

LiU-ITN-TEK-G--12/066--SE

Schemaläggning av Norrköping Airport

Jasmin Dzeko

2012-11-23



Linköpings universitet
TEKNISKA HÖGSKOLAN

LiU-ITN-TEK-G--12/066--SE

Schemaläggning av Norrköping Airport

Examensarbete utfört i Logistik
vid Tekniska högskolan vid
Linköpings universitet

Jasmin Dzeko

Handledare Stefan Engevall
Examinator Fredrik Persson

Norrköping 2012-11-23

Upphovsrätt

Detta dokument hålls tillgängligt på Internet – eller dess framtida ersättare – under en längre tid från publiceringsdatum under förutsättning att inga extraordinära omständigheter uppstår.

Tillgång till dokumentet innebär tillstånd för var och en att läsa, ladda ner, skriva ut enstaka kopior för enskilt bruk och att använda det oförändrat för ickekommersiell forskning och för undervisning. Överföring av upphovsrätten vid en senare tidpunkt kan inte upphäva detta tillstånd. All annan användning av dokumentet kräver upphovsmannens medgivande. För att garantera äktheten, säkerheten och tillgängligheten finns det lösningar av teknisk och administrativ art.

Upphovsmannens ideella rätt innefattar rätt att bli nämnd som upphovsman i den omfattning som god sed kräver vid användning av dokumentet på ovan beskrivna sätt samt skydd mot att dokumentet ändras eller presenteras i sådan form eller i sådant sammanhang som är kränkande för upphovsmannens litterära eller konstnärliga anseende eller egenart.

För ytterligare information om Linköping University Electronic Press se förlagets hemsida <http://www.ep.liu.se/>

Copyright

The publishers will keep this document online on the Internet - or its possible replacement - for a considerable time from the date of publication barring exceptional circumstances.

The online availability of the document implies a permanent permission for anyone to read, to download, to print out single copies for your own use and to use it unchanged for any non-commercial research and educational purpose. Subsequent transfers of copyright cannot revoke this permission. All other uses of the document are conditional on the consent of the copyright owner. The publisher has taken technical and administrative measures to assure authenticity, security and accessibility.

According to intellectual property law the author has the right to be mentioned when his/her work is accessed as described above and to be protected against infringement.

For additional information about the Linköping University Electronic Press and its procedures for publication and for assurance of document integrity, please refer to its WWW home page: <http://www.ep.liu.se/>

Sammanfattning

För att Securitas AB skall kunna behålla sin position i Norrköping Flygplats är det viktigt att de effektiviserar sin bemanning och scheman. Detta krävs för att kunna uppnå kostnadsreduceringar som skall i sin tur ge dem konkurrensfördelar för att behålla sin position vid årliga upphandlingar som sker mellan kommun och flygplats. För att effektivisera sin bemanning och scheman skall teoretiska delar användas för att styra grupper och verksamheten bättre, teoretiska delarna är i form av schemalägningsprinciper.

Vid en effektivisering av verksamheten skall en optimeringsmodell användas med flera funktioner som möjliggör en heltäckande optimeringslösning för att generera den mest kostnadseffektivaste bemanningen för schemaläggningen. Ett tekniskt system som ett informationssystem skall även strukturera Securitas arbete effektivare med en bättre bokföring över de anställda samt underlätta tillämpningen av ett standardiserat arbetssätt. Vikten av ett standardiserat arbetssätt behandlas mycket inom LEAN-filosofin och anses viktig i detta fall för att få de teoretiska delarna och informationssystemet att fungera ihop. En schemalägningsprincip som rekommenderas att Securitas använder är perceptuell kontroll teori eftersom den har visat sig framgångsrik av företag som tillämpat den.

Lösningen till Securitas problem är en kombination av teori och kvantitativa metoder som det går att räkna på. Optimeringsmodellen och informationssystemet skall tillsammans med schemalägningsprinciperna skapa bättre förutsättningar för Securitas att sätta upp ett nytt optimalt schema som skall reducera kostnaderna med 10 % och öka effektiviteten för Securitas verksamhet i flygplatsen. Detta skall leda till en högre lönsamhet och att Securitas behåller sin position i Norrköping Flygplats vid årliga upphandlingar.

Abstract

For Securitas AB case to maintain their position in Norrköping Airport is it important to effectiveness their staffing and schedules. This is required to achieve cost reductions which will in turn give them the competitive edge to maintain their position at the annual contracts concluded between the municipality and the airport. To effectiveness their staffing and schedules are theoretical parts going to be used to control their groups and business better. The theoretical parts are in the form of scheduling principles.

At the streamlining of operations is an optimization model going to be used that has several features that enable a comprehensive optimization solution to embarrass the most cost-effective staffing for the schedule planning. A technical system as an information system will also be used to structure Securitas work more efficiently with a better accounting of the employees and to facilitate the implementation of a standardized approach. The importance of standardized work is treated much in the LEAN philosophy and is considered important in this case to obtain the theoretical aspects and the information system to work together smoothly. A scheduling policy that is recommended that Securitas uses is the Perceptual Control Theory as it has proven to be successful by companies that applied it.

The solution to Securitas Problem is a combination of theory and quantitative methods that can be used to count on. Optimization model and information system will together with the scheduling principles create better conditions for Securitas to set up a new optimal schedule to reduce costs by 10 % and increase the efficiency for Securitas operations in the airport. These actions are going to lead to higher profitability and will result that Securitas wins the annual procurements in Norrköping Airport.

Förord

Detta är ett examensarbete utfört på utbildningen Samhäll Logistik på Linköpings Universitet, Campus Norrköping. Examensarbetet omfattar 16 högskolepoäng och har drivits under mars 2012 till november 2012. Examensarbetet är inriktat till Norrköpings flygplats och har valts att utföras där på grund av att det fanns ett intresse gällande optimeringslära och för att det är ett verklighetsfall med inriktning på schemaläggning. Enskild färdighet av optimeringsmodeller är en ytterligare orsak till varför det fanns intresse att utföra examensarbetet där. Examensarbetet har varit givande och har utökat mina kunskaper inom optimering och schemaläggning. Avslutningsvis vill jag tacka Norrköpings flygplats för att ha fått chansen att utföra mitt examensarbete där, familjen som alltid funnits där som stöd samt examinatorn och handledaren för deras vägledning vid genomförande av detta arbete.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Mål.....	1
1.3	Struktur.....	2
1.4	Avgränsningar.....	2
1.5	Företagspresentation	3
1.6	Securitas kundsegment Flyg.....	4
2	Metodik	5
2.1	Källkritik.....	7
3	Securitas verksamhet i Norrköping Flygplats.....	9
3.1	Nulägesbeskrivning	9
3.2	Kompetens och utbildningsöversikt.....	10
3.3	Nuvarande schemat och kompetensloggen.....	12
3.4	Bemanning efter flygplansstorlek	14
3.5	Sammanfattning av problemet och vald inriktning.....	14
4	Teoretisk referensram.....	15
4.1	Schemalägningsprinciper.....	15
4.2	Standardisering.....	16
4.3	Effektiv bemanningsstyrning.....	17
4.4	Perceptuell Kontroll Teori	19
4.5	Processbaserad verksamhetsutveckling.....	22
5	Optimeringslära.....	23
5.1	Bemanningsoptimering hos flygbolag.....	25
5.2	Optimeringsprocessen	26
5.3	Relaxation och restriktion	28
6	Analys	31
6.1	Standardisering i Norrköpings flygplats	31
6.2	Effektiv bemanningsstyrning i Norrköpings flygplats.....	32
7	Analys av informationssystemet	35
8	Optimering av Norrköping Flygplats.....	39
8.1	Den matematiska formuleringen	39
8.2	Optimeringsmodellen.....	42
8.3	Funktioner i optimeringsmodellen.....	43

8.4	Excel-funktioner och optimeringsregler.....	47
8.5	Optimeringsmodellens logik i Excel.....	48
8.6	Validering och verifiering av optimeringsmodellen	49
9	Resultat.....	53
10	Diskussion.....	55
10.1	Jämförelse mellan nuvarande schemat och optimeringsschemat.....	55
10.2	Kritik gällande systemet	57
10.3	Tillämpning av principerna och schemaläggningssystemet	58
11	Slutsats	59

Figur- och tabellförteckning

Tabell 1 – Utbildningsöversikt för ramp, räddningstjänst, säkerhet och fält	11
Tabell 2 – Utbildningsöversikt för brandsäkerhet, fordon och utrustning.....	12
Tabell 3 – Kodsyste	12
Figur 1 – Exempel på arbetsschemats struktur	13
Figur 2 – Bemanningsefterfrågan.....	14
Figur 3 – Resultat och fördelarna av Perceptuell Kontroll Teori	21
Tabell 4 – Bemanningsplaneringsmodell.....	25
Figur 4 – Optimeringsprocessens struktur	26
Figur 5 – Nivåkurvor i ett icke linjärt optimeringsproblem	28
Figur 6 – Förändringar av en bivillkorskoefficienten a	29
Figur 7 – Skärmbild av informationssystemet del 1	35
Figur 8 – Skärmbild av informationssystemet del 2	36
Figur 9 – Genomförd rankning av de anställda	37
Figur 10 – Administrations-,kontroll- och resultatfältet	43
Figur 11 – Resultat samt diverse justerbara celler	44
Figur 12 – Skärmbild av de anställdas utbildningar inom olika områden del 1	45
Figur 13 – Skärmbild av de anställdas utbildningar inom olika områden del 2	45
Figur 14 – Kompetenskriteriet.....	46
Figur 15 – Optimerings-solver:n i Excel.....	47
Figur 16 – Justeringsprocessen för en förbättrad modell	47
Figur 17 – Kombination av principer och tekniker för att skapa ett nytt schema.....	53
Figur 18 – Schema för vecka 11 samt en illustration av stegindelningen	56
Figur 19 – Team-optimering för vecka 11	56
Figur 20 – Totalkostnadsanalys	57

1 Inledning

Bra scheman utgör en viktig grund i företag, statliga verksamheter och organisationer för att få dem att fungera effektivt och för att bättre organisera verksamheten genom en bra framtida planering. Schemaplanering är även en viktig grund för Securitas AB som styr bemanningen på Norrköpings flygplats.

I Norrköpings flygplats finns det ett behov av ett logistiskt synsätt för att klara av de årliga upphandlingar som sker mellan kommun och flygplats. För att vinna upphandlingar och för att behålla fortsatt verksamhet är det viktigt att Securitas AB effektiviserar sitt schema i Norrköpings flygplats. Detta är en viktig uppgift och inom detta examensarbete kommer fokuset att ligga på det. I nuläget är Securitas schema för komplex och svår, detta innebär att den schemaläggningsteknik och synsätt som används inom logistik är lämplig att användas som lösningsmetod. Examensarbetet kommer att ha ett logistiskt perspektiv för att öka effektiviteten d.v.s. att snabbare kunna sätta rätt personal på rätt plats och för att få en bättre kontroll och styrning av bemanningen. Examensarbetet skall även bidra till konkurrensfördelar, öka lönsamheten och reducera möjliga personaltimmar för Norrköpings flygplats.

1.1 Syfte

Syftet med examensarbetet är att öka effektiviteten genom att möjliggöra omplanering av schemat på kort sikt och på lång sikt om möjligt. Detta skall åstadkommas med hjälp av ett schemaläggningssystemstöd och schemalägningsprinciper som skall bidra till en förbättrad helhetssyn för Norrköpings flygplats.

1.2 Mål

Målet är att presentera ett schemaläggningssystemstöd för Norrköpings flygplats som de kan använda sig av för att öka sin effektivitet och för att skapa en optimal bemanningsplan. Schemaläggningssystemet skall kunna hitta rätt kompetens samt reducera möjliga kostnader om möjligt. Schemaläggningssystemet kommer att grunda sig på en optimeringsmodell och ett informationssystem. Schemalägningsprinciper kommer även att beskrivas för hur flygplatsen kan förbättra sin personaleffektivitet.

1.3 Struktur

Rapportens struktur ger en presenterande inledning av examensarbetet där mål, syfte och metodik beskrivs. Under delrapporten ges det en nulägesbeskrivning av Norrköpings flygplats för att ge en bild över hur situationen ser ut och vilka faktorer som orsaker problem. Där ingår det även en teoretisk referensram som beskriver de teorierna som senare används i analysdelen. I avslutande del presenteras analys av hur företaget skall gå tillväga för att tillämpa den teori och teknik som krävs för att lösa deras problem. I den delen ingår det även modelltest (Verifiering och validering av modellen), resultat och diskussion. I diskussionen ges det en jämförelse mellan nuvarande schemat och det optimala schemat samt kritisk analys av systemet. I den delen ingår det även en beskrivning av tillämpningen av schemaläggningsprinciperna och schemaläggningssystemet. I rapporten kommer det även att finnas förkortningar och förklaringar för att underlätta läsandet. De viktigaste förkortningarna och förklaringar finns listade nedan.

- DGR står för farligt gods.
- Norrköping Flygplats är det officiella namnet på flygplatsen och Norrköpings flygplats kommer att användas i flytande textform.
- Securitas AB verksamhet definieras som Securitas i rapporten.
- Schemaläggningsprinciperna förkortas som principerna i vissa delar av rapporten och schemaläggningssystemstödet förkortas till schemaläggningssystemet.
- Ledningen är de huvudansvariga (Administrationen) på Norrköpings flygplats som sköter Securitas bemanning, de ansvarar även för schemaplaneringen och kontakt med kund.
- Case är ett engelskt ord och betyder ett verklighetsfall.
- Team står för grupp.
- Verifiering och validering är två metoder som används på modeller för att säkerställa att de uppfyller kvalitets- och kundkrav.

1.4 Avgränsningar

Denna rapport inriktar sig till Norrköping flygplats. Avgränsningar kommer vara i form av att fokusera på data som har erhållits från Norrköpings flygplats samt att respektera sekretessen som satts av Securitas verksamhet i flygplatsen. Avgränsningar för schemaläggningssystemstödet gäller det att den skall konstrueras i Excel och att den avgränsas till de anställda som styrs av Securitas på Norrköpings flygplats.

Schemaläggningssystemstödet kommer att presenteras i prototypfiler där den väsentliga funktionen kommer att finnas med. Ledningen i Norrköpings flygplats kommer själva att ha möjligheten att tolka optimeringsresultatet och justera optimeringsmodellen efter hur de anser att det passar deras fall. I sekretessen ingår det även speciella filer som enbart ledningen kommer att ha tillgång till samt kommer alla datafiler att skyddas. De fullständiga namnen på de anställda kommer att sekretessbeläggas och för att garantera deras anonymitet kommer deras namn att ersättas med siffror. En ytterligare avgränsning är att inte undersöka de anställdas löner eftersom de är sekretessbelagda av ledningen.

1.5 Företagspresentation

Securitas är ett globalt företag som har säkerhetstjänster som sin kärnverksamhet. Deras huvudutbudstjänster är mobila säkerhetstjänster, larmövervakning, specialiserad bevakning samt utrednings- och konsulttjänster. Securitas bygger på grundvärderingar vilka är ärlighet, vaksamhet och hjälpsamhet. Detta är deras grund i företaget och skall skapa ett långsiktigt framgångsrikt företag med fokus på kunderna. Securitas strategi är att ha en bra konkurrenskraft samt att företaget skall växa med lönsamhet. Securitas har även sina kunder uppdelade i kundsegment för att lättare kunna erbjuda den specialiserade säkerhetslösningen. Detta skall tillfredställa kundernas behov samt göra verksamheten effektivare. (Securitas Sverige AB)

Securitas bolagsgrupp uppdelades under hösten 2006 i tre fristående företag som är börsnoterade. Denna uppdelning gjordes för att bättre kunna differentiera sig till sina kunder samt att öka effektiviteten och lönsamheten. Verksamheten skall specialisera sig på kunden och ha kunden i verksamhetens fokus. Den Sverigeledda Securitas AB har tre specialiserade verksamheter och dessa är Services, Mobile och Alert Services. Dessa enheter differentierar sig för att kunna erbjuda heltäckande specialiserade säkerhetslösningar för företagets större kunder.

Securitas Services division är säkerhetsbranschens mest resursfördelaktiga och geografiskt heltäckande organisation, de har 5 000 personal i Sverige. De har som uppgift att utifrån analys av kunden skall erbjuda anpassade personella och tekniska säkerhetslösningar för det unika fallet. Ett samarbete med kunden kommer även att förbättra säkerhetsleveransen samt stödja säkerhetsutvecklingen. (Securitas Sverige AB)

Securitas Division Mobile har 170 avdelningskontor och 3 000 anställda i Sverige. De har huvudansvaret för säkerhetstjänster till mindre och medelstora företag samt att finnas tillgängliga alla timmar under dygnet samt under alla veckans dagar. Divisionens huvuduppgifter består av områdesbevakning, bevakning med hund, klottersanering och trygghetsjour. De är även specialister på brottsförebyggande tekniska system som exempelvis kameraövervakning, passersystem (Tekniskt system av elektroniska lås), inbrotts- och brandlarm. Dessa är enkla kostnadseffektiva system som är effektiva på att förebygga brott. De ansvarar även för fysisk skydd mot bränder, explosioner, elektromagnetiska störningar och kemikalier. Fysiskt skydd innebär materiella åtgärder för att säkerställa att ett område blir säkert. (Securitas Sverige AB)

Securitas Division för Alert Services erbjuder mestadels tjänster inom larmmottagning, larmförmedling, kameraövervakning och GPS-positionering. Alert Services samarbetar med andra Securitas larmcentraler runt om i Europa och alla dessa enheter bildar en gemensam division. Ett samarbete existerar mellan installations-, hårdisk- och andra säljföretag för att kunna leverera en heltäckande lösning till kunden. Securitas Divisionen Alert Services erbjuder på detta sätt ett tekniskt säkerhetssystem till sina kunder som har nationella gränsöverskridande egenskaper. (Securitas Sverige AB)

1.6 Securitas kundsegment Flyg

Securitas driver mycket bemanning på flygplatser där det krävs effektiv säkerhet för att säkerställa att flygplatsen fungerar och att flygplanerna är driftdugliga. Säkerhet krävs även för att förebygga olyckor i och runt om flygplatsen samt att kontrollera resenärerna och bagage. Securitas kunder inom flygplatsverksamheten kan vara privat- eller luftfartsmyndighetsdrivna flygplatser som kräver säkerhet men även frakthanterare eller andra enheter som har flygplats som sin verksamhet. Securitas uppfyller målet med att erbjuda en vänlig upplevelse för resenärerna samtidigt som de håller strikta krav på säkerhetsregler.

En säkerhetschef med erfarenhet av Securitas Aviation är Rob van den Berg som arbetar på flygplatsen Schiphol i Amsterdam Nederländerna som har en årlig bemanning av 4 000 vaktare. Säkerhetschefen är belåten att ha Securitas som sin samarbetspartner och menar att Securitas har en bra balansgång mellan strikta krav samtidigt som de ger en vänlig upplevelse till sina resenärer, Securitas hjälper till på flygplatsen genom att de uppfyller kvalitetskraven bra. Kvalitetskraven är att ha en snabb uppföljning av rapporter, god service och att man har daliga möten med ledningen för att planera och informationsutbyta. Securitas används även på flygplatsen när personalbrist uppstår och de uppfyller ersättningsrollen bra. Det koncept som Securitas har använt för att lyckas på flygbranschen är att ständigt utbilda sin personal på social kompetens och konflikthantering vilket gett resultat. Rob van den Berg kommer att fortsätta sitt samarbete med Securitas eftersom efterfrågan finns på säkerhetstjänsten och för att den förväntas öka. Ökningen av antalet europeiska bestämmelser driver på efterfrågan ytterligare. (Securitas Sverige AB – Kundsegment flyg)

2 Metodik

Vid genomförandet av detta examensarbete har det skett insamling av data, företagsbesök, rapportuppgbyggnad, analyser av data och modellkonstruktion. Den övergripande informationen om företagets situation har införskaffats genom besök hos företaget (Securitas AB i Norrköpings flygplats) där samtal har förts för att få en klar bild över hur situationen ser ut och för att ta reda på vilka problem som existerar. Datainsamlingen har även genomförts via besök hos företaget. Datafilerna som har införskaffats har varit bra och till stor nytta vid genomförande av detta arbete. Det har alltid funnits möjlighet att få tillgång till data i stor omfattning från företaget. Detta har varit möjligt på grund av den goda kontakten som har funnits med företaget samt att det alltid funnits tillgänglighet att nå dem eller ordna ett besök hos dem på kortast möjliga tid.

Hela examensarbetet har följts upp av en tidsplan som planerades i inledningen av arbetet där för-, mellan- och slutfasen planerades i detalj. Det material som har använts i detta examensarbete har varit de insamlade datafilerna från Securitas AB. De har varit användbara vid analyser av nuläget samt konstruktion av informationssystemet. Den referensteknik som har använts i denna rapport är harvard-referenssystemet, detta eftersom den är lämpad för studier som är akademiskt inriktade. Litteratur och information från nätet har valts efter hur relevant de varit till examensarbetet, exempelvis har litteratur varit koncentrerad från det logistiska och personaladministrativa området. Litteratur har även använts från schemalägningsområdet och optimeringsläran. Samma sak gäller den nätbaserade litteraturen. Dessa varierade litteraturdelar har varit nödvändiga vid genomförandet av detta arbete och har på grund av det prioriterats före annan litteratur.

Vid genomförandet av examensarbetet har de mest tidskrävande delarna varit att få tag på rätt litteratur, konstruktion av optimeringsmodellen och för/slut-fasen av arbetet. Under förfasen har förundersökningen haft stor vikt eftersom där utvärderades det hur exakt man skulle lösa Securitas problem med schemaläggning. Att kombinera kvantitativa metoder med kvalitativa ansågs som en bra helhetslösning eftersom då tar man med kostnadsperspektivet samtidigt som man tar med de sociala faktorerna i beräkning. Gällande de kvantitativa delarna ansågs optimeringsläran passande för detta ändamål eftersom den innehåller optimering av bemanning, scheman, pass, etc. Optimering bidrar även till att kunna skapa en totalkostnadsanalys på grund av att den ger ett kostnads- och vinstperspektiv som är mätbar. För de kvalitativa delarna valdes schemalägningsprinciper eftersom Securitas har en stor bemanning och är i behov av bättre kontroll därmed ansågs principerna passande. Den mest tidskrävande delen under slutfasen av examensarbetet har varit att konstruera en optimeringsmodell men även att sätta ihop alla delarna till en helhet d.v.s. koppla ihop de kvantitativa delarna med de kvalitativa för att skapa en helhetslösning till problemet. De viktigaste delarna av examensarbetet har varit för-, mellan-, modellerings- och slutfasen.

Optimeringsmodellen som är en stor del av arbetet och som ingår i de kvantitativa delarna är konstruerad i Excel och grundar sig på optimeringsläran. Optimeringens första stadium var en simpel modell som sedan utvecklades till en mer avancerad modell med fler funktioner och parametrar, modellens utveckling skedde stegvis. För att nå det avancerade stadiet med fler funktioner, parametrar, logiska beräkningar etc. var det nödvändigt att ständigt justera de logiska beräkningarna i Excel samt ändra utformningen av modellen för att få den rimlig. Modellen utvecklades hela tiden på detta sätt genom justeringar, addering av nya bivillkor, nya variabelvärden, etc. Slutligen när modellen började bli färdig var man tvungen att kontrollera att den fungerar felfritt och att den är robust d.v.s. att den håller när man kör och ändrar parametrar. Detta moment genomfördes genom att köra ett flertal tester med olika parametervärden för att sedan undersöka resultatet som de genererar. Vid eventuella fel justerar man parametrar, ändrar logiska funktioner, ändrar värden och man upprepar detta moment hela tiden tills man börjar få en helt fungerande optimeringsmodell.

Man utför även en validering och verifiering av modellen för att garantera att den fungerar. Sammanfattningsvis har de övergripande delarna i förfasen varit datainsamling, planering, förundersökning (Hur exakt man skulle lösa problemet) och inledning där syfte och mål fastställdes. Under mellanfasen har de viktigaste delarna varit fältstudie genom besök hos företaget, beskriva nuläget och beskriva teorierna. Slutligen under slutfasen genomfördes analyser, tillämpning av teorierna och modellkonstruktion. Alla delarna lades sedan ihop, granskades och en slutgiltig helhetslösning presenterades.

De källor som använts som faktabas kommer att granskas och motiveras för att ge bästa kvalitet på rapporten samt kommer harvard-systemet att användas vid referenshänvisning. Granskningen kommer att bestå av att kort undersöka hur pålitlig litteraturen och de nätbaserade källorna är och om det finns en författare eller organisation bakom texten. Nulägesbeskrivningen består av muntliga källor genom samtal och den övergripande informationen är från den säkerhetsansvarige på Norrköpings flygplats (2012-02-29). Nulägesbeskrivningen grundar sig även på analyser av insamlad data som erhållits från ledningen genom möten. I vissa delar av nulägesbeskrivningen förekommer hänvisning till muntliga källor i fotnoter och är till för att särskilja dem från litteratur-, nätbaserade källor och egen diskussion som förekommer. Analysdelen som är en del av rapporten kommer att bygga på källor som är tagna från teorin och nulägesbeskrivningen. I analysen kommer text att refereras till de kapitel som behandlar ämnet i teorin.

Eftersom varje schemalägningsfall är unik och för att det existerar många olika lösningar till problemet kommer detta examensarbetet att betraktas som ett verkligt case. Med detta menas det att schemaläggningssystemstödet kommer att grunda sig på analyser av det nuvarande schemat och vilka problem som existerar i nuläget för att framställa lösningar.

Schemaläggningssystemet som består av en optimeringsmodell bygger på litteratur från optimeringsläran. Den andra tekniken vilket är ett informationssystem kommer att motiveras med analyser av data. Ifall man vill ha tillgång till den insamlade data får man först be om tillstånd från Norrköpings flygplats sedan kontakta författaren till denna rapport. Vid eventuella förslag eller förfrågningar om datafiler kan författaren kontaktas på email-adressen jasdz568@gmail.com.

2.1 Källkritik

De källor som har använts i denna rapport är från litteratur, fakta från professionella hemsidor samt artiklar skrivna av rutinerade ingenjörer på nätet. Securitas har använts frekvent som en källa i mestadels inledningsdelen av rapporten. All information från hemsidan anses säker eftersom det är ett välkänt företag samt att hemsidan håller en hög kvalitetsnivå. Det finns även möjlighet att nå dem via email vilket är bra. Ytterligare internetsidor som har använts som faktabas är följande:

- Norrköping Airport
- THE TIMES 100 – BUSINESS CASE STUDIES
- LEAN-production
- TPM

Det existerar företag bakom två av sidorna och en verksamhetsansvarig bakom den tredje sidan, sidorna anses professionella och säkra. Från nätet har även PDF-filer använts som källor. Exempel på filer som använts är följande:

- Effective Personnel Management: An application of Perceptual Control Theory
- Verifiera och Validera – Enkla begrepp som det är lätt att blanda ihop
- Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Schysta Schemat – praktiska råd om schemaläggning
- IVF Industriforskning.

För tre av filerna finns det en författare bakom innehållet och för de resterade finns det organisationer namngivna. PDF-filerna är skrivna av experter och av bra organisationer och därmed anses pålitliga. Den litteratur som har använts är följande:

- Processbaserad verksamhetsutveckling
- TOTAL KVALITET METODEN
- Optimeringslära
- LEAN Administration
- Schemaläggning/arbetsmiljö

För varje litteratur existerar det en namngiven person, utgivningsår och av vem den är utgiven av därmed anses de säkra att användas som källor.

3 Securitas verksamhet i Norrköping Flygplats

Bemanningen på Norrköpings flygplats styrs av Securitas AB som sköter kontroller, flygplatsfält, ramp, bränsle, m.fl. arbetsuppgifter.¹ Securitas är ett företag av flera andra som verkställer i flygplatsen, några andra aktörer är flygbolag, researrangörer, flygfrakt, flygservice, flygbränsle samt handling. Securitas sköter två av dessa vilka är flygservice och handling, flygservice avser tankning av flygplan och handling avser incheckning, rampverksamhet samt övriga aktiviteter som ingår i flygplanshantering. De flygbolag som är verksamma i Norrköpings flygplats är Cimber Sterling, Finnair, Flybe och Walt Air Europe/Taxiflygbolag. (Norrköping Flygplats)

3.1 Nulägesbeskrivning

I nuläget bokförs en dagordning varje vecka för Securitas bemanning för att säkerställa att arbetsposterna finns tillgängliga. Alla poster måste uppfyllas och det måste finnas rätt kompetens på bemanningen enligt säkerhetsreglerna. Alla de anställda behöver ha brandutbildning och det räknas som en nödvändig grundkompetens i alla poster. En insatsledare måste finnas i varje grupp för att kunna leda grupparbetet och där krävs det att den anställde har insatsledarutbildning. Brandutbildningen består av kompetenser inom brandskydd och brandbekämpning och är nödvändig för att driva en effektiv brandsäkerhet på flygplatsen och för förebyggande ändamål.

De övriga kompetenser som är viktiga att finnas på flygplatsen är ramp, avisering, supervisor, DGR (Dangerous Goods Regulation), tankning, fält, snöröjning och kontrollant.

Rampansvariga sköter flygparkeringar, på och avlastning, tankning samt bordning av passagerare. Aviseringsuppgifterna är till för att hålla flygplanet flygbar d.v.s. i uppgifterna ingår det att städa undan partiklar som kan innebära en risk för flygplanet, tvätta ruttorna etc. Supervisor är en position som innebär att han har ansvaret att säkerställa att allt arbete är koordinerat och att allt är rätt med flygplanet. Med koordinering menas det att supervisor ger instruktioner och order till personalen samt andra subgrupper. Supervisor är även ansvarig för de anställdas och gruppens handlingar. DGR som står för Dangerous Goods Regulation är en post som sköter och åtgärdar att farligt gods blir säkert på en flygplats och för flygplanen som befinner sig där. En del av dessa uppgifter ingår även i Supervisor rollen. I flygplatsen ingår det även tankning av flygplan, huvudansvaret för tankningspersonalen är att säkerställa att anländande och befintliga flygplan är tankade och redo. Fält är området som är utanför landningsbanan, uppgifter där ingår att se till att den är ren, fri från fåglar, sköta stängsel, etc. Snöröjningsledaren är delaktig i fält och verkar under alla årstider.²

Det måste även finnas kontrollanter på flygplatsen, dessa personer skall tillhandahålla kompletta säkerhetslösningar för flygplatsen. Uppgifter där kan ingå att kontrollera pass, passagerare, bagage, gods och tillrätthålla tillträdesskydd. Andra uppgifter är att sköta identitetskontroll och profilering av passagerare, det ingår även att genomsöka och skydda flygplan i uppgifterna. (Securitas) Problem med deras nuvarande schema är att det finns för många parametrar att ta hänsyn till. När det meddelas frånvaro uppstår det kompetensbrist och

¹ Samtal med säkerhetsansvarige för Securitas bemanning på Norrköpings flygplats. (2012-02-29)

² Ibid.

ledningen blir tvungna att söka efter anställda med rätt kompetens. Denna process kan vara besvärlig eftersom det existerar många olika kompetenser som har utgångsdatum. Med utgångsdatum menas det att den anställda som innehar utbildningen till kompetensen måste utbildas ständigt. På grund av alla parametrar som ledning måste ta hänsyn till innebär det att det blir stressat och att allt måste planeras bra i förtid. Flygplatsen gör tillsammans med kommunen årliga upphandlingar för att bedöma vilka som skall bemanna flygplatsen. Securitas kan förlora sin plats ifall flygplatsen hittar en kostnadseffektivare konkurrent. På grund av detta är det viktigt för företaget att inrikta sig på en effektivare bemanning som kan reducera kostnaderna.³

3.2 Kompetens och utbildningsöversikt

För att kunna arbeta i Norrköpings Flygplats krävs det att den anställda innehar olika kompetenser för att kunna klara av arbetet effektivt. Kompetens får de anställda genom utbildningar, en del utbildningar är varande d.v.s. efter att den anställda genomgått utbildningen gäller de för alltid. Andra utbildningar är dynamiska (Ett system av förändring) som kräver att den anställda ständigt utbildas eftersom utbildningarna har ett förfallodatum. De övergripande utbildningar som krävs för Securitas bemanning i Norrköpings flygplats är listade nedan.

- Räddningstjänst
- Ramp
- Säkerhet
- Fordon och utrustning
- Brand och säkerhetsutbildning

Dessa övergripande utbildningar består av många delutbildningar som är varande samt dynamiska, antalet utbildningarna varierar mellan varje huvudutbildning. De anställdas kompetens består av många olika delutbildningar som existerar i de varierade huvudutbildningarna. På grund av antalet utbildningar som det existerar har dessa sammanställts i tabeller för att ge en bättre överblick. I tabell 1 illustreras det utbildningarna som utgör ramp, räddningstjänst, säkerhet och fält. Tabell 2 illustreras fordon och utrustning som visar vilka grupper som har ansvaret gällande dem. Den illustrerar även brand- och säkerhetsutbildningarna. Totalt sätt existerar det 69 olika utbildningar i Norrköpings Flygplats gällande Securitas bemanning.

³ Samtal med säkerhetsansvarige för Securitas bemanning på Norrköpings flygplats. (2012-02-29)

Tabell 1 – Utbildningsöversikt för ramp, räddningstjänst, säkerhet och fält

Ramp-utbildningar	Räddningstjänst-utbildningar
Varande utbildningar	Dynamiska utbildningar
Steg 1 utbildningar	Brandmanutbildning
Arbete på ramp	Insatsledare
Riskzoner	Fystest gångband
Fordon på man	Hälsokontroll
Radiokom K 1	Ekg test
Ank/Avg. bag	HLR utbildning
Markström	HLR-D utbildning
Lastband	Sjukvård
Dragtruck/Vag	Heta arbeten
Passag.trapp	Räddningschef
	Brandutrymning
Steg 2 utbildningar	
Startledare	Fält-utbildningar
Rangering, kl, ko	Varande utbildningar
Vattenservice	
Assistans, WCHR	Körtil.
Värmare, Heater	Radio
	TSFC(BCL)
Tilläggsutbildningar	301 SAAB
Varande utbildningar	307 Walmet
Highloader	Willie 345
Luftstart	349 lastm.
Catering	PSB
Toalettserv.	377/378
Ergonomi	Pyrex
Pushback	310 Sandb
Dynamiska utbildningar	303 vhs
	Rider HQ
Avisering	TORO Klipp
Supervisor	
DGR	Halkbekämpning
Tankning	Viltvård
	UHF-RADIO
Säkerhetsutbildningar	Flygplats definitioner
Varande utbildningar	Snöröjningsledare 2
	SNOWTAM
Registerkontroll	Fälthållning
Säkerhetsprovning	
Lagansvarig-kontrollen	Dynamiska utbildningar
Skyddsvakt	
	Skyddsjakt
Dynamiska utbildningar	Snöröjningsledare 1
Säkerhetsvakt	
Flygplats röntgen + kontrollant	
Flygplatskontrollant utan röntgen	
Förordnande polis	

Tabell 2 – Utbildningsöversikt för brandsäkerhet, fordon och utrustning

Fordon och utrustning				Brand och säkerhetsutbildningar	
				Dynamiska utbildningar	
RB90 (6000L vatten)		ADE 28 /115v 90kva	GR1		
RB90 (9200L vatten)	GR1	Hobart 115v 60 kva	GR3		Norrköping Airport steg 1
Insatsledarbil, Toyota Land cruiser 90	GR2	Erri Värmare 1	GR2		Norrköping Airport steg 2
Brandbil med lastväxlarflak, 6000L vatten	GR1	Erri värmare 2	GR2		
	GR3	Luftstart Flygplan	GR1		Flygrestaurangen
Saab frictiontester highspeed		Luftstart BOMB	GR2		
Väghyvelslunga	GR3	Highloader 3,5m 6000kg	GR1		LFV (Tornet) steg 1
Toyota Hilux	GR1	Highloader stora 13000kg	GR2		LFV (Tornet) steg 2
Traktor Valmet 6400	GR2	Stora lastbandet eldrivet	GR3		
Husqvarnaklippare	GR1	Stora lastbandet eldrivet	GR2		Securitas Trafikkontor steg 1
Toro Gräsklippare	GR2	Dragtruck	GR3		Securitas Trafikkontor steg 2
Lastbil med sand o formeatspridare	GR2	Dragtruck	GR1		
Ureaspridare Bogserad	GR2	Dragtruck	GR2		Nuance group steg 1
PSB	GR3	Dragtruck	GR2		Nuance group steg 2
PSB	GR1	Golf Truck	GR1		
PSB	GR2	Trapptruck(utan tak)	GR1		El tel steg 1
PSB Annika	GR3	Lilla lastbandet eldrivet	GR3		El tel steg 2
Lastmaskin Wille 345	används ej	Gaffeltruck 1,5 ton	GR3		
Lastmaskin L70C	GR3	Passagerartrappa bogserad stor	GR1		Securitas steg 1
Fyrhjuling polaris	GR1	Mobil Trappa	GR2		Securitas steg 2
Sugbil Scania	GR2				
Snöslunga 77 A	används ej	Sandningsskopa	GR1		
Snöslunga 77 B	GR3	multisnösopa	GR2		
	GR1	Diagonalplog	GR2		
Toabil					
Cateringbil	GR2	Magnetvagn	GR3		
Avsningsbil Cobra	GR3	Vikplog	GR3		
Water service Vehicle	GR1				
Swingo sugbil	GR2	Klippo gräsklippare	GR3		
Avsningsbil Nummela	GR2				
GPU 115 volt AXA	GR3	Trädgårdsredskap lövblås motorsåg röjsåg	GR1		
GPU 115 volt Semidan	GR1				
GPU 28 volt AXA	GR1				
GPU 28 volt Semidan	GR3				

3.3 Nuvarande schemat och kompetensloggen

Det nuvarande schemat som Securitas använder sig av är ett arbetstidsschema. Den är uppdelad i fem team som består av sex personer i respektive arbetsgrupp förutom team nummer fem som varierar mellan sex och sju personer. Det existerar även behovsanställda på sju man som används som reserver. Securitas använder sig av två scheman, den ena är aktiv som de uppdaterar dagligen och den andra är ett fast schema för hela året. För det nuvarande schemat använder Securitas sig av ett kodsystém som de sätter in i sitt schema för illustrera vilka pass som skall arbetas. Detta kodsystém består av diverse bokstäver med en tydlig start och slut. Tiden räknas i antalet timmar och den visar även under vilka veckodagar koderna gäller för. Kodsystémet är viktigt att förstå för att begripa hur deras nuvarande schema fungerar, ett exempel av kodsystémet illustreras i tabell 3.

Tabell 3 – Kodsystémet

Kod	Start	Slut	Tid	Dagar
A	04.30	14.00	9,50	Mån-Fre
A1	04.30	09.15	4,75	Mån-Fre
B	13.45	24.00	10,25	Mån-Fre
LM	03.00	08.00	5,00	Lördag
LK	16.30	20.15	3,75	Lördag
S	10.30	23.15	12,75	Söndag
36,00				

I sitt nuvarande schema använder sig även Securitas av ett färgsystem som skall illustrera de anställdas anledningar till frånvaro. Dessa färger används som symboler på det aktiva schemat för att tydliggöra vilka anställda som är frånvarande och av vilken anledning. En anställd kan vara frånvarande genom att han är sjuk, på semester, föräldraledig, har ett möte, på en utbildning, har tjänsteledigt etc. Varje frånvaro har sin egen färgsymbolik och dessa färger gäller för hela året d.v.s. ledningen ändrar dem inte. I figur 1 illustreras det ett exempel av hur det nuvarande schemat ser ut för en vecka och för två team. På figuren syns det tydligt kodernas roll hur de fördelar förmiddagspass till team ett och eftermiddagspass till team två. Den turkosa färgen visar att det är helg och med färgsystemets hjälp kan ledningen pricka in cellerna med olika färg för att illustrera vilka anställda som är frånvarande och av vilken anledning.

Vecka								
Dag		M	T	O	T	F	L	S
Datum								
Team 1	Anställd	A	A		B	B	LK	S
	Anställd	A	A		B	B	LK	S
	Anställd	A	A		B	B	LK	S
	Anställd	A	A		B	B	LK	S
	Anställd	A	A		B	B	LK	S
	Anställd	A	A		B	B	LK	S
Team 2	Anställd	B	B	B				
	Anställd	B	B	B				
	Anställd	B	B	B				
	Anställd	B	B	B				
	Anställd	B	B	B				
	Anställd	B	B	B				

Figur 1 – Exempel på arbetsschemats struktur

Den timanställda personalen definieras som behovsanställda, de kontaktas och arbetar när den ordinarie personalen är frånvarande eller på utbildning. De behovsanställda betecknas som intermittenter på schemat och de får enbart betalt för den arbetstiden som de är i företaget. Den anställda brukar placeras in i behovsanställd med hänsyn till hur kompetensstark han är d.v.s. hur många utbildningar han har genomgått samt vilka viktiga utbildningar han innehar. Motsatsen till timanställd är ordinarieanställd personal som har relativt många och viktiga utbildningar, det existerar totalt 59 anställda som arbetar för Securitas AB i Norrköpings flygplats.

Ledningen driver även en kompetenslogg som visar de utbildningarna som de anställda innehar. Den är detaljrik med innehållande datum när den anställda fullbordade sin utbildning, när utbildningen går ut, om den anställda är under utbildning, ej aktuell utbildning och om det är ordinarie eller timanställd personal. Kompetensloggen är uppbyggd i olika flikar med varsin huvudutbildning och ledningen måste hela tiden jämföra flik för flik för att hitta om den anställda har rätt kompetens, detta kan vara en tidskrävande process. Det försvårar ytterligare att hitta rätt kompetens för att det existerar uppgifter som inte stämmer exempelvis fel årtal

skrivna, fel ordning på personalens namn, etc. det existerar ingen standardiserat sätt att driva kompetensloggen.

3.4 Bemanning efter flygplansstorlek

För kunna konstruera en optimeringsmodell är det viktigt att man känner till vilken bemanningskapacitet som krävs på flygplatsen. Olika ankomster och avgångar kräver olika bemanning och i detta fall definieras flygplanernas storlek i viktstorleken ton. Under måndagar till tisdagar anländer det flygplan på 27 ton och där krävs det en insatsledare och tre brandmän. En brandman är en anställd som jobbar för Securitas med grundläggande brandutbildning och som innehar varierande delutbildningar från huvudutbildningarna. För onsdagar till lördagar anländer det större flygplan mellan 27 till 100 ton och där gäller det att det finns en insatsledare och fyra brandmän. Under söndagar anländer det flygplan över 100 ton och där krävs det att det finns en insatsledare och sex brandmän. Efterfrågan på bemanningen illustreras i figur 2, insatsledare och brandman är de övergripande och viktigaste kompetenserna som måste finnas på flygplatsen för att kunna driva den. Det existerar även fler kompetenser som det finns krav på att finnas på flygplatsen. Efterfrågan på dessa kompetenser varierar beroende på hur situationen ser ut och externa omständigheter.

Dag	Flygplan tonvikt	Insatsledare	Brandmän	Totalt
Måndag - Tisdag	27	1	3	4
Onsdag - Lördag	27 - 100	1	4	5
Söndag	≥ 100	1	6	7

Figur 2 – Bemanningsefterfrågan

3.5 Sammanfattning av problemet och vald inriktning

Problemet som de har i Norrköpings flygplats är att bemanna rätt eftersom det existerar många parametrar som man måste ta hänsyn till (Tidiga frånvaron, saknas kompetens, planeringen måste ändras, blir stressigt, etc.). En rätt bemanning skall bidra till att de kan reducera sina kostnader för att kunna behålla sin position i flygplatsen när de gör årliga upphandlingar med kommunen. De har även problem med att arbetsgrupperna inte fungerar och att det ofta händer frånvaron som kräver ersättare. Att hitta rätt ersättare är svårt och ledningen är inte positiva till att hela tiden kontakta anställda.⁴

För att bemanna flygplatsen rätt och för att uppnå kostnadsreduceringar kommer en optimeringsmodell att användas för att uppfylla detta mål. En optimeringsmodell är bra eftersom den kan minimera kostnader samtidigt som den tar hänsyn till bivillkor som exempelvis att det måste finnas rätt kompetens. För att förbättra arbetsledningen kommer schemalägningsprinciper att undersökas och presenteras. Detta är bra eftersom de ger en heltäckande lösning hur man kan styra arbetsgrupperna och hur man kan driva verksamheten effektivare. Att hitta rätt personer är inte alltid lätt därmed kommer ett informationssystem som är baserat på grupperingar att framställas. Dessa aspekter skall underlätta arbetet med att hitta rätt personal samt reducera komplexiteten som råder i nuläget.

⁴ Samtal med säkerhetsansvarige för Securitas bemanning på Norrköpings flygplats. (2012-02-29)

4 Teoretisk referensram

I denna del kommer schemalägnings- och bemanningsstyrningsteori att presenteras. Detta för att ge en bild över de tekniker som kan användas i Securitas fall. Teorierna kommer att beskriva hur man kan tillämpa schemalägningsprinciper i en verksamhet och om optimeringslära. Dessa delar kommer att bestå av fakta tagna från litteratur och av nätbaserade källor.

4.1 Schemalägningsprinciper

Det finns många olika modeller och många olika metoder när man skall konstruera ett schema. Alla arbetsplatser är inte lämpade för en och samma schema eftersom det existerar många olika varianter på scheman. För att skapa en schemaläggning krävs det att den anpassas efter företaget och de behov som finns. Schemaläggning kan vara allt från att göra rätt manuella tidsplan till att se till att verksamheten fungerar effektivare genom bra samordnade grupper, verksamhetsstyrning, ständiga förbättringar, etc. (Widqvist 2004-01)

För att skapa en fungerande schemaplanering finns det en del principer som man kan följa. Dessa principer kan vara att matcha personalens önskemål och behov med den efterfråga på bemanningen som finns. Andra principer är att schemat skall följa ett gott regelverk där den anställdes rättigheter inte överskrids d.v.s. att han inte skall arbeta utöver mer än vad ordinarie arbetsveckotid tillåter enligt arbetstidslagarna. Flera andra faktorer kan vara att uppnå bra kommunikation i företaget, samordna grupper och planera schemat utifrån att uppnå en positiv arbetsanda i företaget. (Kommunal, 2007) Eftersom de inte existerar ett korrekt sätt att lägga scheman och eftersom alla planeringssituationer ser olika ut för varje företag som nämndes innan kommer schemalägningsprinciper att presenteras. Eftersom det inte existerar ett korrekt sätt att lägga scheman och eftersom varje planeringssituation ser olika ut för varje företag som nämndes innan kommer schemalägningsprinciper att presenteras. De är till för att vägleda hur man kan göra och vad det är man ska tänka på vid en planeringssituation (Planering av bemanning och schema). De huvudsakliga schemalägningsprinciperna som kommer att behandlas i den teoretiska delen är:

- Påverkansgrad
- Standardisering
- Effektiv bemanningsstyrning
- Perceptuell Kontroll Teori
- Processbaserad verksamhetsplanering

Schemalägningsprinciperna kommer basera sig på schemalägnings-, gruppstyrnings- och logistiklitteratur samt information från nätbaserade källor. Den första principen är påverkansgrad och den är viktig vid en schemaläggning för att den tar hänsyn till de anställdas möjligheter att påverka i företaget. En bra påverkansgrad kan man åstadkomma genom att införa ett önskemålsschema där ledningen lägger fram ett grundschema till alla anställda. De anställda lägger sedan fram sina egna tider och sedan har de planeringsansvariga till uppgift att välja de tider som fungerar och som inte fungerar. Detta innebär att det sker en ständig process där personalen lägger fram sina tider som sedan justeras om av ledningen för att matcha deras krav. Grundidén till modellen är att personalen och ledningen skall diskutera

arbetstiderna för att komma överens om ett gemensamt schema. Detta är till för att verksamheten skall fungera bättre genom att hela företaget är överens om vilka tider som gäller. (Widqvist 2004-01, s. 43-45)

4.2 Standardisering

Standardisering är ett koncept som används mycket inom LEAN-filosofin. Ett standardiserat arbetsprocess är i grunden till för att motivera individen att driva ett korrekt, säkert och effektivt arbetssätt för att reducera slöserier och för att öka företagets effektivitet. För tjänstesektorn är LEAN-Service relevant och den behandlar hur man kan minska slöserierna för att ge en bättre service till kunderna. (THE TIMES 100 – BUSINESS CASE STUDIES)

Inom LEAN-administration existerar det en del viktiga faktorer är som är viktiga att ta hänsyn till vid förbättringar av företagets administration. Dessa faktorer är indikatorer på effektiviteten av ett administrationsarbete. En faktor är lead time (ledtid) som innebär tiden det tar att utföra en process. Andra faktorn är slöserier definieras som väntetid och annan tid som fördröjer processen. Den tredje faktorn är value added time (Värdeskapande tid) som handlar om den tiden som det tar för en anställd att tillföra värde i en process. Alla dessa tider skall helst reduceras i högsta grad som möjligt för att öka administrationseffektiviteten. Slutliga faktorn som är viktig att tänka på inom LEAN-administration är hur bra kvalitét informationen har som erhålls av administrationen. Den skall helst vara komplett och korrekt för att klassificeras som bra. (Kristoffersen, A. 2010, s. 26-29)

Om företaget har bra resultat på dessa tre faktorer innebär det att de har en bra administration. För att uppnå en effektiv administration finns det ett flertal kriterier som måste uppfyllas. Ett kriterium kan vara att införa IT-system för att processera information bättre, ett annat är att införa 5S. Ett standardiserat arbetssätt medför mycket indirekta fördelar som exempelvis högre effektivitet, högre kvalitet, förbättring av befintliga processer, bättre kontroll etc. (Kristoffersen, A. 2010, s. 26-29)

5S är ett viktigt standardiseringsverktyg som kan användas på verksamheten. 5S-konceptet skall fungera som en stabil grund för företag att bygga förbättringsarbete på. Dess huvudsakliga syfte är att skapa ordning och reda på arbetsplatsen genom att hålla allting rent, ordnat och enkelt att styra. De 5S står för:

- Sortera
- Systematisera
- Städa och rengör
- Standardisera
- Skapa vana, utbilda (Andersson, J. 2004)

5S skapar man genom 5 steg och det första steget är att sortera alla dokument och arbetsuppgifter d.v.s. sälja eller slänga det som inte kommer att användas inom ett halvår. Andra steget är att arrangera det som finns kvar för att lättare kunna hittas, tredje steget är att hitta källorna till oordning och åtgärda dessa. Efter tredje steget handlar det om att ha kvar ordningen och det slutliga steget är att följa de givna regler, standarder och genomföra regelbundna revisioner på ordningen. (Andersson, J. 2004)

4.3 Effektiv bemanningsstyrning

Effektiviteten av de anställda påverkas av många faktorer, en faktor är att de har rätt kompetens inom många områden d.v.s. att de är mångsidigt utbildade, det andra är att uppgifterna utförs korrekt och den tredje är att de ingår i effektiva team. Ett sätt att kontrollera ifall de anställda är mångsidigt utbildade är att dokumentera de anställdas utbildningar. Att utföra korrekt arbetsuppgifter handlar om att göra rätt arbetsuppgifter på rätt sätt. Detta kan uppnås genom uppställda regler och genom att den anställda uppnår egen kontroll i sitt arbete. Egen kontroll innebär att den anställda använder sig av ett kritiskt synsätt för att åtgärda gamla rutiner och arbetsvanor till att frambringa nya. Detta eftersom gamla rutiner har en ineffektiv- och stelhetsaspekt gällande den anställdes utveckling på arbetsplatsen. (Nygren, M. s. 46) För att utforma bra team som klara av arbetskraven på ett effektivt sätt existerar det en del faktorer som är viktiga att tänka på, dessa är:

- Uppgiftens karaktär
- Gruppmedlemmarnas kompetens och personliga egenskaper
- Gruppens rollstruktur (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 164-166)

För att sätta ihop ett bra team krävs det att ledaren eller den gruppansvarige har bra förståelse över problemet. Det är viktigt att han vet hur man arbetar på bästa sätt och detta åstadkommer man genom att skapa en planering över hur uppgifterna skall lösas. Uppgifterna tilldelas sedan till gruppmedlemmarna som ska ansvara för dem. Regler och struktur ska sedan sammanställas och följas av de anställda. Vid eventuella händelser av komplexa problem kan de lösas med flexibla grupproller och effektiv ledning av ledaren genom att precisera tydliga mål och koordineringar som skall främja kommunikation mellan alla i gruppen. Svårigheter med team är att sätta ihop dem eftersom varje individ har olika synsätt och beteenden vilket kan försvåra arbetsprocessen för gruppen. Att ha personer som tänker lika är även negativt för gruppens arbete eftersom det kan lätt leda till intern konkurrens av de anställda som vill göra samma uppgifter. Detta är ett viktigt problem för ledaren att reda ut genom att hitta en kombinerad sammansättning av personer som kan arbeta tillsammans i en grupp. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 164-166)

Två ytterligare sätt att åstadkomma en effektivare bemanning är att införa en positiv arbetsledningsklimat och uppnå en lärande organisation i verksamheten. Positiv arbetsledningsklimat skall motivera de anställda och ledningen att skapa en bra kommunikation med varandra samt att förbättra samordningen, detta är viktigt för att uppnå en helhetssyn som delas av alla anställda. Grupper som enbart följer sina egna intressen leder till att alla andra påverkas och att man tappar bort fokuset på kunden. För att uppnå positiv arbetsledningsklimat krävs det även att det finns en ledare som leder arbetet. Ledarens ansvar är att:

- Informera gruppen med rätt information
- Stödja grupperna genom idéer och förslag
- Främja initiativtagande ansvar av de anställda som exempelvis att de ska ha eget ansvar för sin kompetensutveckling (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 164-166)

- Styra grupperna till att de skall informera ledningen i rätt tid gällande information som eftersträvas. Information kan vara som deras utbildningsnivå, frånvaron, etc. (Nygren, M. s. 31-36)

Genom att dem anställda hela tiden utbyter väsentlig information med ledningen leder till att det blir mindre missförstånd, bättre organiserat i verksamheten och att fler blir nöjda.

(Nygren, M. s. 31-36) Det andra sättet för att öka effektiviteten är att uppnå en lärande organisation på arbetsplatsen som skall förbättra de anställdas prestation. Ett aktivt lärande innebär att den anställda skall vara delaktig vid de utbildningarna som presenteras samtidigt eftersträva att lära sig mer på arbetsplatsen. Detta skall bidra med att den anställda för kontinuerlig förnyelse och utveckling. Ett aktivt lärande kommer även bidra till att den lärande lättare får insikt i hur hans eget arbete kan utvecklas för att gynna företaget. Detta kommer innebära att företaget blir effektivare och de anställda får möjlighet till självförverkligande. (Nygren, M. s.19-21)

Ett aktivt lärande innebär även att den anställda blir kompetensstark d.v.s. att han lär sig fler utbildningar inom företaget. Från en marknadssynpunkt är stark kompetens viktigt i en organisation eftersom det är grunden som skall skapa värde till alla delar i företaget och för kunderna. Kompetens innebär att den anställda har den förmågan som krävs för att kunna använda sina kunskaper på bästa möjliga sätt i en handlingssituation. Det definieras också som förmågan att kunna lösa en uppgift samt förmågan att utveckla egna initiativ och egen kunskap. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 157) Varierande kompetens leder till att den anställda kan handla bättre i nya situationer samtidigt som han blir bättre med att utveckla nya och långvariga relationer på arbetsplatsen. Ett livslångt lärande på arbetsplatsen bidrar till nytta för individen samt företaget i helhet. (Nygren, M. s.19-21) En stark kompetens av de anställda kan användas som ett konkurrensmedel för att stärka företagets marknadsposition. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 200, s. 159)

4.4 Perceptuell Kontroll Teori

De koncept och idéer som täcks i detta delkapitel är byggda på James Soldani erfarenheter av administrationsarbete av organisationer och deras bemanningsstyrning. James Soldani är en konsult och är specialiserad inom prestanda-orienterad bemanningsstyrning. Denna del kommer att handla om de verkställande direktörernas syn på sin bemanning, negativa effektiviteten av personutbildningar samt kommer det att presenteras ett antal tekniker för bemanningsstyrning som är tagna från perceptuell kontroll teorin. Dessa teorier kan tillämpas på företag för att utveckla och förbättra deras bemanning. (James, S. 1989-2010)

Det är mest förekommande som brukar bekänna framgångsrika företag är att de sätter stor vikt på att förbättra sin personal för att nå framgång. Att förbättra sin personal är inte alltid enkelt och det finns olika tekniker till det. I vissa fall förekommer det att företag lägger stora investeringar på personalutveckling genom utbildning av teamwork och träningar utan att lyckas få resultat. Detta beror på att det blir mestadels prat och att de anställda glömmer bort de lärda teorierna efter ett antal månader. De företag som har visat sig tillämpa denna strategi nådde fortfarande inte sina mål och det existerade lika många konflikter som det var innan träningarna. Personalutbildningar kostar företag miljontals kronor och som det sällan ger nytta. För att få en framgångsrik utbildning av de anställda krävs det att man utnyttjar varje investerad krona till max och att man får ut ett bra resultat av investeringen. (James, S. 1989-2010)

I en del företag förekommer det även att direktörerna helt enkelt är för dåliga för att styra bemanningen eftersom de inte är förbereda för ansvaret som en ledarskapsroll medför. De förstår lite hur man motiverar de anställda till att arbeta mot företagets mål. I vissa fall blir direktörens strategi oproduktiv eller i värsta fall anti-produktiv. För att motivera de anställda använder sig en del direktörer av negativ och positiv förstärkning. Enligt en undersökning som utförts av Tom Peters och Robert Waterman hos olika företag har man upptäckt att de direktörer som använt sig av positiv förstärkning snarare än negativ har lyckats uppnå snabbare framgångar. Fast detta system garanterar inte bra resultat, det är viktigare att man förstår hur belöningen ses från den anställdes perspektiv, ibland räcker det inte med en promotion eller löneökning. Det fungerar inte heller att enbart belöna bra beteende och tillrättvisa dåligt beteende. Ett sådant automatiskt belöningssystem fungerar inte om den anställda har en negativ syn på direktören, direktören kan även uppfattas som manipulativ i ett sådant sammanhang. (James, S. 1989-2010)

För direktörerna är det viktigaste målet att öka företagets lönsamhet genom bättre prestanda vilken kan innebära att man missar att sätta upp specifika mål för anställda. Företag som sätter upp standard mål som exempelvis att man vill öka de anställdas prestation eller producera mer garanterar inte att organisationer kommer att uppfatta dessa mål och arbeta efter dem. Detta eftersom direktörerna inte vet hur man kontrollerar effekter av beteenden samt att man inte kommer med nya mål. Alla dessa faktorer leder till att det blir en dåligt styrd bemanning och de styrande individerna är omedvetna om den produktivitet som man går miste om och de potentiella möjligheterna. För att motivera de anställda på ett bra sätt beror det mycket på hur de anställda ser på sina belöningar (Deras egna perceptuell) samt hur de kopplas ihop med

deras egna mål. Exempelvis kan en sträng direktör ändra sin perceptuell (Uppfattning) av de anställda för att uppfattas bättre av de anställda. Detta gör honom mer flexibel och leder till att det blir lättare att samarbeta med de anställda. (James, S. 1989-2010)

Som nämndes innan har team utvecklingar som använder sig av undervisningar och träningar som bas liten effekt på resultatet. Team utbildningar och träningar ger bara kortlivade resultat och inget som håller för en längre tid eftersom de anställda glömmar bort kunskaperna snabbt efter avslutade kurser. Med att införa perceptuell kontroll teori i verksamheten kan man faktiskt åstadkomma bra team. Det är viktigt att ha i åtanke att ett team bestå av flera individer med samma mål. Ett team kan även ha flera olika mål och i detta sammanhang heter det fokuspunkten. Exempel på mål är att förbättra kundbemötandet, prestandan, schemat, öka produktionseffektiviteten och kvalitén. Det är karaktärerna av en fokuspunkt som är det viktiga. En fokuspunkt måste bestå av dessa tre karaktärer:

- Den måste vara väldigt specifik och mätbar
- Varje medlem måste uppfatta målet och det ska bli en uppgift för varje gruppmedlem att följa målet
- Målet måste vara sådan att den endast kan nås ifall gruppmedlemmarna arbetar som ett team (James, S. 1989-2010)

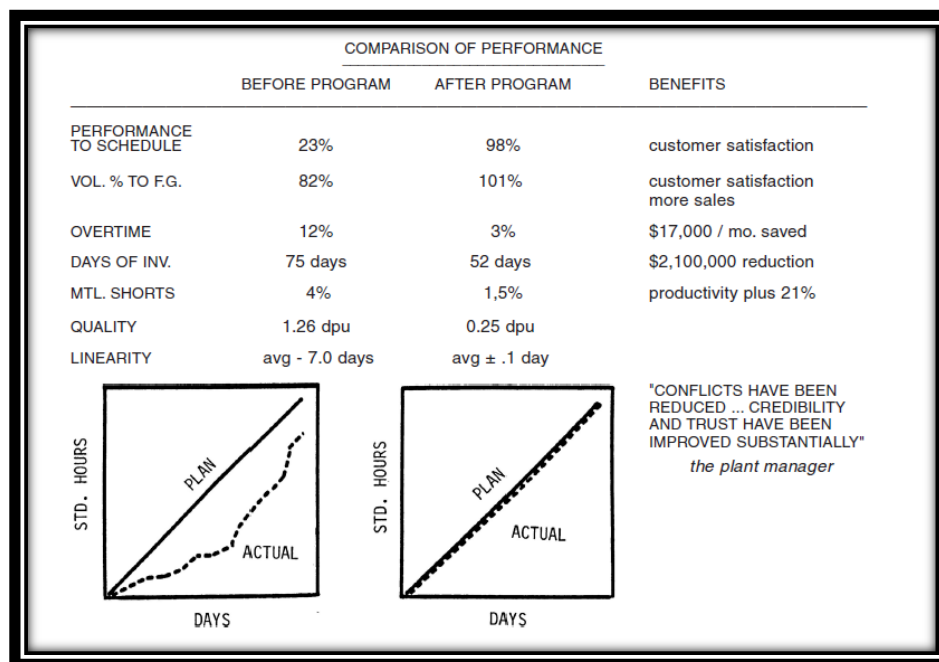
Efter att en fokuspunkt sammanställts måste den följas upp genom dagliga samtal och prioriteras före andra saker som de anställda kan tänka på. Andra steget är att utvärdera gruppens prestation regelbundet och informationen av utvärderingen måste spridas till alla gruppmedlemmar. I teamet skall man lära sig av de anställdas feedback, detta gör man genom regelbundna möten samt bör rapporteringsform undvikas eftersom det tar onödigt lång tid. Under mötena skall man gå igenom eventuella hinder, problem och vad det är man ska göra ytterligare för att nå målet. Feedback skall återkoppla hur det har gått samt förbättra teamet att hålla förpliktelserna gentemot fokuspunkten och varandra. Desto mer som man upprepar dessa moment desto mer förtroende byggs upp inom teamet. Mötena måste även vara frekventa åtminstone i inledningsskedet. (James, S. 1989-2010)

Efter att man har arrangerat teamet krävs det en team-ledare som vet vilka styrkor och svagheter som gruppmedlemmarna har. Det är viktigt att gruppledaren förstår att de anställda har sina egna personliga bekymmer att lösa samtidigt som de måste uppfylla förväntningarna som satts av teamet för att nå målet. Detta kräver att varje team medlem har ett enskilt möte med gruppledaren. Detta möte skall lösa gruppmedlemmarnas egna problem samt skall det diskuteras hur problemet ligger till i förhållande till gruppens mål. (James, S. 1989-2010)

Ett exempel på hur perceptuell kontroll teori (PKT) har tillämpas i ett företag beskrivs närmare i ett fall med ett produktionsföretag. Produktionsföretaget har problem med att producera i tid och varje produktionen ligger efter i schemat. Detta på grund av att prioriteterna och listorna över uppgifterna ändras konstant. För att lösa problemet skapades en fokuspunkt över de mål som ska uppfyllas. Fokuspunkten i arbetet var att öka prestandan för att möta kundernas krav. Prestandan måste vara mätbar och därför sattes det att alla leveranser skulle uppfyllas i 95 % av fallen. I nuläget låg leveransnivån på 28 % av fallen d.v.s. man lyckades bara leverera 28 % av det man lovat. (James, S. 1989-2010)

Ledningen satte sedan upp ett antal möten med de anställda där produktionen, fokuspunkten och varför det var bättre att arbeta på detta sätt beskrevs. Olika kickoff anordnades där idén skulle säljas in till de anställda och för att alla skulle förstå att det var en viktig uppgift på gång. De anställdas synpunkter diskuterades och man uppmuntrade feedback på arbetet. Under hela arbetet var det viktigt att ändra deras perceptuell (Uppfattning) på arbetet till att det var något nytt och positivt som skulle frambringa lönsamhet. (James, S. 1989-2010)

Förpliktelserna till fokuspunkterna följdes upp genom frekventa möten och vissa anställda varnades att bytas ifall de inte kunde hålla förpliktelserna. Slutligen visade det sig att programmet blev framgångsrikt och att företaget gick plus. Företaget lyckades att uppnå en 98 % leveransnivå vilket blev högre än den satta leveransnivån 95 %. Resultatet där fördelarna och förbättringarna av implementeringen visas kan ses med engelsk text på figur 3. Där kan man se en jämförelse av effekterna före implementeringen och efter implementeringen av perceptuell kontroll teori. Stora framsteg av tillämpningen av systemet kan ses i figuren. (James, S. 1989-2010)



Figur 3 – Resultat och fördelarna av Perceptuell Kontroll Teori

4.5 Processbaserad verksamhetsutveckling

Processorganisation handlar om att se helheten i ett företag och att ha fokus på slutkunden i hela kedjan. En processorganisation fungera genom ständiga utvecklingar av resurser och det humana kapitalet inom företaget. En processorganisation kan antagligen vara fast eller flexibel. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 123)

En flexibel process i ett företag handlar om att kunna anpassa sig efter extern och intern påverkan på ett snabbt sätt. Exempel på en extern påverkan är om efterfrågan skulle öka på företagets tjänster vilket skulle leda till att krävs mer personal för att matcha kapaciteten. Intern påverkan är variationer i det egna företaget exempelvis om en maskin går sönder eller om en viktig anställd blir frånvarande vilket kräver en snabb åtgärd. En snabb anpassning ska ske till en rimlig kostnad utan att man skall behöva använda sig av extra resurser. Extra resurser kan vara som exempelvis vara att införa ett nytt IT-system som kräver personal med IT – kompetens, införa ny utrustning som kräver personal med rätt kompetens att hantera, etc. Detta ger upphov till förutsättningar att det skall finnas personal med rätt kompetens redan innan det händer något oväntat. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 142-144)

Att tillämpa flexibla processer i en verksamhet krävs det att man har tillgång till anpassningsbara stödjande system som exempelvis ett informationssystem eller ett ekonomistyrningssystem. Det går även bra att använda sig av flexibla former för att anställa personal med rätt kompetens som exempelvis att anställa från bemanningsföretag eller genom att ha egna reserver. Dessa faktorer kommer inte att garantera en fullt fungerande flexibel process utan det krävs även att de personer som agerar i processen att de gör det rätt. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 142-144)

Flexibla processer handlar främst om att koncentrera sig på personalen och styra dem efter efterfrågan. En processägare d.v.s. den personen som sköter processen är ansvarig att leda processarbetet och kontrollera att den uppfyller företagets satta behov. Processägaren delar i sin tur ut ansvar till de gruppledarna som har ansvar över personalen för att utnyttja deras kompetens på bästa möjliga sätt. En flexibel process sätter även krav på de anställda att de förstår den och dessutom måste de ha rätt kompetens för att kunna möta kundernas krav. (Ljungberg, A. & Larsson, E. 2001, s. 142-144)

5 Optimeringslära

Optimeringslära är en del av den applicerade matematiska läran som använder sig av matematiska modeller och tillvägagångssätt för att finna det bästa potentiella handlingsalternativet i olika beslutssituationer. Optimeringslära används mycket inom ett stort antal tekniska och ekonomiska tillämpningsområden. Optimering är läran att göra ”Något så bra som möjligt” och kommer från det latinska ordet *optimus* som har betydelsen ”Det bästa”. Att göra något på bästa möjliga sätt innebär att hitta det bästa potentiella handlingsalternativet inom en rad av begränsningar. För att hitta det bästa handlingsalternativet krävs det att man har ett mål med optimeringen och det kan vara att maximera eller minimera totalvärdet som definieras av målfunktionen. Begränsningarna uttrycks även som bivillkor i optimeringsläran och definierar de möjligheter som är rådande gällande ett specifikt optimeringsfall. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 1)

För att beskriva ett optimeringsproblem på ett matematiskt sätt krävs det indexering samt summering för att kunna definiera variabler, målfunktioner och bivillkor. En matematisk formulering kan vara bra vid konstruktion av en optimeringsmodell. Variabler kan vara antalet anställda som skall bemannas, produkter som skall tillverkas, maskiner som skall köpas in, etc. d.v.s. en kvantitet av något. Variablerna definieras olika matematiskt sätt på olika problem, de kan ha allt från en index till flera beroende på hur problemet ser ut. Ett exempel på variabler med olika index kan ses i formeln nedan:

1. Ett index $X_j = \text{antal tillverkade produkter av produkt } j, \text{ där } j = 1, \dots, 20$

2. Två index $X_{jt} = \text{antal tillverkade produkter av produkt } j \text{ under tidsperiod } t,$
 $\text{där } j = 1, \dots, 20 \text{ och } t = 1, \dots, 6$

3. Tre index $X_{ijt} = \text{mängd av komponenter } i \text{ som ingår i produkt } j$
 $\text{under tidsperiod } t, \text{ där } i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 20 \text{ och } t = 1, \dots, 6$

I formeln finns det index från ett till tre med förklarande text. Index 1 indikerar att det skall tillverkas 20 produkter. Ifall man vill ha med tidsperioder adderar man ett ytterligare index som visas av index 2 där den totala tidsperioden är 6. I index 3 är det komponenter som har adderats för att beskriva att det krävs komponent 1, 2 eller 3 för tillverkning av en produkt. Vid behov av ytterligare index är det bara att upprepa samma process. (Lundgren, J. *et al.*, 2008)

Efter att man har formulerat variablerna skall man sedan bestämma sig om man vill maximera eller minimera målfunktionen. I ett kostnadsproblem vill man helst minimera kostnaderna (Min z) och i ett försäljningsproblem vill man helst maximera vinsten (Max z). Exempel hur målfunktionen för ett minimeringsproblem kan se ut illustreras av formeln nedan:

Målfunktionen för ett minimeringsproblem

$X_j =$ antalet tillverkade produkter av produkt j , där $j = 1, \dots, 6$

$$\text{Min } z = 5X_1 + 6X_2 + 3X_3 + 9X_4 + 2X_5 + 5X_6$$

Bivillkor $b_i =$ bivillkor för i

$$\sum_{j=1}^{20} X_{ijt} \leq b_i, i = 1, \dots, 3; t = 1, \dots, 6$$

Icke – negativitetsvillkoret

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n \geq 0$$

Värdena innan variablerna som symboliseras av X_1, X_2 , etc. är kostnaderna för att tillverka just den produkten. Optimeringsmodellen kommer att välja det kostnadseffektivaste alternativet och kommer att ange exakt hur många man skall tillverka av produkt 1 till 6. För att sedan kunna optimera krävs det att man har med bivillkor, detta för att kunna definiera resurs- eller tidsbegränsningarna. Ett exempel på en matematisk formulering av ett bivillkor kan ses i samma formel där formuleringen anger att varje komponent endast finns i en begränsad mängd för varje tidsperiod. För bivillkor (b_x) använder man sig av tecken som exempelvis ” \leq mindre än b ”, ” \geq större än b ” eller ” $=$ lika med” för att definiera det villkoret som gäller. Slutligen för att en matematisk formulering skall bli korrekt krävs det ett negativitetsvillkor, den kan ses på sista raden i formeln. I övriga fall kan man ignorera denna regel ifall problemet tillåter negativitet. (Lundgren, J. *et al.*, 2008)

5.1 Bemanningsoptimering hos flygbolag

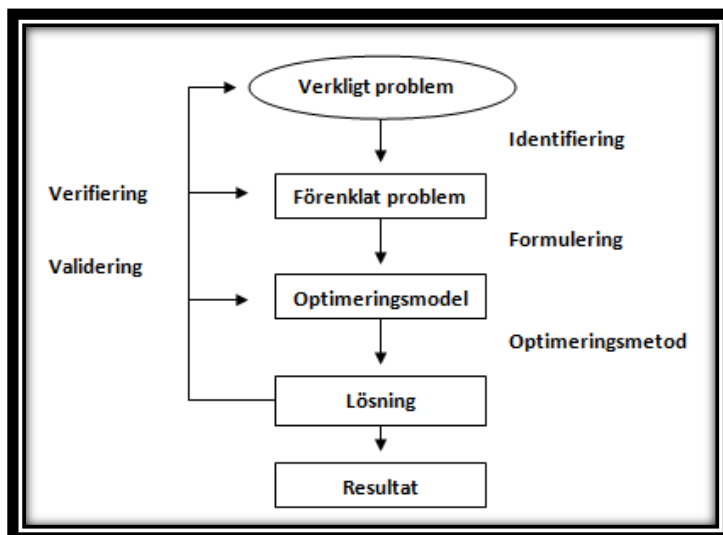
Den mest frekventa optimeringsmetoden som används inom flygbolag är att kombinera flygplansturer till användbara sekvenser. Anledningen till problemet beror på de stora antalen sekvenser av flygturer. Bemanningen skall finnas tillgänglig för varje sekvens och bemannas korrekt, de ska även tillgodose de regelverk som finns inom flygplatsen, internationella bestämmelser och regionala fackliga avtal. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 8) Målet som man brukar sätta upp vid en bemanningsplanering är att minimera de totala personalkostnaderna. Ett exempel hur en modell för bemanningsplanering kan se ut illustreras i tabell 4 där målet är att minimera personalkostnaderna. Målfunktionen visar kostnaderna för de anställda medans bivillkoren anger vilka anställda som har kompetens för att kunna uppfylla passet. Modellen kommer att generera den mest kostnadseffektivaste bemanningen för varje pass. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 346)

Tabell 4 – Bemanningsplaneringsmodell

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉		
Min z	=	75	65	60	48	45	39	60	50	50		
Pass 1		1	1	1					1	1	=	1
Pass 2				1			1		1	1	=	1
Pass 3				1	1	1	1	1			=	1
Pass 4		1	1				1				=	1
Pass 5				1	1	1		1	1	1	=	1
Pass 6		1	1	1	1						=	1
Pass 7					1	1	1	1			=	1
Pass 8		1	1	1	1	1				1	=	1
Pass 9			1	1		1			1		=	1

5.2 Optimeringsprocessen

Vid konstruktion av en optimeringsmodell finns det en speciell metodik som kan följas och är till för att underlätta framtagningen av en optimeringsmodell. Denna metodik kallas för optimeringsprocessen och har en del principer som är viktiga att tänka på. Den första principen är problemställning vilket handlar om att identifiera optimeringsproblemet d.v.s. ta reda på om det är ett linjärprogrammeringsproblem, ett icke-linjärt optimeringsproblem eller ett heltalsproblem. Efter att man har gjort det skall problemställningen formuleras matematiskt i en optimeringsmodellstruktur. Den skall sedan lösas genom en optimeringsmetod som exempelvis dator med ett optimeringsprogram eller genom en manuell simplex tablå. En manuell simplex tablå är mycket komplicerad att användas på större problem. Slutligen måste resultatet som genererats av optimeringen analyseras och utvärderas för att undersöka om de möjligt att grunda riktiga beslut på dem. Omfattningen av optimeringsarbetet varierar mellan varje moment och beror till stor del på hur stor problemställningen är, dess komplexitet och hur strukturuppbyggnad ser ut. Optimeringsprocessen illustreras av figur 4. (Lundgren, J. *et al.*, 2008)



Figur 4 – Optimeringsprocessens struktur

I optimeringsläran existerar det tre grundläggande begrepp som är viktiga att känna till innan man påbörjar optimeringsprocessen. Dessa begrepp ingår i identifieringsdelen som syns i figur 4 och handlar om att identifiera problemställningen till problemet. De tre problemställningar som finns är:

- Linjärprogrammeringsproblem (LP-problem)
- Ickelinjärt optimeringsproblem
- Heltalsproblem (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 9)

Ett linjärprogrammeringsproblem är där målfunktionen är en linjär funktion ($f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ där c_1, c_2, \dots, c_n är konstanter) och att dess bivillkor kan vara linjära eller linjärt olika. Det som kännetecknar ett LP-problem är att den utgör en konvex mängd och att de brukar användas vid enkla optimeringsproblem. En konvex

mängd är en mängd i vektorrummet med egenskapen att hela sträckan mellan två punkter i mängden tillhör mängden. (Lundgren, J. *et al.*, 2008)

Ett icke-linjärt optimeringsproblem är där målfunktionen eller minst ett av bivillkoren är icke-linjär jämfört med ett linjärprogrammeringsproblem där alla bivillkor och målfunktion är linjära. Ickelinjära optimeringsproblem kan exempelvis vara lokalisering av städer, lager, etc. Heltalsproblem handlar om problem där variablerna endast kan anta heltaliga värden d.v.s. variablerna är diskreta, exempel på diskreta variabler kan ses nedan:

$$X_j \in \{0,1,2,3,4,5,6\}$$

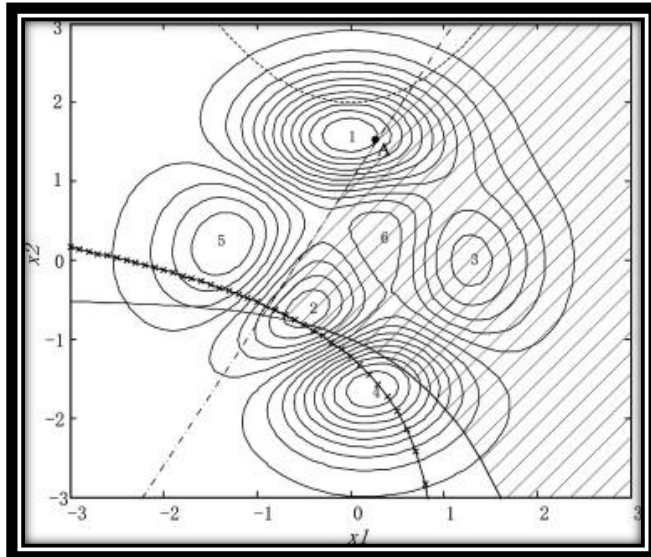
$$X_j \in \{0,1\}$$

$X_j \in \{0, \frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{3}{4}, 1\}$ ger heltaliga variabler genom att definiera dem med formeln $Y_j = 4X_j$ vilket representerar att Y_j blir heltaligt, d.v.s. $Y_j \in \{0,1,2,3,4\}$

Heltalsmodeller användas vid situationer där det skall avgöras hur många personer som skall anställas, antalet maskiner som skall köpas in eller om man skall utföra ett projekt eller inte. Heltalsoptimering kan även tillämpas på problem från andra områden som kräver diskreta variabler. För heltalsproblem där projekt ska optimeras går det att använda sig av logiska variabler eller binära variabler som enbart kan anta heltalsvärdena 1 eller 0 d.v.s. genomför projektet eller genomför det inte. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 323)

För att kunna klassificera om ett optimeringsproblem är linjärt, icke-linjärt eller heltaligt krävs det analyser av problemet samt grundläggande kunskaper inom optimeringslära. Ett sätt att känna igen optimeringsproblem är genom att studera deras lösningsegenskaper. För linjära programmeringsproblem gäller lösningsegenskaperna att de har en unik optimallösning, alternativa optimallösningar, obegränsad lösning samt att tillåten lösning saknas. En unik optimallösning har endast en unik lösning medans alternativa optimallösningar kan vara två likadan. Det är sällan man undersöker den ena av de alternativa optimallösningarna eftersom de är lika. Den tredje lösningen är en obegränsad lösning där den optimala målfunktionen går mot oändligheten. Slutligen den sista lösningen där en tillåten lösning sker då ingen punkt uppfyller bivillkoren och har inget med målfunktionen att göra. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 18-20)

För ett icke linjärt optimeringsproblem kan lösningen ha flera lokala optimum (En optimal lösning med angränsning till andra set av lösningar) samt ett eller flera möjliga globala optimum (En optimallösning bland andra lösningar). I figur 5 illustreras det hur en lösning med lokala optimum kan se ut, de lokala optimum symboliseras av nivåkurvorna med nummer 1 till 6. Nivåkurvorna kan symbolisera upphöjningar som står för optimalpunkter i ett maximeringsproblem eller nedsänkningar som står för de kostnadseffektivaste punkterna i ett minimeringsproblem. Y och X axeln anger det optimala värdet för varje upphöjning eller nedsänkning. Egenskaperna för heltalsoptimeringslösningar kan kännas igen av dem heltaliga variablerna samt att alla heltalsproblem är icke-konvexa optimeringsproblem. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, 15-26)



Figur 5 – Nivåkurvor i ett icke linjärt optimeringsproblem

Efter att man är klar med identifieringsdelen kan man börja på nästa steg vilket är att skapa en optimeringsformulering som kan ses i figur 4. Där ingår det att beskriva en optimeringsmodell och de delarna som man skall beskriva är målfunktion, variabler och bivillkor. Denna del skall även ge en rimlig beskrivning av problemet och modellens lösbarhet. Oftast är det storleken och strukturen på modellen som har mest påverkan på modellens lösbarhet. Vid en modellformulering är det även viktigt att verklighetsavbildningen blir riktig. Det uppnår man genom en god detaljnivå samt att man tar med problemets komplexitet i modellen för att uppnå en bra realism. Detta innebär att det krävs en större modell med fler variabler och bivillkor för att avbilda verkligheten bättre. En större modell som avbildar verkligheten bättre betyder också mer problem. Problemen med stora modeller är att de kan reducera lösbarheten eller kanske till och med omöjliggör en lösning. (Lundgren, J. *et al.*, 2008)

5.3 Relaxation och restriktion

Det optimala målfunktionsvärdet kan minska eller öka om man skulle påverka koefficienterna i ett linjärtprogrammerings- eller heltalsprogrammeringsproblem. Koefficienterna är indataparametrar som användaren sätter värde på i modellen. En relaxation innebär att det tillåtna området blir större och därmed får fler lösningar eller blir oförändrat. Detta innebär att målfunktionsvärdet oavsett om det är en minimerings eller maximeringsproblem kommer att bli bättre. Motsatsen till detta är restriktion som innebär att det tillåtna området blir mindre. Detta kommer leda till att det i ett maximeringsproblem kommer målfunktionsvärdet att minska och i ett minimeringsproblem kommer den att öka. Relaxationens samt restriktionens påverkan på målfunktionen finns sammanfattat nedan:

- Relaxation (förbättring) = ökning i ett maxproblem och minskning i ett minproblem
- Restriktion (försämring) = minskning i ett maxproblem och ökning i ett minproblem (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 110-112)

En faktor som ger dessa effekter är förändringar av bivillkorskoefficienterna, förändringen kan antagligen innebära en relaxation eller restriktion. För att förstå hur förändringar av bivillkorskoefficienterna påverkar variablerna och målfunktionen måste man först ha vetskap om deras förteckningar, de finns listade nedan:

- Förändring av en målfunktionskoefficient c_j
- Förändring av en högerledskoefficient b_i
- Förändring av en bivillkorskoefficient a_{ij} (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 110-112)

Förändringar av bivillkorskoefficienten a_{ij} i högerledet och dess effekter på målfunktionen kan ses i figur 6. En ökning av a_{ij} innebär antagligen en restriktion eller relaxation beroende på vilket bivillkorstyp som är satt, en minskning av a_{ij} ger motsatt effekt. (Lundgren, J. *et al.*, 2008, s. 110-112)

Bivillkorstecken	ökning av a_{ij}	minskning av a_{ij}
\leq	Restriktion	Relaxation
\geq	Relaxation	Restriktion

Figur 6 – Förändringar av en bivillkorskoefficienten a_{ij} och dess effekter på målfunktionen

6 Analys

I denna del kommer det att ges en beskrivning över hur schemaläggningsprinciperna kan tillämpas och en beskrivning av schemaläggningssystemet som består av ett informationssystem och en optimeringsmodell. Analysen består av egen diskussion som är motiverad från den teoretiska referensramen och optimeringsläran. Informationssystemet och optimeringsläran finns under egna kapitel på grund av deras omfattning. De viktigaste schemaläggningsprinciperna som kommer att behandlas i analysen är standardisering och perceptuell kontroll teori. En kort beskrivning av ett antal till tekniker från diverse principer kommer även att ingå i analysen. Ytterligare fakta och tillvägagångssätt som inte tas upp i analysen kan ses i teoridelen och det rekommenderas att Securitas går igenom dem.

6.1 Standardisering i Norrköpings flygplats

Det som Securitas kan använda sig av är standardisering som ingår i LEAN-service för att lättare och snabbare kunna uppfylla kundens (Norrköpings flygplats) behov som är att uppnå en bättre kontroll d.v.s. att bättre bemanna flygplatsen med rätt kompetens, rätt antal anställda och med rätt service. Ett standardiserat arbetssätt skall användas vid schemaläggning för att reducera slöserier som exempelvis dubbeldokumentation, felaktiga uppgifter, upprepande moment etc. Standardisering är en viktig schemaläggningsprincip som kan användas för att reducera komplexiteten som brukar uppstå vid hantering av dokumentation och personaladministration. (Kristoffersen, A. 2010, s. 26-29)

Den standardisering som ledningen kan tillämpa i Norrköpings flygplats är att införa striktare regler över frånvarorapporteringar. Det är viktigt att de anställda rapporterar i förväg om de tänkt vara frånvarande under en viss tid. Med en effektivare frånvarorapportering leder det till att ledningen bättre kan planera sina scheman och reducera tiden för personaladministrationen. Frånvarorapporteringen får ledningen själva bestämma över hur den skall vara utformad och hur den skall fungera. Detta eftersom de har en bra insyn inom sitt företag och vet hur det fungerar där. Det rekommenderas även att Securitas standardiserar sina koder för arbetstider för att det skall var enklare att planera. Exempelvis kan ledningen bestämma sig för att köra ett och samma kodsystäm för hela året och undvika att variera för varje vecka. Ett viktigt verktyg som Securitas kan använda sig av i sin implementering av standarder är att införa 5S. 5S behandlas mycket i standardiseringsteorin och består av följande principer som nämndes i teoridelen:

- Sortera
- Strukturera
- Städa
- Standardisera
- Skapa vana

Fördelar med dessa principer är att det kommer ge mer kontroll inom administrationen, skapa en gemensam standard på arbetsplatsen, hålla allting rent och organiserat genom att man har saker på sin rätta plats och att det blir lättare att hitta. Standardisering som innebär en implementering av 5S kommer medföra att Securitas reducerar den schemakomplexiteten som existerar i nuläget genom att de får bättre kontroll och styrning.

En annan viktig aspekt som ingår i en standardiserad arbetsätt är utbildningsrapportering av de anställda. Liknande metod som för frånvarorapportering kan ledningen införa regler som antyder att de anställda skall rapportera in sina utbildningar i rätt tid och att det ska ske korrekt.

Detta system kommer att möjliggöra en effektivare användning av schemaläggningssystem eftersom ny information kommer ständigt att vara tillgänglig för planerarna. Gällande standardisering av arbetstiderna är det bra om ledningen kan bokföra de anställdas arbetstider på ett bra sätt. Detta för att stödja schemaläggningssystemet med relevant data som krävs för att få den att fungera korrekt och för att den skall generera riktiga resultat. Det rekommenderas även att Securitas sköter den dagliga dagordningen i digital form för att uppnå bättre kontroll. Se kapitel 4,2 över administrationsstandardisering och 4,3 gällande effektiv bemanningsstyrning som tar upp idéerna till frånvarorapportering.

6.2 Effektiv bemanningsstyrning i Norrköpings flygplats

För att uppnå en effektiv bemanningsstyrning (Bättre kontroll, mindre konflikter, anställda arbetar mot samma mål, etc.) i Norrköpings flygplats rekommenderas det att Securitas använder sig av de delarna som beskrivs i teorin speciellt perceptuell kontroll teori (PKT) som är en framgångsrik gruppstyrningsteknik.

Det första som ledningen kan göra är att sätta upp en fokuspunkt och tydliggöra alla mål för de anställda, målen skall vara specifika och mätbara. Fokuspunkt innebär en sammansättning av varierade mål, det beskrivs närmare i perceptuell kontroll teorin som finns i kapitel 4.4. Fokuspunkten kan exempelvis vara att för år 2013 skall Securitas minska sina kostnader med 20 % och frånvaron med 50 %. Gruppledarna skall sedan styra att fokuspunkten följs av gruppmedlemmarna genom frekventa möten för att uppdatera hur det går och för att få feedback. Det är viktigt att ändra de anställdas perceptuell (Uppfattning) under hela tillämpningen av programmet. Detta åstadkommes genom att lyssna på deras behov och genom att främja bra gruppledare som uppskattas av de anställda. Det är även viktigt att säkerställa att gruppmedlemmarna håller sig till sina förpliktelser genom personliga möten med gruppledaren under hela arbetet. En bra tillämpning av PKT skall ge goda långsiktiga resultat för Securitas och PKT-tekniken rekommenderas starkt för att effektivisera Securitas bemanning. Ytterligare information om PKT, tillvägagångssätt och ett framgångsrikt exempel där man tillämpat systemet kan ses i kapitel 4.4.

Ytterligare delar som kan leda till en förbättrad bemanning är att främja egen kontroll av de anställda och samordna grupper som exempelvis att bilda flexibla grupper vid komplexa situationer. Komplexa situationer kan t.ex. vara flyg ankomster som kräver speciell bemanning med speciell kompetens. Ett ytterligare sätt för att förbättra effektiviteten är att analysera gruppmedlemmarnas kompetens och personliga egenskaper för att ta reda på deras styrkor och svagheter. För att kontrollera bemanningseffektiviteten av de anställda går det att kontrollera antalet av deras utbildningar. Detta gör man genom att kontrollera deras utbildningar regelbundet med informationssystemet som är en del av schemaläggningssystemet.

Två andra enkla verktyg för att förbättra verksamheten är att införa ett aktivt lärande på arbetsplatsen och möjliggöra för de anställda att själva kunna påverka schemat. Att införa ett aktivt lärande på arbetsplatsen innebär att ledningen skall motivera de anställda till att vara aktiva vid de tillgängliga utbildningarna. Detta kan åstadkommas genom att sätta upp mål samtidigt som man presenterar och gör utbildningarna tillgängliga för de anställda. Tillgängliga utbildningar leder till att fler anställda lär sig och att den generella kompetensen ökar i verksamheten. Om fler anställda utbildar sig leder det även till att man minskar riskfaktorn att det ska saknas kompetens d.v.s. det kommer finnas fler alternativ att välja på. Ledningen kan även använda sig av ett belöningssystem som belönar de anställda som är aktiva på utbildningarna. Detta kommer att öka den interna konkurrensen vilket kommer att motivera de anställda att ständigt utbildas.

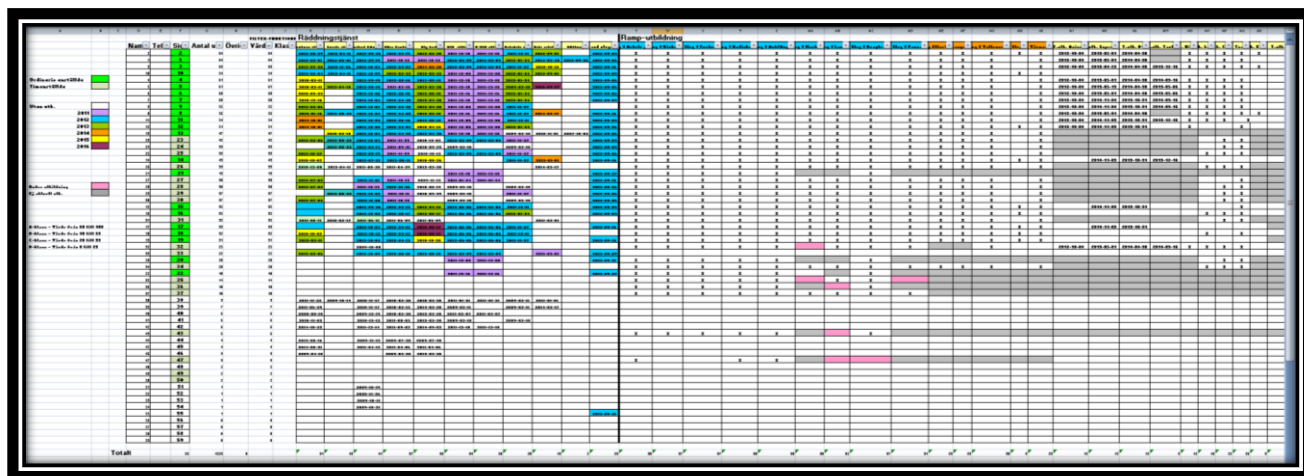
Detta system är användbart vid en schemaläggning eftersom det öppnar upp fler alternativ vilket kan leda till en kostnadsreducering. Ytterligare fördelar med ett aktivt lärande kan ses i kapitel 4,3 om effektiv bemanningsstyrning. Det andra verktyget för att förbättra verksamheten är att tillfredsställa de anställdas behov av att själva kunna påverka sitt schema. Ett dynamiskt schema kan man kombinera med schemaläggningssystemet genom att de anställda kan ange exakt vilka pass de helst vill arbeta med sedan kan man optimera efter deras önskemål. Genom att de får möjligheten att påverka bidrar det till högre personalnöjdhet och att den perceptuella uppfattningen av ledaren förbättras. Se kapitel 4,1 schemaläggningsprinciper där personalpåverkan beskrivs och kapitel 4,4 om Perceptuell Kontroll Teori.

7 Analys av informationssystemet

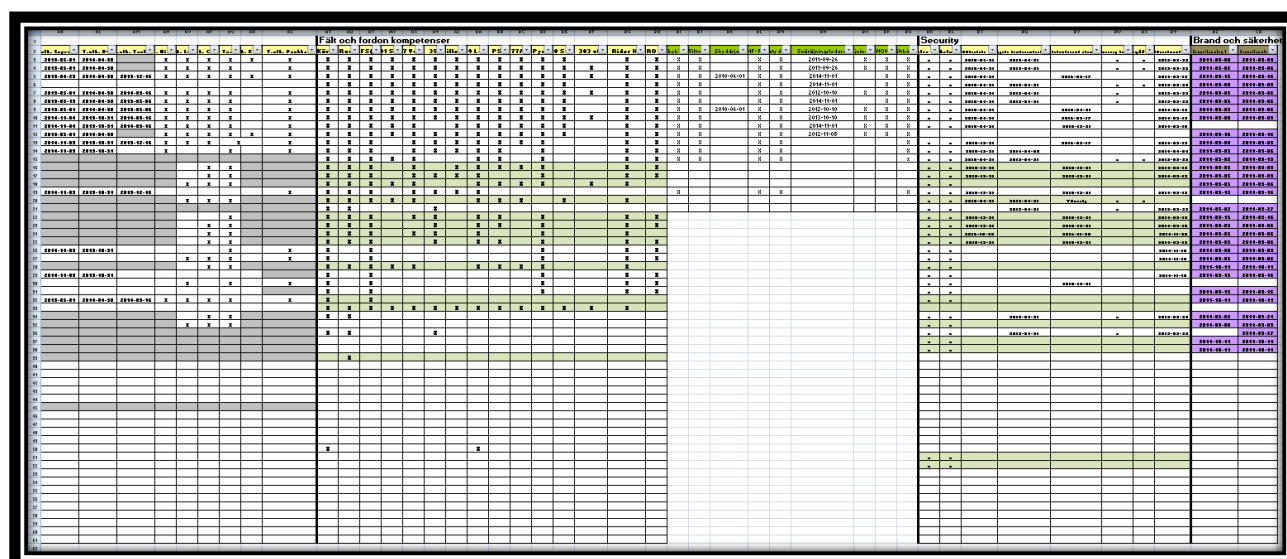
Denna del kommer att handla om informationssystemet som är en del av schemaläggningssystemet. Informationssystemet skall användas för att hitta rätt personal, vid bokföring av de anställdas utbildning och för att skapa grupperingar. Informationssystemet kan erhållas genom att kontakta författaren till denna rapport. Det rekommenderas att ledningen använder informationssystemet istället för den nuvarande kompetensloggen eftersom den har bättre design och fler funktioner som beskrivs nedan. Huvudsakliga syftet med informationssystemet är att bokföra de anställdas utbildningar på ett strukturerat sätt och användas som ett stöd när frånvaron uppstår och vid planering. Vid avvikelse från schema kan ledningen med informationssystemet på ett enkelt sätt välja ut de anställda med de eftersträvande kompetenserna för att uppfylla dagordningen.

Informationssystemet bygger på en sammanställning av alla anställda på ett strukturerat sätt i Excel samt av filter-funktionen, systemet grundar sig på insamlad data från Securitas. Grupperingar är en funktion som rangordnar de anställda efter olika klasser för att visa deras kompetensstyrka och används för att definiera vilka anställda som ska vara ordinarie respektive reserv. Informationssystemet ingår i att arbeta på ett standardiserat arbetssätt och om ledningen kan uppnå minskade slöserier som exempelvis reducerad dubbel dokumentation, minskad tidsåtgång för att hitta kompetens, etc. med systemet leder det till att det blir automatiskt en effektivare administration. Se kapitel 4,2 gällande standardisering och LEAN-administration.

Uppdateringar krävs för att informationssystemet ska ge rimliga resultat som är realistiska d.v.s. resultat som bygger på den nuvarande situationen. Informationsinsamlingen för uppdateringarna kan erhållas genom att ledningen och de anställda jobbar på ett standardiserat sätt. Ett standardiserat sätt innebär att de anställda rapporterar in sina utbildningar och frånvaron på ett korrekt sätt och i rätt tid till ledningen. Detta skall möjliggöra snabbare uppdateringar av informationssystemet med bra data. Hela informationssystemet illustreras av skärmdumpar i figur 7 och 8. I informationssystemet står det även angivet beskrivningar över vad de olika färgerna står för och namngivna cellkolumner för att underlätta användandet av systemet och för att förstå den bättre.



Figur 7 – Skärmbild av informationssystemet del 1



Figur 8 – Skärmbild av informationssystemet del 2

För att kunna styra bemanningen på rätt sätt kan en rankning av de anställda vara ett bra verktyg att använda. Rankningen består av att man grupperar in de anställda efter deras kompetens d.v.s. efter antalet utbildningar som de innehar inklusive övriga meriter. Dessa båda faktorerna är definierade som värde i informationssystemet och de olika indelningsklasserna är listade nedan:

1. A-klass = Värde från 60 till 100
2. B-klass = Värde från 40 till 59
3. C-klass = Värde från 30 till 39
4. D-klass = Värde från 0 till 29

De anställda kommer att delas in efter A, B, C och D-klass, rankningen illustreras i figur 9. Övriga meriter används för speciella utbildningar som man kan sätta ett högre värde på för att visa att de är mer efterfrågade ifall ledningen skulle vilja det. Rangordningen skapar man genom att använda "Númer Filters" på värde-kolumnen sedan ställa in intervallet i "Between" funktionen. Funktionaliteten i informationssystemet är att Excel hittar de anställda som matchar kriterierna vilka är utbildningskompetensen som man kan justera för varje anställd. Detta system kommer att minska onödig jämförelse mellan varje flik eftersom allt står på samma flik och för att systemet har en bra design där allt syns tydligt. Allt är även bättre organiserat i det nya systemet vilket det inte är i den nuvarande kompetensloggen. I figur 9 kan resultat ses över de anställda efter grupperingar, den visar att ett par ordinarieanställda ligger på en C respektive D-klass nivå. Detta är negativt eftersom det innebär en risk att det kommer saknas kompetens eftersom den anställda inte är tillräckligt utbildad för att klassas som ordinarie. Från denna analys kan man dra slutsatsen att ordinarie- och timanställda varierar från period till period och är aldrig konstant eftersom det existerar dynamiska utbildningar som hela tiden påverkar. Ledningen bör administrera sin personal skickligare genom att indela dem till ordinarie- eller timanställda frekventare för att inte denna obalans skall uppstå där ordinariepersonal har låg kompetensvärde.

		Namn	Tele	Sigt	Antal utb	Ovrigt	Varde	Klass
		2		2	64		64	A
		1		1	64		64	A
		3		3	63		63	A
		4		4	61		61	A
Ordinarie anställda		5		5	61		61	A
Timanställda		6		6	60		60	A
		7		7	60		60	A
		10		10	54		54	B
Utan utb.		9		9	55		55	B
	2011	8		8	56		56	B
	2012	11		11	54		54	B
	2013	12		12	51		51	B
	2014	13		13	47		47	B
	2015	23		23	42		42	B
	2016	14		14	43		43	B
		24		24	39		39	C
		25		25	39		39	C
		26		26	39		39	C
		27		27	38		38	C
		28		28	38		38	C
Under utbildning		29		29	37		37	C
Ej aktuell utb.		30		30	37		37	C
		15		15	35		35	C
		16		16	35		35	C
		31		31	35		35	C
		17		17	33		33	C
		18		18	32		32	C
		19		19	31		31	C
		21		21	19		19	D
		32		32	25		25	D
		33		33	22		22	D
		20		20	20		20	D
		34		34	20		20	D
		22		22	18		18	D
		35		35	11		11	D
		36		36	10		10	D
		37		37	10		10	D
		38		38	9		9	D
		39		39	7		7	D
		40		40	6		6	D
		41		41	6		6	D
		42		42	6		6	D
		43		43	6		6	D
		44		44	4		4	D
		45		45	4		4	D
		46		46	3		3	D
		47		47	3		3	D
		48		48	2		2	D
		49		49	2		2	D
		50		50	2		2	D
		51		51	1		1	D
		52		52	1		1	D
		53		53	1		1	D
		54		54	1		1	D
		55		55	1		1	D
		56		56	0		0	D
		57		57	0		0	D
		58		58	0		0	D
		59		59	0		0	D

Figur 9 – Genomförd rankning av de anställda

8 Optimering av Norrköping Flygplats

I denna del kommer det att presenteras en modellformulering som är grunden till optimeringsmodellen som används i Excel. Det kommer att beskrivas kort om det verkliga problemet och om hur den matematiska formuleringen ser ut.

8.1 Den matematiska formuleringen

För att skapa en realistisk modellformulering krävs det att man tar med de problem som existerar och att man avbildar verkligheten bra. De krav och problem som Norrköpings flygplats har är att man har för höga personalkostnader och att man vill reducera dem genom en optimalbemanning. Detta för att klara av de årliga upphandlingarna som man har med kommunen och för att öka lönsamheten. Dessa faktorer inklusive fler faktorer måste man ha med i den matematiska formuleringen. Ytterligare faktorer är att det existerar olika pass, olika kompetens och att arbetspassen måste bemannas med rätt antal anställda. De anställdas arbetstider måste även tas med för att kunna uppfylla arbetspassen och för att inte bryta arbetstidsreglerna. Den matematiska formuleringen till problemet är baserat på heltaloptimering eftersom det klassas som ett heltalsproblem. Det som utmärker att det är ett heltalsproblem är att problemet kräver heltala värden då det gäller optimering av personalbemanning. Se kapitel 5,2 gällande identifiering av de olika optimeringsproblem samt exempel på områden där heltaloptimering används.

Den matematiska formuleringen täcker alla dessa aspekter som nämndes innan och formeln kan ses på nästa sida. Variablerna indikerar att det finns kostnader för de anställda och att det finns olika pass. Målfunktionen är att minimera kostnaderna som de anställda utgör genom att generera den optimala lösningen på bemanningen givet givna bivillkor. Bivillkor 1,2,3 och 4 definierar om den anställda kan arbeta givet om han uppfyller en viss arbetstid, ledningen kan själva sätta ett värde på bivillkoren. Variabelvärdena som man sätter i bivillkoret indikera att den anställda måste ha arbetstid tillgänglig för att kunna uppfylla arbetspasset. Bemanning efter arbetspass fungerar genom att bivillkor 5,6,7 och 8 måste uppfyllas. För att få den rätta kompetensen på de anställda existerar det bivillkor 9 till 12 där man kan ange vilken kompetens det är exakt man eftersträvar efter. Bivillkor 13,14 och 15 är till för att skapa heltaloptimering och det sista bivillkoret anger att variablerna enbart får bli positiva. Den matematiska formuleringen är en förenklad version av den stora formuleringen på grund av problemets storlek. För den stora matematiska formuleringen hade det krävts 69 bivillkor för enbart kompetenskravet, 49 bivillkor för att ange om den anställda har potential till att arbeta ett schema, o.s.v.

X_{ij} = Kostnaden av de anställda i under arbetsschema j , där $i = 1, \dots, n$ och $j = 1, \dots, 4$

b_{ij} = Bivillkorskoeficient för i och j

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n X_{ij} \quad (\text{Målfunktionen})$$

Då

Bivillkor som kräver att den anställda uppfyller arbetstiden för passet

$$X_{11}, X_{21}, X_{31}, X_{41}, \dots, X_{n1} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 1}$$

$$X_{12}, X_{22}, X_{32}, X_{42}, \dots, X_{n2} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 2}$$

$$X_{13}, X_{23}, X_{33}, X_{43}, \dots, X_{n3} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 3}$$

$$X_{14}, X_{24}, X_{34}, X_{44}, \dots, X_{n4} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 4}$$

Antalet anställda som krävs per pass

$$X_{11}, X_{21}, X_{31}, X_{41}, \dots, X_{n1} = b_{ij} \quad \text{Bivillkor 5}$$

$$X_{12}, X_{22}, X_{32}, X_{42}, \dots, X_{n2} = b_{ij} \quad \text{Bivillkor 6}$$

$$X_{13}, X_{23}, X_{33}, X_{43}, \dots, X_{n3} = b_{ij} \quad \text{Bivillkor 7}$$

$$X_{14}, X_{24}, X_{34}, X_{44}, \dots, X_{n4} = b_{ij} \quad \text{Bivillkor 8}$$

Bivillkoret som anger vilka kompetenser som krävs

$$X_{11}, X_{21}, X_{31}, X_{41}, \dots, X_{n1} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 9}$$

$$X_{12}, X_{22}, X_{32}, X_{42}, \dots, X_{n2} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 10}$$

$$X_{13}, X_{23}, X_{33}, X_{43}, \dots, X_{n3} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 11}$$

$$X_{14}, X_{24}, X_{34}, X_{44}, \dots, X_{n4} \geq b_{ij} \quad \text{Bivillkor 12}$$

Bivillkor för heltal

$$X_{n1} - X_{n2} \leq 0 \quad \text{Bivillkor 13}$$

$$X_{n2} - X_{n3} \leq 0 \quad \text{Bivillkor 14}$$

$$X_{n3} - X_{n4} \leq 0 \quad \text{Bivillkor 15}$$

Icke – negativitetsvillkor

$$X_{n1}, X_{n2}, X_{n3}, X_{n4} \geq 0$$

Denna formel som har visats är en vägledning i hur optimeringen är i teorin och är ingen exakt avbildning av optimeringsmodellen som används i Excel eftersom det krävs Excel-logik (Formler, matriser, etc.) för att den skall fungera korrekt och för att det är strukturerat på olika sätt. Formeln visar i stora drag de viktigaste bivillkoren, variablerna samt målfunktionen som finns med i Excel-optimeringsmodellen. Värdena har inte tagits med i formuleringen eftersom dessa är justerbara och inte konstanta, bivillkor 1 till 4 definieras också på ett annat sätt i optimeringsmodellen. Ett ytterligare förenklat exempel av den matematiska formuleringen illustreras av formeln nedan samt följer en beskrivning för att öka förståelsen:

A_x = Definition av X_{ij} i ett förenklat exempel

b = Bivillkorskoefficient

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n X_{ij} \quad (\text{Målfunktionen})$$

Då

$A_x \geq b$ Bivillkor 1 – 5 **Arbetsiderna**

$A_x = b$ Bivillkor 5 – 8 **Bemanningen**

$A_x \geq b$ Bivillkor 9 – 12 **Kompetenser**

$A_x \leq b$ Bivillkor 13 – 15 **Heltal**

$A_x \geq 0$ Icke – negativitetsvillkor

Arbetsiderna för de anställda måste vara större eller lika med tiden det tar att utföra passet vilket anges av värdet på bivillkoren. För bemanningens del gäller det att antalet anställda skall vara lika med antalet anställda det krävs för att utföra ett pass, totalt existerar det 4 pass som skall bemannas korrekt. För de anställdas kompetens kan man ange vilken exakt kompetens man eftersträvar efter i bivillkoret. Bivillkoret kommer att ta de anställda som uppfyller kriteriet och välja bort de anställda som inte gör det. Bivillkoret för heltal anger att variablerna är binära d.v.s. att de enbart kan bli 1 eller 0. I Excel krävs det inget bivillkor för heltal utan det väljer man i Excel-alternativen.

8.2 Optimeringsmodellen

Optimeringsmodellen har konstruerats i Excel och följer de principer som beskrivs i den matematiska formuleringen. Optimeringsmodellen är en viktig grund för de kvantitativa delarna av detta arbete och modellen kan erhållas genom att kontakta författaren till denna rapport. Fördelar med optimeringsmodellen är att den är effektiv eftersom den tar med många parametrar, klarar av det huvudsakliga syftet som är kostnadsreducering och bemannar de anställda med rätt kompetens på rätt arbetspass. Dess fördelar och anledningen till varför den anses effektiv beskrivs närmare efter de nedan listade punkterna:

- Optimeringsmodellen genererar den kostnadseffektivaste bemanningen
- Tar med tidsaspekten
- Sätter rätt anställd med rätt kompetens på rätt arbetsplats
- Möjliggör definition av pass
- Har med många justerbara parametrar
- Bra design och logik

Optimeringsmodellen reducerar den totala kostnaden genom ett optimum. Den räknar ihop de enskilda kostnaderna för varje anställd och väljer ut den bästa bemanningen efter de satta villkoren. Den tar även med tidsaspekten för de anställda på ett smart sätt genom en tidsbank och logiska funktioner i Excel. Exempelvis om en anställd arbetar ett pass, räknas den tiden det tar för arbetspasset med som tillgänglig tid i nästa pass. Detta innebär att den anställda får reducerad tillgänglig tid till nästa arbetspass. Optimeringsmodellen lägger rätt personal med rätt kompetens på rätt arbetspass. Det går att definiera om anställda får arbeta flera pass eller enbart ett pass genom en knapptryckning. Det är även möjligt att ange vilka arbetspass som är tillgängliga, vilka pass som är otillåtna, vilka pass som är tillåtna, om en anställd bara får jobba ett speciellt pass etc. Detta kan vara bra eftersom man ger möjligheten för de anställda att påverka sina egna scheman och vilka grupper de vill arbeta i. Deras önskemål kan tas med i optimeringsmodellen och anledningar till varför rätt grupper är viktiga beskrivs närmare i kapitel 4.3 som handlar om att utforma team. Optimeringsmodellen fungerar även felfritt med förutsättning att man följer optimeringsreglerna som finns i delkapitel 8.4.

Fler fördelar med modellen är att den är smidig och enkel att använda. Användaren kan på ett enkelt sätt definiera de värden som han eftersträvar efter i justerbara celler som symboliseras av grå färg. Modellen visar upp administrations-, kontroll- och resultatfältet på ett sätt som ger en god överblick. Under resultatfältet visar den upp totalt antal anställda som skall jobba, vilka som skall jobba ett pass, vilka som skall jobba två pass, vilka som inte ska jobba något pass alls, den totala timkostnaden och totalkostnaden. Kontrollfältet skall indikera att modellen fungerar som den ska genom att illustrera att de justerbara cellerna inte är över 200 st. och att bemanningen överstämmer med den angivna. Modellen är smart (Bra design) eftersom om man ändrar namn och nummer kommer det automatiskt att ändras i andra delar som innehåller det. Ett exempel är om man ändrar namnen som står vid kostnadsfältet ändras namnen automatiskt för de som står vid kompetensloggen. Vid nollställ av alla kompetenser väljer modellen den kostnadseffektivaste personalen med mest kompetens. Detta kan vara positivt för verksamheten ifall man vill ha en stark bemanning med flera kompetenser.

8.3 Funktioner i optimeringsmodellen

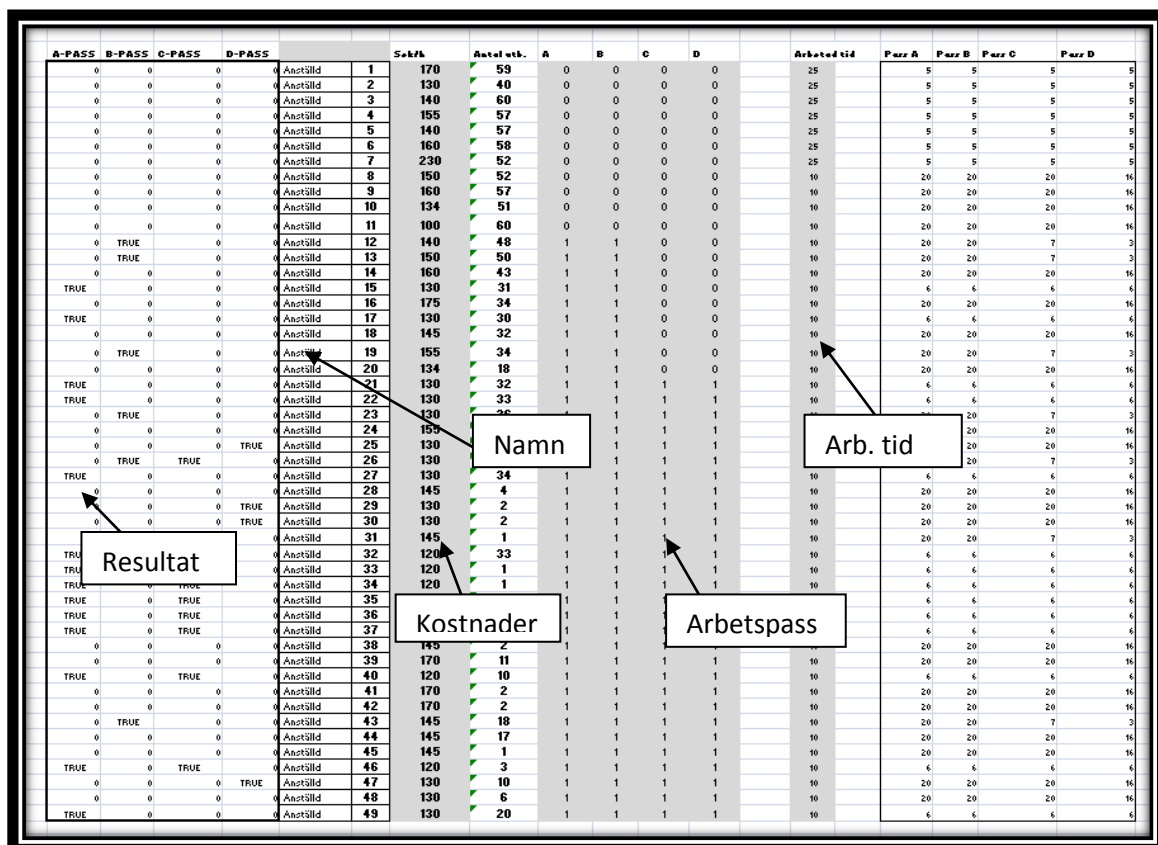
Administration är det viktigaste fältet i modellen som visar de justerbara cellerna. På administrationsfältet kan man justera värden på cellerna för att administrera vilken bemanning som krävs, hur lång tid varje pass kräver, hur stor ordinarietiden är och om de anställda får arbeta enbart ett eller flera pass. Kontrollfältet visar att optimeringen fungerar som den ska, antal justerbara variabler måste vara under eller lika med 200 för att Excel skall kunna klara av att optimera. De logiska kontrollerna för A till B måste vara samma som bemanningen på administrationsfältet. Resultatfältet visar de resultat som optimeringen genererat där man kan se totalt antal anställda som ska arbeta, anställda som ska jobba ett pass, två pass, tre pass, fyra pass och antalet anställda som inte ska jobba något pass alls. Resultatfältet visar även de två viktigaste resultaten som är totalkostnaden per timme och totalkostnaden för alla pass. Administrations-, kontroll- och resultatfältet illustreras i figur 10. Vid körning av optimeringsmodellen är det viktigt att tänka på att man inte stryper (begränsar) den med alltför mycket bivillkor. Detta på grund av att optimeringsmodellen är omfattande och detaljrik vilket betyder att lösbarheten kan försvåras vid alltför mycket krav.

Administration			
Justerbara kriterier			
Ordinarie arbetstid	30		
Tid	Arbetspass A	13	
	Arbetspass B	6	
	Arbetspass C	9	
	Arbetspass D	10	
Totalt	38	Timmer	
Bemanning	Bemanning A	7	
	Bemanning B	6	
	Bemanning C	3	
	Bemanning D	2	
Totalt	18	Men	
Begränsningar			
Begränsning 1			
Begränsning 2			
Justerbara			
	1		
Kontroll			
T/F			
Lagrad kontroll A	7	7	
Lagrad kontroll B	6	6	
Lagrad kontroll C	3	3	
Lagrad kontroll D	2	2	
Antal variabler	196	<=	200
Resultat			
Totalt antal anställda som ska jobba			
Anställda som ska jobba ett pass	18	Men	
Anställda som ska jobba två pass	0		
Anställda som ska jobba tre pass	0		
Anställda som ska jobba fyra pass	0		
Anställda som inte ska jobba alls	26		
Kostnad per timme	2306	SEK	
Total kostnad	87628	SEK	

Figur 10 – Administrations-, kontroll- och resultatfältet

Det större justerbara fältet som illustreras i figur 11 är en annan del av optimeringsmodellen som är justerbar. Det stora fältet visar resultatet (Vilka anställda som skall jobba vilka pass) och de justerbara cellerna. Det justerbara fältet som står till höger om de anställdas nummer är kostnadsfältet där man kan ställa in kostnaderna för de anställda. Fältet med fyra gråa kolumner är arbetspassen och där kan man definiera vilka anställda som får jobba vilka pass, exempelvis kan man välja att 2 anställda inte får jobba pass B och C eller att pass B enbart får bemannas av 10 specifika anställda. Detta kan ledningen själva avgöra genom att sätta ettor eller nollor i rutan.

Systemet underlättar också för de anställda genom att de själva kan prioritera vilka pass som passar dem ifall de får befogenhet till det. Arb. tid (Arbetad tid) som illustreras i figur 11 är den arbetade tiden för de anställda och även den är justerbar. På det fältet kan man skriva in hur länge en anställd har arbetat hittills och optimeringsmodellen kommer att ta med det i beräkning när den senare optimerar. Ifall ledningen skulle vilja undvika anställda med få utbildningar går det att sätta straffkostnader. Straffkostnaderna utför man genom att öka kostnaderna för de anställda med få utbildningar. Optimeringsmodellen kommer sedan att undvika dem vid en körning och på detta sätt kommer man närmare schemaplanernas verklighet.



A-PASS	B-PASS	C-PASS	D-PASS	Anställd	Sehft	Kostn	A	B	C	D	Arb. tid	Pass A	Pass B	Pass C	Pass D
0	0	0	0	Anställd 1	170	59	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 2	130	40	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 3	140	60	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 4	155	57	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 5	140	57	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 6	160	58	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 7	230	52	0	0	0	0	25	5	5	5	5
0	0	0	0	Anställd 8	150	52	0	0	0	0	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 9	160	57	0	0	0	0	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 10	134	51	0	0	0	0	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 11	100	60	0	0	0	0	10	20	20	20	16
0	TRUE	0	0	Anställd 12	140	48	1	1	0	0	10	20	20	7	3
0	TRUE	0	0	Anställd 13	150	50	1	1	0	0	10	20	20	7	3
0	0	0	0	Anställd 14	160	43	1	1	0	0	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 15	130	31	1	1	0	0	10	6	6	6	6
TRUE	0	0	0	Anställd 16	175	34	1	1	0	0	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 17	130	30	1	1	0	0	10	6	6	6	6
0	0	0	0	Anställd 18	145	32	1	1	0	0	10	20	20	20	16
0	TRUE	0	0	Anställd 19	155	34	1	1	0	0	10	20	20	7	3
0	0	0	0	Anställd 20	134	18	1	1	0	0	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 21	130	32	1	1	1	1	10	6	6	6	6
TRUE	0	0	0	Anställd 22	130	33	1	1	1	1	10	6	6	6	6
0	0	0	0	Anställd 23	130	36	1	1	1	1	10	20	20	7	3
0	0	0	0	Anställd 24	155	34	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	TRUE	Anställd 25	130	30	1	1	1	1	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 26	130	34	1	1	1	1	10	6	6	6	6
0	0	0	0	Anställd 27	130	4	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	TRUE	Anställd 28	145	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	TRUE	Anställd 29	130	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 30	130	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 31	145	1	1	1	1	1	10	20	20	7	3
TRUE	0	0	0	Anställd 32	120	33	1	1	1	1	10	6	6	6	6
TRUE	0	0	0	Anställd 33	120	1	1	1	1	1	10	6	6	6	6
TRUE	0	0	0	Anställd 34	120	1	1	1	1	1	10	6	6	6	6
TRUE	0	0	0	Anställd 35	145	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 36	170	11	1	1	1	1	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 37	120	10	1	1	1	1	10	6	6	6	6
TRUE	0	0	0	Anställd 38	170	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 39	170	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
TRUE	0	0	0	Anställd 40	170	2	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 41	145	18	1	1	1	1	10	20	20	7	3
0	0	0	0	Anställd 42	145	17	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 43	145	1	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 44	120	3	1	1	1	1	10	6	6	6	6
0	0	0	0	Anställd 45	130	10	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 46	130	6	1	1	1	1	10	20	20	20	16
0	0	0	0	Anställd 47	130	20	1	1	1	1	10	6	6	6	6
0	0	0	0	Anställd 48	130	20	1	1	1	1	10	6	6	6	6
0	0	0	0	Anställd 49	130	20	1	1	1	1	10	6	6	6	6

Figur 11 – Resultat samt diverse justerbara celler

I figur 12 illustreras en skärmbild av halva kompetensloggen och där kan ledningen ange vilken kompetens som de anställda innehar i optimeringsmodellen. Denna del skall helst uppdateras kontinuerligt och stämma överens med utbildningarna som bokförs i informationssystemet. Kompetensfältet är justerbart men har valts att behållas i vit färg på grund av synlighetsskäl. Den är exakt 69 celler bred och i figur 13 visas den andra delen.

[illegible]

Figur 12 – Skärmbild av de anställdas utbildningar inom olika områden del 1

Supernova	RA (J2000)	Dec (J2000)	Distance (Mpc)	Redshift (z)	Host Galaxy	Galaxy Type	Galaxy Size (kpc)	Galaxy Mass (10 ¹¹ M _⊙)	Galaxy Age (Myr)	Galaxy Environment	Galaxy Comments	Galaxy Notes
1	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
2	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
3	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
4	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
5	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
6	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
7	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
8	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
9	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
10	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
11	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
12	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
13	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
14	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
15	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
16	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
17	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
18	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
19	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
20	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
21	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
22	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
23	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
24	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
25	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
26	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
27	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
28	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
29	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
30	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
31	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
32	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100
33	100.0	0.0	100	0.001	NGC 100	SB(rs)bl	1.5	0.01	100	Field	NGC 100	NGC 100

Figur 13 – Skärmbild av de anställdas utbildningar inom olika områden del 2

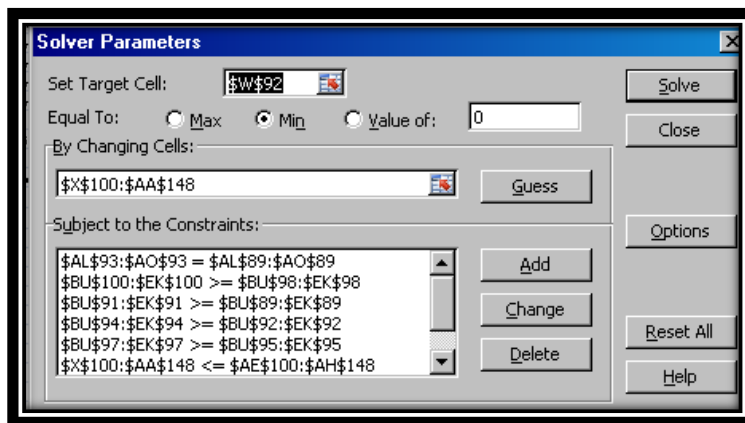
I figur 14 illustreras fältet där man kan ange vilka kompetenser som eftersträvas. Detta gör man i det gråa fältet för Pass A, Pass B, Pass C och Pass D. det nedre fältet som visar "tillgängligt" definierar antalet utbildningar som finns tillgängliga inom detta område. Kontroll skall visa att den totala tillgängliga kompetensen inte överskrider genom "True" och "False" tecken, bara en del av kompetenskriteriet visas i figuren.

	Brandman	Insatsledare	test gång	Halsok	Ekg te	HLR ut	D-HLR	Sjukvård	Heta	Räddutrym	te på	Riskzoner	Fordon på	adiokom	Kjnk/Avg. ba	Markström	Lastband	Dragtruck	Passag	tray	artled
Pass A	2	2	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Tillgängligt	2	2	2	0	0	0	1	2	1	4	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Pass B	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tillgängligt	4	2	2	0	4	0	1	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pass C	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tillgängligt	3	2	3	1	0	0	0	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pass D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tillgängligt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Måligt	24	8	25	3	17	5	7	20	9	4	20	34	34	34	34	34	30	31	35	30	35
Kontroll	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Figur 14 – Kompetenskriteriet

8.4 Excel-funktioner och optimeringsregler

För att kunna optimera måste man förstå funktionerna i Excel samt följa ett antal regler för att klara av att utföra optimeringen korrekt. Solver-funktionen används för att starta optimeringen och måste aktiveras varje gång i Excel när man startar datorn. Solver:n startar man genom att först navigera sig till ”Office button” sedan klicka på Excel options. I Excel-options går man sedan till ”Add-Ins” sedan väljer man ”Excel add-ins” från ”Manage: “ fältet. När man har gjort det trycker man på ”Go...”, där väljer man sedan ”Solver Add-in” och trycker på ”OK”. Nu har man aktiverat solver-funktionen och den går att hitta i ”Data” vid ”Analysis”. Solver-funktionen kan ses i figur 15. När man har gjort alla dessa steg och bestämt kriterier kan man börja optimera genom att klicka på ”Solve”.



Figur 15 – Optimerings-solver:n i Excel

När man sedan kör solver:n är det viktigt att köra den minst tre gånger innan man får upp meddelandet ”**Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied**”. Under de första två körningarna kan det hända att man får varierade error-meddelanden och detta beror på att Excel måste placera om olika värden innan den kan optimera rätt. Skulle man få ”**Solver found a solution**” meddelandet på första körningen eller på andra körningar kan man nöja sig med resultatet och därmed behöver inte köra optimeringen igen. Ifall man skulle få tre felmeddelanden i rad innebär det att ett värde i något bivillkor eller i flera andra omöjliggör optimeringen. En ytterligare regel som man måste följa är att värdena i de justerbara kompetenscellerna inte får överstiga den möjliga kompetensen som existerar för varje utbildning. Från de olika tester som genomförts på modellen är det mest frekventa utfallet att man måste köra tre gånger innan man får resultat då fel uppstår. Vid enstaka fall har det hänt att det krävts fyra körningar för att få resultat, detta är viktigt att ha i åtanke när man kör modellen.

8.5 Optimeringsmodellens logik i Excel

Denna del skall beskriva hur optimeringsmodellen fungerar på ett övergripande sätt i Excel samt lite kort om vilka beräkningar och formler som används. Formlerna och beräkningarna är relativt komplexa och svåra att förstå för en ovan person och bör betraktas på ett lätt förståeligt sätt. ”=SUMPRODUCT” är en användbar formel som gör att en kolumn med variabler kan multipliceras med en kolumn av bivillkor. Denna formel används för bivillkor 5 till 8 och för bivillkor 9 till 12. För bivillkor 1 till 4 används det 2 bivillkor i Excel. Ett bivillkor tar hänsyn till de arbetade tiderna och den andra tar hänsyn till arbetspass som kan ses i figur 11 där man själv kan ange vilka pass som är tillåtna. För att kunna ta hänsyn till arbetstiderna finns det en del logiska beräkningarna bakom, grunden till beräkningarna är att de skall omvandla en matris till ettor eller nollor ifall de uppfyller de anställdas arbetstider uppfyller arbetstidspassen. Matrisen används sedan som ett bivillkor där variablerna skall vara lika med eller mindre än siffrorna som ingår i matrisen. Se den förenklade formeln nedan för att få en bättre förståelse. Av formeln kan man se att X_2 och X_3 är tillåtna därmed kommer inte X_1 och X_4 att kunna väljas vid en optimering.

Variabler (X_i) och bivillkor (b_i)

$$\begin{pmatrix} X_1 & X_2 \\ X_3 & X_4 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 0b_1 & b_2 \\ b_3 & 0b_4 \end{pmatrix}$$

Det existerar två likadana matriser i optimeringsmodellen. På den ena kan man själv ange nollor och ettor och på den andra görs det automatiskt genom att den kontrollerar om arbetstiderna uppfylls. För att reda på om arbetstiderna uppfylls används två olika formler beroende på om man vill att de anställda enbart ska jobba ett pass eller flera. Formeln som säger att de enbart får jobba ett pass är ”IF(X100=1;0;AR100)” där X100 är en variabel och AR100 är den tiden som är tillgänglig för den anställda. Ifall X100 blir lika med 1 innebär det att nästa pass får värde 0 och detta upprepas på de andra arbetspassen. Den anställda skall då enbart arbeta pass A eftersom första variabeln blev en etta, de andra tre variablerna blir nollor på grund av logiken som nämndes innan. Ifall variabeln blir en nolla (Tillgänglig att arbeta ett pass) istället innebär det att AR100 som är den tillgängliga tiden blir därmed tillgänglig i nästa pass o.s.v. Detta sker hela tiden tills den anställda får något pass eller inget alls.

För att en anställd skall kunna jobba flera pass används formeln ”IF(X100=1;AR100-AT100;AR100)” som säger om variabel X100 blir lika med ett innebär det att man tar den tillgängliga tiden AR100 för den anställda minus tiden som krävs för att uppfylla arbetspasset AT100 om det är tillåtet. Ifall det inte är tillåtet blir nästa tillgängliga tid för Pass B lika med AR100 och denna process sker hela tiden till sista passet. Dessa beräkningar gör att om en anställd arbetar ett pass reduceras hans tillgängliga med den tiden det tog att utföra passet. Den nya tillgängliga tiden går därmed till nästa arbetspass o.s.v. Standardformeln som används till dessa två formler är ”IF” funktionen där man kan ange vad som är sant och falskt. På detta sätt kan man generera olika värden ifall ett tal uppfyller sant eller falskt villkoret.

8.6 Validering och verifiering av optimeringsmodellen

Vid färdigbyggandet av en modell är ett viktigt steg att kunna validera och verifiera den. Detta för att uppfylla kundkraven samt kontrollera ifall man konstruerat modellen korrekt från ett logiskt perspektiv. Validering och verifiering är vanligt vid produktionsutveckling av olika typer av modeller för att garantera en säker produkt och för att tillfredsställa kundernas krav. Det kriteriet som definierar validering är att det är en process som bestämmer hur stor grad modellen representerar verkligheten och om det uppfyller kundens krav d.v.s. (Product Design = Intended usage). Verifiering handlar däremot om att kontrollera om man har konstruerat modellen korrekt. Detta gör man genom att utföra en process av kontroller på detaljnivå på modellen samt undersöka om kundens kravspecifikation är uppfylld d.v.s. (Final product = Original design). (Stefan, E.)

Inom utvecklingsområdet för programvaror genomförs validering oftast av att man sätter upp ett antal systemkrav som skall uppfyllas. Systemkraven jämförs med modellen för att ta reda på systemet passar verksamheten och om den tar med alla eftersträvarvärda faktorer. Validering handlar om att modellen skall avbilda verkligheten genom att besvara frågan ”Bygger vi rätt sak?”. (FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.) De krav som skall valideras gällande Securitas optimeringsmodell är listade nedan:

- Bemanning av de anställda
- Arbetade tider
- Specifika pass för specifika anställda
- Kontroll av systemet
- Modellens design

För Securitas fall krävs det att man sätter hur många anställda exakt det är som ska bemannas för en tidsperiod eller pass. Optimeringsmodellen uppfyller denna funktion genom bemannings-bivillkoret, i modellen kan man ange exakt hur många anställda man vill bemanna för varje pass. För att anställda ska klara av att arbeta passen krävs det även arbetstider, dessa finns med i modellen och fungerar genom logiska funktioner. Det är även möjligt att sätta hur många timmar varje arbetspass är. Detta avbilda verkligheten bra eftersom det existerar arbetspass med olika tider. Vid eventuella ankomster och avgångar av speciella flygplan kan det innebära att enbart en speciell grupp av utvalda anställda kan utföra arbetet. Detta är möjligt att återskapa i modellen genom att det existerar flertal justerbara celler för varje anställd och pass. Det är bara att sätta vilka anställda som får utföra det komplexa passet och sedan optimera.

Det är även viktigt att kunna kontrollera modellen för att veta att körningen är problemfri. Kontroller finns i modellen och är allt från att variablerna inte överstiger maxgränsen till att modellen optimerar rätt antal personal och att den beräknar de logiska funktionerna på korrekt sätt. Gällande validering av modellens design inkluderas viktiga egenskaper i modellen som exempelvis att den är överskådlig, har fungerande logiska funktioner och att den har en bra indatahantering. Modellen är även överskådlig genom att den visar tydligt de justerbara parametrarna, administrations- och kontrollfältet. Den har även en bra detaljnivå och alla dessa faktorer skall underlätta användandet av modellen. Gällande ytlig validitet (Plausibilitet) uppfyller modellen villkoren rätt bra vilka är att den realiserar den typ av beteende som det är tänkt att den skall göra samt att den är beräkningsmässigt korrekt.

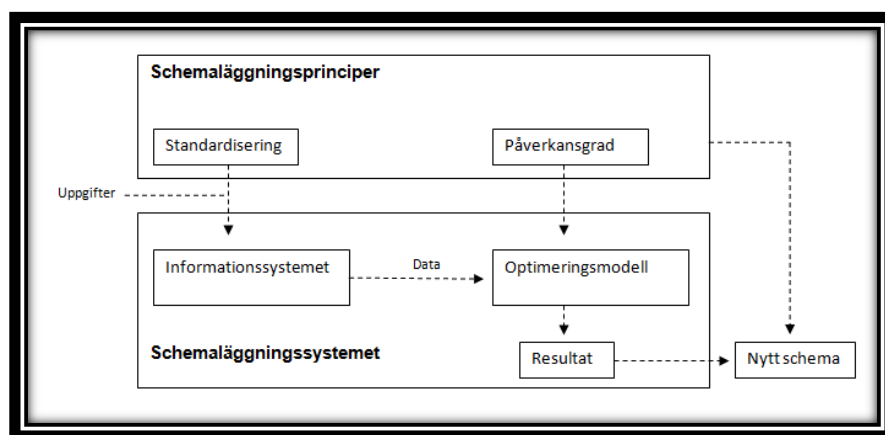
För att ta reda på att den är beräkningsmässigt korrekt har en process genomförts på modellen med ständiga justeringar och analyser. Vid eventuella fel som exempelvis fel uträkningar samt generering av icke eftersträvarsvärt resultat åtgärdades de med konstanta ändringar av parametrar tills det gav önskvärda beräkningar. Justeringsprocessen kan ses i figur 16 på nästa sida och är lodrät vinklad för att ge bästa synlighet. Där visas 20 exempel på körningar och åtgärder. Observera test 20 där en logisk funktion adderats efter att ett fel upptäcktes och åtgärdades. Denna process av ändringar och justeringar har skett konstant vid uppbyggnaden av modellen.

För att verifiera en modell krävs det undersökningar för att reda på om den uppfyller syftet d.v.s. kundens krav definierade som kravspecifikation. Gällande Securitas kravspecifikation ska modellens huvudsyfte vara att kostnadsreducera. Detta verkställer modellen genom en minimeringsoptimering av målfunktionen. Systemet uppfyller även ett ytterligare villkor vilket är att den bemannar rätt anställda efter deras utbildning för att det skall stämma överens med dagordningen. Hänsyn till arbetstidslagarna och ytterligare faktorer finns med i systemet för att kunna tillfredställa kundens krav på bästa möjliga sätt. Slutligen dras slutsatsen att modellen fungerar som den ska eftersom den uppfyller de viktigaste kraven samt tar med ytterligare krav för att bättre avbilda verkligheten av verksamheten. (FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.)

Figur 16 – Justeringsprocessen för en förbättrad modell

9 Resultat

Det resultat som har lyckats att uppnå i detta examensarbete är en framställning av ett schemaläggningssystemstöd som består av två olika tekniker där den ena är en optimeringsmodell och den andra ett informationssystem. Schemalägningsprinciper har även tagits fram som skall användas vid en schemaplanering. Denna rapport kombinerar den teoretiska delen med tekniska verktyg för att på bästa möjliga sätt hantera problemet som finns i nuläget för Norrköpings flygplats. Kombinationen av den teoretiska delen och de tekniker som tagits fram och hur de samordnar illustreras i figur 17. De schemalägningsprinciperna som rekommenderas mest att användas är standardisering och perceptuell kontroll teori eftersom båda har visat sig framgångsrika av företag som använt dem.



Figur 17 – Kombination av principer och tekniker för att skapa ett nytt schema

Schemalägningsprinciperna skall se till att ledningen får in rätt information, att bemanningen styrs effektivare och att man får en bättre kontroll av verksamheten. Information från de anställda ska samlas in genom ett standardiserat arbetssätt för att senare användas som data för schemaläggningssystemet. För informationssystemet ska data lagras och behandlas för att ge en bättre kontroll och överblick. Data som används i informationssystemet kan sedan konverteras till siffror för att kunna användas av optimeringsmodellen. När man sedan optimerar och får en reducerad total kostnad som täcker alla kompetensbehov, arbetspass och arbetstider är man redo att skapa ett nytt schema tillsammans med principerna. Gällande ekonomiska resultat kan de ses i kapitel 10.1 där en total kostnadsanalys visar skillnaderna för en vecka samt hur kostnadsreduceringarna kan se ut för ett helt år.

10 Diskussion

I diskussionsdelen kommer det att beskrivas en jämförelse mellan det nuvarande schemat och ett optimalt schema som genererats för en vecka. Denna jämförelse skall visa vilken bemanning som är kostnadseffektivast att använda, en totalkostnadsanalys presenteras också för att visa skillnaderna ekonomiskt. I denna del kommer även en kritisk analys att beskrivas av optimeringsmodellen. Slutligen kommer det att diskuteras en tillämpning av hela systemet i Norrköpings flygplats och vilka effekter det har på efterforskningen.

10.1 Jämförelse mellan nuvarande schemat och optimeringsschemat

En jämförelse har genomförts för att visa skillnaderna mellan nuläget och resultat från optimeringen. Denna jämförelse är till för att öka kunskapen hur optimeringsmodellen fungerar praktiskt och för att belysa skillnaderna. Vecka 11 mars 2012 har tagits från det nuvarande schemat och använts i optimeringsmodellen för jämförelsen. Under den veckan existerar det 5 olika pass vilka är A (04:30-14:00), A1 (04:30-09:15), B (13:45-24:00), LM (03:00-08:00), LK (16:30-20:15) och S (10:30-23:15). Tiderna har omvandlats till nummer för att Excel ska koppla det, exempelvis har 04:30-14:00 som är 9 timmar och 30 min omvandlats till 9,5. Tiden 04:30-09:15 har omvandlats till 3,75, 13:45-24:00 till 10,25 och samma omvandling har gjorts på de resterade tiderna.

Schemat för vecka 11 kan optimeras på olika sätt, ett sätt är att dela in schemat i olika steg (Steg-optimering) beroende på hur bemanningen ser ut för dagarna. Exempelvis kan första steget vara att optimera från måndag till onsdag (5 anställda) sedan torsdag till fredag (6 anställda) slutligen helgen (6 anställda), i alla tre steg existerar det 3 pass som skall optimeras. Detta sätt att optimera kan medföra att de anställda kan variera för varje steg d.v.s. att det förekommer fler team än 3 under veckan.

Andra sättet att optimera är att optimera för varje team (Team-optimering). I team-optimering använder man sig av medeltiden för alla pass delat med antalet anställda som skall arbeta. Detta ger då en tid för hela veckan för en anställd som man sedan kan optimera på. Detta sätt att optimera är ett mer övergripande och tar med hela veckan i en enda optimering, de bildas totalt 3 pass för varje respektive team. Schemat för vecka 11 och stegindelningarna kan ses i figur 18 och schemat där grunderna tas fram för team-optimering kan ses i figur 19. I figur 18 illustrerar den gröna färgen att den anställda är på semester vilket betyder att behovsanställda har använts. Ingen statistik förekommer över de anställdas arbetade tider veckan innan därmed kommer ordinarietiden att ligga på 56 timmar/vecka (7 arbetsdagar med 8 tim. arbete) i optimeringsmodellen.

Alla anställda som arbetat under vecka 11 har varit ordinarieanställda i verksamheten. För detta fall kommer team-optimeringsmetoden att användas. Detta eftersom den tar med helheten och genererar konstanta team vilket är mest likt det förekommande schemat. De befintliga teamen som finns i nuvarande schemat är listade nedan:

1. Team 1 = 1, 3, 7, 6, 12 och 16
2. Team 2 = 2, 5, 9, 11, 18 och 15
3. Team 3 = 8, 10, 4, 14, 19 och 17

De resultat som har genererats fram av optimeringsmodellen är följande team:

1. Team 1 = 6,15,17, 20, 33 och 36
2. Team 2 = 11, 24, 25, 26, 27 och 29
3. Team 3 = 2, 10, 12, 13, 14 och 23

Av totalt 18 anställda som finns i det befintliga schemat är det 5 st. anställda som ska arbeta med den nya bemanningen, dessa anställda symboliseras av grå färg.

Vecka		Mars vecka 11						
Dag		M	T	O	T	F	L	S
Datum		12	13	14	15	16	17	18
Team 1	Anställd 1	A	A		B	B	LK	S
	Anställd 3	A	A		B	B	LK	S
	Anställd 7	A	A		B	B	LK	S
	Anställd 6		A		B	B	LK	S
	Anställd 12	A			B	B	LK	S
	Anställd 16	A	A		B	B	LK	S
Team 2	Anställd 2	B	B	B				
	Anställd 5	B	B	B				
	Anställd 9		B	B				
	Anställd 11	B		B				
	Anställd 18	B	B					
	Anställd 15	B	B	B				
Team 3	Anställd 8			A	A	A	LM	
	Anställd 10				A1	A	LM	
	Anställd 4			A	A	A1	LM	
	Anställd 14			A	A	A	LM	
	Anställd 19			A	A	A	LM	
	Anställd 17			A1	A	A	LM	
Steg 1 bemanning 5 / Pass				Steg 2 bemanning 6			Steg 3 bemanning 6	

Figur 18 – Schema för vecka 11 samt en illustration av stegindelningen

Vecka		Mars vecka 11								
Dag		M	T	O	T	F	L	S		
Datum		12	13	14	15	16	17	18		
Team 1	Anställd 1	A	A		B	B	LK	S	A	Medeltiden
	Anställd 3	A	A		B	B	LK	S		53
	Anställd 7	A	A		B	B	LK	S		Bemanning
	Anställd 6		A		B	B	LK	S		6
	Anställd 12	A			B	B	LK	S		
	Anställd 16	A	A		B	B	LK	S		
Team 2	Anställd 2	B	B	B					B	Medeltiden
	Anställd 5	B	B	B						31
	Anställd 9		B	B						Bemanning
	Anställd 11	B		B						6
	Anställd 18	B	B							
	Anställd 15	B	B	B						
Team 3	Anställd 8			A	A	A	LM		C	Medeltiden
	Anställd 10				A1	A	LM			29
	Anställd 4			A	A	A1	LM			Bemanning
	Anställd 14			A	A	A	LM			6
	Anställd 19			A	A	A	LM			
	Anställd 17			A1	A	A	LM			

Figur 19 – Team-optimering för vecka 11

Kostnaderna per timme som används i optimeringsmodellen för att ta fram den kostnadseffektivaste bemanningen är baserade på statistik gällande löner för flygplatsbrandmän samt matematiska uträkningar, kostnaderna är en approximation och skall betraktas som sådana. Eftersom detta ämne är sekretessbelagt kommer inte någon närmare beskrivning att ges gällande löneuträkning, ledningen har själva möjligheten att sätta kostnaderna för sina anställda i modellen.

En totalkostnadsanalys har skapats för att tydliggöra skillnaderna i ekonomiska sammanhang, den kan ses i figur 20. Där kan man tydligt se fördelarna (37 290 kostnadsreducering/vecka) med att tillämpa ett optimeringssystem i verksamheten. Procentuellt sätt ligger den nivån på kring 10 % (0,1067) i kostnadsreducering. Skulle man optimera för ett helt år d.v.s. optimera för 52 veckor skulle det leda till stora kostnadsreduceringar (-10 % kostnader). Rekommendationerna är att Securitas ska optimera sitt schema eftersom det anses kostnadseffektivare att optimera än att inte optimera alls. En optimering av en vecka hade tagit en kvart till max en timme med en användare som har rätt kompetensnivå. Kostnadsreduceringarna som man får för en vecka skulle överväga de administrativa kostnaderna det skulle ta för att optimera under en timme.

Totalkostnadsanalys	
Nuläget	349 170
Nya schemat	311 880
Skillnad	-37 290

Figur 20 – Totalkostnadsanalys

10.2 Kritik gällande systemet

En viktig aspekt som man måste tänka på vid användandet av optimeringssystemet är att den kräver dokumentation av arbetade tider samt andra essentiella anteckningar för att den skall fungera fullt ut. En bra förståelse av modellen och kunskaper om hur den fungerar är även viktiga aspekter som man måste ha. Detta innebär att det krävs speciella krav som användaren måste behärska för att kunna optimera på ett korrekt sätt. En kritik riktad mot optimeringsmotorn som är Excel är att den enbart klarar av att behandla 200 justerbara celler eftersom detta är en gräns. Detta innebär att man inte kan ha med flera pass vilket brukar existera i Norrköpings flygplats och på grund av detta ska man använda sig av team- eller stegindelningsoptimering.

Optimeringsmodellen kan optimera noggrant för en dag eller för en hel vecka men att optimera för en hel månad eller ett helt år hade krävt en effektiv administration som följer upp arbetet på ett korrekt sätt. Detta eftersom man blir tvungen att ta med ytterligare parametrar som exempelvis charterflyg, slumpmässiga händelser, variationer i efterfrågan, etc. och att man bokföra arbetstiderna effektivt under arbetets gång.

För att skapa en optimeringsmodell för ett stort schema krävs det att man använder sig av ett avancerat program. Schemaläggning av komplexa och stora scheman är något som större schemalägningsföretag håller på med och som de tar betalt för att utföra tjänsten. Det riktas även kritik mot att reducerade kostnader inte kommer att garantera en förbättrad bemanning eftersom det existerar flera faktorer som man måste ta hänsyn till. Dessa faktorer är erfarenhet, samarbetsförmåga och andra aspekter som inte går att mäta. Det är även viktigt att ta hänsyn till de anställdas påverkansgrad för att de inte skall bli för missnöjda med de nya omständigheterna som en optimeringsmodell kan frambringa.

För en optimeringsmodell existerar det alltid möjligheter för förbättringar. Det kan t.ex. vara att införa ytterligare logiska funktioner i Excel som exempelvis att en anställd får mer betalt ifall han arbetar nattpass, 4 pass i rad etc. Existerande potential för optimeringsmodellen är att ledningen kan själva definiera vad de anser är ett arbetspass exempelvis kan man sätta ihop tiderna för 3 verkliga arbetspass och ange det som ett arbetspass i Excel. Ledningen kan hela tiden justera och improvisera arbetstiderna, passen och kostnaderna för att passa deras verklighetsbild. Genom att anpassa systemet till verksamheten kan Securitas steg för steg optimera för varje vecka för att täcka en hel planering för en månad eller ett helt år. Detta system hade då krävt ett dynamiskt schema som uppdateras dags- eller veckovis med ny information.

10.3 Tillämpning av principerna och schemaläggningssystemet

Att tillämpa detta system kräver att man utbildar ledningen dels genom denna rapport samt att man illustrerar på plats. Det är viktigt att man förstår optimeringsmodellen bra för att få ut fullaste effekt från den. Med en bättre förståelse kan man modifiera modellen bättre exempelvis utveckla modellen ytterligare, reducera antalet fel, justera parametrar för att få den att fungera korrekt etc. Detta kräver att användaren har kunskaper inom optimeringsmodellering, känner till de mest grundläggande optimeringsteorierna och har en full förståelse för optimeringsmodellen som nämndes innan. Gällande efterforskning kan detta innebära möjligheten att få implementera hela systemet för flygplatsen samt följa upp arbetet.

11 Slutsats

Den slutsats som kan fastställas efter analyser av nuläget, insamlad data och tillämpningar av nya system är att det är nödvändigt för Securitas verksamhet att effektivisera sin bemanning för att inte förlora den position som man har i Norrköpings flygplats. För att effektivisera verksamheten och för att möjliggöra omplanering av schemat på kort- och långsikt krävs det en kombination av teori och tekniska system för att få med de kvantitativa och kvalitativa aspekterna. Att enbart använda sig av teori räcker inte eftersom de inte mätbart och att enbart använda sig av optimering räcker inte heller för då tar man inte med de sociala faktorerna som existerar på en arbetsplats. På grund av detta skall en kombination av teori och teknik ge de bästa förutsättningarna för att Securitas ska lyckas med att reducera sina kostnader och effektivisera sin verksamhet. Den teori som skall användas är schemalägningsprinciper som skall underlätta planeringen av scheman, hur man leder arbetsgrupper effektivt samt ledning av verksamheten. De tekniska systemen är ett informationssystem och en optimeringsmodell. Informationssystemet skall användas för att arbeta på ett systematiskt sätt och för att bokföra essentiella uppgifter som är viktiga för verksamheten. Optimeringsmodellen skall generera den kostnadseffektivaste bemanningen som täcker alla nödvändiga pass, kompetenser etc. Dessa faktorer skall bidra till att Securitas kan öka sin lönsamhet och behålla sin position i flygplatsen för en längre tid framåt.

Referenser

Andersson, J. (2004), *IVF Industrieforskning och utveckling AB* [Elektronisk] Tillgänglig: [www] <<http://extra.ivf.se/lean/pdf/principer/5Ssammanf.pdf>> [Hämtad 2012-10-12]

FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. [Elektronisk] Tillgänglig: [www] <http://vva.foi.se/reports/RapportR-0738_sid_4-42.pdf> [Hämtad 2012-10-15]

James, S. (1989-2010), *Effective Personnel Management: An application of Perceptual Control Theory* [Elektronisk] 1-8. Tillgänglig: [www] <http://www.livingcontrolsystems.com/intro_papers/personnel_mgmt.pdf> [Hämtad 2012-10-13]

Kristoffersen, A. (2010), *LEAN Administration – How can Lean be implemented in an administrative section?*
Södertörn University.

Kommunal (2007), *Schysta Schemat – praktiska råd om schemaläggning* [Elektronisk] 1-15. Tillgänglig: [www] <<http://www.kommunal.se/Kommunal/Fortroendevald/Handboken/Arbetsid/Enklare-lagga-schysst-schema/>> [Hämtad 2012-05-10]

Ljungberg, A. & Larsson, E. (2001), *Processbaserad verksamhetsutveckling*.
Studentlitteratur.

Lundgren, J. Värbrand, P. Rönqvist, M. (2008-08-12), *Optimeringslära*.
Studentlitteratur.

Norrköping Flygplats. [www] <<http://www.norrkopingairport.com/>> [Hämtad 2012-03-11.]

Nygren, M. (2011-05-10), *TOTAL KVALITET METODEN – Stark företagskultur genom samförstånd, vi andra, arbetsglädje*.
Vulkan.

Securitas Sverige AB. [www] <<http://www.securitas.com/se/sv/>> [Hämtad 2012-03-11.]

Securitas Sverige AB. *Kundsegment: Flyg* [www] <<http://www.securitas.com/sv/Kundsegment/Flyg/Saker-flygtrafik-borjar-pa-marken/>> [Hämtad 2012-03-11.]

Stefan, E., *Verifiera och Validera – Enkla begrepp som det är lätt att blanda ihop* [Elektronisk] Tillgänglig: [www] <http://www.openingi.com/THINK/THINK_pdfs/THINK!-06_Verify-Validate.pdf> [Hämtad 2012-10-15]

THE TIMES 100 – BUSINESS CASE STUDIES. [www] <<http://businesscasestudies.co.uk/legal-services-commission/becoming-a-lean-service-organisation/the-benefits-of-a-lean-service.html>> [Hämtad 2012-05-10]

Widqvist (2004-01), *Schemaläggning och arbetsmiljö – för vård- och omsorgspersonal*.
Kunskapslaget.

Östholm, T. *LEAN-production och TPM*. [www]
<http://www.htindustrial.se/index_files/leanstandardiseradprocess.htm> [Hämtad 2012-05-10]