föredra då det inte kan göras tillräckligt många itereringar. Avslutningsvis genomförs en analys av parametrars beroende samt de osäkerheter som finns i resultat.



Figur 4 - Metodik för hur @Risk jobbar med Monte Carlosimulering.

När beräkningar görs i @Risk uppskattas det förväntade värdet med medelvärdet, vilket presenteras i excelcellen. Detta värde är en bra uppskattning då den modell som används är linjär. Detta enligt Gauss approximationsformel som innebär att resultatet av medelvärdena är ungefär samma som medelvärdet av resultatet.

Vid beräkningar kan inparametrar vara korrelerande med varandra. Detta kan innebära att värden som är helt orealistiska tas fram när fördelningar genereras i en sannolikhetssimulering. Ett exempel på detta kan vara simulering av BMI (Body Mass Index) hos en population. BMI-värdet är en funktion av både vikt och längd hos en person och där längd och vikt korrelerar med varandra. Det betyder att det är mer sannolikt att en person som är lång också väger mer, och att en kort person väger mindre. Men vid en simulation där man inte har tagit hänsyn till denna korrelation så plockas värden helt slumpmässigt vilket kan innebära att extrema värden kan förekomma mycket oftare än vad som är fallet i verkligheten. @Risk kan då plocka ett värde på längd, exempel 190 cm, och en vikt på exempelvis 50 kg och därefter räkna ut

BMI. I praktiken är detta värdet mycket ovanligt, om inte orealistiskt då det beskriver en person som lider av extrem undervikt, trots att varken 190 cm eller 50 kg i sig är extremt ovanligt.

När en befintlig datamängd tilldelas en fördelning i @Risk, matchar programmet en fördelning till data. Ett problem med matchningen är att en ändlig datamängd kan tilldelas en fördelning som går mot oändligheten. Det kan innebära att en exponentialfördelning som går mot oändligheten kan passa bäst till en datamängd men att värdena i datamängden är begränsade inom ett visst intervall. Det kan fortfarande vara en bra matchning men det är viktigt att vara uppmärksam på att riktigheten avtar utanför intervallet. Om detta inte tas hänsyn till vid modelleringen kan därför höga värden falla ut som ej är realistiska. Detta kan åtgärdas genom att trunkera fördelningen, så att inga värden plockas som är högre än det som angetts.

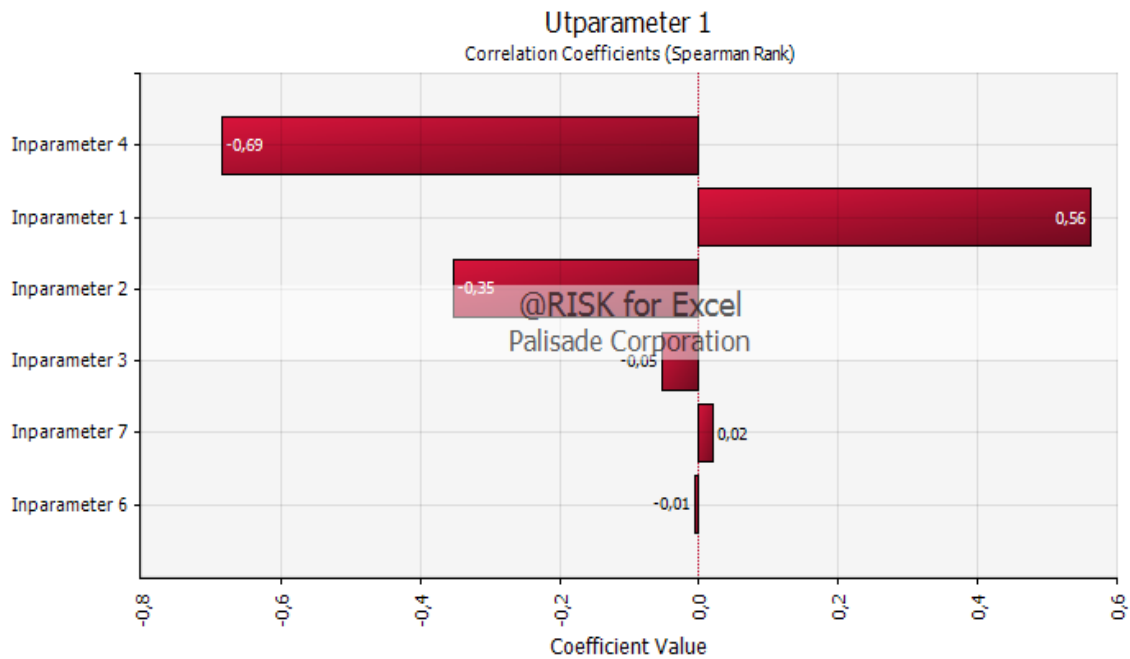
Om det inte är en fördelning som är en inparameter, utan istället är en funktion kan inte funktionen trunkeras. En exponentialfunktion går mot oändligheten och kan därför generera värden som inte återfinns i praktiken. Det är alltså samma princip som för fördelningen men här kan man inte sätta ett maxvärde så att punkter över ett visst värde inte plockas vid simulering. Detta kan innebära att det blir långa svansar på fördelningarna även om de innehåller få värden. Standardavvikelsen blir alltså väldigt stor och man kan hitta värden som inte är realistiska. En fördelning som har några få värden som ligger extremt högt, medan de flesta värden antar låga värden, kan också få ett medelvärde som är väldigt högt, till och med utanför konfidensintervallet. I dessa fall är inte medelvärdet ett bra mått på det förväntade värdet utan det kan vara bättre att tillämpa andra typvärden, exempelvis medianen. Då resultatet presenteras i form av konfidensintervall kan detta problem kringgås av ett smalare konfidensintervall. Ett smalare konfidensintervall leder till att de orealistiska värdena som genererats ej presenteras. Det är dock viktigt att kommunicera problemet då ett smalare konfidensintervall kan uppfattas som mer osäkert.

### 3.3.2 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys görs med syfte att se vilka inparametrar som ger störst påverkan på den undersökta utparametern. Denna analys genomförs ofta före en osäkerhetsanalys för att konstatera vilka parametrar man ska fokusera på i osäkerhetsanalysen, för att spara tid och resurser.

Den typ av känslighetsanalys som kommer tillämpas i rapporten är gjort i @Risk och bygger på Spearman's rank-korrelationskoefficient som beskriver hur två variabler beror av varandra. Korrelationskoefficienten kan anta alla värden mellan ett och minus ett. Om värdet är ett så korrelerar de två variablerna maximalt, och positivt, det vill säga att om den ena ökar så ökar den andra också. Är koefficienten ungefär noll så finns det väldigt lite korrelation mellan variablerna. Är värdet på koefficienten istället minus ett så är korrelationen maximal fast negativ, vilket innebär att om den ena variabeln ökar så minskar den andra.

I @Risk presenteras de olika variablerna utefter deras absolutvärde i ett tornadodiagram, se Figur 5. På x-axeln visas korrelationskoefficientvärdet.



Figur 5 - Ett tornadodiagram. Korrelationskoefficienter för de mest korrelerande parametrarna presenteras. Parametrar som punktskattas dyker inte upp i ett tornadodiagram då dessa parametrar inte tillåts variera. Därmed speglas inte osäkerheterna i en punktskattning. Vid simuleringen ovan var inparameter 5 en punktskattning.

### 3.3.3 Osäkerhetsanalys

En osäkerhetsanalys görs med syfte att se hur mycket modellens resultat beror av variationerna i modellens inparametrar. Dessa variationer kan uppkomma på grund av osäkerheter i indata eller på grund av den naturliga variationen. Med osäkerhetsanalysen testar man om variationer i indata har någon påverkan på resultatet. Analysen ändrar dock inte vilka parametrar som har störst påverkan på resultatet.

Vid analys av osäkerheter är det viktigt att inte blanda ihop osäkerhet med variabilitet. Variabilitet, uppstår exempelvis av individers olika förmåga att motstå en sjukdom. Somliga reagerar redan vid en låg dos av en patogen samtidigt som andra inte visar symptom förrän vid klart högre doser. Alltså finns det ett naturligt spann inom vilket en population insjuknar. Denna skillnad i indata är inget som kommer elimineras med hjälp av bättre skattningar eller mer data, vilket däremot är fallet med osäkerheter.

Epistemiska osäkerheter uppstår exempelvis till följd av bristfällig data, olämplig data eller en missvisande modell. Bristfällig data kan ge en skev bild av verkligheten och behöver nödvändigtvis inte representera mängden som beskrivs. En analys av resultaten kan generera vilka parametrar som påverkar resultatet mest och vilken betydelse denna påverkan har för slutresultatet. Om parametrarnas data fastställs innehålla osäkerheter kan exempelvis en ökad datamängd minska osäkerheten hos parametern.

Inom ramarna för detta projekt kommer osäkerheter till stor del vara sprungna ur bristande mängd data, modellosäkerheter och avgränsningar. Avgränsningarna som medför osäkerhet är antagande om konstant förvaringstemperatur hos livsmedlet samt antagande om produktgenskaper och omringliggande miljö.

### 3.4 Kostnads-nyttoanalys

Med utgångsvärdena från @Risk genomförs en kostnads-nyttoanalys. I detta arbete utfördes den genom att beräkna kostnaden för ökade sjukdomsfall samt beräkna kostnadsreduceringen för svinn av charkprodukter. Beräkningarna gjordes enligt kalkylmodellen. Den samhällsekonomiska nyttan består här av vinsten i minskad miljöpåverkan i monetära enheter.

I denna rapport definieras samhälle som personer boende i Sverige. Detta på grund av att undersökningen endast berör Sverige och personer boende utomlands (även om de är svenska medborgare) inte behöver omfattas av samma risker på grund av andra rådande förhållanden i andra länder. Detsamma gäller även för nyttorna som vi antar endast tillfaller personer boende i Sverige.

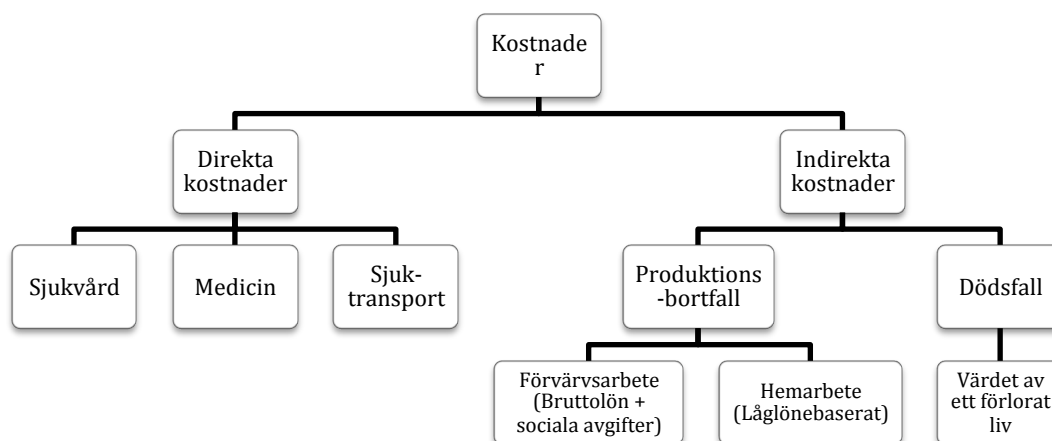
#### Nyttor

Den nytta som uppkommer i och med minskat matsvinn är framför allt nytta med avseende på minskad miljöpåverkan. När man beräknar det monetära värdet av nytta, sett till miljöpåverkan, så finns det olika metoder som kan användas. Ett tillvägagångssätt är det som kallas Ecovalue08, där konvertering görs med avseende på skadekostnaden. Ahlroth och Finnveden (2011) skriver:

*”Ecovalue08 [is] based on estimates of loss of benefits due to environmental degradation.” (s 1995)*

Ecotax är en annan metod som istället baseras på skattesatsen. Man utgår från punktskattningar på olika föroreningar och beräknar sedan en skattesats som används på olika typer av miljöpåverkan (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2013). En tredje metod är ASEK 4:s som bygger på politiska beslut. Hur en miljöeffekt värderas beror då av insatserna som krävs för att man ska uppnå ett politiskt mål relaterat till den miljöeffekten (Statens institut för kommunikationsanalys, 2009, s. 63). De olika metoderna fokuserar på olika saker, det vill säga de lägger olika stor vikt vid olika sorters miljöpåverkans effekter. Därför kan det vara värt att använda sig av alla tre metoderna för att ge en mer balanserad bild av verkligheten. Metoderna har här genomförts separat och av det tre genererade resultaten används det lägsta och det högsta som ett minimi- respektive maximivärde. Anledningen till att ett medelvärde eller dylikt inte räknas fram är att metoderna skiljer sig åt så pass mycket att en sammanslagning hade varit missvisande.

#### Kostnader



Figur 6 - Schematisk bild över kostnaderna som räknas fram i kostnads-nyttoanalysen.

Kostnaderna kan delas in i direkta och indirekta kostnader, se Figur 6. Direkta kostnader består av kostnaderna för att åtgärda sjukdomen till exempel i form av sjukvård, sjuktransport och läkemedel. Indirekta kostnader innebär bland annat det produktionsbortfall som uppkommer av förlorat



förvärvsarbete då en person måste vara borta från arbetsplatsen på grund av sjukdom, eller vara hemma på grund av vård av sjukt barn. Mattsson (2006) skriver:

*“Grundantagandet i CBA är att vi värderar arbetskraften till vederbörandes bruttolön + sociala avgifter eftersom detta belopp motsvarar värdet av det man förlorar någon annanstans vid en viss syssetsättning.”* (s. 41)

Förvärvsarbetet är alltså bruttolönen och de sociala avgifterna. Till produktionsbortfall räknas även obetalt arbete, det vill säga det förlorade hemarbetet som blir då personer över 65 år drabbas av sjukdomen eller personer som har ett betalt arbete men som ändå utför hemarbetet hemma (Räddningsverket, 2008, s. 17). Enligt Räddningsverket (2008, s. 47) så kan man värdera hemarbetet genom att räkna med en städarens bruttolön + sociala avgifter.

En indirekt kostnad är även värdet av ett förlorat liv till följd av sjukdomen (Räddningsverket, 2008, s. 17). I denna rapport har ASEK 5.1:s värde använts. De har gjort en olycksvärdering, se Tabell 4, som består dels av en riskvärdering som beskriver förlust av liv eller hälsa, dels av materiella kostnader, såsom skada på egendom, sjukvård eller produktionsbortfall (Trafikverket, 2014 a).

**Tabell 4 - Olycksvärdering för dödsfall i trafiken (Trafikverket, 2014 a, s. 3).**

<b>Materiella förluster</b>	1 411 000 SEK
<b>Riskvärdering</b>	22 328 000 SEK
<b>Totalt</b>	<b>23 739 000 SEK</b>

Dock används endast värdet för riskvärdering, det vill säga 22 328 000 SEK., eftersom den materiella kostnaden är mer specifik för just trafikolyckor, så som skada på egendom och antal sjukdagar. Transport, sjukdagar och produktionsbortfall för det förlorade livet, med avseende på denna undersöknings sjukdomsscenario, har redan tagits hänsyn till i beräkningarna. Det är inte helt oproblemiskt att använda en riskvärdering gjort för trafikolyckor på den situation som detta arbete beskriver. Exempelvis förekommer en skillnad i åldersfördelning då den största delen av riskgruppen för listerios är äldre personer. Åldersfördelningen för trafikolyckor ser annorlunda ut med mer spridda åldrar vilket gör att det påverkar riskbedömningen. Ett förlorat liv där personen är 70 år skattas lägre än ett förlorat liv där personen är 20 år. Åldern spelar in för hur stor samhällsförlust ett förlorat liv anses innebära. Det kommer betyda att riskvärderingen, för största delen av riskgruppen, är överskattad<sup>8</sup>. Varför ASEK:s värde har valts trots att det är baserat på trafikolyckor är för att det är det värde man oftast räknar med i Sverige när man räknar på kostnaden av ett förlorat liv.

<sup>8</sup> Fredrik Hansen, Fil doc, Lunds Universitet, Nationalekonomiska institutionen, 2014-05-07

## 4 Resultat

Exponeringsbedömningen och riskkarakteriseringen genomförs till största del i detta kapitel. Resultatet består av fyra delar som beskriver de fyra olika resultaten från detta arbete. Dessa är:

- 4.1 Framtagning av beräkningsmodellen
- 4.2 Output från beräkningsmodellen
- 4.3 Modell för kostnads-nyttoanalys
- 4.4 Output från kostnads-nyttoanalysen.

### 4.1 Framtagning av beräkningsmodell

I detta kapitel beskrivs den beräkningsmodell som tagits fram inom ramarna för detta projekt. Insamlad data har analyserats och, i de flesta fall, tilldelats en sannolikhetsfördelning. Osäkerheterna i indata speglas av fördelningarnas utseende. I stort uppskattar modellen antalet ökade sjukdomsfall, till följd av ökad exponering av *L. monocytogenes*, som uppkommer om det matsvinn som förekommer idag istället hade sålts.

#### 4.1.1 Modellen i @Risk

	A	B	C
1	<b>Inparametrar</b>	<b>Fördelningar/Formel</b>	<b>Enhet</b>
2	Matsvinn i butik	RiskTriang(31500000;63000000;94500000)	kg/år
3	Andel svinn av chark	RiskUniform(0,04;0,19)	
4	Svinn av chark	B2*B3	kg/år
5	Förpackningsstorlek	RiskTriang(50;200;1000)	g/förpackning
6	Personer per hushåll	RiskTriang(1;2,202;4)	personer
7	Portionsstorlek	B5/B6	g/person/förpackning
8			
9	Befolkningsmängd	RiskTriang(9705005;9705005;9705005*1,0419;)	personer
10	Personer i riskgrupp	RiskTriang(1529192;1911490;2293788)	personer
11	Andel i riskgrupp av befolkning	B10/B9	
12			
13	Bakteriehalt vid BFD	RiskCumul(0;9;{1\2\3\6};{0,271\0,878\0,905\1})	Log(CFU/g)
14	Prevalens i chark	RiskLognorm(0,068981;0,10615;RiskShift(-0,00036524))	
15	Andel smittsamma bakterier	RiskUniform(0,57;0,88;)	
16	Exponering från varje portion	LOG(((10^B13)*B7);10)	Log(CFU)
17	R	5,6*10^-10	
18			
19	<b>Utparametrar</b>		
20	Portioner av chark	(B4*1000)/B7	portioner
21	Portioner som äts av riskgrupp	B11*B20	portioner
22	Slh för sjukdom per kontaminerad portion	1-EXP(-B17*10^B16)	
23	Slh för sjukdom per portion	B14*B15*B22	
24			
25	<b>Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp</b>	B21*B23	personer/år
26			

Figur 7 - Beräkningsmodellen som använts för att beräkna antalet extra sjukdomsfall. Värderna som presenteras i cellerna är för scenariot BFD. Tillvägagångssättet ser likadant ut för övriga scenarion.

För bedömningen av antalet sjukdomsfall som tillkommer har programvaran @Risk använts. Modellen, vilken presenteras i Figur 7, genererar antalet extra sjukdomsfall som tillkommer om det matsvinn som finns idag istället hade blivit sålt. Sex stycken olika scenarier har tagits fram. Scenarierna bygger på att allt svinn säljs och förtärs ett visst antal dagar efter det angivna bäst före-datumet, BFD. De sex analyserade scenarierna är:

- BFD
- BFD+1
- BFD+2
- BFD+3
- BFD+5
- BFD+7

Det betyder alltså att i ett scenario, exempelvis BFD + 5, så säljs produkten fem dagar efter bäst före-datum och den konsumeras också samma dag som den säljs. Modellen tar alltså inte hänsyn till fall då produkten förvaras ytterligare tid efter försäljningsdagen. Data som använts och dess fördelningar presenteras under kapitel 4.1.2 Uträkning och redovisning av parametrar. Bakgrunden till hur scenarierna har utformats är förhoppningen om att kunna fastställa en viss dag då charkprodukter kan säljas efter passerat bäst före-datum. På så sätt motiveras antagandet att allt svinn säljs och förtärs samma dag, trots att det i verkligheten antagligen ser annorlunda ut.

Dagarna som scenarierna tagits fram för har valts utifrån ett rimlighetsperspektiv. De första tre dagarna, BFD+1, BFD+2 samt BFD+3, är intressanta för att få en bra bild av det initiala förloppet. Därefter har två nedslag gjorts efter fem respektive sju dagar för att mäta hur risken förändras efter längre tid och för att se hur osäkerheterna ser ut. Senare än sju dagar efter bäst före-datumet bedöms det inte vara troligt att konsumenter vill köpa och konsumera varan.

#### **4.1.2 Uträkning och redovisning av parametrar**

Nedan redovisas de parametrar som används i beräkningsmodellen samt antaganden som gjorts kring dessa. Några av parametrarna har ändrats efter utförd känslighetsanalys och/eller osäkerhetsanalys. Även förändringarna redovisas. För den fullständiga känslighetsanalysen och osäkerhetsanalysen se Appendix A respektive Appendix B.

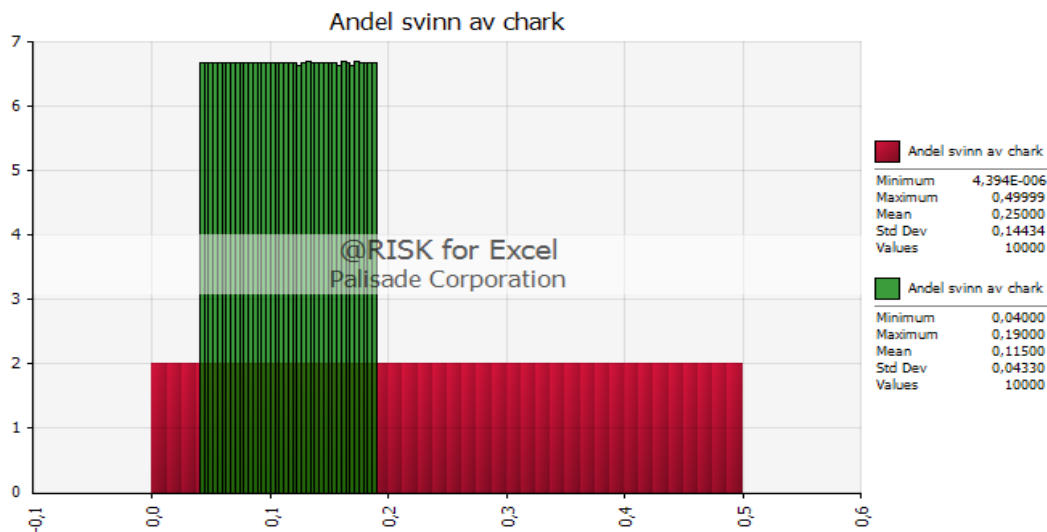
Avslutningsvis, i Tabell 6, sammanfattas vilka fördelningar som tilldelats de olika inparametrarna, samt en förenklad beskrivning av hur beräkningarna genomförts.

#### **Matsvinn i butik och Andel svinn av chark**

Informationen är begränsad gällande hur mycket matsvinn som uppstår i Sverige och hur stor del av detta matsvinn som skulle bestå av charkprodukter. Initialt har därför breda triangelfördelningar valts för parametern ”Matsvinn i butik”, där det mest sannolika värdet, 63 000 000 kg, är hämtat från litteraturen (Naturvårdsverket, 2014) och där max- och minvärdena, 94 500 000 kg respektive 31 500 000 kg, är framtagna med en 50 % - ig förändringsfaktor. En svårighet ligger i att veta hur mycket av svinn som sker till följd av passerat bäst före-datum, vilket kommer tas upp i kapitel 5 Riskhantering. I beräkningsmodellen tas detta inte hänsyn till utan man räknar på allt svinn som en följd av passerat bäst före-datum. Valet av den breda fördelningen beror av de stora osäkerheterna vilket också är anledningen till att denna parameter lämnas oförändrad i känslighetsanalysen.

Parametern ”Andel svinn av chark” beskrivs initialt med hjälp av en rektangelfördelning mellan 0 och 0,5. Därmed har ett antagande gjorts att andelen svinn av chark kan vara så stor som 50 % av den totala mängden matsvinn, vilket är en väl medveten överestimering som bör innefatta de osäkerheter som föreligger. Känslighetsanalysen visar att parametern ”Andel svinn av chark” har stor påverkan på slutresultatet. Efter genomförd känslighetsanalys tas en ny rektangelfördelning fram med minimi- och maximumvärde satt till 0,04 respektive 0,19. Förändringen redovisas i Figur 8. Fördelningen smalnades av

med data från Eriksson (2012) och Eriksson och Strid (2011), vilken kom fram under en djupare litteratursökning.



Figur 8 - Förändringen av "Andel svinn av chark" genomförd i känslighetsanalysen. Det gröna området visar den nya fördelningen, rektangelfördelning mellan 0,04 och 0,19.

### Förpackningsstorlek och portionsstorlek

Mängden produkt en person får i sig bygger i den här modellen dels på antal personer i hushållet, dels på storleken på förpackningar ute i handeln. Storleken på förpackningarna för chark varierar vanligtvis mellan 50 gram och 1000 gram, där en storlek på ca 200 gram är vanligast förekommande. Förpackningsstorleken har på grund av detta tilldelats en triangelfördelning. Ett antagande görs att produkten delas lika på alla personer i hushållet, det vill säga att alla får i sig lika mycket av produkten och att det är den mängden som blir portionsstorleken. Det antas också att portionerna är oberoende av varandra, det vill säga sannolikhetsfördelningen ser likadan ut den första portionen som för efterföljande. Detta antagande sker till följd av att det är okänt om *L. monocytogenes* ackumuleras i kroppen och hur länge.

### Befolkningsmängd och Personer per hushåll

Enligt Statistiska Centralbyrån är Sveriges befolkning 9 705 005 till antalet (september 2014). Detta värde ansattes som toppvärde i en triangelfördelning, med minsta värde 9 705 005 och största värdet har tagits fram genom att lägga till en femårig (2008-2013) befolkningstillväxt på 4,20 %. Procentsatsen är framtagen med data från Statistiska Centralbyrån. Beräkningarna för personer i hushåll redovisas mer noggrant i Appendix C men parametern har en triangelfördelning som går från 1 till 4 med toppvärde 2,202. Toppvärdet anger antalet personer i medel per hushåll och max- och minvärdena anger hur medelvärdet varierar.

### Personer i riskgrupp

Toppvärdet i fördelningen för antalet personer som ingår i riskgruppen, 1 911 490, baseras på data från Statistiska Centralbyrån. Max- och minvärdet, 1 529 192 och 2 293 788, har tagits fram genom att variera toppvärdet med  $\pm 20\%$ . I detta arbete kommer riskgruppen bestå av individerna med nedsatt immunförsvar. De grupper som är medräknade är gravida, personer över 65 år, cancersjuka personer, Hiv-smittade samt personer med transplanterade organ. Även barn under 1 år ingår normalt i riskgruppen men i det här fallet har man valt att utesluta denna grupp då man antar att inga barn under 1 år äter charkprodukter.

De olika grupperna inom riskgruppen antas inte överlappa varandra. Som ett exempel antas att det inte är mer riskfyllt att vara över 65 år och ha cancer jämfört med att antingen vara över 65 år eller ha cancer. Dessa antagandet är gjort därför att det blir alltför komplicerat att räkna med synergieffekter och svårt att få fram hur stor risken då skulle bli. Därför är antalet cancerpatienter över 65 år borträknat. För utförligare beräkning av riskgrupp samt källhänvisning till data som använts se Appendix C.

Genom att analysera en bredare datamängd har trender kunnat urskiljas för de olika delgrupperna i riskgruppen. Därför är data som använts hämtad från olika långa perioder för att ge ett så trovärdigt resultat som möjligt. Till följd av att befolkningen ständigt ökar samt en demografisk förskjutning mot en äldre befolkning, kommer data för gruppen ”Personer över 65 år” endast från 2009 till 2013. På samma sätt kan man se en ökning av antalet cancersjuka. Därför väljs statistik från 2008 till 2012 (vid skrivandets stund saknas data för 2013) för ”Cancersjuka”. För gruppen ”Gravida” kunde en trend urskiljas som visade på ett cykliskt beteende. Därför används data mellan 1988 och 2012, som enligt statistiken representerar en cykel. ”Hiv-smittade” samt ”Transplanterade” baseras endast på data från ett år, 2011 respektive 2013. Utförligare data för dessa grupper saknas.

I detta arbete kommer ett fall inom gruppen ”Gravida” innefatta både sjukdom hos moder samt foster/bebis. Sedan 2013 räknas detta som två stycken fall (Socialstyrelsen, 2013, s. 15), men då data endast används från 2012 och tidigare kommer så inte vara fallet här.

För personer som tillhör riskgruppen är sannolikheten större att man ska drabbas av listerios och också större sannolikhet att det då är den invasiva formen av listerios, med hjärnhinneinflammation, blodförgiftning och missfall som potentiella följder (Socialstyrelsen, 2013). Dock kan man drabbas av den icke-invasiva sjukdomen med symptom som liknar influensa. Även utanför riskgruppen kan man drabbas av den invasiva formen av listerios, det är dock mycket vanligare att personer utanför riskgruppen får den icke-invasiva sjukdomen. Hur stor sannolikhet det är att drabbas av den invasiva eller icke-invasiva formen för respektive grupp är väldigt svåra att uppskatta då mörkertalet är stort. Det gäller framför allt för den icke-invasiva formen, som yttrar sig som maginfluensa. På grund av detta uppsöker många smittade inte sjukhus och får heller inte en diagnos. Då sannolikheterna är så pass svåra att uppskatta antas istället att det endast är riskgruppen som drabbas av listerios, och att det då är den invasiva formen. Inga personer utanför riskgruppen antas alltså insjukna i listerios. Antagandet görs då författarna tror att resultatet inte kommer avvika nämnvärt från verkligheten.

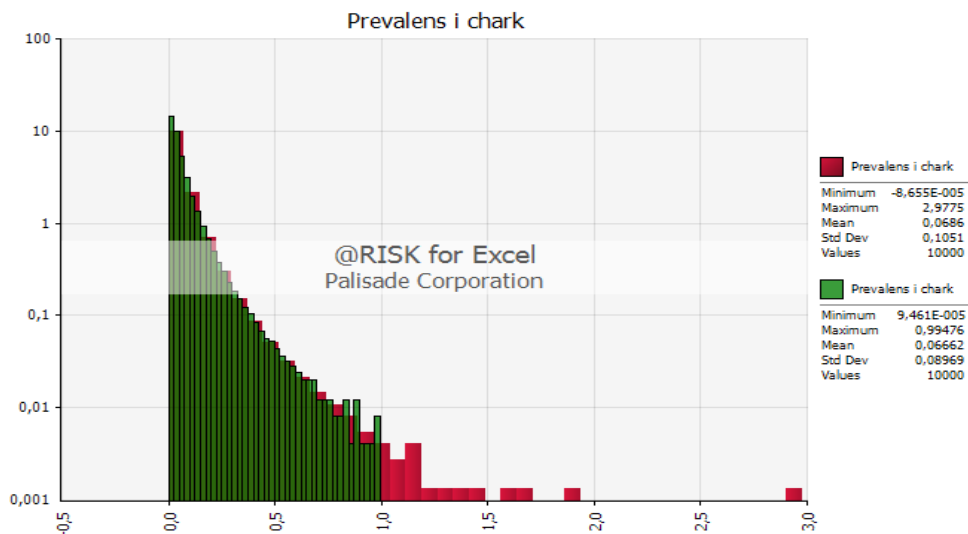
I modellen beräknas andelen personer i riskgrupp vara 19,7 %. Det anses vara ett rimligt värde, och rimligheten bekräftas av Roland Lindqvist och Westöö (2000, s. 186) som anger en procentsats på 20,1 i sin undersökning.

### **Prevalens i chark**

Data över prevalens kommer från litteraturen och har tilldelats en lognormalfördelning. @Risk anger att en exponentialfördelning passar bättre, vilket i det här fallet innebär en underskattning av risken. Exponentialfördelning beskriver sannolikheten som högst vid väldigt låga värden nära noll. Detta stämmer inte med insamlad data, som har högst sannolikhet vid värden mellan 0,05-0,1. En exponentialfördelning skulle därför underskatta risken. Lognormalfördelning stämmer alltså bättre med verkligheten. Data som valts ut i denna rapport kommer från länder som antas ha en livsmedelshandling liknande den i Sverige. Se Appendix D för redovisning av all data samt källhänvisningar.

Den stora spridningen av data som redan tagits med i modellen vittnar om att det kan finnas en stor naturlig variation i kontamineringen av varorna. För att bekräfta detta behövs en större mängd data, vilket är resurskrävande att samla in. Därmed kommer det inte genomföras försök att minska korrelationen från denna parameter.

Då prevalensen endast kan variera mellan 0 och 1 trunckeras denna fördelning så att maxvärdet blir 1. I Figur 9 illustreras förändringen som följer av trunkeringen.



Figur 9 - Jämförelse av fördelningarna för parametern "Prevalens i chark" före och efter trunkering. Den gröna fördelningen har begränsats med hjälp av @Risk-kommandot RiskTruncate.

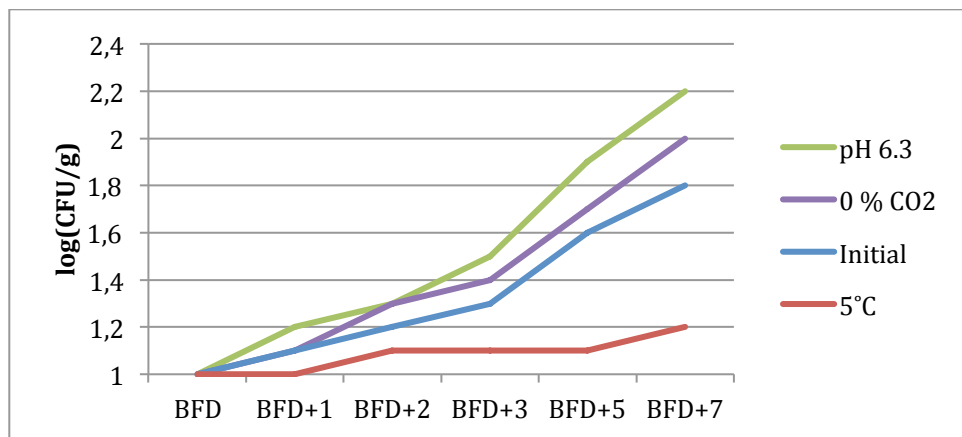
### Bakteriehalt

Bakteriehalt är den parameter som mest noggrant undersökts med hjälp av en osäkerhetsanalys. För tydligare beskrivning av de olika osäkerhetsanalysstegen av bakteriehalten se Appendix B.

Parametern "Bakteriehalt" anger hur många CFU/g av *L. monocytogenes* en charkprodukt innehåller och beskrivs i detta arbete av en kumulativ fördelning. Data delas initialt in i olika intervall och utifrån det har en kumulativ fördelning ansatts. Parametern beskriver bakteriehalten i produkten utifrån den kumulativa fördelningen, givet att den är kontaminerad. De bakteriehalter som uppmätts antas vara mätta vid bäst före-datum. Se Appendix E för redovisning av data och källhänvisningar.

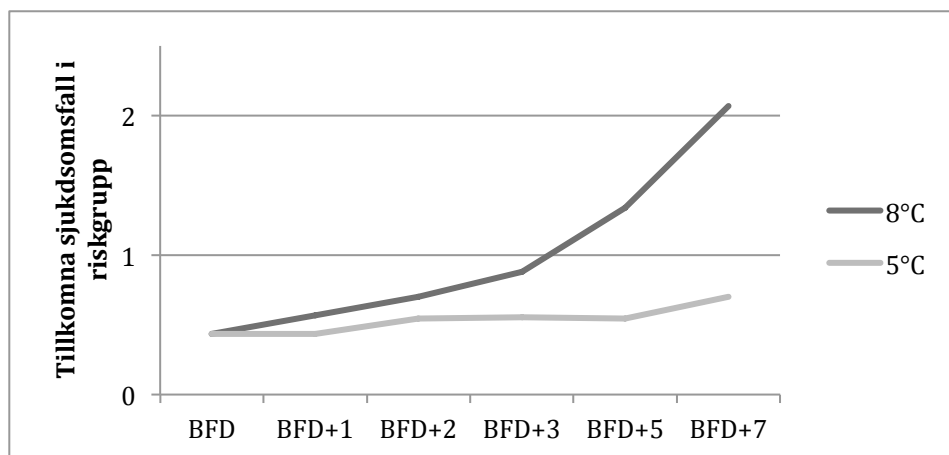
Anledningen till att denna parameter beskrivs med en kumulativ fördelning istället för en sannolikhetsfördelning är att datamängden som används presenteras på ett sådant sätt som gör det svårt att fastställa en specifik sannolikhet för ett visst datavärde. Från den kumulativa fördelningen kan man endast läsa av sannolikheten för att få ett specifikt värde eller ett värde mindre än det.

I osäkerhetsanalysen för bakteriehalten varierades dels inparametrarna temperatur, pH och CO<sub>2</sub>-halt i tillväxtmodellen för *L. monocytogenes*, dels den maximala startkoncentrationen, dels utseendet på den kumulativa fördelningen. Resultatet av detta redovisas i Figur 10, Figur 11, Figur 12 och Figur 13.



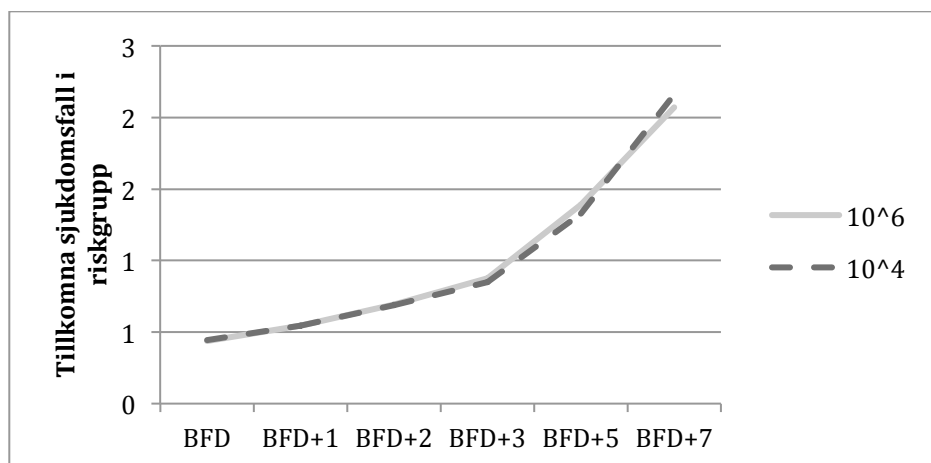
Figur 10 – Förändringen av halten bakterier till följd av variation av en inparameter i taget i tillväxtmodellen. Övriga parametrar hålls konstanta. Standardvärdena är: pH = 6, CO<sub>2</sub> = 30 %, T = 8°C. Den halt som dessa värden medför presenteras genom linjen ”Initial”.

Som Figur 10 visar så är det temperaturen som har störst påverkan av inparametrarna i tillväxtmodellen. Då temperaturen kan variera under olika steg i produktens livscykel väljs ett konservativt synsätt där 8°C tillämpas i modellen. Modellens output gäller då endast för ett livsmedel som haft en konstant temperatur på 8°C, därför att en modellering av temperaturfluktuationer är alltför resurskrävande för denna studie. Temperaturen stora effekt på utparametern ”Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp” kan ses i Figur 11.

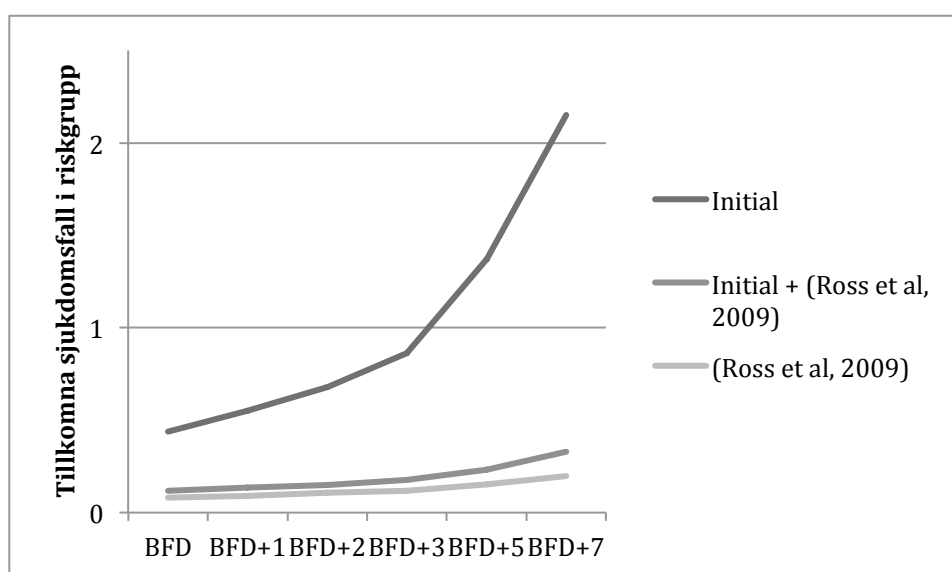


Figur 11 - Utfallet av antalet tillkomna sjukdomsfall i riskgruppen då tillväxten modellerats med 5°C respektive 8°C.

Då den maximala startkoncentrationen av *L. monocytogenes* inte påverkar slutresultatet särskilt mycket, vilket kan ses i Figur 12, används 10<sup>6</sup> CFU/g som startvärde. Valet grundas på att rådata som använts var som högst i storleken 10<sup>6</sup>.



Figur 12 – Antalet tillkomna sjukdomsfall då den högsta startkoncentrationen är satt till  $10^4$  respektive  $10^6$ .



Figur 13 - Förändringen hos utparametern "Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp" till följd av addering av nya fördelningar. Scenariot "Initial + (Ross et al, 2009)" innebär en sammanslagning av fördelningarna. De nya fördelningarna är hämtade från Ross, Rasmussen, Sumner, Fazil och Paoli (2009). Se Appendix C för en mer ingående redogörelse.

Effekten på tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp till följd av variationer av den kumulativa fördelningen för bakteriehalt kan ses i Figur 13. Den fördelningen som används i rapporten och som genererats efter insamling av data från litteraturen benämns "Initial". De nya kumulativa fördelningarna, hämtade direkt från litteraturen, har slagits samman till en gemensam fördelning och presenteras i grafen som "(Ross et al, 2009)". Förutom den initiala fördelningen och sammanslagningen av de nya fördelningarna presenteras även ett fall där samtliga kumulativa fördelningar slagits samman, denna benämns "Initial + (Ross et al, 2009)". I figuren framgår det att den initiala kumulativa fördelningen som används genererar klart fler antal sjukdomsfall.

Detta innebär att den fördelning som använts i "Initial" värderar större sannolikhet för att plocka ett högre värde. Vad som ligger till grund för den stora skillnaden mellan "Initial" och "(Ross et al, 2009)" är antagligen bristfällig information vid insamling av data till "Initial". Där litteraturen har sagt att bakteriehalten är 10-100 CFU/g har i den här rapporten satts till 100 CFU/g, för att tillämpa en konservativ approach.



Den i övrigt konservativa beräkningsmodellen motiverar därmed att den initiala fördelningen är lämpligast att gå vidare med. Den kumulativa fördelningen som används presenteras i Tabell 5.

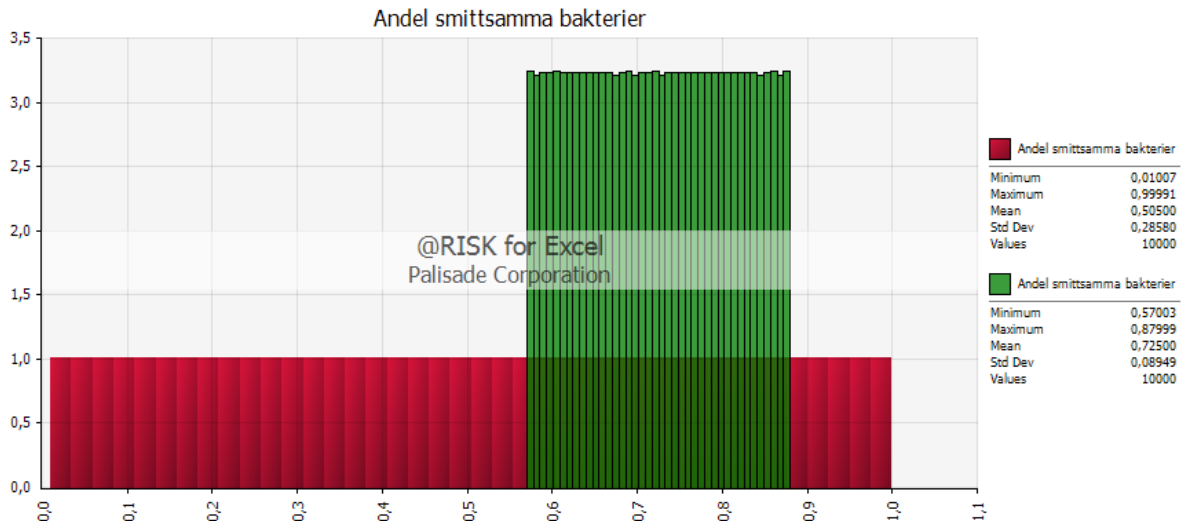
Tabell 5 - Den kumulativa fördelningen som används i sannolikhetsmodellen.

Nivåvärden	Andel värden under nivåvärdet
CFU/g<10	0,271
CFU/g<100	0,878
CFU/g<1000	0,905
CFU/g>1000	1

### Andel smittsamma bakterier

Som tidigare nämnts i teorin är inte alla serotyper av *L. monocytogenes* sjukdomsframkallande. För att se hur mycket denna parameter påverkar, tilldelades den initialt en rektangelfördelning med min- och maximivärdena 0,01 respektive 1.

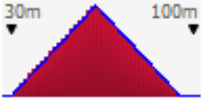

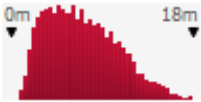
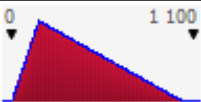
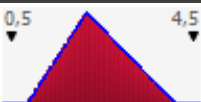
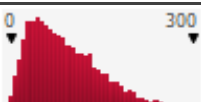
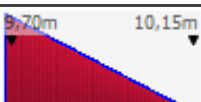
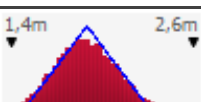
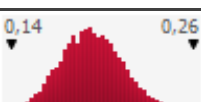
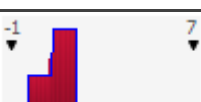

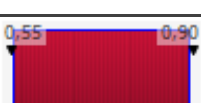

Från känslighetsanalysen lyfts denna parameter fram som en starkt bidragande faktor för utparametern. En djupare litteraturstudie inom detta område gav att fördelningen kunde smalnas av, se Figur 14. En tydligare redogörelse för förändringen redovisas i Appendix A. "Andel smittsamma bakterier" tilldelas slutligen en rektangelfördelning med min- och maximivärdet 0,57 samt 0,88.


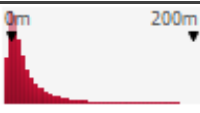

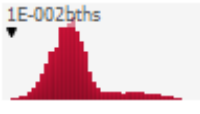
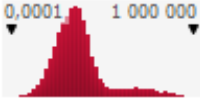


Figur 14 - Förändringen av "Andel smittsamma bakterier" efter känslighetsanalysen. Det gröna området visar den nya fördelningen, rektangelfördelning mellan 0,57 och 0,88.

I Tabell 6 nedan redovisas de slutgiltiga fördelningarna som används i beräkningsmodellen och vilka slutdiskussionen baseras på.

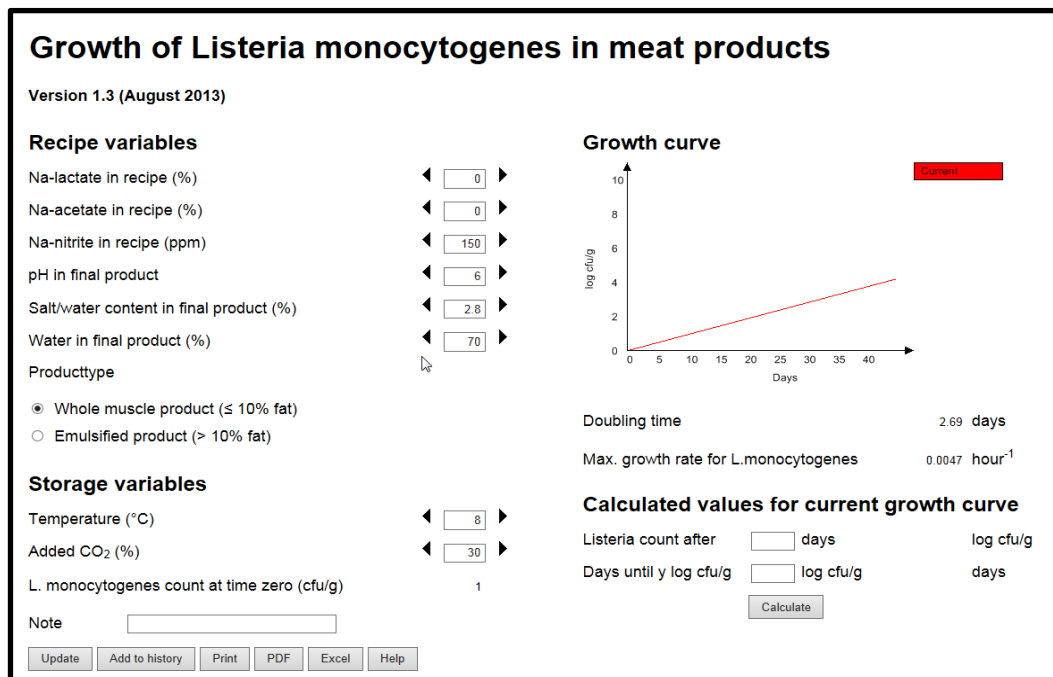
Tabell 6 - Presentation av fördelningar som använts samt förförandet vid uträkning av resultat. Parametrar markerade med □ redovisas med logaritmerad x-axel. Förkortningar förekommer i figurerna: m = millions, b = billions.

Inparameter	Fördelning	Formel	Enhet
Matsvinn i butik		RiskTriang(31500000;63000000; 94500000)	kg/år
Andel svinn av chark		RiskUniform(0,04;0,19)	
Svinn av chark		"Matsvinn i butik" * "Andel svinn av chark"	kg/år
Förpackningsstorlek		RiskTriang(50;200;1000)	g/förpackning
Personer per hushåll		RiskTriang(1;2,202;4)	personer
Portionsstorlek		"Förpackningsstorlek" "Personer per hushåll"	g/person
Befolkningsmängd		RiskTriang(9705005;9705005;9705005*1, 0419)	personer
Personer i riskgrupp		RiskTriang(1529192;1911490;2293788)	personer
Andel i riskgrupp av befolkning		"Personer i riskgrupp" "Befolkningsmängd"	
Bakteriehalt		RiskCumul(0;9;{1\2\3\6};{0,271\0,878\0,9 05\1})	log(CFU/g)
Prevalens i chark		RiskLognorm(0,068981;0,10615; RiskShift(-0,00036524))	
Andel smittsamma bakterier		RiskUniform(0,57;0,88)	
Exponering från varje portion		LOG(((10^"Bakteriehalt")*"Portions- storlek");10)	log(CFU)
R	Punktskattning	5,6 * 10 <sup>10</sup>	

Utparameter	Fördelning	Formel	Enhet
Portioner av chark		$\frac{\text{"Svinn av chark"} * 1000}{\text{"Portionsstorlek"}}$	portioner
Portioner som äts av riskgrupp		$\text{"Portioner av chark"} * \text{"Andel i riskgrupp av befolkning"}$	portioner
∝ Slh för sjukdom per kontaminerad portion		$1 - e^{-R * 10^{\text{"Exponering från varje port."}}}$	
∝ Slh för sjukdom per portion		$\text{"Slh för sjukdom per kontaminerad port."} * \text{"Andel smittsamma bakterier"} * \text{"Prevalens i chark"}$	
∝ Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp		$\text{"Slh för sjukdom per portion"} * \text{"Portioner som äts av riskgrupp"}$	fall/år

#### 4.1.3 Tillväxtmodellering

Den parameter som differentierar utfallen för de olika scenarierna (BFD, BFD+1 etc.) är "Bakteriehalt", cell B14 i Figur 7. Halten bakterier i produkten ändras över tid och har här estimerats med hjälp av Danish Meat Research Institute (DMRI) Safety model<sup>9</sup> för att prediktera tillväxt av *L. monocytogenes* i köttprodukter. Startkoncentrationer [CFU *L. monocytogenes*/g produkt] har hämtats från tidigare undersökningar funna i litteraturstudien och presenteras i Appendix E. Tillsammans med parametrar som beskriver omgivningen är dessa startkoncentrationer indata för tillväxtmodelleringen. I Figur 15 presenteras användargränssnitt för DMRI-modellen.



Figur 15 - Användargränssnittet för DMRI:s tillväxtmodell där man i vänstra kolumnen ställer in olika parametrar som påverkar tillväxtkurvan. Den högra kolumnen visar resultatet.

<sup>9</sup> DMRI Safety model, version 1.3, URL: <http://dmripredict.dk/Models/MeatSafety/Listeria/Default.aspx>

Tillväxtkurvan är en funktion där koncentrationen *L. monocytogenes/g* produkt beror av tiden. Figur 15 visar att tillväxtkurvan är linjär inom angivet intervall, då man logaritmerat antalet CFU. Genom att förskjuta kurvan kan man beräkna koncentrationen vid en viss tidpunkt beroende på vilken startkoncentration som valts. Detta tillvägagångssätt kan tillämpas då tillväxthastigheten inte är beroende på startkoncentrationen. Därmed kan den nya koncentrationen för en viss tid beräknas. Värden vilka använts för parametrarna anges i Tabell 7. I modellen har inte hänsyn tagits till lagfasen, den fas där mikroorganismer anpassar sig till miljön, utan modellen tar vid när tillväxtfasen startar. Bortses lagfasen ifrån sker tillväxt hela tiden ända från start och bakteriekoncentrationen blir därmed högre. Ett sådant antagande gör att modellen blir mer konservativ eftersom när bakterien befinner sig i lagfasen så tillväxer den inte utan allokering energi för att anpassa sig till miljön. Att anta att bakterierna ej befinner sig i lagfasen när mätningen börjar är rimligt eftersom bakterierna med stor sannolikhet har befunnit sig i förpackningen eller på charkvaran under en längre tid. Bakterien har därför haft tid att anpassa sig till den nya miljön och bör därför befinna sig i tillväxtfasen vid mätning.

Tabell 7 – Värden som använts för parametrarna i tillväxtmodellen. Angivna värden hålls konstanta under simuleringen men utvalda parametrar undersöks senare i osäkerhetsanalysen.

Parameter	Värde
Na-laktat [%]	0
Na-acetat [%]	0
Na-nitrit [ppm]	150
pH	6
Salt/vatten-förhållande [%]	2,8
Vattenhalt [%]	70
Produkttyp	”Helmuskelprodukt ≤ 10 % fett”
Temperatur [°C]	8
CO <sub>2</sub> [%]	30

Valet av parametervärden baserar sig på normala förhållanden i chark, såsom vattenhalt och halt natriumnitrit. Temperaturen är satt till 8°C eftersom det är den temperatur som bäst före-datum vanligtvis är baserat på, samt att det är det som är den rekommenderade förvaringstemperaturen på de flesta livsmedel, enligt märkningen på förpackningen. Det är vanligt att charkprodukter är förpackade i förpackningar med modifierad atmosfär, där CO<sub>2</sub> – halten ofta är 30 %.

#### 4.1.4 Dos-responssambandet

Det finns många olika modeller som beskriver förhållandet mellan exponeringsdos och den respons detta medför (Chen et al., 2011; Roland Lindqvist & Westöö, 2000; Smith et al., 2008; US Food and Drug Administration, 2003; Williams, Castleman, Lee, Mote & Smith, 2009; World Health Organization, 2004). Osäkerheterna kring modellerna är stora, vilket kan läsas av i spridningen av de resultat som genereras. För att få bukt på detta menar Hoelzer et al. (2013) att vidare forskning behövs främst gällande virulenta stammar. Dock menar författarna att de resultat som redan finns idag kan inkorporeras bättre i modellerna, vilket hade lett till en förbättring av modellerna.

Merparten av modellerna som finns idag är exponentiella (Chen et al., 2011; Roland Lindqvist & Westöö, 2000; US Food and Drug Administration, 2003; World Health Organization, 2004). Dos-responssambandet som används i detta projekt beskrivs även det av en exponentialfunktion och är framtagen av Roland Lindqvist och Westöö (2000). Modellen redovisas i Ekvation 1.

$$P = 1 - e^{(-RN)} \quad (1)$$

P beskriver sannolikheten för att en viss effekt uppkommer. R är en konstant, framtagen specifikt för *L. monocytogenes*. N anger vilken dos man utsätts för, i CFU.

I Tabell 8 redovisas R-värden för ett antal befintliga dos-responssamband. Enligt Ekvation 1 ger ett ökat R-värde en ökning i sannolikhet. Av de dos-responssamband som undersökts i detta projekt är därmed sambandet vilket Roland Lindqvist och Westöö (2000) tagit fram mest konservativt och kommer ge högst skattad sannolikhet utifrån en viss koncentration av *L. monocytogenes*. Det R-värde som används i detta arbete är  $5,6 \cdot 10^{-10}$ .

Dos-responsmodellen som Roland Lindqvist och Westöö (2000) tagit fram är endast verifierad för fisk. Genom att använda det sambandet uppkommer därmed en felkälla. Dock görs bedömningen att i och med de stora osäkerheterna kring dos-responssamband generellt, är ett konservativt tänkesätt av större vikt.

Tabell 8 - R-värden för *L. monocytogenes* för ett antal befintliga dos-responsmodeller.

R-värde	Källa
$5,6 \cdot 10^{-10}$	(Roland Lindqvist & Westöö, 2000)
$3,6 \cdot 10^{-11}$	(Chen et al., 2011)
$2,6 \cdot 10^{-11}$	(US Food and Drug Administration, 2003)
$1,06 \cdot 10^{-12}$	(World Health Organization, 2004)
$1,78 \cdot 10^{-14}$	(Chen et al., 2011)

## 4.2 Output från beräkningsmodellen

Här presenteras resultatet från modelleringen. I Figur 16 redovisas samtliga parametrars värden efter simulering.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		BFD	BFD+1	BFD+2	BFD+3	BFD+5	BFD+7	Enhet
2	<b>Inparametrar</b>							
3	Matsvinn i butik	63000000	63000000	63000000	63000000	63000000	63000000	kg/år
4	Andel svinn av chark	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	
5	Svinn av chark	7245000	7245000	7245000	7245000	7245000	7245000	kg/år
6	Förpackningsstorlek	416,67	416,67	416,67	416,67	416,67	416,67	g/förpackning
7	Personer per hushåll	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	
8	Portionsstorlek	90,53	90,53	90,53	90,53	90,53	90,53	g/person/förpackning
9								
10	Befolkningsmängd	9840875	9840875	9840875	9840875	9840875	9840875	personer
11	Personer i riskgrupp	1911490	1911490	1911490	1911490	1911490	1911490	personer
12	Andel i riskgrupp av befolkning	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	
13								
14	Bakteriehalt	1,54	1,63	1,71	1,80	2,06	2,23	log(cfu/g)
15	Prevalens i chark	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	
16	Andel smittsamma bakterier	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	
17	Exponering från varje portion	3,50	3,58	3,67	3,76	4,02	4,19	log(cfu)
18	R	5,6E-10	5,6E-10	5,6E-10	5,6E-10	5,6E-10	5,6E-10	
19								
20	<b>Utparametrar</b>							
21	Portioner av chark	80031168	80031168	80031168	80031168	80031168	80031168	portioner
22	Portioner som äts av riskgrupp	15545240	15545240	15545240	15545240	15545240	15545240	portioner
23	Slh för sjukdom per kontaminerad portion	1,76E-06	2,15E-06	2,63E-06	3,20E-06	5,82E-06	8,67E-06	
24	Slh för sjukdom per portion	8,52E-08	1,04E-07	1,27E-07	1,55E-07	2,81E-07	4,19E-07	
25								
26	<b>Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp</b>	<b>1,32</b>	<b>1,62</b>	<b>1,97</b>	<b>2,41</b>	<b>4,37</b>	<b>6,51</b>	<b>personer/år</b>
27								

Figur 16 – Alla in- och utparametrars slutliga värden i beräkningsmodellen, för varje scenario. Värden som anges är medelvärden. Dessa används dock inte i rapporten som resultat då Gauss approximationsformel inte gäller, i och med den icke-linjära modellen.

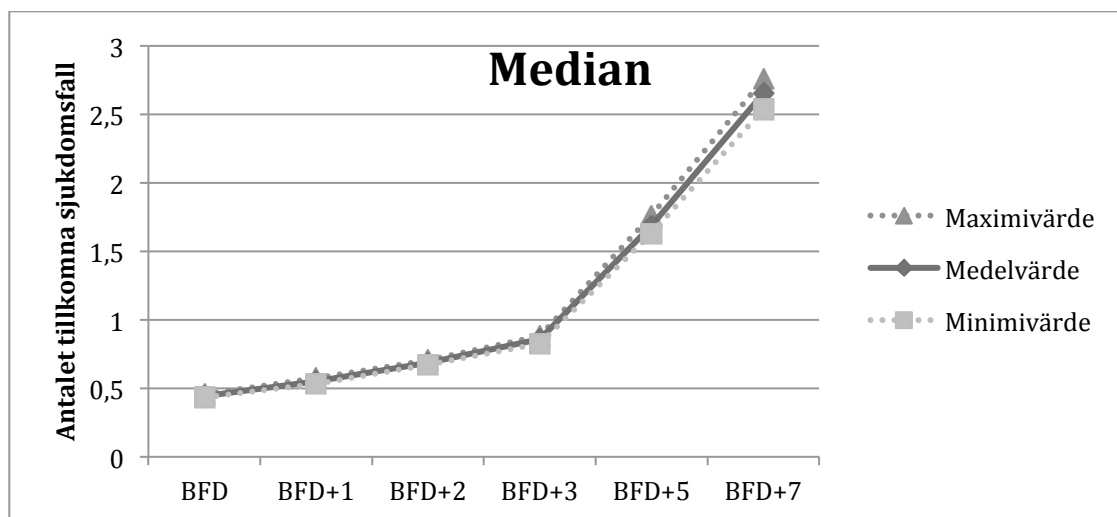
I Tabell 9 visas medelvärdet av medianen för antalet insjuknade samt dess max- och minimivärde från 100 simuleringar, med 10 000 itereringar, utförda i @Risk. I tabellen presenteras även det nedåt begränsade 90 % -iga samt 95 % -iga konfidensintervallen med minimi-, medel- och maximivärde. Medelvärdet av medelvärdena (100 stycken) från simuleringen finns också redovisade i Tabell 9. Både konfidensintervallen samt medelvärdena är baserade på de 100 simuleringarna. Variationerna i de olika simuleringarna uppstår till följd av den slumpmässiga dragningen i programmet @Risk.

Tabell 9 - Antal insjuknade redovisat i medelvärde, median samt nedåt begränsade 90- och 95-procentiga konfidensintervall.

		Min	Medel	Max
<b>BFD</b>	Medelvärde	415	512	608
	Median	0,432	0,442	0,457
	90 %	15,1	16,4	18,2
	95 %	423	499	560
<b>BFD + 1</b>	Medelvärde	545	668	851
	Median	0,531	0,550	0,575
	90 %	18,7	20,8	23
	95 %	551	631	774
<b>BFD + 2</b>	Medelvärde	641	834	1 019
	Median	0,671	0,686	0,704
	90 %	23	26,2	29,6
	95 %	699	808	994
<b>BFD + 3</b>	Medelvärde	860	1 045	1 279
	Median	0,828	0,859	0,883
	90 %	29,2	32,9	37,1
	95 %	818	1 010	1 259
<b>BFD + 5</b>	Medelvärde	1 662	2 058	2 684
	Median	1,63	1,69	1,76
	90 %	58,9	65,8	73,4
	95 %	1 637	1 991	2 338
<b>BFD + 7</b>	Medelvärde	2 638	3 151	3 948
	Median	2,54	2,65	2,76
	90 %	95	104	116
	95 %	2 656	3 182	3 820

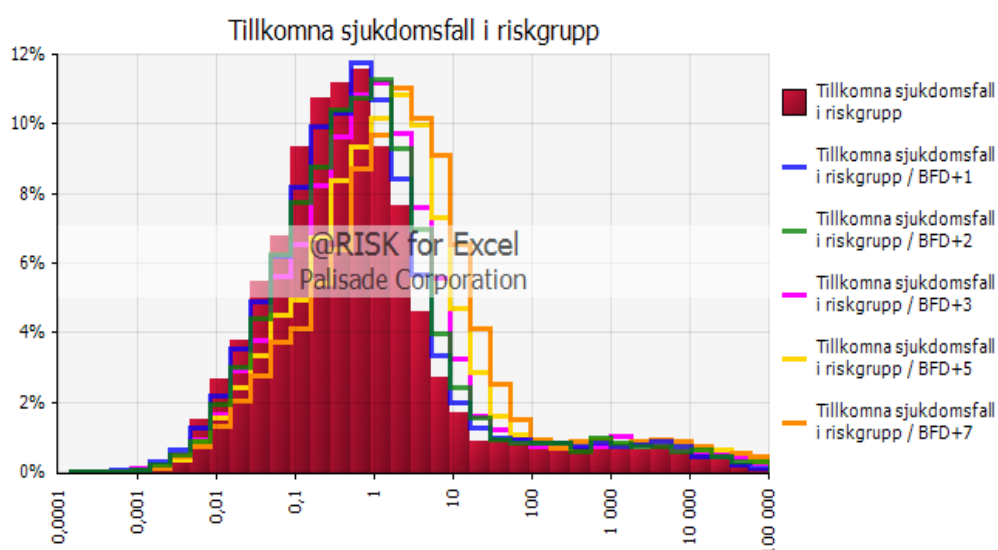
I enighet med vad som skrivs i kapitel 3.3.1 Generellt om beräkningar i @Risk används medianen istället för medelvärdet som mått på antalet insjuknade eftersom dos-responssambandet beskrivs med en exponentialfunktion. Detta stöds av US Food and Drug Administration (2003, s. 116) som också väljer att använda median i sina beräkningar av risk för listerios. Exponentialfunktionen genererar extremvärden som inte är realistiska och medelvärdet blir därmed väldigt högt, i de flesta fall utanför det 95 % -iga konfidensintervallet eller precis vid gränsen, se Tabell 9. I detta fall beskriver medianen verkligheten bättre. I Figur 17 visas hur medianen för antalet sjuka förändras beroende på vilken dag som livsmedlet förtärs. Med samma motivering, att det bildas en lång svans för fördelningen till följd av exponentialfunktionen, kommer det 90 % -iga konfidensintervallet användas istället för det 95 % -iga. I Tabell 9 framgår det att värdena för 95:e percentilen skenat.

En ytterligare motivering till användandet av ett 90 % -igt konfidensintervall är att det kan förekomma korrelation mellan variablerna i modellen. Förbises denna korrelation finns det möjlighet vid simulering att osannolika kombinationer av parametervärden dras, likt scenariot med BMI i kapitel 3.3.1 Generellt om beräkningar i @Risk. Dessa kombinationer kan orsaka extrema värden, vilka är osannolika. Då korrelationerna i detta arbete har varit svåra att fastställa har 90 % -iga konfidensintervallet använts för att utesluta de extrema utfallen.



Figur 17 - Grafisk redovisning av hur medianen för antalet insjuknade förändras beroende på hur många dagar efter bäst före-datum ett livsmedel förtärs.

I Figur 18 visas det simulerade resultatet av tillkomna sjukdomsfall om man konsumerar charkprodukten på bäst före-datumet. Linjerna visar hur antalet sjukdomsfall förändras om man konsumerar charkprodukterna på en annan dag efter bäst före-datum.



Figur 18 – Tillkomna sjukdomsfall för olika scenarier. Värdena på x-axeln är i logaritmisk skala.

Viktigt att komma ihåg är att antalet tillkomna sjukdomsfall i denna undersökning bygger på riskgruppens nuvarande storlek i Sverige. I Tabell 10 visas antalet tillkomna sjukdomsfall (medianvärdet) för riskgruppen, per miljon riskgruppspersoner samt ett worst case som beskriver antalet tillkomna sjukdomsfall i Sverige per år om alla personer hade varit lika känsliga som riskgruppen. Det sistnämnda scenariot, worst case, är osannolikt men ger en antydning på om ett högsta värde.



Tabell 10 – Medianvärdet för antalet tillkomna sjukdomsfall för totala riskgruppen och per miljon personer i riskgrupp i Sverige. Även ett ”worst case” scenario presenteras där man utgått från att alla är lika känsliga som riskgruppen.

Scenario	Totalt i riskgrupp	Per miljon	Worst Case
<b>BFD</b>	0,442	0,23	2,2
<b>BFD +1</b>	0,550	0,29	2,8
<b>BFD +2</b>	0,686	0,36	3,5
<b>BFD +3</b>	0,859	0,45	4,4
<b>BFD +5</b>	1,69	0,88	8,6
<b>BFD +7</b>	2,65	1,4	14

Genom att utgå från Tabell 3 som beskriver antalet listeriosfall per år de senaste tio åren så kan samhällets procentuella ökning för varje scenario tas fram, se Tabell 11. Beräkningarna genomförs genom division av ”Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp” med ”Antalet listeriosfall per år”. Då antalet fall varierar kraftigt från år till år så har tre olika värden beräknats, grundat på minimi-, medel och maximivärde från Tabell 3. Medianen av antalet tillkomna sjukdomsfall för varje scenario har använts. Som förtydligande till Tabell 11 redovisas uträkningen, ekvation 2.

$$\text{Procentuell förändring} = 1 - \frac{40+0,442}{40} = 0,011 \quad (2)$$

Tabell 11 – Den procentuella ökningen av antalet listeriosfall i samhället. Beräkningarna utgår från minimi-, medel- och maximivärdet från Tabell 3, det vill säga 40, 65 samt 122 fall.

Scenario	Tillkomna sjukdomsfall (median)	Procentuell förändring		
		Min (122 fall/år)	Medel (65 fall/år)	Max (40 fall/år)
<b>BFD</b>	0,442	0,004	0,007	0,011
<b>BFD+1</b>	0,550	0,005	0,008	0,014
<b>BFD+2</b>	0,686	0,006	0,010	0,017
<b>BFD+3</b>	0,859	0,007	0,013	0,021
<b>BFD+5</b>	1,69	0,014	0,026	0,042
<b>BFD+7</b>	2,65	0,023	0,042	0,069

### 4.3 Modell för kostnads-nyttoanalys

I detta kapitel presenteras den framtagna modellen för kostnads-nyttoanalysen. Värdena presenteras i efterföljande kapitel.

#### 4.3.1 Kostnader

I Figur 19 samt Figur 20 redovisas de beräkningar som ligger till grund för kostnads-nyttoanalysen. Värden från simuleringen samt analys av dessa genomförs i kapitel 4.4 Output från kostnads-nyttoanalysen.

	A	B	C
1	Parametrar	Fördelningar och uträkningar	Källor
2	Dagar/månad	365/12	
3	Sjukdagar	RiskUniform(5;30)	
4	Diskonteringsränta	0,035	(Trafikverket, 2014 b)
5			
6	Hem- och förvärvsarbete/månad, 2002	RiskUniform(35324;47806)	(Jarl et al., 2006, s. 21)
7	Hem- och förvärvsarbete/månad, 2013	$B6 * ((1+B4)^{11})$	
8	Hem- och förvärvsarbete/dygn/person	$B7/B2$	
9	Antal personer i riskgrupp	RiskTriang(1529192;1911490;2293788)	Statistiska Centralbyrån, www.scb.se
10	Andel arbetsföra	1-0,931991	Statistiska Centralbyrån, www.scb.se
11			
12	Obetalt arbete/dygn, kvinnor 65-80 år	$(19163 * ((1+B4)^{11}))/30$	(Jarl et al., 2006, s. 21)
13	Obetalt arbete/dygn, kvinnor >80 år	$(16544 * ((1+B4)^{11}))/30$	(Jarl et al., 2006, s. 21)
14	Obetalt arbete/dygn, män 65-80 år	$(15330 * ((1+B4)^{11}))/30$	(Jarl et al., 2006, s. 21)
15	Obetalt arbete /dygn, män >80 år	$(16160 * ((1+B4)^{11}))/30$	(Jarl et al., 2006, s. 21)
16	Andel kvinnor 65-80 år	0,349	Statistiska Centralbyrån, www.scb.se
17	Andel kvinnor >80 år	0,163	Statistiska Centralbyrån, www.scb.se
18	Andel män 65-80 år	0,324	Statistiska Centralbyrån, www.scb.se
19	Andel män >80 år	0,097	Statistiska Centralbyrån, www.scb.se
20			
21	Produktionsbortfall/person/dygn	$(B8 * B10) + (B16 * B12) + (B17 * B13) + (B18 * B14) + (B19 * B15)$	
22	Produktionsbortfall/person	$B21 * B3$	
23			
24	Vård dagar	RiskUniform(9;18)	KPP-databas, www.skl.se
25	Kostnad/vård dag	RiskUniform(5533;9551)	KPP-databas, www.skl.se
26	Läkemedelskostnad	$RiskUniform(0;200) * (1+B4)^{14}$	(Livsmedelsekonomiska institutet, 2007, s. 48)
27	Sjuktransport	$RiskUniform(0;4200) * (1+B4)^{14}$	(Livsmedelsekonomiska institutet, 2007, s. 49)
28	Sjukvårdskostnad/person	$B24 * B25 + B26 + B27$	
29			
30	Dödsfall	22 328 000	(Trafikverket, 2014 a, s. 3)
31	Summa kostnad/person	$B22 + B28 + RiskUniform(0,2;0,3) * B30$	
32			

Figur 19 – Beräkningarna för kostnaderna av listerios. Mer detaljerad data presenteras i Appendix F.

Nedan redovisas för de parametrar som använts vid uträkning av kostnadsdelen i kostnads-nyttoanalysen. Parametrar som förefaller självklara utelämnas.

#### Sjukdagar

Avser antalet dagar då en listeriosjuk person är inkapabel att utföra hem- och förvärvsarbete. Här kommer perioden med oförmåga att utföra hemarbete vara lika lång som perioden med oförmåga att utföra förvärvsarbete för en individ. Det vill säga, om en individ är så pass frisk att denna kan utföra hemarbete antas den även kunna utföra förvärvsarbete. Den parametern har uppskattats genom att utgå från medelvärde av antalet vård dagar men med en bred rektangelfördelning, för att spegla osäkerheten.

### Hem- och förvärvsarbetet/månad, 2002

Detta är det värde som en arbetsför persons arbete motsvarar per månad. Hemarbete anger värdet på det arbete en individ utför hemma, värderat till en städares bruttolön plus sociala avgifter, medan förvärvsarbete utgör bruttolönen och sociala avgifter för individen. Här tas det fram med hjälp av en rektangelfördelning mellan minimi- och maximivärdet av kolumnen ”Totalt (SEK)” i Tabell 12, 35 324 SEK respektive 47 806 SEK. Då parametern gäller för arbetsföra personer används endast värden för åldersgrupperna 18-64 år. Slutligen genomförs en diskontering till nuvärde för år 2013. För att beräkna förlorat hem- och förvärvsarbete per dygn så används Tabell 12 som utgångspunkt.

Tabell 12 - Förvärvs- och hemarbete för olika åldersgrupper i SEK (Jarl et al., 2006, s. 21).

Ålder	Förvärvsarbete [SEK]		Hemarbete [SEK]		Totalt [SEK]	
	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män
0-17	0	0	0	0	0	0
18-29	24500	26740	12387	8584	36887	35324
30-49	28700	35035	16046	10666	44746	45701
50-64	28793	36120	15443	11686	44236	47806
65-80	0	0	19163	15330	19163	15330
>80	0	0	16544	16160	16544	16160

### Andel arbetsföra

Denna parameter anger hur stor andel inom riskgruppen som är arbetsför. Då riskgruppen i detta fall till störst del består av personer över 65 år är detta värde litet. För mer detaljerad beskrivning av framtagandet av denna parameter, se Appendix C.

### Obetalt arbete/dygn

Den monetära värderingen av arbete utfört av individer vilka ej är arbetsföra, det vill säga det som benämns som hemarbete i Tabell 12.

### Vård dagar

Parametern beskriver hur många dagar en sjuk patient i snitt behandlas i slutenvård på sjukhus.

### 4.3.2 Nyttor

I Figur 20 redovisas tillvägagångssättet för att beräkna nyttan i monetärt värde för tre olika metoder.

	A	B	C	D
1				
2	Matsvinn i butik	RiskTriang(31500000;63000000;94500000;RiskName("Matsvinn i butik"))		
3	Andel svinn av chark	RiskUniform(0,04;0,19;RiskName("Andel svinn av riskvara"))		
4	Svinn av chark	B2*B3		
5				
6	<b>Miljöpåverkans effekter</b>	<b>Utsläpp i kg / kg matavfall</b>	<b>Utsläpp i kg för charksvinn</b>	
7	Växthusgaser	1,8	B4*B7	
8	Övergödning	0,026	B4*B8	
9	Försurning	0,014	B4*B9	
10	Fotokemisk oxidation	0,0074	B4*B10	
11	Humantoxicitet	0,044	B4*B11	
12	Ekotoxicitet	0,182	B4*B12	
13	Resursutarmning	0,43	B4*B13	
14				
15	<b>Miljöpåverkans effekter</b>	<b>Ecovalue, SEK/kg</b>	<b>Ecotax, SEK/kg</b>	<b>ASEK 4, SEK/kg</b>
16	Växthusgaser	RiskUniform(0,1;2)	0,63	RiskUniform(1,5;3,5)
17	Övergödning	218	28,57	12
18	Försurning	30	18	25
19	Fotokemisk oxidation	RiskUniform(3;8)	RiskUniform(4,3;43)	38
20	Humantoxicitet	RiskUniform(0,004;12)	1,5	-
21	Ekotoxicitet	-	RiskUniform(60,86;176,64)	-
22	Resursutarmning	-	-	-
23				
24	<b>Miljöpåverkans effekter, chark</b>	<b>Ecovalue, SEK/kg</b>	<b>Ecotax, SEK/kg</b>	<b>ASEK 4, SEK/kg</b>
25	Växthusgaser	C7*B16	C7*C16	C7*D16
26	Övergödning	C8*B17	C8*C17	C8*D17
27	Försurning	C9*B18	C9*C18	C9*D18
28	Fotokemisk oxidation	C10*B19	C10*C19	C10*D19
29	Humantoxicitet	C11*B20	C11*C20	-
30	Ekotoxicitet	-	C12*C21	-
31	Resursutarmning	-	-	-
32				
33	<b>Summa</b>	<b>SUM(B25:B29)</b>	<b>SUM(C25:C30)</b>	<b>SUM(D25:D28)</b>
34	<b>Summa efter diskontering</b>	<b>RiskOutput()+B33*1,035</b>	<b>RiskOutput()+C33*1,035</b>	<b>RiskOutput()+D33*1,035</b>

Figur 20 - Beräkningar för nyttan sett till minskad miljöpåverkan. Baserat på data från Naturvårdsverket (2012).

I respektive metod för att beräkna nyttorna fastställs ett monetärt värde för positiv förändring av ett antal olika miljöpåverkans effekter. Hur mycket en positiv förändring är värd i svenska kronor är hämtat från Naturvårdsverket (2012). I de fall då miljöpåverkans effekter beskrivits med annat än en punktskattning har rektangelfördelningar tillämpats i uträkningarna i Figur 20. De miljöpåverkans effekterna som tas hänsyn till är utsläpp av växthusgaser, övergödning, försurning, fotokemisk oxidation (leder till att marknära ozon bildas), humantoxicitet, ekotoxicitet samt resursutarmning.

## 4.4 Output från kostnads-nyttoanalysen

Nedan presenteras de resultat som genererats av modellen för kostnads-nyttoanalysen.

### 4.4.1 Beräkningar av nytta

Här nedan visas data som använts för att värdera nytta som skulle erhållas genom att minska matsvinnet, samt resultatet som genererats. Genom att använda mängden svinn av chark, se Tabell 13, samt mängden miljöutsläpp/resursutarmning som matavfallet per kilogram bidrar till, se Tabell 14, kan man räkna ut vad svinn av chark bidrar till i de olika miljöpåverkans effekterna, vilka används i värderingsmodellerna. Värdena i Tabell 13 bygger på samma data som beräkningsmodelleringen och har därmed tilldelats samma fördelningar, se kapitel 4.1.2 Uträkning och redovisning av parametrar.

Tabell 13 – Data, baserat på tidigare simuleringar och efterforskningar, som använts för att beräkna nytta. Värden som presenteras är medelvärden från fördelningar.

Parameter	Värde
Matsvinn i butik	63 000 000 kg
Andel svinn av chark	0,115
Svinn av chark	7 245 000 kg

Tabell 14 – Miljöutsläpp/resursutarmning för varje miljöpåverkansseffekt (Naturvårdsverket, 2012, s. 17). Värden som representerar Utsläpp är punktskattningar.

Miljöpåverkansseffekter	Utsläpp [kg/kg matavfall]	Utsläpp [kg] till följd av charksvinn i butik
Växthusgaser	1,8	13 041 000
Övergödning	0,026	188 370
Försurning	0,014	101 430
Fotokemisk oxidation	0,0074	53 613
Humantoxicitet	0,044	318 780
Ekotoxicitet	0,182	1 318 590
Resursutarmning	0,43	3 115 350

Vid beräkning av kostnaden för respektive miljöpåverkansseffekt tillämpades tre olika metoder (Ecovalue08, Ecotax och ASEK 4) för att konvertera effekterna på miljön till värdering i monetära enheter, se Tabell 15 nedan.

Tabell 15 - Kostnad per kilo avfall för varje miljöpåverkansseffekt (Naturvårdsverket, 2012, s. 21). Parametrar som angivits med fördelningar (se Figur 20) presenteras med väntevärde.

Miljöpåverkansseffekter	Ecovalue08 [SEK/kg]	Ecotax [SEK/kg]	ASEK 4 [SEK/kg]
Växthusgaser	1,05	0,63	2,5
Övergödning	218	28,57	12
Försurning	30	18	25
Fotokemisk oxidation	6	23,65	38
Humantoxicitet	6,002	1,5	-
Ekotoxicitet	-	118,75	-
Resursutarmning	-	-	-

Genom att använda Tabell 14 och Tabell 15 beräknades kostnaden för varje miljöpåverkansseffekt med de tre olika metoderna, värdena presenteras i Tabell 16. Summan för totala kostnaden för varje metod har

diskonterats till nuvärde, då värdena i rapporten från Naturvårdsverket (2012) är från 2012. Diskonteringsräntan är satt till 3,5 % (Trafikverket, 2014 b).

Tabell 16 - Kostnaden för svinn av chark. Samtliga värden är medelvärdet av fördelningar.

Miljöpåverkans effekter	Ecovalue08 [SEK]	Ecotax [SEK]	ASEK 4 [SEK]
Växthusgaser	13 693 050	8 215 830	32 602 500
Övergödning	41 064 660	5 381 731	2 260 440
Försurning	3 042 900	1 825 740	2 535 750
Fotokemisk oxidation	294 872	1 267 947	2 037 294
Humantoxicitet	1 913 318	478 170	-
Ekotoxicitet	-	156 582 563	-
Resursutarmning	-	-	-
Summa	60 008 799	173 751 981	39 435 984
<b>Summa efter diskontering</b>	<b>62 109 107</b>	<b>179 833 300</b>	<b>40 816 243</b>

Som Tabell 16 visar så är den minsta miljöpåverkan värderad till 40,8 MSEK och det är för beräkningar gjorda enligt ASEK 4. Det högsta värdet som redovisas är 180 MSEK efter beräkning med Ecotax. Den samhällsekonomiska nyttan i form av minskad miljöpåverkan som uppkommer genom att sälja mat som annars skulle kasseras, kan anses vara mellan 40,8 och 180 MSEK. Viktigt att notera är att nyttan beräknas på hela befolkningen.

#### 4.4.2 Beräkning av kostnad

Här presenteras data och resultat som använts för att värdera kostnaden för listerios i form av sjukdom, dödsfall samt produktionsbortfall.

##### Beräkning av kostnader relaterat till sjukvård

Den skattade kostnaden för en person som drabbas av listerios presenteras i Tabell 17. Här presenteras även parametrar som resultatet baseras på.

Tabell 17 - Redovisning av parametrar och resultat för sjukvårdskostnad. Samtliga värden är medelvärdet av fördelningar.

Parametrar	Värden
Vård dagar	13,5 dagar
Kostnad/vård dag	7 542 SEK/dag
Läkemedelskostnad	162 SEK
Sjuktransport	3 399 SEK
<b>Sjukvårdskostnad/person</b>	<b>105 382 SEK</b>

##### Beräkning av kostnader relaterat till produktionsbortfall

Vid beräkning av produktionsbortfall delades beräkningen upp i två delsteg. Första delen bestod i att skatta kostnaden för produktionsbortfall hos en person i arbetsför ålder (18-64 år) där både förvärvsarbete och hemarbete ingick. I andra delen skattades kostnaden för hemarbete för personer över 65 år. I Tabell

18 kan man se dessa två delar presenterade samt ett viktat genomsnittligt produktionsbortfall för en person under en genomsnittlig sjukdomsperiod. Sjukdomsperioden beskrivs med en uniform fördelning mellan 5 och 30 med ett medelvärde på 17,5 dagar. Anledningen till den låga andelen arbetsföra personer i riskgrupp beror på att större delen av riskgruppen är i pensionsålder.

Tabell 18 - Parametrar och resultat för produktionsbortfall. Värden som presenteras är punktvärden om inte annat anges.

Parametrar	Värden	Kommentarer
Dagar/månad	30,42 dagar	Medelvärde från fördelning.
Sjukdagar	17,5 dagar	Medelvärde från fördelning.
Hem- och förvärvsarbete/månad, 2002	41 565 SEK/månad	
Hem- och förvärvsarbete/månad, 2013	60 684 SEK/månad	Uppdiskonterat från 2002 med ränta 1,035 (Trafikverket, 2014 a)
Hem- och förvärvsarbete/dygn/person	1 995 SEK/dag	
Antal personer i riskgrupp	1 911 490 personer	
Andel arbetsföra	0,068	Andel arbetsföra i riskgrupp.
Obetalt arbete/dygn, kvinnor 65-80 år	884 SEK/dygn	
Obetalt arbete/dygn, kvinnor >80 år	763 SEK/dygn	
Obetalt arbete/dygn, män >65-80år	707 SEK/dygn	
Obetalt arbete/dygn, män >80 år	746 SEK/dygn	
Andel kvinnor 65-80 år	0,349	I riskgrupp
Andel kvinnor >80 år	0,163	I riskgrupp
Andel män 65-80 år	0,324	I riskgrupp
Andel män >80 år	0,097	I riskgrupp
Produktionsbortfall/person/dygn	899 SEK/dygn	Medelvärde från fördelning.
Produktionsbortfall/person	15 739 SEK	Medelvärde från fördelning.

#### Kostnad för dödsfall

Kostnaden för samhället då en person insjuknar i listerios består förutom sjukvårdskostnaden och produktionsbortfallet även av kostnader vid ett eventuellt dödsfall. Det monetära värdet, 22 328 000 SEK,

som använts i detta arbete har hämtat från ASEK 5.1 (Trafikverket, 2014 a). Sannolikheten för dödsfall har ansatts till en rektangulär fördelning mellan 20 % och 30 %. Sannolikhetsfördelningen för dödsfall är baserat på data från World Health Organization (2004, s. 3), Nilsson och Lindblad (2011, s. 4) och Livsmedelsverket (2008, s. 3).

### Summering av kostnader

Den sammanlagda samhällskostnaden för en individ som insjuknar presenteras i Tabell 19. Kostnaden uppgår till 5,7 MSEK med ett 95 % -igt konfidensintervall som sträcker sig från 4,7 MSEK till 6,8 MSEK. Användandet av ett 95 % -igt konfidensintervall motiveras av att standardavvikelseerna är liten. Se Appendix F för redovisningar av beräkningar och källor.

Tabell 19 - Summering av de olika kostnadsdelarna.

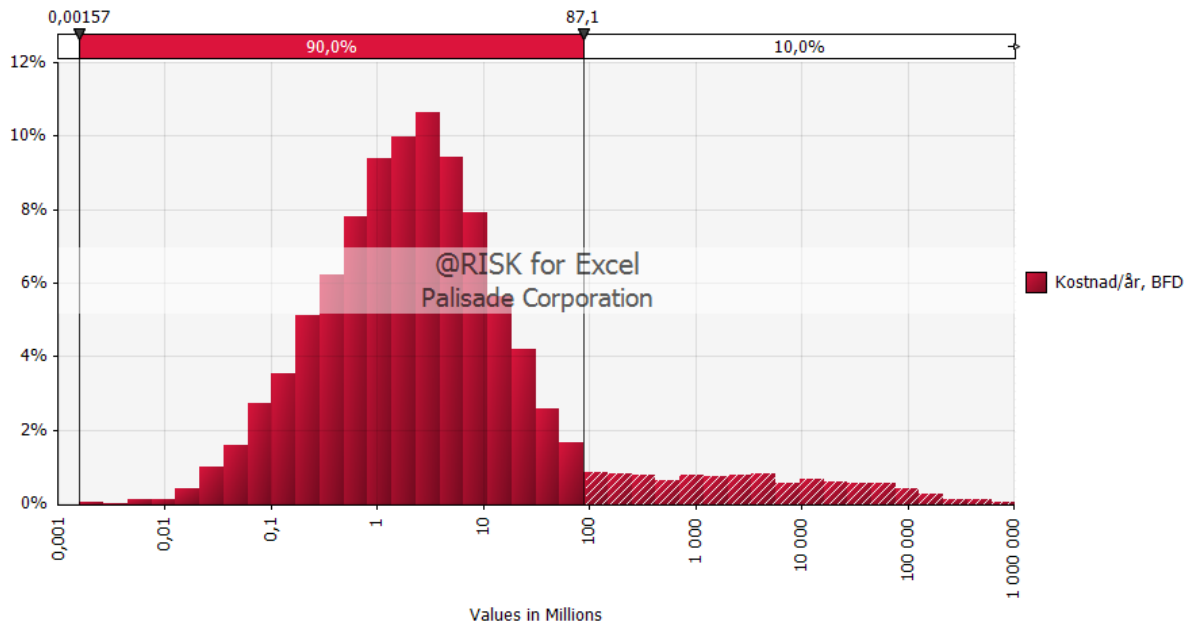
Parametrar	Värden
Sjukvårdskostnad/person	105 382 SEK
Produktionsbortfall/person	15 739 SEK
Kostnad dödsfall/person	5 582 000 SEK
Summa kostnad/person	5 703 121 SEK

#### 4.4.3 Jämförelse mellan nytta och kostnader

Först och främst är det viktigt att konstatera att beräkningen av nyttan har skett över hela befolkningen, medan kostnadsberäkningarna bara gjorts på riskgruppen. Dock gäller kostnadsberäkningarna för hela befolkningen på grund av antagandet som fastställts tidigare i rapporten att ingen sjukdom tillkommer utanför riskgrupp även om man förtär produkter efter bäst före-datum.

För att beräkna vad kostnaden blir per år om allt charksvinn säljs och äts ett visst antal dagar efter bäst före-datum så genomfördes beräkningar där fördelningen för ”Antalet tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp” multiplicerades med fördelningen för kostnaden per person för att få sjukdomen. Den nya fördelningen för scenariot ”BFD” redovisas i Figur 21. Likt tidigare så får övriga scenarier liknande fördelning vilken dock är förskjuten i sidled. Medianer samt 90:e percentilen för samtliga scenarier redovisas i Tabell 20.





Figur 21 – Kostnaden per år som uppkommer då allt charksvinn som förekommer idag hade sålts och ätits vid BFD. Median = 2 552 040 SEK. Nedåt begränsat 90 % konfidensintervall ger 87 134 231 SEK.

Tabell 20 - Den totala kostnaden för de personer som insjuknar beroende på vilken dag produkterna förtärs. Både median och 90:e percentilen redovisas.

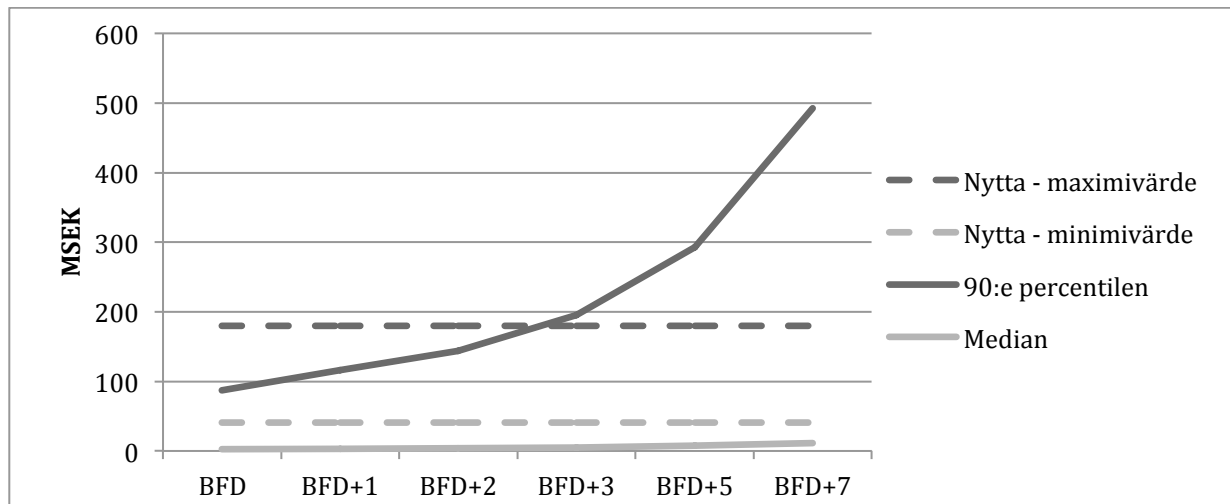
	Median för kostnad per år [SEK]	90:e percentilen för kostnad per år [SEK]
<b>BFD</b>	2 552 040	87 134 231
<b>BFD+1</b>	3 070 671	115 911 494
<b>BFD+2</b>	3 858 069	143 458 421
<b>BFD+3</b>	4 945 895	195 384 855
<b>BFD+5</b>	7 836 535	292 466 023
<b>BFD+7</b>	11 643 842	492 210 761

I Tabell 21 visas det maximi- och minimivärdet för nyttan som togs fram med hjälp av de tre olika metoderna Ecovalue08, Ecotax och ASEK 4. Minimivärdet är sprunget ur ASEK 4 medan maximivärdet kommer från beräkningar med Ecotax.

Tabell 21 – Maximi- och minimivärde för nyttan, baserat på Ecotax respektive ASEK 4.

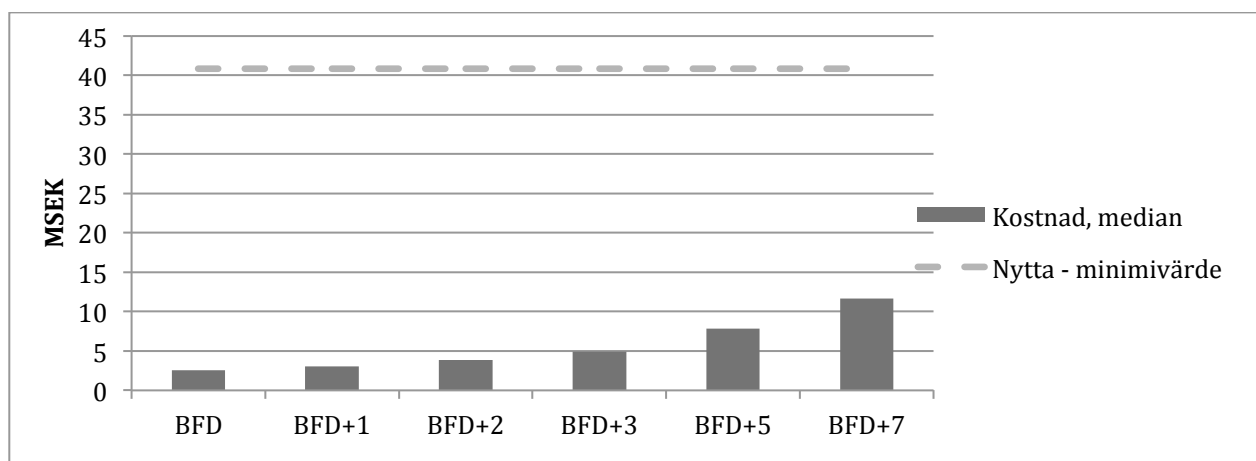
	Minimi [SEK]	Maximi [SEK]
<b>Nytta</b>	40 816 243	179 833 300

För att se om välfärden ökar genom att genomföra en åtgärd så ska nyttorna överväga kostnaderna. För bakgrund se kapitel 3.4 Kostnads-nyttoanalys. Som Figur 22 visar nedan når inte medianen för totala kostnaderna för insjuknande upp till nyttans minimivärde under den period som omfattas av undersökningen. Däremot, om man följer 90:e percentilen så ligger den inom spannet till och med BFD + 3, sedan överstiger kostnaderna maximivärdet för nyttan. Det vill säga, fram till BFD + 3 kan man med 90 % säkerhet säga att kostnaderna ligger under det maximala värdet för nyttan.



Figur 22 - Hur kostnaden och nyttan vid en given dag förhåller sig till varandra. Kostnaden beskrivs både med median samt 90:e percentilen.

I Figur 23 redovisas en mer inzoomad graf som visar minimivärdet för nyttan (streckad linje) och kostnaden för tillkomna sjukdomsfall vid förtäring av charkprodukterna en viss dag. Vad detta betyder, enbart sett till monetär värdering, är att om man lyckas sälja alla charkprodukter (samt att dessa förtärs samma dag) tre dagar efter bäst före-datum så är kostnaden för de sjukdomsfall som tillkommer knappt 5 MSEK medan nyttan är minst 40 MSEK.



Figur 23 - Kostnad för tillkomna sjukdomsfall, om man förtär charkprodukten en viss dag, redovisat som staplar samt minimivärdet för nyttan redovisat som streckad linje. Kostnaden är beräknat med fördelningarna för "Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp" samt kostnad per person för att få sjukdomen.

I Tabell 22 redovisas medianen av tillkomna sjukdomsfall för varje scenario, där kostnaderna för respektive scenario subtraherats från den rektangulära fördelningen för nyttorna (rektangulär mellan minimi- samt maximivärdet det vill säga 41 MSEK respektive 180 MSEK). I tabellen anges också med

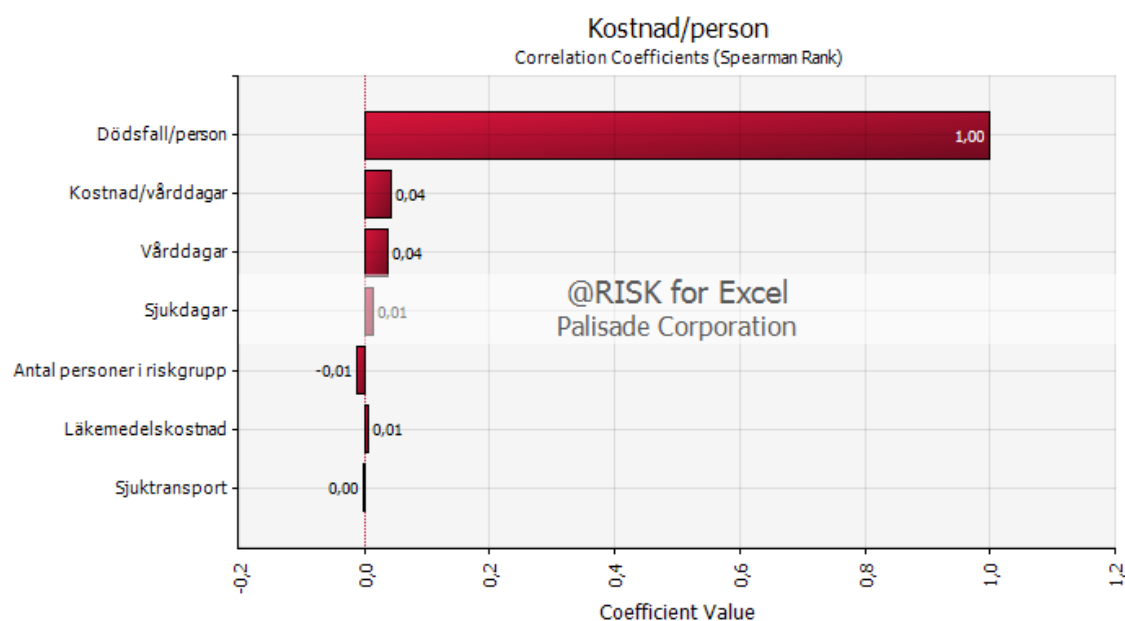
vilken säkerhet man kan säga att nyttan överstiger kostnaderna. Säkerheten minskar i takt med att kostnaderna ökar.

Tabell 22 – Resultatet av den ekonomiska nyttan minus kostnader redovisat med fördelningens median. I den sista kolumnen redovisas med vilken säkerhet resultatet kommer bli positivt, det vill säga att nyttan är större än kostnaderna sett till monetär storlek.

	Median [SEK]	90 % CI [MSEK]	% säkerhet över 0
<b>BFD</b>	79 560 782	[-2 276, 237]	89,6
<b>BFD+1</b>	78 151 304	[-3 257, 234]	88,8
<b>BFD+2</b>	76 476 678	[-4 336, 233]	87,7
<b>BFD+3</b>	74 838 321	[-5 350, 233]	86,8
<b>BFD+5</b>	70 169 087	[-9 165, 230]	84,2
<b>BFD+7</b>	62 904 194	[-15 652, 225]	79,7

#### 4.4.4 Känslighetsanalys av kostnads-nyttoanalysen

Likt för beräkningsmodellen genomförs en känslighetsanalys för kostnads-nyttoanalysen.



Figur 24 - Tornadodiagram över kostnadsposten i kostnads-nyttoanalysen.

Som man kan se i Figur 24 så är kostnaden för dödsfall den post som är helt dominerande för utfallet av den totala kostnaden för att insjukna, vilket beror på dess storlek i förhållande till de andra posterna. Analysen är därför väldigt robust när det kommer till förändringar på de övriga parametrarna, om de fortfarande är i ungefär samma storleksordning. Dock skulle analysen kunna bli helt annorlunda om man istället skulle använda ett annat värde än ASEK:s för att värdera förlusten av ett liv. Men då ASEK:s värde är det som är vanligast att använda vid kostnads-nyttoanalyser i Sverige så antas detta värde och känslighetsanalysen av kostnadsdelen utvecklas inte vidare.

Känslighetsanalysen för nyttdelen tas fram genom att använda tre olika metoder. På så sätt visas den stora variationen i utfall beroende på vilken metod som används. Genom att använda min- och maximivärde för nyttorna kan man se ungefär mellan vilka värden det kan variera.

## 5 Riskhantering

Målet med denna rapport är att undersöka huruvida nyttorna som uppstår av minskat matsvinn övervinner de risker som tillkommer vid förtäring av charkvaror efter passerat bäst före-datum.

Detta kapitel behandlar de resultat som tagits fram ovan. Den framtagna risken värderas, begränsning av riskerna diskuteras och en diskussion kring resultatet överlag genomförs.

### 5.1 Riskvärdering

Nedan värderas resultatet som genererats av beräkningsmodelleringen samt kostnads-nyttoanalysen. Behovet av att värdera och bedöma säkerheten i resultatet beror bland annat på modellosäkerheter och bristande data. Riskvärderingen utgår från de underliggande frågeställningarna för detta arbete.

#### 5.1.1 Hur stort är matsvinnet i butik, baserat på varor som slängs på grund av passerat bäst före-datum?

Matsvinnet i butik uppgår till 63 000 ton/år. Här är dock allt svinn inräknat, inte bara mat som kasserats på grund av passerat bäst före-datum. Det saknas data på hur stor andel av matsvinnet som utgörs av varor med passerat bäst-före datum. En anledning till detta kan vara att det är känslig information för butikerna att dela med sig av och därför publiceras inga sådana siffror idag. Kunskapsosäkerheten som detta innebär har tagits hänsyn till i beräkningsmodelleringen, i form av en bred fördelning av parametern ”Matsvinn i butik”. Då allt svinn inte beror av passerat bäst före-datum är det mest troligt att parametern hade varit lägre. Om mängden matsvinn i butik skattats annorlunda hade dock förändringen i kostnad och i nytta varierat i samma riktning i kostnads-nyttoanalysen. Skulle svinnet vara mindre, finns det en mindre nytta att vinna men troligtvis leder det också till minskade kostnader till följd av en lägre konsumtion av charkprodukter efter bäst före-dag. Troligtvis kommer dessa effekter ta ut varandra och skillnaden mellan nytta och kostnader borde inte förändras särskilt mycket. Alltså, en annan skattning av mängden svinn i butik hade vid den slutliga jämförelsen av kostnader med nytta troligtvis gett ett liknande resultat.

#### 5.1.2 Hur förändras sannolikheten att bli sjuk, på grund av exponering från bakterien *L. monocytogenes* i charkprodukter, om man förtär produkterna efter bäst före-datum?

Såsom detta arbete har utvecklats, med fokus på samhällsnytta, är det mindre intressant att se till den enskilda individens ökade sannolikhet att bli sjuk. Därmed har författarna istället valt att fokusera på den procentuella ökningen av sjukdomsfall i samhället då denna förändring har större relevans för diskussionen.

Den procentuella förändringen ökar som minst från 0,4 % (BFD) till 2,3 % (BFD+7) och som mest från 1,1 % (BFD) till 6,9 % (BFD+7) beroende på om man jämför med 40 fall/år eller 122 fall/år, minimi- och maximivärdet för antal fall de senaste tio åren. Det motsvarar alltså en ökning av antalet fall på mellan 0,44 insjuknade/år och 2,7 insjuknade/år. Beräkningarna i rapporten bygger på antagandet att det endast är personer i riskgruppen som insjuknar. I verkligheten stämmer detta inte riktigt. De allra flesta som blir sjuka tillhör riskgruppen men man kan inte utesluta att sjukdom och även dödsfall kan drabba en person utanför riskgruppen. Sannolikheten för att bli sjuk om man inte tillhör riskgrupp är lägre men då denna undersökning endast fokuserat på riskgruppens dos-responssamband är det svårt att uttala sig om hur många fler fall totalt det skulle bidra till om produkterna sålde och förtärde ett visst antal dagar efter bäst före-datum.

Något som kan vara värt att diskutera är ifall alla personer i riskgrupp äter charkvaror. Som tidigare nämnts har man valt att räkna bort gruppen ”Barn under ett år” eftersom man gör antagandet att charkprodukter inte ingår i normal kost för denna grupp. Man kan tänka sig att personer över 65, trots att de ingår i riskgrupp, inte uppfattar sig som en riskgrupp utan fortsätter att ha samma matvanor som tidigare för att många anser sig relativt friska och inte ser någon anledning till att ändra sin kost från en

dag till en annan. Hos gravida, Hiv-smittade, cancerpatienter och transplanterade kan man anta att det finns en annan medvetenhet och mer tillgång till information. Denna ökade medvetenheten kan bero på att man genomgår en fysisk förändring, till exempel graviditet eller transplantation, och på så sätt blir mer medveten om sin situation. Är man Hiv-smittad, cancersjuk, genomgår en transplantation eller gravid så kommer man dessutom i högre grad i kontakt med läkare som kan informera om vad man bör undvika i kostväg. Trots detta är det svårt att vara säker på hur många i riskgruppen som följer dessa restriktioner gällande kost. Därför valdes att inkludera dessa tre grupper, tillsammans med gruppen "Personer över 65" i den slutliga riskgruppen för att på så sätt tillämpa en worst case-approach. En annan aspekt är den att alla inte äter av charkprodukter på grund av att de är vegetarianer, veganer, har religiösa övertygelser etc. Andelen som äter chark antas var densamma för riskgruppen som för de utanför riskgruppen. Därmed kommer detta inte påverka resultatet.

Troligtvis finns det även ett stort mörkertal när det kommer till listeriafall, framför allt utanför riskgruppen. Detta på grund av att många icke-invasiva fall av listerios tolkas som vanlig maginfluensa och att den insjuknade ej uppsöker sjukhus. Mörkertalet gör att antalet sjukdomsfall utanför riskgruppen, men även i riskgruppen, underskattas. Att uppskatta antalet tillkomna fall för hela Sveriges befolkning är därmed problematiskt då det finns många osäkerheter.

För att hantera detta problem kan man, som i den här rapporten, tillämpa ett "worst case"-scenario där antalet tillkomna fall i riskgrupp extrapoleras på hela Sveriges befolkning. Detta leder alltså till en grov överskattning av antalet tillkomna fall, och inte ett realistiskt scenario men det ger en antydning om hur det skulle kunna se ut i värsta fall. Vid ett "worst case"-scenario kommer antalet tillkomna sjukdomsfall variera mellan 2,2 fall/år och 14 fall/år. Detta är alltså en fingervisning om storleksordningen av den maximala risken.

Denna rapport tar endast hänsyn till charkprodukter. Ser man istället till det totala svinnet så förändras troligtvis bilden. Charksvinnet uppskattas stå för ungefär 4 - 19 % av det totala svinnet och är en av de mer riskfyllda produkterna, sett till listerios. Hade man istället undersökt samtliga produktkategorier och försökt undvika svinn genom att sälja ut dessa varor efter bäst före-datumet kommer troligtvis förhållandet mellan kostnad och nytta förändras till fördel för nyttorna. Detta då det hade inneburit en större mängd svinn som kan undvikas samtidigt som sannolikheten för kontaminerad produkt hade varit lägre, vilket ger färre antal tillkomna fall. Bara kopplat till listerios finns det fler livsmedel som innebär en risk för riskgruppen och om alla tas med blir scenariot annorlunda. Därmed föreligger svårigheter att på ett enkelt sätt extrapolera resultatet från denna studie att omfatta alla livsmedelsgrupper.

### **5.1.3 Vad blir kostnaderna för samhället till följd av den ökade risken att bli sjuk i listerios?**

Kostnaderna för samhället, relaterat till själva sjukdomen och följderna av den, beräknas uppgå till ungefär 5,7 MSEK, 95 % CI = [4,7; 6,8], per insjuknad person. Baserat på resultaten från simuleringen av tillkomna sjukdomsfall samt kostnads-nyttoanalysen kan det konstateras att rent monetärt övervinner nyttan kostnaderna, sett till medianvärdet. Kostnads-nyttoanalysen ligger dock endast som underlag för beslut och avgör inte frågan om nyttan kan övervinna kostnaderna. En anledning är bland annat det faktum att ett förlorat liv står för 98 % av kostnaderna gör resultatet för kostnads-nyttoanalysen väldigt känslig för hur den siffran tas fram. Huvudfrågeställningen i rapporten kan alltså inte besvaras enbart baserat på detta utan fler aspekter, vilka tas upp nedan, måste tas hänsyn till för att kunna göra en korrekt bedömning.

Det som kan konstateras utifrån resultaten är att om man vill ha en säkerhet på 90 % för att nyttan ska överstiga kostnaderna så måste charkprodukten senast förtäras på bäst före-datumet. Medianvärdet för hur mycket som skulle sparas genom att sälja och förtära produkten på bäst före-dagen är 80 MSEK, 90 % CI = [-2 276; 237]. Det som också kan konstateras är att medianvärdet upp till och med 7 dagar efter bäst

före-dag fortfarande visar en vinst (mer än 60 MSEK, 90 % CI = [-15 652; 225]) men då kan det bara säkerställas att i 80 av 100 fall så är nyttan större än kostnaderna, det vill säga att i 80 % av fallen ökar välfärden. Så det scenario som genererar högst nytta är scenariot där produkten förtärs på bäst föredatum, vilket inte är särskilt förvånande. Men detta gäller bara under förutsättning att man får sålt allt så att det inte finns något svinn kvar. Om åtgärder vidtagits för att minska svinnet hade det mest troliga varit att det skett successivt och att man aldrig hade kommit ner i ett 0 % -igt svinn. I och med det sjunker nyttan och antagligen även kostnaderna, men det är svårt att förutse hur ett sådant scenario skulle te sig. Kring den parametern finns det en utvecklingspotential för modellen. En tänkbar förbättring av modellen är att addera en parameter som styr andelen svinn som kommer reduceras, vilken varierar mellan 0 och 1. För att kunna uppskatta fördelningen av en sådan parameter behövs vidare undersökningar kring exempelvis konsumentbeteende.

#### **5.1.4 Går det att fastställa en acceptabel risk för ökade sjukdomsfall i listerios?**

För att kunna värdera risken, tas hänsyn till både nyttan, kostnaderna och hur många dagar det kan behövas för att sälja slut på alla charkprodukter. Antaganden, skattningar, samband och fördelningar genom rapporten har generellt sett varit konservativa. Där en "worst case" - approach varit befogad har det använts, annars har ett så konservativt synsätt som möjligt tillämpats, inom ramarna för vad som är troligt. Detta leder till att skattningen av resultatet i rapporten också är konservativt även om det inte fullt ut är ett "worst case" - scenario. Det är framför allt i sannolikhetsmodellen och vid beräkning av kostnaderna där konservativa antaganden har gjorts. Det vill säga att antalet sjuka som drabbas av sjukdomen och kostnaden per person är värden som är konservativa.

Värt att notera är däremot att trots den konservativa approachen används inte den mest riskfyllda produkten, vilken är rökt och gravad fisk. Där är förekomsten av *L. monocytogenes* i produkter vanligare än i charkprodukter. I samråd med Dynahmat, som har anknytning till arbetet, valdes charkprodukter då det var av intresse för det större projektet.

Nyttan är också konservativ, i detta fall en underskattning, i den meningen att vi endast har valt att räkna med miljövinster till följd av minskat matsvinn. Man kan tänka sig att det även tillkommer andra nyttor då svinnet minskar. Till exempel kanske man kan exportera den extra maten som produceras och som inte kommer gå åt i svenska hushåll, i och med det minskade svinnet som antas uppstå, förutsatt att man fortsätter producera samma mängd livsmedel och den nuvarande konsumtionen bibehålls. Det kan resultera i bättre ekonomi för producenterna och mer nytta för samhället. Det kan också vara så att marken som tidigare använts för att odla "svinnad mat" på och därmed inte gett någon vinst, istället kan användas till annan verksamhet, till exempel skogsbruk. Det anser även Kummu et al. (2012) som menar att man kan spara färskvatten som går åt vid odling av grödor samt minska förluster av näringsämnen.

Målbilden med att reducera svinn är att lika mycket mat som producerats konsumeras. Innan en sådan jämvikt är nådd kan det leda till en försämring i ekonomin hos handlare som i sin tur kan leda till besparingar, uppsägning av personal eller andra åtgärder vilket minskar samhällsnyttan. Detta exempel visar på att det som är nytta för någon kan vara en kostnad för någon annan, vilket medför svårigheter att räkna på detta. På grund av svårigheten att avgöra om nyttan ökar eller minskar inom ett område samt risken för att dubbelräkna effekter har man valt att endast se till vinster på miljön då dessa endast kan ses som positiva. På så sätt har skattningen av nyttan varit konservativ.

Beroende på hur det ser ut i branschen kan det vara så att butiken inte tjänar på att sälja svinn till reducerat pris. I vissa fall har butiken möjlighet att returnera utgångna produkter till leverantören utan att det kostar dem någonting (eller väldigt lite). Då kostar det troligtvis mer för butiken i form av personal att gå igenom alla varor och märka om dem med ett lägre pris, samt att butikerna förlorar marginal på sina produkter då de säljs till ett reducerat pris. Initialt kommer troligtvis en ökad försäljning av varor, som

annars hade svinnats till följd av passerat bäst före-datum, leda till minskad försäljning av motsvarande varor som inte passerat bäst före-datum. Detta medför en förlust för handlaren. Dock, när systemet uppnår jämvikt så det produceras lika mycket som det konsumeras upphör detta problem. Vid ett sådant tillstånd hade omkostnaderna för butiken minskat till följd av minskat behov av hantering av svinn.

Detta arbete har fokuserats på kostnader kopplade till listerios, vilken är en av de mer allvarigare livsmedelsrelaterade sjukdomarna. Vårt att ta upp är att om man ökar möjligheten att köpa produkter efter bäst före-datum så borde risken för att andra bakterier ska kunna växa öka. Det innebär att kostnaderna som kommer med att sälja ut produkter efter bäst före-dag potentiellt skulle kunna stiga då inte bara risken för listerios utan även för andra sjukdomar också skulle öka. Dock, i linje med motiveringen i avgränsningarna, kan de vanligaste sjukdomarna kopplat till livsmedel – campylobakterinfektion, salmonellainfektion och EHEC – bortses ifrån då de inte antas tillföra ytterligare fall till följd av längre förvaringstid. Huruvida en potentiell ökning av övriga sjukdomar bidrar till samhällskostnaden är svårt att uttala sig om, utifrån detta arbete. Dock, med vetskapen att sjukdomsfallen för de vanligaste livsmedelsburna sjukdomarna förmodligen inte kommer öka tror författarna att kostnaderna inte kommer förändras på ett sådant sätt att det påverkar de slutsatser som dras i frågan.

## 5.2 Riskbegränsning

Nedan presenteras och diskuteras de åtgärder som föreslås för att reducera dagens matsvinn. Åtgärderna är:

- Förtydliga begreppen bäst före-datum och sista förbrukningsdag.
- Konkretisera vilka produkter som skall märkas med bäst före-datum eller sista förbrukningsdag.
- Ta märkning bäst före-datum helt ur systemet alternativt döp om märkningen.
- Informera allmänheten om hur mat skall hanteras för att minska svinn.
- Avråd personer som innefattas i riskgruppen att förtära charkprodukter efter bäst före-datum.
- Tillgängliggör mer data genom en databas där stickprovsvärden från producenter kan registrerats anonymt.
- Begränsa/ta bort livsmedelsbutikernas möjlighet att returnera ej sålda varor till producenterna.

En viktig åtgärd är att se över märkningarna bäst före-datum och sista förbrukningsdag. Om man kan göra en bättre och tydligare uppdelning av de båda märkningarna, så tror vi att man kan spara mycket, främst i form av pengar, liv och livskvalité. Ett förslag är att alla riskprodukter, det vill säga produkter vilka innebär en ökad sannolikhet för att bli sjuk, ska märkas med sista-förbrukningsdag. Denna grupp innefattar bland annat charkprodukter, dessertostar samt gravad och rökt fisk. Övriga produkter märks med bäst före-dag.

För att ytterligare uppmärksamma på skillnaderna mellan datummärkningarna föreslår vi att märkningen ”bäst före-datum” döps om. Vi tror att bilden av bäst före-datum som ett absolut datum då varan blir dålig, till och med farlig, att äta är djupt rotad i det svenska samhället. Därför kan det vara en idé att byta namn och utseende på märkningen så att det blir en synlig förändring vilket flera hade lagt märke till och då kanske tagit till sig information kring. Åtgärder kring detta tillsammans med att man förser samhället med information om skillnaden av märkningarna och vilka produkter som är säkra att konsumera efter bäst före-dag tror vi skulle göra mycket för att minska matsvinnet utan att sjukdomsfallen ökar. Det handlar alltså mycket om att ändra beteendet hos konsumenter för att komma tillrätta med problemen.

Ett mer drastiskt alternativ är att märkningen bäst före-dag helt tas bort och att man endast märker produkterna med förpackningsdag. Då blir det upp till konsumenterna själva att med hjälp av sina sinnen bedöma matens kvalité. Bäst före-märkningen är trots allt bara en kvalitetsmärkning, som oftast är väldigt väl tilltagen, och som inte säger någonting om när produkten ej längre är säker att äta.



Målet med många av åtgärderna som föreslås i detta arbete är starkt kopplade till att förändra konsumenternas beteende. Att sprida information är en av dem. Vi anser att tydlig information till allmänheten är väldigt viktig för att kunna minska svinnet. Detta blir extra tydligt då man ser hur svinnet hos hushållen bidrar klart mest till det totala matsvinnet. En potentiell väg är att utbilda unga i skolan, kanske genom temadagar om hållbart samhälle eller på hemkunskapen, där man får lära sig hur man kan avgöra om maten är ättduglig. Ytterligare ett sätt skulle kunna vara att skicka ut informationsblad till hushållen med information om vilka varor som man borde konsumera innan bäst före-dag och vilka produkter som är helt ofarliga att konsumera efter bäst före-dag. De här två förslagen får stöd av Walls (2006, s. 73) som även anser att man kan börja med utbildning av säkerhet kring livsmedel redan i förskolan.

Vid tillämpning av förslaget att sälja charkprodukter efter bäst före-datum är det extra viktigt att kommunicera till riskgruppen att helt undvika, eller vara försiktig med, charkprodukter. Däremot finns det många livsmedel där det inte förekommer några farliga bakterier utan det som istället händer är att maten blir skämd. Detta innebär inte någon förhöjd risk för hälsan utan får enbart konsekvensen att maten smakar illa. Skulle livsmedlet vara skämt märker man det när man luktar eller smakar på maten och kan i så fall kasta produkten. Här hade man alltså kunnat få ut ännu mer nytta, om allt svinn och inte bara svinn av charkprodukter hade kunnat konsumeras istället för att kasseras. Eftersom många livsmedelsgrupper inte är skadliga på samma sätt som charkprodukter så hade denna typ av åtgärd lett till något större risker men nyttorna hade ökat avsevärt och skapat ännu större vinst för samhället i form av bättre miljö.

Modellen och data innehåller stora osäkerheter. Osäkerheten speglar verkligheten där det finns mycket som man inte känner till, exempelvis hur länge *L. monocytogenes* finns kvar i kroppen och kan orsaka sjukdom eller andelen smittsamma bakterier i de produkter som är kontaminerade. Den naturliga variationen av personers motståndskraft och hur svårt insjuknandet blir är också bidragande faktorer till osäkerheten. Både förekomsten av *L. monocytogenes* och andra bakterier, serotyp samt vilken initial bakteriehalt produkterna innehåller är användbar information som skulle komma till nytta för att göra fler och bättre undersökningar. Denna slutsats stöds av World Health Organization (2004, s. 152) som menar att det behövs mer kunskap om förekomsten av *L. monocytogenes* i produkten och vidare studier av bakteriens virulens.

Något som hade underlättat forskning och undersökning av förekomst av bakterier och bakteriehalter hade varit att införa en anonym databas, där livsmedelsföretag skulle kunna föra in sina resultat från provtagningar utan att riskera att minska förtroendet hos kunder. För att få fram bättre resultat där osäkerheterna är mindre finns det ett behov av mer och bättre data. Både prevalensen och bakteriehalten påverkar resultatet väldigt mycket men tyvärr finns det i dagsläget bristande information om dessa två parametrar att tillgå, både i Sverige och utomlands. Det beror antagligen på att det är väldigt känslig information för producenter och livsmedelsbutiker att ge ut, och om det kom fram att det förekom *L. monocytogenes* i en butiks produkter skulle det kunna leda till negativa konsekvenser. I nuläget är det bara rapporter med provtagningar från myndigheter som går att hitta.

En process som anses motverka minskat matsvinn är att det finnas avtal som tillåter returnering av varor som inte har blivit sålda i butik till leverantör/producent. Med detta försvinner en stor drivkraft för butikerna att komma till rätta med problemet på grund av att man inte sparar några pengar på att minska svinnet. En tänkbar lösning är att minska, alternativt helt ta bort, dessa typer av avtal så att mer ansvar ligger på butiken när det kommer till matsvinn.

Just för chark kan man begränsa risken för kontaminering, vid till exempel skivning och förpackning, genom att se till att hygien i produktionen är god. Bakterien *L. monocytogenes* finns överallt i vår miljö och köttet kan mycket väl bli kontaminerat redan vid slakt. Men då charkprodukter tillagas på ett eller annat

sätt efter slakt innan de säljs i butik så dör eventuella bakterier under tillagningen. Det är därmed hanteringen efter tillagning som är kritiska moment. Då *L. monocytogenes* har en förmåga att bilda biofilm kan den fästa bra på ytor, som till exempel knivar, skivmaskiner etc. Därmed finns en risk att kontaminering sker om hygien inte är fullgod.

För att minska matsvinnet ytterligare kan man gå vidare och förbättra andra delar av livsmedelskedjan. Som det tidigare nämnts i rapporten så står hushållen för den absolut största delen av allt matavfall. Största andelen av detta räknas dock som nödvändigt avfall men på grund av att avfallet från hushåll är såpass stort så blir den ändå en betydande post för matsvinnet. Även restauranger står för en stor del matavfall där 62 % är onödigt avfall (Naturvårdsverket, 2014). På grund av dessa anledningar anser vi att det framför allt är de här två sektorerna, hushåll och restauranger, man bör fokusera på i första hand om man vill minska matsvinnet på en ännu större skala i samhället. Här krävs det självklart andra typer av lösningar än för livsmedelsbutikerna för att kunna förändra dagens situation.

I Tabell 23 redovisas sammanställningen av de åtgärder som diskuteras ovan.

Tabell 23 - Åtgärdsmatris som visar på åtgärder som föreslås samt effekter dessa tros leda till.

Åtgärd	Effekt
Ändra rutiner för märkning	Tydligare regler, lättare för konsumenter att göra rätt val
Information till konsumenter	Mer kunskap i samhället om mat och mathantering
Fler studier	Bättre prediktioner vilket leder till mer korrekt märkning av varor.
Skapa anonym databas	Ökad tillgång på information.
Minska/ta bort möjlighet att returnera vid överbeställning	Skärper kontroll och lägger mer ansvar på handlaren.

## 6 Vidare forskning

Under detta kapitel redovisas utgångspunkter för vidare forskning kring det som behandlas i detta arbete.

- En djupare analys av viljan hos konsumenter att handla billigare varor efter bäst före-datum eller att handla varor helt utan bäst före-datum.
- Finns det möjligheter att få producenter att anonymt samla data från sina stickprovsanalyser i en databas. Med detta kan noggrannare beräkningar genomföras.
- Framtagning av mer data rörande initiala värden för produkters bakteriehalt.
- En mer utförligt genomförd kostnads-nyttoanalys som ämnar få ett resultat vilket kan vara beslutande.
- En dynamisk modell som beskriver hur produkter utsätts för olika temperatur under hela livsmedelskedjan. På så sätt kan tillväxt av bakterier bli mer precis.
- Utvidga studien till att undersöka samtliga produktkategorier.

## 7 Slutsats

Trots det mycket konservativa förhållningsättet i arbetet visar modellen på att nyttorna övervinner kostnaderna. Därmed dras slutsatsen att det finns stora nyttor att vinna med ett minskat matsvinn genom att gynna konsumtion av produkten några dagar efter bäst före-dag genom till exempel prissänkning. Med andra åtgärder, enkla samt mer krävande, kan svinnet reduceras. De viktigaste åtgärderna som nämns är en omstrukturering av dagens märkning och vad de olika märkningarna betyder samt mer information till konsumenterna kring de fåtal produkter som innebär en egentlig risk.

På grund av bristande data och osäkerheter föreligger det svårigheter att mer precist fastställa i vilken grad nyttorna övervinner kostnaderna med att sälja ut charkprodukter som passerat bäst före-datum. Osäkerheterna gör att det inte, med säkerhet, går att fastställa ett visst antal dagar efter bäst före-datum då en utförsäljning hade gynnat samhället. För att kunna svara på detta behövs mer omfattande data, särskilt kring prevalens samt bakteriehalt.

## Referenser

- Ahloth, S., & Finnveden, G. (2011). Ecovalue08-A new valuation set for environmental systems analysis tools. *Journal of Cleaner Production*, 19(17-18), 1994-2003. doi: 10.1016/j.jclepro.2011.06.005
- Chen, Y., Ross, W. H., Whiting, R. C., Van Stelten, A., Nightingale, K. K., Wiedmann, M., & Scott, V. N. (2011). Variation in *Listeria monocytogenes* dose responses in relation to subtypes encoding a full-length or truncated internalin A. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(4), 1171-1180.
- Davidsson, G., Haefliger, L., Ljungman, B., & Frantzi, H. (2003). *Handbok för riskanalys* (A.-L. Göransson Ed.): Räddningsverket.
- Eriksson, M., & Strid, I. (2011). Livsmedelssvinn i butiksledet - en studie av butikssvinn i sex livsmedelsbutiker. Uppsala.
- Folkhälsomyndigheten. (2013, 17 Oktober 2013). Listeriainfektion. Hämtad 28 augusti, 2014, från <http://www.folkhalsomyndigheten.se/amnesomraden/smittskydd-och-sjukdomar/smittsamma-sjukdomar/listeriainfektion/>
- Folkhälsomyndigheten. (2014 a). Två utbrott av listeria utreds [Press release]. Hämtad från <http://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2014/augusti/tva-utbrott-av-listeria-utreds/>
- Folkhälsomyndigheten. (2014 b). Salmonellainfektion. Hämtad 2 februari, 2015, från <http://www.folkhalsomyndigheten.se/amnesomraden/statistik-och-undersokningar/sjukdomsstatistik/salmonellainfektion/?base=domestic>
- Folkhälsomyndigheten. (2014 c). Listeriainfektion. Hämtad 27 november, 2014, från <http://www.folkhalsomyndigheten.se/amnesomraden/statistik-och-undersokningar/sjukdomsstatistik/listeriainfektion/>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., . . . Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Rom: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). *Global food losses and food waste*. Paper presented at the SAVE FOOD!, Düsseldorf, Tyskland.
- Hoelzer, K., Chen, Y., Dennis, S., Evans, P., Pouillot, R., Silk, B., & Walls, I. (2013). New Data, Strategies, and Insights for *Listeria monocytogenes* Dose-Response Models: Summary of an Interagency Workshop, 2011. *Risk Analysis*, 33(9), 1568-1581.
- Ingham, S. C., Buege, D. R., Dropp, B. K., & Losinski, J. A. (2004). Survival of *Listeria monocytogenes* during Storage of Ready-to-Eat Meat Products Processed by Drying, Fermentation, and/or Smoking. *Journal of Food Protection*, 67(12), 2698-2702.
- Jarl, J., Johansson, P., Eriksson, A., Eriksson, M., Gerdtham, U.-G., Hemström, Ö., . . . Ramstedt, M. (2006). Till vilket pris? Om alkoholens kostnader och hälsoeffekter i Sverige 2002.
- Jensen, S., Båth, K., & Lindberg, U. (2013). Vilken effekt skulle sänkt temperatur i kylkedjan få på matsvinn?
- Kramarenko, T., Roasto, M., Meremäe, K., Kuningas, M., Pölsama, P., & Elias, T. (2012). *Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control*, 30, 26.
- Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., & Ward, P. J. (2012). Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and

fertiliser use. *Science of The Total Environment*, 438(0), 477-489. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.092>

- Laksanalamai, P., Huang, B., Sabo, J., Burall, L. S., Zhao, S., Bates, J., & Datta, A. R. (2014). Genomic Characterization of Novel *Listeria monocytogenes* Serotype 4b Variant Strains. *PLoS one*, 9(2), e89024.
- Lee, Y. J., Jung, B. S., Yoon, H. J., Kim, K.-T., Paik, H.-D., & Lee, J.-Y. (2014). Predictive model for the growth kinetics of *Listeria monocytogenes* in raw pork meat as a function of temperature. *Food Control*, 44, 16-21. doi: 10.1016/j.foodcont.2014.03.024
- Lindbom, I., Gustavsson, J., & Sundström, J. (2014). Minskat svinn i livsmedelskedjan – ett helhetsgrepp: SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB.
- Lindqvist, R., Lindblad, M., Plym Forshell, L., & Lindgren, S. (2003). Kallrökta, icke värmebehandlade, fermenterade produkter som smittkälla för EHEC. Uppsala.
- Lindqvist, R., & Westöö, A. (2000). Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in smoked or gravad salmon and rainbow trout in Sweden. *International Journal of Food Microbiology*, 58(3), 181-196. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00272-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00272-5)
- Liu, D. (2008). *Handbook of Listeria Monocytogenes*. CRC Press.
- Livsmedelsföretagen. (2014). Vår Bransch. Hämtad 3 September, 2014, från <http://www.livsmedelsforetagen.se/var-bransch/>
- Livsmedelssäkerhetsverket Evira. (2013 b, 22 november). *Listeria Monocytogenes*. Hämtad 25 augusti, 2014, från <http://www.evira.fi/portal/se/livsmedel/information+om+livsmedel+/livsmedelsfaror/matforgiftningar/bakterier+som+orsakar+matforgiftningar/listeria+monocytogenes>
- Livsmedelsverket. (2008). Bakterier och parasiter vid graviditet - Vetenskapligt underlag inför revideringen av Livsmedelsverkets kostråd för gravida och ammande (ss. 1-51): Livsmedelsverket.
- Livsmedelsverket. (2014 a, 7 mars 2014). Hur länge håller varan? Hämtad 5 september, 2014, från <http://www.slv.se/sv/grupp1/Markning-av-mat/Sa-marks-maten/Hur-lange-haller-waren/>
- Livsmedelsverket. (2014 b, 2 juni 2014). *Listeria monocytogenes* - fördjupning. Hämtad 28 augusti, 2014, från <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Bakterier-virus-och-parasiter/Listeria-monocytogenes/Listeria-monocytogenes/>
- Livsmedelsverket. (2014 c, 25 september 2013). *Campylobacter* - fördjupning. Hämtad 3 februari, 2015, från <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Bakterier-virus-och-parasiter/Campylobacter/Campylobacter/>
- Mattsson, B. (2000). *Riskhantering vid skydd mot olyckor - problemlösning och beslutsfattande*. Sjuhäradsbygdens Tryckeri, Borås: Räddningsverket.
- Mattsson, B. (2006). *Kostnads-nyttoanalys för nybörjare*. Karlstad: Räddningsverket.
- Mejlholm, O., Gunvig, A., Borggaard, C., Blom-Hanssen, J., Mellefont, L., Ross, T., . . . Dalgaard, P. (2010). Predicting growth rates and growth boundary of *Listeria monocytogenes* — An international validation study with focus on processed and ready-to-eat meat and seafood. *International Journal of Food Microbiology*, 141(3), 137-150. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.026>
- Naturvårdsverket. (2008). Svinn i livsmedelskedjan - Möjligheter till minskade mängder: Naturvårdsverket.

- Naturvårdsverket. (2012). Nyttan av att minska matsvinnet. CM Gruppen AB, Bromma.
- Naturvårdsverket. (2014). Matavfallsmängder i Sverige 2012.
- Nguyen, U. T., & Burrows, L. L. (2014). DNase I and proteinase K impair *Listeria monocytogenes* biofilm formation and induce dispersal of pre-existing biofilms. *International Journal of Food Microbiology*, 187(0), 26-32.
- Nilsson, C., & Lindblad, M. (2011). Riksprojektet 2010 - *Listeria monocytogenes* i kyld och ätfärdig mat *Livsmedelsverkets rapportserie* (Vol. 9): Livsmedelsverket.
- O'Driscoll, B., Gahan, C., & Hill, C. (1996). Adaptive acid tolerance response in *Listeria monocytogenes*: isolation of an acid-tolerant mutant which demonstrates increased virulence. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(5), 1693-1698.
- Pinner, R. W., Schuchat, A., Swaminathan, B., Hayes, P. S., Deaver, K. A., Weaver, R. E., . . . Wenger, J. D. (1992). Role of Foods in Sporadic Listeriosis: II. Microbiologic and Epidemiologic Investigation. *Jama*, 267(15), 2046-2050.
- Ross, T., Dalgaard, P., & Tienungoon, S. (2000). Predictive modelling of the growth and survival of *Listeria* in. *International Journal of Food Microbiology*, 62, 234.
- Ross, T., Rasmussen, S., Sumner, J., Fazil, A., & Paoli, G. (2009). Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats in Australia. *International Journal of Food Microbiology*, 131(2-3), 130. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.007
- Ryser, E. T., & Marth, E. H. (1999). *Listeria, listeriosis and food safety* (2 ed.): Marcel Dekker, Inc.
- Räddningsverket. (2008). Cost of illness - Teoretisk genomgång. Karlskoga: Nationellt centrum för lärande från olyckor.
- Sim, J., Hood, D., Finnie, L., Wilson, M., Graham, C., Brett, M., & Hudson, J. A. (2002). Series of incidents of *Listeria monocytogenes* non-invasive febrile gastroenteritis involving ready-to-eat meats. *Letters in Applied Microbiology*, 35(5), 409-413. doi: 10.1046/j.1472-765X.2002.01207.x
- Smith, M. A., Takeuchi, K., Anderson, G., Ware, G. O., McClure, H. M., Raybourne, R. B., . . . Doyle, M. P. (2008). Dose-response model for *Listeria monocytogenes*-induced stillbirths in nonhuman primates. *Infection and immunity*, 76(2), 726-731.
- Socialstyrelsen. (2013). Infektion med *Listeria Monocytogenes* - ett nationellt strategidokument (ss. 12-14): Socialstyrelsen.
- Statens institut för kommunikationsanalys. (2009). Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4. Trafikverket.
- Stenmarck, Å., Hanssen, O. J., Kirsi, S., Katajajuuri, J.-M., & Werge, M. (2011). Initiatives on prevention of food waste in the retail and wholesale trades: IVL Swedish Environmental Research Institut.
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Sundqvist, J.-O., Sörme, J., & Szudy, M. (2011). Förslag på metodik för förbättrade matavfallsdata från tjänstesektorn och hushåll (ss. 21). Norrköping: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut.
- Sundström, K. (2007). *Campylobacterios och salmonellos i Sverige : en beräkning av direkta och indirekta kostnader*. Lund : Livsmedelsekonomiska institutet.
- Sveriges Lantbruksuniversitet. (2013, 13 november 2013). Vad är livscykelanalys? Hämtad 24 november, 2014, från <http://www.slu.se/sv/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/>

- Trafikverket. (2012). Introduktion till samhällsekonomisk analys. Hämtad December 01, 2014, från [http://www.trafikverket.se/PageFiles/61471/pm\\_2012\\_01\\_introduktion\\_till\\_samhallsekonomisk\\_analys.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/61471/pm_2012_01_introduktion_till_samhallsekonomisk_analys.pdf)
- Trafikverket. (2014 a). Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.1. Kapitel 9 Trafiksäkerhet.
- Trafikverket. (2014 b). Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.1. Kapitel 3 Kalkylprinciper och generella kalkylvärden.
- US Food and Drug Administration. (2003). Quantitative assessment of relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. *US Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition, College Park, Md.*
- Walls, I. (2006). Role of quantitative risk assessment and food safety objectives in managing *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Science*, 74(1), 71. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.04.029
- Wang, X.-M., Lü, X.-F., Yin, L., Liu, H.-F., Zhang, W.-J., Si, W., . . . Liu, S.-G. (2013). Occurrence and antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolates from retail raw foods. *Food Control*, 32(1), 153-158.
- Williams, D., Castleman, J., Lee, C. C., Mote, B., & Smith, M. A. (2009). Risk of Fetal Mortality After Exposure to *Listeria monocytogenes* Based on Dose-Response Data from Pregnant Guinea Pigs and Primates. *Risk Analysis*, 29(11), 1495-1505.
- World Health Organization. (2004). Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. *MRA Series*, 4.
- Öberg, T. (2009). *Miljörisikanalys* (Vol. 1:2). Malmö: Studentlitteratur.



## Appendix A

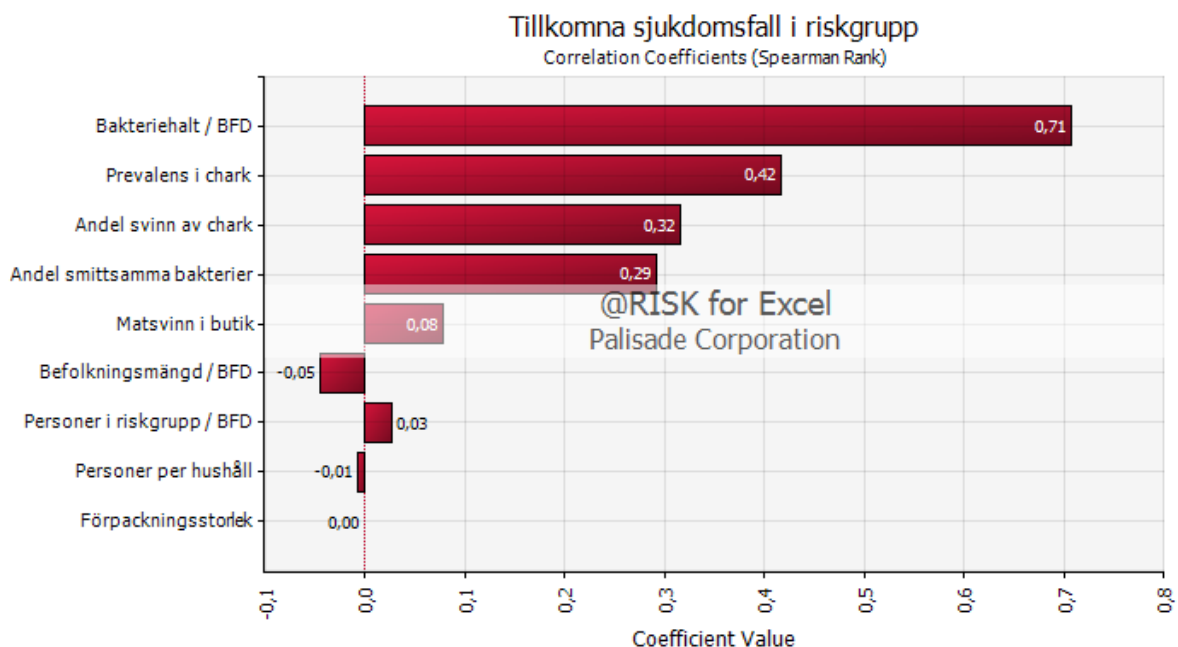
### 1. Känslighetsanalys av modellen i @Risk

För att undersöka vilka inparametrar som korrelerar med vald utparameter genomfördes en känslighetsanalys i @Risk. Nedan presenteras tre steg av analysen. Efter varje simulering har resultatet analyserats och de inparametrar som visat på stor påverkan har undersökts grundligare för att se om det finns epistemiska osäkerheter (osäkerheter till följd av bristfällig kunskap och/eller data) att reducera eller om spridningen kommer av naturlig variation. Förbättring av valda parametrar har skett antingen genom addering av mer data eller mer djupgående informationssökning. Resultatet efter den sista simuleringen är det slutgiltiga resultatet som används i arbetet.

Känslighetsanalysen har genomförts med avseende på scenariot BFD och dess beräknade värden. Parametrarna som behandlas i känslighetsanalysen påverkas inte av tiden, därmed ger känslighetsanalysen samma resultat oavsett vilken dag man undersöker. På samma sätt kommer ändringar som utförs att gälla för alla scenarier. Den parameter som känslighetsanalysen utgår ifrån är utparametern ”Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp”.

#### 1.1 Första simuleringen

Resultatet från första simuleringen av känslighetsanalysen visas i Figur 1. Som figuren visar så är ”Bakteriehalt” den parameter som påverkar resultatet mest, följt av ”Prevalens i chark”. För att minska osäkerheterna i modellen och göra den mer tillförlitlig bör man i första hand koncentrera sig på dessa två parametrar och hitta mer och bättre data.



Figur 1 - Presentation av de olika parametrarnas korrelation med utparametern ”Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp”. @Risk redovisar endast de högst rankade parametrarna, utifrån korrelationskoefficientens absoluta värde. ”/BFD” anger att värdet gäller för scenariot ”BFD”.

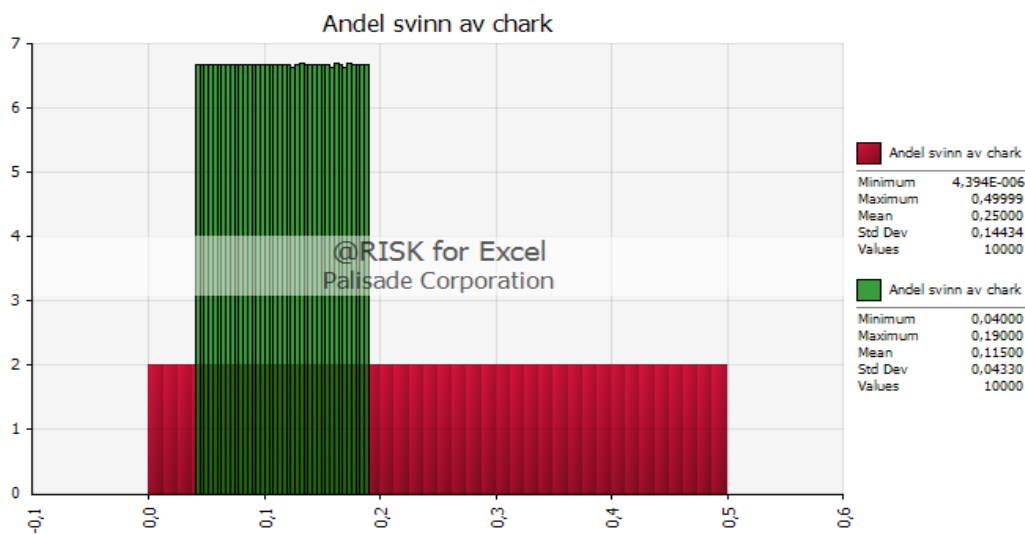
## 1.2 Andra simuleringen

Med utgångspunkt från Spearman's rank-korrelationskoefficient har de fyra mest känsliga parametrarna från föregående simulering analyserats mer ingående.

På parametern "Bakteriehalt" genomförs en mer grundläggande osäkerhetsanalys. Vetskapen om att parametern påverkas kraftigt av rådande förhållande vid tillväxten av *L. monocytogenes*, till exempel temperatur, gör att parametern redan innan en känslighetsanalys fastställts som en osäker parameter.

Den andra parametern "Prevalens i chark" utgörs av data till vilken en fördelning anpassats av @Risk. För att parametern skall kunna förbättras krävs en större mängd data. Efter ytterligare sökande av data har det gjorts en bedömning att förbättring av denna parameter kommer vara resurskrävande. Den stora spridningen av data som redan tagits med i modellen vittnar även om att det kan finnas en stor naturlig variation i kontamineringen av varorna. Därmed kommer det inte genomföras försök att minska korrelationen från denna parameter.

Parametern "Andel svinn av chark" beskrivs i första simuleringen med hjälp av en rektangelfördelning mellan 0 och 0,5. Därmed har ett initialt antagande gjorts att andelen svinn av chark kan vara så stor som 50 % av den totala mängden matsvinn. Då detta arbete är avgränsat till charkuterivaror blir denna siffra en klar överestimering. För att ta fram en mer representativ fördelning har data samlats in. Data har hämtats från Eriksson (2012) och Eriksson och Strid (2011). Rektangelfördelningen behålls men nytt minimi- och maximumvärde är satt till 0,04 respektive 0,19. Förändringen redovisas i Figur 2.



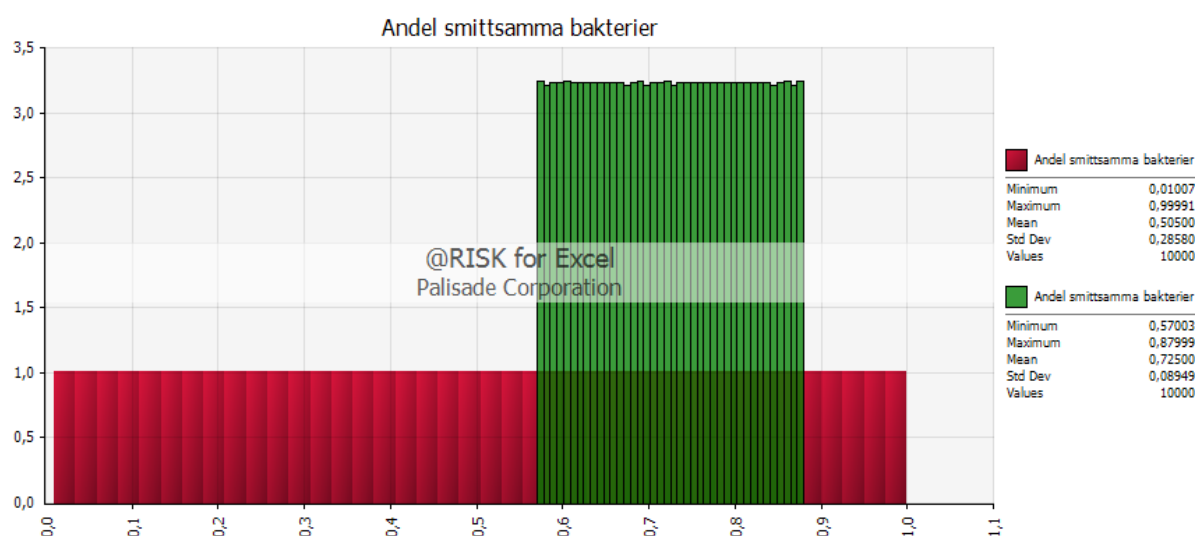
Figur 2 - Förändringen av "Andel svinn av chark" till den andra simuleringen. Det gröna området visar den nya fördelningen, rektangelfördelning mellan 0,04 och 0,19.

Till första simuleringen tilldelades "Andel smittsamma bakterier" en mycket bred fördelning för att spegla osäkerheten denna parameter innehåller. Flera studier visar på att mänsklig sjukdom orsakad av *L. monocytogenes* huvudsakligen kan kopplas samman med tre av totalt tretton olika serotyper: 1/2a, 1/2b samt 4b (Gormley, 2010; Kramarenko et al., 2012; Laksanalamai et al., 2014; Morris & Ribeiro, 1989). Dock säger detta inget om till vilken grad respektive serotyp förekommer. Detta gör det svårt att uppskatta sannolikheten för att den bakterie som kontaminerat en produkt är skadlig.

Tidigare försök har genomförts med syfte att fastställa förekomsten av olika serotyper av *L. monocytogenes* i livsmedel. Ett fåtal av dessa undersöker förekomsten i färdigmat som inte skall värmas upp innan förtäring (Gormley, 2010; Kramarenko et al., 2012; Lambertz et al., 2012; Morris & Ribeiro, 1989).

Lambertz et al. (2012) är den enda undersökningen med svensk kontext och redovisar 74 positiva prover varav 97 % fastställs till 1/2a samt 4b. Dessvärre separerar Lambertz et al. (2012) inte på fisk och charkuterivaror. På grund av detta förkastas data från Lambertz et al. (2012). Kramarenko et al. (2012) redovisar en undersökning genomförd i Estland där livsmedelsprover under tre års tid (år 2008-2010) analyserats. Inom gruppen “RTE meat products” (chark) påträffades totalt 65 fall av *L. monocytogenes*. Av proverna var 88 % serotyperna 1/2a, 1/2b samt 4b. Gormley (2010) redovisar en undersökning utförd i Storbritannien. Resultatet visar att av 54 positiva prover för *L. monocytogenes* var 57 % serotyperna 1/2a och 1/2b. Värdena framtagna av Gormley (2010) och Kramarenko et al. (2012) används här som minimivärde samt maximivärde för den andra simuleringen i känslighetsanalysen, se Figur 3. Intervallet som skapas täcker även in det resultat som Morris och Ribeiro (1989) redovisar (68 % av serotyp 4b av 37 prover i paté).

Trots att få undersökningar kan användas som underlag anses förändringen relevant. Den nya fördelningen innebär troligen att resultatet från modellen blir mer konservativ. Trots att den gamla fördelningen sträcker sig till ett högre värde, antas den nya fördelningens förskjutning mot högre värden generera en mer konservativ skattning.



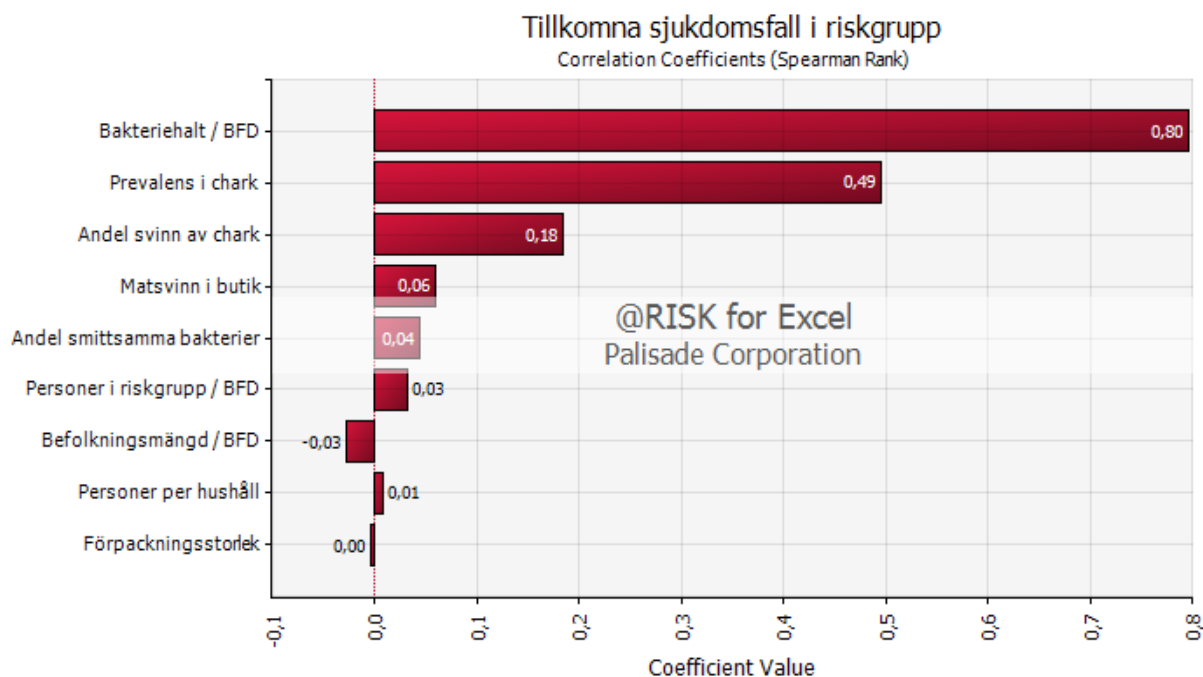
Figur 3 - Förändringen av “Andel smittsamma bakterier” till den andra simuleringen. Det gröna området visar den nya fördelningen, rektangelfördelning mellan 0,57 och 0,88.

En sammanfattning av förändringarna från första till andra simuleringen presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 - Förändringar som genomförts inför den andra simuleringen.

Parameter	Första simuleringen	Andra simuleringen
Andel svinn av chark	Uniform(0;0,5)	Uniform(0,04;0,19)
Andel smittsamma bakterier	Uniform(0,01;1)	Uniform(0,57;0,88)

Med ovan nämnda förändringar genomfördes den andra simuleringen. I Figur redovisas det nya tornadodiagrammet.



Figur 4 – Resultatet från den andra simuleringen i känslighetsanalysen.

Av tornadodiagrammet i Figur 4 framgår tydligare den korrelationen mellan utparametern “Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp” och inparametrarna “Bakteriehalt” och “Prevalens i chark”, jämfört med första simuleringen. Eftersom de förändrade parametrars korrelation har reducerats så leder det till att oförändrade parametrar får större påverkan på utparametern.

Förändringarna som genomfördes från den andra simuleringen har lett till tydliga minskningar i korrelationen mellan vald utparameter och förändrade inparametrar. Parametern “Andel svinn av chark” behåller samma rank som tidigare men dess korrelationskoefficient har mer än halverats. Korrelationskoefficienten för inparametern “Andel smittsamma bakterier” har i princip helt reducerats och parametrarnas korrelation närmar sig noll.

### 1.3 Tredje simuleringen

Slutligen genomförs ett sista steg, innan känslighetsanalysen anses som färdig.

Med samma resonemang som fördes efter den första simuleringen vad gäller parametrarna “Bakteriehalt” samt “Prevalens i chark” och med förbättringarna som genomfördes i den andra simuleringen anses känslighetsanalysen nått en rimlig nivå, sett till korrelationen mellan parametrar.

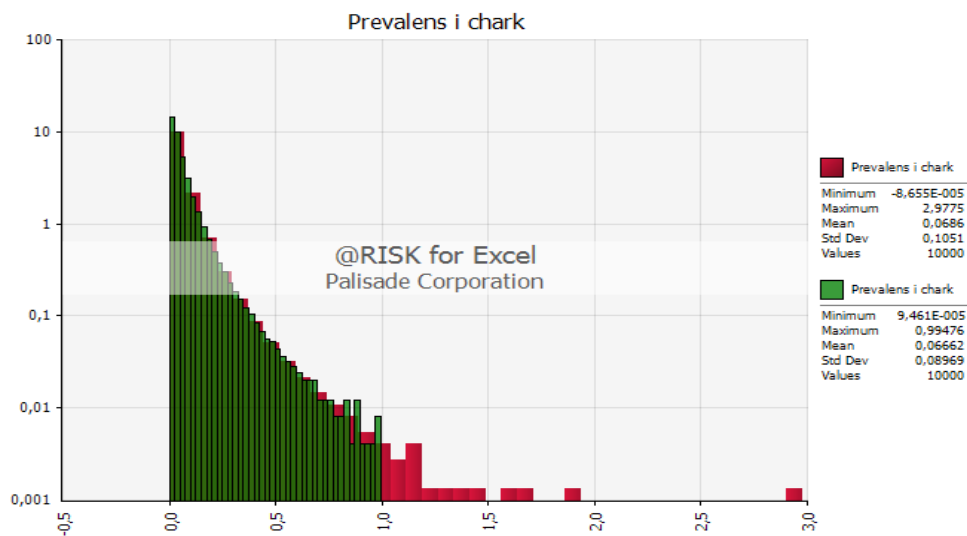
Det intervall som tidigare angetts som befolkningsmängd,  $\pm$  två miljoner, är inte realistiskt utan reduceras till en triangelfördelning med minsta värde och toppvärde på 9 705 005 och största värdet har tagits fram genom att lägga till en femårig (2008-2013) befolkningsstillväxt på 4,20 %. Procentsatsen är framtagen med data från Statistiska Centralbyrån.

Som sista åtgärd analyseras resultatet för varje individuell parameter. Anledningen är att se huruvida simuleringen genererar realistiska fördelningar. Det upptäcktes att parametern “Prevalens i chark” simulerats till en fördelning inom intervallet  $7,2 \cdot 10^{-5}$  och 2,26. Då “Prevalens i chark” anger andelen produkter som kontaminerats av *L. monocytogenes* är parametern endast definierad mellan 0 och 1. Vid upprepade simuleringar genererades värden över 1 varje gång. För att åtgärda detta begränsas parametern med hjälp av @Risk-kommandot *RiskTruncate*, vilket begränsar @Risk till att endast dra värden inom ett angivet

intervall, förändringen som genomfördes redovisas i Tabell 2 Tabell . Resultatet av begränsningen redovisas i Figur 5.

Tabell 2 - Förändring som genomfördes inför den tredje simuleringen. Den förändring som genomförts har markerats med fet text.

Parameter	Andra simuleringen	Tredje simuleringen
Prevalens i chark	=RiskLognorm(0,068981;0,10615;RiskShift(-0,00036524);RiskName("Prevalens i chark"))	=RiskLognorm(0,068981;0,10615;RiskShift(-0,00036524);RiskName("Prevalens i chark"); <b>RiskTruncate(;1)</b> )
Befolkningsmängd	=RiskTriang(7764004;9705005;11646006)	=RiskTriang(9705005;9705005;9705005*1,0419)



Figur 5 - Jämförelse av fördelningarna för parametern “Prevalens i chark” från simulering 2 (röd) samt simulering 3 (grön). Den senare har begränsats med hjälp av @Risk-kommandot RiskTruncate.

## Källor, Appendix A

- Eriksson, M. (2012). Retail food wastage - a Case Study Approach to Quantities and Causes (D. o. E. a. Technology, Trans.). Uppsala.
- Eriksson, M., & Strid, I. (2011). Livsmedelssvinn i butiksledet - en studie av butikssvinn i sex livsmedelsbutiker. Uppsala.
- Gormley, F. J. L., C.L.; Grant, K.A.; de Pinna, E. ; McLauchlin, J. . (2010). The microbiological safety of ready-to-eat specialty meats from markets and specialty food shops: A UK wide study with a focus on Salmonella and Listeria monocytogenes. *Food Microbiology*, 27, 246.
- Kramarenko, T., Roasto, M., Meremäe, K., Kuningas, M., Pölsama, P., & Elias, T. (2012). Listeria monocytogenes prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control*, 30, 26.
- Laksanalamai, P., Huang, B., Sabo, J., Burall, L. S., Zhao, S., Bates, J., & Datta, A. R. (2014). Genomic Characterization of Novel Listeria monocytogenes Serotype 4b Variant Strains. *PloS one*, 9(2), e89024.
- Lambertz, S. T., Nilsson, C., Brådenmark, A., Sylvén, S., Johansson, A., Jansson, L. M., & Lindblad, M. (2012). Prevalence and level of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods in Sweden 2010. *International Journal of Food Microbiology*, 160(1), 27. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.09.010
- Morris, I. J., & Ribeiro, C. D. (1989). Listeria monocytogenes and pate. *The Lancet*, 1285-1286.

## Appendix B

### 1 Osäkerhetsanalys

Med känslighetsanalysen som bakgrund genomförs en osäkerhetsanalys av de parametrar vilkas fluktuationer har potential att påverka resultatet. Osäkerhetsanalysen i detta arbete kommer fokusera på parametern "Bakteriehalt", det vill säga antalet koloniformande bakterier per gram produkt (CFU/g). Dels kommer ytterligare data tillföras, vilken skiljer sig från den som används i modellen, dels kommer intervallen som data delas in i varieras, dels kommer påverkan av omgivningens parametrar i tillväxtmodellen för *L. monocytogenes* undersökas.

#### 1.1 Variation av startkoncentrationer för *L. monocytogenes*

Rådata som samlats in kring mängden bakterier i kontaminerade produkter presenteras med varierande detaljeringsgrad. I litteraturen angavs i vissa fall ingen övre gräns, det kunde till exempel anges att 6 % av kontaminerade produkter innehöll >1 000 CFU/g. Det gör det svårt att veta om de 6 procenten innehöll 1 001 kolonier eller om det fanns produkter med 100 000 kolonier i. Då startkoncentration har stor påverkan på resultatet genomfördes en osäkerhetsanalys där man varierade det högsta initiala värdet CFU/g mellan  $10^4$  och  $10^6$ .

#### 1.2 Addering av data till parametern "Bakteriehalt"

Osäkerhetsanalysen kommer även undersöka hur resultatet varierar med addering av alternativa kumulativa fördelningar. Att detta inte genomfördes i känslighetsanalysen beror på att den kumulativa fördelningen som använts i modellen skiljer sig mycket mot nya. Att tillföra nya fördelningar som ett steg i känslighetsanalysen hade inte gett ett mer korrekt svar med mindre osäkerhet utan endast genererat ett annat värde på utparametern. Att det förefaller så beror på svårigheter i att avgöra vilken data som är mest tillförlitlig.

#### 1.3 Förändring av omgivningens egenskaper i tillväxtmodellen

Omgivningens egenskaper påverkar hur tillväxten av *L. monocytogenes* ser ut. Därmed kan osäkerheter hos dessa parametrar påverka slutresultatet. Tre av parametrarna i tillväxtmodellen kommer att varieras; temperatur, pH och halt  $\text{CO}_2$ . Halten  $\text{CO}_2$  varieras mellan 30 % (initialt värde) och 0 %. Där 30 % motsvarar förpackningar med modifierad atmosfär. Då det är känt att temperaturen påverkar tillväxten av bakterier, som i sin tur påverkar utfallet, tas även denna parameter med i osäkerhetsanalysen. På så sätt undersöks hur halten bakterier varierar om temperaturen skulle sänkas till 5°C jämfört med 8°C. Valet av 5°C görs därför att Livsmedelsverket tillsammans med Konsumentföreningen Stockholm ger rekommendationen att livsmedel bör förvaras i denna temperatur istället för 8°C för att ge mat ökad hållbarhet och mindre matsvinn (Konsumentföreningen Stockholm, 2011; Livsmedelsverket, 2013).

### 2 Resultat från osäkerhetsanalys

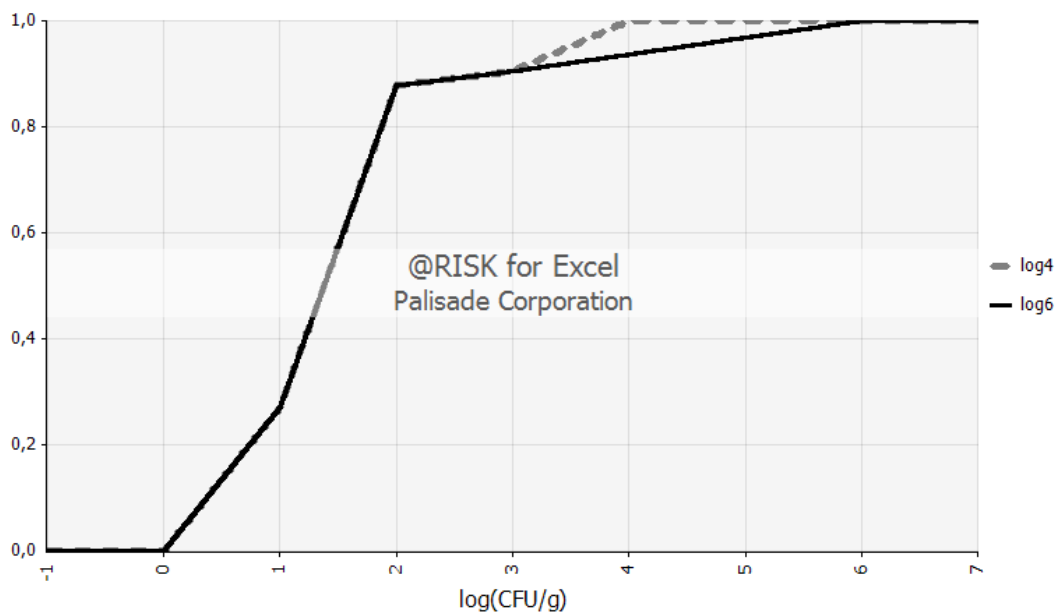
Nedan genomförs en osäkerhetsanalys där tre olika egenskaper varieras för att se hur dessa påverkar utfallet av antalet tillkomna sjukdomsfall. Samtliga förändringar påverkar i första ledet parametern "Bakteriehalt". Analysen behandlar högsta starkoncentration av *L. monocytogenes* i produkter, tar hänsyn till mer data samt undersöker förvaringstemperaturens påverkan på utfallet.

För varje steg i osäkerhetsanalysen simuleras modellen med de tidigare fastställda värdena på inparametrarna, för att på så sätt kunna visa och jämföra effekten på resultatet efter utförda förändringar i delstegen i osäkerhetsanalysen. Den slumpmässiga dragningen i @Risk gör att vid upprepade simuleringar

av precis samma modell genereras varje gång unika värden. Därför kommer värdena från ursprungliga scenariot som jämförs med i osäkerhetsanalysen som man jämför med att skilja sig något från simulering till simulering. Exempelvis i Tabell 1, Tabell 3 samt Tabell 5 presenteras antalet tillkomna sjukdomsfall för BFD som 0,436, 0,438 samt 0,435.

## 2.1 Variation av startkoncentrationer för *L. monocytogenes*

Vid simulering av bakterietillväxt är startkoncentration en viktig parameter. Samtidigt har det varit svårt att på ett systematiskt sätt dela in rådata som beskrivit högre koncentrationer. I osäkerhetsanalysen har därför den högsta startkoncentrationen varierats mellan  $10^4$  och  $10^6$ . Initialt har  $10^6$  används. Jämförelse av den kumulativa fördelningen för "Bakteriehalt", med högsta startkoncentration satt till  $10^4$  respektive  $10^6$ , presenteras i Figur 1.



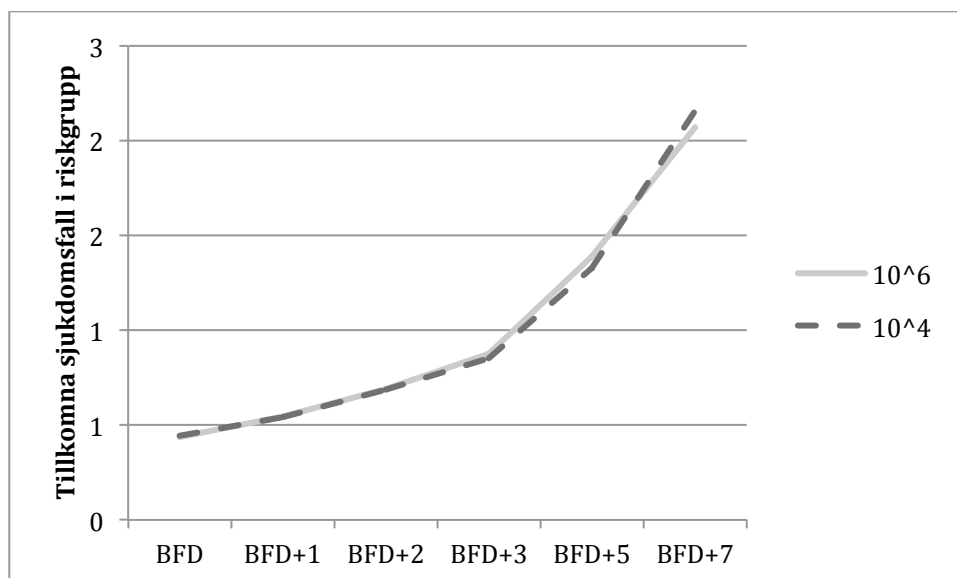
Figur 1 - Den kumulativa fördelningen för "Bakteriehalt" med högsta startkoncentration satt till  $10^6$  samt  $10^4$ . Fördelningen är för BFD. Den relativa förändringen blir densamma för övriga scenarier.

Som förväntat, påverkas den kumulativa fördelningen kring de högre koncentrationerna. Eftersom den högsta startkoncentrationen begränsas i det ena fallet till  $10^4$  innebär det just att skillnaden mellan de olika fallen är att då  $10^6$  används kan även värden mellan  $10^4$  och  $10^6$  slumpas som startvärde vid simulering. Detta förefaller sig vara mer realistiskt då data som används innehåller redovisade värden upp till  $10^6$ . Den knappa förändringen blir tydligare i Tabell 1 Tabell samt Figur 2. Av värdena i tabellen framgår det att det inte förekommer en konsekvent minskning av antalet tillkomna fall det första sju dagarna, då  $10^4$  används jämför med  $10^6$  som högsta startkoncentration. Avvikande värden kommer från scenarierna BFD samt BFD+7 där det sker en ökning av antal fall, istället för en minskning som i övriga scenarier.

Tabell 1 - Förändringen av medianen för utparametern "Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp" vid variation av den högsta startkoncentration.

	BFD	BFD+1	BFD+2	BFD+3	BFD+5	BFD+7
$10^4$	0,444	0,543	0,686	0,851	1,330	2,160
$10^6$	0,436	0,544	0,691	0,876	1,390	2,070





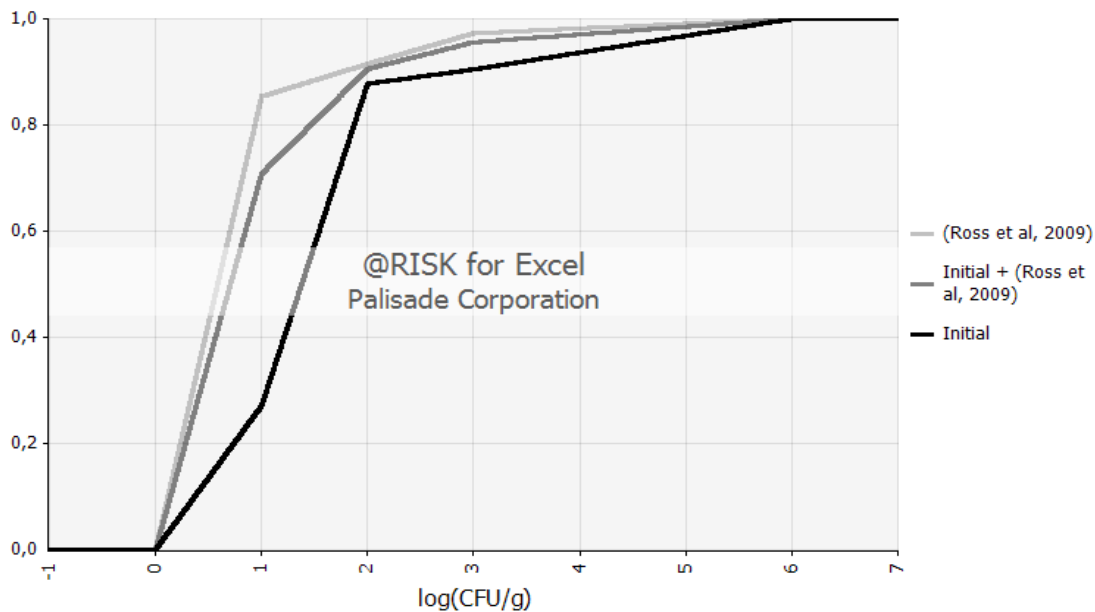
Figur 2 – Antalet tillkomna sjukdomsfall då den högsta startkoncentrationen är satt till  $10^4$  respektive  $10^6$ .

## 2.2 Addering av data till parametern "Bakteriehalt"

Vid genomförandet av känslighetsanalysen påträffades ytterligare kumulativa fördelningar för parametern "Bakteriehalt" (Ross, Rasmussen, Sumner, Fazil & Paoli, 2009). Dessa skiljer sig markant från den kumulativa fördelningen som tagits fram i detta arbete, se Tabell 2. De nya kumulativa fördelningarna har i tabellen slagits samman till en gemensam fördelning och presenteras i kolumnen "(Ross et al., 2009)". Störst skillnad syns vid det lägsta värdet, CFU<10. Detta innebär att den fördelning som använts i modellen ("Initial") värderar större sannolikhet för att plocka ett högre värde. Grafiskt presenteras skillnaden i Figur 3. Förutom den initiala fördelningen och sammanslagningen av de nya fördelningarna presenteras även ett fall där samtliga kumulativa fördelningar slagits samman, denna benämns "Initial + (Ross et al., 2009)".

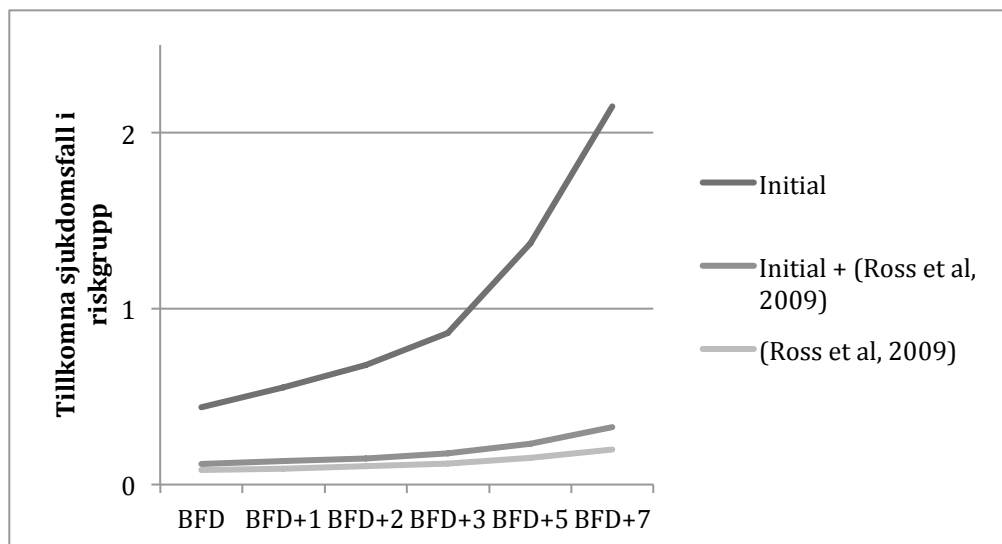
Tabell 2 - Kumulativa fördelningar för "Bakteriehalt" som jämförs i osäkerhetsanalysen.

	Initial	(Ross et al., 2009)	Initial + (Ross et al., 2009)
CFU/g <10	0,271	0,854	0,708
CFU/g <100	0,878	0,915	0,906
CFU/g <1000	0,905	0,973	0,956
CFU/g >1000	1	1	1



Figur 3 – Förändringen av den kumulativa fördelningen för parametern “Bakteriehalt” då ytterligare data används.

Effekten av denna osäkerhet speglas i utparametern “Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp”, Figur 4. Värden som grafen bygger på presenteras i Tabell 3. Det framgår att den initiala kumulativa fördelningen som används genererar klart fler antal sjukdomsfall i riskgruppen. Den i övrigt konservativa beräkningsmodellen motiverar därmed att den initiala fördelningen är ett bra val. Resultatet från osäkerhetsanalysen visar dock på att parametern “Bakteriehalt” är i behov av ett större dataunderlag för att bli mer säker. Data som tas fram behöver också vara mer detaljerad, det vill säga att de prover som publiceras också bör redovisas inom vilket intervall bakteriehalten ligger mellan i de prover man har tagit. På så sätt hade den kumulativa fördelningen som tagits fram i rapporten kunnat bli mer säker.



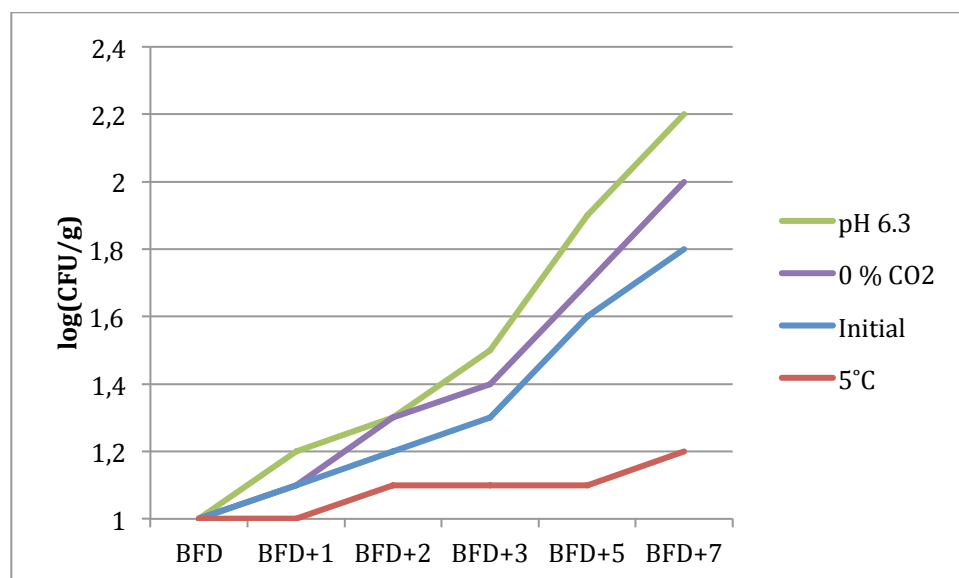
Figur 4 - Förändringen hos utparametern “Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp” till följd av addering av nya fördelningar.

Tabell 3 - Medianvärden för "Antalet tillkomna sjukdomsfall i riskgruppen" då olika kumulativa fördelningar används för "Bakteriehalt".

	BFD	BFD+1	BFD+2	BFD+3	BFD+5	BFD+7
<b>Initial</b>	0,438	0,551	0,680	0,863	1,370	2,150
<b>(Ross et al., 2009)</b>	0,081	0,091	0,106	0,118	0,151	0,198
<b>Initial + (Ross et al., 2009)</b>	0,117	0,134	0,149	0,177	0,231	0,328

### 2.3 Förändring av omgivningens egenskaper i tillväxtmodellen

De initiala värden som används för omgivningens egenskaper samt produktens egenskaper är ansatta utifrån ett normalfall. Dessa värden är även de som kommer att användas i sannolikhetsmodelleringen då det vore felvisande att försöka optimera värdena för att exempelvis nå en mer konservativ modell. Dock ingår förändringar av parametrar i tillväxtmodellen som ett delsteg i osäkerhetsanalysen för att påvisa vilken betydelse dessa parametrar har på tillväxten.



Figur 5 - Förändringen av halten bakterier till följd av variation av en inparametrarna i tillväxtmodellen.

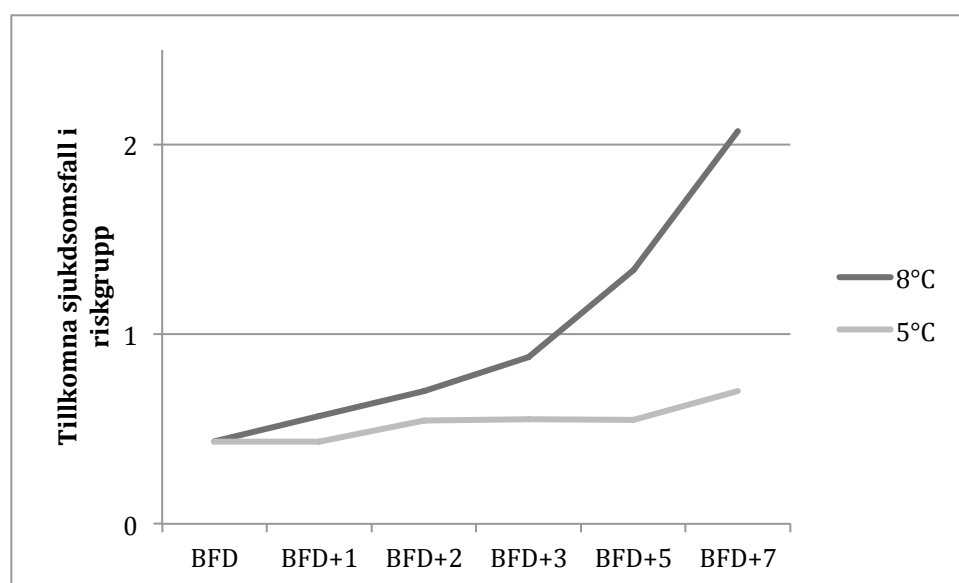
I Figur 5 presenteras de förändringar som uppkommer på parametern "Bakteriehalt" då en parameter i taget varierar. Då en parameter varierar hålls övriga konstanta. Variationerna som genomförs för varje parameter presenteras i Tabell 4

Tabell 4 - Förändring av tillväxtmodellens inparametrar i osäkerhetsanalysen.

	Initialt värde	Värde som undersöks i osäkerhetsanalysen
<b>pH</b>	6,0	6,3
<b>CO<sub>2</sub></b>	30 %	0 %
<b>Temperatur</b>	8°C	5°C

Som Figur 5 visar så leder en variation i förvaringstemperatur, från 8°C till 5°C, till störst förändring hos parametern ”Bakteriehalt”. Därför undersöks temperaturen mer ingående.

I Sverige är 8°C vanligtvis den maximala temperaturen som anges för kylvaror och därmed den temperatur som bäst före-datum är beräknat för. I detta arbete har därför 8°C använts vid modellering av tillväxt. Dock är temperatur en av de faktorerna som i stor grad påverkar tillväxten av patogener. Några graders sänkning av förvaringstemperaturen kan ge flera dagar längre hållbarhet. Enligt nya riktlinjer från Livsmedelsverket och Konsumentföreningen Stockholm bör kylskåpet hålla en temperatur kring 5°C för optimal hållbarhet. Osäkerhetsanalysen jämför därför två scenarier, där tillväxt modelleras vid 5°C respektive 8°C. Förändringarna genomförs i DMRI:s tillväxtmodell. Resultatet presenteras i Figur 6 med tillhörande data i Tabell 5.



Figur 6 - Utfallet av antalet tillkomna sjukdomsfall i riskgruppen då tillväxten modellerats med 5°C respektive 8°C.

Tabell 5 - ”Antalet tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp” vid variation av förvaringstemperatur. Värden anges som median.

	BFD	BFD+1	BFD+2	BFD+3	BFD+5	BFD+7
8°C	0,435	0,568	0,700	0,879	1,340	2,070
5°C	0,434	0,433	0,545	0,553	0,547	0,699

Analysen visar en tydlig skillnad i hållbarhet beroende på vid vilken temperatur produkten förvaras. Detta belyses även i teoriavsnittet. Den äldre rekommendationen med en förvaringstemperatur på 8°C ger att om allt svinn skulle säljas sju dagar efter bäst före-datumet tillkommer mer än dubbelt så många sjukdomsfall som vid 5°C.

## 2.4 Slutsats från resultatet för osäkerhetsanalysen

Från resultatet av osäkerhetsanalysen framgår att parametern ”Bakteriehalt” innefattar osäkerheter som gör att val och antaganden kring denna parameter påverkar hela sannolikhetsmodellens utfall. Den högsta startkoncentrationen påverkar knappt slutresultatet. Däremot finns det stora osäkerheter kring data som används samt temperaturen vid vilken tillväxt simuleras.

För att komma till bukt med osäkerheterna kring data som används behövs en större mängd dataunderlag. En lösning där tillgänglig data även samlas i en databas hade varit mest optimalt. Ser man till temperaturen är det även där tydligt att en så låg temperatur som möjligt är att föredra när det gäller charkprodukter. Ett mål borde därför vara att försöka hålla 5°C genom hela livsmedelskedjan.

De värden som används i modellen ger konsekvent högst utfall, sett till "Tillkomna sjukdomsfall i riskgrupp". Det visar återigen på en konservativ modell vilket är eftersträvsamt då det leder till en överskattning av risken, vilket i sin tur leder till en överskattning av kostnaderna.

## Källor, Appendix B

- Konsumentföreningen Stockholm. (2011, 8 december 2011). Svenskar har för varmt i sina kylskåp, uppmanas sänka temoeraturen. från <http://www.konsumentforeningenstockholm.se/Pressrum/Pressmeddelanden/Cision-flode1/Svenskar-har-for-varmt-i-sina-kylskap-uppmanas-sanka-temperaturen/>
- Livsmedelsverket. (2013, 2 december 2013). Förvara maten rätt. Hämtad 24 oktober, 2014, från <http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-miljo/Ta-hand-om-maten--minska-svinnet/Forvara-maten-ratt/>
- Ross, T., Rasmussen, S., Sumner, J., Fazil, A., & Paoli, G. (2009). Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats in Australia. *International Journal of Food Microbiology*, *131*(2-3), 130. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.007

## Appendix C

Tabell 1 – Befolkningsmängd i Sverige under åren 2009-2013.

		2009	2010	2011	2012	2013	Medel
0-4 år	män	281826	288931	291625	294723	297494	<b>290920</b>
	kvinnor	266396	272857	275744	278860	281525	<b>275076</b>
5-9 år	män	258574	264448	272248	279307	286732	<b>272262</b>
	kvinnor	245360	251209	258689	264686	271218	<b>258232</b>
10-14 år	män	255238	250333	249905	253966	261331	<b>254155</b>
	kvinnor	242048	237181	236059	240317	247801	<b>240681</b>
15-19 år	män	328011	318174	304768	290790	280793	<b>304507</b>
	kvinnor	310522	300431	287608	273837	262834	<b>287046</b>
20-24 år	män	309505	323001	332889	341574	343988	<b>330191</b>
	kvinnor	295948	309015	317973	325579	327952	<b>315293</b>
25-29 år	män	293280	299224	305922	311854	322761	<b>306608</b>
	kvinnor	278479	282699	289214	297206	308494	<b>291218</b>
30-34 år	män	296143	297392	299040	302237	306955	<b>300353</b>
	kvinnor	283926	284477	286071	289250	293034	<b>287352</b>
35-39 år	män	322241	321984	318113	313690	309885	<b>317183</b>
	kvinnor	312257	311898	307835	303087	299027	<b>306821</b>
40-44 år	män	337930	331587	327593	324499	324689	<b>329260</b>
	kvinnor	325130	320639	318120	316197	316510	<b>319319</b>
45-49 år	män	315776	327013	337234	345039	346209	<b>334254</b>
	kvinnor	305370	315514	325177	332451	334920	<b>322686</b>
50-54 år	män	295746	295588	295296	297800	304344	<b>297755</b>
	kvinnor	289390	289145	289206	290908	296231	<b>290976</b>
55-59 år	män	288996	286697	288780	289475	289530	<b>288696</b>
	kvinnor	286358	284742	285657	286711	286505	<b>285995</b>
60-64 år	män	312140	306094	297392	290593	285139	<b>298272</b>
	kvinnor	313315	308051	300029	292974	286756	<b>300225</b>
65-69 år	män	255340	272556	287651	295656	298911	<b>282023</b>
	kvinnor	258417	275129	290812	300275	304445	<b>285816</b>
70-74 år	män	180700	186833	193710	205273	218880	<b>197079</b>
	kvinnor	197874	202782	207722	217320	229950	<b>211130</b>
75-79 år	män	135418	136309	138935	142400	148372	<b>140287</b>
	kvinnor	168643	166733	167620	169211	173932	<b>169228</b>
80-84 år	män	100039	100441	100792	101818	101735	<b>100965</b>
	kvinnor	146170	145246	144099	143362	140953	<b>143966</b>
85-89 år	män	60035	59574	59320	58997	59530	<b>59491</b>
	kvinnor	108160	105900	103997	102739	102484	<b>104656</b>
90-94 år	män	18563	20528	21899	22368	23082	<b>21288</b>
	kvinnor	44888	48384	50859	51307	52174	<b>49522</b>
95-99 år	män	3263	3292	3446	3571	3698	<b>3454</b>
	kvinnor	11631	11880	12036	12150	12182	<b>11976</b>
100+ år	män	250	245	276	275	299	<b>269</b>
	kvinnor	1386	1414	1494	1561	1580	<b>1487</b>

Tabell 2 – Data för framtagning av antalet personer i riskgrupp. Värdet inom parentes anger andel i riskgrupp.

Delgrupp	Antal	År	Källa	Kommentarer
Gravida	103 207 (0,054)	1988-2012	(Socialstyrelsen, 2012)	88-12 pga cykel, ett genomsnitt
Personer över 65 år	1 781 492 (0,932)	2009-2013	(Statistiska centralbyrån, 2013b)	09-13 pga konstant ökning, ett genomsnitt
Cancersjuka	20 009 (0,010)	2008-2012	(Socialstyrelsen, 2013 a)	
HIV-smittade	6 033 (0,003)	2011	(MSD Sverige AB, 2012)	RiskTriang(5800;5800;6500)
Transplanterade	749 (0,0004)	2013	(Socialstyrelsen, 2013 b)	
Summa	1 911 490			

Andel arbetsföra räknas fram med hjälp av Tabell 2.

$$\text{Andel arbetsföra} = 1 - \frac{1781492}{1911490} = 0,068$$

Från Tabell 1 och Tabell 2 fås data till Tabell 3.

Tabell 3 - Andel av delgrupper i riskgrupp

Kategori	Mängd	Andel av riskgrupp
Antal kvinnor 65-80	666173	0,34851
Antal kvinnor >80	311607,2	0,163018
Andel män 65-80	619388,8	0,324035
Andel män >80	185467,2	0,097028

Tabell 4 - Personer per hushåll. (Statistiska centralbyrån, 2013a)

Personer/hushåll	Andel	Viktat värde
1	0,377	0,377
2	0,313	0,626
3	0,124	0,372
4	0,123	0,492
5	0,043	0,215
6	0,02	0,12
<b>TOTALT</b>	<b>1</b>	<b>2,2</b>



## Källor, Appendix C

- MSD Sverige AB. (2012). Hiv i Sverige. Hämtad 1 oktober, 2014, från <http://hiv.se/om-hiv/hiv-i-sverige/>
- Socialstyrelsen. (2012). Statistikdatabas för graviditeter, förlossningar och nyfödda. Hämtad 27 september, 2014, från <http://www.socialstyrelsen.se/statistik/statistikdatabas/graviditeter-forlossningarochnyfodda>
- Socialstyrelsen. (2013 a). Statistikdatabas för cancer. Hämtad 28 september, 2014, från <http://www.socialstyrelsen.se/statistik/statistikdatabas/cancer>
- Socialstyrelsen. (2013 b). Antal transplanterade organ 2000-2013. Hämtad 1 oktober, 2014, från <http://www.livsviktigt.se/omdonation/statistik/PublishingImages/antal%20transplanterade%20organ%202000-2013.pdf>
- Statistiska centralbyrån. (2013a). Antal och andel hushåll efter hushållsstorlek 2012 och 1990. Hämtad 29 september, 2014, från [http://www.scb.se/sv\\_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Behallare-for-Press/367855/](http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Behallare-for-Press/367855/)
- Statistiska centralbyrån. (2013b). Folkmängden efter region, civilstånd, ålder och kön. År 1968 - 2013. Hämtad 27 september, 2014, från [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_BE\\_\\_BE0101\\_\\_BE0101A/BefolkningNy/?rxid=9e2183e1-c8d2-4119-85b4-ac9e4a3caf5c](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__BE0101A/BefolkningNy/?rxid=9e2183e1-c8d2-4119-85b4-ac9e4a3caf5c)

## Appendix D

Tabell 1 – Prevalens av *L. monocytogenes* i livsmedelsprodukter.

Antal	Antal	Prevalens	Produkt	Källa
2606	42	0,016	Ready-to-eat products	(Kramarenko et al., 2012, s. 27)
2206	66	0,03	Ready-to-eat products	(Kramarenko et al., 2012, s. 27)
1934	27	0,014	Ready-to-eat products	(Kramarenko et al., 2012, s. 27)
429	6	0,014	Chark	(Nilsson & Lindblad, 2011, s. 7)
507	6	0,012	Chark	(Lambertz et al., 2012, s. 27)
2981	190	0,064	RTE köttprodukt	(Livsmedelsverket, 2008, s. 9)
829	7	0,008	Chark	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
384	6	0,016	Deli	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
575	12	0,021	Ätferdigt	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
243	4	0,002	Salami, pressed pork	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
99	4	0,04	Beef, salami, mettwurst	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
44	4	0,091	Air-dried meat	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
63	4	0,063	Salami	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
55	3	0,055	Smoked sausage	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
73	37	0,507	Paté	(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1285)
100	23	0,23	Mettwurst	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
11	1	0,09	Onion Mettwurst	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
205	3	0,015	Sliced canned ham	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
527	63	0,12	Precooked RTE poultry	(Gilbert, Miller & Roberts, 1989, s. 383)
844	23	0,027	Cooked beef	(Farber & Peterkin, 1991, s. 492)
639	7	0,011	Cooked meet	(Uyttendaele et al., 2009, s. 96)
50	10	0,2	Meat products	(Meloni et al., 2009, s. 167)
3351	160	0,0477	Processed (deli) meats	(Ross, Rasmussen, Sumner, Fazil & Paoli, 2009,
568	7	0,012	Patés	(Ross et al., 2009, s. 130)
1118	31	0,0277	Cooked sausages,	(Ross et al., 2009, s. 130)
83	9	0,11	Paté	(Devlieghere et al., 2001, s. 53)
-	-	0,1	Cooked cured ham	(Devlieghere et al., 2001, s. 53)
-	-	0,06	Cooked cured ham	(Devlieghere et al., 2001, s. 54)
3065	80	0,026	Paté	(Devlieghere et al., 2001, s. 53)
-	-	0,037	Cooked meat products	(Devlieghere et al., 2001, s. 54)
3405	167	0,049	Cooked meat products	(Uyttendaele, De Troy & Debevere, 1999, s. 77)
824	113	0,1371	Raw cured meat	(Uyttendaele et al., 1999, s. 77)
1455	83	0,057	RTE Meats	(Gormley, Little, Grant, de Pinna & McLauchlin,
9199	82	0,009	Deli Meat	(Walls, 2006, s. 71)

## Källor, Appendix D

- Devlieghere, F., Vandewaetere, B., Debevere, J., Geeraerd, A. H., Versyck, K. J., & Van Impe, J. (2001). Growth of *Listeria monocytogenes* in modified atmosphere packed cooked meat products: A predictive model. *Food Microbiology*, *18*(1), 53-54. doi: 10.1006/fmic.2000.0378
- Farber, J. M., & Peterkin, P. I. (1991). *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological Reviews*, *55*(3), 492.
- Gilbert, R. J., Miller, K. L., & Roberts, D. (1989). *Listeria monocytogenes* and chilled foods. *Lancet*, *1*(8634), 383-384.
- Gormley, F. J., Little, C. L., Grant, K. A., de Pinna, E., & McLauchlin, J. (2010). The microbiological safety of ready-to-eat specialty meats from markets and specialty food shops: A UK wide study with a focus on *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology*, *27*, 246.
- Kramarenko, T., Roasto, M., Meremäe, K., Kuningas, M., Pölsama, P., & Elias, T. (2012). *Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control*, *30*, 26.
- Lambertz, S. T., Nilsson, C., Brådenmark, A., Sylvén, S., Johansson, A., Jansson, L. M., & Lindblad, M. (2012). Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods in Sweden 2010. *International Journal of Food Microbiology*, *160*(1), 27. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.09.010
- Livsmedelsverket. (2008). Bakterier och parasiter vid graviditet - Vetenskapligt underlag inför revideringen av Livsmedelsverkets kostråd för gravida och ammande (ss. 1-51): Livsmedelsverket.
- Meloni, D., Galluzzo, P., Mureddu, A., Piras, F., Griffiths, M., & Mazzette, R. (2009). *Listeria monocytogenes* in RTE foods marketed in Italy: Prevalence and automated EcoRI ribotyping of the isolates. *International Journal of Food Microbiology*, *129*(2), 166-167. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.11.014
- Morris, I. J., & Ribeiro, C. D. (1989). *Listeria monocytogenes* and pate. *The Lancet*, 1285-1286.
- Nilsson, C., & Lindblad, M. (2011). Riksprojektet 2010 - *Listeria monocytogenes* i kyld och ätfärdig mat *Livsmedelsverkets rapportserie* (Vol. 9): Livsmedelsverket.
- Ross, T., Rasmussen, S., Sumner, J., Fazil, A., & Paoli, G. (2009). Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats in Australia. *International Journal of Food Microbiology*, *131*(2-3), 130. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.007
- Uyttendaele, M., De Troy, P., & Debevere, J. (1999). Incidence of *Listeria monocytogenes* in different types of meat products on the Belgian retail market. *International Journal of Food Microbiology*, *53*(1), 76-78.
- Uyttendaele, M., Vermeulen, A., Jacxsens, L., De Loy, A., Devlieghere, F., Busschaert, P., . . . Geeraerd, A. H. (2009). Prevalence and challenge tests of *Listeria monocytogenes* in Belgian produced and retailed mayonnaise-based deli-salads, cooked meat products and smoked fish between 2005 and 2007. *International Journal of Food Microbiology*, *133*(1-2), 96. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.002
- Walls, I. (2006). Role of quantitative risk assessment and food safety objectives in managing *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Science*, *74*(1), 71. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.04.029

## Appendix E

Tabell 1 – Halt bakterier i kontaminerade prover

Nivå CFU	Produkt	Antal	Total	Andel	Land	Källa
<100	RTE-Köttprodukter	163	190	0,858	Storbritannien	(Livsmedelsverket, 2008, s. 9)
100-10 <sup>6</sup>	RTE-Köttprodukter	27	190	0,142	Storbritannien	(Livsmedelsverket, 2008, s. 9)
<10	Chark	6	6	1	Sverige	(Nilsson & Lindblad, 2011, s. 19)
1-100	Chark	5	7	0,71	Sverige	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
>100	Chark	2	7	0,29	Sverige	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
1-100	Deli	5	6	0,833	Sverige	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
>100	Deli	1	6	0,167	Sverige	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
1-100	Ätfärdigt	12	12	1	Sverige	(Livsmedelsverket, 2008, s. 7)
<100	Cooked meat	7	7	1	Belgien	(Uyttendaele et al., 2009, s. 96)
<10	Meat products	47	50	0,947	Italien	(Meloni et al., 2009, s. 169)
<100	Meat products	3	50	0,053	Italien	(Meloni et al., 2009, s. 169)
<10	Chark	6	6	1	Sverige	(Lambertz et al., 2012, s. 27)
<20	RTE Meats	77	83	0,928	Storbritannien	(Gormley, 2010, s. 246)
<100	RTE Meats	0	83	0	Storbritannien	(Gormley, 2010, s. 246)
<1000	RTE Meats	2	83	0,024	Storbritannien	(Gormley, 2010, s. 246)
>1000	RTE Meats	4	83	0,048	Storbritannien	(Gormley, 2010, s. 246)
<10	Deli Meats	72	82	0,878		(Walls, 2006, s. 71)
<100	Deli Meats	2	82	0,024		(Walls, 2006, s. 71)
<1000	Deli Meats	7	82	0,085		(Walls, 2006, s. 71)
<10000	Deli Meats	1	82	0,012		(Walls, 2006, s. 71)
<20	Paté	18	37	0,027		(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1286)
<100	Paté	5	37	0,135		(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1286)
<1000	Paté	4	37	0,108		(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1286)
<10000	Paté	3	37	0,081		(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1286)
<100000	Paté	4	37	0,108		(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1286)
>100000	Paté	3	37	0,081		(Morris & Ribeiro, 1989, s. 1286)

Tabell 2 – Tillväxt vid given startkoncentration enligt DMRI, T = 8°C

	Prov	Procent	Kumulativ	BFD	BFD + 24h	BFD + 48h	BFD + 72h	BFD + 110h	BFD + 168h
<b>CFU &lt;10</b>	131	0,271	0,27	1	1,1	1,2	1,3	1,6	1,8
<b>CFU &lt;100</b>	293	0,607	0,88	2	2,1	2,2	2,3	2,6	2,8
<b>CFU &lt;1000</b>	13	0,027	0,9	3	3,1	3,2	3,3	3,6	3,8
<b>CFU &gt;1000</b>	46	0,095	131	6	6,1	6,2	6,3	6,6	6,8

Tabell 3 - Alternativa kumulativa fördelningar. (Ross, Rasmussen, Sumner, Fazil & Paoli, 2009)

	<10	<100	<1000	>1000
<b>CFSAN</b>	0,797	0,883	0,954	1
<b>Gombas</b>	0,878	0,902	0,988	1
<b>Health dep</b>	0,887	0,960	0,977	1

## Källor, Appendix E

- Gormley, F. J. L., C.L.; Grant, K.A.; de Pinna, E. ; McLauchlin, J. . (2010). The microbiological safety of ready-to-eat specialty meats from markets and specialty food shops: A UK wide study with a focus on Salmonella and Listeria monocytogenes. *Food Microbiology*, 27, 246.
- Lambertz, S. T., Nilsson, C., Brådenmark, A., Sylvén, S., Johansson, A., Jansson, L. M., & Lindblad, M. (2012). Prevalence and level of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods in Sweden 2010. *International Journal of Food Microbiology*, 160(1), 27. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.09.010
- Livsmedelsverket. (2008). Bakterier och parasiter vid graviditet - Vetenskapligt underlag inför revideringen av Livsmedelsverkets kostråd för gravida och ammande (ss. 1-51): Livsmedelsverket.
- Meloni, D., Galluzzo, P., Mureddu, A., Piras, F., Griffiths, M., & Mazzette, R. (2009). Listeria monocytogenes in RTE foods marketed in Italy: Prevalence and automated EcoRI ribotyping of the isolates. *International Journal of Food Microbiology*, 129(2), 166-167. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.11.014
- Morris, I. J., & Ribeiro, C. D. (1989). Listeria monocytogenes and pate. *The Lancet*, 1285-1286.
- Nilsson, C., & Lindblad, M. (2011). Riksprojektet 2010 - Listeria monocytogenes i kyld och ätfärdig mat *Livsmedelsverkets rapportserie* (Vol. 9): Livsmedelsverket.
- Ross, T., Rasmussen, S., Sumner, J., Fazil, A., & Paoli, G. (2009). Quantitative risk assessment of Listeria monocytogenes in ready-to-eat meats in Australia. *International Journal of Food Microbiology*, 131(2-3), 130. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.007
- Uyttendaele, M., Vermeulen, A., Jacxsens, L., De Loy, A., Devlieghere, F., Busschaert, P., . . . Geeraerd, A. H. (2009). Prevalence and challenge tests of Listeria monocytogenes in Belgian produced and retailed mayonnaise-based deli-salads, cooked meat products and smoked fish between 2005 and 2007. *International Journal of Food Microbiology*, 133(1-2), 96. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.002
- Walls, I. (2006). Role of quantitative risk assessment and food safety objectives in managing Listeria monocytogenes on ready-to-eat meats. *Meat Science*, 74(1), 71. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.04.029

## Appendix F

Tabell 1 – Vårdkostnad per dygn diskonterat till 2013. (Sveriges kommuner och landsting, 2014)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Vårdkostnad/dygn	3640	4416	3790	5652	4915	5778	4829	7770
Diskonterat värde, 2013	5693	6673	5533	7973	6699	7609	6144	9551

Tabell 2 - Värdering av förvärvs- och hemarbete. (Jarl et al., 2006, s. 21)

Ålder	Förvärvsarbete		Hemarbete		Totalt	
	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män
0-17	0	0	0	0	0	0
18-29	24500	26740	12387	8584	36887	35324
30-49	28700	35035	16046	10666	44746	45701
50-64	28793	36120	15443	11686	44236	47806
65-80	0	0	19163	15330	19163	15330
>80	0	0	16544	16160	16544	16160

Tabell 3 – Framtagning av genomsnittligt värde av förvärvs- och hemarbete för personer i arbetsför ålder. (Jarl et al., 2006, s. 21)

Ålder	Värdering (SEK) förvärvs- och hemarbete, kvinnor	Värdering (SEK) förvärvs- och hemarbete, män
18-29	36887	35324
30-49	44746	45701
50-64	44236	47806
<b>Genomsnitt</b>		<b>41565</b>
<b>Nuvärde, diskonterat</b>		<b>60684</b>

## Källor, Appendix F

Jarl, J., Johansson, P., Eriksson, A., Eriksson, M., Gerdtham, U.-G., Hemström, Ö., . . . Ramstedt, M. (2006). Till vilket pris? Om alkoholens kostnader och hälsoeffekter i Sverige 2002.

Sveriges kommuner och landsting. (2014, 22 oktober 2014). KPP Databas. Hämtad 5 november, 2014, från [https://stat.skl.se/SASStoredProcess/guest?\\_PROGRAM=SBIP://Foundation/Web/stprunen\(StoredProcess\)&\\_entry=applpgm.urval.lfmeny2.scl&\\_service=kppprod](https://stat.skl.se/SASStoredProcess/guest?_PROGRAM=SBIP://Foundation/Web/stprunen(StoredProcess)&_entry=applpgm.urval.lfmeny2.scl&_service=kppprod)