



UPPSALA
UNIVERSITET

ISRN UTH-INGUTB-EX-M2015/15-SE

Examensarbete 15 hp
September 2015

Analys av avisningsprocess i syfte att resurseffektivisera

Processkartläggning med potential till Lean Service

Rickard Snabb



UPPSALA
UNIVERSITET

**Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten**

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Analysis of aircraft deicing designed to improve resource efficiency

Rickard Snabb

A study made on streamlining the use of resources in aircraft de-icing and the potential benefits of a Lean Service – In cooperation with Aviator stationed at Arlanda Airport.

The de-icing process of aircrafts consists of two steps; first part is to remove the ice build-up called de-icing and the second part is to prevent further ice formation called anti-icing.

To remove the ice build-up, the affected areas are sprayed with a mixture of hot water and glycol, this melts the current ice build-up while the glycol keeps the thawed water from re-freezing. The second step consists of applying an anti-icing agent which keeps the craft free of ice build-ups while on the ground. The anti-icing agent is designed to grip the surface and prevent ice build-up until the aircraft reaches enough speed where water is not able to withstand the aerodynamic drag and risk ice build-up. The drag also removes the anti-icing agent and the surface is clear of any liquid that may prevent air capability of the aircraft.

This thesis work is generated from the observations and interviews of the operators and shows that the amount of time and fluid varies depending on both experience and ability. Efforts in standardization can shorten the learning curve and improve overall commitment, also aircraft materials and designs are under constant development which an improved de-icing process can take advantage of.

To achieve these goals, this thesis have applied a Lean methodology and how other service industries have utilized Lean.

Aviator will from this thesis obtain suggestions of more efficient way to conduct their de-icing operations, improve the environment for their employees and a reduction of used chemicals which will improve Aviators green footprint. Important suggestions includes standardization of procedures and expand their scope of data documented during operations. Introduction of Lean will simplify the process towards continuous improvement and secure the qualitatively measurements and help Aviators company vision to be the worlds greatest provider of aviation services.

Handledare: Håkan Angensjö
Ämnesgranskare: Henrik Hermansson
Examinator: Lars Degerman
ISRN UTH-INGUTB-EX-M-2015/15-SE
Tryckt av: Uppsala Universitet, Uppsala

Sammanfattning

Analys av avisningsprocess i syfte att resurseffektivisera, förbättra och undersöka potentialen av Lean Service - En studie gjord vid Arlanda Airport i samarbete med Aviator.

Avisningsprocessen innehåller två steg, de-icing samt anti-icing. De-icing fungerar så att en varm blandning av glykol och vatten sprutas på flygplansvingen för att få isen att smälta. Strålen punkterar ytan i isen så att den varma blandningen når kroppen och får isen att smälta ytterligare. Anti-icing är en förebyggande process för att motverka isbildning på de ytor som är vitala för start. Medlet som används är konstruerat så att det ska ligga kvar på flygplansvingens yta tills flygplanet tar sig upp i den hastigheten som krävs för att få tillräckligt med lyftkraft till vingen, och trycks därefter undan från flygplansvingen av det luftmotstånd som genererats av hastigheten.

Flygplansmaterialen och flygplanens konstruktion utvecklas ständigt, detta leder till att även metoderna inom de-icing och anti-icing behöver utvecklas. Det ställs höga krav på operatörer med skicklighet där erfarenhet väger tungt. Observationer av avisningsprocessen är grunden till examensarbetet och visade att operatörer med olika erfarenhet indikerar att den mer erfarna använder betydligt mindre resurser i form av vätska och tid för samma arbete. Intervjuer med operatörer klargjorde vad som påverkar den stora skillnaden i resursförbrukning.

För att kunna tänka utanför lådan gjordes studier av alternativa lösningar/metoder till avisningsprocessen. Detta följs upp och kommenteras i slutet av rapporten.

Därefter redogörs teoretiskt vad som kan förbättras och vilka möjligheter det finns till att implementera *Lean Service* i Aviators verksamhet. Arbetet kartlade hela avisningsprocessen där avgörande aktivitetsskedjor identifierats, så som flaskhalsar, kritiska moment och när viktiga datainsamlings steg sker. Dessa indikerade där förbättringar effektivast kan göras.

Den nämnda metoden *Lean Service* kommer ursprungligen från produktionsindustrin. Rapporten tar upp den viktiga grunden inom Lean och redogör vad som kan användas inom tjänstesektorn och vilka steg som bör vara de första för att starta arbetet mot en *Lean Service* miljö.

Aviator kommer från denna rapport få förslag till effektivare verksamhet, förbättrad arbetsmiljö för de anställda och ett minskat bidrag till en utsläpp i miljön. Viktiga förslag omfattar standardisering av metoder samt bredda de faktorer som påverkar dokumentation och datainsamling vid genomförd process. Introduktionen av Lean kommer att förenkla det fortsatta arbetet med ständiga förbättringar, säkra kvalitativa mått och jobba mot Aviators vision att vara världens bästa flygservicebolag.

Förord

Detta är ett examensarbete inom Maskinteknik, 15 hp, vid Uppsala Universitet. Arbetet är genomfört vid Arlanda airport, Aviator med Håkan Agensjö huvudansvarig för avisningen som handledare. Henrik Hermansson vid Institutionen för teknikvetenskaper industriell teknik, står som ämnesgranskare.

Rapporten tar upp de potentiella förbättringsmöjligheterna inom avisningsprocessen vid Arlanda airport. Den behandlar även en kartläggning över verksamheten, med syfte att introducera Lean.

Huvudförfattare till arbetet är Rickard Snabb som vill tillägna ett tack till alla som varit med för att kunna göra arbetet fullständigt. Håkan Agensjö, Jonas Blom, alla operatörer vid Aviator, samt de vänner som hjälpt till på ett eller annat sätt.

Uppsala, i mars 2015

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.2.3 Frågeställning	1
1.3 Avgränsningar	2
1.3.1 Värdering av miljöaspekter	2
1.4 Metoder	3
1.4.1 Litteraturstudie	3
1.4.2 Intervjuer	3
1.4.3 Nulägesbeskrivning	3
1.4.4 Analys och Resultat	4
1.5 Verksamhetsbeskrivning	5
1.5.1 Aviator och Swedavia	5
1.5.2 Aviators miljöplan	5
2. Teori	7
2.1 Lean production	7
2.1.1 Leanprinciperna	8
2.1.2 Kaizen	9
2.1.3 Fallgropar	9
2.2 Lean service	9
3. Nulägesbeskrivning	13
3.1 Organisationsstruktur	13
3.1.1 Miljömål Aviator	13
3.1.2 Miljörestriktioner	14
3.2 Kartläggning av de-icing/anti-icing processen	14
3.3 Utrustning	15
3.3.1 Sprutbil	15
3.3.2 De-icing/anti-icing vätska	16
3.3.3 Sugbilar	16
3.4 Återvinning av glykol	16
3.5 Optimering av resurser	17
3.6 Alternativa de-icing/anti-icing metoder	17
3.6.1 Hydrofobiska beläggningar	18
3.6.2 Värmelösningar	18
3.7 Processkartläggning	18

3.7.1 Flödesschema de-icing/anti-icing	18
3.8 Insamling av data	20
3.9 Lean	22
3.9.1 Centraliserad deicinanläggning	22
4. Analys.....	23
4.1 Resursförbrukning	23
4.2 Alternativa de-icing/anti-icing metoder	24
4.2.1 Coatings	24
4.2.2 Heat	24
4.3 Lean	24
4.3.1 Aviator	24
4.3.2 Arlanda airport.....	25
4.3.2 Fallgropar	25
4.4 Återvinning av de-icing/anti-icing fluids	26
5. Förbättringsförslag	27
5.1 Insamling av data	27
5.2 Engagerade medarbetare	27
5.3 Lean	28
5.4 Processjämförelse	28
5.5 Forskning och Utveckling	28
6. Slutsats	31
7. Referenser	33

Figurförteckning

Figur 1:1 Huvudprocess	4
Figur 2:1 Lean-huset	8
Figur 3:1 Sprutbil	15
Figur 3:2 Sugbil	15

Tabellförteckning

Tabell 3:1 Datainsamling operationer.....	21
---	----

Nomenklatur

Gate	Den position flygplanen står vid för av-/påstingning även kallad parkering.
Taxning	Den tid flygplanet är på marken och rör sig mellan gate och start/landningsbana.
De-icing	Operation med syfte att ta bort is.
Anti-icing	Förebyggande operation mot isbildning.
Avisningsprocessen	Gemensamt namn för både de-icing och anti-icing.

1. Inledning

Examensarbetet syftar till att identifiera kritiska moment och minska resursåtgång vid de-icing/anti-icing hos Aviator. För en bättre förståelse av arbetet kommer rapporten introducera de metoder och verktyg som tillsammans kan sammanfattas under begreppet Lean (inom tjänstesektorn) och hur man bör tänka där samt hur arbetet har gått till väga.

1.1 Bakgrund

Glykol är en kemikalie som i sig är relativt snabbt nedbrytbar i naturen. Processen kräver dock mycket syre vilket resulterar i syrefattig miljö (Vatten och samhällsteknik (VoS) 2011). Genom att observera hela processen och försöka reducera glykolåtgången, dämpar bidraget till den syrefattiga miljön samt reducerar resurskostnaderna för Aviator. Flygplansbranschen är under ständig utveckling och nya material dyker upp i flygplanskonstruktionerna, därmed ändras även processen för de-icing och anti-icing. Operationen beskrivs bäst som ett hantverk med höga krav på operatörerna där erfarenhet väger tungt och utbildning, information- samt kunskapsdelning inom företaget är grunden till ett så effektivt arbete som möjligt.

1.2 Syfte och mål

Uppdraget är att undersöka och revidera de-icing/anti-icing verksamheten för att kunna minska resursåtgången. Genom att gå igenom processen och sätta sig in i hur arbetet fungerar ska förhoppningsvis projektet lokalisera delar med förbättringspotential. Processen ska kartläggas och därefter relateras med alternativa metoder och hjälpmedel som finns på marknaden för att konkret se vilka metoder som används och kommentarer till möjligheterna mot eventuell förbättring. Grundfilosofin genom arbetet kommer att utgå från Lean production, med syfte att få en bättre förståelse om hur man arbetar och tänker inom Lean, med syfte till hur arbetet kan se ut när Lean anpassas till tjänsteföretag. Resultatet av projektet är något som får revideras av företaget och användas vid intresse till fortsatt förbättringsarbete inom Aviator, då acklimatisering av Lean inom ett företag är något som tar tid och ej kan avhandlas under projektiden.

1.2.3 Frågeställning

Hur kan man sänka resursåtgången vid de-icing/anti-icing utan att riskera säkerheten och miljökraven med hjälp av Lean?

- Vilka metoder används i branschen?
- Vilka regler och miljörestriktioner från Swedavia påverkar processen?
- Hur ser processen ut?
- Vilka avgörande aktivitetskedjor kan identifieras?
- Vilka av de avgörande aktivitetskedjorna har bäst potential att förbättras?
- Vilken metod för de-icing/anti-icing är bäst lämpad för Aviator vid Arlanda airport?
- Hur ska Aviator gå vidare med resultatet?

1.3 Avgränsningar

De metoder som används vid Arlanda är endast de som praktiskt kan observeras och dokumenteras, övriga metoder som ej kan observeras vid utförande får teoretiskt undersökas. De-icing och anti-icing är en viktig säkerhetsoperation för att flygplanet ska kunna flyga utan hinder, på grund av detta är det mycket viktigt att det fysiska arbetet av projektet ej påverkar säkerheten av arbetet som genomförs av Aviator. Praktiska tester för nya verktyg och metoder utesluts av resurskostnader, då budget ej tagits fram för projektet tillsammans med Aviator, detta är något som Aviator får avgöra i sitt eget fortsatta arbetet.

Projektet kommer att genomföras under den period som de-icing utförs vid Arlanda, vilket skapar ett problem med tidsplaneringen. Schemat som följs är oerhört pressat och möjligheten för tester blir svårt. Förhandling med handläggaren och koordinatörer för processen kommer att göras kontinuerligt för att klargöra det praktiska arbetet under projektet.

Den kemiska delen kommer ej att undersökas på grund av kunskapsbrist, även delar som ej direkt kan påverkas av Aviator som t.ex. fordonsfunktion. Arbetet kommer således fokusera på den praktiska och administrativa delen. Projektets analys och resultat påverkas av Association of European Airlines (AEA beskrivs i kap 3.5) rekommendationer samt till viss del av Swedavias (Swedavia beskrivs i kap 1.5) regler över flygplatsen.

1.3.1 Värdering av miljöaspekter

Swedavias krav och fokus på miljön är det som i första hand styr hur hårt miljöaspekterna kommer att väga in i projektet. De restriktioner som finns för spill och utsläpp från restprodukterna kommer från Swedavia och avgör hur mycket propylenglykol som får hamnar i dagvattenssystemet. Därav är operationen t.ex.

endast tillåten på avsedda platser där restprodukterna kan samlas upp med ledningssystem och speciella sugbilar.

Allmänna regler och lagar är i grunden det som avgjort vad som varit rimligt eller inte. Som beskriver att alla åtgärder möjliga som kan leda till minskade utsläpp ska värderas (VoS 2011). Med hjälp av kartläggningen (se avsnitt 3.7) kan de moment som har potential att minska utsläppen identifieras och diskuteras vidare.

1.4 Metoder

Detta avsnitt ska beskriva hur projektet genomfördes. Vilka tekniska metoder som används och hur de är tänkt att påverka arbetet. För att uppfylla projektet syfte att finna delar i processen med potentiella förbättringsmöjligheter gäller det att vara så systematisk som möjligt så att man kan förstå processen utan att komplicera den för mycket. Arbetet planerades tillsammans med Håkan Agensjö där de problem som redan identifieras av Aviator lades fram. Dessa gav projektets utgångsläge och kunskap över vart fokus bör ligga under projektets gång.

1.4.1 Litteraturstudie

Denna del har löpt parallellt med alla aktiviteter genom projektet. Kunskapsnivån under den tid projektet disponerats till har ändrats och förståelsen om vad som behöver göras lika så. Därför har det varit viktigt att fortsätta öka kunskapen inom området och utveckla resultatet med tiden. Litteraturen har hittats i artiklar och rapporter via databaser, delade dokument från Aviator samt kursmaterial kring processutveckling och kvalitet.

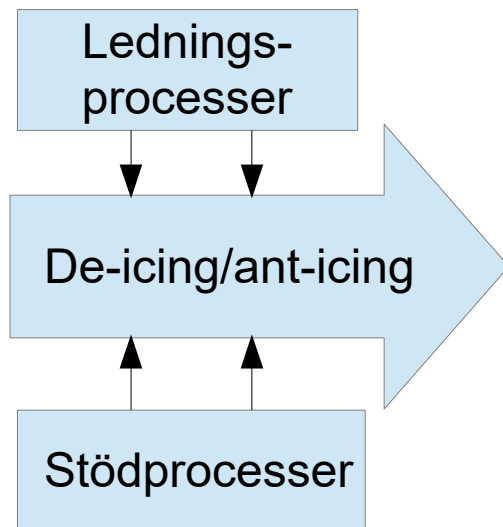
1.4.2 Intervjuer

Intervjuer med operatörer skedde i samband med aktivt arbete av processen, samt vid de raster som gavs under den dagliga verksamheten, under arbetets gång dök nya frågor och funderingar upp som då oftast kunde besvaras direkt. Data och direkt information från operationen är refererade som bilaga och muntliga källor, kritik riktad mot verksamheten refereras inte. Vid observationerna var det även tänkt att filma processen för att kunna återspegla till intervjuerna, men utrymme att fästa kameran på maskinerna var dåligt och fungerade aldrig som tänkt. Materialet som fastnat på bild var för dåligt att användas.

1.4.3 Nulägesbeskrivning

Aviators avisningsprocess kartlades och delades in i delprocesser för att få en bra överblick och för att lättare kunna identifiera eventuella förbättringsmöjligheter.

Genom att fokusera på de lednings- och stödprocesser som anknyts till huvudprocessen och studera aktivitetskedjorna visar överblicken hur alla medarbetare bidrar till slutresultatet, som förhoppningsvis även kan användas i framtida utbildningssyfte inom Aviator. Processindelningen är centrerad till det område som berör de-icing/anti-icing verksamheten och ej till resterande verksamhet som Aviator bedriver, metoden för kartläggning kan användas som exempel till fortsatt arbete. Verksamhetsbeskrivningen i kapitel 1.5 går mer in på hur verksamheten är uppbyggd.



Figur 1.1 – Huvudprocess, visar delprocesserna som stödjer huvudprocessen

Nulägesbeskrivningen ska redogöra verksamhetsstrategier inom tjänstesektorn som kan sammanfattas under *Lean service*. Lean är något som normalt används inom den tillverkande sektorn och inte tjänstesektorn. Rapporten beskriver först arbetssättet från tillverkningsperspektivet för att få en bättre förståelse om hur grunden är uppbyggd och övergår sedan till hur implementation av förbättringsmetoderna inom tjänstesektorn fungerar. Projektets syfte och mål är att resursförbättra processen och Lean i grunden handlar om att jobba med ständiga förbättringar, vilket gör Lean tankesättet och metoderna mycket relevant.

1.4.4 Analys och Resultat

Resultatet kommer att presenteras på ett sådant sätt så att Aviator ska kunna ta del av informationen och utveckla arbetet vid vidare intresse. Resultatet av

förstudierna resulterade i en nulägesbeskrivning av alternativa metoder och hjälpmedel som skulle kunna användas vid Arlanda airport. De olika alternativa metoderna kommenteras och jämförs sedan teoretiskt med den existerande metod som används av Aviator. Resultatet av kartläggningen av huvudprocessen genererar underlag för fortsatt arbete mot effektivisering genom nya standardiseringar som skulle kunna nyttjas av nyutbildad personal. Den kartlagda huvudprocessen analyserades sedan vidare med den kunskap som införskaffats kring *Lean service*. Lean och kringliggande teori beskrivs mer i kapitel två och analysen av arbetet i kapitel fem.

1.5 Verksamhetsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs verksamheten som bedrivs av Aviator samt hur Swedavia påverkar arbetet.

1.5.1 Aviator och Swedavia

Aviator är ett servicebolag som har hand om flygservice på marken, från den tid planet har landat till och med det att det ska avgå. Till exempel bagagehantering, boarding, luft och vatten refill, bogsering, exteriör-tvätt, fraktlastning och de-icing/anti-icing.

Aviator grundades 2010 då Aviator köpte upp det svenska företaget *Nordic Aero* och de två norska företagen *Röros Flyservice* och *Norport Ground Handling*. I april 2011 köpte de upp ytterligare företag i Danmark, *Sturup Handling* och *Sturup*. Aviator ägs i sin tur av investeringsfonden *Accent Equity 2008*, som är majoritetsägare tillsammans med Aviator Airport Alliance AS, Aviator Airport Alliance Danmark A/S, Nordic Aero Holding och koncernledningen. Idag har Aviator mer än 3800 anställda och omsatte 2013 € 200M (Aviators hemsida, 2015).

Swedavia är den koncern som äger Arlanda airport. Inom ground service tillhandahåller Aviator flygplatsen med så gott som alla tjänster, förutom catering och bränsletankning. Aviators verksamhet vid Arlanda airport innefattar de större flygbolagen Norwegian och Thomas Cook Airlines Scandinavia och några av de mindre bolagen som flyger små regulärplan inom Sverige. På frakt- och post sidan tillhandahåller de arbete för bland annat DHL, FedEx och West Air Sverige.

1.5.2 Aviators miljöplan

Aviators långsiktiga mål är att vara ett miljömedvetet företag, genom att kontinuerligt arbeta genom hela organisationen för att minska miljöpåverkan i

synnergi med så bra arbetsmiljö som möjligt (Intern miljöplan 2014). Alla aktörer med verksamhet på Arlanda airport styrs även av de regler satta av Swedavia, dessa finns förtecknade och tillgängliga i Swedavias Airport Regulations vilket är den samling som aktiva aktörer vid Arlanda måste följa (Airport Regulations (AR) 2014). Miljökraven som styr verksamheten grundas i lagar och regler från: Luftfartslagen, Luftfarsförordningen, Säkerhetsskyddslagen, Skyddslagen, transportstyrelsens föfattningssamling (TSFS) , Miljöbalken samt Arbetsmiljölagen.

2. Teori

Teoriavsnittet av projektet kommer att bearbeta, och öka förståelsen av, Lean och hur det kan användas inom tjänstesektorn. Först kommer begreppet *Lean production* att beskrivas och grunderna inom detta. Uppföljande avsnitt går in på hur man bör tänka när man omvandlar *Lean production* till *Lean service*.

2.1 Lean production

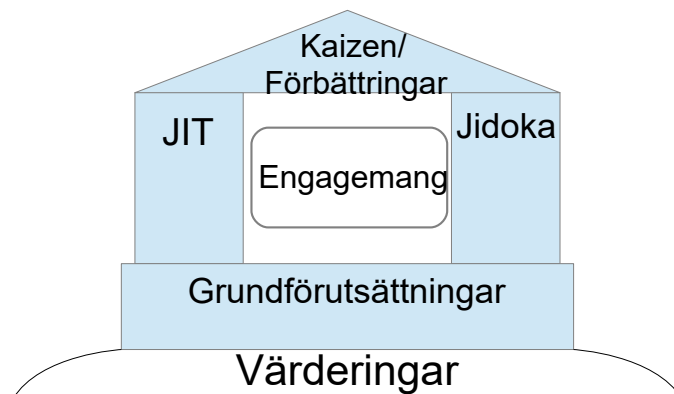
För att kunna jobba med förbättringar inom företag kan man använda sig av flera olika verktyg och metoder. Lean är ett tankesätt om hur resurser kan hanteras inom ett företag och hur man med engagemang kan jobba mot ständig förbättring. Med ett framgångsrikt arbete inom *Lean production* kan man sänka sina kostnader, generera högre kvalitet, flexibilitet och leveranssäkerhet med kortare leveranstider. Filosofin bygger i första hand och tillämpas oftast i produktion av fysiska produkter och handlar i regel om att jobba med ständiga förbättringar, minska slöseri och öka värdet för slutkund. Vilket är något som kan tillämpas på alla former av värdeskapande aktiviteter. För att nå detta lär man arbeta med organisationen som helhet, detta kan illustreras med det så kallade Lean-huset, mer om detta i avsnittet *Leanprinciperna* nedan.

Lean härstammar från Japan där Toyota tog fram ett produktion- och ledningssystem. Ett begrepp som centraliseras kring lean är Muda och betyder slöseri på japanska (Bergman & Klefsjö, 2007). Muda beskrivs av åtta punkter och är en bra riktlinje för att komma igång med arbetet:

- Överproduktion: Nyttja endast de resurser som behövs.
- Väntan: Minimera väntan.
- Lager: Minimera lagerkostnader av resurser som inte används.
- Rörelse: Minimera den totala rörelsen som krävs för att utföra uppgiften.
- Omarbete: Minimera all form av omarbete som ej medför värde till slutkunden.
- Överarbete: Gör inte mer än vad som behövs.
- Transporter: Eliminera transporter som inte behövs.
- Outnyttjad kunskap: Se till att nyttja den kunskapen som finns inom företaget.

2.1.1 Leanprinciperna

Det så kallade Lean-huset är skapt av ett tak, två pelare, en grund och den mark byggnaden vilar på se figur 2.1. Taket symboliserar målet, alltså det som skapar värde för kunden, det kallas även *Kaizen* på japanska (mer om detta i avsnittet nedan). Pelarna som taket vilar på står för Just-in-time (JIT) och Jidoka/Kvalité. JIT handlar om att jobba med takt och dragande system i ett kontinuerligt flöde. Jidoka står för Kvalité och går i grunden ut på att finna onormala fel i processen. Vid fel stoppar man processen och fixar problemet direkt för att sedan undersöka roten till felet. Till sin hjälp i felsökningsprocessen kan man använda flera olika verktyg och modeller för att spåra och dokumentera. Förutsättningen för att arbetet ska fungera i Lean-huset är husgrunden, som symboliserar standardisering och utjämning. En standardisering innebär en dokumenterad känd operation som i nuläget är den snabbaste, vilket betyder att man kan förutse hur lång tid operationer tar. Utjämning används för att ge jämnare belastning och flöde genom processen vilket skapar en mer förutsägbar process och bättre förutsättning för ett effektivare arbete. Den mark som huset står på är de värderingar som allt vilar på och kan återkopplas till företagsstrategier. I huset bor medarbetare och ledningen som ska få det hela att gå runt till hjälp av engagemang och kunskap. Huset symboliserar tydligt att allt ska vara i jämvikt för att det ska fungera så bra som möjligt (Produktivtetsbloggen 2012).



Figur 2.1 - Lean huset

2.1.2 Kaizen

Kaizen är ett annat japansk ord som dyker upp i sammanhang och betyder enligt Imai, M (1986) förbättring. I Lean-huset (figur 2.1) presenteras Kaizen i den översta delen vilket betyder att man sätter in och arbetar med detta när de andra delarna av processen har standardiserats ordentligt. Kaizen används med målet att minimera slöseri men begränsas inte av enskilda moment i processen utan omfattar även delar som personalens hälsa inom och utanför företaget (Bergman & Klefsjö, 2007).

2.1.3 Fallgropar

När man väl har genomfört förbättringar och med tiden sett resultat i form av vinst är det inte ovanligt att trenden vänder och åren därefter visar negativa resultat. Detta är något som oftast kan knytas till okunskap och ignorans från ledningen i samband med de förbättrade resultat som skapats. Följderna av förbättring är en kontinuerlig händelse som ständigt behöver anpassas och förbättras efter de nya resultaten. Detta kan med ord beskrivas som: *"Verksamheten är som mest effektiv när den har rätt resurser, inte när den har så lite som möjligt"* (Petersson & Ahlsén, 2009).

Exempel på situationer som kan vända den positiva trenden av förbättringarna:

- Verksamheten har bearbetats och bantats till en nivå som upplevs för stressigt av medarbetare. Vilket resulterat i fler störningar och i sin tur missnöjda kunder.
- Vinsterna av förbättringsarbetet disponeras på fel sätt. Om ledningen beslutar att dra ned på personalen för att arbetet utförs smidigare och inte ser ut att behöva samma bemanning längre, så elimineras allt det engagemang som byggts upp, vilket är en av byggstenarna som arbetet lutar sig mot.

2.2 Lean service

För att lyckas med att implementera Lean inom tjänstesektorn är det viktigt att se skillnaderna med Lean production och Lean service. Som nämnt ovan i Lean-huset (figur 2.1) är det viktigt att alla delar väger lika tungt samt komma ihåg att processen inte är starkare än den svagaste länken. Vid arbetat med lean pratar man även om att tänka lean, så kallat "lean-thinking". Som betyder att arbetet alltid ska vara väl motiverat. Womach och Jones (2003) är författare till boken "Lean

Thinking” och tar där upp fem principer, vilka är en bra grund att utgå från i tjänstesektorn då principerna är ett tankesätt, värt att förtydliga att värde för slutkund är något som genomsyrar alla fem principer.

Fem principer för Lean Service:

- Ha en klar bild över vem slutkunden är, skapa värde för slutkunden.
- Processkartläggning, identifiera värdekedjan. Vikten av att hitta flaskhalsen i processen och att utgå från kundens perspektiv.
- Skapa ett värdeflöde med uppgift att balansera värdeskapande aktiviteter. Målet är att minimera störningar i flödet. Till exempel köer, som resulterar i ett resurssnålt och snabbt kundflöde.
- Förstå hur ett dragande system fungerar och hur man arbetar med ett sådant system. Dragande innebär att behovet först kommer när kund efterfrågar tjänsten. Alltså blir kapaciteten dragande. Ex: Hur stor behöver personalstyrkan vara för att undvika hinder i processen?
- Den sista punkten fokuserar på att ständigt förbättra och jobba mot perfektion. Med perfektion menas att leverera det kunden efterfrågar med minsta möjliga kostnad i resurser utan att tumma på de krav som ställts. Med målet ställt till minimalt slöseri.

För att avsluta teoridelen av lean och hur man teoretiskt kan gå till väga för att starta sitt arbete inom tjänstesektorn beskrivs här fem steg som tagits fram och presenterats i artikeln *Shifting to Lean Service: Stealing a Page from Manufacturers' Playbooks* av Max Allway och Stephen Corbett (2002). De fem stegen är mycket intressanta och återspeglar ovanstående teori bra.

- Första steget - Nuläget: Ta reda på vilka kunskaper som finns i företaget och fastställ vart verksamheten ligger idag. Ta reda på vilka möjligheter till förbättringar det finns genom hela verksamheten, identifiera faktorer som går att förbättra med hjälp av kartläggning. Kartlägg hela verksamheten och gå in i detalj för att ta reda på vad den direkta kostnaden blir i processens enskilda steg.
- Andra steget - Målläget: Arbeta fram en plan för framtiden med kortsiktiga och långsiktiga mål. Ta hjälp av de företagsstrategier som finns och sprid visionen genom hela verksamheten. Det är viktigt att skapa engagemang på alla nivåer och förtydliga vikten att nå de satta målen som ett organ. För att

man ska se när man når det man strävar efter är det viktigt med relevanta tydliga nyckeltal inom de områden man vill förbättra.

- Tredje steget – Stabilisera verksamheten: Det här stadiet handlar om att se till att verksamheten inte halkar bakåt i utvecklingen. Basera beslut på fakta, analysera orsaker till förluster, jobba med lösningar och dokumentera för standardisering av nya metoder.
- Fjärde steget – Optimeringsfasen: De faktabaserade analyserna visar hur aktiviteter rör företaget närmare de långsiktiga målen. Denna fas innehåller initiativ riktade mot förbättring av verksamhetens fysiska design och flöde.
- Femte steget – Lean baserad verksamhet: I det här stadiet ska hela verksamheten vara genomsvad av Lean. För ett fortsatt lyckat arbete gäller det att tillämpa verktyg och tekniker i en systematisk process som gör att systemet kan upprätthållas och förbättras. Lean ska bli företagets mantra, med fortsatt kontinuerligt arbete, i synergi av den våg med positiva effekter som skapats, och fortsätta sträva efter de långsiktiga målen. Detta når man genom god kommunikation och dialog tvärs genom verksamheten från högre chefer till mellan chefer och så vidare.

Artikeln tar även upp vikten av att få med hela ledningen i arbetet. Man menar att det oftast handlar om dåligt engagemang från högre instans som resulterar i oinspirerade medarbetare som då leder till sämre resultat.

3. Nulägesbeskrivning

Med hjälp av AEA och artiklar från existerande processer för de-icing och anti-icing har nulägesbeskrivningen tagit form. Detta kapitel är menat att ta upp alla de viktiga tekniska och praktiska delarna som är av vikt för förståelsen av rapporten samt beskriva de bestämmelser och rekommendationer som kommer från utomstående organisationer. Delarna kommer att beskrivas övergripande med projektets frågeställningar i fokus, så att rapporten blir sammanhängande.

3.1 Organisationsstruktur

Genom studier och personliga samtal vid arbetsplatsen och har följande fastställts; Aviators organisationsstruktur består av ett ledningsteam med representanter från de olika verksamma länderna. Varje flygplats har i sin tur en egen "station manager" som sköter organisationsstrukturen på plats och det direkta arbetet. Aviators dagliga verksamhet styrs av koordinatörer som sitter på plats och dirigerar alla uppdrag direkt. Den dagliga verksamheten kan delas upp i tre områden: ramp, gate och service. Varje område har sitt team av anställda där några sitter framför datorn och planerar medans andra är ute och gör det praktiska arbetet. Dessutom pågår ett ständigt arbete av förbättringar och säkerhet med hjälp av en "safety officer", vars uppgift är att kontrollera och dokumentera den dagliga verksamheten som sedan skickas till ledningen på Arlanda.

De-icing och anti-icing ligger inräknat på service området. Förutom koordinatören som sitter och planerar arbetet efter uppdrag från flygkapten finns det en hel avdelning som är dedikerad till att utveckla och underhålla avdelningen på plats vid Arlanda airport.

3.1.1 Aviators miljömål

Aviator arbetar med miljömål baserade på aktiva aspekter, vilket betyder att arbetet är utvecklat och riktat till exempel bränsleåtgång och utsläpp. Miljögruppen tar fram övergripande och detaljerade mål samt aspekter som presenteras till ledningen och fastställs därefter. De övergripande målen som sätts är långsiktiga, längre än tre år, och detaljerade mål blir milstolpar på vägen mot de övergripande målen, vilka kan ses som kortsiktiga.

Transportsträckan mellan de olika parkeringarna som de-icing/anti-icing beställs till innebär utsläpp. Aviators miljömål reflekteras och uppdateras varje år, en av de

aktiva aspekterna är att minska utsläppen från bränsleförbrukning med 20% jämfört med till exempel 2009 års nivå (Intern miljöplan Aviator, 2015). I vissa fall när flyplan är redo för avfärd under de tider då bullernivån inte får störa de närbelägna områdena finns en alternativ bana. I de fall de-icing och anti-icing måste utföras på denna plats klassas det som off-gate läge. Vilket innebär att transportsträckorna för inblandade blir längre och bränsleförbrukning ökar (Aktiva aspekter Aviator, 2015).

3.1.2 Miljörestriktioner

De-icing och anti-icing vätskorna är en kemisk produkt som har negativ inverkan på miljön. Vätskorna ska därför hanteras så sparsamt som möjligt och ej överskrida de restriktioner som sätts utav lokala föreskrifter och regler från Swedavias Airport Regulations. Beskrivning av Swedavias Airport Regulations: *"Stockholm Arlanda Airport ger ut lokala regler, Airport Regulations (AR), med stöd av Transportstyrelsens Författningssamling (TSFS). Airport Regulations gäller för alla anställda vid myndigheter, företag och andra organisationer som har sin verksamhet på flygplatsen."*

3.2 Kartläggning av avisningsprocessen

Genom observationer av arbetet hos Aviator har kartläggningen tagit form. Aviators avisningsavdelning består av en maskinpark som vintertid går både dag och natt samt en personalstyrka som är uppdelad i arbetslag. Arbetslagen är tilldelade olika scheman som roteras under eftermiddag/kväll och morgon. Under operatörernas pass går man i team om två, och skickas ut på uppdrag av koordinatören, efter beställningar från kapten från respektive flygplan, beställningen skickas från flygplanen till koordinatören hos Aviator som sitter inne på kontoret. Varje beställning dokumenteras efter utfört uppdrag i form av tid och vätskeåtgång. Operatörerna kör runt till de olika gaterna inne på Arlanda airport till beställt uppdrag och utför en så kallad "gate operation". En gate operation innehåller avisningsprocessen, men innan den kan starta utförs en "contamination check" som innebär att operatören vandrar runt flygplanet och inspekterar att inga fysiska hinder finns för att kunna utföra uppdraget. Mellan uppdragen ser operatörerna till så att vätsketankarna är fyllda med glykol och vatten. Tankstationen skapar en flaskhals och rotation av lastbilarna måste planeras för att inte skapa kö som i sin tur kan resultera i flygförseningar. Vid en så kallad "off-gate operation" har flygplanen taxats ut ifrån parkerat läge och stannar på utsatt plats innan startbanan för att behandlas.

Aviator utför avisningsprocessen på ett flertalet olika flygplanstyper där olika metoder används. Olika delar på flygplanet får ej behandlas medans andra ytor är speciellt viktiga att behandla. Arbetet kräver speciellt utrustade lastbilar vilka är försedda med kran och korg som sköts av de två operatörerna. Aviator har flera olika modeller på lastbilar, de mest använda och effektiva idag kommer att behandlas i detta projekt, kallade Elephant Beta (figur 3.1) samt sugbilen (figur 3.2).



Figur 3.1 Sprutbil Elephant Beta



Figur 3.2 Sugbil

3.3 Utrustning

De bilar Aviator använder sig av kommer från företaget Vestergaards, ett av de mest framstående i branschen. De två operatörerna som utför arbetet har varsin uppgift, korgoperatören styr munstycket som är avsett att spraya vätskan och smälta bort isen från flygplansvinge och kropp. Lastbilschauffören manövrerar bilen så att korgoperatören kan utföra arbetet så smidigt som möjligt.

3.3.1 Sprutbil

Elephant Beta är försedd med tre behållare, en för vatten och två olika typer av de-icing och anti-icing medel kallat Typ I samt Typ II (mer i avsnitt 3.3.2). Tankarna samt munstycket har uppvärmnings-enheter som ser till att vätskan när det lämnar munstycket håller 80-90°C. Uppvärmningen sker även vid tankstationen, där värmetankar ser till att glykolen håller nära avsatt temperatur innan de pumpas in i fordonen, dessa tankar uppvärms med el (ELEPHANT® BETA15, 2015).

3.3.2 De-icing och anti-icing vätska

Clariant är det kemiindustriföretag som tillverkar vätskan *Safewing* som Aviator använder sig av vid de-icing/anti-icing. Det finns två typer av medel som används vid Arlanda airport:

Typ I: Safewing® MP I ECO PLUS (80) samt *Typ II: Safewing® MP II FLIGHT*. De båda vätskorna är en vattenburen propylenglykollösning med korrisionsinhibitorer vilket betyder att de med olika vattenprocent får en önskad fryspunktsnedsättning (Produktblad, Safewing de-icing fluid, 2015).

3.3.3 Sugbilar

Efter utfört uppdrag går sugbilarna ut över området och suger upp den vätska som går från marken, och transporteras sedan av sugbilarna till uppsamlingsplatser. Den största delen uppsamlad vätska klassificeras som A-Glykol, uppsamlingsplatsen har ledningar som för vidare vätskan till reningsverk där de använder glykolen som kolkälla i sin reningsprocess. Den vätska som ej klarats av att sugas upp av sugbilarna kallas för B-Glykol. B-Glykolen ligger kvar på marken och blandas med tiden ihop med dagvatten som successivt rinner ned via dagvattenbrunnar vidare till pumpstation som pumpar det vidare till kommunala spillvattensystemet och kommer så småningom till Käppala reningsverk där glykolen även där fungerar som en extra kolkälla i kväverningsprocessen (VoS 2011).

Sugbilarna är utrustade med en tank och ett sugmunstycke. Tanken bygger upp ett vakuum med bränsle drivna pumpar som gör att vätskan kan sugas upp av munstycken under sugbilen. Eftersom det är svårt att separera vad som sugas upp tömmer man tankarna med innehållande A-glykol vid avsett ställe med speciella tippfickor som klarar av att separera innehållet i den grad som behövs för att återvinna glykolen. En del skickas vidare till reningsverk, en annan del till teststation för återvinning vid Arlanda som drivs av Aviator (Swedavia miljörapport 2013).

3.4 Återvinning av glykol

Swedavia gör varje år en särskild glykolrapport som stämmer upp och kontrollerar så att de villkor som finns för utsläpp av glykol till dagvattnet följs. Denna rapport har ej gått att få tag på, den information som finns pekar på att utsläppen ej överskrider gränserna (Miljörapport Stockholm Arlanda airport (MSA), 2013). Aviator har sedan 2006 jobbat med en metod att kunna återanvända A-Glykolen till

de-icing, men tillräcklig renhet har ännu inte lyckats nått. En Metod som använder indunstning kombinerat med destillering är i utveckling och förbättras (VoS, 2011).

3.5 Optimering av resurser

Aviator jobbar idag med rutin och utbildningar för att de-icing och anti-icing arbetet ska flyta på så smidigt som möjligt. För att hålla kunskapen uppdaterad och behålla de tillstånd som krävs för att framföra fordonen krävs nya kurser med jämna mellanrum. Operatörerna vid de-icing och anti-icing utbildas att följa de regler och rekommendationer som finns (se stycket nedan) med tiden förbättras operatörers skicklighet och mindre vätska och tid spenderas vid de-icing och anti-icing arbetet. Rekommendationerna som ges under utbildningen väldigt grovt satta för att garantera att säkerheten. Erfarna operatörer kan med säkerhet själva avgöra när isen är smält, vilket gör att totalt använd vätska för de-icing och anti-icing underskrider rekommendationer.

AEA är en ideell organisation som jobbar för att sammanfoga de större europeiska flygbolagen för att gemensamt sätta högre standard och säkerhet i branschen. Varje bolag i sig har olika beskrivningar av hur de-icing och anti-icing ska utföras på respektive flygplanstyp, AEA har tagit rollen för att sammanfatta allt som ett ramverk (AEAs recommendations, 2014).

AEA:s rekommendationer för de-icing och anti-icing verksamheten är något som är framarbetat för att förbättra kunskapen och säkerheten på området. Rekommendationerna är utvecklade av erfarna specialister inom flygplansbranschen och är något som Aviator har valt att ta del av. Den avgörande aktören och ansvarig för beslut är dock handhavande kaptan vid beställning, där Aviator utför uppdragen och värderar, erfarenhet och rutin högt, med kunskapen från AEA:s rekommendationer i ryggen. En av AEA:s rekommendationer är att man ska använda minst 1 liter/m² för att helt garantera säkerheten för en isfri yta (AEA:s recommendations, 2014). Vilket i verkligheten blir ett slöseri av resurser när så pass mycket medel ej behövs för att säkerställa önskat resultat. Isfri yta kan säkerställas med handpåläggning, vilket innebär fysiskt inspektion av yta efter utfört arbete.

3.6 Alternativa de-icing och anti-icing metoder

Denna del av rapporten tar upp två metoder som finns idag, antingen i forskningsstadiet eller i kommersiellt bruk. De metoder som nämns kan vara

alternativ som ger möjlighet till en förbättrad effektivitet vid Arlanda airport och som tagits fram som intressanta med hjälp av diskussion med handledaren.

3.6.1 Hydrofobiska beläggningar

Grundtanken är att man inte tillåter någon vätska att stanna kvar på flygplansvingarna. Hydrofobiska egenskaperna gör det möjligt att belägga vingarna med en yta av ett material som stöter bort vatten. Det finns olika metoder för att nå denna effekt, men teknologin går in på nano-nivån. Metoden är fortfarande under utveckling, men ändå värdefull att ta upp (GE Global research 2012).

3.6.2 Värmelösningar

Saab har utvecklat en grafitfolie som läggs på vingen och som kopplas till en generator som med relativt liten effekt klarar av att transportera elektroner som genererar värme som smälter bort isen. Det har även kommit patent på en sorts färg av grafit som ska kunna målas på ytan med samma ledningsegenskaper (Graphene Tracker, 2013).

I många nya kommersiella flygplan finns en mekanisk lösning. Med hjälp av kanaler under flygplansvingens yta som cirkulerar värmen från motorn (Sloan, 2008).

3.7 Processkartläggning

För att enkelt följa flödet i processen och svara på en av frågorna i frågeställningen gjordes ett flödesschema. Aktiviteterna blir lätta att följa och kan kommenteras var för sig, för att göra analysen så tydlig som möjligt. Här redovisas delprocesser i egna scheman för att mer ingående kunna visa de avgörande besluten och händelserna. Flödesschemat visas i Bilaga 1, kommentarer och förklaring följer här nedan.

3.7.1 Flödesschema avisningsprocessen

Start huvudprocess - Beställning från flygplanskapten skickas in till koordinator hos Aviator.

Elektronisk data 1 - Information om vad som beställts förs över. Till exempel, information om flygplans typ, gate, behandling och planerad avgångstid.

Delprocess 1 – Beställning från flygplanskapten

Start delprocess 1 - Koordinatör tar över arbetet.

Examensarbete: Analys av avisningsprocess i syfte att resurseffektivisera

Beslut 1.1 - Koordinatören måste med hjälp av informationen från kaptenen besluta om vilka resurser som behövs för att utföra uppdraget. Beslut tas och skickas vidare till operatörer.

Elektronisk data 1.1 - Operatörerna tar del av den information som koordinatören skickar över.

Process 1.1 - Koordinatören dokumenterar det som behövs och förbereder för återkoppling efter utfört uppdrag.

Slut delprocess 1 - Arbetet lämnas över till operatörer.

Process 1 - Alla lediga och berörda operatörer och fordon börjar sin del i processen. De andra ser till så att flödet flyter på så bra som möjligt med underhåll samt påfyllning av bränsle och vätska i tankarna.

Delprocess 2 - Transport till uppdrag.

Start delprocess 2 - Bekräftelse att information har kommit fram till operatörer.

Beslut 2.1 - Inblandade operatörer planerar och beslutar effektivast körväg.

Elektronisk data 2.1 - Rapporterar in till koordinatör att fordon är på väg.

Slut delprocess 2 - Transport startad.

Delprocess 3 – De-icing och anti-icing operation

Start delprocess 3 – De-icing och anti-icing fordon har anlänt till platsen 10-15 minuter före utsatt tid.

Process 3.1 - Contamination check utförs.

Beslut 3.1 - Operatörer beslutar vilken metod som skall nyttjas.

Elektronisk data 3.1 - Kommunikation med kapten om att contamination check är färdig.

Process 3.2 - De-icing operation genomförs, anti-icing görs efter om även det är beställt.

Elektronisk data 3.2 - Kommunikation med kapten om vilken sorts behandling som genomförts. Resursförbrukning meddelas både till kapten samt koordinatör vid Aviator.

Slut delprocess 3 - Sprutfordon lämnar platsen.

Delprocess 4 - Sugbils operation

Start delprocess 1.4 - Efter att flygplanet lämnat gate kan arbetet starta.

Process 4.1 - Sugbilen tar reda mesta möjliga spill på backen.

Elektronisk data 4.1 - Information om genomfört arbete skickas in till Aviators koordinator.

Process 2 - Koordinator får in alla information från genomförda uppdrag och dokumenterar de resurser som gått åt.

Elektronisk data 2 - Dokument sparas till datacentralen.

Slut huvudprocess - Invänta nya order.

3.8 Insamling av data

Den information som sparas och kan användas idag är endast till för överblick av förbrukningen. Data som sparas saknar avgörande faktorer som temperatur och väder förhållanden för att fullständigt kunna hjälpa till med statistisk datainsamling i förbättringsarbetet. Tabellen 3.1 nedan visar en liten del alla de operationer som utförs, tabellen är menad att visa den stora skillnaden i åtgång av olika resurser.

Examensarbete: Analys av avisningsprocess i syfte att resurseffektivisera

DATE/STID	ATD SLOT	A/C-TYPE	PARK	ORDER	ASSIGNMENT	TRUCK	AT PARK	STAR T I	START II	STOP	DURATION	FLUID TYPE1	FLUID TYPE2	FLUID/MINUTE
2015-02-20 19:45	19:45	73H	12	19:12	DI-T1	NAS01	19:41	19:44	:	19:46	2	14		7.0
2015-01-06 08:20	08:20	73H	F35R	05:53	DI-T1	NAS01	06:12	06:22	:	06:34	12	130		10.8
2015-02-04 16:00	16:00	73H	40	15:34	DI-T1	NAS02	15:55	16:01	:	16:03	2	25		12.5
2015-01-30 08:30	09:00	73H	38	08:28	DI-T1	NAS01	08:42	08:59	:	09:05	6	81		13.5
2015-01-05 17:30	17:30	73H	13	16:27	DI-T1	NAS02	17:18	17:18	:	17:23	5	68		13.6
2015-01-11 15:30	15:50	73H	13	15:50	DI-T1+T2	NAS02	15:53	16:06	16:07	16:10	3	49	30	16.3
2015-01-18 20:30	20:30	73H	33	20:11	DI-T1+T2	NAS01	20:23	20:24	20:25	20:27	3	50	49	16.7
2015-01-22 17:30	17:30	73H	11	16:34	DI-T1+T2	NAS01	17:08	17:21	17:21	17:26	5	84	45	16.8
2015-01-12 10:20	10:20	73H	20	10:13	DI-T1+T2	NAS01	10:16	10:30	10:31	10:33	3	56	53	18.7
2015-01-22 10:20	10:20	73H	20	09:45	DI-T1+T2	NAS02	09:57	10:12	10:13	10:13	1	19	8	19.0
2015-01-11 10:15	11:10	73H	11	10:57	DI-T1+T2	NAS02	11:01	11:16	11:17	11:22	5	95	35	19.0
2015-01-21 07:00	07:00	73H	11	06:34	DI-T1	NAS01	06:40	06:46	:	06:50	5	101		20.2
2015-01-19 19:45	19:45	73H	15	18:46	DI-T1	NAS01	19:29	19:30	:	19:31	2	41		20.5
2015-02-02 10:45	10:45	73H	17	09:59	DI-T1+T2	NAS01	10:34	10:34	10:35	10:39	5	104	116	20.8
2015-01-22 12:55	12:55	73H	41	12:43	DI-T1+T2	NAS02	12:48	12:56	12:59	12:59	3	68	29	22.7
2015-01-20 19:10	19:20	73H	16	19:01	DI-T1	NAS02	19:10	19:13	:	19:22	9	207		23.0
2015-01-08 17:40	17:40	73H	20	17:14	DI-T1	NAS01	17:22	17:31	:	17:33	3	70		23.3
2015-02-02 12:40	13:20	73H	41	12:49	DI-T1+T2	NAS02	13:00	13:00	13:01	13:05	5	117	48	23.4
2015-01-11 22:10	22:10	73H	18	22:06	DI-T1	NAS01	22:13	22:24	:	22:30	6	523		67.2
2015-01-31 09:30	09:30	73H	11	08:33	DI-T1+T2	NAS02	09:26	09:26	09:27	09:30	4	351	109	67.8
2015-01-29 17:15	17:15	73H	15	16:56	DI-T1	NAS01	17:04	17:06	:	17:07	1	88		88.0
2015-02-13 07:00	07:00	73H	13	06:29	DI-T1	NAS01	06:53	06:53	:	06:54	1	89		89.0
2015-01-23 07:05	07:05	73H	18	06:13	DI-T1+T2+	NAS01	07:27	07:28	07:35	07:37	10	890	40	89.0
2015-01-23 19:10	19:30	73H	15	19:40	DI-T1	NAS02	19:44	19:45	:	19:45	1	89		89.0
2015-01-23 17:45	17:45	73H	33	17:28	DI-T1	NAS02	17:28	17:43	:	17:45	2	178		89.0
2015-02-05 07:05	07:05	73H	F42	06:33	DI-T1	NAS02	06:37	06:50	:	06:54	4	357		89.3
2015-01-12 11:05	11:05	73H	13	10:41	DI-T1+T2	NAS02	10:51	11:01	11:01	11:06	5	447	103	89.4
2015-02-01 07:30	07:30	73H	04	06:57	DI-T1+T2	NAS01	07:02	07:23	07:26	07:31	8	716	91	89.5
2015-02-01 06:50	06:50	73H	F32L	06:15	DI-T1+T2	NAS01	06:39	06:42	06:43	06:44	2	181	44	90.5
2015-02-01 16:50	16:50	73H	15	16:33	DI-T1+T2	NAS01	16:34	16:47	16:47	16:49	2	181	59	90.5
2015-01-05 17:45	17:45	73H	35	17:02	DI-T1	NAS01	17:40	17:42	:	17:45	3	275		91.7
2015-02-01 16:20	16:20	73H	18	15:50	DI-T1+T2	NAS01	16:14	16:14	16:15	16:17	2	184	49	92.0
2015-01-21 16:30	16:50	73H	16	16:39	DI-T1	NAS01	16:42	16:52	:	16:53	2	185		92.5

Tabell 3.1 Datainsamling operationer

Tabellförklaring:

ATD SLOT - Den tid beräknad avgång från gate är utsatt.	START I - Tid för start av behandling typ I
A/C-TYPE - Flygplanstyp.	START II - Tid för start av behandling typ II
PARK - Gate.	STOP - Sluttid
ORDER - Den tid orden kom in till koordinator från kapten.	FLUID TYPE1 - Förbrukad mängd vätska typ I
ASSIGNMENT - Vilket typ av uppdrag som beställts: De-icing, typ I, typ II.	FLUID TYPE2 - Förbrukad mängd vätska typ II DURATION - Total tid
TRUCK - Vilket fordon som utför uppdraget.	FLUID/MINUTE - Vätska/minut (tillagd i efterhand för rapportens klarhet)
AT PARK - När fordon är framme vid gate.	

3.9 Lean

Utvecklingen av Lean inom tjänstesektorn är under utveckling och intresset av arbetssättet är mycket stort inom många tjänsteföretag. SAS är ett annat ground handling bolag vid Arlanda airport, de har implementerat Lean i sin verksamhet så det finns exempel på bolag även inom denna marknad som nyttjar metoden.

Lean är dock inget som används av Aviator, men ett ständigt arbete mot förbättringar är inget okänt. En av Aviators huvudrubriker som beskriver visionen är säkerhet och är något de jobbar kontinuerligt med. Flertalet säkerhetskontroller dokumenteras vid ankomster och görs varje dag utav en "Safety officer" anställd av Aviator. Standardisering av hur det praktiska arbetet vid Aviator genomförs finns dokumenterat och tillgängligt för alla intresserade. Företagsstrategier finns alltså redan aktiva hos Aviator och dessa skulle kunna gå att använda till Lean.

3.9.1 Centraliserad de-icinganläggning

Toronto Pearson Airport använder sig av en centraliserad de-icinganläggning som är en av de bäst utvecklade i världen. Metoden sköts från en stor kommunikationscentral som fungerar som ett flygledartorn. Flera koordinatörer sköter ordningen och styr systemets alla funktioner. Där styrs avloppssystemet och separerar det helt från dagvattensystemet. Glykolen kan separeras i stora tankar med olika koncentrationer och kan rinna av och återvinnas på ett eller annat sätt, information från Hatch Mott Macdonald Aircraft Deicing brochure, 2015. Genom att centralisera allt arbete till en och samma plats har man närmare till alla resurser som behövs för att utföra uppdragen, det genererar bättre möjligheter att kunna ta reda på restprodukterna från processen samt minska kostnader för transport. Platsen är avsedd att ligga mellan gate och startbana så att flygplanen ej behöver spendera mer bränsle än normalt.

Arlanda airport har idag en avsedd plats för off-gate de-icing och anti-icing som Platsen fungerar som en miniatyr av en centraliserad de-icinganläggning.

4. Analys

Detta kapitel är avsett för att svara på en del av frågeställningarna med resultatet från kartläggningarna av de undersökta detaljkedjorna samt analysering av de alternativa er som tagits upp. I grunden kan man sammanfatta att det i grova drag handlar om följande fyra möjliga alternativ för effektivisering och mindre utsläpp.

- Eliminera användandet av glykol-baserade vätskor och utveckla en mer miljövänlig lösning.
- Minska mängden vätska som används genom utveckling av; bättre vätskor, bättre metoder att applicera vätskan och innovativa flygplanskonstruktioner.
- Utveckling av uppsamlingsanläggningar och minska utsläppen till miljön.
- Bättre återvinning av vätskan.

Kartläggningen har fastställt hur avisningsprocessen fungerar och hur den avdelningen arbetar med informationen som samlas in. För att kunna utveckla dokumentationen och säkerställa statistiken behövs faktorer som påverkar resursförbrukningen. Väder, nederbörd, utomhus temperatur, och information om avvikelser från handhavande operatör.

4.1 Resursförbrukning

Analysen av data från tabellen 3.1 ovan visar tydliga skillnader i resursförbrukningen, samt har fastställt att det dels grundar sig i erfarenheten hos operatören. Enligt Agensjö¹ har en mer erfaren operatör efter genomfört arbetet betydligt mindre vätska på marken, det kan skilja så mycket som en tredjedel förbrukad vätska. Vilket också resulterar i att mindre tid används för att genomföra samma arbete. En avgörande del i processen sker genom kommunikation till koordinatören. Det är koordinatörens ansvar att allt flyter på, dokumentation av all information som kommer in, samt föra vidare rätt information till operatörer.

4.2 Alternativa de-icing och anti-icing metoder

4.2.1 Hydrofobiska beläggningar

Metoden har prövats på flertalet olika produkter och visat goda resultat vid direkt kontakt med mycket vätska. Dock finns det problem med den effekt den

1 Håkan Agensjö Huvudansvarig de-icing Aviator, telefonsamtal februari 2015.

hydrofobiska ytan ger vätskan. Vattnet samlas ihop till större mängder eftersom vätska generellt vill hålla ihop på grund av ytspänning. Dimma som möjliggör direkt transformation till is kan då resultera i att större isbitar bildas snabbare. Vilket är syftet att förebygga vid de-icing och anti-icing. Om tekniken utvecklas ytterligare kan det eventuellt bli ett alternativ till den vätska som används idag.

4.2.2 Värmelösningar

Tekniken lämpar sig bäst för mindre ytor där is generellt bildas, men utesluter inte att andra förebyggande åtgärder behövs. Metoden skulle vara ett bra hjälpmedel för att minska resursförbrukningen, med mindre yta att behandla minskar både vätske- samt tids-åtgången. Tekniken är dock ett alternativ som ligger på flygbolagens ansvar att bejaka eftersom det rör sig om en konstruktion inuti flyplanen.

4.3 Lean

En utförlig analys av Leanverksamhet som arbetssätt vid Aviator kräver mer arbete, förhoppningsvis kan dock den analys som gjorts generera ett intresse som leder till fortsatt arbete med Lean.

4.3.1 Aviator

Det viktiga är att se skillnaden av slutvärdet för kunden mellan produktion- och tjänstesektorn. För att till fullo kunna nyttja verktyg och metoder är dessa skillnader viktigt att ha klart för sig:

- Tillverkning går över till konsumtion, vilket försvårar kvalitetskontroller. Använd andra metoder för att kontrollera kvalitet. Vikten av processkontroll är att poängtera.
- Komplexiteten av känslan till tjänsten, det går inte att klämma och känna på en tjänst som med en fysisk produkt. Istället förlitar man sig på det rykte och recensioner som kommer från kund.
- Hållbarheten då en tjänst inte kan inventeras eller lagras samt att behovet kommer först när den efterfrågas. Vilket försvårar relationen mellan tillverkning och efterfrågan.
- Förmågan att hålla tjänsten homogen för kunden. Alla faktorer påverkar resultatet då tjänsten konsumeras, vilket upplevs olika för varje kund.

Potentialen för att arbeta med Lean inom Aviator är stor, inte endast inom de-icing och anti-icing, utan även inom andra delar av verksamheten. Som tidigare nämnt finns det mycket standardiseringar och dokumentation kring säkerheten som måste följas vid arbetsplatsen. Dessa standardiseringar är en beskrivning av hur arbetet ska utföras och presenteras under utbildningen som ges till nyanställda. Men är något som sällan följs upp i det fortsatta arbetet, många operatörer utvecklar sitt eget arbetssätt och finner olika metoder som förenklar arbetet betydligt, dessa är väsentliga att standardisera och följa upp. Dock är grunden i Aviators företagsstrategi bra för att starta Leanarbetet vid.

4.3.2 Arlanda airport

Om Arlanda airport skulle införa en centraliserad de-icinganläggning skulle man kunna få en mycket bättre möjlighet kontroll av verksamheten. Som enskilt bolag att utveckla metoden skulle kräva mycket kapital men samtidigt konkurrens drivande, eftersom de flesta ground service bolag bedriver de-icing verksamhet parallellt, skulle ett initiativ från Aviators sida vara intressant. Dock skulle projektet bli krävande och något långsiktigt att planera. Ett exempel på en långsiktigt vision Leanarbete.

4.3.3 Fallgropar

Det är många punkter som måste uppfyllas för ett lyckosamt arbete inom Lean. Följderna av okunskap och risken att hamna i fallgroparna är kostsamma. Forskning gjord av Lena Abrahamsson (2012) publicerad i Vd-tidningen påpekar att det är sättet man använder Lean på som är avgörande. Använder man det som ett rationaliseringsverktyg till nedskärningar, av t.ex. personal, i följd av förbättringar drar det ned på arbetsmiljön. En följd kan vara att personalen finner den nya arbetsmiljön allt för enformig eller stressfylld. Läger man inte tillräckligt med utrymme för personalen att utvecklas tillsammans med förbättringarna, kan situationen kännas avgränsad. En faktor till detta resultat är fokusering på kortsiktiga mål.

Ser man till att jobba efter kända metoder, och värdera grunden inom Lean, och prioritera de delar som är riskfyllda. Kan man undvika fallgroparna och generera bästa möjliga situation.

4.4 Återvinning av de-icing och anti-icing vätskorna

Det förbrukas mellan 700-1800 ton Typ I vätska varje säsong vid Arlanda airport där inget kan återanvändas som medel igen (MSA, 2013). Aviator jobbar på en

teknik för att kunna rena spillet till den renhet som krävs för att användas igen², men har ännu inte nått något resultat. De försök som gjorts har innehållit för mycket orenheter som t.ex. färgrester. 99 % av glykolspillet klaras av att samlas upp och återvinnas på ett eller annat sätt. Fortsatt forskning och utveckling på att återanvända medlet skulle vara extremt gynnsamt för branschen.

2 Håkan Agensjö Huvudansvarig de-icing Aviator, telefonsamtal februari 2015.

5. Förbättringsförslag

I detta kapitel ska diskussion om potentiella åtgärder som kan leda till förbättring tas upp. Avsnittet ska fungera som en guide för Aviator för kontinuerligt förbättringsarbete.

5.1 Insamling av data

Följer man avisningsprocessen steg för steg kan man se att det sker en del dokumentation längst vägen. För ett effektivt förbättringsarbete behövs en mer kompletterande insamling av data. Dokumentationen i sig saknar, som tidigare nämnt, en del variabler för den rådande väderleken, dessa behövs för analysera avvikelser av vätskeförbrukning. Meteorologiska tjänster till professionellt bruk finns att konsultera. Med hjälp av kompletterande statistik från tidigare förbrukning kan man förhoppningsvis kalkylera mer exakt när resursförbrukning kommer att öka.

En del av Aviators miljömål var att sänka bränsleförbrukningen med 20% jämfört med år 2009. För att mer ingående kunna följa bränsleförbrukningen bör dokumentation av inbördes transportsträckor göras. Idag jämför man den totala förbrukningen med tidigare års förbrukning, utan att följa upp vilka sträckor som egentligen används till och från uppdragen. För att underlätta framtida mål kan en kostnadskalkyl inkludera kartläggningen av enskilda händelser från delprocesser som till exempel transport.

5.2 Engagerade medarbetare

Den stora skillnaden i vätske- och tidsåtgång mellan mindre erfarna och mer erfarna operatörer är för stor för att inte göra något åt. Genom grundlig dokumentation av de mer erfarna operatörerna och deras arbetsmetoder, med till exempel film som kompletterar utbildningsmaterialet, skapas ett tydligare ramverk över hur arbetet kan genomföras. Utrymme för personlig utveckling genererar engagerade medarbetare och högre potential mot förbättring. Detta nås genom att få medarbetarna mer insatta och delaktiga i hela processen, om erfarna och nya operatörer jobbar tillsammans för att öka inlärningskurvan skapas engagemang. Se till så att kunskapen inom företaget nyttjas, få medarbetarna delaktiga i utvecklingen. Inom andra avdelningar på Aviator arbetats det mycket i dubbelgång, där erfarenhet förs vidare. Detta är den form av arbete som behövs tryckas mer på.

Ett exempel på att ytterligare öka engagemanget inom verksamheten är att locka anställda att sträva efter utveckling genom belöningsmöjligheter, där ligger ansvaret hos ledningen.

5.3 Lean

För att kunna implementera Lean service inom Aviator krävs en gedigen och stor insats från hela ledningen som sedan sprider vidare kunskapen genom verksamheten. En viktig del är att skaffa sig vidare kunskap och sprida intresset om möjligheterna av en välfungerande Lean-verksamhet. Som tidigare nämnt i teoridelen är det mycket energi och tid som krävs för att kunna starta arbetet.

Innan fullständigt arbete sätter igång är det till stor fördel att lära känna några av de verktyg som är till hjälp i Leanarbetet. Dessa verktyg bygger på kända modeller som fungerar som hjälpmedel i förbättringsarbetet. Några exempel är: Datainsamling, Histogram, Orsak-verkan-diagram, Uppdelning, Sambandsdiagram och Styrdiagram. Verksamhetens flexibilitet och deltagarnas adaptiva förmåga är goda egenskaper för utveckling tillsammans med verktygen. Mer ingående beskrivning av de verktygen som finns till hjälp finns att tillgå via utbildningar inom Lean.

5.4 Processjämförelse

Arlanda airport har flera aktörer inom de-icing och anti-icing, och även andra verksamheter som bedriver liknande processer, till exempel tågbranschen. Här finns det möjligheter att kunna jämföra de processer som fungerar bra hos andra för att analysera dess förmåga och gap. Med rapportens resultat som förhoppningsvis gett en bra analys över processen, underlättas steget att överföra och översätta metoder från andras processer. En benchmarking är inte ett sätt att sätta mål till sina egna visioner utan ett strukturerat arbetssätt för att hitta förbättringsmöjligheter. Metoder för att nå detta är att använda sig av Jämförelseprocessen. Processen kan man enklast beskriva med stegen: Planera, Sök, Studera, Analysera, Anpassa och Förbättra.

5.5 Forskning och Utveckling

Branschen är under ständig utveckling och kräver ständig förbättring hos aktörerna för att kunna vara konkurrenskraftig. Med mer resurssatsning inom forskning och utveckling med den kunskap och erfarenhet som finns inom företaget Aviator finns möjligheter för stora framsteg. En större satsning av projektet med återanvändning

Examensarbete: Analys av avsningsprocess i syfte att resurseffektivisera

av glykolen som samlats upp är något som även skulle kunna gynna verksamheten globalt. Förstudierna till rapporten fann inte något bra exempel på existerande metoder för glykolrening som används i produktion.

6. Slutsats

Aviator bedriver en genomtänkt verksamhet med många års av erfarenhet och mycket kunskap i ryggen. De metoder som används i branschen idag är i stort sett de som används av Aviator, och lämpar sig bäst i dagsläget. Aviator har goda möjligheter att introducera verksamheten till begreppet Lean och vad det innebär. Processkartläggningen är grunden vid starten och fokusering på de delprocesser av stor vikt för avisningsprocessen har identifierats och kommenterats.

En intressant slutsats som förmodligen är av stort intresse är hur verksamhetsförbättringar påverkar Swedavia. Flygplatsen skulle gynnas av bättre resursförbrukning och huvudaktören Swedavia bör engageras i arbetet. Exempel är ett gemensamt långsiktigt arbete att planera flygplatsen och till exempel skapa en centraliserad de-icinganläggning. Där resursåtgången i form av bränsle-förbrukning och återvinning av kemikalier skulle kunna kontrolleras mycket bättre än i dagsläget, även om utsläppen hålls inom gränserna.

För att statistiskt kunna arbeta med förbättringsarbetet behövs noggrannare dokumentation av flera delar i processen. Med mer statistik att följa kan man tydligare se vart man gör framsteg och vart det behövs mer resurser.

De alternativa metoderna som tagits upp blir mer ett hjälpmedel för processen, men är inget Aviator direkt kan använda sig av eller påverka i det kortsiktiga perspektivet.

Genom att identifiera den effektivaste metoden för de-icing och anti-icing från erfarna operatörer, och standardisera detta, kan man kortsiktigt minska resursförbrukningen. Förhoppningsvis kan gapet mellan resursåtgången minskas.

Om Aviator finner intresse att arbeta vidare med innehållet i rapporten krävs det ett engagemang från ledningen och ökad kunskap inom Lean.

Lyckas man engagera alla operatörer och identifiera den metod som effektivast gör jobbet och minska skillnaden i vätskeförbrukning kan man förbättra resultatet mycket. Slutsatsen är då att standardisering av metoder har bäst potential att förbättras.

7. Referenser

Agensjö, H. (2015) Head of de-icing, Aviator, Arlanda (Muntlig information)

Allaway, M & Corbett, S. *Shifting to Lean Service: Stealing a Page from Manufacturers' Playbooks*. *Journal of organizational Excellence*, Vol. 21, Nr. 2 (2002): s. 45 – 54.

Association of European Airlines recommendations (2014-07).
Recommendations for De-icing / Anti-icing Aeroplanes on the Ground.
Tillgänglig: <http://www.aea.be/component/attachments/attachments.html?id=97&task=download> [2015-05-05]

Aviators hemsida (2013). <http://www.aviator.eu/corporate/about/> [2015-08-15]

Aviator (2013). *Intern miljöplan*. Arlanda: Aviator (Intern miljöplan)

Bergman, B & Klefsjö, B. (2007). *Kvalitet från behov till användning*. 4:6 upplaga. Lund: Bo Bergman, Bengt Klefsjö och Studentlitteratur

CompositesWorld (2008-12-30), Jeff Sloan, 787 integrates new composite wing deicing system, artikel, available:
<http://www.compositesworld.com/articles/787-integrates-new-composite-wing-deicing-system> [2015-08-12]

Company Veestergard, *ELEPHANT® BETA15, de-icing systems, aircraft service trucks*,
Tillgänglig: <http://vestergaardcompany.com/vesterhjem/wp-content/uploads/2013/10/Delcer-Beta-15.pdf> [2015-05-15]

GE Global Research, hemsida, Tillgänglig:
<http://www.geglobalresearch.com/innovation/ge-scientists-demonstrate-promising-anti-icing-nano-surfaces> [2015-08-12]

Graphene Tracker, Marko Spasenovic (2013-02-21), *Saab to de-ice airplanes with graphene*, Tillgänglig:

<http://www.graphenetracker.com/saab-to-de-ice-airplanes-with-graphene/> [2015-08-12]

Imai, M. (1986). *Kaizen. The key to Japan's competitive success*. Random House. Inc., New York.

Petersson, P., 1971 & Ahlsén, S., 1946 2009, *Lean: gör avvikelser till framgång*, 2. [rev.] uppl. edn, Part Development, Bromma.

Safewing® MP II Flight, Type II aircraft de-icing fluid, Tillgänglig:

<http://www.clariant.com/en/Solutions/Products/2014/06/23/15/31/Safewing-MP-II-Flight?ref=dropdown&p=1> [2015-05-15]

Safewing® MP I 1938 ECO (80), Type I aircraft de-icing fluid, available:

<http://www.clariant.com/en/Solutions/Products/2013/12/09/18/29/Safewing-MP-I-1938-ECO-80?ref=dropdown&p=1> [2015-05-15]

Swedavia (2013). *Airport Regulations*. [Elektronisk] Rapport. Arlanda, Swedavias. Tillgänglig:

<https://www.swedavia.net/sv/Arlanda/Airport-Regulations/> [2015-05-11]

Swedavia. (2013). *Miljörapport Stockholm Arlanda Airport*. [Elektronisk] Rapport. Arlanda, Swedavia. Tillgänglig:

<http://www.swedavia.se/PageFiles/16082/2013/Miljorapport-Stockholm-Arlanda-Airport.pdf> [2015-08-10]

Vatten och samhällsteknik (2011), *Miljökonsekvensbeskrivning för ansökan om nytt tillstånd enligt miljöbalken, kap 7 påverkan av vattensystem*, [Elektronisk] Rapport. Arlanda, Swedavia. Tillgänglig:

<http://www.swedavia.se/PageFiles/12035/7%20P%C3%A5verkan%20p%C3%A5%20vattensystem.pdf> [2015-05-11]

Vd tidningen (2012-11-02), Lena Abrahamsson, *Lean kan bli en arbetsmiljöfälla*. Tillgänglig: <http://vdtidningen.se/lean-kan-bli-en-arbetsmiljofalla/> [2015-09-13]

Examensarbete: Analys av avisningsprocess i syfte att resurseffektivisera

Bilageförteckning

Bilaga 1 - Processkartläggning

Bilaga 1 - Processkartläggning

Flödesschema de-icing/anti-icing

