

LiU-ITN-TEK-G--19/001--SE

# Lagerstyrning för datorer ute i fält

Sandra Grabmüller

2019-04-03



LiU-ITN-TEK-G--19/001--SE

# **Lagerstyrning för datorer ute i fält**

Examensarbete utfört i Logistik  
vid Tekniska högskolan vid  
Linköpings universitet

**Sandra Grabmüller**

Handledare Tobias Andersson Granberg  
Examinator Krisjanis Steins

Norrköping 2019-04-03

## 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

---

Detta arbete har genomförts på MSB som är en förkortning för myndigheten för samhällsskydd och beredskap. De arbetar med att utveckla samhällets förmåga att förebygga och hantera allvarliga olyckor och kriser genom att samarbeta med kommuner, landsting, myndigheter och organisationer. De arbetar med att erbjuda tjänster och skickar ut olika resurser i form av exempelvis material och personal till de katastrofdrabbade områdena runt om i världen. För att kunna göra detta har MSB ett huvudlager i Kristinehamn. En produkt som de har i lagret är bärbara datorer. Dessa skickas ut i fält och när uppdraget är slutfört skickas det tillbaka till lagret för att användas till nya uppdrag eller så skrotas de.

I dagsläget använder sig MSB inte av någon speciell lagerstyrning när det gäller deras fältdatorer, utan de använder sig av en blandning mellan känsla och kunskap från många års arbete på myndigheten för att bestämma när datorerna ska beställas och hur många de ska beställa. Svårigheten i dagsläget är att hitta rätt beställningsperiodicitet (beställningsintervall) och rätt orderkvantitet för att ha rätt antal datorer i lager baserat på efterfrågan, längden på uppdragen och datorernas livslängd.

Syftet med detta arbete var att ta fram ett beslutsunderlag för MSB:s lagerstyrning av datorer som skickas ut i fält. För att lyckas göra detta har ett flertal intervjuer genomförts både via e-brev och telefon under arbetets gång. Sedan har historiska data samlats in och analyserats för att kunna göra prognoser över datorernas livslängd (skrotflödet), returflödet från uppdrag och efterfrågan från kund fram till och med juni år 2019. Dessa tre prognoser fördes sedan samman till en modell för att kunna få fram en prognos för den verkliga efterfrågan av nyinköpta datorer. Denna prognos ligger sedan som grund för de beräkningar som gjorts. Under första halvan av år 2019 blev resultatet att MSB antagligen inte kommer behöva köpa in några fler datorer då modellen visar att om prognoserna stämmer kommer de få in fler datorer till lagret än vad deras prognostiserade efterfrågan är. Därför undersöktes år 2018 djupare då det totala behovet av nyinköpta datorer blev 35 stycken datorer. Sedan beräknades orderkvantiteten för april 2018 och 11 månader framåt men även för första och andra halvan var för sig av det valda året för att se hur mycket den påverkades av behovets variation. Även säkerhetslager och beställningspunkt beräknades. Det beräknade säkerhetslagret blev 6, 8 och 13 stycken för servicenivåerna 90, 95 och 99,5 procent. Beställningspunktens beräknade resultat skiljde sig inte så mycket åt utan blev 7, 9 och 14 för de tre olika servicenivåerna när det beräknades för ett år framåt.

Då MSB ville ha möjlighet att kunna leverera rätt antal datorer vid rätt tillfälle användes en servicenivå på 99,5 %. Detta resulterade i stora lager som i sin tur resulterade i att MSB skulle få binda mycket kapital i lagret då varje dator hade ett produktvärde på 10 000 kr. Därför blev resultatet på det framtagna förslaget till MSB att de ska använda sig av en servicenivå på 90 % då både lagret och kostnaden skulle minska avsevärt även om deras servicenivå skulle minska med 9,5 procentenheter jämfört med att använda en servicenivå på 99,5 %.

Eftersom MSB:s efterfrågan är mycket osäker och varierande ansågs det att MSB borde använda sig av beställningspunkt istället för ett fast tidsintervall. Detta innebär att när lagernivån når en viss nivå ska de lägga en beställning på 3 datorer som blev den framtagna orderkvantiteten istället för att lägga en beställning exempelvis var tredje vecka. Genom att

anse att MSB ska använda en servicenivå på 90 % och en orderkvantitet på 3 datorer blev säkerhetslagret på 6 stycken datorer och de ska lägga en ny order när beställningspunkten 7 stycken datorer nås.

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund och problembeskrivning.....	1
1.2	Syfte.....	2
1.3	Frågeställningar.....	2
1.4	Avgränsningar.....	3
2	Teoretisk referensram.....	4
2.1	Logistik.....	4
2.2	Katastroflogistik.....	4
2.3	Prognostisering.....	6
2.3.1	Prognosfel och prognosuppföljning.....	9
2.4	Lager.....	10
2.4.1	Lagerstyrning.....	11
2.4.2	Säkerhetslager.....	12
2.4.3	Beställningsperiodicitet.....	13
2.4.4	Ekonomisk orderkvantitet.....	14
2.5	Inköpsprocess.....	16
2.6	Resultatmått.....	16
2.6.1	Bristkostnad.....	16
2.6.2	Kapitalbindning.....	17
2.6.3	Lageromsättningshastighet.....	17
2.7	Tidigare studier.....	18
3	Metod.....	21
3.1	Metodteori.....	21
3.1.1	Metodansats.....	21
3.1.2	Intervju.....	22
3.1.3	Statistiska metoder.....	23
3.1.4	Validitet och reliabilitet.....	24
3.2	Tillvägagångssätt.....	26
3.2.1	Genomförande av intervju.....	26
3.2.2	Insamling av historiska data.....	26
3.2.3	Validitet och reliabilitet.....	27
3.2.4	Modell och prognostisering utifrån historisk data.....	27
3.2.5	Beräkningar och analys.....	28
4	Nulägesbeskrivning.....	29

4.1	Indata .....	30
4.1.1	Historiska data från Excelfil .....	31
4.1.2	Utleveranser .....	32
4.1.3	Returflödet från uppdrag .....	35
4.1.4	Skrotflöde .....	35
4.1.5	Livslängd .....	36
5	Resultat och analys .....	39
5.1	Beslutsunderlag inklusive en lagerstyrningsmodell .....	39
5.2	Framtagna prognoser till lagerstyrningsmodellen .....	41
5.3	Beräkningar till lagerstyrningsmodellen.....	46
5.3.1	Beslutsunderlag .....	48
5.3.2	Analys av beslutsunderlag .....	51
6	Diskussion .....	56
6.1	Metod .....	56
6.2	Resultat .....	56
6.3	Genomförbarhet .....	57
6.4	Vidare studier.....	58
7	Slutsats .....	59
Referenser		
Bilaga 1		
Bilaga 2		
Bilaga 3		
Bilaga 4		
Bilaga 5		
Bilaga 6		
Bilaga 7		

# 1 Inledning

---

Runt om i världen ställs jordens befolkning inför olika sorters olyckor och kriser i sin vardag. Dessa kan variera i både storlek och typ. Exempel på kriser är skogsbranden i Västmanland sommaren 2014 (Gustavsson, 2014) och alla människor som är på flykt i Bangladesh som leder till att det blir bostadsbrist och brist på andra förnödenheter i flyktinglägren (MSB, 2017). Exempel på olyckor kan vara trafikolyckor eller en eldsvåda.

En olycka är alltså en plötslig och oavsiktlig händelse som påverkar de inblandade personerna eller organisationerna. Den kan ha negativa effekter på hälsa, miljö eller egendom. En olycka är alltid en oväntad händelse men en kris kan uppstå på grund av avsiktlig händelse. En kris är en mer svårhanterad situation i många fall och den påverkar många människor och stora delar av samhället. Den kan inte lösas med hjälp av vanliga resurser och en vanlig organisation utan det krävs flera åtgärder och samarbete mellan ett flertal olika aktörer. (MSB, 2010)

En statlig myndighet som hjälper till vid kriser och olyckor både inrikes och utrikes är MSB som står för Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. MSB jobbar med att utveckla samhällets förmåga att förebygga och hantera olyckor och kriser som uppstår. För att detta ska vara möjligt krävs ett samarbete med kommuner, landsting, myndigheter och organisationer. MSB finns tillgängliga som stöd för de ansvariga när en allvarlig olycka eller kris inträffar. Deras uppgift är att ge lärdom till samhället om det som har inträffat, i syfte att försöka motverka att liknande händelser, eller misslyckat tillvägagångssätt i räddningsarbetet, sker i framtiden. De bidrar även med resurser och/eller tjänster till det drabbade området. Exempel på resurser och tjänster är arbetskraft, läger, elektronik och bränsle. Stora delar av dessa resurser finns i MSB:s huvudlager som är beläget i Kristinehamn. (MSB, 2018)

För att MSB ska kunna leverera resurser som kan komma att behövas när behov uppstår är det viktigt att ha ett fungerande lager. För att ha ett fungerande lager gäller det att inte få brist när efterfrågan uppstår, samtidigt som det inte får finnas för stora mängder av produkterna för att undvika att binda onödigt mycket kapital i lagret. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

## 1.1 Bakgrund och problembeskrivning

---

En produkt som MSB levererar i dagsläget är bärbara datorer som lagerhålls i Kristinehamn och levereras när behovet uppstår. Problemet i dagsläget är att behovet kan vara svårt att uppskatta i förväg och leder till att MSB har svårt att hitta rätt nivå på antalet datorer i lager.

Enligt Staake<sup>1</sup> kan datorenas livslängd eventuellt variera beroende på händelsens karaktär och uppdragets längd. Miljön på olycksplatsen och omhändertagandet av datorn kan också påverka livslängden. Exempel på miljöfaktorer kan vara klimatets skillnader i temperatur och luftfuktighet.

För att skapa en bra lagerstyrning, det vill säga att säkerställa att rätt mängd produkter finns i lager, är det viktigt att beställningarna har rätt orderkvantitet och rätt beställningsperiodicitet. Orderkvantitet innebär hur stort antal av en produkt som ska beställas vid samma tillfälle och beställningsperiodicitet betyder med vilka intervall beställningen ska ske. Är beställningsperiodiciteten för gles eller orderkvantiteten för liten, skapas brist och om

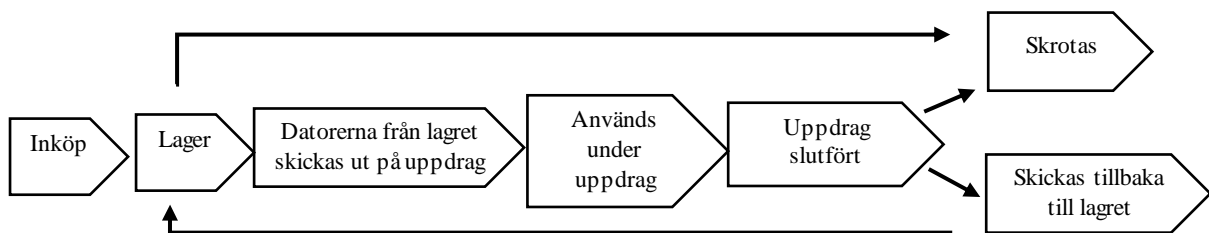
---

<sup>1</sup> Staake, F., verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling, e-brev [2018-05-09]



beställningsperiodiciteten är för tät eller orderkvantiteten för stor bildas stora lager. Genom att beräkna rätt orderkvantitet och beställningsperiodicitet kan onödiga kostnader undvikas så som till exempel administrativa kostnader och lagerhållningskostnader. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) Det vill säga att MSB kan få minskade kostnader genom att ha en bra lagerstyrning.

För att kunna förutspå kommande behov av en viss produkt kan prognoser göras. Prognoser kan förklaras som en beräknad gissning av kommande efterfrågan av en viss produkt utifrån historisk data. (Jonsson & Mattsson, 2016) När prognosen ska tas fram för MSB:s fältdatorer blir det dock lite svårare, eftersom datorerna inte bara levereras till kund utan även skickas tillbaka till MSB när uppdraget är slutfört. En annan parameter är att alla datorerna har en viss livslängd och kommer behöva bytas ut efter hand, se figur 1.



Figur 1: Datorers händelseförlopp.

## 1.2 Syfte

Syftet är att ta fram ett beslutsunderlag för MSB:s lagerstyrning av datorer som skickas ut i fält.

## 1.3 Frågeställningar

MSB vill att deras styrning av lager av fältdatorer ska förändras för att förebygga brist och inte få för stora lager, som binder mycket kapital. För att kunna göra denna förändring har dagslägets lagerstyrning undersökts för att se om de exempelvis använder sig av beställningsperiodicitet och orderkvantitet. Något som också har undersökts är om det fanns något samband mellan antal uppdrag och antal levnadsår på datorerna. Undersökning av hur efterfrågan på datorerna varierar beroende på månad har också analyserats. För att kunna hjälpa MSB med att förbättra lagerstyrningen har följande frågor besvarats under arbetets gång:

**Fråga 1:** Hur och när läggs en beställning och när uppstår brist/stora lager, hur stora blir de och hur stor blir den associerade kostnaden i dagsläget?

**Fråga 2:** Vilken typ av prognos är lämplig att använda för att skatta behovet?

**Fråga 3:** Hur ska en dators livslängd beräknas och vilka faktorer beror denna på?

**Fråga 4:** Vilka modeller kan användas för att beräkna beställningsperiodicitet och orderkvantitet?

**Fråga 5:** Vilken beställningsperiodicitet och orderkvantitet ska fältdatorerna beställas utefter?

## 1.4 Avgränsningar

---

Under arbetet har bara lagerstyrningen av MSB:s fältdatorer undersökts trots att MSB i dagsläget levererar datorerna tillsammans med olika tillbehör. Denna avgränsning gjordes då det är datorerna som är huvudproblemet på så vis att de är relativt dyra produkter att ha i lager. De medföljande tillbehören är ingen stor kostnad för MSB.

Ingen hänsyn har tagits till miljön på de uppdrag som datorerna har skickas till utan det är bara antal uppdrag per dator och antal levnadsår per dator som har undersökts.

En annan avgränsning var att endast de befintliga fältdatorerna hos MSB har analyserats i form av livslängd och beräkning av beställningsperiodicitet och orderkvantitet. Detta innebär att nya typer av datorer som eventuellt skulle ha en längre livslängd och/eller ha ett annat inköpspris inte har tagits i beaktande vid analysen.

## 2 Teoretisk referensram

---

I detta kapitel beskrivs teorin som använts för detta ex-jobb presenteras. De valda huvudområdena är logistik, katastroflogistik, lager, inköpsprocess, resultatmätt och prognostisering. Nödvändiga beräkningar och tidigare studier inom dessa områden beskrivs i detta kapitel.

### 2.1 Logistik

---

Logistik behövs överallt och inkluderas redan vid framtagande av råvaran för att sedan finnas med ända tills det når slutkunden (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014). I dagens samhälle kan råmaterialet komma från en kontinent för att sedan produceras i en annan och därefter distribueras i en tredje kontinent. Exempel på sådana produktkategorier är kläder och elektronik. I dessa fall är det extra viktigt att logistiken fungerar då det sker mycket transporter, hantering, lagring, information i form av prognoser och kundorder som sker mellan olika aktörer samtidigt som inte för hög kapitalbindning får ske för att slutkunden ska bli nöjd. (Jonsson & Mattsson, 2016) Målet med logistik är att kunderna ska få rätt produkt till rätt plats vid rätt tid till en låg kostnad, det vill säga uppnå kostnadseffektiv leveransservice (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014). Genom att ha en bra logistik kan företagen få en hög konkurrenskraft och ekonomisk vinning genom ökad lönsamhet och hållbarhet ur ett ekonomiskt, socialt och miljömässigt perspektiv. Det är även viktigt att fortsätta tänka på planeringen, organiseringen och styrningen när det kommer till returflöden av produkter och material, defekta produkter, returförpackningar och återvinning av förbrukade produkter. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Logistiken på ett företag brukar delas in i tre olika kategorier, nämligen försörjning, produktion och distribution. Logistik handlar om att det är lika viktigt att göra saker rätt som att göra rätt saker. Inom logistik är det helhetsresultatet som är det viktigaste och inte varje avdelning för sig, även om det är viktigt att varje avdelning arbetar för att sänka kostnaderna och öka leveransservicen. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) Om ett företag vill underlätta sin logistik när det kommer till transporter kan de då använda sig av tredjepartslogistik. Detta innebär att de hyr in ett transportspecialistföretag som tar hand om alla transporter utanför företaget. (Olhager, 2013)

### 2.2 Katastroflogistik

---

MSB hjälper till vid kriser och olyckor och därför räcker det inte med information om logistik utan det är även viktigt att ta med information om katastroflogistik för att få en förståelse för hur skillnaden i logistiken kan vara.

Den stora skillnaden mellan katastroflogistik och den allmänna logistiken (företagslogistik) är osäkerheten i efterfrågan men organisationer kan ändå få tips på hur katastroflogistiken kan förbättras genom att titta på den allmänna logistiken (företagslogistik). Detta då katastroflogistiken ligger ca 15 år efter den allmänna logistiken. (Van Wassenhove, 2006)

Bra katastroflogistik (Humanitarian logistics) är viktig att upprätthålla då katastrofer uppstår runt om i världen och påverkar många människor, orsakar många dödsfall och kostar mycket pengar. År 2010 var det 207 miljoner människor som led av katastrofer runt om i världen. Katastroferna kan vara både naturkatastrofer och katastrofer som människor har orsakat. (de Oliveira Silva & Santiago Scarpin, 2014) De kan även i sin tur delas upp i plötsliga händelser

eller långsamma händelser. Plötsliga händelser är händelser som inte kan förutspås medan långsamma händelser blir allvarligare med tiden och kan förutspås. Se Figur 2 för exempel på

	<b>Naturkatastrofer</b>	<b>Katastrofer orsakade av människor</b>
<b>Plötsliga händelser</b>	Jordbävningar Tornados Orkaner	Terroristattacker Kemiskt läckage
<b>Långsamma händelser</b>	Svält Torka Fattigdom	Politiska kriser Flyktingkriser

Figur 2: Olika typer av katastrofer.

De plötsliga katastroferna så som jordbävningar, tornados, orkaner, terroristattacker och kemisk läckage kräver att nödvändiga resurser kommer fram till de drabbade områdena snabbt för att kunna rädda så många liv som möjligt medan detta under de långsamma katastroferna är inte detta lika bråttom eftersom de inte uppkommer lika snabbt och plötsligt. Snabbt inom katastroflogistik innebär att resurserna ska vara på plats inom 72 timmar (3 dygn) efter det att resurserna efterfrågas. (Van Wassenhove, 2006). Enligt Staake<sup>2</sup> har även MSB målet att få fram resurser och produkter till de drabbade områdena inom 72 timmar. Det är även viktigt att katastroflogistiken fungerar effektivt, då cirka 80 procent av totalkostnaden av katastrofhjälpen består av logistikkostnader. Katastroflogistiken försvåras även av att de olika katastrof typerna behöver väldigt olika slags resurser. Därför är det viktigt att alla olika organisationer kan samarbeta på ett effektivt sätt. (Van Wassenhove, 2006)

För att skapa katastroflogistik måste det finnas bra leverantörer, donationer, distributionscentraler och stödmottagare. Organisationer försöker i första hand hitta leverantörer som är lokala, för att underlätta försörjningen av materialresurser när behovet uppstår. För att effektivisera leveranserna av material när behovet uppstår, rekommenderas det att ha en lista över leverantörer som företaget eller myndigheten redan har färdiga avtal med, för att det ska gå snabbt och smidigt när katastroferna inträffar. Ofta finns det distributionscentraler som har ett lager av de vanligare produkterna och material som behövs vid olika katastrofer. Detta för att det ska gå snabbt att skickas ut när en katastrof väl inträffar. Produkterna i distributionscentralerna kan komma både från leverantörer och donationer. Donationer kan vara i form av gamla produkter eller pengar. (de Oliveira Silva & Santiago Scarpin, 2014)

Ett problem med katastroflogistik är att allt finansieras genom donationer och donationerna måste gå till den slags katastrof som det donerades till. Det innebär att en donation till jordbävningar inte får användas vid en terroristattack. Detta kan då leda till att det är svårt att

<sup>2</sup> Staake, F., verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling, Rundvandring på lagret i Kristinehamn [2017-12-15].

hitta tillräckligt med resurser i form av material och pengar vid långsamt utvecklade katastrofer, som exempelvis flyktingkris eller svält då flera vill donera till plötsliga katastrofer. (Van Wassenhove, 2006) Om inte donationerna anses användas effektivt och till rätt saker kan donationsgivare avbryta donationen. Stödmottagare är också viktiga i katastroflogistiken då de i första hand hjälper till att få fram nödvändigt material och tjänster till de drabbade området. De hjälper sedan även till med planering av vad som behövs för att bygga upp samhällen så att offren får stöd och hjälp både fysiskt och psykiskt. (de Oliveira Silva & Santiago Scarpin, 2014)

De olika typerna av katastrofer hänger ofta samman med varandra och därför gäller det för organisationerna att förbereda sig på att det antagligen kommer uppstå flera olika typer av katastrofer (Van Wassenhove, 2006), exempelvis om en jordbävning sker kan detta leda till både fattigdom och svält. Organisationerna förbereder sig på olika sätt genom att ha olika huvudfokus på olika saker, beroende på om det sker en plötslig katastrof eller en långsam katastrof. Vid plötsliga katastrofer är det svarstiden som är i fokus medan vid långsamma katastrofer finns mer tid för planering, vilket leder till att kostnadseffektivitet är i fokus. En annan sak som skiljer långsamma katastrofer från plötsliga är att det finns mer tid för planering och prognoser. Förberedelser kan göras som att exempelvis bygga flyktingläger innan katastrofen har utbrutit helt. Plötsliga katastrofer påverkar även transportinfrastrukturen och kommunikationsinfrastrukturen mer än de långsamma katastroferna gör. En fördel är att det i viss mån går att förutspå vilka geografiska områden som ligger i riskzonen för katastrofer och vilken typ av katastrof som troligast kommer ske. Till exempel finns kunskap om att cirka 60 % av världens katastrofer sker i asiatiska pacifregionen. Invånarna kan därför förberedas på vad som eventuellt kan ske. (Kovács & Spens, 2009)

## 2.3 Prognostisering

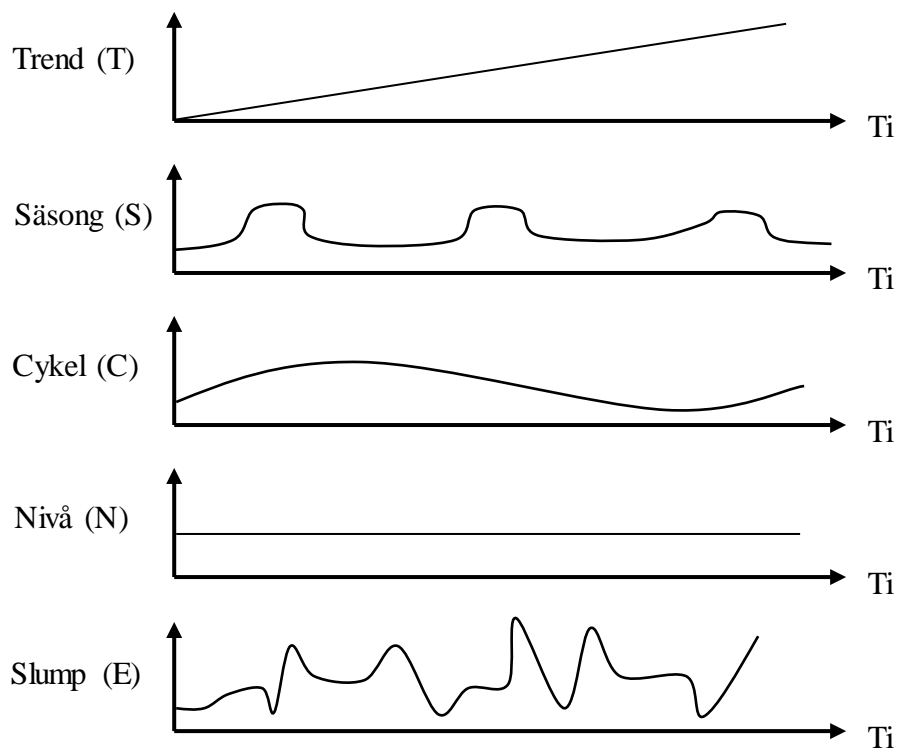
---

För att företag ska veta hur mycket och vilka produkter de antingen ska beställa eller producera behövs information om kundernas tänkta efterfrågan. Då denna information kan vara svår att ta reda på görs prognoser. Det finns prognoser som sträcker sig över olika lång tid. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) Längden på prognosen beror på produkternas ledtid vid inköp, produktion och distribution (Olhager, 2013). Prognoseernas längd beror även på vilka slags beslut som företaget ska ta. De långsiktiga prognoserna är till för att avgöra om det kommer att krävas utbyggnad av befintlig lokal för att få ökad kapacitet eller om det krävs att en ny byggnad byggs. De långsiktiga prognoserna används även till lokaliseringen. De medellånga prognoserna används som underlag vid kontraktsanskaffning med underleverantörer och personalfrågor gällande om det behövs fler nyanställningar eller avskedanden. De kortsiktiga prognoserna är underlag för att bestämma lagernivåerna. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

Prognoserna kan vara utformade utifrån tre olika typer av data och det är vanligt att använda en blandning av dessa data. Data kan vara från orsakssamband, experter eller historisk data. Orsakssamband är data som kopplas samman med varandra, exempelvis om data finns över den totala försäljningen över en produkt, är det lätt att ta reda på hur många av varje komponent i produkterna som kommer behövas. Experter kan exempelvis vara säljare som har bra vetskap om hur efterfrågan av deras produkter som de säljer har sett ut men även på hur den verkar bli framöver och kan på så sätt ta fram prognoser för sina produkter. Vid

prognostisering med hjälp av historiska data letas det efter ett efterfrågemönster. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

En nackdel som finns när historiska data används är att det inte är den exakta efterfrågan. Detta beror på att det inte framgår när brist uppstod och hur stor den var. Det framgår heller inte om företaget förlorade den försäljningen när det blev brist eller om de kunde leverera produkterna vid ett senare tillfälle när produkterna hade inkommit till lagret. En annan nackdel är att det inte framgår i den historiska datan om företaget levererade produkterna med den önskade eller lovade leveransledtiden. När prognoser görs utifrån tidsserier, det vill säga exempelvis efterfrågan per månad, är det viktigt att ta hänsyn till efterfrågemönster. (Jonsson & Mattsson, 2016) Det finns fem olika efterfrågemönster. Dessa är trend, säsong, cykel, nivå och slump (Olhager, 2013), se figur 3.



Figur 3: Efterfrågemönster.

Som visas i Figur 3 innebär trend att efterfrågan stadigt ökar men det kan också innebära att efterfrågan stadigt minskar. Säsong betyder istället att efterfrågan går i vågor. Det vill säga att den är relativt jämn men att vid vissa tider, på exempelvis året, ökar den plötsligt lite för att sedan återgå till den jämna efterfrågan. Cykel liknar säsong men den har större vågor och på så sätt planas topparna ut och efterfrågan ökar eller minskar sakta med jämna mellanrum. Nivå betyder att efterfrågan är densamma hela tiden, det vill säga att behovet är jämt fördelat över hela tidsperioden. Slump betyder att efterfrågan inte går att förutspå utan vissa gånger är den jätteliten medan andra gånger är den stor och ibland ligger den på en mellannivå.

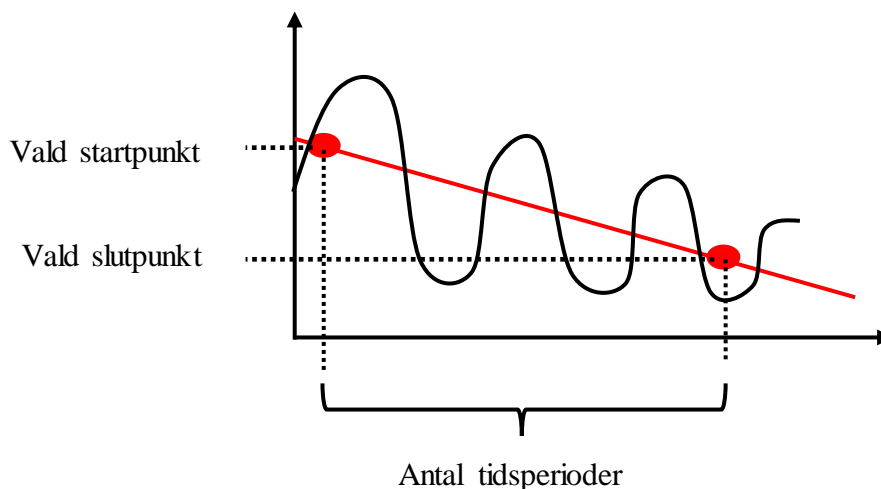
Två generella prognosmodeller som kan användas är följande (Olhager, 2013):

$$\text{Efterfrågan } (D) = T * S * C * N * E$$

$$\text{Efterfrågan } (D) = T + S + C + N + E$$

Om trenden multipliceras med övriga prognoskomponenter kan komponenterna uttryckas som en viss procent av trenden medan när trenden adderas till de övriga komponenterna fås resultatet uttryckt i hur stort antal som de övriga komponenterna avviker från trenden. Det har ingen större betydelse vilken prognosmodell som används om trenden är måttlig och om prognoserna är kortsiktiga och om de uppdateras med jämna mellanrum. Dessa modeller kan sedan anpassas utifrån vilka komponenter den historiska datan är byggd av och vad som vill tas fram med prognosen. Oftast går det att exempelvis hitta trend, nivå och säsong i den historiska datan. För att beräkna trenden kan följande formel användas:

$$\text{Trend } (T) = \frac{\text{antal vid vald slutpunkt} - \text{antal vid vald startpunkt}}{\text{antal tidsperioder}}$$



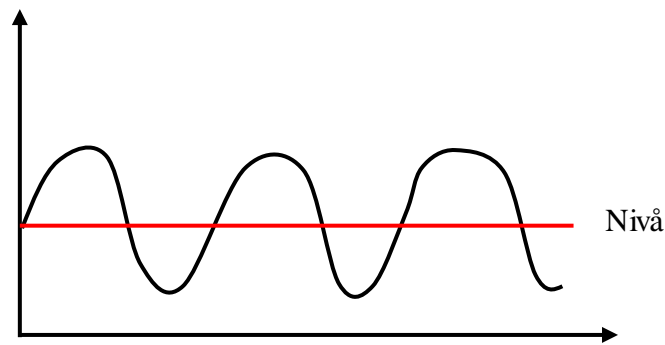
Figur 4: Hur trenden beräknas..

När trenden är framräknad kan följande formel användas för att trendrensa den historiska datan.

$$\text{Historisk data per tidsperiod} - \text{trend} * \text{tidsperiod } (t)$$

Historisk data per tidsperiod är exempelvis hur stor efterfrågan var under februari. För att minska antalet med trendens antal måste varje månad i detta fall få en tidsperiod, siffra. Exempelvis tidsperiod (t) för januari är 1, februari är 2, mars är 3 och så vidare. Detta för att antalet för varje tidsperiod ska öka eller minska med ytterligare samma antal som det gjorde i föregående månad. Det innebär att om trenden var 1 måste antalet öka eller minska med 1 från januari till februari och med 2 mellan februari och mars för att nå en nivå (rät linje) mellan de olika tidsperioderna.

När den historiska datan har trendrensats jämnas kurvan i diagrammet ut och blir som visas i Figur 5.



Figur 5: Trendensad data med framtagna nivå.

När den historiska datan har blivit trendensad kan nivå (N) beräknas. Detta görs genom att ta medelvärdet av den trendensade historiska data vilket resulterar i den röda linjen i Figur 5.

För att beräkna säsongsex (S) måste medelvärdet av trendensade historiska data per vald tidsperiod beräknas. Det innebär att följande formel kan användas.

$$\text{Säsongsex} = \frac{\text{medelvärdet av den trendensade datan per tidsperiod}}{\text{nivå}}$$

(Edlund, Högberg, & Leonardz, 1999)

### 2.3.1 Prognosfel och prognosuppföljning

En prognos avspeglar sällan verkligheten exakt och därför är det av intresse att se hur stort fel prognosen ger i verkligheten. För att få fram hur stort prognosfelet är under period t används formeln:

$$e_t = D_t - F_t$$

$e_t$  är prognosfelet under period t,  $D_t$  är efterfrågan i period t och  $F_t$  är prognos för period t. Genom att kontrollera prognosfelen kan fel i prognostiseringen upptäckas. Exempel på saker som kan orsaka att prognosen inte stämmer är inmatningsfel av data och försäljningskampanj. Prognosuppföljning är också bra om efterfrågemönstret förändras under tiden. Förändras den för mycket kan det bli aktuellt att byta prognosmetod. (Olhager, 2013)

Eftersom prognosfel knappt går att undvika gäller det att ha förutbestämda felmarginaler. Detta eftersom det då är lättare att avgöra när en prognosmetod måste bytas ut eller att parametrar måste förändras. (Jonsson & Mattsson, 2016) För att en prognosmetod ska anses vara bra bör flera olika mått på prognosfel beräknas. Dessa mått kan exempelvis vara medelprognosfel, medelabsolutfel och medelkvadratfel och de beräknas för att ta fram prognosens precision.

Medelprognosfel innebär medelvärdet av prognosfelen under en viss tidsperiod där det tas hänsyn till om prognosen är lägre eller högre än den verkliga efterfrågan. Medelprognosfel förkortas ME (Mean Error) och beräknas genom formeln: (Olhager, 2013)

$$ME = \frac{\sum(E(t) - P(t))}{n}$$



E(t) betyder verklig efterfrågan under perioden t, P(t) står för den prognostiserade efterfrågan under perioden t och n står för antalet tidsperioder som medelprognosfelet beräknas över.

Medelabsolutfel liknar medelprognosfelet bortsett från att det i detta mått inte tas någon hänsyn till om prognosen blev högre eller lägre än den verkliga efterfrågan. Medelabsolutfel förkortas MAD (Mean Absolute Deviation) och beräknas med hjälp av formeln:

$$MAD = \frac{\sum |E(t) - P(t)|}{n}$$

E(t) betyder verklig efterfrågan under perioden t, P(t) står för den prognostiserade efterfrågan under perioden t och n står för antalet tidsperioder som medelprognosfelet beräknas över.

Medelkvadratfel liknas med medelabsolutfel genom att inte ta hänsyn till om prognosen är högre eller lägre än den verkliga efterfrågan. Det som skiljer medelkvadratfel och medelabsolutfel från varandra är att prognosfelet får en högre vikt vid användande av medelkvadratfel vilket leder till att avvikelser i prognosen enklare hittas. Medelkvadratfel förkortas MSE (Mean Square Error) och beräknas genom formeln:

$$MSE = \frac{\sum (E(t) - P(t))^2}{n}$$

E(t) betyder verklig efterfrågan under perioden t, P(t) står för den prognostiserade efterfrågan under perioden t och n står för antalet tidsperioder som medelprognosfelet beräknas över.

För att kunna avgöra om prognosen stämmer överens med efterfrågan bör både medelvärdet och spridningen undersökas. ME används för att jämföra medelvärdet medan MAD och MSE används för att jämföra spridningen. Därför bör både ME och en av MAD och MSE beräknas för att kunna avgöra om prognosen stämmer överens med efterfrågan. För att en prognos ska avspegla efterfrågan bör ME:s resultat ligga så nära noll som möjligt och detsamma gäller för MAD och MSE då detta skulle innebära att spridningen är liten. (Olhager, 2013) Om medelfelet inte ligger nära noll när det beräknas exempelvis över en tidsperiod t (t=1), betyder det att prognosen och den verkliga efterfrågan skiljer sig mycket åt. Om det istället beräknas medelfel över flera tidsperioder och medelfelet inte ligger nära noll behöver det inte betyda att prognosen stämt dåligt i alla tidsperioder utan det kan vara bara någon tidsperiod som sticker ut. Samma sak gäller om medelfelet är nära 0 när det beräknas på flera tidsperioder. Det vill säga att en tidsperiods fel kan väga upp en annan tidsperiods fel och resultatet blir att medelfelet ligger nära 0. Det är därför som flera olika prognosfel måste beräknas. Detsamma gäller spridningsmättet. Om spridningen är stor behöver det inte betyda att spridningen är jämn. Alla förutom ett värde kan ha jätteliten spridning men bara för att ett värde ligger långt bort från alla andras värde blir spridningen stor.

## 2.4 Lager

---

Då MSB behöver kunna skicka ut datorer fort på olika uppdrag samtidigt som efterfrågan är osäker, leder detta till att ett lager behövs.

Lager används för att frikoppla olika steg från varandra. Detta innebär att det skapas en buffert i processen för att varje steg ska kunna koncentrera sig på sina förutsättningar och nå ett bättre resultat utan att leveransservicen försämras till kund, varken internt eller externt. De tre vanligaste typerna av lager som används är förråd, produkter i arbete (PIA) och

färdigvarulager. I förråd lagerhålls råmaterial och komponenter som ska användas i produktionen senare. Produkter i arbete, även kallat mellanlager, är ett lager som finns mellan de olika stationerna. Mellanlagren måste anpassas med hänsyn taget till de olika stationernas produktionstakt, stopptider av olika slag och skiftform. Genom användandet av mellanlager blir stationerna mindre beroende av varandra vid olika händelser. Dessa lager kan fysiskt ligga mellan stationerna men kan även finnas en bit bort från produktionen. Färdigvarulager är det lager som lagerhåller alla färdiga produkter som väntar på att få levereras till kund. (Olhager, 2013)

Dessa tre olika lager kan vara uppbyggda på olika sätt, antingen utifrån kostnadsskäl eller servicenivå till kund. En vanlig lagertyp som används utifrån kostnadsskäl är omloppslager eller även kallat omsättningslager och bestäms utifrån partiformning, ju större partiformning desto större omsättningslager. Partiformningen tas fram genom en balans mellan lagerhållningskostnaden och ordersärkostnaden. Ett exempel på en vanlig lagertyp som används utifrån servicenivån är säkerhetslager som används för att kunna behålla servicenivån vid osäkerhet. (Olhager, 2013)

Målet när ett lager byggs är att minimera lagerhållningskostnaderna och hanteringskostnaderna (Jonsson & Mattsson, 2016). Eftersom lager och lagerkostnader kan stå för upp till 40 % av de totala logistikkostnaderna (Roodbergen, Taylor jr, & Vis, 2015). Dessa kostnader kan minimeras genom att skapa hög fyllnadsgrad och låga driftskostnader. Hög fyllnadsgrad skapas genom att använda så mycket som möjligt av utrymmet i lagret till lagring. Lite utrymme måste sparas till transporter och det får heller inte bli för trångt så det påverkar hanteringen av produkterna negativt. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Ett lager måste alltså ha en fungerande lagerdesign. Lagerdesignen kan delas in i tre olika delar. Dessa delar är vilket lagerstyrningssystem som ska användas, layout och policy. Vilket lagerstyrningssystem som företagen använder sig av beror på produktens egenskaper, exempelvis produktstorleken och efterfrågefrekvensen. Layouten innebär hur det kommer att se ut inne på lagret, exempelvis var transportgångarna ska vara placerade i lagret. Policy innebär hur lagret styrs, exempelvis kontrollpolicy som innebär hur det ska gå till vid inleveranser och hur arbetarna på lagret ska få kundernas order och i vilken ordning de ska plockas. Ett annat exempel på en policy är vilken riktning transporten ska ske i gångarna, enkelriktat eller i båda riktningarna. (Roodbergen, Taylor jr, & Vis, 2015)

## **2.4.1 Lagerstyrning**

---

Det är viktigt att säljande företag har en fungerande lagerstyrning för att de ska kunna möta kundefterfrågan och på så sätt få nöjda kunder.

Lagerstyrning består av tre huvudpunkter; när produkterna ska beställas (beställningsperiodicitet), hur mycket som ska beställas (orderkvantitet) och hur företaget ska förbereda sig för osäkerhet i efterfrågan (säkerhetslager) (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014). Beställningsperiodicitet och orderkvantitet hänger ihop med varandra och kan antingen vara förutbestämda eller variera beroende på efterfrågan och hur många produkter som finns kvar i lagret. I verkligheten rekommenderas det att en av dessa två är förutbestämd för att skapa lite struktur i lagerstyrningen. Det som avgör vilken av kombinationerna som är lämpligast för ett företag, bestäms genom att exempelvis titta på efterfrågan. (Olhager, 2013)

## 2.4.2 Säkerhetslager

Eftersom olyckor och kriser inte kan förutspås på samma sätt som ett producerande företag kan förutspå hur mycket kunderna kommer att beställa, försvåras lagerstyrningen för MSB och det kan vara nödvändigt att ha ett säkerhetslager som är lite större än vanligt. Ett säkerhetslager betyder att det finns ett visst antal av en produkt som inte räknas att behöva användas men som finns på lager för att undvika brist ifall oväntat behov skulle uppstå (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014).

Säkerhetslager används för att kunna ge en bra service vid osäkerhet (Lu, Wang, Xie, & Li, 2016). Oftast är kundernas efterfrågan inte helt förutsägbar och kan öka eller minska vissa perioder. Om efterfrågan ökar räcker inte det vanliga lagret till och företaget kan då använda sig av sitt säkerhetslager och plocka varorna därifrån för att skicka dem till kund och slippa förseningar. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) Det finns även andra aspekter på när säkerhetslager kan behövas. Exempel på detta är problem och förseningar i produktionen, leveransförseningar (leveranspålitlighet), brister eller kvalitetsfel i leveranserna (leveranssäkerhet). (Lu, Wang, Xie, & Li, 2016) Det är även viktigt att veta leveranstiden, det vill säga den tid det tar mellan en beställning görs tills den levereras. Säkerhetslager kan även behöva användas om verklighetens lagersaldo inte stämmer överens med datasystemets lagersaldo. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

Ur ett ekonomiskt perspektiv står lager för en stor kostnad för företag och det gäller att uppnå en balans mellan lagrets storlek och kostnaderna som skapas när brist uppstår. (De Zoysa & Rupasinghe, 2016) Dessa kostnader kallas för lagersärkostnader och bristkostnader. Det innebär att ett större säkerhetslager minskar bristkostnaderna medan lagersärkostnaderna ökar och tvärt om, när säkerhetslagret är mindre. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Ett annat sätt som möjliggör att ett producerande företag har ett mindre säkerhetslager är att de ökar sin produktionskapacitet. Genom att ha en hög produktionskapacitet kan företaget lättare klara av en ökad efterfrågan under kortare perioder eller annan osäkerhet i produktion och leveranser. Nackdelen med detta är att det kostar mycket pengar för företaget att öka produktionskapaciteten då nya maskiner måste inköpas vilket i sin tur leder till högre driftkostnader. På grund av detta använder många företag säkerhetslager för att klara av osäkerheten. (Chaaturvedi & Martínez-de-Albéniz, 2016)

För att beräkna säkerhetslager kan SERV1-formeln användas. SERV1-formeln innebär att ingen hänsyn tas till hur stor bristen är under en leveranscykel utan formeln tar bara hänsyn till om brist uppstår eller inte. En leveranscykel är tiden mellan två leveranser. Denna SERV1-formel används för att bestämma storleken på säkerhetslagret genom att välja en viss sannolikhet för att få brist. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) SERV1-formeln ser ut som nedan:

$$SL = k * \sigma$$

k är säkerhetsfaktorn som avgörs genom att bestämma vilken servicenivå företaget vill ha, se tabell 1.

Tabell 1: Förhållandet mellan servicenivå och säkerhetsfaktor

<b>Servicenivå (%)</b>	50	90	95	98	99	99,5
<b>Säkerhetsfaktor</b>	0,00	1,28	1,64	2,05	2,33	2,58

$\sigma$  är efterfrågans standardavvikelse under ledtiden och kan beräknas på två olika sätt. Antingen görs en prognos över efterfrågan kommande dag, vecka, månad eller år. Då säkerhetslagret baseras på prognosen kommer prognosfelet inte bara finnas i prognosen utan även i säkerhetslagret. Vissa gånger görs ingen prognos då det anses att det räcker att veta att efterfrågan kommer variera. Oavsett används följande formel:

$$\sigma = \sigma_D * \sqrt{LT}$$

$\sigma_D$  är efterfrågans standardavvikelse per tidsenhet ex, dagar och LT är förväntad ledtid. Om istället ledtiden är osäker, då används följande formel:

$$\sigma = \sigma_{LT} * D$$

$\sigma_{LT}$  är ledtidens standardavvikelse per tidsenhet och D är förväntad efterfrågan per tidsenhet. Om det finns osäkerhet i både efterfrågan och ledtid används formeln:

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_D)^2 * LT + (\sigma_{LT})^2 * D^2}$$

(Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

### 2.4.3 Beställningsperiodicitet

---

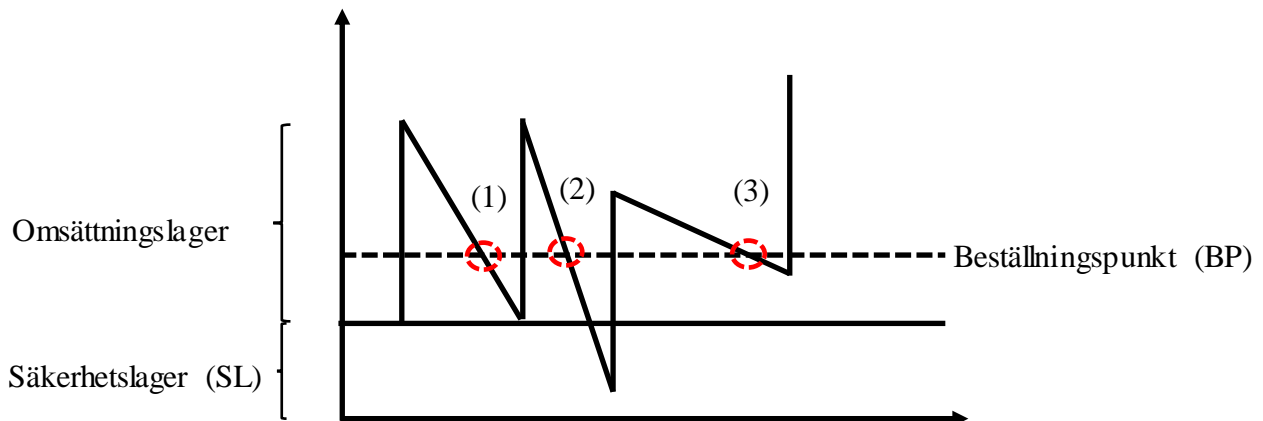
Då MSB vill undvika stora lager samtidigt som de inte vill få brist är det viktigt att bestämma när nya beställningar ska göras. Detta kallas för beställningsperiodicitet.

Beställningsperiodicitet kan antingen vara ett bestämt tidsintervall för när beställningarna ska ske (periodbeställningssystem) eller så sker beställningarna vid en bestämd lagernivå (beställningspunktsystem). (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

Innan beräkningar av beställningsperiodicitet görs inom verksamheter, som använder sina produkter flera gånger, är det viktigt att ha fasta regler över när en produkt anses ha förbrukat sin livslängd och måste skrotas. (Sheut, 1997) Vid användande av periodbeställningssystem kan orderkvantiteten variera beroende på hur många produkter som har sålts under bestämt tidsintervall, t. Detta system är mest lämpligt att använda vid beställning av ett stort antal artiklar och som sker från samma leverantör. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

Vid användande av beställningspunkt är orderkvantiteten oftast densamma vid varje beställning (Olhager, 2013). Detta beställningssätt används ofta vid artiklar som förbrukas snabbt (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014). Kontroll om beställningspunkten är uppnådd kan ske på två olika sätt, antingen med kontinuerlig jämförelse eller med jämförelser som sker vid givna intervall (periodinspektionssystem). Den kontinuerliga jämförelsen sker automatiskt med hjälp av företagets datasystem och den andra, intervalljämförelsen, kan ske manuellt. (Jonsson & Mattsson, 2016)

För att beräkna beställningspunkten tas hänsyn till säkerhetslagret och efterfrågan under ledtiden. Se Figur 6 för att se hur lagernivåerna kan se ut vid de tre olika möjliga alternativen som kan ske. Vid det första alternativet, märkt (1) i figur 6, kommer leveransen in till lagret efter att sista produkten av omsättningslagret är tagen och innan första produkten i säkerhetslagret efterfrågas. Alternativ två, märkt (2) i figur 6, är efterfrågan större än väntat och produkter måste tas från säkerhetslagret. Alternativ tre, märkt (3) i figur 6, är när leveransen kommer till lagret innan omsättningslagret är slut. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)



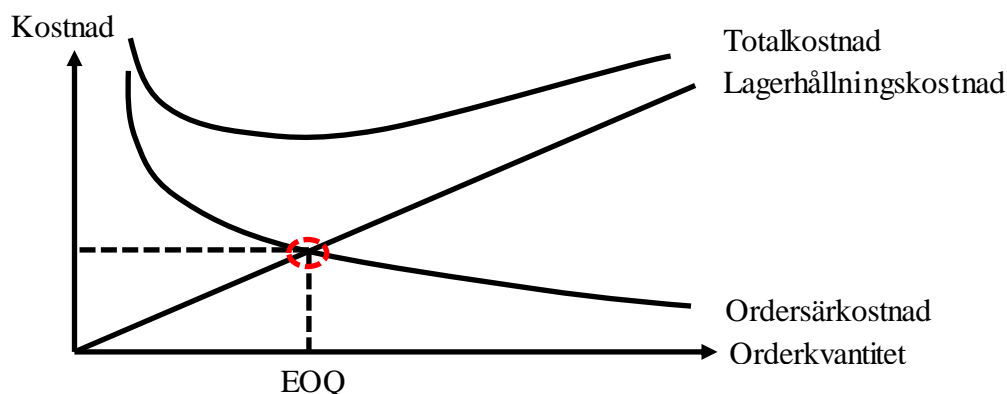
Figur 6: Beställningspunktssystem.

Om efterfrågan ( $D$ ) under ledtiden ( $LT$ ) är mindre än orderkvantiteten ( $Q$ ),  $D * LT < Q$  används formeln:

$$BP = SL + D * LT$$

## 2.4.4 Ekonomisk orderkvantitet

MSB kan använda sig av EOQ för att ta fram lämpligt antal datorer per beställning. EOQ betyder ekonomisk orderkvantitet och tas fram genom att hitta en balans mellan lagerhållningskostnaden och ordersärkostnaden, det vill säga då lagerhållningskostnaden och ordersärkostnaden är lika stora (Olhager, 2013), se Figur 7.



Figur 7: Förhållandet mellan lagerhållningskostnad, ordersärkostnad och totalkostnad.

Lagerhållningskostnader kan också kallas för hanteringskostnader. Det vill säga kostnaden för exempelvis personalen på lagret, lagrings- och hanteringsutrustning och lagerbyggnaden.

Lagerhållningskostnaderna brukar delas in i tre olika delar, hantering av inkommande gods, lagerhållningen och hantering av utgående gods. Lagerhållningskostnaden beräknas genom att multiplicera lagerräntan med produktvärdet. Lagerräntan står för kapitalkostnader (bortfall av möjliga intäkter då pengarna är låsta i lagret) och riskkostnader så som exempelvis skador på varorna och varor som försvinner i hanteringen. Den står också för inbrott som orsakar skada och/eller stöld och att produkter kan minska i värde om de ligger på lager en längre stund på grund av att de blir omoderna eller dåliga. Ordersärkostnaden är kostnaden för de aktiviteter som görs vid en beställning. Ordersärkostnaden är oberoende av hur många produkter som beställs samtidigt (orderkvantiteten). (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

För att beräkna ekonomisk orderkvantitet (EOQ) används Wilsonformeln. Wilsonformeln tar inte hänsyn till kvantitetsrabatter. Kvantitetsrabatt innebär att det vid en stor beställning går att få bättre totalpris. Det vill säga om en produkt kostar 100 kr och en beställning på exempelvis 100 stycken görs, skulle detta i vanliga fall kosta 10 000 kronor men med kvantitetsrabatt kan det exempelvis kosta 8 000 kr. Formeln antar också att brist inte uppstår och att hela orderkvantiteten levereras samtidigt till företaget. (Jonsson & Mattsson, 2016) Efterfrågan ska vara jämn eller i alla fall nästan jämn för att denna formel ska ge ett optimalt resultat och att ingen hänsyn ska tas till kapacitetsbegränsningar. En nackdel med denna formel är att ordersärkostnaden och lagerräntan kan vara svår att beräkna korrekt eftersom de består av många olika parametrar. Eftersom totalkostnadskurvan är relativt flack (se Figur 7) påverkas inte totalkostnaden avsevärt om den beräknade ordersärkostnaden och lagerräntan skiljer sig lite från verkligheten. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) Wilsonformeln ser ut som följande:

$$EOQ (Q) = \sqrt{\frac{2 * K * D}{r * p}}$$

K är ordersärkostnaden, D är efterfrågan, r är lagerräntan och p är produktvärdet, det vill säga priset på produkten om företaget bara säljer vidare de produkter som de beställer och inte förädlar produkten. Ordersärkostnaden innehåller alla kostnader som uppstår vid en beställning, det vill säga orderläggning, leveransbevakning, godsmottagning, ankomstkontroll, inlagring, ankomstrapportering, fakturakontroll och betalning. Lagerräntan kan beräknas på två olika sätt beroende på vilken information som redan är framtagen. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014) Antingen används följande formel:

$$Lagerränta, r (\%) = \frac{\sum \text{kapitalkostnad/år} + \text{riskkostnad/år}}{\text{medellagervärde}} * 100$$

eller denna om kalkylräntan är känd:

$$Lagerränta, r (\%) = \text{kalkylränta} (\%) + \frac{\sum \text{riskkostnad/år}}{\text{medellagervärde}} * 100$$

Riskkostnaden beräknas genom att summera årets alla kostnader som uppstått vid exempelvis godsskador, kassationer, inkomstbortfall, stöld och brand men företaget kan även ha en försäkring för vissa av dessa riskkostnader.

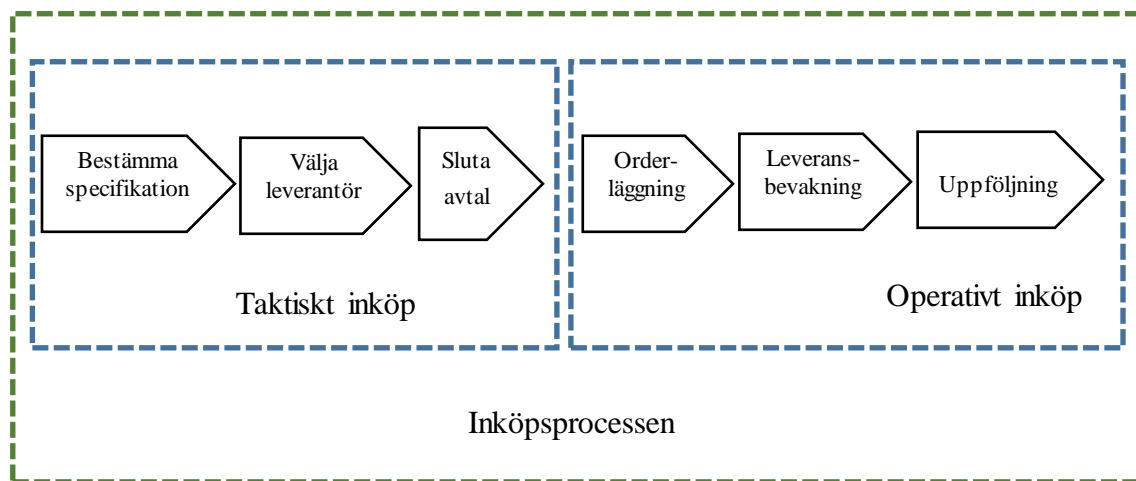
För att beräkna medellagervärdet (MLV) används formeln:

$$\text{Medellagervärdet (MLV)} = p * \text{medellagernivå (MLN)} = p * (SL + \frac{Q}{2})$$

(Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

## 2.5 Inköpsprocess

Då leverantörer påverkar företagets möjlighet till att ha en bra logistik finns det en inköpsprocess som består av sex olika steg. De första tre stegen kallas taktiskt inköp medan de tre sista stegen kallas operativt inköp. Taktiska inköp är alla aktiviteter från starten av letandet efter en leverantör tills påskrivet avtal. Operativa inköp är alla de aktiviteter som innefattar orderprocessen och leveransprocessen. Se Figur 8 för bild över inköpsprocessen.



Figur 8: Inköpsprocessen.

(Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

För att genomföra de tre stegen som taktiskt inköp innefattar, finns det sju huvudsaker att göra. Dessa är att göra en nulägesanalys, välja inköpskategori, välja potentiella leverantörer, göra offerter och förhandlingar, göra slutligt val av leverantör, implementera avtal och rutiner och till slut mäta och följa upp. För att genomföra de tre stegen som operativt inköp innebär, finns det också sju huvudsaker att göra. Dessa är att analysera behovet, skapa inköpsplan, förankra plan mot behov, skapa och skicka inköpsorder, bekräfta samt leverera, godkänna leveransen och betala. (Mällroth & Rafiey, 2016)

## 2.6 Resultatmått

I detta kapitel beskrivs de olika resultatmåttarna bristkostnad, kapitalbindning och lageromsättningshastighet.

### 2.6.1 Bristkostnad

Bristkostnad uppstår när företaget inte kan leverera önskad mängd av en produkt till en kund och kan vara svår att uppskatta då den kan skilja sig från gång till gång. Uppstår brist kan kunden välja att beställa från en annan leverantör i framtiden, vilket betyder att företaget har förlorat sin kund. Detta kan ske om beställningen är på lättutbytbara konsumentprodukter där det är lätt att hitta andra leverantörer. Kunden kan även välja att köpa av en annan leverantör vid just detta tillfälle för att sedan återgå till att beställa från den första leverantören. (Jonsson & Mattsson, 2016) Väljer kunden att köpa produkterna från en annan leverantör, resulterar

detta i att förlorad försäljning uppstår. Detta leder också till att kundservicen försämras. (Olhager, 2013) Vid produkter som inte är lättutbytbara slipper leverantörerna ofta att förlora försäljningen (Jonsson & Mattsson, 2016) och kunden kan välja att vänta tills nästa inleverans. Är kunden villig att vänta på nästa inleverans blir bristkostnaden obetydlig, då det enbart uppstår en liten kostnad för det administrativa. (Olhager, 2013) Bristkostnad kan förutom försäljningsförlust bestå av extra kostnader för transport i form av både distribution och förflyttning inom företaget, övertidsarbete i produktionen och skadeståndskostnader på grund av försening. (Jonsson & Mattsson, 2016)

## **2.6.2 Kapitalbindning**

---

Eftersom MSB köper in sina datorer och förvarar dem på lagret tills de ska skickas på uppdrag kan det vara av intresse att veta hur mycket kapital de binder i lagret.

Kapitalbindning skapas när en investering görs i företagets tillgångar. Dessa tillgångar kan delas upp i anläggningstillgångar och omsättningstillgångar. Anläggningstillgångar är tillgångar som kommer används och finnas kvar under en längre period och kan exempelvis vara lokaler och maskiner. Omsättningstillgångarna är istället tillgångar som används under en kortare tid och kan exempelvis vara material, transport och kundfördringar. (Jonsson & Mattsson, 2016) Kapitalbindning i material eller produkter innebär hur mycket pengar som binds i materialet eller produkterna som finns i hela produktionsflödet men framför allt i färdigvarulagret. Det vill säga så mycket pengar som företaget har lagt på varje produkt i form av exempelvis inköpspris, personal, lagerplats och materialhanteringsutrustning. Detta leder till att ju fler produkter ett företag har i lager desto högre är deras kapitalbindning. (Olhager, 2013)

Målet är oftast att minska omsättningstillgångarna när minskning av kapitalbindningen ska ske. (Jonsson & Mattsson, 2016) Kapitalbindningen kan variera väldigt mycket i storlek beroende på när man kontrollerar detta i lagret. Om företaget snart ska få in en leverans kommer lagret att vara relativt tomt och kommer därför resultera i en låg kapitalbindning. Kontrolleras kapitalbindningen strax efter inleveransen kommer detta resultera i att företaget har en stor kapitalbindning eftersom lagret är fullt. För att få ett trovärdigt resultat beräknas därför den genomsnittliga kapitalbindningen. Den genomsnittliga kapitalbindningen räknas fram genom att summera totalt medellagervärde (MLV) i företagets alla lager och totalt antal medel-produkter i arbete-värdet (MPIAV) i företagets alla förädlingssteg. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

## **2.6.3 Lageromsättningshastighet**

---

Lageromsättningshastighet (LOH) innebär hur många gånger genomsnittslagret har omsatts under ett år. Detta beräknas för att undvika att lagren är för stora och binder för mycket kapital. Lageromsättningshastighet kan beräknas i kvantitet eller värde. Det viktiga att tänka på är att kvantitet bara kan användas om lageromsättningshastigheten ska tas fram för en artikel och inte flera olika artiklar. Jonsson & Mattsson, 2016, Olhager, 2013, Oskarsson, Aronsson, Ekdahl, 2014) Lageromsättningshastighet kan beräknas för alla tre olika typer av lager så som förråd, PIA och färdigvarulager men även för den totala kapitalbindningen i materialet. (Olhager, 2013)

Formeln som används för att beräkna lageromsättningshastighet med hjälp av kvantitet är:



$$LOH = \frac{D \text{ (antal)}}{MLN}$$

Formeln som används för att beräkna lageromsättningshastighet med hjälp av värde är:

$$LOH = \frac{D \text{ (kronor)}}{MLV}$$

(Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2014)

## 2.7 Tidigare studier

---

IRI står för The International Research Institute och arbetar med att ta fram prognoser för naturkatastrofer. Dessa prognoser ska generera en bättre förståelse, och för att kunna förutspå och hantera katastroferna. För att människor ska få ha ett bra liv i en bra miljö. (International Research Institute for Climate and Society, 2018, A)

När IRI gör sina säsongskatastrofprognoser tittar de på data över temperatur och nederbörd för att avgöra om de är högre än normalt, nästan normalt eller under normalt. Genom att veta vilken kategori temperaturen och nederbördens mätvärden hamnar inom kan de förutspå vilken typ av katastrof som kommer kunna tänkas inträffa. Dessa kategorier bestäms från data som samlats in under de senaste 30 åren. Prognosen som tas fram gäller för sex månader framåt i tiden och uppdateras varje månad. (International Research Institute for Climate and Society, 2018, B)

Genom att förbättra informationen om klimatförhållanden och få fram en prognos över kommande katastrofer, kan katastrofernas effekt på människor och omgivning minskas genom att de är bättre förberedda. Exempel på saker som kan förbättra förberedelsen för en katastrof är att analysera historiska data för att upptäcka eventuella händelsemönster, implementera varningssystem, användande av katastrof-detektorer som övervakar katastrofens händelser i realtid och försäkra produkter. (International Research Institute for Climate and Society, 2018, C)

Prognostisering är även vanligt bland andra företag och verksamheter som inte arbetar med katastrofer. Detta för att företagen vill veta vad de kan förvänta sig behöva beställa och hur mycket de kan förvänta sig att de behöver ha på lager. Uthyrningsverksamheter är ett exempel på företag som tar fram prognoser. Uthyrningsverksamheter går ut på att kunder kan hyra olika slags produkter under en viss förbestämd tid eller så länge behovet finns. Ett exempel på en uthyrningsverksamhet är uthyrning av DVD-filmer. Det finns två varianter av hur länge en DVD-film får hyras. Vissa butiker har som regel att en person endast kan hyra en DVD-film i taget och kan då hyra den hur länge som helst. Andra butiker har att samma person kan hyra flera DVD-filmer samtidigt men då är uthyrningstiden förutbestämd. För att uthyrningsverksamheter ska få en uppfattning av kommande behov tas prognoser fram med hänsyn till hur hög leveransservice som företaget vill erbjuda kunderna. (Chen, Yücel, & Zhu, 2017)

Uthyrningsverksamheten som Chen, Yücel och Zhu skriver om, använder sig av två olika modeller för att prognostisera utbud och efterfrågan. Den första modellen prognostiserar utbudet och efterfrågan under det närmsta dygnet medan den andra modellen prognostiserar detta för en längre tidsperiod. De båda modellerna för prognostiseringen tar hänsyn till samma parametrar förutom att tidsperioden varierar. De parametrar som modellerna tar hänsyn till är

leveransservice, efterfrågemönster och returnmönster av DVD:erna för att kunna få fram en prognostisering av när leveranser från lager behöver ske och vilka DVD:er som leveranserna ska bestå av. Dessa parametrar är baserade på historiska data. Allt utgår ifrån en kund som hyr filmer utav en RSV (Regional Shipping Center, d.v.s. regional distributör). RSV i sin tur lagerstyr med hjälp av en CWH (Central Warehouse, d.v.s. ett centrallager). En grundförutsättning för deras modell är att alla transporter mellan de olika anhalterna sker över natten. Det innebär att varorna lämnas in eller beställs dag ett och anländer till nästa anhalt dag två. Uthyrningsverksamheten utgår ifrån fem enkla steg som de upprepar varje dag för att kunna uppdatera sina prognoser och möta sina kunders efterfrågan. De fem stegen som företaget följer är:

- Steg 1: De varor som dagen innan beställdes från CWH anländer till RSV.
- Steg 2: De återlämnade varorna från kunder anländer till RSV och därmed fyller upp deras dagliga lager helt och distributören är redo för att leverera dagens ordrar.
- Steg 3: Ordrrar från kundernas online-beställningar skickas ut ifrån det nyligen åter uppfyllda lagret och därmed blir det icke komplett.
- Steg 4: Prognoser för morgondagens återlämningar och efterfrågan görs med hjälp av modellen och den långsiktiga prognosen uppdateras med dagens nya information av utbud och efterfrågan.
- Steg 5: Baserat på prognosen lagerstyr RSV genom att överflödiga DVD:er skickas tillbaka och nya beställs ifrån CWH.

Steg 5 är det sista steget på dagen och nästkommande dag börjar processen om på steg 1. (Chen, Yücel, & Zhu, 2017)

När dessa prognoser görs är det viktigt att ha tre olika periodberoende värden i beaktande för att uthyrningsverksamheter, där de får tillbaka uthyrda produkter efter en viss tid, ska ha en bra lagerstyrning. Dessa värden är begagnade produkter upp till rätt lagernivå, inköp upp till rätt lagernivå och skrotade produkter ner till rätt lagernivå. (Simpson, 1978) För att veta om en återlämnad produkt ska få kallas begagnad eller skrot beror på produktens livslängd. Livslängden kan vara uttryckt i ett visst antal år. Det kan även innebära att produkten ska skrotas innan den fjärde reparationen genomförs eller vid förutbestämda ”större” skador som kan påverka datorns kvalité även efter att den har blivit reparerad. (Sheut, 1997)

När dessa tre periodberoende värden beaktas är det även av stort intresse för verksamheterna att bli medvetna om vilka kostnader som uppstår under produkternas levnadstid. DeCroix och Zipkin skriver om ett företag som köper in elektronikkomponenter och bygger ihop dessa till olika produkter som de sedan säljer till kunder. När kunderna har använt klart dessa produkter kan de välja att skicka tillbaka den till företaget som i sin tur går igenom alla komponenterna i produkten för att se vilka som behöver bytas ut och vilka som kan återanvändas. Genom dessa aktiviteter skapas olika kostnader som i slutändan kommer vara mindre än intäkterna då företaget annars inte skulle vara lönsamt. De kostnader som förfaller vid leverans till kund är inköpskostnaden och kostnaden som skapas när komponenterna monteras ihop. När produkterna sedan kommer tillbaka till företaget uppstår en återvinningskostnad, eftersom montörerna måste undersöka vilka komponenter som går att återanvända och vilka som måste skrotas. Bristkostnaden beräknar detta elektronikföretag till att vara lika stor som produktpriset är. Det innebär att om de får en beställning på en produkt som kostar 2 000 kronor och de inte har den i lagret kommer en bristkostnad på 2 000 kronor uppstå då

företaget går miste om en intäkt på 2 000 kronor i och med att de inte har någon produkt att sälja. En till kostnad som företaget har med i sin lagerstyrningsmodell är kostnaden för att ha ett lager. (DeCroix & Zipkin, 2005)

När efterfrågan och de tre periodberoende värdena har tagits fram kan orderkvantiteten (se kap 2.4.4) och beställningsperiodiciteten (se kap 2.4.3) beräknas (Chen, Yücel, & Zhu, 2017)

Enligt Chuang och Chiang kan EOQ-modellen vara svår att använda då det finns vissa antaganden som måste gälla vid beräkningarna för att modellen ska anses få rätt resultat. Två antaganden som ska gälla för att använda modellen är att modellen enbart kan beräknas på en produkt i taget och efterfrågan ska vara konstant. Då efterfrågan ofta är osäker och beställningarna är på flera olika produkter blir modellen svåränvänd. Trots detta är EOQ-modellen en grundläggande modell som ofta används inom akademisk forskning. Därför ansåg Chuang och Chiang att de ville undersöka hur modellen fungerade genom att byta ut parametern konstant efterfrågan och låta efterfrågan vara osäker och varierande. Chuang och Chiang skapades åtta olika varianter, i sin undersökning, av EOQ-modellen då parametrar som Days of Supply, personal, inkomst och lager användes istället för konstant efterfrågan då dessa parametrar påverkar efterfrågan. Chuang och Chiang kommer fram till att osäkerhet i efterfrågan kan påverka resultaten något om den ordinarie EOQ-modellen används vid ojämn efterfrågan men att den fortfarande fungerar relativt bra, vilket leder till att de anser att den ordinarie EOQ-modellen därför kan användas även vid osäker efterfrågan. Detta beror på att totalkostnadskurvan är relativt flack runt om den ekonomiska orderkvantiteten och den kommer därför inte påverkas så mycket även om den beräknade ekonomiska orderkvantiteten inte blir exakt. (Chuang & Chiang, 2016)

Det är inte bara EOQ som kan användas som en lagerstyrningsmodell. Fransson & Granqvist använde sig exempelvis av tre olika lagerstyrningsmodeller beroende på produktens pris och storlek på efterfrågan. Deras uppgift var att ta fram en lagerstyrningsstrategi för o-ringar och skruvar på Nextjets reservdelslager. När artikeln hade en hög efterfrågan användes beställningspunktsystem med EOQ. Det vill säga beställningarna lades med fast orderkvantitet. Detta för att minimera kostnaderna av orderläggning och transporter samtidigt som risken för att få brist minimeras. För de artiklar som hade en lite lägre efterfrågan och ett lite högre pris valdes beställningspunktsystem med återfyllnadsnivå, vilket innebär att när det var dags att lägga en beställning så var orderkvantiteten så stor som efterfrågan hade varit den senaste tiden. Detta för att fylla upp lagret till den förbestämda nivån. De applicerade Lot-for lot applicerade på de artiklar som hade ett högt pris och efterfrågan var inte så hög. Lot för lot innebär att när en artikel har sålts beställs det in en ny artikel, för att undvika att binda mycket kapital i lager. Hade efterfrågan varit stor skulle detta inte fungera då det hade lett till stora brister och många orderläggningar och transporter som skulle resultera i större kostnader än att beställa fler artiklar åt gången. (Fransson & Granqvist, 2017)

## 3 Metod

---

I detta kapitel tas de metoder upp som har använts för att uppfylla syfte och mål samt besvara forskningsfrågorna i rapporten. Fördelar och nackdelar med de metoder som valts och en beskrivning på hur dessa genomfördes finns också i detta kapitel.

### 3.1 Metodteori

---

I detta kapitel beskrivs teori om de metoder som har använts. Områdena som tas upp är metodansats, intervju, statistisk analys, reliabilitet och validitet.

#### 3.1.1 Metodansats

---

De metoder som finns att använda sig av kan delas in i två olika kategorier, nämligen kvalitativa metoder och kvantitativa metoder. I olika arbeten kan det väljas att bara använda kvalitativa metoder, bara använda kvantitativa metoder eller att kombinera dessa metoder. (Eliasson, 2013) I detta arbete kommer en blandning av kvalitativa och kvantitativa metoder att användas.

Kvalitativa metoder används när arbeten kan beskrivas med ord. Generalisering utifrån en liten grupp är alltså inte lämpligt. De två vanligaste kvalitativa metoderna som används är observationer och intervjuer. (Eliasson, 2013) Vid kvalitativa metoder måste den som genomför undersökningen ha kunskap om ämnet som ska undersökas, för att sedan kunna göra egna tolkningar av resultatet. Däremot får inte objektiviteten påverkas när tolkningarna görs. Det är även viktigt att genomföraren förstår hur människor fungerar och betar sig för att kunna göra en bra analys av resultatet. (Olsson & Sörensen, 2011) Dessa metoder används då förståelse krävs som kan utvecklas under tiden som arbetet pågår. Metoderna är även flexibla på så sätt att exempelvis upplägget av observationerna och intervjuerna kan förändras under arbetets gång om så behövs. Nytt material kan även samlas in under hela arbetets gång. Kvalitativa metoder är också bra att använda vid tillfällen när det är svårt eller omöjligt att göra mätningar, kvantifiera. (Eliasson, 2013)

Kvalitativa metoder ska användas när frågeställningarna i ett arbete handlar om att förstå eller hitta ett mönster. Kvantitativa metoder ska användas när frågeställningen gäller hur många, hur ofta eller hur vanligt. Det vill säga att när frågeställningen innehåller ordet hur, rekommenderas det att använda kvalitativa metoder. (Trost, 2010)

Kvantitativa metoder används när arbeten kan beskrivas med siffror och när det är viktigt att kunna generalisera utifrån en liten grupp (Eliasson, 2013). Kvantitativa metoder används när statistisk analys används för att analysera framtagna data för att sedan koppla samman den med teorin som var utgångspunkten för arbetet. Denna teori kan vara grundad från tidigare forskning inom området. (Olsson & Sörensen, 2011) En fördel med kvantitativa metoder är att de kräver mindre resurser och tid än de kvalitativa metoderna (Eliasson, 2013) eftersom data finns samlad från början och utföraren slipper genomföra en massa intervjuer som tar tid. En annan fördel är att om en analys skulle misslyckas kan man bara börja om från början då alla insamlade data är sparade i datasystemet. Kvantitativa metoder kan även täcka in flera olika områden lättare än kvalitativa metoder kan. (Eliasson, 2013)

En kombination av kvalitativa metoder och kvantitativa metoder kan vara att föredra många gånger. Arbetet kan börja med exempelvis en kvalitativ undersökning i form av en intervju för

att sedan använda kvantitativ metod för att gå in mer på djupet. Det kan även göras i omvänd ordning och börja med en kvantitativ undersökning för att sedan intervjua några av de svarande, gällande någon intressant iakttagelse som upptäcktes vid den kvantitativa undersökningen. Detta sätt att använda olika sorters metoder kallas triangulering. (Eliasson, 2013)

När man använder triangulering är det viktigt att samma data analyseras utifrån kvantitativa och kvalitativa metoder separat för att sedan jämföra resultaten från de olika metoderna med varandra. Detta görs för att kunna undersöka både bredden och djupet av problemet. Det vill säga att den kvantitativa metoden skapar förklaring och generaliserbarhet medan den kvalitativa metoden skapar förståelse och tolkning. (Olsson & Sörensen, 2011)

### **3.1.2 Intervju**

---

En intervju är ett samspel mellan två personer som har olika roller, det vill säga intervjuare och tillfrågad som för en frivillig dialog (Lantz, 2013). En kvalitativ intervju kan ibland även ske i grupp för att se hur de intervjuade tänker och diskuterar i en sådan situation (Eliasson, 2013). Under intervjuens gång är det oftast bara det verbala som är av intresse. Intervjuer, då även minspel och kroppsspråk tas i beaktande, kallas klinisk diagnostisk intervju. Intervjun har syftet att samla information inom ett specifikt område. Därför måste intervjuaren vara uppmärksam på att inte sväva ut från frågorna och ämnet för att inte påverka intervjuens kvalitet och effektivitet negativt. (Lantz, 2013)

Det är viktigt att planera intervjun ordentligt innan datainsamlingen påbörjas. Vid planering av en intervju underlättar det att tydliggöra vikten av intervjuens ämne, syftet och teori samt avgränsa problemet och ta fram tydliga frågeställningar. Detta planeringsarbete behövs för att kunna ställa rätt frågor under intervjun. (Lantz, 2013) Ju mindre strukturerad intervjun är desto mer kan resultatet påverkas beroende på hur duktig intervjuaren är. Intervjuaren kan då påverka frågorna som ställs och på så sätt påverka den svarande. Därför är det av stor vikt att intervjuaren försöker vara så objektiv som möjligt under intervjun och när frågorna ställs. (Eliasson, 2013) Det finns fyra olika typer av intervju uppdelat utifrån frågornas struktur. Dessa fyra olika typer är helt öppen intervju, riktat öppen intervju, halvstrukturerad intervju och helt strukturerad intervju. I den helt öppna intervjun och den riktat öppna intervjun ställs frågor där intervjuaren inte har exempelvis fyra olika svarsalternativ utan den svarande kan prata helt fritt och berätta hur hen tycker. Halvstrukturerad intervju och helt strukturerad intervju är lättare att använda ifall en jämförelse mellan de svarande individerna ska göras, eftersom det då finns exempelvis bara fyra olika svar på varje fråga och dessa svar kan enkelt räknas samman för att se hur många som svarade vad på varje fråga. Det blir svårare att jämföra individernas svar med varandra med helt öppen intervju och riktat öppen intervju. Det innebär att en halvstrukturerad intervju eller helt strukturerad intervju passar bäst vid en kvantitativ analys. Bara helt öppen intervju och riktat öppen intervjuer kan användas vid kvalitativa analyser. (Lantz, 2013)

Val av intervjutyp påverkas av antalet personer som frågorna ska ställas till. Är det många personer är det enklast att välja en enkät, det vill säga en helt strukturerad intervju. Ju färre personer desto mer öppen kan intervjun vara eftersom svaren blir färre och då tar det inte lika mycket tid att gå igenom varje personligt svar och de fasta svarsalternativen blir inte lika viktiga. (Lantz, 2013) Det kan även vara av vikt att intervjun går till på samma sätt varje gång för att minska intervjuarens påverkan på intervjun och den svarande. Detta nås genom att

använda sig av en standardiserad intervju där alla frågor ställs på exakt samma sätt och ordningsföljd. Detta sätt fungerar vid halvstrukturerade och helt strukturerade intervjuer då den svarande enbart får välja mellan ett visst antal svarsalternativ. (Olsson & Sörensen, 2011)

De olika typer av frågor som kan ställas på en intervju är faktafrågor som är de samma över tid exempelvis kön, eller faktafrågor som kan ändras över tid exempelvis civiltillstånd, bedömningsfrågor, åsiktsfrågor, attitydfrågor och känslolägesfrågor (Lantz, 2013).

Om en kvalitativ intervju, helt öppen eller riktat öppen, ska göras ska frågorna inte formuleras i förväg eftersom de ska byggas fram under intervjun beroende på vad den svarande svarar. Däremot ska en lista göras över de frågeområden som ska tas upp. Dessa frågeområden bör vara ganska få och generella. För att intervjun ska flyta på bra bör man lära sig listan utantill. En annan sak som är viktig att tänka på är att frågorna inte får bli för många då den svarande kan tröttna och intervjuaren kan även få onödigt mycket information, vilket leder till att efterarbetet och analysen tar väl mycket tid. (Trost, 2010)

### 3.1.3 Statistiska metoder

---

Frekvenstabeller görs ofta när data innehåller kontinuerliga variabler. Detta eftersom kontinuerliga variabler innebär att det finns oändligt med siffervärden på skalan. I en frekvenstabell kan intervall skapas för att de kontinuerliga variablerna ska bli lättare att hantera och på så vis kunna skapa en tydligare överblick över värdena. En frekvenstabell kan även ha två extra kolumner där den relativa frekvensen och den kumulativa frekvensen visas. Den relativa frekvensen tas fram genom att beräkna intervallens antal dividerat på alla intervalls antal. Om alla intervalls relativa frekvenser adderas ska det bli 1,0. Den kumulativa frekvensen fungerar på samma sätt som den relativa frekvensen men för varje intervall adderas föregående intervall. Det vill säga att när det sista intervallens kumulativa frekvens beräknas blir resultatet alltid 1,0 annars har det blivit fel i beräkningarna. (Lövås, 2004)

För att ännu tydligare visa hur data fördelas över exempelvis en tidsperiod kan histogram användas. Histogram baseras på frekvenstabellen och är ett stapeldiagram. För att histogram ska ge en tydlig bild över data bör staplarna (intervallen) inte vara för smala men heller inte för breda då information försvinner. En generell rekommendation är att intervallen är mellan 5 och 15 enheter breda men lämplig storlek på intervallen varierar beroende på data. (Lövås, 2004)

Ett histogram har två olika axlar som exempelvis kan visa tid på den lodräta axeln och antal på den andra axeln. Om samband ska undersökas vill oftast två variabler åt gången visas samtidigt för varje enhet och då kan spridningsdiagram användas. Genom att plotta enheterna med sina två variabler kan mönster skapas i spridningsdiagrammet, vilket kan betyda att ett samband finns men det kan även vara slumpen som skapar mönstret. Därför bör korrelationen beräknas för att se om det finns ett samband eller om det bara är slumpen. När korrelation beräknas brukar resultatet beräknas  $\rho$  och detta värde kan bara ligga mellan  $-1$  och  $1$ . Om resultatet blir  $-1$  eller  $1$  finns full korrelation, vilket innebär att om vi vet en variabel kan nästa variabel förutsägas. Om resultatet blir  $0$  däremot finns ingen korrelation vilket kallas för att variablerna är okorrelerade. (Lövås, 2004)

Variablerna kan ändras med tiden och därför kan det göras flera mätningar. Om flera mätningar ska göras på en och samma variabel är det vanligt att göra dessa med jämna tidsintervall. Resultaten kan enkelt visas genom tidsplottning. Två sätt som tidsplottningen

kan göras på är genom att göra ett stapeldiagram eller ett linjediagram. Ett linjediagram fungerar på så sätt att resultatet för mätningen visas som en punkt i diagrammet och vart eftersom fler punkter skapas med tiden så binds dessa samman med en linje. Stapeldiagram används oftare när få mätningar har gjorts och linjediagram när många mätningar har gjorts. (Lövås, 2004)

När dessa diagram har tagits fram görs ofta en tidserieanalys för att se hur en variabel förändras över tiden. Detta görs för att skapa en föraning om hur variabeln kommer bete sig i framtiden. Det innebär alltså att en prognos kan tas fram genom en tidserieanalys. Dessa prognoser är aldrig helt tillförlitliga oavsett hur bra modellen är som har tagits fram och det är svårt att göra någon långsiktig prognos. De modeller som kan tas fram genom att göra en tidserieanalys grundas på att variabeln i framtiden kommer följa samma mönster som den hittills har gjort. Därför kan prognostisering vara väldigt svårt att använda sig av när exempelvis mänskliga beteenden kan påverka men ändå görs prognoser då det ändå kan ge en liten föraning om hur variabeln kommer bete sig i framtiden. (Lövås, 2004)

Mått som kan användas vid en tidserieanalys är exempelvis standardavvikelse och medelvärde. Standardavvikelse kan användas när spridningen på resultatet på varje mätning ska undersökas. Standardavvikelsen är kvadratroten ur varians och variansen definieras som genomsnittet av de kvadrerade avvikelserna. Medelvärde innebär att den totala summan för alla beräkningar beräknas för att sedan divideras på antalet mätningar. Detta mått används för att beskriva hela urvalet av mätningar och går inte att uttrycka som ett typiskt värde. (Lövås, 2004)

### **3.1.4 Validitet och reliabilitet**

---

För att öka reliabiliteten kan samma mätning göras på olika sätt. Ett exempel är att olika frågor om samma sak kan ställas under en intervju. Detta för att se om samma svar ges oavsett hur frågan formuleras för att säkerställa hög reliabilitet. För att öka reliabiliteten ska arbetet vara väl förberett med tydliga instruktioner om hur de olika mätningarna ska göras och att frågorna är tydliga så att inte missuppfattning kan ske. Vid insamling av kvantitativ data är det viktigt att undersöka att den inte innehåller några skrivfel som påverkar resultatet. Samma sak gäller vid insamling av kvalitativ data. Intervjun kan spelas in för att kunna gå tillbaka och lyssna på den igen eller låta den intervjuade läsa igenom sammanfattningen av intervjun. (Eliasson, 2013)

Det är också viktigt med objektivitet för att skapa hög reliabilitet. (Trost, 2010) Det finns tre olika sätt att skapa objektivitet. Dessa sätt kallas för enkel-binda, dubbel-binda och trippel-binda. Enkel-binda innebär att forskaren inte vet vilken experimentgrupp individen tillhör. Dubbel-binda innebär att varken forskaren eller individen vet vilken experimentgrupp individen tillhör och vid trippel-binda vet varken forskaren, individen eller den som framställer och analyserar data vilken experimentgrupp individen tillhör. (Olsson & Sörensen, 2011)

Validitet innebär mätinstrumentens förmåga att mäta rätt sak. Det vill säga hur bra den uppmätta datan stämmer överens med verkligheten (Eliasson, 2013). Det finns två olika delar inom validiteten som brukar kontrolleras. Dessa delar är intern validitet och extern validitet. Intern validitet visar hur bra framtagna data stämmer överens med verkligheten för de personer som studeras medan extern validitet visar hur bra framtagna data stämmer överens

med den större världen. En högre intern validitet kan nås om kvalitativa intervjuer och observationer genomförs under en längre tid. En nackdel av att genomföra kvalitativa intervjuer och observationer under en längre tid är att antalet studerade personer minskar för tiden räcker inte till för att göra samma sak på en större grupp, vilket leder till att den externa validiteten antagligen försämras. När hög extern validitet ska uppnås gäller det inte bara att få ihop en stor grupp, utan det är av stor vikt att personerna eller data som undersöks inte är en mängd extremfall. I det fallet blir den externa validiteten låg ändå eftersom dessa personer och data inte stämmer överens med den generella verkligheten. (David & Sutton, 2016)

Det finns sex olika typer av validitet, nämligen logisk validitet, innehållsvaliditet, kriterievaliditet, överensstämmelsevaliditet, prediktiv validitet och begreppsvaliditet. Logisk validitet innebär att om exempelvis födelsedatumet är känt så kan åldern beräknas med hög validitet. Innehållsvaliditet innebär att alla olika faktorer kontrolleras för att avgöra hur bra kvaliteten blev. Kriterievaliditet fungerar på så sätt att de uppnådda mätresultaten jämförs med något annat kriterium som mäter samma sak. Om en grupp experter anser att mätinstrumentet har hög validitet kallas detta för överensvaliditet. Prediktiv validitet innebär hur bra ett mätinstrument kan förutspå händelser. Det vill säga att mätinstrumentet tar fram ett resultat för framtiden som sedan jämförs med hur det blev i verkligheten. Begreppsvaliditet innebär att olika metoder används för att mäta samma saker, exempelvis ett skriftligt fystest där man får svara på frågor om sin fysiska hälsa och ett fysiskt utfört fystest. (Olsson & Sörensen, 2011)

För att öka validiteten ska valda tillvägagångssätt för de olika mätningarna stämma överens så mycket som möjligt med de teoretiska definitionerna av begreppen. En annan sak som kan öka validiteten är att undersöka olika teorier som har växt fram under arbetets gång och liknar resultaten från de olika teorierna varandra är validiteten hög. (Eliasson, 2013)



## 3.2 Tillvägagångssätt

I detta kapitel beskrivs hur arbetet genomfördes med hjälp av de metoder som beskrivits i föregående kapitel. I Tabell 2 visas ett Gantschema över de aktiviteter som har genomförts.

Tabell 2: Gantschema över tillvägagångsordningen

Aktivitet																					Tid					
Genomförande av intervju	█		█					█											█							
Genomförande av litteraturstudie		█				█	█		█																	
Insamling av historiska data			█	█			█		█	█	█															
Validitet och reliabilitet						█											█									
Indata																	█	█	█		█					
Modell																						█				
Prognostisering																										
Genomföra beräkningar																									█	
Analys																										
Diskussion																										
Slutsats																										

### 3.2.1 Genomförande av intervju

Under arbetets gång har frågor till handledaren Filip Staake på MSB, uppstått. Filip Staake har arbetat många år på MSB inom olika delar av myndigheten och i dagsläget är han verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling. Detta tillsammans med goda kunskaper inom området har gjort att han kunnat svara på alla frågorna. Två av intervjuerna gjordes via mejl genom att frågorna mejlades till handledaren på MSB som sedan skickade tillbaka svaren via mail. De frågor och svar som gavs under vid intervjuerna som skedde via mejl finns med i bilaga 1 och 7 för att tydliggöra vilken information som har efterfrågats och vilka svar som har givits. Denna intervju innehöll frågor om MSB och exempelvis om hur och när de gjorde beställningar i dagsläget. Vid två senare tillfällen intervjuades Filip Staake via telefon. Dessa intervjuer gällde Excellfilen som innehöll all historisk data. Dessa frågor handlade om hur Excellfilen skulle användas genom alla olika filtreringar gällande vad som skulle tas med och vad som skulle sorteras bort för att avspegla verkligheten. Dessa frågor finns inte med i en bilaga då de inte ger något mer värde för rapporten. Excellfilen förklaras kortfattat i avsnitt 4.1.1.

### 3.2.2 Insamling av historiska data

Majoriteten av den data som var nödvändig till detta arbete har levererats av MSB. Den data som det behövdes få tillgång till var MSB:s historiska data på när datorerna köptes in, när de började användas, hur länge de användes och antalet eventuellt skadade datorer från tillverkaren. I dagsläget finns historisk data i Excellformat vilket leder till att filen enkelt kunde skickas via e-brev och undersökning av den historiska datan kunde ske på valfri dator. Historiska data undersöktes genom att titta på varje specifik dator för att kunna få fram dess

livslängd i antal år och antal uppdrag. Datorer som inte varit på något uppdrag har sorterats bort då de har använts till andra sammanplockade kitt på lager och var oviktiga för detta jobb. Data som också var viktig att ta reda på för att kunna göra uträkningarna var exempelvis ordersärkostnad, lagerränta och lagerföringskostnad. Filip Staake hjälpte till att få fram dessa data från MSB. Om någon information saknades fördes en diskussion med Filip Staake, handledare, på MSB.

### **3.2.3 Validitet och reliabilitet**

---

För att säkerställa reliabiliteten på intervjuerna gjordes de på två olika sätt. De två intervjuerna kring frågor gällande MSB och information till beräkningarna som skulle utföras, gjordes detta via mail. Detta för att Filip Staake skulle få tid på sig att ta reda på svaren på frågorna för att få så bra svar som möjligt. Eftersom svaren skickades via e-brev fanns de nedskrivna av den intervjuade vilket ledde till att det inte blev några missförstånd och all information fanns kvar för att läsas vid ett senare tillfälle. Om det var några oklarheter kunde följdfrågor enkelt mejlas tillbaka eller ställas via telefon. Frågorna hade byggts upp på så sätt att de var flera men enkla och korta för att inte skapa missförstånd. Därför blev även svaren tydliga och några följdfrågor behövdes inte vid denna intervju. Orsaken till att två intervjuerna hade gällande Excel-filen muntlig via telefon var att många följdfrågor skulle kunna ställas direkt för att säkerställa att inget missförstånd hade skett då Excel-filen var lite svårförstådd för att få fram rätt information.

Eftersom all historisk data fanns i en Excel-fil hämtad från MSB:s databas, och de frågor som ställdes på intervjuerna inte var personliga fanns det ingen som skulle vinna på att förvräda resultatet vilket gjorde att objektivitet var enkelt att uppnå under arbetets gång.

Den interna validiteten på Excel-filen är hög genom att denna fil är en exakt kopia av MSB:s datasystem där de registrerar alla datorers händelser och förflyttningar. Däremot är den externa validiteten på Excel-filen svår att avgöra då alla datorer som registreras som skrotade inte alltid är skrotade utan används i andra delar av företaget. Detta förklaras mer i avsnitt 4.1.1. Då alla beräkningar har gjorts utifrån böcker, som används som studentlitteratur av högskolor, och vetenskapliga artiklar anses de ha hög validitet. Hela arbetet skulle få högre validitet om MSB valde att registrera datorerna som skrotade enbart om de var skrotade då livslängden antagligen skulle bli annorlunda och prognoser och beräkningar skulle få ett annat resultat.

### **3.2.4 Modell och prognostisering utifrån historisk data**

---

Modellen och prognoserna som togs fram skulle vara enkla att använda för MSB så att de i framtiden ska kunna använda sig av dessa för att följa upp hur resultatet blev och även ta fram nya prognoser för framtiden. Genom att undersöka den historiska datan och den information som givits från MSB beslutades det att modellen för hur stort behovet var av nyinköpta datorer blev skulle innehålla efterfrågan, returflödet och skrotflödet. Om brist uppstår och den skulle dokumenteras i framtiden, räknas den in i efterfrågan.

Två olika prognosmodeller undersöktes. En konstant modell som baserades på medelvärdet per månad och en prognos som innehöll trend, nivå och säsongindex. Den prognosmodell som ansågs lämpligast för detta arbete var den sistnämnda som innehöll trend, nivå och säsongindex. Detta eftersom MSB inte hade någon konstant efterfråga utan den kunde variera kraftigt från månad till månad. En konstant prognos skulle kunna ha varit bättre även

om efterfrågan inte var konstant. Detta eftersom en prognos som varierar kan variera tvärt om mot verkligt utfall. Exempelvis den månad som verkligt utfall var 15 prognostiserades 2 och den månad som verkligt utfall blev 2 prognostiserades 15. Det var därför både medelfel och absolutfel beräknades för då skulle detta visas i absolutfelet. Prognosfelen beräknas i avsnitt 5.2.

När det kom till skrotflödet och returflödet varierade livslängden och uppdragens tid väldigt mycket och därför valdes det att använda medelvärde för att kunna ta fram en prognos för de två olika flödena. För mer information om modellen och de olika prognoserna se kapitel 5.

### **3.2.5 Beräkningar och analys**

---

Beräkningarna som har gjorts i detta arbete utgår ifrån de formler och information som fanns i de källor som har använts under arbetets gång. De beräkningar som har genomförts är ordersärkostnad, orderkvantiteten (EOQ), säkerhetslager, standardavvikelse beställningspunkt, medellagervärde, prognosfel och lageromsättningshastighet.

Det valdes att genomföra dessa beräkningar på tre olika resultat på prognostiserat behov av nya datorer. Både under en 12 månaders period, de första 6 månaderna och sedan de sista 6 månaderna. Detta för att det prognostiserade behovsantalet varierade mycket mellan första och sista 6 månaderna. Detta valdes eftersom det var intressant att se hur exempelvis EOQ påverkades men även exempelvis säkerhetslagret och medellagervärdet. För mer information och beräkningarna se kapitel 5.

Analysen valdes att redovisas i samma kapitel som beräkningarna, det vill säga resultatet, då det alltid gjordes en analys över det resultat som beräkningarna gav, innan arbetet fortsatte med nästa beräkning. Ett exempel på vad som analyseras i detta arbete är om det anses att MSB ska använda sig av en servicenivå på 99,5 %. Detta eftersom de vill undvika brist samtidigt som de inte vill binda för mycket pengar i lager. Analysen gäller om det är att rekommendera att de använder sig av en 95 % eller 90 % servicenivå i dagsläget, istället för att använda en 99,5 % servicenivå som de önskade under intervjun. En annan sak som analyseras är om MSB borde använda en orderkvantitet (EOQ) på 3 eller 2 stycken datorer. All analys hittas i kapitel 5.

## 4 Nulägesbeskrivning

---

I dagsläget har MSB inget speciellt tillvägagångssätt för att bedöma när och hur mycket de ska beställa av datorerna, utan de beställer när behovet uppstår. MSB har miniminivåer och beställningspunkter på en del varor. De använder även periodbeställning på profilkläderna. Eftersom MSB inte har något förutbestämt tillvägagångssätt för beställningar av datorer finns det två olika yrkesroller som uppmärksammar när det är dags för en ny beställning av dessa. Det kan antingen vara en teknisk handläggare eller en materialplanerare som avgör när det är dags att lägga en beställning. När beställningen ska göras kan antingen en materialplanerare eller en inköpare utföra detta. Materialplaneraren kan lägga en beställning om den hamnar inom befintliga ramavtal. Om beställningarna hamnar utanför befintliga ramavtal och nya ramavtal måste skrivas eller om det gäller en direktupphandling på över 100 000 kronor är det en inköpare som lägger beställningen.

En del produkter, som exempelvis personlig utrustning, har mängdrabatt när en större orderkvantitet beställs och då väljs en tillräckligt stor kvantitet av produkterna för att uppnå det rabatterade priset. När det däremot gäller datorerna finns inte denna förutbestämda prislista, utan MSB väljer det antal som anses behövas till lagret. Ramavtalsleverantörer får sedan lämna en offert, och den leverantör som är billigast vinner oftast. Detta sätt kallas för en andra konkurrensutsättning. Även om det inte finns någon förutbestämd orderkvantitet så är MSB medvetna om att leverantörerna kan klara av mellan cirka 10 och 50 stycken datorer per beställning.

Avtalen som MSB har med sina leverantörer följer lagen om offentlig upphandling (LoU) och då gäller avtalen i max fyra år. Det är även LoU som styr hur MSB hanterar de etiska aspekterna när det gäller upphandlingar, exempelvis att fabrikena som tillverkar datorerna inte har barnarbetare.

Leveransledtiden kan variera lite beroende på orderkvantiteten, datorernas modell och om tangentbordet ska vara på engelska men är i snitt en vecka. Leveransledtiden stämmer oftast, det vill säga att de har hög leveranspålitlighet. Däremot vet inte MSB den exakta leveransledtiden förrän leveransbekräftelsen har tagits emot. MSB mäter inte leveransförseningar och dess orsaker. Om leveranser blir försenade beror det oftast på att leverantörerna inte har tillräckligt antal datorer på lager. I dagsläget har datorerna hög leveranssäkerhet och Staake<sup>3</sup> på MSB tror att de aldrig har fått en beställning av datorer där orderkvantiteten har varit felaktig eller att kvaliteten på datorerna har varit dålig.

Beställningar på datorerna från kund kommer oftast i samband med beställning av den personliga utrustningen. Dessa beställningar kommer till MSB via e-brev till orderkontoret på Logistikenheten. Om det skulle komma in för många eller för stora beställningar prioriteras beställningarna utifrån vilka insatser eller övningar de ska till. Prioriteringen görs genom kommunikation mellan MSB och beställarna. Vissa kunder får vänta lite längre på sin leverans om det inte är bråttom, andra kan få några färre datorer eller få en dator av annan modell. De datorer som detta examensarbete berör är standardmodellen. MSB har även två andra modeller av datorer som de kan skicka till uppdrag ifall de får brist på standardmodellen i lagret. Då MSB kan skicka ut substitut för sina datorer påverkas inte MSB i samma mängd,

---

<sup>3</sup> Staake, F., verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling, e-brev [2018-05-09].

av att kunderna börjar handla av andra företag som säljande företag som inte jobbar med katastroflogistik gör. Detta eftersom MSB inte förlorar kunderna och deras beställningar när de inte kan skicka ut exakt efterfrågad modell av datorerna och då skapas inga bristkostnader.

Skulle MSB få brist i lagret och inte ha tillräckligt för att möta kundernas efterfrågan läggs en ny beställning som vanligt till leverantören. Skillnaden på en vanlig beställning och en beställning vid brist är att MSB bara beställer det antal som efterfrågas just nu av kunderna och inte en större orderkvantitet som de annars gör. Detta görs för att försöka minska ledtiden från leverantören.

MSB får större beställningar när övningar och utbildningar ska ske. Dessa övningar och utbildningar är inplanerade cirka 1 år i förväg. De har övningar och utbildningar några gånger per år och vid dessa tillfällen kan det bli brist på datorer. Detta beror på att MSB inte beställer in extra datorer till dessa tillfällen då de bara varar i cirka en vecka. Detta skulle leda till att de får ett för stort lager på datorer när dessa övningar och utbildningar är klara. Därför väljer MSB att lösa bristen genom att använda sig av andra sorters datorer som de har liggandes på lager.

Kundbeställningarna kan komma både innan och under pågående insats och detta varierar beroende på vilken insats som ska ha datorerna. Detta varierar på grund av att datorerna beställs när personal skickas till de drabbade områdena. MSB ska leverera datorerna inom några timmar och även detta kan variera beroende på vilken insats det gäller men den generella tiden som gäller är 72 timmar vilket är den tid de har på sig att leverera den personliga utrustningen.

## 4.1 Indata

---

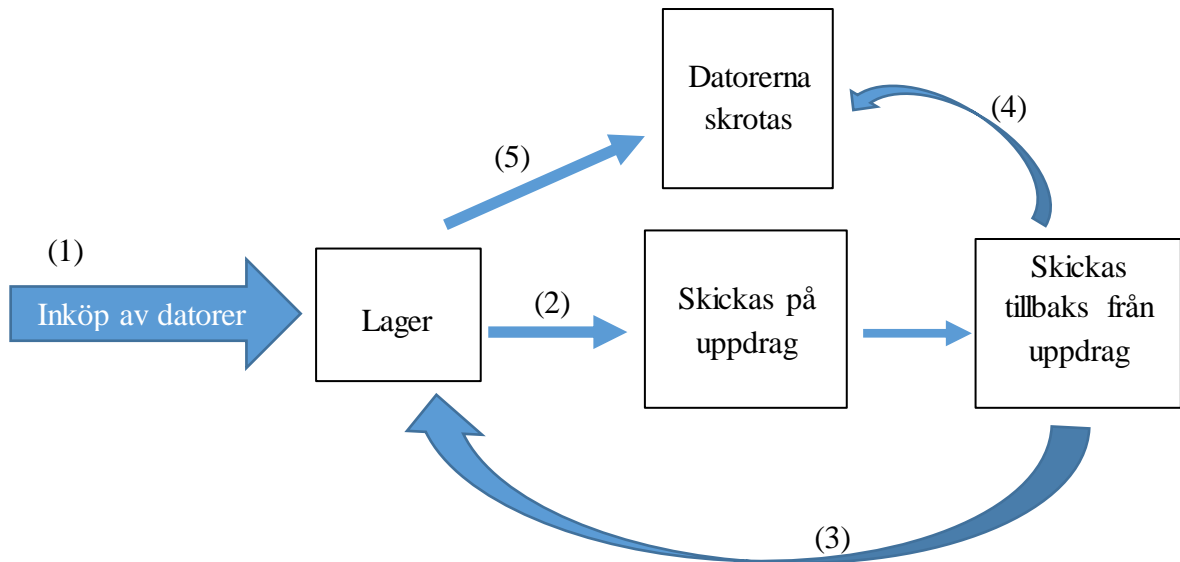
Indatan som har samlats in från MSB och som har använts till beräkningarna var efterfrågedata, returflödet av datorer från uppdrag, inköpsdata och beräkningsdata i form av exempelvis inköpspris, ordersärkostnad, lagerränta och ledtid som visas i Tabell 3.

Tabell 3: Indata från MSB

Parametrar	Data
Servicenivå	100 %
Ordersärkostnad (K)	240 kr
Lagerränta (r)	15 %
Produktpris (p)	10 000 kr

### 4.1.1 Historiska data från Excelfil

Efterfrågedata och returdata av datorer som kommer tillbaka från uppdrag är historiska data som har lagrats i MSB:s lagersystem. Då MSB:s lagersystem även innehöll annan information som inte behövdes till detta arbete sorterades detta bort. Den data som behölls var vilka datum som datorerna köptes in, när de skickades på uppdrag, när de skickades tillbaka från uppdrag och när de skrotades. Se de fem flödena i Figur 9.



Figur 9: Flödet av datorer på MSB.

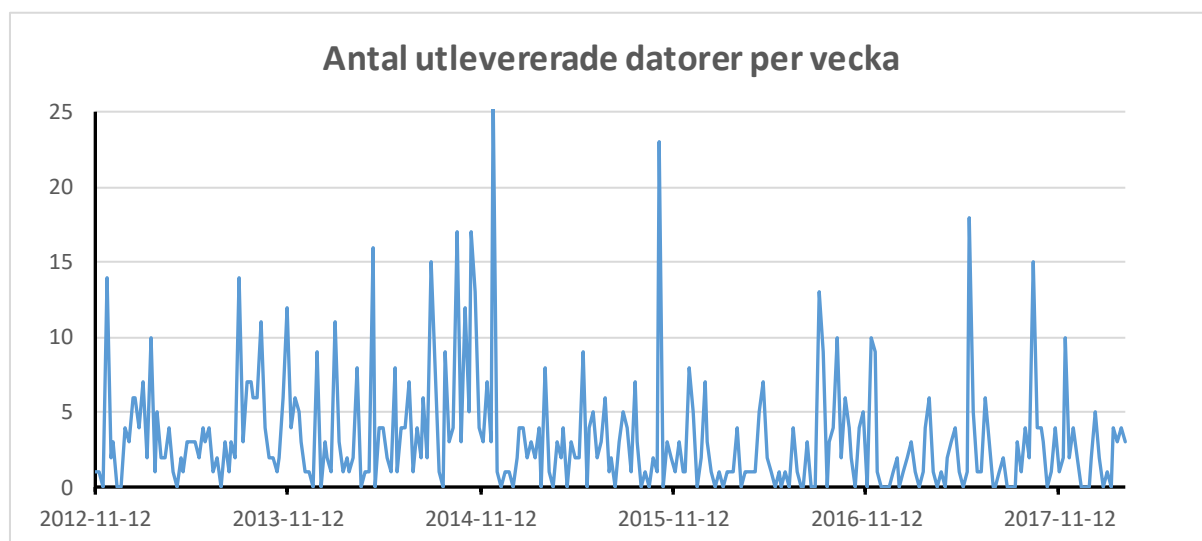
För att få fram den data som visar datum för utleveranser till uppdrag, returer från uppdrag och när datorerna skrotades har varje enskild dator granskats på händelser under hela dess livslängd. Händelser såsom byte av lagerplats inom MSB:s lager har tagits bort för att de inte ska registreras som ett uppdrag som varade en dag. Flöde nummer 1 genererade inköpsdatum för varje enskild dator och användes för att kunna bestämma datorernas livslängd. Detta datum var alltså startdatumet för datorerna och det är detta flöde som det har tagits fram en lagerstyrning på. Flöde 2 genererade också ett datum i och med att de skickades på uppdrag. Detta datum användes för att undersöka hur många olika uppdrag varje dator skickades ut på. Flöde 3 genererade ett returdatum på när datorerna skickades tillbaka in till MSB:s lager. En svårighet med Flöde 3 är att datorerna sedan kan ha legat på lager i veckor/månader innan de skrotades eller för att skickas ut på ett nytt uppdrag. Detta innebär att även om det finns ett inflöde av datorer från uppdragen var det inte säkert att de skulle användas vid ett senare tillfälle. Detta flöde innehöll inte alla datorer som skrotas då vissa datorer skrotades direkt efter avslutat uppdrag, vilket leder till att de aldrig levereras till MSB. Detta visas i flöde 4 i Figur 9. Flöde nummer 5 genererade ett slutdatum på datorernas livslängd eftersom de då inte kan skickas på några fler uppdrag efter att de har skrotats på detta datum. Problemet med detta flöde är att MSB väljer att använda vissa datorer från lagret till andra användningsområden i myndigheten och då räknas de inte längre in i detta lagersystem. Denna händelse dokumenteras som skrot i dagsläget på MSB vilket innebär att skrot inte alltid betyder skrot utan datorerna har kunnat fortsätta vara i bruk och användas till annat. Detta medför att datorernas exakta livslängd inte går att ta fram med hjälp av den data som fanns registrerad i denna del av myndigheten. För att kunna ta fram datorernas hela livslängd på MSB hade det behövt göras en större undersökning där datorerna följdes oavsett var i verksamheten de

användes för att se hur många fler uppdrag de skickas till och hur länge de används på dessa platser. Detta ligger inte inom ramarna för detta arbete och därför har inte något försök till kausalitet gjorts för detta flöde. Däremot har livslängden för hur många uppdrag de har skickats på och hur många år datorerna har funnits i MSB:s verksamhet tagits fram, se Figur 16 och 17. Detta gjordes för att ge MSB en uppfattning av hur det har sett ut hittills i denna del av myndighetens lagerföring och för att kunna ta med denna parameter i efterfrågemodellen. Även inflödet av datorer som skickats tillbaks in till lagret från uppdragen har tagits fram och visas i Figur 14.

### 4.1.2 Utleveranser

Den historiska datan på utleveranser har justerats genom att ta bort alla lagerplats-förflyttningar för att bara få kvar de utleveranser som skedde till uppdragen. När detta arbete var avslutat skapades ett diagram som visar antal utleveranser per vecka. Varför denna data benämns som utleveranser istället för efterfrågan beror på att MSB inte har dokumenterat när brist har uppstått och de har valt att skicka ut ett färre antal datorer än vad som efterfrågades för att sedan skicka resterande vid ett senare tillfälle. De har också ibland valt att skicka ut en annan modell av datorer som de också hade på lagret för att möta efterfrågan. Detta beskrivs mer i kapitel 4. Detta innebär att den faktiska efterfrågan som de har haft under de gångna åren antagligen är större än vad den historiska datan visar och därför benämns de som utleveranser.

Då MSB inte har dokumenterat hur stor brist varit och när bristen har uppstått kan bristen inte visas i ett efterfrågediagram tillsammans med utleveranserna. Enbart ett utleveransdiagram har därför kunnat tas fram. Avsikten med diagrammet var att få en översikt över hur utleveranserna har sett ut under perioden 2012-10-22 till 2018-03-23, se Figur 10.



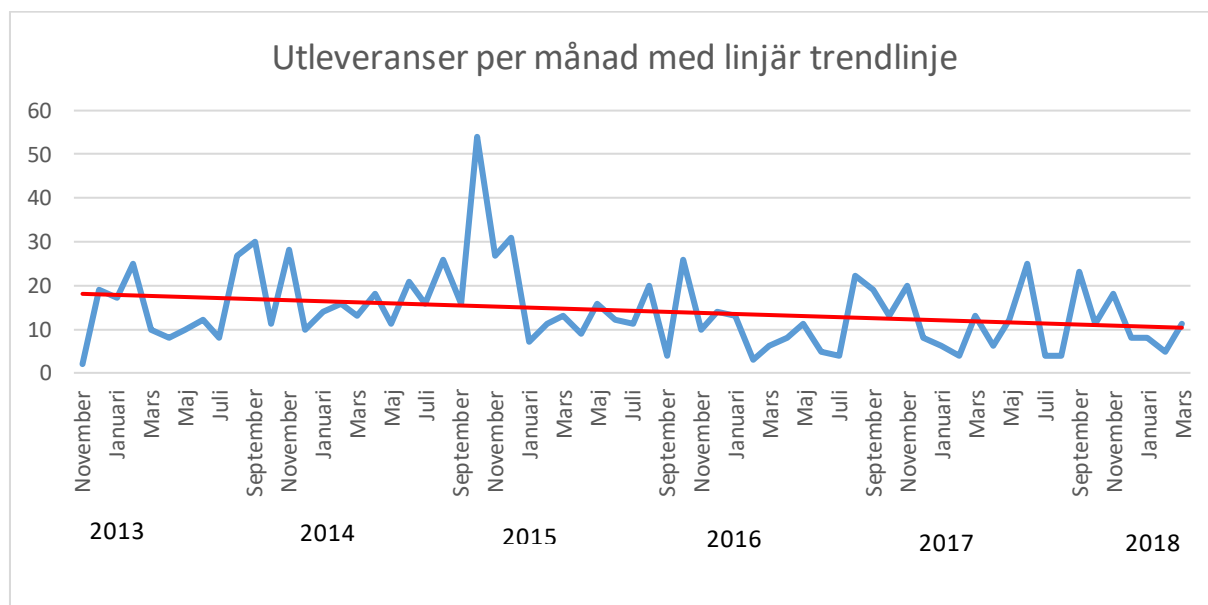
Figur 10: Antal skickade datorer per vecka.

Genom att titta på utleveransdiagrammet syns det att efterfrågan varierar mellan 0 och 25 stycken datorer i veckan men att de flesta veckorna har en efterfrågan på mellan 0 och 5 datorer, se Bilaga 2. Genom att studera diagrammet syns det att efterfrågan var högre på höstarna men också generellt under hela år 2014 jämfört med andra år. Varför det blir större

efterfrågan under hösten och mindre på sommaren beror enligt Staake<sup>4</sup> på att folk kommer tillbaka från semestern och då startar de många fler insatser eftersom de har fler folk att skicka iväg på de uppdrag som finns. Övningarna har de utspridda på både hösten och våren så de borde inte generera en efterfrågan på enbart höstarna utan även på våren. År 2014 var efterfrågan extra stor. Detta kan bero på att Liberia drabbades av Ebolautbrottet och MSB skickade stora insatser för att hjälpa till. Eftersom katastrofen gällde Ebolautbrottet ville MSB inte få tillbaka utrustningen som de skickat dit. Detta för att undvika att utrustningen bar på smittan och togs med till Sverige. På grund av detta skrotades många datorer vilket borde ha resulterat i en ökning av skrotflödet under en tid framöver från det att datorerna var klara med sitt uppdrag och inte längre behövdes i Liberia.

Efterfrågan såg ut att minska under senare år och då undersöktes det om antalet anställda som använder datorerna hade haft en påverkan på detta. Det visade sig att alla människor inte alltid fick med sig en dator ut på uppdrag samtidigt som vissa använde sin dator till flera olika uppdrag utan att registrera detta. Eftersom alla människor inte alltid får med sig en dator så det totala antalet anställda ingenting om antalet anställda som använder en dator och därför valdes det att anta att det fanns obegränsat med personal som kan använda datorerna i framtiden och därför togs ingen hänsyn till antal datoranvändare när prognoserna gjordes i avsnitt 6.1. Se bilaga 7 för fullständiga svar från Filip Staake.

Ett diagram togs även fram över utleveranser per månad för att se ett tydligare mönster. En linjär trendlinje togs fram för den historiska datan i diagrammet för att undersöka om det fanns en ökande eller minskande trend i utleveranserna de senaste åren, se Figur 11. En linjär trendlinje kan tas fram genom att använda Excels funktion, linjär trendlinje, som beräknar trendlinjen genom att använda minsta kvadratmetoden. Minsta kvadratmetoden går ut på att hitta det gemensamma minsta avståndet från alla punkter till den linjära linjen.

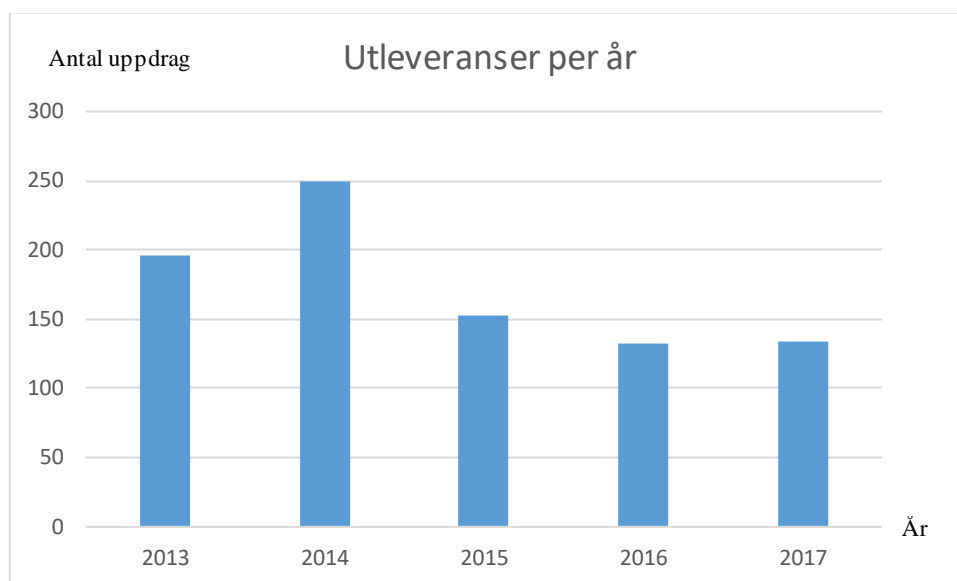


Figur 11: Efterfrågan per månad med linjär trendlinje.

<sup>4</sup> Staake, F., verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling, e-brev [2018-12-10].

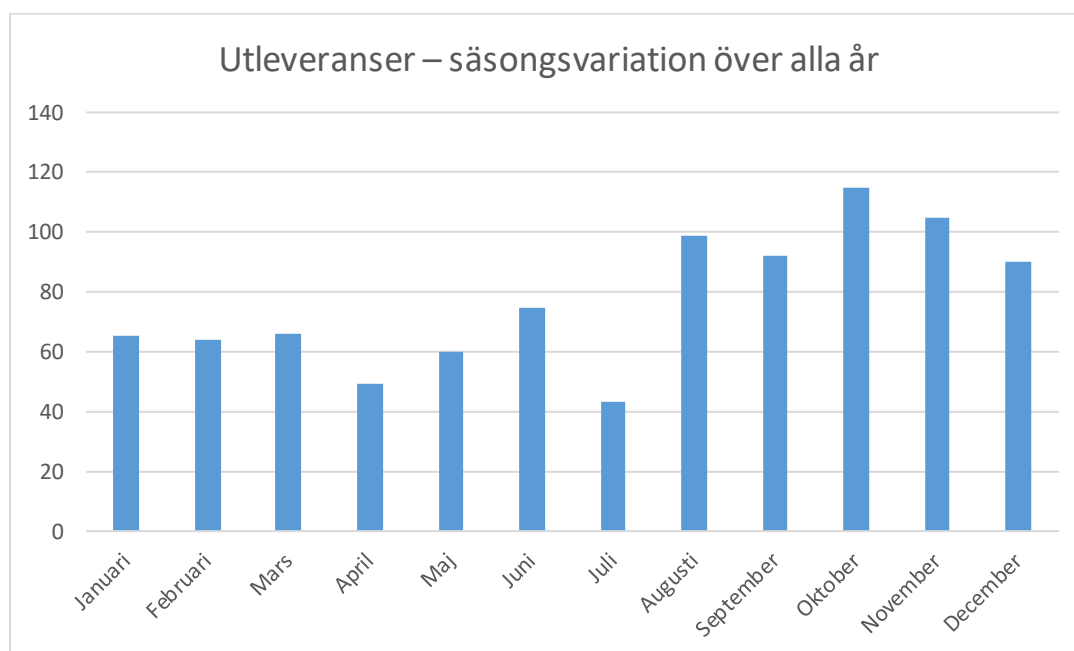


Här kan vi se en genomsnittlig minskning på utleveranserna under de senaste åren. För att tydligare se trendminskningen gjordes ett diagram över utleveranser per år, se Figur 12. För att ge en rättvisande bild togs inte år 2012 och 2018 med i diagrammet eftersom de inte hade utleveranserna för hela året utan det fanns bara data för några få månader.



Figur 12: Efterfrågan per år.

Som visas i Figur 12, syns det tydligt att utleveranserna har minskat under de senare åren. För att se om utleveranserna följde ett säsongsmönster sorterades utleveranserna under de gångna åren på så sätt att alla års januari slogs samman för att sedan följa efter med februari för alla åren och så vidare, se Figur 13.



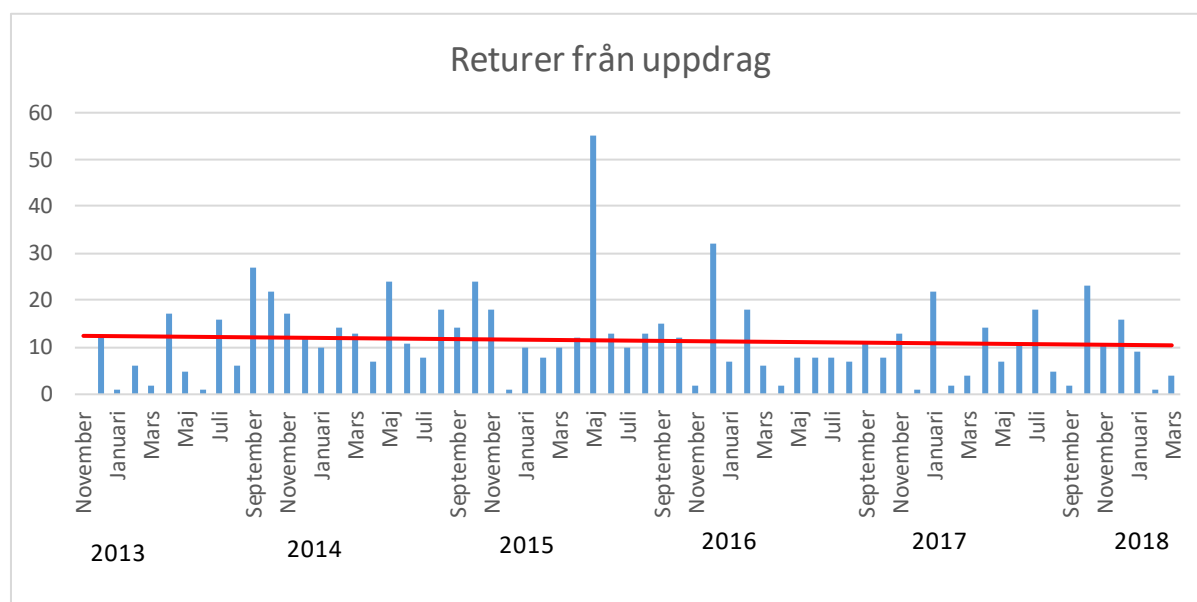
Figur 13: Efterfrågan – säsongvariation över alla år.

När Figur 13 undersöktes syntes det att utleveranserna innehöll säsongvariation genom att utleveranserna var högre på årets sista månader. Avslutningsvis kan det fastställas att det finns en trend där efterfrågan minskat för varje år som gått under de fem sista åren och en

säsongvariation fanns eftersom årets senare halva hade en högre efterfrågan än årets tidigare halva.

### 4.1.3 Returflödet från uppdrag

Returflödet från uppdrag borde följa liknande mönster som utleveransflödet eftersom MSB kan förvänta sig att returflödet kommer öka framöver om många datorer är ute på uppdrag. Antalet returer från uppdrag påverkas också av hur inköpen har sett ut under tidigare tidsperioder. Exempelvis om brist uppstod och MSB inte kunde skicka några datorer resulterar det även i att returer från uppdrag inte sker eftersom det inte finns några datorer att skicka tillbaka till lagret. För att skapa en bild över hur returer har sett ut under perioden 2012-10-22 till 2018-03-23 har ett diagram tagits fram, se Figur 14. Se Bilaga 3 för detta kapitels data i tabellformat.



Figur 14: Returer från uppdrag.

Även returflödets storlek är mycket varierande under årens månader. Även här syns en liten minskning av returer till MSB under de senaste åren. Detta är rimligt eftersom antalet utleveranser minskat på senare år, vilket leder till att antalet returer från uppdrag också minskar. Däremot är minskningen mindre för returer än för efterfrågan då returer ligger runt 130 stycken per år både år 2013 och 2017 medan efterfrågan låg på totalt ca 200 stycken år 2013 och sedan gick ner till ca 130 stycken år 2017. Detta beror på att alla datorer som skrotas inte alltid skickas in till lagret utan de skrotas direkt från uppdraget.

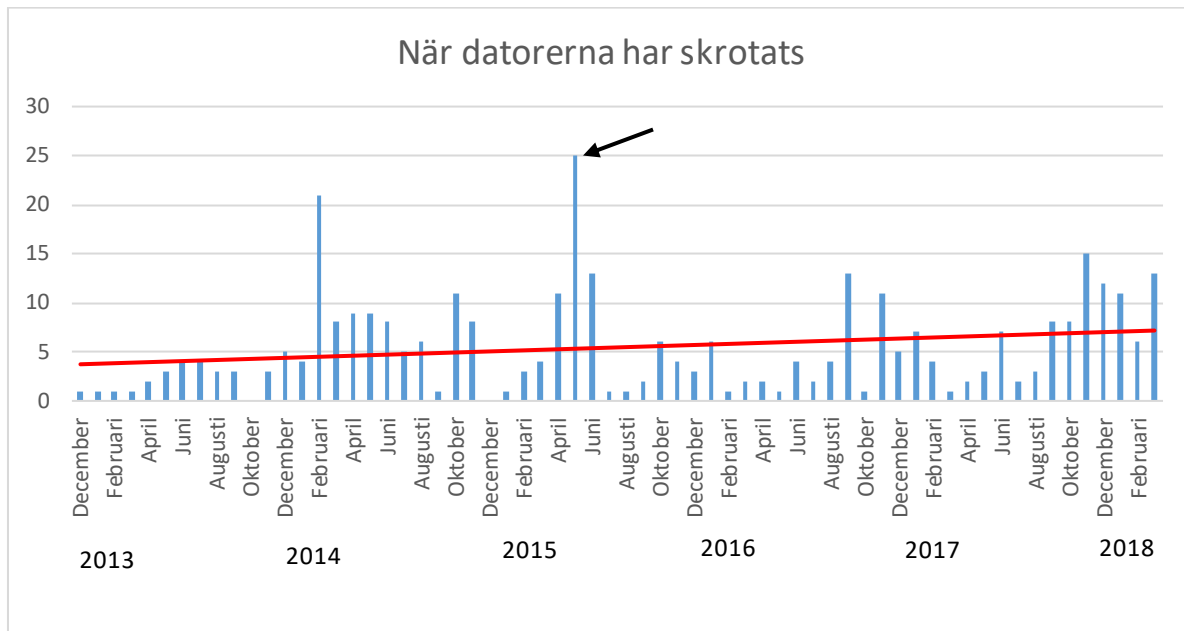
### 4.1.4 Skrotflöde

Ingen grundlig analys har gjorts av skrotflödet då detta flöde inte alltid betyder skrot. Datorerna kan markeras som skrot även om de bara utgår från detta lagersystem för att sedan fortsätta användas i en annan del av MSB.

Då det inte ansågs nödvändigt att särskilja om datorerna skrotas direkt efter uppdrag eller om de först levereras till MSB, har flöde 4 och 5 i Figur 9 som hittas i avsnitt 4.1.1 summerats till ett och samma skrotflöde. Om dessa skrotflöden bara innebar att datorerna skrotades borde ett

mönster kunna urskiljas på så sätt att fler datorer borde skrotas när även returerna ökade eftersom datorerna då hade gjort klart ett uppdrag och kontrollerades huruvida de nått sin fulla livslängd och skulle skrotas eller om de kunde skickas ut på ett nytt uppdrag.

För att skapa en bild över hur skrotflödet har sett ut under perioden 2012-10-22 till 2018-03-23 har ett diagram tagits fram, se Figur 15.



Figur 15: Flödet av skrotade datorer.

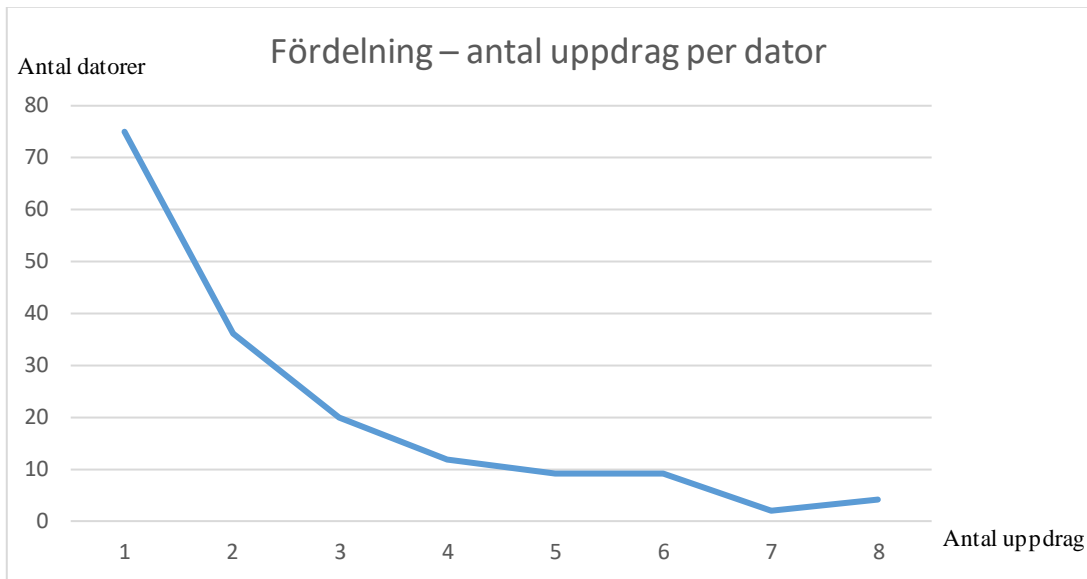
Ett diagram med en linjär trendlinje, även här med hjälp av minsta kvadratmetoden, togs fram för skrotflödet. Det syntes tydligt att det hade skett en ökning av skrotade datorer under de senaste åren. Detta kan bero på olika saker. Antingen på hur MSB har skött sina inköp, på så sätt att MSB exempelvis köpte in många datorer för ett tag sedan och de har nått sin fulla livslängd eller så kan det vara en trend att datorernas livslängd har förkortats på senare år. Det kan också bero på att MSB har valt att använda fler av dessa datorer till andra delar i verksamheten. Under maj år 2015 syns en tydlig ökning av antalet skrotade datorer, se pilen i Figur 15. Detta har troligtvis att göra med Ebolauppdragen i Liberia under år 2014 avslutades och många datorer fick skrotas eftersom MSB ville minimera risken att få med sig smittan hem till Sverige.

#### 4.1.5 Livslängd

Eftersom skrotflödet inte alltid innebär att en dator har skrotats, leder detta till att livslängden antagligen skulle bli längre om datorerna bara dokumenterades som skrotade om de var det och inte att de markerades på samma sätt när de började användas till något annat.

Livslängden kan ändå vara intressant för MSB att ta fram i dagsläget genom att de får en bild av hur länge de behåller datorerna i denna del av verksamheten. För att försöka ge en så bra avspeglning som möjligt med data som har tilldelats från MSB har de datorer som fortfarande inte har skrotats valts bort då de annars inte skulle visa hela sin livslängd inom denna del av verksamheten.

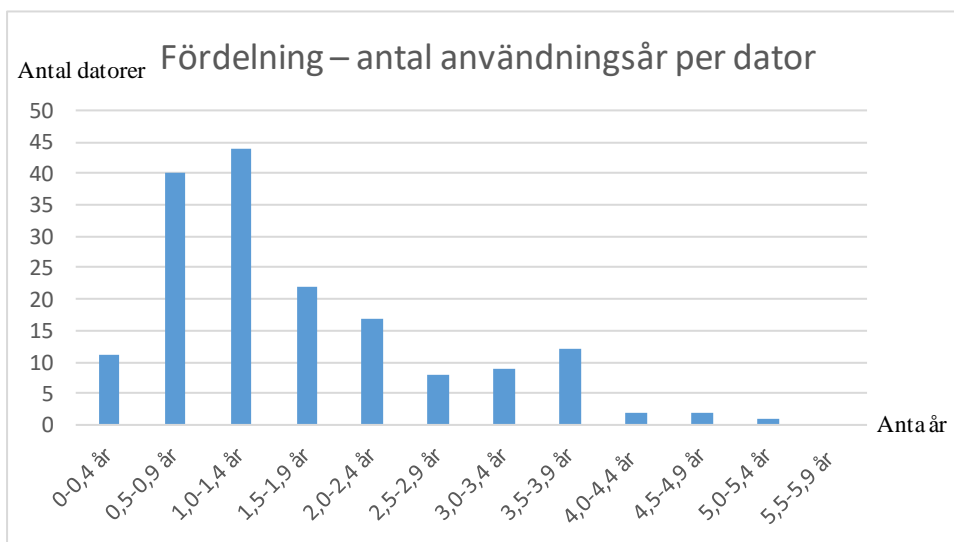
För att skapa en bild över hur fördelningen har sett ut över antal uppdrag som varje dator har skickats på har ett diagram gjorts för perioden 2012-10-22 till 2018-03-23, se Figur 16. Se också bilaga 4 för detta kapitel's data i tabellformat.



Figur 16: Fördelning – antal uppdrag per dator.

Diagrammet visar att livslängden uttryckt i antal uppdrag per dator varierar mellan 1 och 8 stycken uppdrag och att det var många fler datorer som bara skickats på ett uppdrag jämfört med 8 stycken, se bilaga 4. Medellivslängden uttryckt i antal uppdrag per dator beräknades och resultatet blev 2,4 uppdrag.

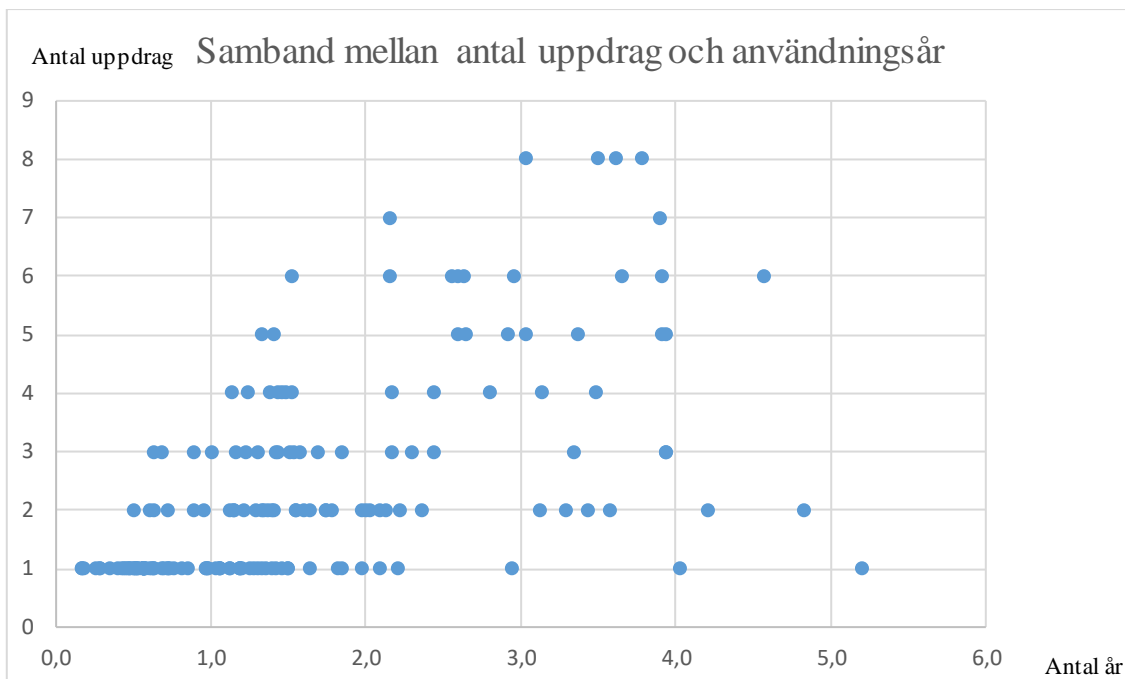
Livslängden undersöktes även genom att titta på antal år som datorerna var i bruk, det vill säga på lager eller på uppdrag, innan de skrotades, se Figur 17.



Figur 17: Fördelning – antal användningsår per dator.

Även här var livslängden varierande och låg mellan cirka några månader och 5 år, se bilaga 4. För att även här få fram ett snitt på datorns livslängd uttryckt i år beräknades medelvärdet. Medelvärdet blev 1,6 år och denna livslängd användes när prognoserna togs fram.

För att se om det fanns något samband mellan antal uppdrag och antal år som datorn var i bruk gjordes ett diagram med de båda kurvorna, se Figur 18.



Figur 18: Sambandet mellan antal uppdrag och användningsår.

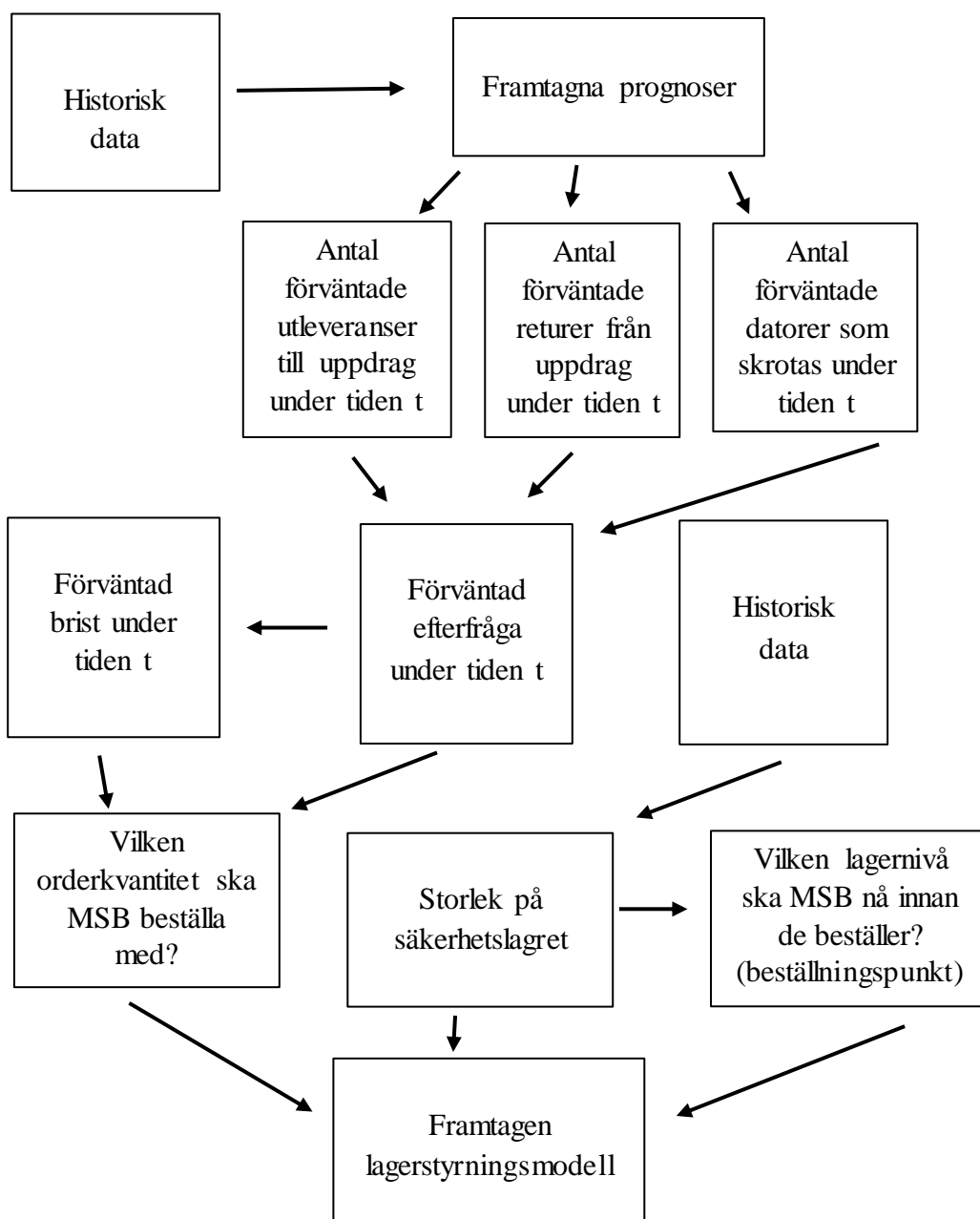
Som visas i Figur 18 finns det ett samband mellan antal uppdrag och användningsår. För att undersöka lite djupare togs korrelationskoefficienten fram med hjälp av Excel. Korrelationskoefficienten kan ligga mellan +1 och -1. Om den får ett av dessa värden innebär det att det är perfekt positiv korrelation eller perfekt negativ korrelation mellan de valda värdena. Skulle korrelationskoefficienten bli 0 innebär det att samband saknas. (Jonsson, 2012) Korrelationskoefficienten blev 0,59. Detta innebär att det finns ett samband, vilket är rimligt då datorer som har längre livslängd får större möjlighet till att skickas på fler uppdrag. Det går inte att säga om korrelationen skulle bli större eller mindre om datorerna som började användas till någon annan del i verksamheten inte hade markerats som skrot.

## 5 Resultat och analys

I detta kapitel tas prognoser fram till och med juni 2019 utifrån den historiska datan för att sedan användas till den framtagna modellen som visas i avsnitt 5.1 och genom beräkningar av exempelvis datorernas livslängd, beställningsperiodicitet, orderkvantitet och medellagervärde. Även en analys görs efter varje framtaget resultat i detta kapitel.

### 5.1 Beslutsunderlag inklusive en lagerstyrningsmodell

De delar som ingår i beslutsunderlaget som har tagits fram för att hjälpa MSB med sin lagerstyrning visas i Figur 19. Varför det benämns som utleveranser när det handlar om den historiska datan beror på att MSB kan ha fått brist som de inte har dokumenterat och på så sätt kan datorerna ha levererats vid ett senare tillfälle. När prognoserna är framtagna blir det istället efterfrågan då dessa inte ska planeras att leverera vid ett senare tillfälle.



Figur 19: Delar i beslutsunderlaget.

Eftersom MSB hyr ut sina datorer behövdes flera olika prognoser göras. Prognoserna som var tvungna att tas fram var på förväntad efterfrågan med hänsyn till eventuell brist, förväntade utleveranser, förväntade returer och förväntat antal datorer som kommer skrotas per tidsperiod. Följande modell har därför använts för att prognostisera framtida behov av nyinköpta datorer där tidsperioden en månad har använts.

$$B_p(t) = D_t - (R_t - s_t)$$

$B_p(t)$  står för prognostiserat behov av nyinköpta datorer under tiden  $t$  och  $D_t$  står för antal datorer som förväntas levereras ut till uppdrag under tiden  $t$ .  $R_t$  är antal datorer som förväntas levereras in från uppdrag under tiden  $t$  och  $s_t$  är antalet datorer som förväntas skrotas under tiden  $t$ .

I framtiden när MSB dokumenterar brist kommer den adderas med utleveranserna vid den tidpunkt den uppstod. Detta för att hänsyn ska tas till bristen när de nya prognoserna görs. Detta innebär att MSB även måste dokumentera de datorer de skickar ut vid ett senare tillfälle på ett annat sätt än de dokumenterar de datorer som kunde skickas ut vid rätt tidpunkt. Detta för att undvika att den utleveransen tas med i prognosen eftersom den redan finns medräknad i bristen.

Prognoserna är baserade på den historiska datan som givits från MSB:s databas. Prognosen för antal förväntade utleveranser till uppdrag per månad togs fram genom följande modell:

$$D_t = (N * S_t) + T_t$$

Där  $D_t$  = framtagna prognosen baserad på historiskt data.  $N$  står för nivå,  $S_t$  står för säsongindex under tidsperiod  $t$  och  $T_t$  är trenden under tidsperioden  $t$ . Nivå och säsongindex multiplicerades för att få ett procentuellt förhållande mellan dem. Därefter adderades produkten av nivå och säsongindex med trenden för att få dem uttryckt i antal avvikelser från trenden.

Prognosen som tagits fram för antal förväntade returer från uppdrag per månad har beräknats utifrån den framtagna prognosen för utleveranser, för att sedan få fram när returererna från uppdrag kommer ske genom att använda uppdragens genomsnittslängd 0,4 år. Prognosen för skrotflödet per månad har tagits fram genom att alla datorer har skrotats efter 1,6 år från inköpsdatumet då detta var datorernas genomsnittliga livslängd.

I kapitel 4 visas två olika skrotflöden, ett där datorerna först kommer in till MSB:s lager för att sedan skrotas och ett flöde då datorerna skrotas direkt efter uppdrag. Dessa två flöden har summerats ihop till ett flöde vid användande av lagerstyrningsmodellen då samma totalresultat fås oavsett om ett summerat skrotflöde används eller två separata.

Eftersom MSB inte har dokumenterat när brist har uppstått under tidigare år, utan har ibland skickat datorerna vid ett senare tillfälle eller skickat en annan sorts dator vet ingen hur många fler datorer det borde levererats ut per tidsperiod. Det innebär att en del av bristen finns med i den historiska datan vid ett senare tillfälle än vad som efterfrågades medans ett antal datorer som det var brist på inte finns med över huvud taget. På grund av detta har inget separat bristflöde funnits som kunde föras in i lagerstyrningsmodellen utan den brist som fanns dokumenterad som en vanlig utleverans finns med i beräkningarna. Om MSB börjar

dokumentera bristen kan de enkelt fylla på med denna data i lagerstyrningsmodellen för att sedan ta fram en ny prognos över behovet för nyinköpta datorer.

Storleken på MSB:s säkerhetslager togs fram genom att beräkna standardavvikelsen per vecka. Detta eftersom deras leverantörers leveransledtid var en vecka. För att kunna beräkna beställningspunkt, orderkvantitet och den förväntade efterfrågan av nyinköpta datorer, har en lagerstyrningsmodell tagits fram.

## 5.2 Framtagna prognoser till lagerstyrningsmodellen

---

För att kunna ta fram en lagerstyrning för MSB har en prognos över hur behovet förväntas se ut för nyinköpta datorer per månad gjorts. Prognosen sträcker sig ett år framåt utifrån den historiska datan. Viktiga parametrar i denna prognos är hur många datorer som behövs och när de kommer behövas för att undvika brist och kunna erbjuda en bra service. Det kan exempelvis ske flera katastrofer samtidigt och då ökar efterfrågan under denna tidpunkt.

Eftersom utleveransflödet innehöll trend och säsong har följande modell använts som även beskrivs i avsnitt 5.1 och avsnitt 2.3:

$$D_p(t) = (N * S_t) + T_t$$

Där  $D_p(t)$  = framtagna prognosen baserad på historisk data. Det vill säga i detta fall efterfrågan under tidsperioden t. N står för nivå,  $S_t$  står för säsongindex under tidsperiod t och  $T_t$  är trenden under tidsperioden t.

Eftersom prognoserna gjordes per månad är en tidsperiod en månad. Trend beräknades enligt följande formel:

$$Trend (T) = \frac{\text{antal vid vald slutpunkt} - \text{antal vid vald startpunkt}}{\text{antal tidsperioder}}$$

När trenden var framräknad användes följande formel för att trendrensa den historiska datan.

$$\text{Historisk data per månad} - \text{trend} * \text{tidsperiod} (t)$$

När den historiska datan hade blivit trendrensad beräknas nivå (N). Detta görs genom att ta medelvärdet av den trendrensade historiska data. För att sedan beräkna säsongindex (S) användes följande formel:

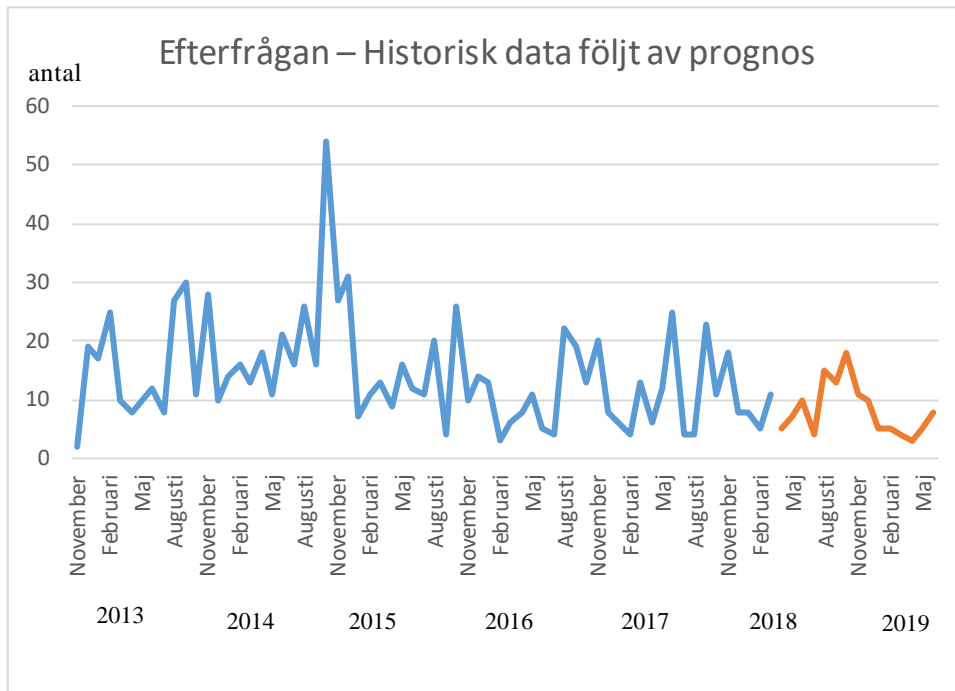
$$\text{Säsongindex} (S) = \frac{\text{medelvärde av den trendrensade data per månad}}{\text{nivå}}$$

Nu har alla variabler beräknats och prognosen kunde beräknas med hjälp av den första formeln:

$$D_p(t) = (N * S_t) + T_t$$

Den framtagna prognoserna för efterfrågan visas i Figur 20.

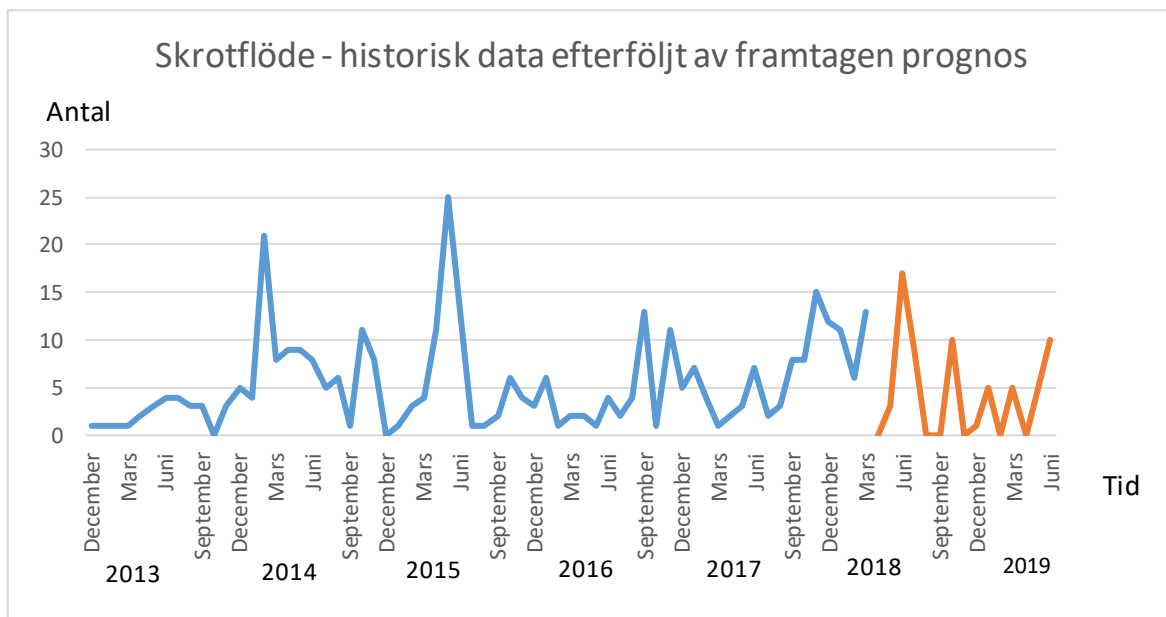




Figur 20: Efterfrågan - Historisk data följt av prognosen.

Eftersom MSB inte har dokumenterat när brist har uppstått är utleveranserna det som bäst kan användas för att ta fram en prognos för efterfrågan. I framtiden, om MSB börjar dokumentera orderdata, kommer utleveranser plus brist bli den riktiga efterfrågan som datorerna har haft.

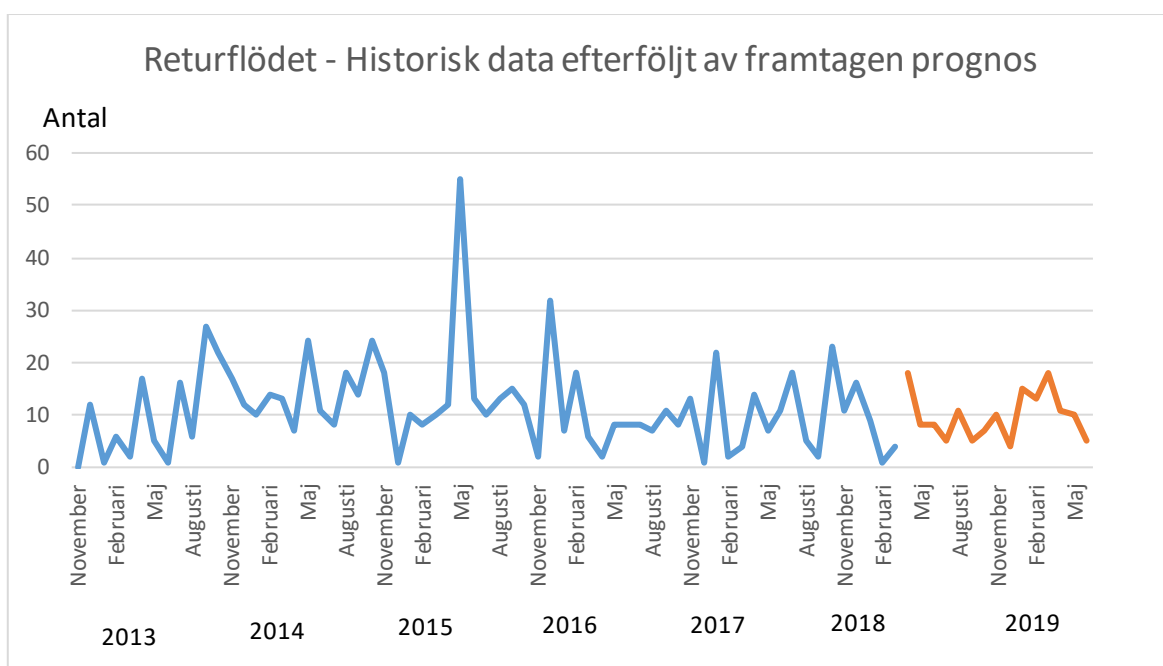
När framtagning av prognosen för skrotflödet gjordes hade det ingen betydelse för lagerstyrningen om de datorer som dokumenterats som skrot innebar att de hade skrotats eller om de använts till någon annan del på MSB. Däremot hade det betydelse när livslängden för datorerna skulle beräknas, mer information finns i avsnitt 4.1.1. Skrotprognosen gjordes per månad och för att kunna ta fram en prognos, skrotades alla datorer 1,6 år efter inköpsdatumet då detta var den framtagna medellivslängden. Sedan gjordes ett diagram på detta, se Figur 21.



Figur 21: Skrotflöde - historisk data efterföljt av framtagen prognos.

Eftersom datorerna valdes att skrotas 1,6 år efter inköpsdatumet innebär det att detta flöde följer samma mönster som MSB:s inköpsflöde som de hittills har haft. Detta kan förklara varför det är blev så många månader med 0 datorer som skrotas, eftersom MSB försökte köpa in flera datorer vid samma tillfälle och vilket leder till att vissa månader köpte de inte in några datorer. Detta resulterar då i att 1,6 år efter dessa månader med 0 stycken inköpta datorer inte kommer ha några datorer som skrotas i den framtagna prognosen.

Prognosen för returerna från uppdrag gjordes på likande sätt. Prognosen baseras på att medellivslängden för uppdragen är 0,4 år. För att få ett förväntat startdatum för när datorerna skickas på uppdrag baseras denna prognos på den framtagna efterfrågeprognosen. När prognosen för returerna togs fram blev resultatet alltså 0,4 år efter det förväntade efterfrågedatumet. Se Figur 22 för den framtagna prognosen över returflödet.



Figur 22: Returflödet - historisk data efterföljt av framtagen prognos.

Om den historiska skrotadatan enbart hade innehållit datorer som var skrotade hade prognosen antagligen sett annorlunda ut genom att medellivslängden troligen hade blivit längre. Eftersom det är denna data som finns att tillgå i dagsläget är det den data som beräkningarna har byggts på. Om MSB väljer att förändra sin dokumentation av skrotade datorer kommer de fortfarande kunna använda samma prognosmodell som har använts nu. Därför kommer MSB själva enkelt kunna lägga in den nya datan och få fram en ny prognos när de vill. Alla tre prognoserna är lätta att uppdatera vid ett senare tillfälle. Se bilaga 5 för att se alla beräkningar som gjordes för att ta fram prognosen för efterfrågeflödet.

I figurerna 20–22 är de blå graferna historisk data och de orange graferna är den framtagna prognosen fram till och med juni 2019. För att kontrollera hur väl prognoserna stämde överens med verkligt utfall beräknades prognosfelen. Prognosfelen beräknades för år 2017 på samma sätt som de andra prognoserna togs fram på, bortsett från att den historiska datan endast är fram till och med år 2016 istället för att ta med datan också för 2017. År 2017 valdes för att det redan fanns indata för detta år och prognosen kunde då jämföras med hur det

hade sett ut under år 2017. När medelfelet och medelabsolutfelet beräknades användes följande formler som beskrivs mer i avsnitt 2.3.1.

$$ME = \frac{\sum(E(t) - P(t))}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum |E(t) - P(t)|}{n}$$

returerna visas i tabell 4.

Tabell 4: Prognosfel returflödet

År 2017 - prognosfel returflödet		
Månader	Prognos	Historisk data
Januari	22	22
Februari	19	2
Mars	13	4
April	20	14
Maj	8	7
Juni	6	11
Juli	4	18
Augusti	13	5
September	6	2
Oktober	12	23
November	25	11
December	4	16

Prognosfelen för returflödet blev följande.

$$ME = \frac{-17}{12} = -1,4$$

$$MAD = \frac{101}{12} = 8,4$$

I Tabell 5 visas den framtagna prognosen och den historiska datan för skrotflödet under 2017.

Tabell 5: Prognosfel för skrot

År 2017 - Prognosfel skrot		
Månader	Prognos	Historisk data
Januari	13	7
Februari	1	4
Mars	1	1
April	2	2
Maj	6	3

Juni	4	7
Juli	3	2
Augusti	6	3
September	1	8
Oktober	2	8
November	2	15
December	1	12

Prognosfelen för skrotflödet blev följande.

$$ME = \frac{30}{12} = 2,5$$

$$MAD = \frac{56}{12} = 4,7$$

I tabell 6 visas den framtagna prognosen och den historiska datan för efterfrågan under år 2017.

Tabell 6: Prognosfel för efterfrågan

År 2017 - Prognosfel efterfrågan		
Månader	Prognos	Historisk data
Januari	10	6
Februari	11	4
Mars	8	13
April	8	6
Maj	9	12
Juni	13	25
Juli	7	4
Augusti	21	4
September	15	23
Oktober	23	11
November	13	18
December	15	8

Prognosfelen för skrotflödet blev följande.

$$ME = \frac{-19}{12} = -1,5$$

$$MAD = \frac{85}{12} = 7,0$$

Se tabell 7 för samtliga medelprognosfel och medelabsolutfel för de tre prognoserna.

Tabell 7: Prognosfel för de tre framtagna prognoserna

Prognos	ME	MAD
Returer	-1,4	8,4
Skrot	2,5	4,7
Efterfrågan	-1,5	7,0

Som det syns ligger medelprognosfelet runt  $-1,5$  för både efterfrågeprognosen och för returprognosen och på  $2,5$  för skrotprognosen. Eftersom en prognos aldrig kan förutspå det exakta utfallet leder det till att dessa prognosfel är rimliga då prognoserna enbart skiljer med  $1,5$  till  $2,5$  datorer per år jämfört med den historiska datan. Detta leder till att prognosen anses ge en tillräckligt bra bild över framtidens förväntade behov. Däremot om MSB skulle börja dokumentera bristen så skulle ännu bättre prognoser kunna göras så genom att en korrekt bild av efterfrågan kan nås.

Hade en annan typ av prognos använts, exempelvis att efterfrågan var konstant varje månad (medelefterfrågan per månad) hade prognosfelet blivit ännu större. Ett exempel är att glidande medelvärde hade använts för att ta fram en prognos för efterfrågan. Det innebär att den prognostiserade efterfrågan för år 2017 skulle beräknas genom att efterfrågan för år 2013 till och med 2016 hade summerats och sedan dividerats på antal år vilket hade blivit 4 år i detta exempel. Resultatet av detta blev att under år 2017 var efterfrågan 186 stycken och medelvärdet per månad blir cirka 16 stycken datorer. Medelfelet på denna prognos skulle ha blivit  $-4,8$  medan medelabsolutfelet hade blivit  $7,8$ . Båda dessa prognosfel är större än de prognosfel som den valda prognosen som visas tidigare i detta kapitel blev. Detta kan ses i tabell 7.

### 5.3 Beräkningar till lagerstyrningsmodellen

För att få beräkningsdata för att kunna beräkna EOQ skickades flera frågor till handledaren Filip Staake på MSB via mejl. Fullständiga frågor och svar hittas i bilaga 1 och sammanställningen av data given beräkningsinformation, hittas i tabell 8 och den framberäknade informationen hittas i tabell 9.

Tabell 8: Given beräkningsinformation

Parametrar	Information
Servicenivå	100 %
Ordersärkostnad (K)	240 kr
Lagerränta (r)	15 %
Produktpris (p)	10 000 kr

Tabell 9: Prognostiserad beräkningsinformation

Parametrar	Information
Prognostiserat behov av nyinköpta datorer under april 2018 till och med mars 2019 (dvs 1 år) (D)	35 stycken
Prognostiserat behov av nyinköpta datorer under ett halvår från och med april 2018	28 stycken

Prognostiserat behov av nyinköpta datorer under ett halvår från och med oktober 2018	7 stycken
--------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Varför det valdes att även undersöka 6 månader i taget beror på att det skilde sig relativt mycket åt i behovsantal mellan dessa halvår. Enligt Staake<sup>5</sup> avslutas flera uppdrag på våren, vilket antagligen leder till att många datorer skrotas och så startar de upp många nya uppdrag efter semestern vilket antagligen leder till att de behöver fler nya datorer och därför skiljer sig behovsantalet mycket mellan de valda halvåren.

Hur det prognostiserade behovet av nyinköpta datorer, som visas i tabell 9, beräknades beskrivs djupare i avsnitt 5.1 och beräknades enligt följande formel:

$$B_p(t) = D_t - (R_t - s_t)$$

$B_p(t)$  står för prognostiserat behov av nyinköpta datorer under tiden  $t$  och  $L_t$  står för antal datorer som förväntas levereras ut till uppdrag under tiden  $t$ .  $R_t$  är antal datorer som förväntas levereras in från uppdrag under tiden  $t$  och  $s_t$  är antalet datorer som förväntas skrotas under tiden  $t$ . Grafen som togs fram för april 2018 till mars 2019 visas i Figur 23.



Figur 23: Prognostiserat behov av nyinköpta datorer.

Som visas i Figur 23 har början av 2019 ett större returflöde än vad utleveranserna + skrotflödet är. Därför kommer MSB inte behöva köpa in några datorer under dessa månader utan kommer få in fler datorer på lagret. Beräkningarna har valts att göras på hela det prognostiserade året men också på första halvåret av det och sedan på andra halvåret. Detta för att se hur EOQ påverkas med de tre olika behoven av nyinköpta datorer, 35, 28 och 7. Vissa månader får negativt antal i figur 23 och detta innebär att MSB får in fler datorer till lagret än vad skrotade datorer och behovet av datorer ut på uppdrag är tillsammans.

<sup>5</sup> Staake, F., verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling, e-brev [2018-12-10].

### 5.3.1 Beslutsunderlag

Servicenivå, produktpriset, ordersärkostnaden och lagerräntan gavs från Staake<sup>6</sup>, se bilaga 1. En lagerränta på 15 % ansågs vara rimlig för en myndighet som inte är vinstdrivande. Hade de varit vinstdrivande hade lagerräntan antagligen varit högre. Ordersärkostnaden beräknades genom att beräkna tiden och kostnaden för de olika aktiviteterna som hörde samman med en ny beställning. Enligt Staake<sup>5</sup> var arbetskostnaden för de som gör beställningarna 360 kronor per timme och de olika aktiviteterna och dess kostnader visas i tabell 10.

Tabell 10: Ordersärkostnaden

Aktivitet	Tid	Kostnad
Orderläggning	20 min	$(20/60)*360 = 120$ kr
Mottagning av varorna	20 min	$(20/60)*360 = 120$ kr
Totalt	40 min	$120+120 = 240$ kr

Behovet av nyinköpta datorer från april 2018 ett år framåt har undersökts och prognostiserades till 35 stycken. Ekonomisk orderkvantitet (EOQ) som beskrivs mer i avsnitt 2.4.4 beräknades för hela året april 2018 och 11 månader framåt, de första sex månaderna och sedan de sista sex månaderna. Detta för att se hur mycket orderkvantiteten skulle variera beroende på efterfrågans variation.

$$EOQ(Q) = \sqrt{\frac{2 * K * D}{r * p}}$$

$$EOQ_{12 \text{ månader}}(Q) = \sqrt{\frac{2 * 240 * 35}{0,15 * 10000}} = 3,35 \approx 3 \text{ st}$$

$$EOQ_{\text{De första 6 månaderna}}(Q) = \sqrt{\frac{2 * 240 * 28}{0,15 * 10000}} = 2,99 \approx 3 \text{ st}$$

$$EOQ_{\text{De sista sex månaderna}}(Q) = \sqrt{\frac{2 * 240 * 7}{0,15 * 10000}} = 1,50 \approx 2 \text{ st}$$

Efter att EOQ hade beräknats visade det sig att MSB borde beställa med en orderkvantitet på 3 stycken datorer utifrån det förväntade behovet av nyinköpta datorer när det undersöktes på 12 månader och de första 6 månaderna. När de sista 6 månaderna undersöktes, då de hade minskat mycket i antal datorer som behövdes, blev orderkvantiteten 2 stycken datorer. MSB har ett förväntat behov av nyinköpta datorer under ett år på 35 stycken datorer, vilket blir ett snitt på 0,63 dator i veckan, se formeln nedan.

$$\frac{35}{52} = 0,63 \text{ stycken per vecka}$$

<sup>6</sup> Staake, F., verksamhetsansvarig inom logistik och systemutveckling, e-brev [2018-05-09]

Skulle det beräknas per halvår blev resultatet följande:

$$De\ första\ 6\ månaderna = \frac{28}{26} = 1,08\ stycken\ per\ vecka$$

$$De\ sista\ 6\ månaderna = \frac{7}{26} = 0,27\ stycken\ per\ vecka$$

Därefter beräknades säkerhetslagret. Eftersom leveransledtiden är 1 vecka, valdes det att beräkna standardavvikelsen per vecka. Varför säkerhetslagret inte kan beräknas på en månad som prognoserna togs fram på, beror på att i teorin behövs inget säkerhetslager ifall leveranstiden är kortare än måttet för efterfrågan. Detta eftersom flera leveranser hinner komma in till lager under denna månad, vilket skulle innebära att säkerhetslagret är onödigt. Eftersom MSB har en varierande och osäker efterfrågan anses det lämpligt att de använder sig av ett säkerhetslager även om ledtiden bara är en vecka. Säkerhetslagret beräknades enligt följande formel som beskrivs mer i avsnitt 2.4.2.

$$SL = k * \sigma$$

$$\sigma = \sigma_D * \sqrt{LT}$$

Säkerhetsfaktorn  $k$  blir 2,58 eftersom MSB vill ha så hög servicenivå som möjligt. Genom att säkerhetsfaktorn 2,58 användes är servicenivån 99,5 %, se avsnitt 2.4.2. En servicenivå på 99,5 % har använts då efterfrågan är osäker och man kan aldrig vara 100 % säker på att kunna leverera rätt mängd i rätt tid. Standardavvikelsen ( $\sigma_D$ ) beräknades genom att först beräkna det verkliga behovet av nyinköpta datorer per vecka under de senaste åren utifrån den historiska datan för de olika variablerna. Detta gjordes genom användande av den framtagna lagerstyrningsmodellen  $B_p(t) = D_t - (R_t - s_t)$ . I vanliga fall hade standardavvikelsen enbart beräknats på den faktiska efterfrågan för att få fram variationen men eftersom MSB hyr ut sina datorer för att sedan få tillbaka dem och kunna skicka iväg datorerna på nya uppdrag behövdes det tas hänsyn till returflödet och skrotflödet även här för att få fram variationen av efterfrågan som påverkar hur stora säkerhetslager de behöver ha. Hade inte returflödet och skrotflödet tagits med i denna beräkning hade säkerhetslagret behövt vara mycket större men eftersom det är känt att datorer kommer komma in till lagret utan att några inköp görs togs det hänsyn till detta. När behovet av nyinköpta datorer per vecka under tidigare år hade tagits fram beräknades standardavvikelsen över alla veckor med hjälp av Excel. Excel beräknar standardavvikelsen genom följande formel:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(A - M)^2}{T}}$$

$\sigma$  = Standardavvikelse

A = Antal nyinköpta datorer per vecka

M = Medelvärde av nyinköpta datorer per vecka

T = Antal tidsperioder

Standardavvikelsen beräknades per vecka då leveransledtiden var en vecka.

$$\sigma = 5,02 * \sqrt{1} = 5,02$$



$$SL_{99,5\%} = 2,58 * 5,02 = 12,9 \approx 13 \text{ st}$$

Det rekommenderade säkerhetslagret blev mycket större än vad medelefterfrågan per vecka från lagret blev. Detta eftersom efterfrågan är osäker och har stora toppar samtidigt som det totala behovet av nyinköpta datorer inte är så hög per år. Då säkerhetslagret blev relativt stort i jämförelse med EOQ, beräknades även EOQ genom att använda en servicenivå på 95 % ( $k = 1,64$ ) och 90 % ( $k = 1,28$ ) för att se hur stor skillnad detta skulle göra på storleken på säkerhetslagret.

$$SL_{95\%} = 1,64 * 5,02 = 8,23 \approx 8 \text{ st}$$

$$SL_{90\%} = 1,28 * 5,02 = 6,43 \approx 6 \text{ st}$$

Genom att minska servicenivån med 4,5 procentenheter så minskas säkerhetslagret med 6 stycken datorer och servicenivån med 9,5 procentenheter samt säkerhetslagret med 8 stycken. Detta innebär att säkerhetslagret blev mindre än hälften så stort genom att välja en servicenivå på 90 procent istället för på 99,5 procent.

Det finns två olika varianter av beställningsperiodicitet. Dessa är kontinuerliga över tid (exempelvis var tredje vecka) eller när en viss nivå nås på lagersaldot (beställningspunkt). Skulle MSB välja att ha ett förbestämt tidsintervall mellan beställningarna beräknas detta genom följande formel, med antingen en orderkvantitet på 2 eller 3 datorer.

$$\text{Antal gånger per år att beställa} = \frac{\text{Årlig efterfrågan}}{EOQ (Q)} = \frac{35}{3} = 11,67 \text{ gånger per år}$$

$$\text{Antal gånger per år att beställa} = \frac{\text{Årlig efterfrågan}}{EOQ (Q)} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ gånger per år}$$

Skillnaden i totalkostnad per år om antingen orderkvantiteten 2 eller 3 stycken används, blir följande:

$$\text{Totalkostnad}_{EOQ=3} = 0,15 * 10\ 000 * \frac{3}{2} + 240 * \frac{35}{3} = 2\ 250 + 2800 = 5\ 050 \text{ kr}$$

$$\text{Totalkostnad}_{EOQ=2} = 0,15 * 10\ 000 * \frac{2}{2} + 240 * \frac{35}{2} = 1\ 500 + 4200 = 5\ 700 \text{ kr}$$

Det blir alltså en skillnad på 650 kr per år dyrare om MSB beställer med en orderkvantitet på 2 istället för 3 stycken.

Då MSB:s förväntade behov av nyinköpta datorer varierar så mycket under året så anses inte ett fast tidsintervall som det bästa alternativet eftersom detta kommer leda till stora lager vissa månader och små lager andra månader.

Innan beställningspunkten beräknades kontrollerades det att formel

$BP = SL + D * LT$  som beskrivs i avsnitt 2.4.3 kunde användas genom att kontrollera detta villkor:  $D * LT < Q$ . Efterfrågan ( $D$ ) under ledtiden ( $LT$ ) är alltså mindre än orderkvantiteten. Det är viktigt att både efterfrågan och ledtiden har samma tidsperiod vilket i detta fall var 1 vecka. Även om denna formel inte fungerar jättebra vid ojämn efterfrågan så blir beställningspunkten en riktlinje till när det är dags att lägga en ny beställning.

Kontroll:  $Q = 3$  stycken

$$D_{12 \text{ månader}} * LT = \frac{35 \text{ st per år}}{52 \text{ veckor}} * 1 \text{ vecka} = 0,63 \text{ stycken}$$

Kontroll:  $Q = 3$  stycken

$$D_{\text{första 6 månaderna}} * LT = \frac{28}{26} * 1 \text{ vecka} = 1,07 \text{ stycken}$$

Kontroll:  $Q = 2$  stycken

$$D_{\text{sista 6 månaderna}} * LT = \frac{7}{26} * 1 \text{ vecka} = 0,27 \text{ stycken}$$

Kontrollen bevisar att villkoret för formeln uppfylls och följande formel kan användas:

$$BP = SL + D * LT$$

Beräknat på 12 månader:

$$BP_1 = SL_{99,5\%} + D * LT = 13 + 0,63 * 1 = 13,63 \approx 14 \text{ stycken}$$

$$BP_2 = SL_{95\%} + D * LT = 8 + 0,63 * 1 = 8,63 \approx 9 \text{ stycken}$$

$$BP_3 = SL_{90\%} + D * LT = 6 + 0,63 * 1 = 6,63 \approx 7 \text{ stycken}$$

Beräknat på de första 6 månaderna:

$$BP_4 = SL_{99,5\%} + D * LT = 13 + 1,07 * 1 = 14,07 \approx 14 \text{ stycken}$$

$$BP_5 = SL_{95\%} + D * LT = 8 + 1,07 * 1 = 9,07 \approx 9 \text{ stycken}$$

$$BP_6 = SL_{90\%} + D * LT = 6 + 1,07 * 1 = 7,07 \approx 7 \text{ stycken}$$

Beräknat på de sista 6 månaderna:

$$BP_7 = SL_{99,5\%} + D * LT = 13 + 0,27 * 1 = 13,27 \approx 13 \text{ stycken}$$

$$BP_8 = SL_{95\%} + D * LT = 8 + 0,27 * 1 = 8,27 \approx 8 \text{ stycken}$$

$$BP_9 = SL_{90\%} + D * LT = 6 + 0,27 * 1 = 6,27 \approx 6 \text{ stycken}$$

Eftersom säkerhetslagret blev stort resulterade detta i att även beställningspunkten ligger på ett högre antal än vad medelefterfrågan per vecka blev. Då efterfrågan av nyinköpta datorer kan variera mycket är det lämpligare att MSB använder sig av beställningspunkt istället för att använda fasta tidsperioder för beställningarna. Om fasta tidsperioder skulle användas riskerar MSB att skapa stora lager eller stora brister under de olika tidsperioderna.

I dagsläget dokumenterar inte MSB hur mycket brist de får då de löser detta på annat sätt. Därför kan ingen bristkostnad beräknas. Skulle MSB i framtiden dokumentera bristen kan bristkostnaden beräknas till produktpris multiplicerat med storleken på bristen (antal datorer).

### 5.3.2 Analys av beslutsunderlag

---

Då MSB inte förädlar sina datorer utan köper in dem för att sedan sälja dem vidare kommer endast medellagervärdet (MLV) i deras lager stå för den genomsnittliga kapitalbindningen. Formeln som användes för att beräkna MLV är följande;

$$MLV = p * MLN = p * (SL + \frac{Q}{2})$$

$p$  står för produktvärde och det innebär i MSB:s fall produktpriset. MLN står för medellagernivå.

Beräkningar gjorda för data från 12 månader och de första 6 månaderna:

$$MLV_{1;99,5\%} = 10\ 000 * \left(13 + \frac{3}{2}\right) = 145\ 000\ kr$$

$$MLV_{2;95\%} = 10\ 000 * \left(8 + \frac{3}{2}\right) = 95\ 000\ kr$$

$$MLV_{3;90\%} = 10\ 000 * \left(6 + \frac{3}{2}\right) = 75\ 000\ kr$$

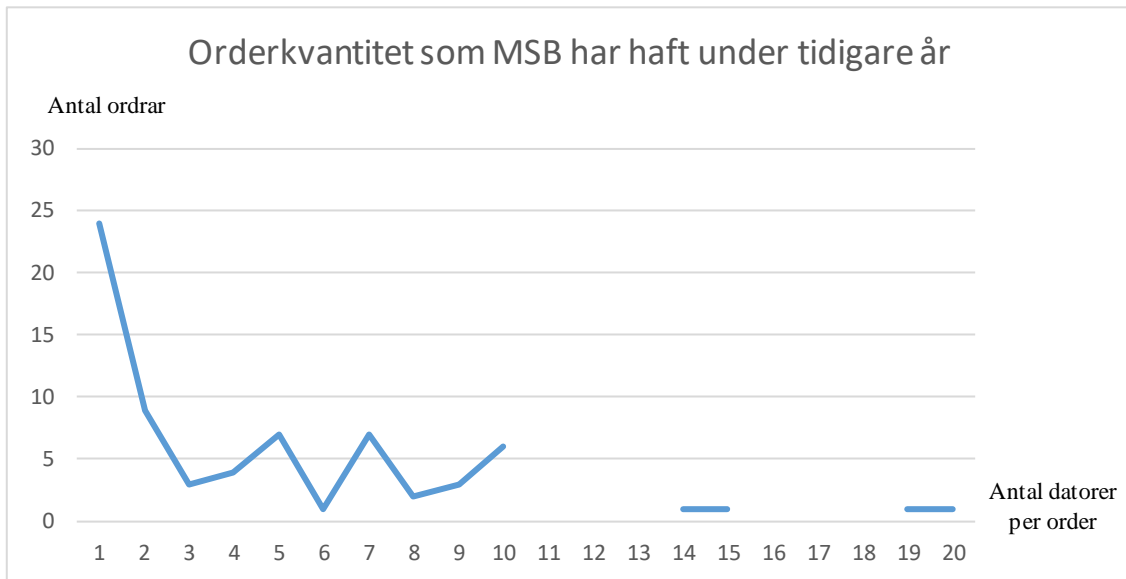
Beräkningar gjorda för data från de sista 6 månaderna:

$$MLV_{4;99,5\%} = 10\ 000 * \left(13 + \frac{2}{2}\right) = 140\ 000\ kr$$

$$MLV_{5;95\%} = 10\ 000 * \left(8 + \frac{2}{2}\right) = 90\ 000\ kr$$

$$MLV_{6;90\%} = 10\ 000 * \left(6 + \frac{2}{2}\right) = 70\ 000\ kr$$

Dessa medellagervärden kan bli lägre ifall nivån i lagret minskar på grund av ojämn efterfrågan. Jämförs detta med hur MSB har gjort de senaste åren så syns en stor skillnad. I dagsläget har de inte använt varken säkerhetslager, beställningsperiodicitet eller fast orderkvantitet utan har beställt den mängd de tyckt verkat rimlig när de ansåg att det var dags för en ny beställning. Filip Staake har informerat om att de oftast beställer mellan 10 och 50 stycken datorer men enligt den historiska datan stämmer inte detta. En anledning till att den historiska datan inte stämmer med Filip Staakes svar kan bero på om de på MSB bara har registrerat inköp på exempelvis en dator per dag. De borde ha registrerat in hela den mottagna ordern samma dag. När den historiska datan undersöktes på hur stor orderkvantitet de använde sig av under tidigare år så ser det ut som att de köpte in 40 stycken datorer 2012-10-22, men detta var bara när de bytte dokumentationssystem. Därför har de datorer som registrerades som inköpta denna dag bortsetts ifrån då det ger felaktig information. Det syns tydligt att MSB oftast har haft en orderkvantitet på en dator per order men även några ordrar upp till och med 10 för att sedan ha gjort en beställning med 14, 15, 19 och 20 stycken datorer. se Figur 24.



Figur 14: MSB:s orderkvantitet under de senaste 5 åren.

Beräknas medelvärde på antal datorer per order som MSB har haft blir det 4,7 stycken datorer. Detta leder till ett medellagervärde på:

$$MLV_{4,7} = 10\ 000 * \left(0 + \frac{4,7}{2}\right) = 23\ 500\ kr$$

Och om medellagervärdet beräknas på att de bara använt sig av orderkvantiteten 1 blir medellagervärdet:

$$MLV_1 = 10\ 000 * \left(0 + \frac{1}{2}\right) = 5\ 000\ kr$$

Även om medellagervärdet är lågt så blir den totala ordersärkostnaden per år ganska hög. Under de senaste ca 5 åren har MSB köpt in 310 datorer. Om de hade använt en orderkvantitet på 1 hade detta resulterat i en totalordersärkostnad på:

$$310 * 240 = 74\ 400\ kr.$$

Om de däremot hade använt sig av orderkvantiteten 4,7 stycken hade den totala ordersärkostnaden uppgått till:

$$\frac{310}{4,7} * 240 = 15\ 830\ kr$$

Om de hade använt sig av exempelvis orderkvantiteten 3 stycken som fås genom beräkning av EOQ för 12 månader och för de första 6 månaderna, skulle ordersärkostnaden ha blivit:

$$\frac{310}{3} * 240 = 24\ 800\ kr$$

Ordersärkostnaden blir mycket mindre genom användande av exempelvis orderkvantiteten 3 stycken datorer istället för att beställa en åt gången.

Att medellagervärdet är så lågt i den historiska datan beror på att MSB inte har använt sig av något säkerhetslager vilket leder till att de oftast inte är beredda på en ökning i efterfrågan då

de bara har litat på att de ska hinna få in datorer från uppdrag innan de behöver skicka ut nya på uppdrag.

Genom att använda exempelvis en servicenivå på 90 % och en orderkvantitet på 3 stycken datorer hade den totala kostnaden för medellagervärde blivit 75 000 kr och ordersärkostnaden hade blivit 24 800 kr.

Under de senaste cirka 5 åren har de haft en ordersärkostnad på  $72 \cdot 240 = 17\,280$  kr och ett medellagervärde 23 500 kr genom användande av medelorderkvantiteten 4,7 stycken datorer. Dessa siffror är lägre än den framräknade kostnaden som de hittills har haft men detta är inte konstigt eftersom MSB ville ha hjälp att ta fram ett lagerstyrningssystem som ökar deras servicenivå vilket leder till att de bör ha ett säkerhetslager eftersom deras efterfrågan är osäker.

Detta innebär att om MSB hade använt sig av ett säkerhetslager med 90 % servicenivå och en orderkvantitet på 3 under de gångna åren hade de behövt betala och låsa pengar i lager på totalt  $99\,800 - 40\,780 = 59\,020$  mer under dessa 5 år. På 1 år blir detta i snitt cirka 12 000 kronor för att ha en servicenivå på 90 procent som är ungefär lika mycket som en dators inköpspris. Eftersom MSB inte har dokumenterat när brist har uppstått är det omöjligt att veta hur ofta de har fått gjort nödlösningar istället för att kunna ta från ett säkerhetslager för att kunna leverera rätt sort dator i rätt tid med rätt antal.

Oavsett om formeln för lageromsättningshastig är baserad på kvantitet eller värde fås samma resultat därför valdes det att använda formeln för kvantitet som förklaras mer i avsnitt 2.6.3. som används för att beräkna lageromsättningshastighet med hjälp av kvantitet är:

$$LOH = \frac{D(\text{antal})}{MLN} = \frac{D(\text{antal})}{SL + \frac{Q}{2}}$$

Beräkningar för 12 månader:

$$LOH_{1;99,5\%} = \frac{35}{13 + \frac{3}{2}} = 2,4 \text{ ggr per år}$$

$$LOH_{2;95\%} = \frac{35}{8 + \frac{3}{2}} = 3,7 \text{ ggr per år}$$

$$LOH_{3;90\%} = \frac{35}{6 + \frac{3}{2}} = 4,7 \text{ ggr per år}$$

Beräkningar för de första 6 månaderna:

$$LOH_{4;99,5\%} = \frac{28}{13 + \frac{3}{2}} = 1,9 \text{ ggr per år}$$

$$LOH_{5;95\%} = \frac{28}{8 + \frac{3}{2}} = 2,9 \text{ ggr per år}$$

$$LOH_{6;90\%} = \frac{28}{6 + \frac{3}{2}} = 3,7 \text{ ggr per år}$$

Beräkningar för de sista 6 månaderna:

$$LOH_{7;99,5\%} = \frac{7}{13 + \frac{2}{2}} = 0,5 \text{ ggr per år}$$

$$LOH_{8;95\%} = \frac{7}{8 + \frac{2}{2}} = 0,78 \text{ ggr per år}$$

$$LOH_{9;90\%} = \frac{7}{6 + \frac{2}{2}} = 1 \text{ ggr per år}$$

Även här syns en stor skillnad beroende på om servicenivån 99,5 %, 95 % eller 90 % används.

Lagerstyrningssystemet rekommenderas att användas på så sätt att välja en rimlig servicenivå där det inte binds jättemycket pengar i lagret samtidigt som att servicenivån blir tillräckligt hög enligt MSB. Efter ett tag när lagerstyrningssystemet har används och prognoserna blir säkrare genom att bristen dokumenteras noggrant, desto högre kommer servicenivå kunna bli. Detta kan ske utan mer pengar binds i lagret i och med att prognosen varnar för när de eventuellt kommer behöva köpa in fler datorer. När MSB har börjat dokumentera bristen kan varje kvartal vara ett bra tidsintervall till att uppdatera prognoserna genom att fylla på med den nya historiska datan. Samtidigt borde även orderkvantiteten, beställningspunkten och säkerhetslagret beräknas om. Då EOQ inte alltid fungerar jättebra med ojämn efterfrågan kan detta frångås de tillfällen det behövs. Ett exempel är: beställningspunkten är 14 och orderkvantiteten är 3 och MSB får en beställning från kund på 10 datorer när de har 15 stycken i lagret. Detta innebär att lagret kommer sjunka till 5 stycken datorer vilket leder till att det inte räcker att beställa 3 datorer för att nå upp över beställningspunkten. Vid dessa tillfällen får MSB frångå lite från den beräknade orderkvantiteten. MSB får då beställa både skillnaden mellan lagernivån upp till beställningspunkten plus antalet som den beräknade orderkvantiteten har. I detta fall skulle det innebära att de skulle beställa 12 stycken datorer. De gånger när de når beställningspunkten fortsätter de använda sig av den beräknade orderkvantiteten 3. Ett annat exempel är: MSB har 14 datorer i lager, det vill säga de har nått beställningspunkten och de lägger en order. Om de skulle få en order på 3 eller fler datorer under den kommande veckan (leveransledtid från leverantör) får de lägga en ny order för att inte komma under beställningspunkten när en vecka har gått.

## 6 Diskussion

---

I detta kapitel diskuteras val av metod, resultatets rimlighet och hänsyn till etiska och samhällsliga aspekter, arbetets genomförbarhet och möjligheter för vidare studier inom samma område.

### 6.1 Metod

---

De metoder som har använts och presenteras i kapitel 3, var alla nödvändiga att använda sig av för att få ihop ett bra arbete. Fördelen med att använda metoden intervju var att det snabbt skapades en helhet och förståelse för det givna problemet och på så sätt har det varit relativt tydligt i vilken ordning de olika aktiviteterna skulle genomföras för att lösa problemet. Den metod som har använts mest och som detta arbete inte hade kunnat klara sig utan är de statistiska metoderna. Genom användande av dessa statistiska metoder till den historiska datan har det varit möjligt att se olika mönster på de olika flödena. På så sätt kunde prognoser tas fram och i sin tur kunde alla beräkningar göras. Därefter kunde dessa analyseras och diskuteras för att sedan komma fram till ett förslag till MSB på hur deras lagerstyrning kan se ut utifrån de logistiska perspektiven. För att resultaten och det framtagna förslaget skulle vara rimliga krävdes det att kontrollera hur väl prognoserna stämde överens med hur utfallet blev. Detta gjordes genom att ta fram en prognos för år 2017 och sedan beräkna prognosfelen med hjälp av den historiska datan som fanns. För att exempelvis säkerställa reliabiliteten på intervjuerna frågades flera olika frågor om samma sak för att se att svaren inte ändrades utan att de stämde överens oavsett hur frågan ställdes. Resultaten har även diskuterats med exempelvis handledaren på universitetet för att säkerställa att de har hög reliabilitet. Validiteten på arbetet och dess rapport säkerställdes genom att trovärdig teori användes och handledaren på MSB noggrant förklarade hur exempelvis den givna Excel-filen skulle tydas.

De metoder som har använts har fungerat bra under arbetets gång och det har inte uppkommit något under arbetets gång som har lett till att någon annan metod hade varit bättre att använda så här i efterhand.

### 6.2 Resultat

---

Resultatet anses rimligt med den information som gavs från MSB i dagsläget. Men hur trovärdigt skrotflödet är, är svårt att fastställa eftersom datorer dokumenterades som skrot när de var skrotade men också när de började användas till något annat i myndigheten. Detta resulterar i att resultatet som helhet blir bra genom att de modeller och beräkningar som gjorts på nuvarande information är rimlig och enkelt kan användas vid senare tillfälle om MSB vill uppdatera sina prognoser eller om de har ny/förbättrad information som de vill bygga resultatet på.

Även om MSB:s datorer som de har på lagret har ett högt pris och den totala efterfrågan på nyinköpta datorer inte är så stor anses inte lot-for-lot vara rätt lagerstyrningsmodell då detta skulle leda till en risk för att få stora brister, vilket MSB inte vill få. Inte heller beställningspunkt med återfyllnadsnivå skulle fungera så bra jämt för MSB då detta ökar risken för brist även om det skulle minska kapitalbindningen. Enbart beställningspunkt kombinerat med EOQ är inte heller det mest lämpliga utan jag anser att en beställningspunkt kombinerat med EOQ ska vara grunden och sedan de gånger då efterfrågan är stor

kombineras detta även med återfyllnadsnivå. Detta för att minimera risken att MSB ska få brist.

Då säkerhetslagret blev mycket stort genom den stora variationen i efterfrågan av nyinköpta datorer resulterade det i ett stort medellagervärde genom att använda en servicenivå på 99,5 %. Därför valde jag att undersöka hur stor skillnad det skulle vara på att använda en servicenivå på 95 % eller 90 %. Då märktes det tydligt att genom att minska servicenivån med bara några procent minskade medellagervärdet avsevärt, från 145 000 kr till 95 000 respektive 75 000 kr. Detta leder till att en fundering fick göras över hur viktigt det är att kunna leverera 99,5 % av gångerna eller om det är mer värt att bara kunna leverera exempelvis 90 % av gångerna i tid. Eftersom MSB skickar datorerna till katastrofdrabbade områden och dessa datorer underlättar för alla arbetande människor på plats och hjälparbetet till de drabbade och skadade människorna. Därför anses det att det är mer värt att ha en högre servicenivå än att medellagernivåerna minskar, samtidigt som medellagernivåerna inte får bli för höga. Detta blir alltså en fråga som ska balansera de etiska och samhällseliga aspekterna med de ekonomiska kostnaderna för MSB. De vill kunna ge så snabb och bra hjälp till de drabbade människorna som möjligt genom att alltid kunna leverera rätt mängd datorer samtidigt som de inte har råd att ha för stora lager. I dagsläget har MSB inte något samarbete med någon leverantör som gör att de kan få en snabbare leverans genom att betala en högre kostnad utan en beställning tar ca en vecka oavsett hur bråttom MSB behöver få in datorerna till lagret för att kunna skicka ut dem till drabbade områden. Det är därför som MSB har som önskemål till detta arbete att ha en servicenivå på 100 procent även om ingen kan uppnå exakt 100 procent.

## 6.3 Genomförbarhet

---

Under arbetets gång uppstod flera problem som alla var kopplade till den historiska datan. I början av arbetet trodde jag att den historiska datan inte skulle bli ett problem då tillgång hade givits till hela datafilen där MSB hade alla händelser registrerade per dator och datum. Det första problemet som uppstod var hur den historiska datan skulle rensas då den visade många försäljningar och returerna som förekom inom MSB:s lager. För att få fram det verkliga försäljningsflödet till kund och returflödet från kund fick varje dators flöde undersökas för att kunna radera de försäljningar och returerna som var inom myndighetens egna lager eftersom detta inte var några riktiga utleveranser eller returerna. Det var Filip Staake som förklarade hur data kunde sorteras för att få fram det resultat som önskades. När data hade rensats visade det sig att skrot inte betyder att datorerna skrotades utan de kunde användas vidare i någon annan del på MSB. Detta gjorde det svårt att ta fram en riktig livslängd för datorerna. För att få fram en livslängd på datorerna, som kunde användas till prognosen, beräknades medelvärde. På samma sätt gjordes det för returerna, det vill säga längden på uppdragen. Ett annat problem som uppstod var att ingen bristkostnad kunde beräknas då MSB hade valt att inte dokumentera detta då de löste bristen på något annat sätt, exempelvis kunde de skicka liknande datorer om brist uppstod.

Även om den historiska datan inte alltid var dokumenterad på det sätt som hade önskats anser jag att detta arbete hade god genomförbarhet och genom de antaganden som gjordes, kunde en modell tas fram och beräkningarna kunde göras på ett bra sätt.



## 6.4 Vidare studier

---

Det skulle kunna göras vidare studier inom samma område genom att studera den historiska datan igen om exempelvis ett år och att MSB då är mer noggranna med sin dokumentation under det kommande året. Detta för att säkerställa att de datorer som registreras som skrotade verkligen är skrotade för att kunna ge MSB ett mer korrekt svar på hur lång livslängd en dator har. Däremot fungerar det att använda den livslängd som visas i den historiska datan för att ta fram prognoser då detta är sanningen på hur länge datorerna stannar i denna del av verksamheten. Det samma gäller för bristen, att den dokumenteras, så att en bristkostnad kan beräknas. Även om MSB skulle dokumentera bristen skulle de kunna fortsätta med att exempelvis skicka ut liknande datorer vid brist under kommande året. En annan sak som också skulle kunna göras vid vidare studier är att fortsätta titta på de datorer som börjar användas på något annat ställe i företaget. Detta skulle ge en tydligare bild över hur många datorer som MSB har behov av vilket skulle leda till att den framtagna orderkvantiteten och beställningspunkten antagligen skulle få ett annat resultat. Det skulle också vara intressant att titta på alla tre sorters datorer som MSB har på lager för att exempelvis se om de borde använda sig av bara en sort istället.

## 7 Slutsats

---

I dagsläget lägger MSB beställningar när deras känsla säger att det börjar se tomt ut på lagret och det finns ingen speciell person som gör denna bedömning utan det kan variera från gång till gång. I detta arbete har prognoser tagits fram utifrån den historiska datan. För att kunna göra prognoserna behövdes även datorernas livslängd bestämmas. Livslängden på datorerna i detta arbete påverkades av att vissa dokumenterades som skrotade även om de fortsatte användas i verksamheten fast i något hopplockad kitt (en låda med resurser) som också skulle skickas till olika uppdrag. Datorernas livslängd påverkades också av vilket uppdrag de skickades till. Exempelvis de datorer som skickades till ebolakatastrofen i Liberia 2014. skrotades direkt efteråt även om de inte hade nått sin fulla livslängd utan MSB ville minimera risken för att ta med sig smittan till Sverige. För att kunna ta fram en livslängd som kunde användas i prognoserna valdes det att datorernas livslängd var 1,6 år. Det innebär att när datorerna hade vart hos MSB i 1,6 år från inköpsdatumet antogs det att de behövde skrotas.

När prognoserna skulle tas fram användes två olika sätt. Efterfrågan baserades på den historiska datan genom att beräkna trend, nivå och säsongindex. När skrotflödet och returflödets prognoser togs fram valdes det att beräkna medelvärdet av livslängden (1,6 år) respektive medellängden på uppdragen (0,4 år). Skrotflödet baserades sedan på inköpsflödet och returflödet baserades utifrån efterfrågan. En annan prognos som hade kunna användas var medelvärdet så att varje månad hade exempelvis samma efterfrågan men detta ansågs som ett sämre prognosval då det var känt att efterfrågan var osäker och varierade. Genom de valda prognoserna visades variationen. Vissa månader kunde prognosen skilja rätt mycket ifrån den historiska datan vilket visades när prognosfelen beräknades men över hela året skilde det inte så mycket, varken i medelfel eller medelabsolutfel.

Prognoserna som togs fram skulle kunna bli säkrare genom en bättre dokumentation. Därför anser jag att det vore bättre om MSB använder sig av en servicenivå på 90 % istället för på 99,5 % eller 95 %. Detta då bristen inte har dokumenterats på ett riktigt sätt enligt mig och kan därför leda till att MSB skulle binda för mycket kapital i lagret annars. Att bristen inte har dokumenterats av MSB påverkar prognoserna eftersom utleveranserna kan ha skett vid ett annat tillfälle än när efterfrågan uppstod eller att MSB skickade en annan sorts dator. I och med att bristen inte har dokumenterats har ingen bristkostnad, tidpunkt eller storlek på bristen kunnat tas fram. Att skrotflödet inte har dokumenterats riktigt enligt mig, genom att en dator som har dokumenterats som skrotad innebär inte alltid att den har skrotats utan har fortsatt brukas i någon annan del av verksamheten påverkar inte de framtagna prognoserna. Däremot påverkar det datorernas livslängd vilket resulterar i att MSB inte kan anta att alla datorer kommer fungera i 1,6 år i snitt utan den livslängd som kunde beräknas var att datorerna kommer användas i denna del av verksamheten i 1,6 år i snitt. En annan anledning till varför jag anser att en servicenivå på 90 % är att föredra beror på att det blir en ganska stor minskning av kapitalbindningen i lagret jämfört med hur många procentenheter lägre servicenivå MSB kommer ha.

Om brist uppstår under den närmsta tiden innan de fått tillräckligt med information för att kunna göra nya prognoser och beräkningar så fortsätter de att lösa den på samma sätt som de har gjort hittills. Därefter, när den historiska datan kan ge säkrare prognoser genom en förändrad dokumentation, kanske inte säkerhetslagret behöver vara så stort och en servicenivå på 99,5 % blir rimlig att använda sig av.

MSB borde göra beställningar med en orderkvantitet på 3 stycken datorer och att de använder sig av beställningsperiodiciteten beställningspunkt, istället för fasta tidsintervall då efterfrågan kan variera väldigt mycket. Om de skulle använda sig av fasta intervall riskerar de att få stora brister eller stora lager beroende på hur efterfrågan ser ut.

Om MSB skulle få en lagernivå som ligger under beställningspunkten innan de hinner lägga en ny beställning får de beställa antalet upp till beställningspunkten för att sedan också adder till den beräknade orderkvantiteten,  $EOQ = 3$ . Om efterfrågan ökar extra mycket en vecka så de kommer under beställningspunkten kommer de kunna undvika brist till 90 procent då de har ett säkerhetslager som de kan ta utav som är baserad på en 90 % servicenivå. Om MSB väljer att använda exempelvis Lot-for-lot istället för EOQ leder det till att risken för brist ökar, vilket de inte vill.

Det rekommenderade lagerstyrningssystemet skulle vara bättre för MSB jämfört med det lagerstyrningssystem som de själva har använt under de senaste 5 åren. Om det rekommenderade lagerstyrningssystemet hade använts under de senaste fem åren hade MSB fått att kostnaderna ökade med 12 000 kronor per år men de hade haft en servicenivå på 90 % i jämförelse med deras lagerstyrningssystem som de använde under de senaste fem åren då de bara gick på känsla och därför är det svårt att beräkna vilken servicenivå de har haft.

Det finns stora möjligheter till att fortsätta utveckla detta arbete genom att exempelvis titta på livslängden och efterfrågan på alla datorer av denna sort oavsett var i MSB de används. Ett annat fortsatt arbete som skulle kunna göras är att titta på denna modell av dator tillsammans med de två andra modellerna som MSB har på sitt lager för att se om det är mer lönsamt att ha en, två eller tre sorter av datorer. Genom att minimera antalet modeller skulle MSB kunna minska sitt totala säkerhetslager av datorer.

# Referenser

---

- Aoyagi, M. (2012). Strategic obscurity in the forecasting of disasters. *Games and Economic Behavior*.
- Chaaturvedi, A., & Martínez-de-Albéniz, V. (2016). Safety stock, excess capacity or diversification: trade-offs under supply and demand uncertainty. *Production and operations management*, 25, No 1, 77-95.
- Chen, L., Yücel, S., & Zhu, K. (2017). Inventory management in a closed-loop supply chain with advance demand information. *Operations Research Letters*, 45, 175-180.
- Chuang, C.-H., & Chiang, C.-Y. (2016). Dynamic and stochastic behavior of coefficient of demand uncertainty incorporated with EOQ variables: an application in finished-goods inventory from general motors´dealerships. *Int. J. Production Economics*, 95-109.
- David, M., & Sutton, C. (2016). *Samhällsvetenskaplig metod* (1:2 ed.). (S.-E. Torhell, Trans.) Lund: Studentlitteratur AB.
- de Oliveira Silva, R., & Santiago Scarpin, M. (2014). Humanitarian logistics: empirical evidences from natural disaster. *Elsevier, Procedia Engineering* 78, 102-11.
- De Zoysa, D., & Rupasinghe, T. (2016). Development of a safety stock optimization model with high demand uncertainties for winery supply chains (WSCs). *Proceedings of the 1 "Manufacturing & Industrial Engineering Symposium*.
- DeCroix, G., & Zipkin, P. (2005). Inventory Management for an Assembly System with Product or Component Returns. *Management Science*, vol. 51, No8, 1250-1265.
- Edlund, P., Högborg, O., & Leonardz, B (1999) *Beslutsmodeller - redskap för ekonomisk argumentation* (4 ed). Lund: Studentlitteratur AB.
- Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod* (4 ed.). Lund: Studentlitteratur AB.
- Eliasson, A. (2013). *Kvantitativ metod från början* (3 ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Eriksson Barajas, K., Forsberg, C., & Wengström, Y. (2013). *Systematiska litteraturstudier i utbildningsvetenskap* (1 ed.). Lettland.
- Fransson, A., & Granqvist, M. (2017). *Förbättring av lagerstyrning på Nextjet AB*. Norrköping: Linköpings universitet.
- Gustavsson, K. (2014). *Skogsbranden i Västmanland 2014*. Länsstyrelsen i Västmanlands län. Retrieved from Länsstyrelsen.se.
- International Research Institute for Climate and Society. (2018, A, 05 05). International Research Institute for Climate and Society|What is IRI? Retrieved from iri.columbia.edu: <https://iri.columbia.edu/about-us/what-is-iri/>
- International Research Institute for Climate and Society. (2018, B, 05 05). International Research Institute for Climate and Society|Climate and Forecast Products. Retrieved

from iri.columbia.edu: [https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/#Seasonal\\_Climate\\_Forecasts](https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/#Seasonal_Climate_Forecasts)

- International Research Institute for Climate and Society. (2018, C, 05 05). International Research Institute for Climate and Society|Disasters. Retrieved from iri.columbia.edu: <https://iri.columbia.edu/our-expertise/disasters/>
- Jonsson, F. (2012, 01). Korrelation och regression: linjära modeller för bivariata samband. Uppsala.
- Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2016). Logistik - Läran om effektiva materialflöden (3 ed.). Studentlitteratur AB.
- Kovács, G., & Spens, K. (2009). Identifying challenges in humanitarian logistics. *International Journal of Physical distribution & logistics management*, 39, No 6, 506-528.
- Lantz, A. (2013). Intervjumetodik (3:1 ed.). Lund: Studentlitteratur AB.
- Lu, H., Wang, H., Xie, Y., & Li, H. (2016). Construction material safety-stock determination under nonstationary stochastic demand and random supply yield. *IEEE transactions on engineering management*, 63, No 2.
- Lövås, G. (2004). Statistik - Metoder och tillämpningar (1:1 ed.). Oslo: Liber.
- Mattsson, S.-A. (2018, 03 25). Prognostisering av efterfrågan vid trend. Handbok i materialstyrning - del F prognostisering.
- Mattsson, S.-A. (n.d.). Absoluta mått på prognosfel. Handbok i materialstyrning - Del F Prognostisering, 3. Retrieved 10 22, 2018, from [http://www.plan.se/pdf/f71\\_absoluta\\_matt\\_pa\\_prognosfel.pdf](http://www.plan.se/pdf/f71_absoluta_matt_pa_prognosfel.pdf)
- MSB. (2010). Olyckor & kriser 2009/2010 - statistik och analys. Ödeshög: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (2010). Olyckor & kriser 2009/2010 - statistik och analys. Kristinehamn: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (2011). Rätt i Kris-Rätt juridiskt och etiskt vid möte med medier i kris och olyckor. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- MSB. (2012). Ramverktyg för integrerat beslutsfattande inklusive etiska frågor - En fallstudie om destruktion av ammunition. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- MSB. (2017, 10 31). MSB stödjer människor på flykt i Bangladesh. Retrieved 03 19, 2018, from [msb.se: https://www.msb.se/sv/Om-MSB/Nyheter-och-press/Nyheter/Nyheter-fran-MSB/MSB-stodjer-manniskor-pa-flykt-i-Bangladesh/](https://www.msb.se/sv/Om-MSB/Nyheter-och-press/Nyheter/Nyheter-fran-MSB/MSB-stodjer-manniskor-pa-flykt-i-Bangladesh/)
- MSB. (2018, 03 19). [msb.se - Om MSB](https://www.msb.se/sv/Om-MSB/). Retrieved from [msb.se: https://www.msb.se/sv/Om-MSB/](https://www.msb.se/sv/Om-MSB/)
- MSB. (2018, 05 06). Msb.se-Insatspersonal - utbildning. Retrieved from [msb.se: https://www.msb.se/sv/Utbildning--ovning/Utbildning/Insatspersonal---utbildning/](https://www.msb.se/sv/Utbildning--ovning/Utbildning/Insatspersonal---utbildning/)

- Mällroth, N., & Rafiey, N. (2016). Strategiskt inköp (1 ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Olhager, J. (2013). Produktionsekonomi: principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion. Studentlitteratur.
- Olsson, H., & Sörensen, S. (2011). Forskningsprocessen: Kvalitativa och kvantitativa perspektiv (3 ed.). Stockholm: Liber.
- Oskarsson, B., Aronsson, H., & Ekdahl, B. (2014). Modern logistik - för ökad lönsamhet (4:2 ed.). Kina: Liber AB.
- Roodbergen, K., Taylor jr, G., & Vis, I. (2015). Simultaneous determination of warehouse layout and control policies. *International Journal of production Research*, 53 No11, 3306-3326.
- Sheut, S.-H. (1997). A generalized model for jointly determining the optimal ordering point and the optimal number of minimal repairs before replacement. *International journal of systems science*, 28, no 8, 759-766.
- Simpson, V. (1978). Optimum Solution Structure for a Repairable Inventory Problem. *Operations Research*, Vol. 26, No.2, 270-281.
- Staaake, F. (2017, 12 15). (S. Grabmüller, Interviewer)
- Trost, J. (2010). Kvalitativa intervjuer (4 ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Van Wassenhove. (2006). Humanitarian Aid Logistics: Supply chain Management in High Gear. *The journal of the Operational Research Society*, 475-489.

# Bilaga 1

---

## Frågor kring beställning från leverantör

- **Hur görs en beställning?**

Den initieras av antingen en teknisk handläggare som ser ett behov till en ny operativleverans eller utbyte i en befintlig, eller av materielplanerarare som planerar packning och lagerpåfyllnad.
- **Vem gör beställningen?**

Materielplanerarna gör den själva om det är avrop på befintliga ramavtal, är det frågan om nya ramavtal eller direktupphandling över 100 000kr gör våra inköpare det.
- **När görs beställningen?**

Oftast är det enkla och tyvärr vanligaste svaret när behov uppstår. Men ibland har vi miniminivåer/beställningspunkter och på en del varor, och särskilt våra profilkäder har vi periodbeställning på.
- **Finns det någon förutbestämd orderkvantitet som ni beställer?**

Det beror alldeles på. Tyvärr har vi nog oftast ad-hoc beställningar. Men personlig utrustning och en del annan materiel beställer vi enligt en stafflad prislista så då försöker vi ta så nära det vi behöver men lägga oss på en billigare kvantitet.
- **Finns det mängdrabatt och i så fall vart går gränsen?**

Det beror alldeles på vad det är för materiel. På just datorer gäller, om jag inte minns fel, en andra konkurrensutsättning vilket innebär att vi frågar på det antalet vi bedömer att vi vill köpa och så får de ramavtalsleverantörer vi har buda om att få ordern där den som är billigast oftast vinner. (det är väldigt lätt att utvärdera på pris)
- **Finns det någon min- eller maxgräns över hur många datorer ni får beställa per gång?**

Inte egentligen, men vi vet på ett ungefär vad vi och leverantörerna mäktar med att hantera åt gången. Vi köper oftast mellan 10-50st åt gången.
- **Hur lång leveransledtid har datorerna?**

Det beror på mängd, modell och om vi vill ha dom med engelskt tangentbord men ca en vecka.
- **Kan ni lita på den angivna leveranstiden eller är den ofta osäker?**

Den brukar stämma rätt väl, dock vet vi inte alltid leveranstiden förrän vi får leveransbekräftelsen.
- **Om leveransen är sen beror det ofta på samma anledning eller inte?**

Ska jag vara helt ärlig mäter vi inte förseningen och inte heller orsaken. Men oftast är anledning till lång leveranstid att varan inte finns i lager i den mängd vi beställer.
- **Vad kan det finnas för anledningar till att en leverans blir försenad?**

Se ovan.
- **När ni får leveransen, är det rätt mängd datorer som ni har beställt eller sker det ofta bortfall och är det många som är defekta?**

Det händer nästan aldrig, vet inte om det hänt oss än faktiskt.
- **Har ni avtal med något speciell leverantör och under vilken period gäller avtalet i så fall?**

Det brukar vara som mest 4 år, Lagen om offentlig upphandling (LoU) som styr detta.
- **Hur hanterar ni etiska aspekter exempelvis har leverantören bra arbetsförhållanden i fabriken?**

Det är LoU som styr ganska hårt vilka krav vi kan ställa och jag vet inte om vi skulle kunna ställa ett sådant krav. De krav vi ställer måste vi kunna utvärdera och hur skulle

man bära sig åt med just arbetsmiljö för de anställda på fabriken?

Man kan dra det längre, hur utvinns mineralerna som används i all elektronik, och hur säkerställer man att det görs på ett hållbart och miljövänligt sätt?

### Frågor kring beställning från kund

- **Hur går det till när ni får en beställning på datorerna?**  
Det kommer oftast i samband med beställningen av den personliga utrustningen och den kommer som ett mail till Orderkontoret på Logistikenheten.
- **Hur löser ni problemet om ni får en beställning på datorerna men ni inte har tillräckligt många hemma?**  
Vi får prioritera tillsammans med beställarna vilka insatser eller övningar som kan vänta och om vi kan dra ner antalet eller välja en annan variant på dator, vi har 3 typer av datorer och du har fått i uppgift att titta på den som är ”standard”, vi har ”liten” och ”kraftfull” också.
- **Går sådana beställningar att lösa och i så fall hur och vad kostar det?**  
Det kostar inget extra utan vi försöker lösa det med vanliga inköp och kanske beställer enstaka datorer istället för de större kvantiteter vi normalt skulle köpa.
- **Hur ofta sker så stora beställningar så det skapas brist?**  
Oftast i samband med övningar/utbildningar och dessa går några gånger per år, så råkar flera gå samtidigt kan det bli brist.
- **Hur snabbt ska ni leverera datorerna ut från lagret?**  
Inom några timmar, det beror lite på vad det gäller. Normalt har vi 72h på oss att leverera ut en personlig utrustning.
- **Beställer kunderna datorerna undertiden pågående insats eller alltid före en insats påbörjas?**  
Det är både och, beror lite på vad det är för insats, men oftast i samband med att personal ska skickas ut i fält.

### Frågor kring beräkningar

- **Vilken servicenivå vill ni uppnå? Exempelvis 95 % av gångerna ska ni kunna leverera datorerna till kund.**  
Vi vill uppnå 100 %, men det får inte kosta hur mycket som helst.
- **Vet ni vad ni har för ordersärkostnad?**
- **Vet ni vad ni har för lagerränta?**
- **Vad har datorerna för produktpris?**  
ca 10 000kr, det är ett relativt högt pris men du tittar på satsade datorer som består förutom datorn av datorväska, datormus och en nätverkskabel.

Nedan är saxat ur ex-jobbet som gjordes förra året, resonemanget är bra så du kan säkert ta det mesta därifrån. Det skrevs av Isabell Thomson och Josefine Persson vårterminen 17. Så kan du säkert hitta det och referera på ett korrekt sätt☺

För att beräkna ekonomisk orderkvantitet behövs några olika parametrar. Dessa är årsefterfrågan, ordersärkostnad, produktvärde och lagerränta. De olika parametrarna har tagits fram enligt:

- **Årsefterfrågan:** årsefterfrågan beräknades utifrån given historisk data. Den beräknades som ett medelvärde av all tillgänglig data för respektive produkt.



- Ordersärkostnad: ordersärkostnaden beräknades utifrån tiden för orderläggning och ordermottagning. Orderläggning tar 20 minuter och mottagning av varorna tar 20 minuter. Arbetskostnaden är 360 kronor per timme vilket ger en ordersärkostnad på  $(40/60)*360 = 240$  kronor. Ordersärkostnaden antas delas lika på antalet olika produkter som beställs då det tar i princip lika lång tid oavsett hur många rader som skapas i ordern. Historiskt sett har det i genomsnitt beställts 4,7 olika produkter per beställning vilket ger en ordersärkostnad per produkt på  $270/4,7 = 51$  kronor.
- Produktvärde: produktvärdet ges av inköpskostnaden enligt kontraktet med leverantören.
- Lagerränta: när det kommer till lagerräntan sammanställer Stock och Lambert (2001) att tidigare publikationer har värden på lagerränta runt 20-35 %. Undantag från två källor som hävdar att lagerräntan kan ligga mellan 12-34 % och 9-50 %. Eftersom att MSB inte är ett vinstdrivande företag utan en myndighet innebär det att lagerräntan i detta fall kommer att bli lägre än för vinstdrivande företag. Detta sammanvägt gör att ett antagande har gjorts om att 15 % är rimligt för MSB som lagerränta.

## Bilaga 2

Efterfrågan på datorerna togs först fram per vecka och medelvärdet för antal datorer per vecka blev 3,3 stycken. Då det var svårt att hitta något efterfrågemönster när data visades per vecka valdes det att undersöka hur efterfrågan såg ut månadsvis från 2012-2018, se tabellen nedan.

November	2
December	19
Januari	17
Februari	25
Mars	10
April	8
Maj	10
Juni	12
Juli	8
Augusti	27
September	30
Oktober	11
November	28
December	10
Januari	14
Februari	16
Mars	13
April	18
Maj	11
Juni	21
Juli	16
Augusti	26
September	16
Oktober	54
November	27
December	31
Januari	7
Februari	11
Mars	13
April	9
Maj	16
Juni	12
Juli	11
Augusti	20
September	4
Oktober	26
November	10
December	14

Januari	13
Februari	3
Mars	6
April	8
Maj	11
Juni	5
Juli	4
Augusti	22
September	19
Oktober	13
November	20
December	8
Januari	6
Februari	4
Mars	13
April	6
Maj	12
Juni	25
Juli	4
Augusti	4
September	23
Oktober	11
November	18
December	8
Januari	8
Februari	5
Mars	11

## Bilaga 3

Antal returer av datorer från uppdrag per månad togs fram och redovisas i tabellen nedan.

Månader	Antal returer
November	0
December	12
Januari	1
Februari	6
Mars	2
April	17
Maj	5
Juni	1
Juli	16
Augusti	6
September	27
Oktober	22
November	17
December	12
Januari	10
Februari	14
Mars	13
April	7
Maj	24
Juni	11
Juli	8
Augusti	18
September	14
Oktober	24
November	18
December	1
Januari	10
Februari	8
Mars	10
April	12
Maj	55
Juni	13
Juli	10
Augusti	13
September	15
Oktober	12
November	2
December	32

Månader	Antal returer
Januari	7
Februari	18
Mars	6
April	2
Maj	8
Juni	8
Juli	8
Augusti	7
September	11
Oktober	8
November	13
December	1
Januari	22
Februari	2
Mars	4
April	14
Maj	7
Juni	11
Juli	18
Augusti	5
September	2
Oktober	23
November	11
December	16
Januari	9
Februari	1
Mars	4

## Bilaga 4

Då alla datorer inte är skrotade utan kan fortsätta användas i flera år och vara iväg på fler uppdrag valdes det att bortse från dessa datorer när livslängden skulle undersökas. Detta eftersom dessa datorer annars skulle kunna påverka livslängden så att resultatet blev felaktigt då de inte hade fullständig data. Livslängden på de skrotade datorerna undersöktes på två olika sätt för att se om något mönster kunde urskiljas. Dessa var levnadsår och antal uppdrag. I tabellen nedan visas vilken namnet på datorn, startdatum då MSB köpte in den, Skrotdatum, antal år den levt och antal uppdrag den vart på.

Serienr	Inköpsdatum	Skrotdatum	Antal år(365 dagar)	Antal uppdrag
MSB100180	2012-10-22	2014-05-05	1,5	3
MSB100182	2012-10-22	2016-11-02	4,0	1
MSB100183	2012-10-22	2013-11-14	1,1	1
MSB100186	2012-10-22	2014-04-09	1,5	1
MSB100187	2012-10-22	2014-04-09	1,5	4
MSB100189	2012-10-22	2015-06-15	2,6	5
MSB100190	2012-10-22	2016-09-29	3,9	3
MSB100194	2012-10-22	2016-03-04	3,4	5
MSB100195	2012-10-22	2015-12-08	3,1	2
MSB100196	2012-10-22	2015-06-08	2,6	6
MSB100197	2012-10-22	2015-05-25	2,6	6
MSB100198	2012-10-22	2015-05-25	2,6	5
MSB100200	2012-10-22	2016-09-29	3,9	3
MSB100205	2012-10-22	2017-05-18	4,6	6
MSB100206	2012-10-22	2016-02-26	3,3	3
MSB100210	2012-10-22	2016-09-29	3,9	5
MSB100211	2012-10-22	2013-08-13	0,8	1
MSB100212	2012-10-22	2014-08-05	1,8	2
MSB100217	2012-12-17	2015-05-25	2,4	4
MSB100219	2012-12-17	2015-05-25	2,4	3
MSB100220	2012-12-17	2016-06-17	3,5	8
MSB100222	2012-12-17	2016-11-11	3,9	7
MSB100223	2012-12-17	2016-09-29	3,8	8
MSB100225	2012-12-17	2016-07-14	3,6	2
MSB100226	2012-12-17	2015-02-13	2,2	6
MSB100229	2013-12-18	2015-04-08	1,3	1
MSB100232	2012-10-22	2014-03-24	1,4	1
MSB100233	2012-11-30	2014-06-16	1,5	2
MSB100234	2012-12-20	2013-07-10	0,6	1
msb100242	2012-11-27	2014-04-23	1,4	5
MSB100243	2012-10-22	2014-02-28	1,4	1
MSB100887	2013-09-06	2014-02-17	0,4	1
MSB100888	2012-10-22	2014-03-26	1,4	3
MSB100894	2012-10-22	2014-02-17	1,3	1
MSB100895	2012-10-22	2014-02-17	1,3	2

MSB100897	2012-10-22	2013-09-10	0,9	3
MSB100898	2012-10-22	2014-02-07	1,3	2
MSB101531	2012-10-22	2014-02-17	1,3	5
MSB101532	2012-10-22	2017-08-21	4,8	2
MSB101534	2012-11-01	2016-09-29	3,9	6
MSB101536	2012-11-01	2016-09-29	3,9	5
MSB101537	2012-11-01	2015-05-25	2,6	6
MSB101538	2012-11-01	2017-01-17	4,2	2
MSB101541	2012-11-01	2013-06-11	0,6	2
MSB101595	2012-10-22	2014-03-10	1,4	4
MSB101597	2012-11-27	2014-05-05	1,4	4
MSB101598	2012-11-27	2014-07-16	1,6	2
MSB101599	2012-11-27	2014-08-04	1,7	3
MSB101749	2012-11-01	2014-11-11	2,0	2
MSB102805	2012-11-01	2013-07-09	0,7	1
MSB103133	2012-11-12	2014-05-07	1,5	4
MSB103136	2012-11-12	2014-04-03	1,4	2
MSB103141	2012-11-12	2014-02-13	1,3	1
MSB103142	2012-11-12	2013-08-16	0,8	1
MSB103203	2012-11-28	2014-02-19	1,2	3
MSB103227	2012-11-29	2014-02-06	1,2	1
MSB103229	2012-11-29	2014-02-07	1,2	1
MSB103246	2012-11-29	2014-02-17	1,2	2
MSB103249	2012-11-30	2013-11-18	1,0	1
MSB103253	2012-11-30	2013-05-21	0,5	1
MSB103265	2012-11-30	2013-03-15	0,3	1
MSB103268	2012-11-30	2014-04-03	1,3	2
MSB103269	2012-11-30	2014-10-06	1,8	3
MSB103273	2012-11-30	2013-11-13	1,0	2
MSB103278	2012-12-03	2015-11-10	2,9	1
MSB103304	2012-12-06	2013-05-27	0,5	1
MSB103313	2012-12-07	2014-05-05	1,4	2
MSB103327	2012-12-11	2015-03-03	2,2	2
MSB103355	2012-12-14	2014-07-22	1,6	2
MSB103365	2012-12-14	2018-02-23	5,2	1
MSB103370	2012-12-14	2015-04-01	2,3	3
MSB103375	2012-12-14	2013-05-21	0,4	1
MSB103386	2012-12-17	2014-05-08	1,4	1
MSB103399	2012-12-19	2014-02-04	1,1	1
MSB103403	2012-12-20	2015-02-06	2,1	2
MSB103415	2013-01-02	2014-02-18	1,1	1
MSB103417	2013-01-09	2014-07-09	1,5	1
MSB103419	2013-01-09	2014-02-25	1,1	2
MSB103496	2013-01-21	2014-04-03	1,2	1
MSB103497	2013-01-21	2014-03-14	1,1	2

MSB103498	2013-01-21	2014-01-14	1,0	1
MSB103550	2013-02-11	2014-02-21	1,0	1
MSB103581	2013-02-21	2014-06-02	1,3	1
MSB103585	2013-02-25	2014-02-17	1,0	1
MSB103605	2013-02-26	2014-11-25	1,7	2
MSB103827	2013-04-04	2014-06-10	1,2	1
MSB104140	2013-05-24	2014-02-13	0,7	1
MSB104143	2013-05-24	2014-11-24	1,5	3
MSB104200	2013-05-28	2014-04-03	0,8	1
MSB104208	2013-05-29	2014-02-17	0,7	2
MSB104349	2013-07-09	2014-04-03	0,7	1
MSB104351	2013-07-11	2014-04-03	0,7	1
MSB104405	2013-08-23	2014-01-14	0,4	1
MSB104477	2013-09-24	2014-02-24	0,4	1
MSB104984	2014-01-08	2015-07-10	1,5	1
MSB104988	2014-01-08	2015-11-04	1,8	1
MSB104989	2014-01-08	2015-06-15	1,4	3
MSB105012	2014-01-10	2015-05-25	1,4	2
MSB105045	2014-01-14	2015-09-02	1,6	1
MSB105046	2014-01-14	2017-06-20	3,4	2
MSB105239	2014-03-13	2015-12-08	1,7	2
MSB105243	2014-03-13	2017-11-07	3,7	6
MSB105247	2014-03-13	2017-09-05	3,5	4
MSB105372	2014-03-31	2014-11-18	0,6	2
MSB105373	2014-03-31	2015-10-08	1,5	6
MSB105375	2014-03-31	2015-05-25	1,2	2
MSB105379	2014-03-31	2015-06-25	1,2	4
MSB105380	2014-03-31	2015-04-01	1,0	3
MSB105381	2014-03-31	2015-10-08	1,5	4
MSB105383	2014-03-31	2014-11-18	0,6	1
MSB105385	2014-03-31	2017-11-07	3,6	8
MSB105386	2014-03-31	2015-05-28	1,2	3
MSB105388	2014-03-31	2014-11-18	0,6	1
MSB105851	2014-08-20	2015-10-08	1,1	4
MSB105853	2014-08-20	2017-12-04	3,3	2
MSB105856	2014-08-20	2015-04-27	0,7	3
MSB105898	2014-09-15	2015-05-28	0,7	1
MSB105901	2014-09-15	2015-10-08	1,1	1
MSB105904	2014-09-15	2016-09-12	2,0	2
MSB106173	2014-10-29	2017-11-07	3,0	8
MSB106174	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106175	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106176	2014-10-29	2015-04-29	0,5	2
MSB106179	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106181	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1

MSB106182	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106183	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106185	2014-10-29	2015-06-08	0,6	1
MSB106186	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106187	2014-10-29	2017-11-07	3,0	5
MSB106189	2014-10-29	2015-05-25	0,6	1
MSB106264	2014-11-13	2017-01-12	2,2	3
MSB106265	2014-11-13	2015-05-25	0,5	1
MSB106267	2014-11-13	2015-06-25	0,6	1
MSB106298	2014-11-24	2015-06-25	0,6	1
MSB106299	2014-11-24	2017-11-07	3,0	6
MSB106301	2014-11-24	2015-06-04	0,5	1
MSB106302	2014-11-24	2015-05-28	0,5	1
MSB106303	2014-11-24	2016-09-30	1,9	1
MSB106305	2014-11-24	2016-06-22	1,6	3
MSB106334	2014-11-26	2017-01-23	2,2	7
MSB106335	2014-11-26	2016-06-13	1,5	2
MSB106336	2014-11-26	2015-05-28	0,5	1
MSB106338	2014-11-26	2015-06-04	0,5	1
MSB106342	2014-11-26	2015-06-04	0,5	1
MSB106344	2014-11-27	2017-02-09	2,2	1
MSB106469	2014-12-10	2015-03-24	0,3	1
MSB106475	2014-12-10	2015-05-28	0,5	1
MSB106476	2014-12-10	2017-02-09	2,2	4
MSB106605	2015-01-20	2015-05-28	0,4	1
MSB106607	2015-01-20	2017-12-21	2,9	5
MSB106608	2015-01-20	2017-01-12	2,0	2
MSB106609	2015-01-20	2017-06-01	2,4	2
MSB106610	2015-01-20	2018-03-12	3,1	4
MSB106613	2015-01-20	2017-11-07	2,8	4
MSB106615	2015-01-20	2015-04-24	0,3	1
MSB106617	2015-01-20	2017-01-10	2,0	1
MSB107509	2015-10-28	2017-11-27	2,1	2
MSB107510	2015-10-28	2017-11-28	2,1	1
MSB107928	2016-07-19	2017-11-07	1,3	3
MSB108040	2016-10-12	2017-09-04	0,9	2
MSB108148	2016-11-09	2017-06-30	0,6	3
MSB108173	2016-11-18	2017-11-07	1,0	1
MSB108260	2016-11-29	2017-12-21	1,1	1
MSB109263	2017-11-24	2018-01-25	0,2	1
MSB109264	2017-11-24	2018-01-25	0,2	1
MSB109266	2017-11-24	2018-01-29	0,2	1

## Bilaga 5

Följande formel har använts för att beräkna prognosen för efterfrågan per månad.

$$D_p(t) = (N * S_t) + T_t$$

$D_p(t)$  = framtagna prognosen baserad på historiskt data, det vill säga i detta fall efterfrågan under tidsperioden t.

N = nivå,

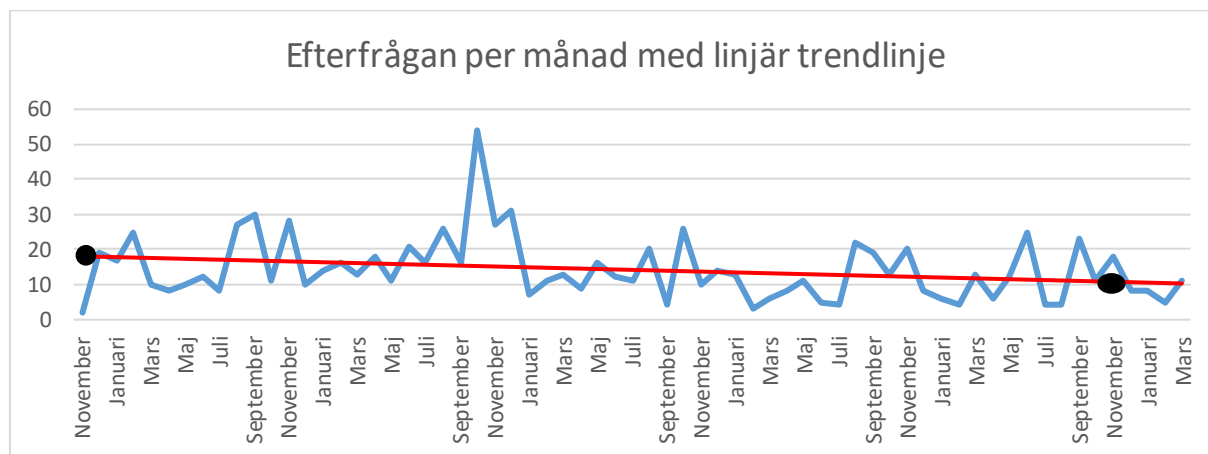
$S_t$  = säsongindex under tidsperiod t

$T_t$  är trenden under tidsperioden t.

Först Togs trenden fram för den historiska datan genom användande av följande formel

$$Trend (T) = \frac{\text{antal vid vald slutpunkt} - \text{antal vid vald startpunkt}}{\text{antal tidsperioder}}$$

Se start- och slutpunkt i Figur 27 markerade som svarta prickar.



$$Trend (T) = \frac{10 - 19}{(12 * 5)} = -0,15$$

När trenden var framräknad användes följande formel för att trendresa den historiska datan.

*Historisk data per månad – trend \* tidsperiod (t)*

Tidsperiod	Månad	Historisk data	Trendensad historisk data
1	November	2	2,15
2	December	19	19,3
3	Januari	17	17,45
4	Februari	25	25,6
5	Mars	10	10,75
6	April	8	8,9
7	Maj	10	11,05
8	Juni	12	13,2



9	Juli	8	9,35
10	Augusti	27	28,5
11	September	30	31,65
12	Oktober	11	12,8
13	November	28	29,95
14	December	10	12,1
15	Januari	14	16,25
16	Februari	16	18,4
17	Mars	13	15,55
18	April	18	20,7
19	Maj	11	13,85
20	Juni	21	24
21	Juli	16	19,15
22	Augusti	26	29,3
23	September	16	19,45
24	Oktober	54	57,6
25	November	27	30,75
26	December	31	34,9
27	Januari	7	11,05
28	Februari	11	15,2
29	Mars	13	17,35
30	April	9	13,5
31	Maj	16	20,65
32	Juni	12	16,8
33	Juli	11	15,95
34	Augusti	20	25,1
35	September	4	9,25
36	Oktober	26	31,4
37	November	10	15,55
38	December	14	19,7
39	Januari	13	18,85
40	Februari	3	9
41	Mars	6	12,15
42	April	8	14,3
43	Maj	11	17,45
44	Juni	5	11,6
45	Juli	4	10,75
46	Augusti	22	28,9
47	September	19	26,05
48	Oktober	13	20,2
49	November	20	27,35
50	December	8	15,5
51	Januari	6	13,65
52	Februari	4	11,8
53	Mars	13	20,95

54	April	6	14,1
55	Maj	12	20,25
56	Juni	25	33,4
57	Juli	4	12,55
58	Augusti	4	12,7
59	September	23	31,85
60	Oktober	11	20
61	November	18	27,15
62	December	8	17,3
63	Januari	8	17,45
64	Februari	5	14,6
65	Mars	11	20,75

Sedan beräknades nivå som fås genom att beräkna medelvärdet av den trendrensade historiska data. Nivån blev 19,15 stycken.

Därefter beräknades säsongindex (S) med hjälp av följande formel:

$$\text{Säsongindex} = \frac{\text{medelvärdet av den trendrensade data per månad}}{\text{nivå}}$$

Månad	historisk data år 1	Historisk data år 2	Historisk data år 2	Historisk data år 2	Historisk data år 2	medelvärde trendrensat	säsongindex
November	2,15	29,95	30,75	15,55	27,35	21,15	1,104438642
December	19,3	12,1	34,9	19,7	15,5	20,3	1,060052219
Januari	17,45	16,25	11,05	18,85	13,65	15,45	0,806788512
Februari	25,6	18,4	15,2	9	11,8	16	0,835509138
Mars	10,75	15,55	17,35	12,15	20,95	15,35	0,80156658
April	8,9	20,7	13,5	14,3	14,1	14,3	0,746736292
Maj	11,05	13,85	20,65	17,45	20,25	16,65	0,869451697
Juni	13,2	24	16,8	11,6	33,4	19,8	1,033942559
Juli	9,35	19,15	15,95	10,75	12,55	13,55	0,707571802
Augusti	28,5	29,3	25,1	28,9	12,7	24,9	1,300261097
September	31,65	19,45	9,25	26,05	31,85	23,65	1,234986945
Oktober	12,8	57,6	31,4	20,2	20	28,4	1,483028721

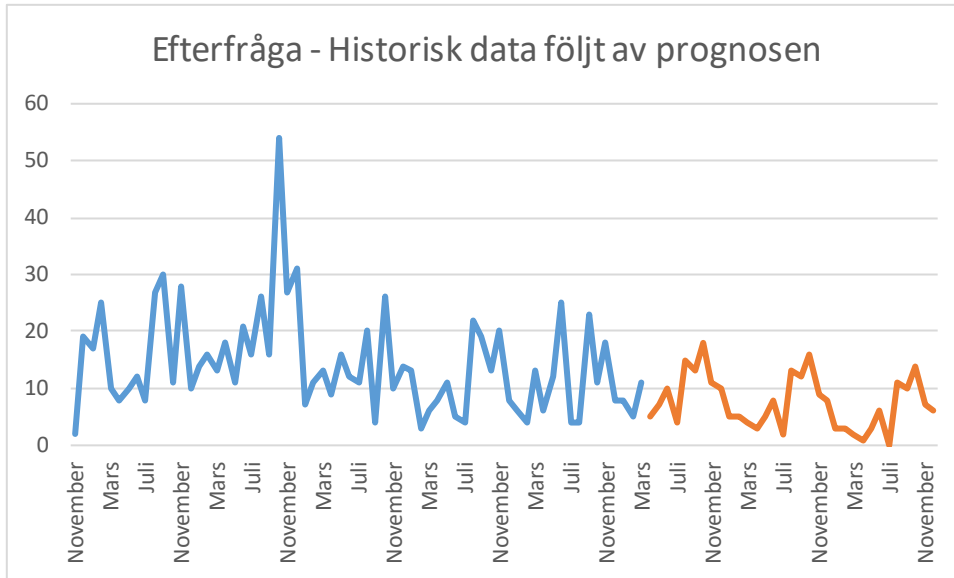
Nu har alla variabler beräknats och prognosen kan beräknas med hjälp av första formeln:

$$D_p(t) = (N * S_t) + T_t$$

Prognosen värden avrundas uppåt till närmsta positiva heltal eftersom negativt antal inte kan efterfrågas i verkligheten.

År	Månad	Prognos med nivå	Prognos med nivå & säsong	Prognos med nivå, säsong & trend	Prognosen efter manuell justering	
2018	April	19,15	14,3	4,4	5	
	Maj	19,15	16,65	6,6	7	
	Juni	19,15	19,8	9,6	10	
	Juli	19,15	13,55	3,2	4	
	Augusti	19,15	24,9	14,4	15	
	September	19,15	23,65	13	13	
	Oktober	19,15	28,4	17,6	18	
	November	19,15	21,15	10,2	11	
	December	19,15	20,3	9,2	10	
	2019	Januari	19,15	15,45	4,2	5
		Februari	19,15	16	4,6	5
		Mars	19,15	15,35	3,8	4
April		19,15	14,3	2,6	3	
Maj		19,15	16,65	4,8	5	
Juni		19,15	19,8	7,8	8	
Juli		19,15	13,55	1,4	2	
Augusti		19,15	24,9	12,6	13	
September		19,15	23,65	11,2	12	
Oktober		19,15	28,4	15,8	16	
November		19,15	21,15	8,4	9	
December		19,15	20,3	7,4	8	
2020	Januari	19,15	15,45	2,4	3	
	Februari	19,15	16	2,8	3	
	Mars	19,15	15,35	2	2	
	April	19,15	14,3	0,8	1	
	Maj	19,15	16,65	3	3	
	Juni	19,15	19,8	6	6	
	Juli	19,15	13,55	-0,4	0	
	Augusti	19,15	24,9	10,8	11	
	September	19,15	23,65	9,4	10	
	Oktober	19,15	28,4	14	14	
	November	19,15	21,15	6,6	7	
	December	19,15	20,3	5,6	6	

När både den historiska datan och prognosen av efterfrågan slogs samman i ett diagram ser det ut som i figuren nedan. Den blå grafen är den historiska datan och den orangea grafen är den framtagna prognosen.



## Bilaga 6

Standardavvikelsen beräknades med hjälp av Excells formel. Standardavvikelsen beräknades per vecka eftersom leveransledtiden var en vecka. Standardavvikelsen per vecka blev 5,02.

Datum	Total efterfrågan av nyinköpta datorer	2013-07-29	0	2014-04-28	-2	2015-01-26	2	2015-10-26	-1
2012-11-12	1	2013-08-05	0	2014-05-05	-6	2015-02-02	2	2015-11-02	3
2012-11-19	1	2013-08-12	15	2014-05-12	-2	2015-02-09	1	2015-11-09	3
2012-11-26	0	2013-08-19	2	2014-05-19	-1	2015-02-16	2	2015-11-16	1
2012-12-03	14	2013-08-26	5	2014-05-26	1	2015-02-23	1	2015-11-23	2
2012-12-10	-10	2013-09-02	4	2014-06-02	8	2015-03-02	3	2015-11-30	-15
2012-12-17	3	2013-09-09	-9	2014-06-09	-1	2015-03-09	-3	2015-12-07	-1
2012-12-24	0	2013-09-16	4	2014-06-16	2	2015-03-16	8	2015-12-14	4
2012-12-31	0	2013-09-23	5	2014-06-23	0	2015-03-23	-2	2015-12-21	1
2013-01-07	4	2013-09-30	2	2014-06-30	4	2015-03-30	0	2015-12-28	-4
2013-01-14	3	2013-10-07	-6	2014-07-07	1	2015-04-06	1	2016-01-04	2
2013-01-21	6	2013-10-14	-6	2014-07-14	4	2015-04-13	1	2016-01-11	2
2013-01-28	5	2013-10-21	-1	2014-07-21	0	2015-04-20	-2	2016-01-18	1
2013-02-04	4	2013-10-28	0	2014-07-28	6	2015-04-27	2	2016-01-25	1
2013-02-11	6	2013-11-04	5	2014-08-04	-1	2015-05-04	1	2016-02-01	-6
2013-02-18	-2	2013-11-11	10	2014-08-11	14	2015-05-11	2	2016-02-08	-2
2013-02-25	9	2013-11-18	-3	2014-08-18	5	2015-05-18	-1	2016-02-15	-1
2013-03-04	1	2013-11-25	2	2014-08-25	-8	2015-05-25	-26	2016-02-22	-6
2013-03-11	6	2013-12-02	2	2014-09-01	-2	2015-06-01	1	2016-02-29	0
2013-03-18	2	2013-12-09	-2	2014-09-08	6	2015-06-08	2	2016-03-07	0
2013-03-25	3	2013-12-16	-3	2014-09-15	1	2015-06-15	4	2016-03-14	3
2013-04-01	0	2013-12-23	1	2014-09-22	-2	2015-06-22	3	2016-03-21	-1
2013-04-08	-6	2013-12-30	0	2014-09-29	16	2015-06-29	-2	2016-03-28	0
2013-04-15	-3	2014-01-06	7	2014-10-06	0	2015-07-06	2	2016-04-04	0
2013-04-22	-1	2014-01-13	0	2014-10-13	-1	2015-07-13	0	2016-04-11	1
2013-04-29	1	2014-01-20	1	2014-10-20	0	2015-07-20	2	2016-04-18	0
2013-05-06	3	2014-01-27	-2	2014-10-27	15	2015-07-27	-1	2016-04-25	5
2013-05-13	2	2014-02-03	4	2014-11-03	12	2015-08-03	-1	2016-05-02	6
2013-05-20	1	2014-02-10	10	2014-11-10	1	2015-08-10	2	2016-05-09	-1
2013-05-27	0	2014-02-17	6	2014-11-17	1	2015-08-17	1	2016-05-16	1
2013-06-03	4	2014-02-24	1	2014-11-24	1	2015-08-24	-1	2016-05-23	-4
2013-06-10	4	2014-03-03	2	2014-12-01	2	2015-08-31	7	2016-05-30	-3
2013-06-17	4	2014-03-10	0	2014-12-08	26	2015-09-07	-7	2016-06-06	-1
2013-06-24	0	2014-03-17	-4	2014-12-15	1	2015-09-14	-1	2016-06-13	1
2013-07-01	-1	2014-03-24	6	2014-12-22	0	2015-09-21	-2	2016-06-20	0
2013-07-08	-5	2014-03-31	5	2014-12-29	1	2015-09-28	-1	2016-06-27	4
2013-07-15	3	2014-04-07	3	2015-01-05	-3	2015-10-05	2	2016-07-04	1
2013-07-22	-3	2014-04-14	-2	2015-01-12	-3	2015-10-12	-5	2016-07-11	-2
		2014-04-21	16	2015-01-19	1	2015-10-19	22	2016-07-18	-5

2016-07-25	3
2016-08-01	0
2016-08-08	0
2016-08-15	12
2016-08-22	5
2016-08-29	-3
2016-09-05	-2
2016-09-12	1
2016-09-19	9
2016-09-26	9
2016-10-03	3
2016-10-10	1
2016-10-17	2
2016-10-24	-2
2016-10-31	4
2016-11-07	1
2016-11-14	-1
2016-11-21	8
2016-11-28	5
2016-12-05	1
2016-12-12	-1
2016-12-19	0
2016-12-26	0
2017-01-02	-4
2017-01-09	-3
2017-01-16	-7
2017-01-23	1
2017-01-30	2
2017-02-06	4
2017-02-13	1
2017-02-20	-1
2017-02-27	1
2017-03-06	4
2017-03-13	6
2017-03-20	-2
2017-03-27	-1
2017-04-03	-6
2017-04-10	-1
2017-04-17	-4

2017-04-24	3
2017-05-01	3
2017-05-08	1
2017-05-15	-1
2017-05-22	1
2017-05-29	13
2017-06-05	4
2017-06-12	-3
2017-06-19	-1
2017-06-26	6
2017-07-03	-10
2017-07-10	-3
2017-07-17	0
2017-07-24	-1
2017-07-31	2
2017-08-07	-2
2017-08-14	-1
2017-08-21	-1
2017-08-28	3
2017-09-04	1
2017-09-11	4
2017-09-18	2
2017-09-25	15
2017-10-02	-5
2017-10-09	4
2017-10-16	-7
2017-10-23	-4
2017-10-30	1
2017-11-06	12
2017-11-13	-3
2017-11-20	1
2017-11-27	5
2017-12-04	-7
2017-12-11	3
2017-12-18	0
2017-12-25	0
2018-01-01	0
2018-01-08	-1
2018-01-15	2

2018-01-22	3
2018-01-29	-2
2018-02-05	0
2018-02-12	1
2018-02-19	1
2018-02-26	4
2018-03-05	0
2018-03-12	4
2018-03-19	3

## Bilaga 7

---

Är det något speciellt som händer på hösten ex. övningar eftersom efterfrågan ökar på hösten? Inte mer än att det ofta är ett uppsving av insatser efter sommaren, detta beror sannolikt på att många har kommit tillbaka efter semester och då startar naturligt fler insatser under hösten. Övningar genomförs ofta både höst och vår så det torde inte utmärka sig så mycket på just hösten.

Vad hände under år 2014 som krävde många datorer då efterfrågan var högre än övriga år. Var det en/några få speciella händelser som efterfråga många datorer eller var det många olika uppdrag men att de hade normal efterfrågan av datorer per uppdrag? Tänker om det var några specifika uppdrag som stack ut och i så fall vad det var för katastrof. 2014 hade vi stora insatser i Liberia i samband med Ebolautbrottet. Då ville vi heller inte ha hem någon utrustning.

Hur många anställda/datoranvändare har det varit under varje år från 2012 till och med 2017? Denna frågan är inte helt lätt att svara på. Jag kan ta fram data för hur många vi hade utsända under 2013-2017, men det är inte säkert att alla har fått datorer och några kan säkert ha fått en dator men varit ute flera gånger och behållit datorn mellan insatserna.