CHALMERS

Undersökning av orsaker till variation i kryddprocess

Investigation of causes of variation in seasoning process

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Alice Andersson
Emelie Johansson

Examinator: Peter Hammersberg

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

FÖRORD

Denna rapport är resultatet av ett examensarbete utfört i samarbete med Estrella under våren 2021. Examensarbetet omfattar 15 hp och är ett avslutande moment för högskoleingenjörsutbildningen inom Maskinteknik, 180 hp på Chalmers tekniska högskola.

Vi vill tacka Rickard Lindström, produktionsledare på Estrella som gett oss möjligheten att ta oss an detta uppdrag, samt Fredrik Lanzky från Estrella som varit projektledare och hjälpt oss att ta fram allt material som behövts. Vi vill även tack Pierre Karlsson och Abheesht Bekal, mastersstudenter på Chalmers, som varit en del i detta projekt.

Slutligen vill vi tacka vår examinator Peter Hammersberg för den handledning och allt stöd han bidragit med under projektets gång.

SAMMANFATTNING

Detta projekt görs tillsammans med Estrella AB, ett företag som producerar chips och andra snacks i Angered. Estrella vill förbättra styrningen av kryddprocessen och lindra inverkan av variation i kryddningen. Syftet med projektet är att förstå varför det uppstår variation i kryddprocessen med hjälp av Six Sigma metodiken. Six Sigma metodiken innehåller bland annat verktyg som används för förbättringsprojekt där man vill minska variation och defekter i olika processer. En av grunderna inom Six Sigma metodiken är DMAIC, vilket innebär att man i projektet arbetar efter de olika faserna: definieringsfas, mätfas, analysfas, förbättringsfas (improve) och styrfas (control).

Olika data har samlats in och analyserats. Det som fokuserats på har varit kopplingen mellan variationer i kryddning och salthalt i jämförelse med kundreklamationer. De faktorer i processen som har analyserats kommer ifrån de olika processtegen och övergripande inputs. Ett intressant samband under detta projekt är relationen mellan antalet reklamationer och vilken packmaskin produkten kommer ifrån. Ju längre ifrån fritösen packmaskinen är placerad, desto högre är värdet på antalet reklamationer i förhållande till antalet producerade produkter för varje packmaskin. Vid temperaturmätningarna visade det en stor temperaturskillnad på chipsen vid första och sista packmaskinen, där temperaturen var högst vid första. Det kan finnas ett samband eftersom Estrella tidigare upptäckt att kryddan fastnar bättre på chipsen när de är upphettade. Andra upptäckter är att salthaltkontrollen är ett mätverktyg som bör undersökas mer, att salthaltkontrollen inte säger något om kryddans fördelning och att kryddtrattens utformning är viktig för kryddans fördelning på chipsen.

Projektet har kartlagt en rad olika potentiella källor till variation, både i processen och de metoder som används. Estrella rekommenderas att vidare undersöka hur temperaturen på chipsen påverkar kryddningen, implementera ett mätsystem för kryddfördelningen, standardisera salthaltkontrollen och titta närmre på kryddtratten och dess inputs.

SUMMARY

This project is carried out together with Estrella AB, a company who produces chips and other snacks in Angered. Estrella wants to improve the control of the process and mitigate the variations in seasoning. The aim of this project is to understand why variation occurs in the seasoning process by using the Six Sigma methodology. Six Sigma contains tools for improvement project where you want to reduce defects and variation. A key concept in the Six Sigma methodology is DMAIC, describing that a Six Sigma project follows the different phases: define phase, measure phase, analyze phase, improvement phase and control phase.

Different measurement data and information was gathered and analyzed. The focus has been on the link between variation of seasoning and salt level in comparison with consumer complaints. The parameters in the process that were analyzed comes from the different steps and overall inputs. An interesting connection was the correlation between the number of consumer complaints and which packing machine the product comes from. The further away from the fryer the packing machine is placed, the higher is the number of consumer complaints in relationship to the number of produced products for each packing machine. In the temperature measurement there was a big difference for the temperature before the first packing machine and the last, where it was highest before the first. There may be a connection since Estrella previously discovered that the seasoning sticks better to the chips when they are heated up. Other findings are that the salt level control is a measurement system that should be investigated further, that the salt level control does not say anything about the distribution of seasoning and that the design of the seasoning funnel is an important aspect when it comes to distribution of seasoning.

The project has identified several different potential sources to variation, in the process as well as in the methods used. Recommended actions to be taken by Estrella is to further investigate how the temperature has an impact on the seasoning, apply a measurement system for the distribution of seasoning, standardize the salt level control and look more into the seasoning funnel.

Innehållsförteckning

BETECKNINGAR 1
1. INLEDNING 2
1.1 Bakgrund 2
1.2 Syfte 2
1.3 Precisering av frågeställning 3
1.4 Avgränsningar 3
2. TEORETISK REFERENSRAM 3
2.1 Offensiv kvalitetsutveckling 3
2.2 Voice of the process och voice of the customer 3
2.3 Processförmåga 4
2.4 Mätsystemanalys 4
3. METOD 4
3.1 Six Sigma 4
3.2 Nulägesanalys 5
3.3 Datainsamling 5
3.4 Tillämpning av Six Sigma: DMA 5
3.4.1 Definieringsfas 5
3.4.2 Mätfas 6
3.4.3 Analysfas 7
4. RESULTAT 7
4.1. Nulägesanalys 7
4.1.1 Beskrivning av processen 7
4.1.2 Kontroller i processen 8
4.2 Definieringsfas 8
4.2.1 Effective scoping 8
4.2.2 Project charter 8
4.3 Mätfas 9
4.3.1 Process map 9
4.3.2 Potential-FMEA 10
4.3.3 Tester av salthaltkontroll 10
4.3.4 Temperaturmätningar 12
4.4 Analysfas 13
4.4.1 Reklamationsstatistik och tidigare salthaltkontroller 13
4.4.2 Cause and Effect Matrix 13
5. DISKUSSION 13
5.1 Projektets resultat 13

5.2 Påverkan ur ett hållbart perspektiv 15
5.3 Att arbeta med Six Sigma 15
6. SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER 16
REFERENSER 18
BILAGOR 19

BETECKNINGAR

Voice of the costumer – Specifikationsgränser efter kundens förväntningar, preferenser och aversioner.
Voice of the process – Processens kontrollgränser.
Free weight – Programmet salthaltkontroller registreras i.
Titris machine – Maskinen som salthalten testas i.

1. INLEDNING

Arbetet har utförts tillsammans med företaget Estrella, som producerar bland annat chips i deras fabrik i Angered. Estrella vill få en stabilare kryddprocess för att senare kunna optimera kundens smakupplevelse. De vill kraftsamla kring denna del av processen och därför drivs detta projekt. Uppdraget går ut på att undersöka vilka faktorer som kan orsaka variation med hjälp av Six Sigma metodiken, för att bygga en grund till att kunna optimera kryddprocessen.

1.1 Bakgrund

För att mäta kryddningen på chipsen mäts salthalten. Anledningen till detta är att det är en beprövad metod grundad på erfarenhet av den externa leverantören METTLER TOLEDO. De erbjuder olika mätlösningar för en mängd olika användningsområden. Undersökning av tidigare reklamationer som Estrella har gjort visar att det finns en tydlig variation beroende på marknad. Fabriken i Angered producerar till den svenska, danska och finska marknaden. Det går även att koppla reklamationerna till olika kryddflöden. Det är okänt i vilken del av processen variationen uppstår. De chipssorter som kommer undersökas under detta projekt är bassorterna, då det innefattar en större del av problemet.
Estrellas bassorter som produceras i Angered är:

- Sourcream & onion
- Grillchips
- Dillchips
- Ranch & sourcream
- Pepparchips
- Hot sweet chili
- Saltade potatischips
- Vickningschips
- Salt och vinäger
- Triple onion, tomato & cheese
- Mixed chillies & sourcream
- Gräslök & cream cheese
- Vitlök, gräslök och chili
- Cheddar & sourcream
- Crispy bacon & sourcream

Kryddprocessen styrs idag utifrån en nominell kryddningstemperatur på 70°C, enligt tidigare utförda tester. Hur variationer i temperatur påverkar utfallet av krydda som fäster på chipsen har inte kartlagts i detalj. Temperaturen på chipsen kontrolleras i nuläget inte kontinuerligt i produktionen. Traditionellt sett sker ingen kvalitetsuppföljning på reklamerade produkter då företaget inte tar in dem för några mätningar.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att ta reda på vad det kan finnas för faktorer som kan bidra till variation i kryddningen. Detta för att få en stabilare kryddprocess, samt att bygga en grund för att kunna optimera kundens smakupplevelse. Förväntat resultat av projektet är att kartlägga orsaker till variationer i processen och ta fram förbättringsförslag, men det är upp till företaget att sedan testa och implementera dessa.

1.3 Precisering av frågeställning

För att kunna hitta bakomliggande orsaker till variationen och komma fram till eventuella förbättringar har fyra frågor utformats tillsammans med företaget utifrån deras förväntningar.

- Vilken kunskap finns om kryddprocessen i nuläget?
- Hur kvalitetssäkras produkten idag med hänsyn till kryddvariation?
- Är den mätdata som finns pålitlig?
- Vad kan vara underliggande orsaker till variation?

1.4 Avgränsningar

Det som kommer undersökas under projektet är orsaker till variation i kryddningen. Förbättringsförslag företaget kan arbeta vidare med kommer att tas fram. Det företaget kan arbeta vidare med sedan är hur detta har en påverkan på övriga aspekter, exempelvis kostnader, ledtider, resursutnyttjande osv. Projektets uppbyggnad kommer att följa de 3 första faserna inom DMAIC.

2. TEORETISK REFERENSRAM

Detta kapitel innefattar den teori som behandlas under projektets gång.

2.1 Offensiv kvalitetsutveckling

Offensiv kvalitetsutveckling TQM (Total Quality Management) handlar om att arbeta med kvalitet som en integrerad det av verksamheten. Att ständigt sträva efter att uppfylla, och helst överträffa, kundens behov och förväntningar till lägsta möjliga kostnad. För att nå en högre grad av kundtillfredsställelse med så lite resurser som möjligt måste en samverkan mellan värderingar, arbetssätt och verktyg finnas. Grunden till ett framgångsrikt kvalitetsarbete är ett engagerat ledarskap för kvalitet. Grunden ska sedan bygga på hörnstensmodellen som består av fem värderingar, också kallad hörnstenar, som samverkar med varandra. Dessa är:

- Sätta kunderna i centrum
- Basera beslut på fakta
- Arbeta med processer
- Arbeta ständigt med förbättringar
- Skapa förutsättningar för delaktighet

Värderingarna stödjer arbetssätten som sedan behöver verktyg för att utföras (Bergman & Klefsjö, 2001).

2.2 Voice of the process och voice of the customer

Voice of the process (VOP) och voice of the customer (VOC) är två koncept som används för att stämma av hur bra en process möter ett kundkrav. VOP kartlägger processens stabilitet och om den varierar stabilt mellan övre och undre styrgränsen. Vilka ges av processens grundbrus som endast består av slumpmässig variation. VOC är däremot satt av kundens specifikationer. VOP är summan av alla variationskällors bidrag till den övergripande variationen och beskriver hur bra processen är. En stabil process som bara har slumpmässig variation mellan styrgränserna presterar på toppen av sin förmåga och gör det den är bygg för att göra. VOC däremot är resultatet av en förhandling med kunden. Snävare toleranser ger inte en bättre process, bara mer kassation. Detta betyder att en variation som uppstår kan vara inom de godkända gränserna för vad som är okej för processen, men ligga utanför kundens preferenser och oftast brukar kunden ha många krav på resultatet (Hammersberg, 2021).

2.3 Processförmåga

Processförmågan (process capability) inriktar sig på processens förmåga att kunna tillverka en produkt som uppfyller kundens specifikationsintervall, det vill säga toleransen. Ett index används för att titta på prestandan för en process genom att jämföra bredden av processvariation med bredden med de specificerade toleranserna. Beräkningar av både kortvarig och långvarig prestanda för en process kan utföras. Men ett index för att mäta förmågan borde beräknas efter att mätsystemet är acceptabelt och processen är stabil (Carleton, 2018, Kapitel 17).

2.4 Mätsystemanalys

En mätsystemanalys (MSA) används för att avgöra hur mycket av den totala variationen som består av mätbrus i mätsystemet och i så fall vilka åtgärder som kan göras för att förbättra eller ersätta det nuvarande mätsystemet. Om ett mätsystem som producerar är instabilt kan organisationen fatta dåliga beslut och avvisa viktig information och acceptera dålig. Därför måste det bestämmas ifall mätsystemet är pålitligt eller inte innan processens förmåga kan fastställas. En MSA görs med en designad mätserie som gör det möjligt att separera processens variation från mätsystemets repeterbarhet och reproducerbarhet. Det finns två typer av MSA och vilken av dem som ska väljas beror på om den data som finns är variabel eller attribut (Carleton, 2018, Kapitel 14). Attributdata innebär data med fasta lägen, så som godkänt/icke godkänt, vilket typiskt är ett mätsystem där en operatör gör en bedömning, medan variabeldata har en kontinuerlig skala, som vid mätning av exempelvis längd, tid eller vikt (Bergman & Klefsjö, 2001). Eftersom detta projekt endast kommer hantera variabeldata kommer MSA för attributdata inte tas upp. Vid MSA för variabeldata undersöks systematiska fel, linjäritet och stabilitet. För att avgöra om systematiska fel existerar genomförs ett antal mätningar där genomsnittet sedan jämförs med standarden. Beroende på om genomsnittet är högre eller lägre anpassas sedan mätaren. Vid linjäritet undersöks det ifall det finns systematiska fel i mätsystemet över dess arbetsområde. Vid undersökning av stabilitet avgörs det om systematiska fel förflyttas med tiden (Carleton, 2018, Kapitel 14).

3. METOD

Detta kapitel innefattar de metoder och tillvägagångsätt som använts under projektets gång för att slutligen besvara frågeställningen.

3.1 Six Sigma

Six Sigma är ett vedertaget sätt att arbeta med TQM, vilket hänvisar till en affärsfilosofi, en förbättringsmetodik och ett resultatmått. Six Sigma används för kontinuerlig förbättring för att uppnå högsta möjliga kundnöjdhet. Det finns många olika verktyg att använda sig av för att förbättra processprestanda. Det som Six Sigma hjälper till med är att anpassa organisationens mål och värden för att passa kundens behov och förväntningar. Six Sigma tittar på variation i en process där sigma (σ) är ett mått på variationen med hänsyn till specifikationsgränserna. Detta värde visar hur bra en process presterar och antalet defekter som eventuellt kan uppstå. Detta betyder att ju högre värde på sigma desto mindre variation och defekter eftersom specifikationsgränsernas spann blir större och fler värden ligger innanför de satta gränserna för vad som är okej.

Six Sigma består av DMAIC, vilket är fem faser för att driva förbättringsarbete och står för: definiera, mäta, analysera, förbättra och styra. I definieringsfasen är kundens behov definierat och även det som ska förbättras identifierat. I mätfasen används verktyg för att kunna karaktärisera processen och för att kunna bekräfta mätsystemen. Nästa fas är analysfasen där den framtagna data analyseras för att se vilka viktiga inputs som faktiskt påverkar de outputs i processen. I förbättringsfasen identifieras de förbättringar som behövs för att optimera processen så att variationen och defekterna försvinner/minskar. Den sista fasen är styrfasen vilket ser till att de förbättringar som implementerats upprätthålls (Carleton, 2018, Kapitel 1).

3.2 Nulägesanalys

För att kunna påbörja arbetet och definiera problemet behövdes en nulägesanalys göras. Detta för att tydliggöra hur processens alla steg fungerar och hur produkten kvalitetssäkras i nuläget. Detta gjordes genom att gå in i fabriken och titta på processen. En dialog med företaget fördes för att te reda på hur produkten kvalitetssäkras i nuläget och med hjälp av en operatör erhölls kunskapen om hur salthaltkontrollen går till. För att kunna förstå problemet ordentligt är det viktigt att veta hur processen ser ut i nuläget för de bassorter som ska undersökas.

3.3 Datainsamling

På företaget fanns data över tidigare reklamationer att tillhandahålla. Dokumentationen innehöll faktorer som reklamationsorsak, chipssort och tillverkningstid för varje enskild reklamation. Det fanns även tillgång till dokumentation över tidigare salthaltkontroller. Den data som fanns med i dokumentationen var tid för kontrollen, vem som utfört kontrollen, vilken chipssort, vilken packmaskin och salthalten. Annan data som behövdes samlas in var antalet producerade produkter per packmaskin för år 2020. För att få tag på all data kontaktades kvalitetsavdelningen.

3.4 Tillämpning av Six Sigma: DMA

Projektet är utformat efter DMAIC och de faser som främst fokuserats på är definieringsfasen, mätfasen och analysfasen. Nedan presenteras vilka metoder som använts i de olika faserna.

3.4.1 Definieringsfas

I definieringsfasen gjordes en en Effective scoping *(se bilaga 1)* för att definiera problemet. Det är ett verktyg där processen studeras i motsatt riktning som flödet följer. Först ligger fokus på outputs, det vill säga vad processen gör och vad som vill uppnås (Y). Därefter på förbättring, vilka mätvärden som bör förstås och förbättras (y). Sist ligger fokus på var förändring kan ske, vilket inkluderar var förändringar kan ske, vilka personer som krävs, vilka inputs (x) som levereras och varifrån. Verktyget hjälper till att hitta rätt delar att fokusera på för att kunna definiera det rätta problemet (Hammersberg, 2021).

Sedan gjordes en Project charter *(se bilaga 2)* för att definiera projektet och vilka personer från företaget som är delaktiga. En Project charter är ett dokument som ger en helhetsbild av projektet. Det är ett antal delar som ska besvaras i ett dokument för att definiera kundens behov, projektets omfattning, mål, framgångskriterier, de olika gruppmedlemmarna och deadlines för projektet (Carleton, 2018, Kapitel 3).

3.4.2 Mätfas

Under mätfasen gjordes två olika processkartor av typen Process map (P-map). En P-map är en processkarta som visar alla steg i processflödet och alla potentiella faktorer som kan orsaka variation *(se bilaga 3)*. I en P-map listas alla processtegen uppifrån och ner. Sedan listas alla inputs för varje steg till vänster och alla outputs för varje steg till höger. Processkartan ska även innehålla vilken klassificering varje input tillhör, vilket kan vara kontrollerbar (C), mätbrus (N) eller standardrutin (SOP). Detta är ett verktyg vid processförbättringar då det hjälper till att förstå och kontrollera inputs för att eliminera variation (Carleton, 2018, Kapitel 11). En P-map gjordes över salthaltkontrollen *(se bilaga 4)* för att kontrollera hur processen går till och vilka inputs och outputs som bör undersökas. Stegen sattes och in- och outputs listades med hjälp av en operatör som är ansvarig över salthaltkontrollen. Även en P-map över hela processen, från fritering till paketering, gjordes då det insågs att det är relevant att titta på hela processen med tanke på att flera faktorer kan påverka kryddningen. Exempelvis hur chipsen transporteras, hur de vägs eller hur kryddan distribueras.

Därefter gjordes en analys av typen Potential-FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) utifrån processkartan över salthaltkontrollen *(se bilaga 5)*. I en Potential-FMEA listas inputs i en matris där de sedan analyseras. Detta är ett verktyg som möjliggör en bedömning av risken för kunderna om en processinput skulle misslyckas. En Potential-FMEA kan även hjälpa till att hitta möjliga felorsaker, vad för åtgärder som bör vidtas och sannolikheten till att felen upptäcks före inträffande. Utifrån de inputs som skrivits in i matrisen identifieras olika felorsaker och konsekvenserna av dem. Konsekvenserna betygsätts utifrån hur allvarliga de är. Därefter listas och betygssätts potentiella felorsaker utifrån hur ofta de sker. Efter detta undersöks vilka kontroller som existerar och kan motverka felorsaker och betygsätts i hur bra kontrollerna upptäcker felorsaker. I en FMEA sker alla betygssättningar på en skala från 1–10 (Carleton, 2018, Kapitel 32). I detta fall användes detta verktyg som bedömning av risken för ett felaktigt resultat av salthaltkontrollen om en processinput skulle misslyckas. Detta för att skapa en grund till vilka tester som skulle utföras på salthaltkontrollen i Estrellas labb.

Grundat på Potetial-FMEA analysen påbörjades en MSA på den salthaltkontroll som maskinoperatörerna utför varannan timma i produktionen. Tester av salthaltkontrollen gjordes i Estrellas labb tillsammans med en labbtekniker på samma sätt som operatörerna annars utför kontrollen. Två påsar lättsaltade chips, vilket ska innehålla 1,4% salt hämtades direkt från chipslinjen. Under det första testet togs chipsen ur påsen och maldes. Tiden som krävdes för att få den textur på chipsen som är enligt labbteknikern lämplig för tester var ca 44 sekunder. Sedan togs två prover med malda chips, ett med vikten 2,0 gram och ett med vikten 2,2 gram. Detta för att se hur det påverkade resultatet att endast använda påsens innehåll för testet, samt hur olika mängd chips påverkar resultatet. Sedan gjordes tester där en hel påse vändes ner i mixern och maldes till en lämplig textur. Bland annat prover där det togs malda chips från toppen av mixern respektive botten från mixern utfördes. Sedan maldes chipsen till en ännu finare textur och ytterligare 5 prover togs.

Därefter gjordes temperaturmätningar på chipsen på olika ställen i processen. Det mätinstrument som användes var en IR-termometer. En IR-termometer mäter den termiska strålning som ett objekt avger, vilket gör att temperatur går att mäta på ett föremål utan att vidröra det (Tsai, 2020). Temperaturen mättes på tre olika ställen: direkt efter fritösen, innan första packmaskinen (packmaskin 1) och innan sista packmaskinen (packmaskin 11). För att få ett så säkert resultat som möjligt mättes temperaturen i 5 minuter på varje ställe och sedan räknades medeltemperaturen ut. Anledningen till att temperaturen valdes att mätas är för att se hur avståndet mellan fritösen och packmaskinerna påverkar temperaturen.

3.4.3 Analysfas

Reklamationsstatistiken för år 2020 analyserades i JMP. JMP är en programvara för datavisualisering och statistisk analys där data kan analyseras med hjälp av tabeller, grafer, diagram och rapporter. Programmet möjliggör upptäckter av relationer, upptäckter av variationer över många variabler samtidigt, utforskning och sammanfattning av stora mängder data, samt utveckling av statistiska modeller för att förutsäga framtiden (SAS Institute, 2015). I detta fall användes JMP för att hitta samband mellan sort, tid och datum för tillverkning och packmaskin. Reklamationer på grund av annat än kryddning sorterades bort, eftersom det är i kryddningen intresset ligger. Sedan användes grafverktyget i JMP för att se de olika relationerna. Även data från tidigare salthaltkontroller från 2020 lades in i JMP, i hopp om att hitta ett förhållande mellan icke godkända kontroller och kundreklamationerna.

För att se om kopplingen mellan reklamationer och vissa packmaskiner berodde på att dessa packmaskiner producerar mer än andra, gjordes en tabell i excel. Antalet kundreklamationer ställdes i förhållande till antalet producerade produkter för varje packmaskin. För att tydligare se de olika värdena användes ett stapeldiagram *(se bilaga 7)*. Resultatet jämfördes sedan med de temperaturmätningarna som tidigare gjorts.

Efter detta gjordes en Cause & effect (C&E) matrix *(se bilaga 8)* utifrån processkartan för hela processen från fritering till paketering för att utvärdera och dokumentera förhållandet mellan in- och outputs i processen *(se bilaga)*. C&E matrix är en matris där alla inputs listas från processkartan P-map, samt de outputs som är värdeskapande för kunden. Dessa outputs värderas sedan från 1–10, där 10 är mest och 1 är minst värdeskapande för kunden. Detta gör skaparna av matrisen. De outputs som i projektet ansågs värdeskapande för kunden var ”rätt mängd på krydda” och ”rätt fördelning på krydda”, båda med ett värde på 10. Dessa outputs grundades på tidigare reklamationer, samt en diskussion med företaget. Sedan ska varje input värderas förhållande till output med något av följande värde:

- 0 - Ingen korrelation
- 1 - Processinput korrelerar endast avlägset med kundkravet
- 3 - Processinput har en måttlig korrelation med kundkravet
- 9 - Processinput har en direkt och stark korrelation med kundkravet

Denna metod används för att sedan kunna gå vidare och fokusera på de inputs som är relevanta och värdeskapande för kunden (Carleton, 2018, Kapitel 20).

4. RESULTAT

I detta kapitel redovisas de resultat som erhållits från alla verktyg som använts och all mätdata som gjorts. Först presenteras resultatet av nulägesanalysen, sedan de olika resultaten som erhölls i de olika faserna.

4.1. Nulägesanalys

Nedan presenteras resultatet av nulägesanalysen.

4.1.1 Beskrivning av processen

Processen för alla bassorter är i princip densamma. Den börjar med att potatisen skivas och därefter friteras i olja. Sedan går chipsen igenom en kvalitetskontroll där chips med gröna eller mörka fläckar sorteras bort. Chipsen åker sedan vidare, ner för en hiss och vidare på ett

vibrerande band som fungerar som en buffert och transportbana till en våg. Där vägs mängden chips som åker in i kryddtunneln för att kunna ge rätt mängd krydda. Kryddan hälls i kryddtratten och fördelas sedan i kryddtunneln från en ventil med en skruv som roterar olika fort beroende på hur mycket krydda som behövs. I kryddtunneln finns en roterande kryddtrumma som fungerar som en cementblandare, så när chipsen förs in i trumman så förs även anpassad kryddmängd in. Kryddan kommer ur en ventil som sedan går ut på ett "svärd" som fördelar kryddan i kryddtunneln. Därefter så blandas chipsen i trumman och när de är klara förs de vidare till packning. Kryddan kommer som en färdig mix i påsar på 25 kg. Kryddan har en hållbarhet på 6 månader och en öppnad påse går på ca 20–30 minuter när maskinen körs. Produktionen är i gång från söndag natt och producerar fram tills fredag kväll. En större städning av maskinerna sker under helgen då det inte sker någon produktion. Men ifall ett byte av smak som produceras görs under veckan så rengörs maskinerna även då.

4.1.2 Kontroller i processen

För att säkerställa produktionen och kvalitetssäkra produkten genomförs ett antal regelbundna kontroller. Detta är följande:

- Torrsubstanshalten (TS-halten) på potatisen kontrolleras av leverantören för varje leverans/batch innan den kommer till fabriken.
- Efter att chipsen har friterats görs en fukt- och fetthaltmätning som sker löpande.
- För att kontrollera kryddmängden mäts endast salthalten i kryddan. Salthaltkontrollen utförs av operatören varannan timma. En slumpmässig påse tas från linjen och på denna påse tas två prover. Sedan registrerar operatören vilken chipssort som ska testas, vad för typ av test som ska göras och i vilken ordning i programmet free weight. Därefter mixas chipsen i ca 20 sekunder innan mixen fördelas i 2 koppar, ca 2 gram i varje. Sedan fylls kopparna på med saltlösning upp till en markering, ca 40 ml. Därefter placeras de i rätt ordning i maskinen. Innan maskinen startas måste operatören manuellt registrera den exakta vikten för varje prov.
- Det sker även en manuell kontroll varje timma, där de kontrollerar bland annat försegling av påse, datum, syrenivå, vikt och smak.

4.2 Definieringsfas

Här presenteras resultaten av de olika verktygen som använts i definieringsfasen.

4.2.1 Effective scoping

Resultatet från projektets Effective scoping (*se bilaga 1*) visar att det som kommer ut ur processen är kryddade chips. Det visar även att konsumenten bryr sig i huvudsak om kryddning och smak. Det mätvärde som bör förstås och förbättras (y) är mängd och fördelning av krydda. Ytterligare stora Y som inte får glömmas bort under processen är konsumentreklamationer och kostnader. Det visar även att det är ett flertal olika råvaror (x), bland annat potatis, olja och krydda, från leverantörer som behövs för att kunna utföra processen.

4.2.2 Project charter

Resultatet av den Project charter som gjordes *(se bilaga 2)* visar att det är en del personer från företaget som varit delaktiga med detta projekt för att hjälpa till med datainsamlingsprocessen. De olika deadlines som definierats är utifrån det schema som följts i kursen *TEK170 Six sigma black belt* på Chalmers tekniska högskola som projektmedlemmarna deltagit i parallellt med detta projekt. Ett av målen/förväntad påverkan av projektet som listades i dokumentet är att förbättra trender i konsumentreklamationer.

Några fördelar som detta projekt kan leda till att minska svinnet, konsumentreklamationer och olika kostnader för företaget. De specifika processerna som ansågs vara involverade i projektet där förändringar kan implementeras är kryddtrumman, linjen innan paketering och kvalitetskontrollen för kryddning.

4.3 Mätfas

Nedan redovisas de mätningar som gjorts för att titta på salthaltkontrollen och temperaturen i processen, men även de verktyg som använts för att förstå hur processen fungerar och vilka inputs som behövs.

4.3.1 Process map

Processkartan över hela processen *(se bilaga 3)* resulterade i 11 steg, 39 inputs och 23 outputs. Det första steget är fritös och här kommer inputs med råvaror så som skivad rå potatis och olja. Output här blir då varma friterade chips. De 5 nästkommande stegen är kvalitetskontroll, hiss, vibrerande transportband/buffer, vibrerande transportband och kontrollvåg (check weigher) som alla har en gemensam input, vilket är friterade chips. Däremot har de olika outputs, så som att sålla bort de dåliga chipsen som har mörka och gröna fläckar på sig, att chipsen transporteras genom processen, buffert/transportband, kvarvarande friterade chips och uppvägt flöde av chips. Efter detta kommer steget kryddtratt (seasoning funnel) som har många inputs så som uppvägt flöde av chips, rätt mängd ingredienser, omrörare och hammare som ser till att kryddan åker ner på chipsen, torrhet av kryddan, indikator och sensor som ser till att de kommer krydda i processen. De outputs som kommer från detta steg är rätt flöde och mängd krydda. Nästa steg är kryddsvärd där det handlar mycket om rätt vinkel, lutning och längd på svärdet. Detta ger rätt fördelning av krydda på chipsen. Därefter kommer roterande kryddtrumma (rotating drum) som har inputs med fokus på rätt lutning på trumman och fördelning av kryddan. Även vart kryddan släpps i trumman och hur lång tid chipsen är i trumman. Det är efter detta steg som dem får de kryddade chipsen. Nästa steg är påsmaskin (bagging machine), vars inputs är kryddade chips, folie, vägning och kväve. Steget resulterar i färdigpaketerade påsar med chips. Sista steget är att kvalitetskontroll där en kontroll på den färdiga påsen görs. Det är många utav stegen som har en input som är schemalagd manuell standardiserad städning av maskinen, samt en output att maskinen blir smutsig efter användning. Av alla inputs listade i processkartan tillhör 25 standardrutin, 10 av dem är kontrollerbara och 4 av dem klassas som mätbrus.

Processkartan över salthaltkontrollen *(se bilaga 4)* resulterade i 5 steg, 15 inputs och 8 outputs. Första steget i kvalitetskontrollen är free weight och de inputs som krävs för att denna del ska fungera är slumpmässigt valda påsar av operatör, från packningsmaskin och att det görs nya tester varannan timma för att kontrollera saltnivån. Output för denna del är att de valda chipspåsarna har blivit inskrivna i programmet så att testerna registreras. Andra steget är malning (grinding), vilket har 3 inputs: vald chipspåse, sekvens för att hälla över chipsen i maskinen för att mixa dem och en period på 20 sekunder för operatören att mixa chipsen. De outputs detta steg resulterar i är krossade chips samt en smutsig maskin. Det tredje steget i kvalitetskontrollen är provfördelning (sampling) som har dessa inputs: krossade chips från maskinen som maler, koppar att placera chipsen i, en våg för att väga mängden chips som ska placeras i varje kopp och uppmätning av 2 gram chips i varje kopp, utfört av operatör. De outputs detta steg resulterar i är vägda blandningar av krossade chips i koppar, 2 gram per kopp och att den faktiska vikten är uppmätt för varje kopp. Det fjärde steget i processen är saltlösning vars input är vägda blandningar av krossade chips i koppar och saltlösning som tillsätts i varje kopp. Efter detta steg är klart erhålls en blandning av krossade chips och saltlösning. Det sista steget är tester i titris machine som också har fyra inputs. Dessa är

blandning av krossade chips och saltlösning i koppar, manuell inställning av ordning, att ställa in den faktiska vikten för varje kopp, samt att starta maskinen. Det slutliga resultatet är ett värde på salthaltnivån på chipsen. Det är 7 inputs som är standardrutin, 2 som är mätbrus och 6 som är kontrollerbara. Det resultat som erhålls av denna process är nivå av salthalt i procent, vilket visar om chipsen ligger innanför de satta gränserna för vad som är en godkänd nivå.

4.3.2 Potential-FMEA

En Potential-FMEA gjordes utifrån processkartan över salthaltkontrollen för att hitta potentiella fellägen *(se bilaga 5)*. Alla de 15 processtegen för kontrollen har lagts in med sina inputs. De steg i processen som fick högst värden är malning, saltlösning, test i titris machine och provfördelning.

I nuläget pågår malning under en period på cirka 20 sekunder utav en operatör. Här är det viktigt att mala chipsen till en finkornig textur för att kunna få bästa möjliga testresultat. Potentiella konsekvenser av felorsaker för denna input är att saltnivån ökar med längre malperiod, kortare malperiod ökar volymen på krossade chips. Därför har företaget satt en period på ca 20 sekunder som bästa tiden för att inte mala chipsen för länge men det finns ingen standardiserad arbetsprocess för malningstiden och inte heller någon kontroll för denna del.

Steget saltlösning har två inputs med högt värde. Den första är uppvägd blandning av krossade chips i koppar. Den syftar på om vikten av chipsen som hamnar i kopparna har någon påverkan på hur mycket saltlösning som hamnar i kopparna och om detta i sin tur har någon påverkan på resultatet av saltnivån. Potentiella konsekvenser av felorsak är då om avvikelse från de 2 gram har en påverkan på saltnivån. Det som kontrollerar denna input är att vikten för varje kopp med chips noteras. Två prover görs från varje chipspåse och ett medelvärde tas från dessa. Den andra är saltlösning 40 ml * 2 (tillsatt av operatören), vilket betyder att ca 40 ml saltlösning tillsätts i varje kopp. Antal milliliter är inget som mäts upp utan det tillsätts av en operatör upp till ett streck som markeras i koppen. Med tanke på att mängden chipsmix som fördelas i koppen kan variera kan även saltlösningen variera. Det finns inget separat mått för att måtta upp saltlösning för att få samma mängd saltlösning i varje kopp, inte heller någon standard för exakt mängd av saltlösning.

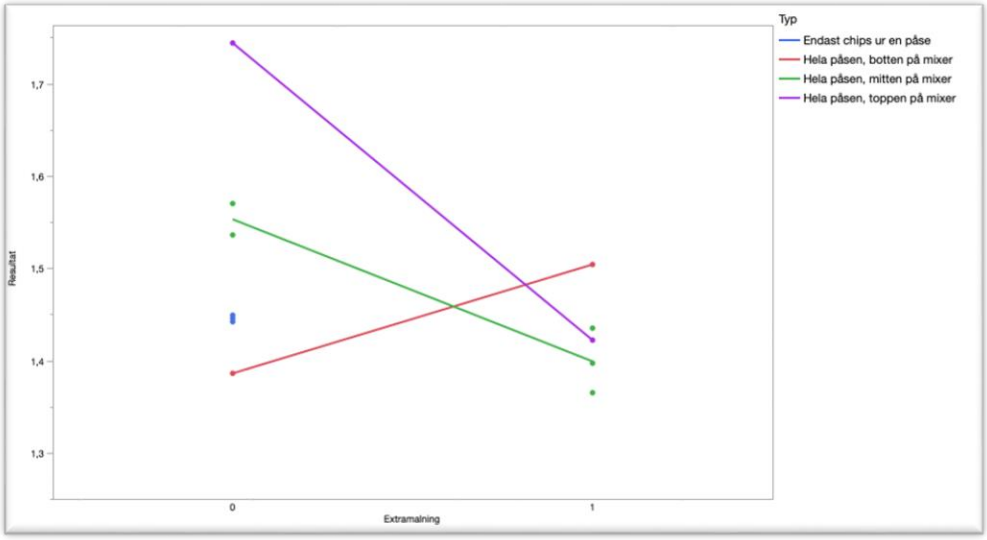
Steget test i titris machine fick också ett högt värde. Det input för detta steg är blandning av krossade chips och saltlösning i koppar. Potentiella konsekvenser av felorsaker för denna input är fel relation mellan volymen krossade chips och mängden saltlösning i koppen som eventuellt kan påverka resultatet av saltnivån. En orsak till detta kan vara att det är fel vikt av chips i kopparna.

Det sista steget som fått högre värde är steget provfördelning med dess input krossade chips. Här finns det ingen standardiserad procedur för att välja prover av malda chips, alltså om chips ska tas från botten, toppen eller i mitten av den malda mixen. Potentiella konsekvenser av felorsak är då att detta eventuellt kan påverka resultatet av saltnivån. En åtgärd för att det ska bli rätt mängd chips och saltlösning i varje kopp används en våg för att väga antal gram chips i varje kopp.

4.3.3 Tester av salthaltkontroll

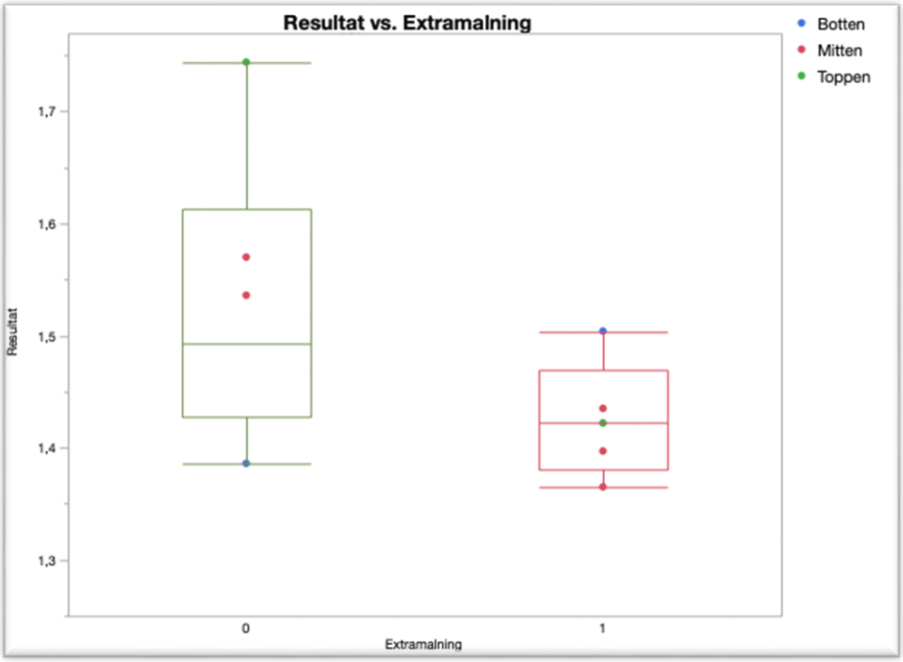
För att chipsen skulle malas till lämplig textur för proverna krävdes en malningstid på mer än 20 sekunder. När chipsen maldes ytterligare erhölls en finare textur och en jämnare chipsmix

men mer olja frigjordes från chipsen. Detta påverkade utfallet på olika sätt beroende på var i mixern de malda chipsen togs, vilket går att se i figur 1. Vid chips tagna från toppen av mixern sjönk salthalten vid ytterligare malning. Detsamma gällde för proverna med chips tagna från mitten av mixern. Vid chips tagna från botten av mixern ökade salthalten vid ytterligare malning. När chipsen togs ur påsen gavs jämnare resultat som låg emellan de resultat som gavs vid prover där hela påsen vändes ner i mixern.



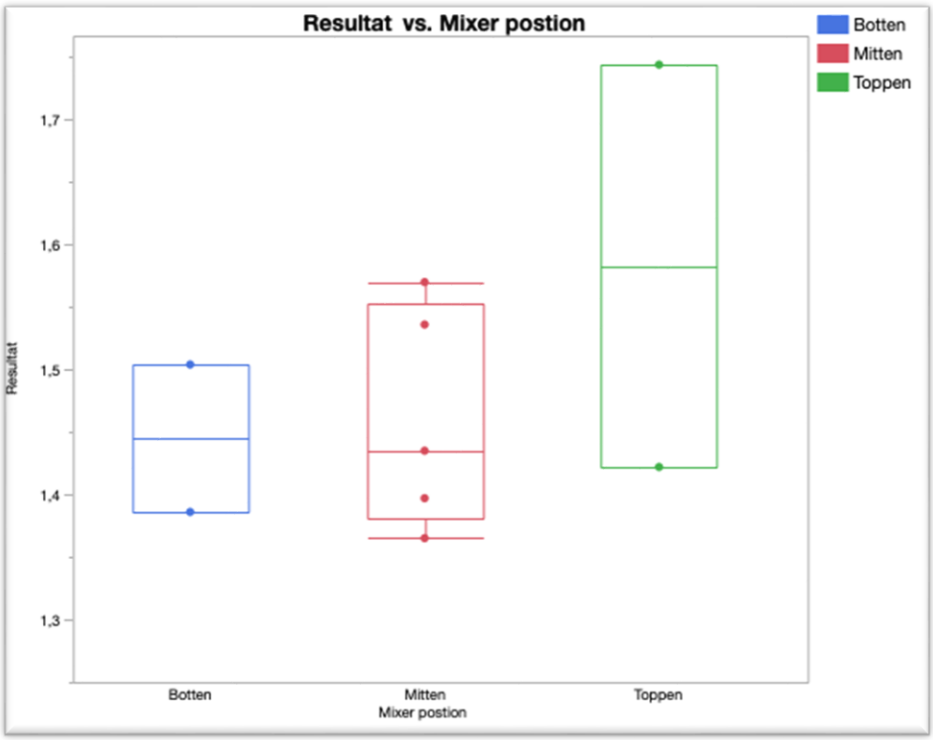
Figur 1 – graf över resultat på tester på salthaltkontroll beroende på malningstid

I figur 2 går det att avläsa en större spridning för de tester där chipsen maldes i 44 sekunder jämfört med när chipsen maldes ytterligare. När chipsen maldes i 44 sekunder till lämplig textur erhölls en maximal skillnad på 0,358% i resultat beroende på vilken del av mixern chipsen togs ur. Resultatet var som lägst i botten och som högst i toppen. När chipsen maldes ytterligare till en finare textur erhölls en maximal skillnad på 0,139% i resultat, där provet med högst resultat var taget i botten och provet med lägst resultat var taget i mitten av mixern. Chipssorten som användes för testerna ska ha ett värde på 1,4% salt, med en godkänd tolerans på ±0,3%. Ingen av de utförda testerna låg utanför dessa gränser.



Figur 2 – spridning av resultat från tester på salthaltkontroll beroende på malningstid

Det gick även att urskilja en variation i spridning beroende på var i mixern proverna är tagna ifrån. I figur 3 går det att se att spridningen var störst vid prover tagna från toppen av mixern och minst vid prover tagna från botten av mixern. Utav de prover som togs var det test med högst resultat taget från toppen medan det med lägst resultat var taget från mitten.



Figur 3 – spridning av resultat från tester på salthaltkontroll beroende på var i mixern proven är tagna ifrån

4.3.4 Temperaturmätningar

De temperaturer som mättes upp var följande:

- Direkt efter fritösen - 110–145°C
- Ca 10 meter innan första packmaskinen - ca 70°C
- Vid sista packmaskinen - ca 25°C

Utifrån dessa mätningar visar det att temperaturen på chipsen sjunker och mer ju längre ifrån fritösen chipsen transporteras. Det är alltså en ganska stor temperaturskillnad på chipsen vid packmaskin 1 jämfört med packmaskin 11. Det har gjorts tester av Estrella där resultatet visat att max 70 grader och några grader under är den bästa temperaturen för att kryddan ska fästa bäst på chipsen vilket är vid den första packmaskinen. Vid sista maskinen har temperaturen hunnit gå ner ganska mycket, vilket kan ha en påverkan på kryddningen av chipsen. Sträckan som chipsen åker från fritering till en packmaskin kan vara betydande då längden påverkar tiden emellan fritering och kryddning.

4.4 Analysfas

Nedan presenteras resultaten ifrån projektets analysfas.

4.4.1 Reklamationsstatistik och tidigare salthaltkontroller

Utav analysen i JMP visades en tydligt se en koppling mellan majoriteten av reklamationerna och två specifika packmaskiner *(se bilaga 6).* Analysen i JMP visade även att reklamationerna kom i vågor, då det kunde komma flera reklamationer av samma produkt med samma tillverkningsdatum och tillverkningstid. Vid analys av tidigare salthaltkontroller hittades inget samband mellan reklamationerna och icke godkända kontroller. Vid analys av tidigare salthaltkontroller upptäcktes det dock att dokumentationen var bristfällig om systemet till exempel legat nere.

Förhållandet mellan reklamationer och antalet producerade produkter för varje packmaskin var inte samma för alla packmaskiner, vilket betyder att kopplingen mellan majoriteten av reklamationerna och dessa två packmaskiner inte beror på att det är dessa packmaskiner som producerar mest. Det går dock se att en ökning sker av antalet reklamationer för varje packmaskin, ju längre ifrån fritösen packmaskinen ligger *(se bilaga 7).* Ett undantag är PM06, där det tidigare funnits problem med kryddprocessen, vilket ger en förklaring till att värdet är så högt.

4.4.2 Cause and Effect Matrix

Resultatet från matrisen som gjordes *(se bilaga 8)* visar att de outputs som ansågs värdeskapande för kunden blev rätt fördelning av krydda och rätt mängd krydda, båda med ett värde på 10. Viktning av inputs i förhållande till värdeskapande outputs resulterade i ett högsta värde på 180, varav 5 inputs med detta värde. Enligt matrisen är det steget kryddtratt som har flest inputs med påverkan på de värdeskapande outputs som valts. De inputs som påverkar är vägt flöde av chips, rätt mängd av ingredienser, att skruv och indikator som bestämmer kryddmängden fungerar bra. Matrisen visar även att kontrollvågen har 180 poäng och här är det kalibrerad våg som kan ha en stor påverkan.

5. DISKUSSION

I detta kapitel diskuteras de resultat och upptäckter som gjorts under detta projekt, vad projektet har för påverkan ur ett hållbart perspektiv, samt hur det har varit att arbeta med Six Sigma i ett förbättringsprojekt.

5.1 Projektets resultat

P-map har varit ett bra verktyg för att få en överblick av processen. Två processkartor gjordes, en över salthaltkontrollen och en över kryddprocessen, vilket har varit en stor bidragande faktor till projektet. Att stegvis gå igenom hur en process ser ut och vilka inputs respektive outputs som finns ger en tydlig bild och underlättar förståelsen över problemet.

Från de tester gjorda på salthaltkontrollen i Estrellas labb visades att alla tester låg innanför toleransen, däremot var det en stor spridning på de tester som gjordes. Utav de prover som togs var det test med högst resultat taget från toppen medan det med lägst resultat var taget från mitten. Kan resultatet av salthalten påverkas beroende på var i mixern proverna är tagna från? Vid jämförelse sågs även en större spridning för de tester med malning i 44 sekunder än när chipsen maldes ytterligare. Resultaten för de tester som gjordes vid ytterligare malning låg närmre chipsens börvärde. Kan detta bero på att chipsmixen blandas bättre vid ytterligare malning? Hur kommer det sig att salthalten sjönk vid ytterligare malning vid prover tagna

från toppen och mitten, men ökade vid botten? Beror det på att olja frigjordes vid ytterligare malning? Vad skulle hända om chipsen mals ännu mer? Skulle salthalten sjunka ännu mer vid toppen och mitten av mixen och öka vid botten, eller skulle resultatet bli jämnare? Med tanke på att testen som utfördes var så pass få är det svårt att dra några slutsatser, men en observation är att detta är något som bör undersökas mer. I vidare undersökningar hade det varit bra att utföra flera tester under en längre tid. Detta för att kunna se ifall det finns något tydligt mönster eller något avvikande, för att kunna säkerställa mätsystemet mer än vad det funnits möjlighet till nu. Att undersöka mätsystemet ytterligare hade varit bra för att kunna säkerställa att testerna utförs korrekt och att rätt mängd av krydda används på chipsen. Dessa tester ger dock ingen bra mätning på hur väl kryddan fördelas på chipsen, utan bara att rätt mängd krydda finns i hela påsen med chips.

Med tanke på att Estrella inte tar in själva produkten i samband med en reklamation är det svårt att veta om kryddningen är utanför Estrellas satta gränser. Det är även svårt att definiera voice of the costumer när Estrella producerar samma chips till flera olika marknader. Eftersom varje individuell person har olika preferenser finns inte scenariot att alla är nöjda, men genom att ha en bra mängd och fördelning av chipskryddan kommer troligen antalet reklamationer att minska.

Eftersom temperaturskillnaden var så stor mellan första och sista packmaskinen kan det finnas ett samband mellan temperaturen på chipsen och hur bra kryddan fäster på chipsen. Detta är dock något som i sådana fall borde visat sig vid salthaltkontrollerna. Innebär detta att det är rätt mängd krydda i påsen men att den ej har fastnat på chipsen, eller används det mer krydda vid packmaskinerna längre bort från fritösen? Eftersom temperaturmätningarna utfördes ganska sent i projektet fanns det inte tid att undersöka detta mer. För att få ett stabilare resultat på mätningarna och för att kunna säkerställa sambandet hade man behövt utföra flera mätningar i processen, under en längre period. Man hade behövt undersöka kryddningen för varje specifik packmaskin och se om de fäster olika mycket. Med tanke på att kryddningen ställs in manuellt hade det även varit intressant att se om maskinerna närmre fristösen är inställd på att ge ut mindre krydda än maskinerna längre bort.

En potential-FMEA gjordes under arbetet och ett intressant resultat togs fram. De processer med inputs som visade sig ha högst värden användes senare som grund för att titta på vilka olika tester som skulle utföras i Estrellas labb för att undersöka salthaltkontrollen, utöver det sätt som operatörerna utför kontrollen efter. Denna analys tillsammans med processkartan för salthaltkontrollen har varit bra verktyg för detta projekt för att få en helhetsbild över hur denna process fungerar och i vilken ordning alla stegen görs. Det har även varit bra för att kunna se vad som eventuellt hade kunnat påverka resultatet av saltnivån om testerna utförs på olika sätt, då om man maler hela påsen eller bara en del av den, hur länge man maler chipsen osv. Däremot är inte den potential-FMEA som gjordes helt ifylld, vilket beror på att företaget är de som bestämmer vad som skall implementeras eller fortsättas undersökas vidare av de rekommendationer som tagits fram. Därför finns det inte heller någon anledning att sätta en person som ansvarig för någon process ännu. Detta verktyg användes mer för att ha som grund för att hitta eventuella felorsaker och eventuella konsekvenser av dem som sedan kunde undersökas i labbet som nämnts tidigare, därför finns det heller ingen anledning till att fylla i resterande del av matrisen.

I matrisen C&E matrix fick 5 inputs ett högre värde än alla andra. Kalibrerad våg fick ett högt värde eftersom det är denna våg som avgör hur mycket krydda som ska komma genom ventilen. Om vågen inte fungerar eller är kalibrerad kan detta alltså leda till att fel mängd

krydda hamnar på chipsen, därav det höga värdet. Detta gör även att uppvägt chipsflöde är en input med högt värde eftersom det är väldigt viktigt att chipsen faktiskt är vägda. För att få ut rätt mängd krydda på chipsen är det även viktigt att det är en smidig drivning av skruv (smooth running of screw), annars kan detta leda till att fel mängd kommer genom ventilen trots att chipsen är vägda. Något annat som är viktigt för att rätt mängd och fördelning av krydda ska hamna på chipsen är rätt mängd av ingredienser. Det är viktigt att det är rätt ingredienser i kryddan innan den hälls i tratten. Kryddan kommer färdigblandad i påsar som sedan hälls i tratten utan att säkerställa att kryddblandningen innehåller till exempel rätt mängd salt. Den sista input som fick ett högt värde var flödesindikatorn, alltså indikatorn som mäter flödet på kryddan som kommer genom ventilen. Även detta är en input som påverkar kryddans mängd och fördelning. Om indikatorn inte fungerar eller störs av något leder detta till att processen inte vet hur mycket krydda som matas ut.

5.2 Påverkan ur ett hållbart perspektiv

Enligt naturvårdsverket slängdes år 2018 cirka 1,3 miljoner ton matavfall i Sverige. Detta inkluderar både oundvikligt matavfall och onödigt matavfall, ofta kallat matsvinn. I livsmedelskedjan stod då livsmedelsindustrin för 3%, medan hushållen står för 70% (Anderzén, 2021). Att undersöka orsaken till variation i kryddprocessen bidrar till stabilare kryddprocess, samt bygger en grund för optimering av kundens smakupplevelse. Detta har en positiv påverkan på flera sätt ur ett hållbart perspektiv. Matsvinn i produktionen kommer att minska då processen kommer producera mindre kassation, det vill säga produktion av ej godkända produkter. Även matsvinnet i hushållen kommer att minskas då man uppnår en ökad kundnöjdhet vid optimering av kundens smakupplevelse.

Förutom att matsvinnet blir till avfall, vilket är en bidragande effekt till koldioxidutsläpp, så är matsvinn helt onödig produktion. Mindre matsvinn skulle alltså leda till minskad energianvändning, råvaruförbrukning, utsläpp vid produktion och transporter.

5.3 Att arbeta med Six Sigma

Efter att ha arbetat med detta projekt med hjälp av Six Sigma metodiken för att komma fram till eventuella orsaker av variation har en del reflektioner kring denna typ av förbättringsarbete uppstått. Vad finns det för skillnader och likheter mellan denna metod och ett vanligt projekt?

Den största skillnaden om man jämför detta projekt med tidigare projekt är att man vid detta förbättringsprojekt arbetar uppströms och verkligen försöker hitta orsaken till de problem man har. I andra projekt och arbetslivet i allmänhet löser man problemet för stunden för att spara tid men tittar inte på vad det egentligen är som orsakat problemet. I Six Sigma projekt arbetar man med att eliminera problemet medan man i andra projekt oftast fokuserar på lösningar som endast åtgärdar problemet. I ett vanligt projekt känns det som att projektet blir smalare och smalare och till slut har ett resultat tagits fram. Medan i ett Six Sigma projekt känns det som att projektet blir bredare och bredare desto längre tid som går. Även tiden är viktig att tänka på under ett Six Sigma projekt. Det är svårt att sätta en tid på när ett sådant förbättringsprojekt ska vara klart då man inte vet hur vägen till eventuella förbättringarna kommer att se ut eller vad man kommer att få för resultat. Det är viktigt att låta det ta den tid de tar för att få fram bästa möjliga resultat av projektet.

En annan skillnad som har upplevts är att man vid andra projekt får ett problem som ska lösas och då håller man sig till den planen och då är det lätt att få tunnelseende och missa viktiga delar för att man är så fast i att få fram ett resultat på det som frågas efter. Men med ett Six

Sigma projekt är det okej att omdefiniera sitt projekt om det skulle behövas under projektets gång och det är även en av det viktigaste delarna att lägga sin tid på och ställa sig frågan: tittar vi på rätt problem? Det är även viktigt att tänka brett för att kunna upptäcka viktiga aspekter längs projektets gång.

6. SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER

De frågeställningar som utformats i början av projektet har använts som en grund för de mätningar och analyser som gjorts, vilket har hjälpt att ta fram de slutsatser och rekommendationer som kommer att ges till företaget. Den första frågan *vilken kunskap finns om kryddprocessen i nuläget?* besvaras i nulägesanalysen i resultatavsnittet. Där beskrivs hela processen från skivad potatis till färdig chipspåse. Den andra frågan *hur kvalitetssäkras produkten idag med hänsyn till kryddvariation?* besvaras också i resultatavsnittet med de kontroller som görs i processen där en beskrivning av salthaltkontrollen finns med. De rekommendationer som tagits fram i detta avsnitt baseras på de sista frågorna *är den mätdata som finns pålitlig?* och *vad kan vara underliggande orsaker till variation?* Nedan presenteras slutsatser och rekommendationer framtagna under projektet.

Efter de tester som utförts under detta projekt rekommenderas företaget att standardisera kontrollprocessen för att få ett så säkert resultat som möjligt. I nuvarande läge finns olika faktorer som kan variera beroende på vilken operatör som utför testet. Exempelvis, hur länge chipsen mals. Mängden och densiteten på chipsmixen som hälls i koppen vid proverna påverkar även den procentuella delen av saltlösningen. Företaget rekommenderas även att utföra en större undersökning på hur de olika faktorerna påverkar utfallet av resultat för salthaltkontrollen. Detta genom att utföra fler tester för att kunna observera mönster och avvikelser, samt dra statistiska slutsatser. För att kvalitetssäkra produkten rekommenderas företaget även att ta fram ett nytt mätsystem som regelbundet mäter fördelningen av chipskrydda.

Registrering av data måste prioriteras. Grunden för TQM och ständig förbättring ligger att följa upp rätt mätetal både på färdig produkt och på viktiga faktorer tidigare i kedjan med mätsystem som har tillräckligt fin precision i förhållande till processens variation. Styrdiagram är utmärkta verktyg för att enkelt visualisera processens beteende över tiden. Detta är viktigt för att få en gemensam syn på hur processen presterar normalt, vilket är grunden för systematiskt förbättringsarbete. VOP visar om processen är stabil eller inte. Är den stabil, presterar den på toppen av sin förmåga. Om det inte är tillräckligt bra behöver den byggas om i grunden. Om den inte är stabil, så behöver störningskällor identifieras och elimineras så att stabilitet kan uppnås, innan det går att konstatera om den är VOP är tillräcklig eller inte. Vid analysen av tidigare salthaltkontroller var det svårt att finna data för de tiderna programmet (free weight) legat nere. Dokumentation saknades eller fanns i olika dokument där olika mycket var ifyllt, vilket gör det svårare att hitta information som kan hjälpa till att minska antalet kundklagomål. I framtiden är det viktigt att allt dokumenteras på samma ställe i samma filer så att det är enkelt att hitta informationen. Det är även viktigt att alla operatörer fyller i allt, samt skriver på samma sätt i dokumenten så att informationen enkelt kan läsas av och användas i andra program för att titta på statistik för eventuella framtida förbättringsarbeten.

Avståndet mellan fritösen och packmaskin har en påverkan på temperaturen. Det kan finnas ett samband mellan detta och hur bra kryddan fäster på chipsen. Därför är rekommenderat nästa steg för företaget att titta närmare på temperaturen på chipsen under olika delar av

processen och avstånden chipsen färdas under processen beroende på vilken packmaskin de ska till. Ta fler temperaturmätningar vid varje packmaskin och undersök om kryddan fäster olika mycket på chipsen beroende på packmaskin. Under projektet hann vi börja titta på detta men tiden fanns inte för att kunna fördjupa sig inom detta område.

Efter att en cause and effect matrix gjordes gav viktning av inputs i förhållande till värdeskapande outputs ett högsta värden på 180, varav 5 inputs med detta värde. Det är de två stegen krydtratt och kontrollvåg i processen som fick högst värden. Det rekommenderas därför att titta närmare på dessa steg och deras inputs för att se ifall de har en stor påverkan på resultatet då tiden inte fanns till för att gå vidare med detta.

För att optimera kundens smakupplevelse kan företaget arbeta vidare med specifikationsgränserna för kryddningen i linje med voice of the costumer. Förslagsvis genom att ta in reklamerade produkter, samt göra en större marknadsundersökning för att få en ännu tydligare bild av kundens preferenser.

För att se linjära samband och samverkanseffekter mellan olika faktorer, rekommenderas företaget att längre fram utföra en försöksplanering (DOE) över processen. DOE är en resurseffektiv metod för att bevisa orsakssamband. Metoden är baserad på en serie principer för hur experimentella planer byggs och avslöjar förhållandet mellan många faktorer, deras interaktioner och svar. Den bygger på polynomutvidgning av de underliggande dolda relationerna som ökar möjligheterna att styra system som ännu inte är helt förstådda (Hammersberg). Några exempel på faktorer som kan vara relevanta för företaget är temperatur på chipsen, tiden chipsen friteras, RPM för kryddtrumman, tid i kryddtrumman, temperatur i lokalen och luftfuktighet i lokalen.

REFERENSER

Anderzén, C. (den 10 Maj 2021). *Fakta om matavfall*. Hämtat från Naturvårdsverket: https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Avfall/Matavfall/

Bergman, B., & Klefsjö, B. (2001). *Kvalitet från behov till användning* (3 uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Carleton, S. (2018). *The Black Belt Memory Jogger* (2 uppl.). GOAL/QPC

Hammersberg, P. (u.d.). *Study guide for Predictive modelling using Design of Experiments.* Hämtat den 18 juni 2021.

Hammersberg, P. (2021). *Introduction Lean Six Sigma*. Institutionen för Industri- och Materialvetenskap. https://chalmers.instructure.com/courses/12503/files/1113774?module_item_id=146430

Hammersberg, P. (2021). *Define phase.* Insutitionen för Industri- och Materialvetenskap. https://chalmers.instructure.com/courses/12503/files/1113757?module_item_id=147684

SAS Institute. (2015). *Discovering JMP 12.* North Carolina : SAS Institute Inc.

Tsai, C. (den 23 mars 2020). *Vad är en infraröd termometer och hur fungerar det*. Hämtat från Neway: https://www.neway.mobi/sv/news/exploration-of-what-is-an-infrared-thermometer.html

BILAGOR

Process owner (org):	Project sponsor:	Six Sigma champion, MBB:

Effective Scoping of continuous improvement projects

The sequence in itself, of questions Q1-Q4, Q5-Q7 and Q8-Q9 below, is key to facilitate consensus in the shift of an organisation's mindsets from push to pull, in accordance with the principles of Lean Six Sigma

Supplier	Input		Process		Output		Customer
8b. Who supplies the inputs?	Q8a. What are the inputs to the system?	Q9. What does the system require of the inputs?	Q7a. Team/project jurisdiction of changes	Q1. What comes out (of the physical flow) - OUTPUT?	Q3. What is required of the output from this particular user (List of big Y's and improvement proposals)		Q2. Who uses the output?
Agro (potatoes) Oil (?), seasoning (?)	Potatoes, oil, utility, seasoning, nitrogen	Specification (oil, seasoing, potatoes)	Collect data and present data Q7b. What competences are Quality, production, marketing and logistics SSBB21 *Name of the underlying system that build up the y to be improved:* From where is the physical output shipped?	seasoned chips	Seasoning, Taste Q4. What ONE MEASURE (s) should be understood and Amount and distribution of seasoning Q5. What is the baseline of the y and can that precis y be measured today (and can old data be trusted)? In other words: What is the **facts** behind the problem that form the base for our improvement promise? Show the data/proof of a problem! oil level on chips, proporsion of salt i seasoning mixture Q6. What other Y can not be lost in the process (constraints)? consumer conplaints, Cost		Consumers (swedish, danish and norweigan)

Bilaga 1

Project charter

Project title: Seasoning of chips (Six Sigma)

Unit Department: Chips

Executive	**Rickard Lindstrom**	**Senior Deployment Champion**	**Rickard Lindstrom**
Deployment Champion	**Rickard Lindstrom**	**Project Champion**	**Fredrik Lanzky**
Master Black Belt	**Kristian Rynvall**	**Finance Champion**	**Mimmi Persson**
IT Champion	**Rickard Lindstrom**	**HR Champion**	**Stina Lundberg**
Responsible Black Belt	**Fredrik, Alice, Emelie, Pierre, Abheesht**	**Telephone/e-mail**	-
Sponsor & process owner	**Rickard Lindstrom**	**Site or location**	**Estrella, Angered**
Project Start Date	**19/01/2021**	**Project completion Date**	**01/06/2021**
Expected impact level	Improved trends in consumer complaints regarding seasoning in chips	**Expected financial impact (savings/revenues)**	**Calc by PPM get from Mimmi**

Element	**Description**	**Charter**

Bilaga 2

1. Delivery affected	A short description of what is affected	Consumer satisfaction regarding seasoning of chips		
2. Benefit to customers	Define internal and external customers (most critical) and their requirements	- Consumers buying bags (Ext)		
3. Benefit to the business	Describe the expected improvement in business performance	- Cost and Waste reduction - Decreased amount of consumer complaints		
4. Measure to improve	Define the baselines, your realistic goals for the project and the best-case targets for improvement.	**Actual value (baseline)**	**Realistic goal by project end date**	**Best case goal**
		X ppm	**X ppm**	**X ppm**
5. Impacted process	The specific processes involved in the project where changes can be implemented	Seasoning drum, "lines" before packaging, quality checks for seasoning		
6. Team members	Names of the participants in the project (area of competence)	- Fredrik - Alice - Emelie - Pierre		

Bilaga 2

		- Abheesht
7. Other people involved	List technical experts and other people who will be part of the team (area of competence)	- Richard Lindstrom (Factory Manager) - Jonas (Process Lead) - Annika (Quality Engineer) - Asdren (Process Lead) -Chan (Automation Technician)
8. Project delimitations	What will be excluded from the project	Recipe of seasoning, not affecting the number of consumer complaints of one market
9. Required support	Support in terms of resources (human and financial) required for implementing changes	Rickard Lindstrom Kristian Rynvall Mimmi Persson Stina Lundberg Fredrik Lanzky
10. Project summary	A short description of the project	The consumers are experiencing a problem with variation in the amount of seasoning that ends up on the chips. That is the input that we got from the consumer complaints but we have to assess if it depends on the preferences from the consumer or if it is a process problem.

DEFINE phase completion date	**week 6**	MEASURE phase completion date	**week 8**
ANALYZE phase completion date	**week 16**	IMPROVE phase completion date	**week 18**
CONTROL phase completion date	**week 21**	PROJECT results presentation date	**week 21**

Bilaga 2

	Process Map (Initial Phase)				
Project Title	Estrella				
Belt: Black belt	BU:	Date: 3/5/2021	Version:	Page 3	
Input	**Class**	**Step**	**Output**	**Notes**	
Sliced potatos Heated oil Schedual manuell, standardized cleaning	SOP SOP SOP	**Fryer**	Hot fried chips Dirty machine		
Fried chips	SOP	**Quality check**	Discarded - green and dark spots on chips Waste		
Fried chips Schedual manuell, standardized cleaning	SOP SOP	**Elevators**	Moved fryed chips Dirty machine		
Fried chips Schedual manuell, standardized cleaning	C SOP	**Vibrating Conveyor belt/ Buffer**	Buffer/Conveyor Dirty conveyor belt/buffer		
Fried chips Schedual manuell, standardized cleaning	SOP SOP	**Vibrating Conveyor**	Residual free fried chips Transfer to Check weigher Dirty conveyor belt		

Bilaga 3

	Process Map - End Phase				
Project Title	Estrella				
Belt: Black belt	BU:	Date: 3/5/2021	Version:	Page 1	
Input	**Class**	**Step**	**Output**	**Notes**	
		Check Weigher	Weighed Flow of Chips		
Fried Chips	SOP		Dirty machine		
Calibrated Weigher	C				
Schedual manuell, standardized cleaning	SOP				
		Sesoning Funnel	Right flow of seasoning		
Stirrer and air hammer	SOP		Right amount of seasoning		
Weighed flow of chips	SOP		Dirty machine		
Right amount of ingredients	C				
Dryness of seasoning	N				
Smooth running of screws	C				
Manual filling (seasoning)	SOP				
Indicator and sensor(pressure) alignment	N				
Flow indicator	N				
Schedual manuell, standardized cleaning	SOP				
		Sesoning Sword	Right distribution of sesoning		
Right angle	C		Dirty machine		
Right tilting	C				
Manually installed	SOP				
Length of sword	SOP				
Schedual manuell, standardized cleaning	SOP				
		Rotating Drum	Seasoned chips		
Right tilting	C		Dirty machine		
Distrubution of seasoning	C or N				
RPM	C				
Right dropping location for the chips	C				
Schedual manuell, standardized cleaning	SOP				
Time in the drum	C				
		Bagging Machine	Packed Bag of Chips with batch number		
Seasoned Chips	SOP				
Foil	SOP				
Weighing	SOP				
Nitrogren	SOP				
		Seasoning Quality Check	Accepted/Rejected		
Random Packed Bag of chips	SOP		Waste		
Salt Level Check M/C	SOP				

Bilaga 3

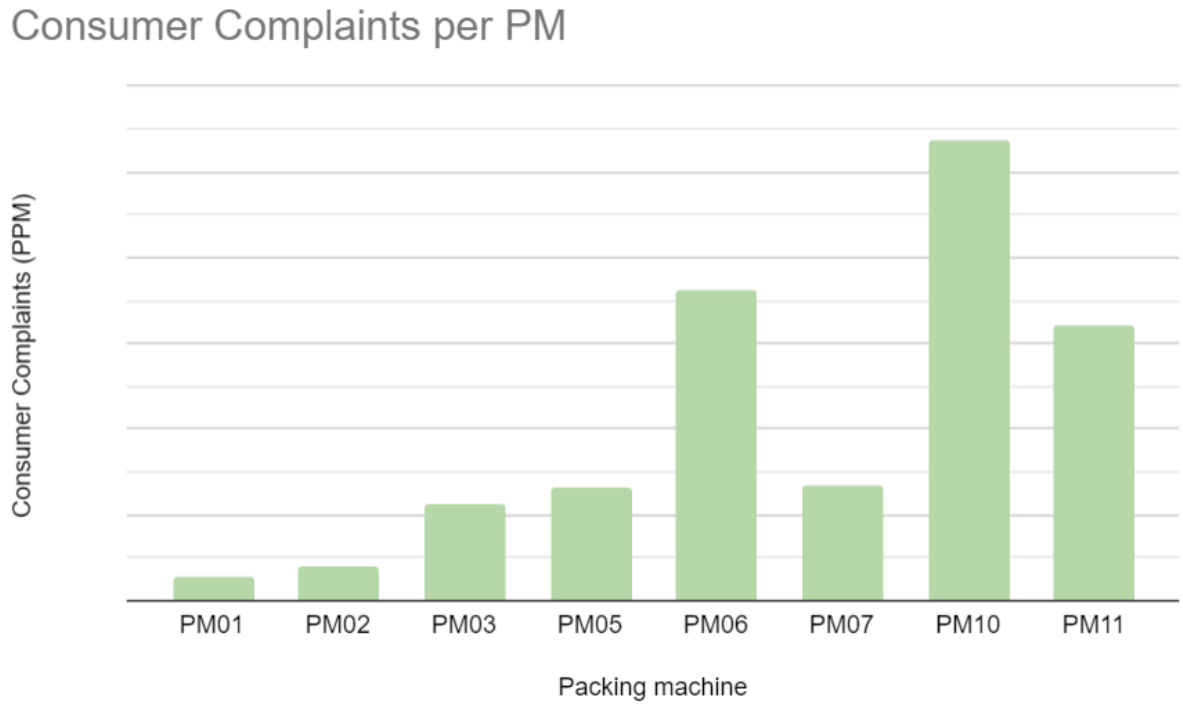
	Process Map - Quality Check				
Project Title	**Estrella**				
Belt: **Black belt**	**BU:**		**Date: 3/5/2021**	**Version:**	**Page 2**
	Class		**Step**	**Output**	**Notes**
Randomly select bags from packeging machine (by operator) Period - 2 hours	SOP SOP		**Freeweight**	Selected bags enter in the program	
Selected bag of chips sequenced pour of chips period - 20 sec (operator)	N SOP C		**Grinding**	crushed chips Dirt machine	
crushed chips cup weigher 2 gms (operator) * 2	N SOP SOP C		**Sampling**	Weighed mixture of crushed chips in cups 2gm * 2 Actual Weight Measured	
Weighed mixture of crushed chips in cups Salt solution 40 ml * 2 (added by operator)	C C		**Salt solution**	Mixture of crushed chips and salt solution (cup)	
Mixture of crushed chips and salt solution (cup) Manual ordering of smaples (operator) Set actual weight of crushed chips (operator) Start machine (3-4 minutes per cup)	C SOP C SOP		**test in titris machine**	Test results of salt level	

Bilaga 4

Process Step	Input	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause(s)/Mechanisms of Failure	Occurence	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Actions(s)	Responsible Person	Responsibility	Target Completion Date	Actions Taken	SEV	OCC	DET	RPN
Include step from Process Map in all rows for sorting	Include input from Process Map in all rows for sorting	Failure of input or symptom	Impact on the customer requirements	How Severe is the effect to the customer?		Causes to input failure. Add row for each cause within step/Input	How often does cause or FM occur?	Existing controls that prevent the cause or the Failure Mode	How well can you detect cause or FM?		Actions for reducing the occurrence of the cause or improving detection?								
Freeweight	Randomly select bags from packaging machine (by operator)	SOP	Randomly selected bags does not represent the entire population	1		Process variance	10	Quality checks ever 2 hour	5	50									0
Freeweight	Period - 2 hours	SOP	-Batches without quality checks (there could be small batches inbetween the quality checks that are done every 2 hours) -Increased waste and cost due to products out of spec for a long period of time	1		-Small batches, process variance	1	New bathces will have quality checks regardless of the 2 hour span	1	1									0
Grinding	Selected bag of chips	N	Randomly selected bags does not represent the entire population	1		Process variance	10	Quality checks ever 2 hour	5	50									0
Grinding	sequenced pour of chips	SOP	-Have legal compliance but no mesurement of distribution within the bag	1		Process variance	1	Quality checks ever 2 hour	5	5									0
Grinding	period - 20 sec (operator)	C	Salt level increase with longer grinding period, lower grinding period increase volume of crushed chips	2		No standardized working procedure for grinding time	7	No checks	10	140									0
Sampling	crushed chips	N	This may affect the result of the salt level	1		No standardized working procedure of selecting samples	7	No checks	10	70									0
Sampling	cup	SOP	Scaling on cup	1		Defect when delivered	1	No checks	7	7									0
Sampling	weigher	SOP	Calibration	2		No standards for calibration	3	Manually check when doing the test	7	42									0
Sampling	2 gms (operator) * 2	C	-Difficult to mesure 2grams -Mean value lower precision	1		Size of chips, standardized working method	7	Weigh the crushed chips every time quality check is done	5	35									0
Salt solution	Weighed mixture of crushed chips in cups	C	Deviation from 2 grams have an impact on the salt levels	2		Standardized work	10	Take note of weight for chips, no mesure for salt solution. Two samples and take the mean value	5	100									0
Salt solution	Salt solution 40 ml * 2 (added by operator)	C	No separate mesure for salt solution, no standardized salt solution amount and ratio	2		Standardized work	10	Scaling on cup	5	100									0
test in titris machine	Mixture of crushed chips and salt solution (cup)	C	Wrong relationship	8		Wrong weight of chips	3	Chips weighed	5	120									0
test in titris machine	Manual ordering of smaples (operator)	SOP	Wrong order affect the target levels	3		Manual settings	1	Yellow and red numbers trigger a second test	1	3									
test in titris machine	Set actual weight of crushed chips (operator)	C	Wrong order affect the set weight for the cups, set the worng weight affect the result	2		Manual setting of weight	1	Yellow and red numbers trigger a second test	1	2									
test in titris machine	Start machine (3-4 minutes per cup)	SOP	Machine wont start	1		Manual work	1	No checks	1	1									

Bilaga 5

Bilaga 6



Bilaga 7

Six Sigma Cause and Effect Matrix

			1	2	3	4	5	
		Rating of Importance to Customer	10	10				
		Key Process Outputs	Right distrubution of seasoning	Right amount of seasoning				
	Process Step	Process Input						Total
13	Check Weigher	Calibrated Weigher	9	9				180
16	Sesoning Funnel	Weighed flow of chips	9	9				180
17	Sesoning Funnel	Right amount of ingredients	9	9				180
19	Sesoning Funnel	Smooth running of screws	9	9				180
22	Sesoning Funnel	Flow indicator	9	9				180
4	Elevators	Fried chips	3	9				120
2	Fryer	Heated oil	3	9				120
7	Vibrating Conveyor/Buffer	Checked fried chips	3	9				120
9	Vibrating conveyor	Fried chips	3	9				120
15	Sesoning Funnel	Stirrer and air hammer	3	9				120
18	Sesoning Funnel	Dryness of seasoning	9	3				120
23	Sesoning Funnel	Schedual manuell, standardized cleaning	9	1				100
12	Check Weigher	Fried Chips	9	0				90
24	Sesoning Sword	Right angle	9	0				90
25	Sesoning Sword	Right tilting	9	0				90
28	Sesoning Sword	Schedual manuell, standardized cleaning	9	0				90
29	Rotating Drum	Right tilting	9	0				90
30	Rotating Drum	Distrubution of seasoning	9	0				90
31	Rotating Drum	RPM	9	0				90
32	Rotating Drum	Right dropping location for the chips	9	0				90
33	Rotating Drum	Schedual manuell, standardized cleaning	9	0				90
34	Rotating Drum	Time in the drum	9	0				90
1	Fryer	Sliced potatos	3	3				60
21	Sesoning Funnel	Indicator and sensor(pressure) alignment	3	3				60
14	Check Weigher	Schedual manuell, standardized cleaning	3	1				40
20	Sesoning Funnel	Manual filling (seasoning)	1	3				40
26	Sesoning Sword	Manually installed	3	0				30
27	Sesoning Sword	Length of sword	3	0				30
3	Fryer	Schedual manuell, standardized cleaning	1	1				20
5	Elevators	Schedual manuell, standardized cleaning	1	1				20
8	Vibrating Conveyor/Buffer	Schedual manuell, standardized cleaning	1	1				20
11	Vibrating conveyor	Schedual manuell, standardized cleaning	1	1				20
6	Quality check	Fried chips	0	0				0
35	Bagging Machine	Seasoned Chips	0	0				0
36	Bagging Machine	Foil	0	0				0
37	Bagging Machine	Weighing	0	0				0
38	Bagging Machine	Nitrogren	0	0				0
39	Seasoning Quality Check	Random Packed Bag of chips	0	0				0
40	Seasoning Quality Check	Salt Level Check M/C	0	0				0
		Total	1190	150	0	0	0	

Bilaga 8

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se