

Kostnadseffektiviserad lagerstyrning av läkemedelsautomater

Streamlining Pharmaceutical Dispensing Machines

Marcus Albertsson

Mårten Bolin

Alexander Dahl

Hampus Andersson

Martin Löfgren

Handledare: Malin Wiger

Examinator: Magnus Berglund

Förord

Följande rapport har under höstterminen 2018 skrivits av civilingenjörstudenterna Marcus Albertsson, Mårten Bolin, Martin Löfgren, Alexander Dahl och Hampus Andersson vid Linköpings Universitet. Rapporten är en den avslutande kursen inom masterprofilen Logistik och omfattar 12 högskolepoäng.

Vi vill tacka våra kontaktpersoner på Läkemedelsenheten, Anna Hendeby och Johanna Orraryd. Ni har varit till stor hjälp för oss i arbetet genom ett gott samarbete. Vi vill även tacka våra handledare, Malin Wiger och Niklas Simm, som har handlett oss med en aldrig sinande ström av kommentarer. Tack för era tankar och idéer, det har hjälpt oss framåt i arbetet.

Marcus Albertsson

Hampus Andersson

Mårten Bolin

Alexander Dahl

Martin Löfgren

Sammanfattning

Följande rapport behandlar Region Östergötlands, framförallt Linköpings Universitetssjukhus, arbete med läkemedelsautomater ur ett logistiskt perspektiv. Läkemedelsautomaten är ett automatiserat lager där narkotikaklassade läkemedel förvaras för att öka spårbarhet och säkerhet.

I dagsläget har Region Östergötland bristande rutiner för hur deras lager i läkemedelsautomaterna styrs vilket har medfört att det saknas kunskap om hur kostnadseffektiv deras lagerstyrning är. Effektiv lagerstyrning kan minska lagerföringskostnader och förbättra servicenivån i form av lagertillgänglighet.

Läkemedelsautomaterna innebär även en förändring för hur avdelningarna på sjukhuset arbetar och det tillkommer bland annat kostnader för leasing. I dagsläget saknas ett standardiserat beslutsunderlag för att avgöra när en läkemedelsautomat bör införas. Det vill säga när de positiva aspekterna överväger de extra kostnader som uppkommer vid ett införande av en ny läkemedelsautomat.

Problematiken som Region Östergötland presenterar är grundad i dessa två brister och det är på denna problematik som arbetet grundar sig. Syftet med studien lyder *"Ta fram en modell för kostnadseffektiv lagerstyrning av läkemedelsautomater samt en modell för att avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat."*. Syftet är alltså att ta fram två modeller som kan användas som stöd för verksamheten. Den första modellen som tas fram ska hjälpa Läkemedelsenheten att använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera användningen av läkemedelsautomaterna. Den andra modellen ska användas som beslutsunderlag för när en ny läkemedelsautomat bör införas.

En undersökning av litteraturen genomfördes för att bryta ner problemet i mindre beståndsdelar och identifiera relevanta logistiska modeller att applicera på fallet samt få en bättre förståelse för problematiken. Denna litteratur och uppgiftsnedbrytning användes sedan för att ta fram de två modeller som efterfrågades.

Den första modellen togs fram genom att först kartlägga nuläget och identifiera hur lagerstyrningen utförs på sjukhuset i dagsläget. Det resulterade i insikterna att antalet påfyllnader skiljer sig markant mellan olika avdelningar, säkerhetslagren är dimensionerade med varierande servicenivåer och att de nuvarande lagerföringskostnaderna är små.

Efter detta utvärderades de, genom litteraturen, framtagna logistikmetodernas användbarhet i det aktuella fallet. Dessa var byte av beställningsfrekvens, säkerhetslagersdimensionering med SERV1/SERV2, orderkvantiteter bestämda med Wilson-formeln och ABC-VED klassificering. På grund av hur avdelningarna faktureras av sin leverantör Apoteket AB kunde inte Wilson-formeln användas. Inte heller ABC-VED var meningsfull i det aktuella fallet på grund av att sortimenten var små och att en indelning skulle ha en marginell påverkan.

I nästa steg beräknades de metoder som ansågs användbara och skulle påverka avdelningarnas kostnader. Störst besparingar kunde göras genom att minska antalet beställningar och använda sig av en återfyllnadsnivå. Detta har potential att spara in 470 000 kr per år totalt över de sex avdelningar som undersöktes. Säkerhetslagerdimensionering med SERV1 innebar marginella besparingar på grund av att det framförallt påverkar lagerföringskostnaderna vilket var små. Fördelen med SERV1 är däremot att servicenivån standardiseras och medvetenheten om vilken servicenivå ett lager har ökar.

Det sista som görs är att resonera kring hur de olika metoderna samverkar. Genom att dimensionera fast beställningsfrekvens med SERV1 kan fördelarna med de båda kombineras. Det leder till både

minskade kostnader och ett bättre dimensionerat säkerhetslager. Den första modellen resulterar i en potentiell kostnadsbesparing på 473 000 kr per år totalt för de sex studerade avdelningarna och en bättre säkerhetslagerdimensionering. Av besparingen står en förändring av beställningsfrekvensen för 470 000 kr av besparingen och en minskning av lagerföringskostnaderna för ungefär 3000 kr.

Den andra delen av arbetet behandlar som tidigare nämnts införande av nya läkemedelsautomater. En kartläggning gjordes först för att bestämma vilka skillnader som finns mellan avdelningar med läkemedelsautomat och avdelningar utan läkemedelsautomat. De skillnader som identifierades genom undersökningen var tid för utplock, kostnad för påfyllnad och kostnad för leasing av automat. Genom litteraturen identifierades att patientsäkerhet och arbetsmiljö förbättras vid införande av läkemedelsautomat.

Efter att skillnaderna hade identifierats, kvantifierades de till kostnader. Kostnaden för ett utplock påverkades av den besparade utplockstiden samt den effektiva kostnaden för en sjuksköterska. Leasingkostnaden är en fast månadskostnad medan den extra kostnaden för påfyllnad ökar med antalet påfyllnader. Påverkan på kostnaderna från patientsäkerheten och arbetsmiljön var problematiskt att kvantifiera men bör påverka resultatet på ett sätt att införa automat är mer fördelaktigt kostnadsmässigt. Utan sista nämnda parametrar, som inte kunde kvantifieras, kommer det vara kostnadseffektivt vid 1 080 utplock per månad.

Rapportens slutsats är att avdelningar med läkemedelsautomat främst kan minska sina kostnader genom att ändra på rutinerna för beställning av läkemedel och att nya läkemedelsautomater bör införas på avdelningar om utplocket är mer än 1080 per månad.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte	3
2	Nulägesbeskrivning	5
2.1	Läkemedelsautomat	6
2.2	Läkemedelsenheten	6
2.3	Apoteket AB	6
2.4	Läkemedelsflöde	7
2.4.1	Läkemedelshantering med läkemedelsautomater	7
2.4.2	Läkemedelshantering utan läkemedelsautomat	8
3	Referensram	9
3.1	Inledning	10
3.2	Lagerstyrning	11
3.2.1	Lagernivåer	11
3.2.2	Kapitalbindningsrelaterade nyckeltal	11
3.2.3	Säkerhetslager	12
3.2.4	Säkerhetslagerbestämning vid icke normalfördelade data	13
3.2.5	Bestämning av optimal orderkvantitet	14
3.2.6	Inlagringskvantiteter och inlagringsfrekvens	14
3.2.7	ABC/VED-klassificering	15
3.2.8	Leveransservice	17
3.2.9	Totalkostnadsmodellen	18
3.3	Automatiserade lager	19
3.3.1	Stödjande system	19
3.3.2	Rådgivande system	20
3.3.3	Beslutande system	20
3.4	Patientsäkerhet	20
3.5	Kartläggning	20
3.6	Bullwhip-effekten	21
4	Uppgiftsprecisering	23
4.1	Inledning	24
4.2	Nedbrytning av syfte	24
4.2.1	Kostnadseffektiviserad lagerstyrning	24
4.2.2	Införande av nya läkemedelsautomater	25
4.2.3	Sammanfattning av syftets nedbrytning	25

4.3	Kostnadseffektiviserad lagerstyrning.....	25
4.3.1	Kartläggning av nuläge för lagerstyrning	26
4.3.2	Potentiella lagerstyrningsmetoder	27
4.3.3	Lagerstyrningsmetodernas påverkan på kostnader	27
4.3.4	Framtagande av lagerstyrningsmodell.....	28
4.3.5	Samband huvudfråga A och koppling till syftet	28
4.4	Införande av ny läkemedelsautomat	29
4.4.1	Kartläggning skillnader läkemedelsförråd och läkemedelsautomat.....	29
4.4.2	Påverkan på avdelningarnas kostnader	29
4.4.3	Framtagande av modell för införande av ny läkemedelsautomat	30
4.4.4	Samband huvudfråga B och koppling till syftet	30
4.5	Illustration av syftesnedbrytning	30
4.6	Studerat system	31
4.7	Analysmodeller	32
4.7.1	Kostnadseffektiv lagerstyrning.....	32
4.7.2	Införande av nya läkemedelsautomater	33
5	Metod.....	35
5.1	Studiens genomförande.....	36
5.1.1	Klargöra förutsättningar.....	37
5.1.2	Kostnadseffektiv lagerstyrning.....	38
5.1.3	Införandet av en läkemedelsautomat.....	42
5.1.4	Sammanfattning.....	44
5.2	Metoder för datainsamling	44
5.2.1	Kvalitativa data.....	44
5.2.2	Kvantitativa data	45
5.3	Trovärdighetsdiskussion	45
5.4	Etik	46
5.4.1	Patientintegritet.....	46
5.4.2	Intervjuer	46
6	Empiri	49
6.1	Inledning	50
6.2	Antal påfyllnader	50
6.3	Antal utplock	51
6.4	Lagernivåer och lagerbrister	52
6.5	Artikelnummer per automat.....	53
6.6	Kostnader	53

6.7	Läkemedelshantering.....	54
6.7.1	Med läkemedelsautomat.....	54
6.7.2	Utan läkemedelsautomat.....	54
6.7.3	Övriga skillnader.....	54
7	Resultat	57
7.1	Kostnadseffektiviserad lagerstyrning.....	58
7.1.1	Lagerstyrning i dagsläget	58
7.1.2	Potentiella lagerstyrningsmetoder	62
7.1.3	Lagerstyrningsmetodernas påverkan på kostnader	66
7.1.4	Samverkan mellan lagerstyrningsmetoder	72
7.1.5	Sammanfattning kostnadseffektiv lagerstyrning	73
7.2	Införande av nya läkemedelsautomater.....	74
7.2.1	Skillnader läkemedelsförråd och läkemedelsautomat	74
7.2.2	Påverkan på avdelningarnas kostnader	75
7.2.3	Framtagande av modell för införande av ny läkemedelsautomat	76
7.2.4	Sammanfattning införande av nya läkemedel	78
8	Känslighetsanalys.....	79
8.1	Känslighetsanalyser av modell för kostnadseffektiv lagerstyrning.....	80
8.1.1	Lagerräntan förändras	80
8.1.2	Antalet påfyllningars påverkan påfyllningskostnad	80
8.2	Känslighetsanalyser av modell för införande av ny läkemedelsautomat	81
8.2.1	Ökning i sjuksköterskors lön	81
8.2.2	Ökning och minskning av besparad tid vid utplock	82
8.2.3	Extra leveranser uppstår	83
8.2.4	Läkemedelsautomaternas grundkostnad ökar	83
8.3	Sammanfattning av känslighetsanalys.....	84
9	Slutsats	85
9.1	Kostnadseffektiv lagerstyrning	86
9.2	Införande av nya läkemedelsautomater	87
10	Diskussion	89
10.1	Anpassningar av arbetet	90
10.1.1	ABC- och VED-klassificering	90
10.1.2	EOQ	90
10.2	Modell för kostnadseffektiv lagerstyrning.....	90
10.3	Modell för införande av nya läkemedelsautomater	91
10.4	Generaliserbarhet	91

10.5	Framtida undersökningar.....	92
10.6	Känslighetsanalyser.....	92

Figurförteckning

Figur 1, Bild på läkemedelsautomat, hämtad från Ahlenbäck, Å. (2015)	6
Figur 2, Läkemedelsflöde med läkemedelsautomat	7
Figur 3, Läkemedelsflöde utan läkemedelsautomat.....	8
Figur 4, Illustration för hur referensramens delar hänger ihop.....	10
Figur 5, Hur säkerhetsfaktorn påverkas av olika servicenivåer.	12
Figur 6, Metoder för att styra inlagringskvantiteter och frekvens.	14
Figur 7, Uppdelning av artikelklasser.	16
Figur 8, ABC-klassificering med två kriterier.....	16
Figur 9, ABC-VED-matris.....	17
Figur 10, Leveransserviceelementen.	17
Figur 11, Illustration av Bullwhip-effekten.....	21
Figur 12, Nedbrytning av syfte till huvudområden.	25
Figur 13, Illustration för hur huvudfråga A ska besvaras.	28
Figur 14, Illustration för hur huvudfråga B ska besvaras.	30
Figur 15, Illustration för hur syftet brutits ned i huvudfrågor och sedan underfrågor.	31
Figur 16, Studerat system med läkemedelsautomater.....	31
Figur 17, Studerat system utan läkemedelsautomater.	32
Figur 18, Analysmodell för att besvara huvudfråga A.....	33
Figur 19, Analysmodell för att besvara huvudfråga B.....	33
Figur 20, Metod för logistiskt förändringsarbete.	36
Figur 21, Studiens genomförande.....	37
Figur 22, De fem artiklar som utgör högst andel av totalt volymvärde.....	65
Figur 23, Skillnad medellagervärde i säkerhetslagret för US_BERO.	69
Figur 24, förändring lager vid olika säkerhetsdimensioneringar.	70
Figur 25, Känslighetsanalys lagerränta.	80
Figur 26, Antal påfyllningar per vecka per automat, årlig basis.	81
Figur 27, Ändring av brytpunkt då sjuksköterskors lön ökar.	82
Figur 28, Ändring av brytpunkt då den besparade tiden förändras.	82
Figur 29, Brytpunktens förändring vid ökning av antal extra leveranser.	83
Figur 30, Brytpunktens förändring vid ökade baskostnader för automaten.	83

Formelförteckning

Formel 1, Beräkning av medellagernivån.	11
Formel 2, Beräkning av medellagervärdet.....	12
Formel 3, Beräkning av total genomsnittlig kapitalbindning.....	12
Formel 4, Definitionen av SERV1.	12
Formel 5, Beräkning av säkerhetslager enligt SERV1.....	13
Formel 6, Beräkning av servicefunktionen.	13
Formel 7, Wilsonformeln, beräkning av den ekonomiska orderkvantiteten.....	14
Formel 8, Beräkning av leveranspålitlighet.....	18
Formel 9, Beräkning av leveranssäkerhet.....	18
Formel 10, Lagertillgänglighet.	39
Formel 11, Beräkning av k-värde för användning i SERV1	40
Formel 12, Skillnad i kostnad per månad för läkemedelsförråd med automat.....	75
Formel 13, Skillnad i kostnad per månad per extraleverans för läkemedelsförråd med automat.....	75
Formel 14, Omvandling minuter till timmar.	76
Formel 15, Besparing per uttag.	76
Formel 16, Lönekostnadens förändring beroende på antal uttag per månad.	76
Formel 17, Beräkning av merkostnad per månad.....	76
Formel 18, Olikhet som visar när det är kostnadsmässigt lönsamt att införa en automat på en avdelning.....	77
Formel 19, Brytpunkt för antal utplock per månad utan extra leveranser.....	77
Formel 20, Generell formel för utplock per månad då det är värt att ha läkemedelsautomat.	77
Formel 21, Generell formel för skillnad i påfyllningsavgift för avdelning med resp. utan läkemedelsautomat.	77

Tabellförteckning

Tabell 1, Tre olika totalkostnadsmodeller.	19
Tabell 2, Sammanfattning av angreppsmetod för respektive underfråga.....	44
Tabell 3, Förklaring av intervjuer och hur de har använts.	50
Tabell 4, Förklaring av avdelningsbeteckningar hos Region Östergötland.	50
Tabell 5, Antal påfyllnader per avdelning och år samt snittantal påfyllnader per vecka.	51
Tabell 6, Antal påfyllnader över ett år utspritt per veckodag.....	51
Tabell 7, Snittpåfyllnad antal läkemedel per avdelning och påfyllning	51
Tabell 8, Utplock per avdelning.	52
Tabell 9, Antal artikelnummer per läkemedelsautomat.....	53
Tabell 10, Kostnader för påfyllning av läkemedelsautomat/läkemedelsförråd per månad.....	53
Tabell 11, Urklipp från beräkningarna av lagertillgänglighet i US_BERO.....	59
Tabell 12, Lagertillgänglighet utifrån antal stockouts mellan varje påfyllning, sett till respektive avdelnings total och medel under ett år.	60
Tabell 13, Medelservicenivå enligt SERV1 för varje avdelnings.....	60
Tabell 14, Medellagervärdet och lagerföringskostnader per avdelning.....	61
Tabell 15, Fördelning av normalfördelning på artikelnummer i de olika automaterna.	64
Tabell 16, Besparing vid beställning 1 gång i veckan.	66
Tabell 17, Besparing vid beställning 2 gånger i veckan.....	67
Tabell 18, Besparing vid beställning 3 gånger i veckan.....	67
Tabell 19, Förändring lagerföringskostnad vid påfyllnad 1 gång per vecka.....	67
Tabell 20, Förändring lagerföringskostnad vid påfyllnad 2 gånger per vecka.	68
Tabell 21, Sammanställning lagerföringskostnader och ordersärkostnader	69
Tabell 22, Transaktionshistorik artikel 422 626.	70
Tabell 23, Lagerföringskostnad vid SERV1-98 % med 10 % lagerränta.....	71
Tabell 24, Lagerföringskostnad vid SERV1-99 % med 10 % lagerränta.....	71
Tabell 25, Lagerföringskostnad vid SERV1-99,99 % med 10 % lagerränta.....	71
Tabell 26, Förändringar lagerföringskostnad vid olika servicenivåer i SL.	72
Tabell 27, Totalkostnadsmodell huvudfråga A.	74

1 Inledning

I detta kapitel presenteras bakgrunden till Region Östergötlands arbete med narkotikaklassade läkemedel, en hantering som kräver en hög grad av spårbarhet. För att underlätta detta används det på vissa avdelningar läkemedelsautomater som registrerar utplock och inleveranser automatiskt. Från detta presenteras rapportens syfte, vilket handlar om att undersöka användningen av läkemedelsautomater ur ett logistiskt perspektiv.

1.1 Bakgrund

Region Östergötlands kostnader för inköpta läkemedel uppgick 2017 till 1,7 miljarder kronor (Läkemedelsenheten, 2018). Eftersom det rör sig om stora summor pengar är det viktigt för regionen att läkemedelshanteringen sker så kostnadseffektivt som möjligt utan att påverka patientsäkerheten. För att uppfylla detta finns Läkemedelsenheten, en avdelning på Region Östergötland som ansvarar för strategiska och administrativa frågor angående läkemedel. Läkemedelsenheten är även en del av ledningsstaben på Region Östergötland.

Som ett steg i att försöka effektivisera läkemedelshanteringen har Läkemedelsenheten börjat införa läkemedelsautomater inom regionen. Automaterna är elektroniska lagerpunkter som registrerar uttag av läkemedel samt vem som plockat ut läkemedlet, vilket förbättrar spårbarheten samt minskar svinn av läkemedel. Läkemedelsenheten (2018) förklarar att avdelningar utan läkemedelsautomater har ett större svinn jämfört med avdelningar med en läkemedelsautomat. Läkemedelsautomaterna bidrar till att effektivisera vården genom att underlätta hanteringen av narkotikaklassade läkemedel och bidrar till en delvis automatiserad återfyllnadsprocess men läkemedelsautomaterna leder även till ökade kostnader.

Apoteket AB ansvarar för påfyllnad av läkemedel i läkemedelsautomaterna och läkemedelsrummen. De ser till att nya läkemedel beställs från Apoteket AB:s centrallager när beställningspunkten nås. Beställningspunkten är en bestämd nivå som finns lagrad i läkemedelsautomaten, denna nivå är bestämd av vårdpersonal på respektive avdelning. Apoteket ansvarar även för att läkemedelsautomaterna och läkemedelsrummen fylls på när leverans av läkemedel anländer. På avdelningar som har en läkemedelsautomat behöver inte lagersaldon uppdateras manuellt i systemet, utan detta sköts automatiskt av automaten.

På avdelningar utan läkemedelsautomat sköts lagersaldon genom att personal från Apoteket manuellt fyller i lagersaldon i en Excel-fil utifrån de läkemedel vårdpersonal plockat ut. När ett narkotikaklassat läkemedel ska plockas ut ur ett läkemedelsrum av vårdpersonal måste läkemedlet inventeras och jämföras med registrerat lagersaldo. Om det skulle finnas en differens kräver detta en utredning för att avgöra varför denna differens uppstått. Detta leder till att ett införande av en läkemedelsautomat ger ökad spårbarhet och lagernivåerna sparas automatiskt för läkemedel. Detta gör att tidskrävande utredningar kan undvikas och vårdpersonal inte behöver inventera eller registrera utplock av läkemedel manuellt. Läkemedelsautomater bidrar således till en effektivisering då det existerar höga krav på spårbarhet och förvaring vid hantering av narkotikaklassade läkemedel, vilket kräver att de förvaras inlåsta och att de inventeras vid utplock.

I dagsläget finns det bristfälliga rutiner för lagerstyrning av läkemedelsautomater och undermåligt underlag för när nya läkemedelsautomater bör införas (Läkemedelsenheten, 2018). I nuläget bestäms max och min-nivåer på läkemedlen på respektive avdelning av vårdpersonalen, där max-nivåer är den högsta mängden läkemedel som ska lagras och min-nivåer är punkten då nya läkemedel ska beställas. Huruvida en ny läkemedelsautomat ska införskaffas bestäms av respektive avdelningschef. Detta leder till att uppdraget från Läkemedelsenheten är att bestämma hur befintliga läkemedelsautomaternas lagernivåer kan bestämmas för att minska kostnaderna. Läkemedelsenhetens andra uppdrag är att undersöka när nya läkemedelsautomater bör införas.

1.2 Syfte

Rapporten kommer att besvara ett tvådelat syfte. Där första delen behandlar nuvarande läkemedelsautomaters lagerstyrning i form av lagernivåer, påfyllnadsfrekvens och beställningspunkter. Den andra delen behandlar när en läkemedelsautomat bör införas på en avdelning, detta genom att analysera uttagsfrekvensen. Syftet att besvara blir då följande:

*Ta fram en modell för kostnadseffektiv lagerstyrning av läkemedelsautomater
samt en modell för att avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en
läkemedelsautomat.*

2 Nulägesbeskrivning

Följande kapitel beskriver nuläget för Region Östergötlands användning av läkemedelsautomater. Hur läkemedelsautomaterna fungerar beskrivs och hur läkemedelsflödet ser ut. Vidare beskrivs även Läkemedelsenheten som är ansvariga för läkemedelsförsörjning i regionen och Apoteket AB som är leverantör av läkemedel. Kapitlet avslutas med att läkemedelshanteringen vid användning av läkemedelsautomat samt utan läkemedelsautomat beskrivs. Informationen som presenteras i detta kapitel grundar sig på en intervju med Läkemedelsenheten samt erhållen presentation av uppgiften.

2.1 Läkemedelsautomat

Läkemedelsautomaterna används för att förvara narkotikaklassade läkemedel på ett säkert sätt. Läkemedlen förvaras i en mängd olika förvaringsfack som läkemedelsautomaten utgörs av, se Figur 1.



Figur 1, Bild på läkemedelsautomat, hämtad från Ahlenbäck, Å. (2015)

För att kunna plocka ut läkemedel krävs identifiering i systemet, som sker via inloggning. Endast sjuksköterskor och Apotekets personal kan öppna automaterna och alla utplock registreras, vilket gör att läkemedelshanteringen kan ske på ett säkrare sätt än på de avdelningar som saknar automat. Plockas det ut en större mängd än vad patienten behöver, returneras de läkemedel som inte används via en returlåda i automaten. På avdelningar med utan läkemedelsautomat antecknas detta endast manuellt i en liggare. Automaterna leasas av avdelningarna internt från Regionen. Leasingavgiften täcker inköpskostnad för automaten samt underhåll (Läkemedelsenheten, 2018).

2.2 Läkemedelsenheten

Läkemedelsenheten är en del av ledningsstaben för Region Östergötland och har ett övergripande ansvar för strategi och styrning av läkemedelsfrågor. De kan rekommendera avdelningar att skaffa en läkemedelsautomat, men i slutändan är det upp till respektive avdelning att bestämma. Deras huvuduppgifter är följande:

- Vara ett stöd för verksamhetschefer, tjänstemän och politiker inom läkemedelsområdet
- Ansvara för medicinska och ekonomiska uppföljningssystem av läkemedelsområdet
- Stimulera lokalt kvalitetsarbete inom läkemedelsområdet
- Upphandlingar av läkemedel
- Följa upp läkemedelsanvändning
- Säkerställa att regionen uppfyller sina krav gällande läkemedelsförsörjning.

Läkemedelsenheten har idag bristfälliga metoder för att bestämma lagernivåer och när nya läkemedelsautomater bör införskaffas. Metoderna baseras inte på vetenskaplig litteratur, utan på vårdpersonalens erfarenhet av verksamheten (Läkemedelsenheten, 2018).

2.3 Apoteket AB

Apoteket AB är leverantör av alla läkemedel för Region Östergötland, detta efter en upphandling som skedde 2012. De är enligt kontraktet ansvariga för läkemedelsautomaternas påfyllnad och beställning av läkemedel en gång per vecka. Utöver detta kan Apoteket AB även behöva fylla på fler gånger per vecka om något läkemedel skulle nå sin beställningspunkt, i detta fall debiteras avdelningen extra.

Ytterligare beställningar sker i nuläget ofta, vilket genererar höga kostnader (Läkemedelsenheten, 2018).

2.4 Läkemedelsflöde

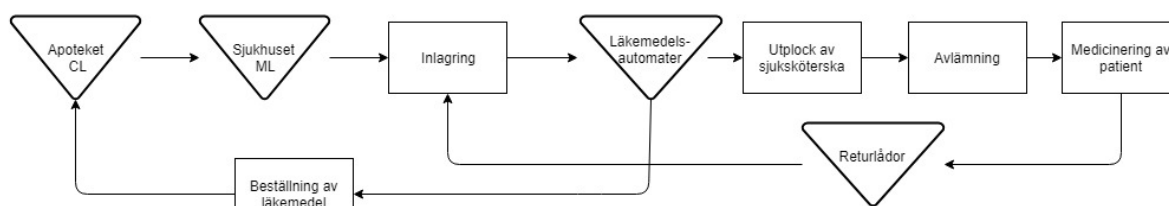
Varje vardag får Universitetssjukhuset en leverans från Apoteket AB:s centrallager i Stockholm. I dagsläget kan beställningarna av läkemedel vara otillräcklig och täcker ibland inte åtgången under helger och röda dagar, vilket innebär dyra extraåtgärder i form av akutbeställningar från Apoteket AB. När läkemedlen anländer till godsmottagningen på sjukhusen inom Region Östergötland sorteras de till interna transportvagnar och transporteras till respektive avdelning. Läkemedlen packas sedan upp och lagras in av personal från Apoteket AB. När behov uppstår blir läkemedlen utplockade av sjuksköterskorna för att transporteras till patienterna (Läkemedelsenheten, 2018).

2.4.1 Läkemedelshantering med läkemedelsautomater

För att underlätta hanteringen och öka spårbarheten vid användandet av narkotikaklassade läkemedel använder sig flera av regionens avdelningar läkemedelsautomater. Läkemedelsautomaterna är skåp som fungerar som elektroniska lagerplatser där inlagring och utplock endast får göras av behörig personal. Automaterna sparar information om inlagring, utplock och lagersaldon. När lagernivån passerar under beställningspunkten genereras ett automatiskt mejl till Apoteket AB. Apoteket AB lägger sedan manuellt in informationen i mejlet till deras beställningssystem för att slutföra orderläggningen. Sortimentet som finns i automaterna kan anpassas efter var avdelnings behov genom justering av storlekar på facken och antalet automatmoduler (Läkemedelsenheten, 2018).

Användandet av maskinen sker vanligtvis på följande sätt: Sjuksköterskan identifierar sig med sitt accesskort och slår in sin personliga kod. Därefter anger sjuksköterskan vilket läkemedel som önskas plockas ut och kvantitet samt personnummer till den patient som läkemedlet är avsett för. Automaten lyser sedan upp den låda som ska öppnas vilket innehåller exakt den kvantitet som efterfrågats. Endast den upplysta lådan är öppen, alla andra är låsta. Efter att läkemedel plockats ut stängs lådan och låses återigen automatiskt. Om det utplockade läkemedlet inte används eller om hela dosen inte ges läggs läkemedlet tillbaka i en returlåda vid automaten. I samband med tillbakaläggande måste sjuksköterskan identifiera sig och ange till vilken patient det returnerade läkemedlet plockades ut. (Läkemedelsenheten, 2018).

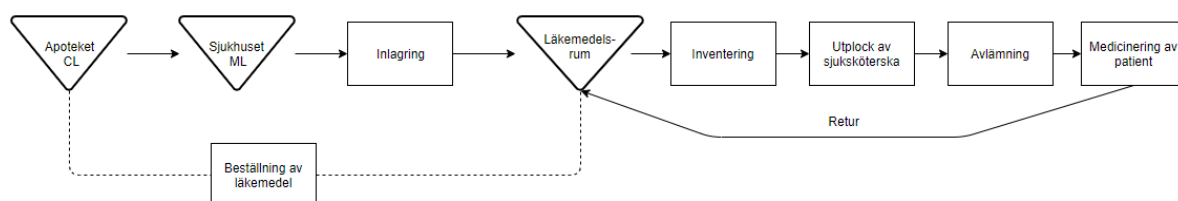
Ett problem enligt Läkemedelsenheten (2018) vid lagringen av läkemedel utgörs av avsaknaden av standardisering av förpackningar gällande datumstämpel per enhet. Idealet i detta fall för Region Östergötland är att varje enskild enhet har förpackats med en datumstämpel. Om läkemedlet ej är förpackat som enheter med datumstämpel utan tillhör en tablettkarta läggs hela tablettkartan i förvaringsutrymmet. Ett problem med detta är att spårbarheten på medicinen blir sämre och att det inte går att plocka ut enskilda tabletter utan endast hela kartor. Sådan förvaring kräver ytterligare manuell hantering i form av kontrollräkning. Se Figur 2 för en illustration av flödet.



Figur 2, Läkemedelsflöde med läkemedelsautomat.

2.4.2 Läkemedelshantering utan läkemedelsautomat

På de avdelningar som saknar läkemedelsautomat förvaras de narkotikaklassade preparaten i ett låst skåp. Alla utplock registreras i en liggare av den sjuksköterska som plockar ut läkemedlet. Vid utplock inventerar sjuksköterskan det aktuella läkemedlet och saldot dubbelkollas mot det registrerade i liggaren. Om det skulle vara så att lagersaldot inte stämmer överens med det nedskrivna startas en utredning på avdelningen för att ta reda på varför det inte stämmer. Inventering och utredning av saknade läkemedel är tidskrävande aktiviteter. Liggaren förs dagligen manuellt in i systemet av Apoteket AB för att uppdatera lagersaldon. Efter utplock transporterar sjuksköterskan läkemedlet till patienten. I det fall att läkemedlet inte längre behövs returneras det till läkemedelsförrådet och liggaren uppdateras (Läkemedelsenheten, 2018). Flödet illustreras i Figur 3.



Figur 3, Läkemedelsflöde utan läkemedelsautomat

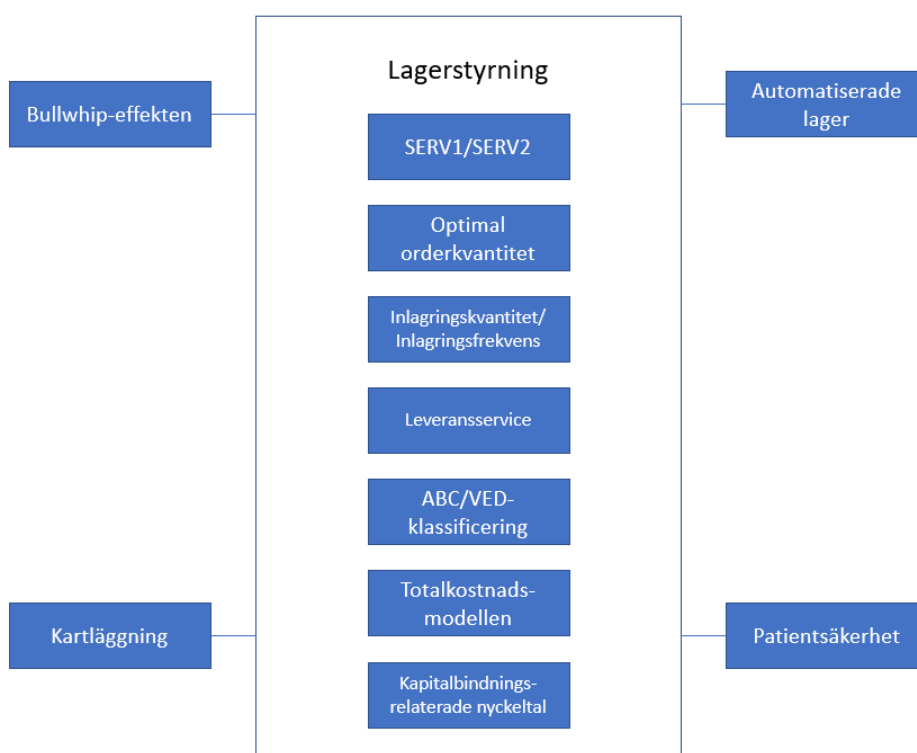
3 Referensram

Följande kapitel innehåller den litteratur som används för att besvara syftet. Litteratur gällande lagerstyrning i form av lagernivåer, säkerhetslager, orderkvantiteter, ABC/VED-klassificering, leveransservice och totalkostnadsmodeller. Dessa teorier kompletteras sedan med litteratur gällande automatiserade lager, patientsäkerhet, kartläggning och Bullwhip-effekten.

3.1 Inledning

Figur 4 visar hur referensramen olika delar hänger ihop, där lagerstyrning är kärnan i utredningen. Detta grundas i rapportens första del av syftet där en modell för kostnadseffektiv lagerstyrning av befintliga läkemedelsautomater ska tas fram. Den kostnadseffektiva lagerstyrningen ligger sedan till grund för att besvara andra delen av syftet, där en modell för införande av en ny läkemedelsautomat ska tas fram. Lagerstyrningsavsnittet tar upp litteratur gällande säkerhetslager i form av SERV1 och SERV2, optimal orderkvantitet i form av Wilson-formeln, inlagringskvantitet/inlagringsfrekvens, ABC/VED-klassificering och kapitalbindningsrelaterade nyckeltal. Detta utökas sedan med litteratur gällande leveransservice i form av de olika leveransservicemåtten samt avslutas med litteratur gällande olika totalkostnadsmodeller.

Referensramen kompletteras sedan med litteratur gällande kartläggning, Bullwhip-effekten, automatiserade lager och patientsäkerhet. Bullwhip-effekten behöver tas hänsyn till på grund av Läkemedelsenhetens resonemang gällande höga lagernivåer. Då rapporten behandlar både avdelningar med och utan läkemedelsautomater utreds fördelarna med automatiserade lager. Detta för att ge en djupare förståelse för problemet samt för att det påverkar patientsäkerheten genom mindre svinn. Kapitlet avslutas med litteratur gällande kartläggning, då det handlar om en utredning i sjukhusmiljö. Utredningen grundas således på ett väl undersökt nuläge för att resultatet ska kunna implementeras med säkerhet för att bibehålla hög patientsäkerhet.



Figur 4, Illustration för hur referensramens delar hänger ihop

3.2 Lagerstyrning

Lagerstyrning är ett begrepp som ofta används inom logistiken. Vad begreppet innebär kan variera kraftigt, men enligt Oskarsson et al. (2013) är syftet med lagerstyrning att besvara följande tre huvudfrågor:

1. Vid vilken tidpunkt ska nya produkter beställas?
2. Vilken kvantitet ska beställas?
3. Hur skyddar lagerstyrningen mot osäkerheter?

Det bör dock tas i beaktning att beräkningsmodellerna och teknikerna som presenteras i följande avsnitt är utformade efter industrin. Sjukhus styr ofta sina lager genom att apotekare/vårdpersonal är ansvariga för lagerstyrningen, för att erhålla hög patientsäkerhet. Detta leder till hög kapitalbindning och att läkemedel behöver kasseras då de når sitt utgångsdatum innan de hinner användas. För att undvika detta används i vissa fall läkemedelsautomater, som kan minska svinn och antalet borttappade läkemedel, vilket i sin tur leder till högre patientsäkerhet (Gebicki et al., 2012).

Avsnittet behandlar därmed olika teorier inom lagerstyrning. Dessa teorier kommer att ligga till grund för besvarandet av första delen av syftet där användningen av nuvarande läkemedelsautomater ska effektiviseras. Avsnittet behandlar litteratur gällande lagernivåer, säkerhetslager, orderkvantiteter, inlagringsfrekvenser, ABC/VED-klassificering, leveransservice och totalkostnadsmodeller.

3.2.1 Lagernivåer

Ett lagers syfte är att täcka efterfrågan på artiklarna i lagret över tid. När artiklar plockas ut ur lagret kommer lagernivån att minska i samma takt. Artiklarnas plockas ut ur lager löpande medan påfyllnad sker i större partier. Partierna som inlagras är av en given kvantitet Q och utplocket (kundernas efterfrågan) är D . Då lagernivån kommer variera inom de gränser som ges av in- och utleveranser kallas den del av lagret omsättningslager (Lumsden, 2012).

I de fall då D under en given period är mer än Q blir det brist i lagret. Av det skälet är det vanligt att lagret även har ett säkerhetslager för att alltid kunna leverera till kunderna. Säkerhetslagret är fransklit omsättningslagret och dess storlek baseras på den servicenivå företaget eftersträvar (Lumsden, 2012).

Lagrets genomsnittliga storlek omfattar hela säkerhetslagret (SL) och medelvärdet av omsättningslagret OL . Medelvärdet av omsättningslagret blir hälften av inlagringskvantiteten Q . Det leder till samma slutsats som, se Formel 1, för medellagernivån MLN (Lumsden, 2012).

3.2.2 Kapitalbindningsrelaterade nyckeltal

Vid flödeskartläggning är den genomsnittliga kapitalbindningen intressant att studera. Detta görs genom att studera karaktäristiken hos lagerpunkterna i processen. Medellagernivån (MLN) kan bestämmas för de olika lagerpunkterna i systemet med hjälp av säkerhetslagret (SL) och omsättningslager (OL) för respektive lager, se Formel 1 (Oskarsson et al., 2013). Omsättningslager kan sedan skrivas om till halva orderkvantiteten (Q).

$$MLN = SL + OL = SL + \frac{Q}{2}$$

Formel 1, Beräkning av medellagernivån.

När detta är gjort kan de framtagna värdena på MLN multipliceras med produktvärdet per artikelnummer för att på så sätt få reda på hur mycket kapital som binds i systemet, se Formel 2. Produktvärdet varierar ofta beroende på var i systemet produkten befinner sig vilket ska tas hänsyn till.

$$MLV = p * MLN$$

Formel 2, Beräkning av medellagervärdet.

Den totala genomsnittliga kapitalbindningen blir således summan av MLV för alla lager i systemet, se Formel 3.

$$Total\ genomsnittlig\ kapitalbindning = \sum MLV$$

Formel 3, Beräkning av total genomsnittlig kapitalbindning.

3.2.3 Säkerhetslager

Säkerhetslagrets syfte är att gardera sig mot brister i lagret som kan uppkomma vid (Lumsden, 2012):

- Öväntat höga utleveranser
- Långa ledtider för inleveranser
- Långa transporttider
- Långa leveranstider

Säkerhetslagret bör dimensioneras utefter vilken nivå av lagertillgänglighet företaget strävar efter. Leveransservice beskrivs mer utförligt i avsnitt 3.2.8 Leveransservice. Det är endast lagertillgängligheten av leveransserviceelementen som påverkar storleken på säkerhetslagret (Oskarsson et al., 2013). Oskarsson et al. (2013) beskriver två grundläggande modeller för dimensionering av säkerhetslager, SERV1 och SERV2, som behandlas nedan.

SERV1

Säkerhetslagerdimensionering utifrån SERV1 är sannolikheten att inte få brist i lagret under en lagercykel. SERV1 tar ej hänsyn till storleken av en eventuell brist utan endast att en brist uppstår (Oskarsson et al., 2013). Definitionen av SERV1 kan skrivas som Formel 4.

$$Servicenivå\ (\%) = \left(1 - \frac{\text{Antal lagercykler med brist}}{\text{Totalt antal lagercykler}}\right) * 100$$

Formel 4, Definitionen av SERV1.

SERV1 använder två vanliga avvikelser inom ett lager. Ledtiden för beställningen till lagret (LT) och kundernas efterfrågan (D). Vidare används även en konstant säkerhetsfaktor (k) som bestäms utifrån vilken servicenivå företaget vill uppnå. Servicenivån och säkerhetsfaktorn ökar inte linjärt med varandra, vilket kan ses i Figur 5. För att gå från servicenivå 95% till 99% krävs alltså en betydligt större ökning av lagret än att gå från 90% till 95% (Oskarsson et al., 2013).

Servicenivå	50%	90%	95%	98%	99%
Säkerhetsfaktor	0	1,28	1,64	2,05	2,33

Figur 5, Hur säkerhetsfaktorn påverkas av olika servicenivåer.

Säkerhetslagret räknas ut med $SL = K * \sigma$. Där σ är sammanvägda standardavvikelsen för osäkerheten i efterfrågan och osäkerheten i ledtid. Det leder till SERV1:s formel, se Formel 5 för

säkerhetslagrets nivå. SERV1 som metod för lagerdimensionering gäller endast då ledtiden för beställning och efterfrågan är normalfördelade. (Oskarsson et al., 2013)

$$SL = k * \sqrt{\sigma_D^2 * LT + \sigma_{LT}^2 * D^2}$$

Formel 5, Beräkning av säkerhetslager enligt SERV1.

SERV2

SERV2 är ett mått på lagertillgängligheten, den andel av total efterfrågan som kan levereras direkt från lagret. Risk för brist i ett lager uppstår varje gång nivåer i ett lager håller på att ta slut, vilket leder till att ju lägre orderkvantiteter som lagret fylls på med, desto oftare finns det risk att brist i lagret uppstår (Oskarsson et al., 2013).

Givet en viss lagertillgänglighet fås storleken på den förväntade bristen av:

$$f(k) = \frac{(1 - SERV2) * Q}{\sigma}$$

Formel 6, Beräkning av servicefunktionen.

Där:

- Q är orderkvantiteten
- σ är standardavvikelsen
- $SERV2$ är den lagertillgänglighet som vill uppnås

Utifrån servicefunktionen $f(k)$ i Formel 6 kan sedan säkerhetsfaktorn k härledas, det sker med hjälp av normalfördelningens täthetsfunktion, men ofta väljs k från en tabell. Detta k används sedan i Formel 5 för att bestämma SERV2. (Oskarsson et al., 2013)

Till skillnad mot SERV1 räknar SERV2 storleken på bristen. Det leder i de allra flesta fall till ett lägre säkerhetslager för SERV2. SERV1-formeln tar ej hänsyn till hur stor en brist kommer bli, vilket gör att säkerhetslagret ofta överdimensioneras. SERV2 resulterar i lägre säkerhetslagersdimensioner, men den är också svårare att beräkna. SERV2 kan, precis som SERV1, endast räknas ut om ledtiden för beställning och efterfrågan är normalfördelade.

3.2.4 Säkerhetslagerbestämning vid icke normalfördelade data

För att hantera data som inte är normalfördelad kan olika åtgärder tas. Mattson presenterar två metoder att hantera detta:

Metod 1: Enligt Mattson (2007) ligger ofta problemet i extremvärdena ("outliers"). Extremvärdena får, av naturliga säll, betydande påverkan på standardavvikelsen. Eftersom standardavvikelsen används direkt i formlerna för SERV1 och SERV2 följer problemet med i säkerhetslagerberäkningen. För att hantera detta föreslår Mattson att de mest extrema värdena sällas bort. Sällningen kan ske redan när aktiviteten sker (om det är ett tydligt extremvärde), eller i efterhand.

Metod 2: Mattson (2008) beskriver en annan metod för att hantera icke normalfördelade data. Metoden går ut på att ta höjd för eventuella avvikelser. Detta innebär att en högre servicenivå än önskat sätts vid beräkningen. Den verkliga servicenivån blir då som önskat, om tillräckligt med höjd tas. Metoden kan användas iterativt, för att hitta det optimala pålägget på servicenivån. Hur stor skillnaden är mellan det beräknade värdet och det verkliga beror på hur ofta artikeln plockas ut, och vilka kvantiteter respektive utplock har.

3.2.5 Bestämning av optimal orderkvantitet

Optimal orderkvantitet är den beställningskvantitet som medför lägst totalkostnad för en verksamhet. Ett vanligt sätt att bestämma vilken orderkvantitet som ska användas är med hjälp av Wilsonformeln.

Syftet med Wilsonformeln är att beräkna den ekonomiskt optimala orderkvantiteten, vilket kommer kallas EOQ härnäst. Wilsonformeln bygger på att hitta den minsta totalkostnaden och ser ut som följande (Oskarsson et al., 2013):

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

Formel 7, Wilsonformeln, beräkning av den ekonomiska orderkvantiteten.

Där K är ordersärkostnaden (administrativa kostnaden per lagd order), D är efterfrågan (årlig), r är lagerräntan och p är produktvärdet.

3.2.6 Inlagringskvantiteter och inlagringsfrekvens

Lagernivåer kan inte styras direkt, utan måste styras indirekt via inlagring och utplock. Eftersom utplocket ofta är svårt att styra (beror på efterfrågan), blir inlagringen det viktigaste styrmedlet för lager. Enligt Oskarsson et al. (2013) finns det fyra lämpliga metoder som kan användas för att styra inlagringskvantiteter och frekvens, se Figur 6 för illustration.

Periodicitet Kvantitet	Fast intervall	Varierande intervall
Fast kvantitet	1	2
Varierande kvantitet	3	4

Figur 6, Metoder för att styra inlagringskvantiteter och frekvens.

Fast beställningskvantitet och fast beställningsintervall:

Metoden fungerar endast om efterfrågan är känd (och jämn), eftersom endast små variationer kan täckas av säkerhetslagret. Trender kommer inte att fångas upp, vilket kan leda till brister eller höga lagernivåer. I praktiken fungerar denna metod sällan.

Fast beställningskvantitet och varierande beställningsintervall

En orderkvantitet måste bestämmas och lagret måste inventeras löpande för att veta när beställningspunkten är nådd, och en ny beställning måste göras. Metoden används ofta i praktiken, och klarar förändringar i efterfrågan på ett bra sätt (till en viss gräns).

Varierande beställningskvantiteter och fast beställningsintervall

Metoden kallas ofta för periodbeställningssystem, och även denna metod kan hantera förändringar i efterfrågan på ett effektivt sätt. Täcktiden och återfyllnadsnivå är två centrala begrepp i denna typ av lagerstyrning.

Täcktiden är antalet beställningsperioder som en beställningskvantitet ska täcka. Detta beräknas vanligtvis genom att EOQ tas fram, enligt Formel 7, för att få reda på vilket kvantitet som innebär lägst

kostnader. Eftersom EOQ inte tar hänsyn till beställningsperioder måste denna sedan justeras för att kunna täcka efterfrågan fram till nästa beställning.

Återfyllnadsnivån är den nivå som det beställs upp till när beställning sker. Återfyllnadsnivån beräknas genom att addera säkerhetslager och efterfrågan under en period. Ett annat sätt att bestämma återfyllnadsnivå enligt Oskarsson et al. (2013) är att sätta återfyllnadsnivån till den största förbrukningen under en täcktid. Det behövs då inget ytterligare säkerhetslager utan lagernivån kommer hantera osäkerheter. Detta ger en hög lagertillgänglighet med en högre kapitalbindning.

Varierande beställningskvantiteter och varierande beställningsintervall

Vanligt komplement till de övriga metoderna, för att hantera akutinköp. Både kvantitet och beställningsintervall måste beräknas.

3.2.7 ABC/VED-klassificering

Följande avsnitt kommer att förklara ABC-klassificering, både för fallet med ett kriterium och fler kriterier. Avsnittet avslutas med en beskrivning av VED-klassificering och hur den kan tillämpas mot ABC-klassificering. Denna metod används för att kostnadseffektivisera sitt lager.

ABC-klassificering med ett kriterium

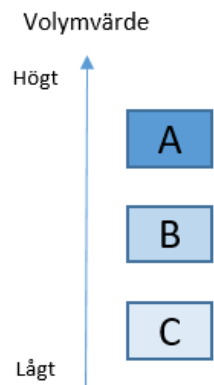
Ett enkelt sätt att styra ett lager är att ha en lika styrning för alla artiklar i sortimentet. Det vill säga att till exempel alla artiklar har samma orderkvantitet vid beställning. Ett alternativ till detta är att differentiera sin styrning genom att styra olika artiklar på olika sätt. (Oskarsson et al., 2013). Denna differentiering kan till exempel ske inom prognostisering, lagerstyrning och inventering, där alltså varje artikel kan erhålla olika inventeringsintervall, lagerstyrningsmetoder eller prognostiseringsmetoder (Olhager, 2013). Denna metod är känd som ABC-klassificering eller 80–20-regeln, då det är vanligt att 20% av elementen består av 80% av effekten (Mattsson, 2003).

ABC-klassificeringen delar således upp artiklarna i sortimentet i tre delar, A-artiklar, B-artiklar och C-artiklar. A-artiklarna är liten grupp med de viktigaste artiklarna (80–20-regeln) och C-artiklarna en större grupp med de minst viktiga artiklarna. Metoden går även att dela upp i fler eller färre segmenteringar, beroende på hur det specifika fallet ser ut. För att möjliggöra denna uppdelningen måste ett klassificeringskriterium väljas. Det vanligaste kriteriet är volymvärde, alltså total mängd som förbrukas multiplicerat med värdet per enhet. Volymvärdet kan sedan baseras på flera olika sätt, såsom inköpsvärde, kapitalbindningen i lager, täckningsbidrag eller försäljningspris (Oskarsson et al., 2013).

Oskarsson et al. (2013) beskriver följande steg för att göra en ABC-klassificering med ett kriterium:

1. Välj klassificeringskriterium, alltså bestäm vilket volymvärde som ska användas för artiklarna. Beräkna sedan volymvärdet för varje artikel.
2. Lista artiklarna och rangordna efter fallande volymvärde
3. Beräkna för varje artikel hur stor del de är av volymvärdet procentuellt
4. Beräkna ackumulerad procentandel för volymvärdet
5. Beräkna för varje artikel dess procentuella andel av totala antalet artiklar
6. Beräkna ackumulerad procentandel för artiklarna
7. Bestäm hur artiklarna ska delas in i klasser

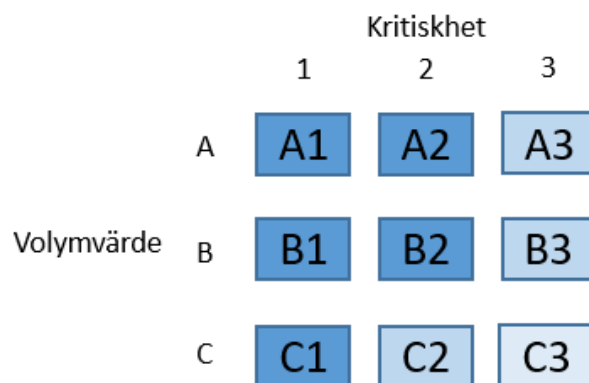
Detta leder således till att artiklarna blir uppdelad i tre klasser, se Figur 7, och valda metoder appliceras olika på klasserna.



Figur 7, Uppdelning av artikelklasser.

ABC-klassificering med fler kriterier

Ett problem med ABC-klassificering med ett kriterium är att det kan bli missvisande, då endast volymvärde tas i beaktning kan en viktig artikel i en annan aspekt bli klassad som C-artikel. För att lösa detta problem kan ABC-klassificeringen utformas med fler kriterier som till exempel hållbarhet, strategiskt vikt eller uttagsfrekvens. (Oskarsson et al., 2013). Nedan visas ett exempel där volymvärde och kritiskhet används som kriterier, där 1 är mest kritisk:



Figur 8, ABC-klassificering med två kriterier.

Detta leder till att ABC-klassificeringen utökas från tre till nio klassificeringar, vilket leder till nio olika sortimentsstyrningar. Detta är dock i de flesta fall ej möjligt då arbetet kommer bli för komplext att utföra. (Oskarsson et al. 2013). Därmed delas de olika kombinationerna in i klasser, vilket visas med färgkombinationer i Figur 8. Exemplet visar således att alla artiklar med hög kritiskhet och A2-B2 är klassificerade tillsammans, vilket då innefattar kombinationen B1 och C1 vilka annars inte skulle varit med som A-artikel vid användande av endast ett kriterium.

Vid val av fler kriterium behöver inte kriterierna delas in i samma skala, till exempel kan ett kriterium ha två klasser samtidigt som det andra har fem klasser, detta beror helt på situation (Oskarsson et al., 2013).

VED-analys

VED-analys är en analysmodell som sorterar in artiklarna utifrån kritiskheten av en artikel. V står för "Vital"- Nödvändiga som innehåller de artiklar företaget inte klarar sig utan. "Essential"- Väsentliga innehåller de artiklar som företaget kan klara sig utan, om de är utan dom kan dock service och kvalitet komma att påverkas. "Desirable"- Önskvärd innehåller de artiklar som vid brist inte kommer störa verksamhetens aktiviteter (Gupta, 2007) (Ceylan, 2017).

ABC-klassificering och VED-analys skapar då tillsammans en ABC-VED-matris, alltså en ABC-klassificering med två kriterier. Denna matris kan då appliceras vid undersökning av sortiment där både kostnader och kritiskheten för artiklarna är av intresse (Ceylan, 2017). Se Figur 9 för illustration av en ABC-VED-matris.

		VED-Analys		
		V	E	D
ABC-klassificering	A	AV	AE	AD
	B	BV	BE	BD
	C	CV	CE	CD

Figur 9, ABC-VED-matris.

3.2.8 Leveransservice

Att uppfylla kunders krav på leveransservice är en central del i logistiken. Leveransservice behandlar de delar i kundservice som har med leveransen att göra och kan delas upp i sex leveransserviceelement, se Figur 10. Samlat ger de en full bild av leveransservicen men vilka som är viktigast är olika från fall till fall (Oskarsson et al., 2013).



Figur 10, Leveransserviceelementen.

Ledtid

Tiden det tar från det att en order läggs till leveransen mottages av kund. Hur viktigt det är att leverans sker snabbt är olika viktigt beroende på vara (Oskarsson et al., 2013).

Leveranspålitlighet

Leveranspålitlighet beskriver hur tillförlitlig ledtiden är, det vill säga hur ofta hålls den lovade ledtiden. Att hålla den utlovade ledtiden har fått ökad betydelse, på grund av att företag minskar sina lager och får leveranser oftare. Problemet gäller inte bara sena leveranser, även tidiga leveranser kan ställa till problem. Anledningen till detta är att det ofta är ett begränsat utrymme där avlastning kan ske, vilket ställer större krav på planering och att leveranser kommer på utlovad tid. En annan faktor är att kapitalbindningen blir större i godsmottagningen om leveranserna kommer tidigare, vilket är något

som företag försöker undvika. Leveranspålitheten är en del som många företag värderar högt (Oskarsson et al., 2013).

$$\text{Leveranspålithet} = \frac{\text{Antal order levererade i tid}}{\text{Totalt antal order}}$$

Formel 8, Beräkning av leveranspålithet.

Leveranssäkerhet

Detta leveransserviceelement mäter att rätt vara i rätt mängd och rätt kvalitet levereras till kund. Kunder förväntar sig ofta en hög leveranssäkerhet men bristande rutiner kan påverka leveranssäkerheten negativt (Oskarsson et al., 2013). Leveranssäkerhet beräknas med hjälp av Formel 9.

$$\text{Leveranssäkerhet} = \frac{\text{Antal korrekta kompletta order}}{\text{Totalt antal order}}$$

Formel 9, Beräkning av leveranssäkerhet.

Lagertillgänglighet

Lagertillgängligheten handlar om hur många order eller orderrader som kan plockas från lagret direkt vid kundens beställning. Detta är ett mått som endast är applicerbart på lagerförda varor (Oskarsson et al., 2013).

Information

Ett informationsutbyte är positivt från båda leverantörens synvinkel såväl som kundens. Från leverantörens sida är det viktigt att kunna planera sin verksamhet och detta underlättas om kunden delar med sig av information om sin efterfrågan. Kunden vill veta vilken leveransservice som leverantören kan erbjuda. Tack vare utvecklingen av informationsteknologin är det idag lättare att dela med sig och motta information (Oskarsson et al., 2013).

Flexibilitet/Kundanpassning

Hur väl leverantörens logistiksystem kan hantera specifika kundönskemål som avviker från det normala förfarandet (Oskarsson et al., 2013). Det kan handla om att en kund önskar att dess gods förpackas på ett specifikt sätt eller vill ha kortare ledtider.

3.2.9 Totalkostnadsmodellen

Totalkostnadsmodellen går ut på att samla de kostnader som påverkas av ett visst beslut. Detta då det i många fall när en kostnad sänks innebär det en höjning av en annan kostnadspost. Vilket leder till att om endast en enskild kostnadspost undersöks kan det innebära att den totala kostnaden på företaget blir högre vid en förändring. Vilka poster som ingår i en totalkostnadsanalys varierar från fall till fall beroende på förändring (Oskarsson et al., 2013).

Tre olika totalkostnadsmodeller presenteras i Tabell 1. Oskarsson et al. (2013) har presenterat en totalkostnadsmodell, som innehåller fem poster, där de listat de relevanta kostnaderna att ta hänsyn till i flesta fall. Abrahamsson och Aronsson (1999) använder sig istället, när de designar sin modell, av 7 kostnadsposter. De väljer att, utöver de kostnadsposter som Oskarsson et al. (2013) använder sig av, även dela upp kostnaderna i paketeringskostnader samt IT och kommunikation. Daganzo (2005) klassificerar istället kostnaderna i tre kategorier.

Tabell 1, Tre olika totalkostnadsmodeller.

Författare	Kostnadsposter
Oskarsson et al.	Lagerföring, Lagerhållning/hantering, transport, administration, övrigt
Abrahamsson och Aronsson	Administrativa, lagerhantering, bundet kapital, transport, kommunikation och IT, paketering, övrigt
Daganzo	Lagerföring, transport, lagerhantering

Det finns alltså många sätt att utforma totalkostnadsmodeller och enligt Oskarsson et al. (2013) är det inte möjligt att en modell fungerar för alla beslut. Detta då alla beslut har olika förutsättningar. Det är därför viktigare att fundera över vilka kostnader som är med än hur de sorteras under olika kostnadsposter eftersom totalkostnad blir detsamma oavsett.

3.3 Automatiserade lager

Automatisering är något som traditionellt sett använts mest inom produktion. De administrativa fördelarna med automatisering har med åren allt mer kunnat appliceras inom lagerhållning. Ett effektivare administrativt arbete genom automatisering leder till reducerade kostnader och minskade ledtider. Automatiseringen av administrativt arbete handlar till största del om en underlättad informationshantering och kan kategoriseras som: automatiserad inrapportering av information, automatiserad mottagning av överförd information, automatiserad uppdatering av information samt automatiserad informationsbehandling (Mattsson, 2002).

När automatiserad inrapportering av information tillämpas möjliggörs insamling av data i större utsträckning. Hur inrapporteringen sker är avgörande. Manuell inrapportering ökar risken för felaktigheter, vilket betydligt skadar kvaliteten på informationen (Mattsson, 2002).

Enligt Mattsson (2002) har studier visat att 70 % av all information som registrerats i ett affärssystem har skrivits ut av ett annat. Effektivitet finns alltså att vinna i att ha ett filöverföringssystem, till en grad där manuell inrapportering nästan elimineras.

Information som ligger i en databas behöver med olika intervall uppdateras för att lägga till ny information eller ändras. Uppdateringarna kan vara av två olika typer. Den ena där det inte krävs några större beslut måste genomföras, till exempel lageruttag som resulterar i uppdaterat lagersaldo. Den andra kräver att specifika villkor är uppfyllda för att genomföras, där till exempel informationen erhållits från ett annat system (Mattsson, 2002).

Informationsbehandling i system kan kategoriseras i olika grader av automatisering: stödjande, rådgivande samt beslutande.

3.3.1 Stödjande system

Ett beslutstödjande system avser främst information angående transaktionshantering, automatisk bearbetning och sammanställning av data. Informationen behandlas och skapar beslutsunderlag. Resultatet leder inte till några automatiskt utförda åtgärder. Det beslutstödjande systemet kan bland annat behandla:

- *“Beräkning av kapacitetsbehov för att klara av inneliggande kundorder.*
- *Beräkning av när lagersaldot underskrider säkerhetslagernivån.*
- *Sammanställning av förbrukningsstatistik.”* (Mattsson 2002, s. 325)

3.3.2 Rådgivande system

Nästa gren blir rådgivande system, det tar informationen och lägger fram ett färdigt förslag. Förslaget omhändertas sedan av beslutsfattare som agerar utifrån det. Resultatet leder alltså fortfarande inte till några automatiskt utförda åtgärder. Systemet behandlar bland annat:

- *“Beräkning av möjlig leveranstidpunkt för kundorder med avseende på material- och kapacitetstillgång.*
- *Beräkning av ekonomiska orderkvantiteter och säkerhetslager.*
- *Generering av förslag till nya tillverknings- och inköpsorder inklusive leveranstidpunkter och orderkvantitet, exempelvis med hjälp av beställningspunkter*
- *Generering av prognoser över framtida efterfrågan.”* (Mattsson 2002, s. 326)

3.3.3 Beslutande system

Högsta graden av automatisering fås i ett beslutande system. Systemet utför då behandlingen av informationen och utför de aktiviteter som är uppställda i ett regelverk. Till exempel kan behandla systemet behandla:

- *“Inplanering av order och operationer mot kapacitetstak.*
- *Generering av inköpsorder och avsändning till leverantör.*
- *Uppgifter av kundorder med bekräftade leveranstidpunkter och orderkvantitet.*
- *Generering av prognoser som direkt används i materialplaneringen.”* (Mattsson 2002, s. 326)

3.4 Patientsäkerhet

Felbedömningar och felaktigheter uppkommer oundvikligt inom vården och är ett betydande problem för sjukvårdssystemet. Felen leder till ökade kostnader i form av rättstvister, slösad tid och ytterligare behandlingar. Resurser som skulle kunna komma till användning av andra patienter (Reynard et al., 2009).

Inom patientsäkerhet har omhändertagandet av narkotikaklassade läkemedel en väsentlig roll och har därmed ett stort behov av att övervakas. Deliberal et al. (2018) visar hur införandet av nya teknologier, som läkemedelsautomater i vården leder till mindre läkemedelshandling av vårdpersonal samt riskerna det medför. Införandet av läkemedelsautomater visade på positiva resultat gällande läkemedelsanvändning, patientsäkerhet och tidsbesparing för sjukhuspersonalen.

3.5 Kartläggning

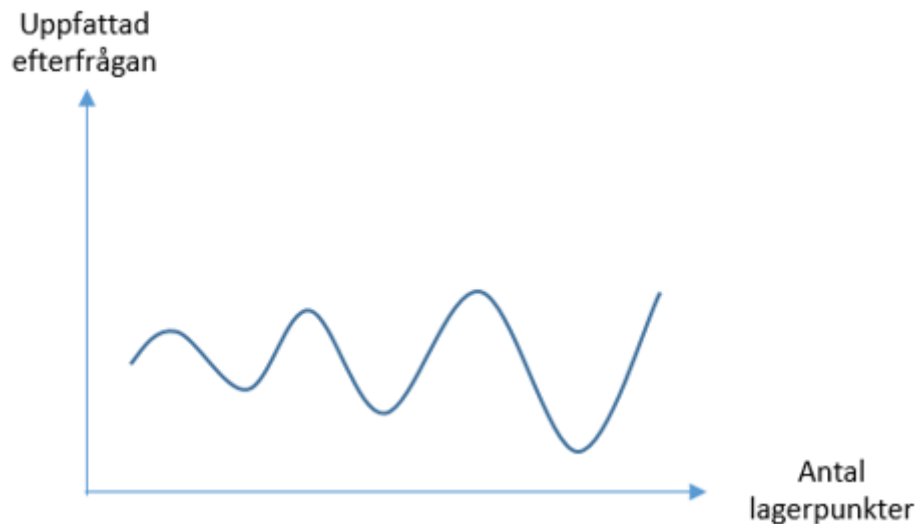
Enligt Hines (1997) finns det flera olika kartläggningsverktyg som kan användas vid kartläggning av en värdeström eller försörjningskedja. De olika kartläggningsverktygen används för att kartlägga olika delar av systemet, som kan vara ett värdeflöde eller försörjningskedja. En vanlig metod av kartläggning är flödeskartläggning, som även Oskarsson et al. (2013) behandlar. Kartläggningen kan ske på olika nivåer, beroende på vad syftet med kartläggningen är. Mer noggranna kartläggningar är mer tidskrävande, men ger en bättre bild av processen. Det blir därför en balansgång mellan hur noggrann bild som behövs, och hur mycket tid det finns för att kartlägga. Fokus bör därför läggas på de mest intressanta delarna av systemet. Det finns även flera nyckeltal som är intressanta vid en flödeskartläggning (Oskarsson et al., 2013).

Mazur (2007) menar att kunskapsgap är farliga, inte minst inom sjukvården. Kartläggning är en bra metod för att undvika att kunskapsgap finns, vilket är viktigt för att behålla en hög säkerhet för patienterna. Kartläggning är även en grund som de flesta förbättringsarbeten utgår ifrån, eftersom det är svårt att förbättra en process om det inte finns en förståelse för hur processen fungerar. Därför

är det vanligt att kartläggning är ett initialt steg i förbättringsprocessen, som det resterande förbättringsarbetet kan byggas utifrån.

3.6 Bullwhip-effekten

Bullwhip-effekten innebär att små förändringar sent i en försörjningskedja kan ha stora effekter på de aktörer som befinner sig tidigt i kedjan enligt Oskarsson et al. (2013). Detta uppstår på grund av att leverantören överskattar behovet som sin kund har. Om detta upprepas för varje steg i kedjan upplever leverantören längst bort från slutkund mycket större förändring än den verkliga (Hau et al., 1997). Se Figur 11 för illustration av Bullwhip-effekten och hur antalet lagerpunkter påverkar den totala efterfrågan.



Figur 11, Illustration av Bullwhip-effekten.

Bullwhip-effekten uppstår enligt Hau et al. (2004) då varje steg i kedjan endast optimerar lokalt. Detta kan motverkas genom delning av information om lagernivåer och försäljningsdata, enkla prismodeller och koordination av order.

4 Uppgiftsprecisering

Rapportens syfte grundar sig i det uppdrag som Läkemedelsenheten har presenterat. Uppdraget bygger på att Läkemedelsenheten har infört läkemedelsautomater som ett steg i en effektiviseringsprocess. Uppdragsbeskrivningen bryts i det här kapitlet ner från syftet till underfrågor för att strukturera upp arbetet.

4.1 Inledning

I dagsläget låter Region Östergötland de enskilda avdelningarna fatta beslut om huruvida de vill användas sig av en läkemedelsautomat eller inte. Eftersom avdelningarna inte har något underlag till hjälp i detta beslut, blir resultatet osäkert. Läkemedelsenheten vill nu ha en modell för att avgöra när de bör införskaffa flera läkemedelsautomater och hur de ska lagerstyra de läkemedelsautomater som de redan har. För att på så sätt kunna hjälpa avdelningarna att ta kostnadseffektiva beslut (Läkemedelsenheten, 2018).

För att precisera uppgiften ytterligare bryts syftet ned i ett antal frågeställningar, som grundar sig i referensramen och i Läkemedelsenhetens uppgiftsbeskrivning ovan. Ett studerat system definieras även för att klargöra arbetets fokus. Initialt användes även begreppet "sortimentsarbete" i uppgiftsbeskrivningen, men eftersom detta begrepp kan betyda flera olika saker byttes begreppet till "lagerstyrning" (beslutet togs i samförstånd med Läkemedelsenheten). Eftersom även lagerstyrning är ett brett begrepp finns det fortfarande behov av att bryta ned ytterligare vad begreppet innebär i det här fallet. Det finns anledning att tro utifrån uppgiftsbeskrivningen ovan att lagerstyrningen kan göras på ett mer kostnadseffektivt sätt än i dagsläget.

4.2 Nedbrytning av syfte

Rapporten syfte lyder enligt tidigare: *Ta fram en modell för kostnadseffektiv lagerstyrning av läkemedelsautomater samt en modell för att avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat.* För att specificera och förtydliga uppgiften bryts syftet ner till huvudfrågor som i sin tur analyseras och bryts ner till fler underfrågor. Ett fåtal av underfrågorna bryts sedan ned i mer detaljerade underfrågor för att förtydliga frågans inriktning.

Syftet har en tydlig uppdelning i två huvudområden. Det första området av syftet är att ta fram en modell för hur lagerstyrningen av läkemedelsautomaterna bör skötas. Det andra området rör införandet av nya läkemedelsautomater på avdelningar. Nedan bryts dessa områden ner ytterligare för att tydligare specificera uppgiften.

4.2.1 Kostnadseffektiviserad lagerstyrning

Det första huvudområdet som syftet bryts ner i är hur läkemedelsautomaterna ska lagerstyras kostnadseffektivt. Att ha en god lagerstyrning där artiklar inte lagras i onödan är enligt Oskarsson et al. (2013) en bra grund till att kostnadseffektivisera sitt flöde. Detta genom att minska kapitalbindning samt minska risken för svinn. En minskning av kapitalbindning leder till att pengar frigörs som sedan kan investeras och skapa värde för Regionen.

Att ha en god lagerstyrning leder även till en mer rättvis lagerdimensionering, vilket i sin tur leder till att uppnå en högre patientsäkerhet. När patienter behöver läkemedel, måste dessa läkemedel kunna levereras till patienten. En del av att ha en hög patientsäkerhet för ett läkemedelslager innebär därmed att det inte ska bli brist på de läkemedel som efterfrågas. Enligt Reynard et al. (2009) innebär en hög patientsäkerhet att färre indirekta kostnader uppstår, då resursslöseriet i form av felbehandlingar, slösad tid och rättstvister minskar. Med högre lagertillgänglighet på läkemedel blir patientsäkerheten högre, men lagerförings- och lagerhållningskostnaderna blir också högre. Med en lägre lagertillgänglighet blir patientsäkerheten lägre och kapitalbindningskostnaderna lägre.

Att kostnadseffektivisera verksamheten blir följaktligen en balansgång mellan patientsäkerhet och lagertillgänglighet på ena sidan och kostnader på den andra. Det är därför intressant att undersöka hur Region Östergötland bör arbeta med sin lagerstyrning för att uppnå så kostnadseffektiv hantering av läkemedel som möjligt. Detta leder till huvudfråga A:

A. Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?

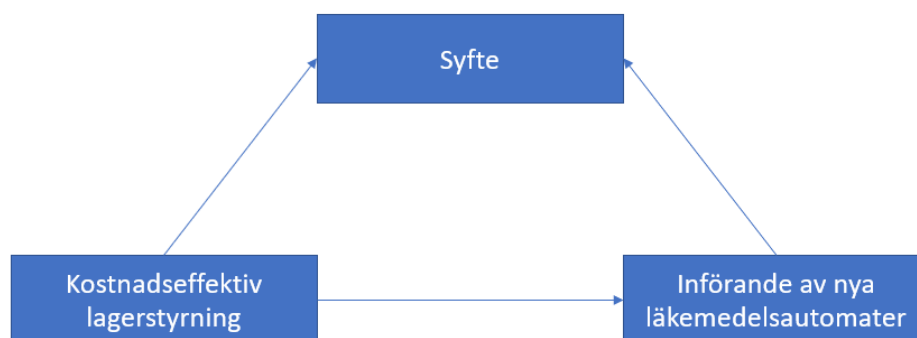
4.2.2 Införande av nya läkemedelsautomater

Det andra området behandlar införandet av nya läkemedelsautomater och att ta fram en modell för när det är kostnadseffektivt att införa en automat. Grunden till att detta studeras är att Läkemedelsenheten vill förbättra sitt beslutsunderlag för när en läkemedelsautomat ska införas på en avdelning (Läkemedelsenheten, 2018). Enligt Matsson (2002) kan automatisering användas för att flytta över arbetsuppgifter från människor till maskiner. Detta innebär lägre personalkostnader men också nya kostnader, i detta fall uppstår nya kostnader för själva läkemedelsautomaten i form av leasing. Kostnader som investering och underhåll och som förknippas med automaten, utom påfyllnad och kostnaderna som relateras till det bundna kapitalet i maskinen, täcks av leasingkostnaden (Läkemedelsenheten, 2018). Denna leasingkostnad för en läkemedelsautomat och minskande personalkostnader i och med införandet av en läkemedelsautomat behöver jämföras med varandra för att avgöra när en läkemedelsautomat bör införas. Detta leder till huvudfråga B:

B. Hur kan Läkemedelsenheten avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?

4.2.3 Sammanfattning av syftets nedbrytning

Figur 12 illustrerar nedbrytningen av syftet, där de två huvudområdena presenteras. Det kan ses att huvudområdet gällande kostnadseffektiv lagerstyrning påverkar huvudområdet införande av läkemedelsautomater. Detta grundar sig i att nya läkemedelsautomater bör ha en kostnadseffektiv lagerstyrning påverkar hur kostnadseffektivt det är att inneha en läkemedelsautomat. Detta illustreras med en pil mellan kostnadseffektiv lagerstyrning och införande av nya läkemedelsautomater.



Figur 12, Nedbrytning av syfte till huvudområden.

4.3 Kostnadseffektiviserad lagerstyrning

För att uppnå en kostnadseffektiv lagerstyrning ska de områden som lagerstyrning innehåller analyseras. Huvudområdet lagerstyrning innehåller delområdena lagernivåer, säkerhetslager, inlagringskvantiteter, klassificering och leveransservice, se avsnitt 0. *Huvudfråga A Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?* kan brytas ner till ett antal underfrågor vilket presenteras nedan.

SERV1 och SERV2 kommer att användas för att analysera säkerhetslager och lagernivåer. De är två sätt att hantera osäkerheter i ledtid och efterfrågan som presenteras av Oskarsson et al. (2013). En ABC-VED-analys kommer att undersökas för klassificeringen. Detta grundas i att Olhager (2013) och Oskarsson et al. (2013) har en metod för att styra olika varor på ett differentierat sätt för att uppnå

rätt leveransservice på rätt vara. VED tillämpas i denna analys för att säkerställa patientsäkerheten, ett exempel gällande detta är att till exempel vissa varor är livsviktiga för specifika fall (Gupta, 2007). Gällande beställningspunktssystem kommer inlagringsfrekvensen och inlagringskvantiteten att undersökas. Detta då inlagringen är det viktigaste styrmedlet för god lagerstyrning (Oskarsson et al., 2013).

För att ta reda på hur Region Östergötland bör använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater bryts frågeställningen ned i underfrågor. Nedan presenteras underfrågorna och motiveringar för hur de togs fram.

4.3.1 Kartläggning av nuläge för lagerstyrning

För att etablera ett nuläge och få en insikt i hur Läkemedelsenheten arbetar med lagerstyrning är en kartläggning av deras nuvarande lagerstyrningsarbete nödvändig. Kartläggningen hjälper till att förstå hur deras processer ser ut i nuläget och en god start på ett förbättringsarbete enligt Mazur (2007). En genomförd kartläggning behövs för att kunna göra vidare analyser och hitta områden som kan förbättras. Det kartlagda nuläget behövs även för att rapportens resultat ska kunna jämföras med en referenspunkt (Oskarsson et al., 2013). För att bättre förstå avdelningarnas lagerstyrningsprocess och en god grund för förbättringsarbete blir den första underfrågan:

A.1 Hur arbetar sjukhusets avdelningar med läkemedelsautomater och hur sker deras lagerstyrning i nuläget?

Enligt Oskarsson et al. (2013) finns det tre huvudområden inom lagerstyrning, se avsnitt 0 i referensramen. Lagerstyrning handlar om när produkter ska beställas, hur mycket ska beställas och hur lager ska garderas mot osäkerhet. Nyckeltal är en del av en kartläggning för att ge en bättre bild av processen och förenklar jämförelser mellan nuläge och resultat. För att förtydliga vad som kartläggs och hur bryts underfråga A.1 ner i ytterligare underfrågor. Dessa underfrågor presenteras nedan med tillhörande motivering.

Eftersom ett lager inte kan styras direkt utan detta sker indirekt genom inlagring och utplock (Oskarsson et al., 2013). Det är därför intressant ur ett kartläggningsperspektiv att undersöka hur ofta inlagringar och utplock sker. Lagernivåerna styrs främst genom påfyllnad, då patienternas efterfrågan inte går att styra. Utplocket påverkar hur ett lager ska gardera sig mot osäkerheter, och för att analysera det krävs kunskap om hur patienternas läkemedelsefterfrågan ser ut. Detta leder till att fråga A.1. först bryts ner i två underfrågor som lyder:

A.1.1 Hur ofta och när sker påfyllnad av nya läkemedel på respektive avdelning och i hur stora kvantiteter?

A.1.2 I vilken omfattning sker utplock av läkemedel på respektive avdelning?

Säkerhetslager används bland annat för att gardera sig mot osäkerheter i efterfrågan och ledtider, se definitionen av SERV1 i avsnitt 3.2.3. För att upprätthålla patientsäkerhet är det viktigt att det inte blir brist i lagret på ett sjukhus eftersom det kan få allvarliga konsekvenser för patienterna. Ett högre säkerhetslager leder däremot till högre kostnader, eftersom mer kapital binds upp i lagret och att risken för kassation ökar, bör både lagertillgänglighet och kostnader värderas. Det är därför intressant att undersöka hur säkerhetslagren i de olika automaterna dimensioneras i nuläget och hur detta påverkar lagerföringskostnaderna. Detta resonemang leder till underfrågorna:

A.1.3 Hur dimensioneras säkerhetslagren i respektive automat för att undvika lagerbrister?

A.1.4 Vad blir lagerföringskostnaden utifrån den lagerstyrning som Region Östergötland har i nuläget?

4.3.2 Potentiella lagerstyrningsmetoder

Enligt Gebicki et al. (2012) sker lagerstyrning på sjukhus ofta inte på samma sätt som i industrin. Ofta är det personer utan kunskap om logistik som bestämmer vilka lagernivåer som ska finnas, vilket kan leda till onödigt höga lagernivåer. På grund av detta bör flera olika etablerade metoder undersökas, för att se vilka som kan implementeras och leda till kostnadsbesparingar.

För tillfället fakturerar Apoteket AB avdelningar per leverans, som beskrivits i nulägesbeskrivningen 0. Antal läkemedel i en leverans har ingen betydelse för kostnaden. Detta medför att det är intressant att undersöka hur kostnaderna hade förändrats om metoden för inlagring förändras. På grund av att kostnader endast uppstår vid leveranstillfällen och att i det nuvarande kontraktet ingår en leverans per vecka, är det intressant att undersöka metoden varierande beställningskvantitet, fast beställningsintervall, som Oskarsson et al. (2013) beskriver i referensramen 3.2.6.

För att bestämma orderkvantiteter på ett kostnadseffektivt sätt kan enligt Oskarsson et al. (2013) Wilson-formeln användas. Den väger lagerföringskostnaden mot ordersärkostnaden och det är intressant att se hur avdelningarnas kostnader skulle påverka om orderkvantiteterna bestäms på detta sätt.

Läkemedelsenheten har i nuläget ingen rekommendation för hur säkerhetslager ska dimensioneras på olika avdelningar, utan det är upp till avdelningarna själva. Då avdelningar vill ha så lite brist som möjligt, är risken hög att lager överdimensioneras för att ha en så hög patientsäkerhet som möjligt (Gebicki et al., 2012). Två sätt som beskrivs av Oskarsson et al. (2013) för att bestämma storlek på säkerhetslager och gardera sig mot osäkerheter är SERV1 och SERV2. Dimensionering av säkerhetslager med SERV1 och SERV2 är den andra lagerstyrningsmetoden som bör undersökas.

För att använda sina resurser så effektivt som möjligt föreslår Olhager (2013) att ABC-klassificering kan användas för att differentierat styra olika delar av lagret. Vidare föreslår Ceylan (2017) att detta kan kombineras med VED när både kostnad och artiklarnas kritiskhet är viktiga. Eftersom läkemedel kan vara kritiska artiklar bör denna kombination av VED och ABC lämpa sig för lagerstyrning av läkemedelsautomater. Detta är den tredje lagerstyrningsmetoden som bör undersökas.

Sammanfattningsvis är det dessa fyra metoder som anses kunna vara av intresse i det här fallet:

- Bestämmande av beställningskvantiteter med Wilson-formeln
- Fast beställningsintervall och varierande beställningskvantitet
- Säkerhetslager som dimensioneras med hjälp av SERV1 eller SERV2
- ABC och VED klassificering för att differentierat lagerstyra olika artikelgrupper

Dessa metoder bör ytterligare utvärderas och undersökas, för att säkerställa att de är tillämpbara på Region Östergötlands läkemedelsautomater. Detta leder till följande fråga:

A.2 Vilka lagerstyrningsmetoder kan sjukhusets avdelningar använda för att kostnadseffektivisera sina läkemedelsautomater?

4.3.3 Lagerstyrningsmetodernas påverkan på kostnader

Fråga A.2 fokuserar på att analysera och undersöka om lagerstyrningsmetoderna som beskrivs är applicerbara. Effekten av lagerstyrningsmetoderna måste dock kvantifieras för att undersöka hur kostnader påverkas. Kostnader uppstår bland annat i form av lagerföringskostnader och kostnader för

beställning och påfyllnad. Men det måste det även bland annat tas till hänsyn hur patientsäkerheten påverkas eftersom brister inom detta leder till kostnader enligt Reynard (2009). Ett helhetsgrepp bör tas enligt den totalkostnadsmodell som beskrivs i 3.2.9 (Oskarsson et al., 2013) för att inte suboptimeringar ska uppstå som då leder till att de totala kostnaderna ökar. Därför blir nästa underfråga:

A.3 Hur påverkas avdelningarnas totala kostnader vid införande av ovan nämnda lagerstyrningsmetoder?

4.3.4 Framtagande av lagerstyrningsmodell

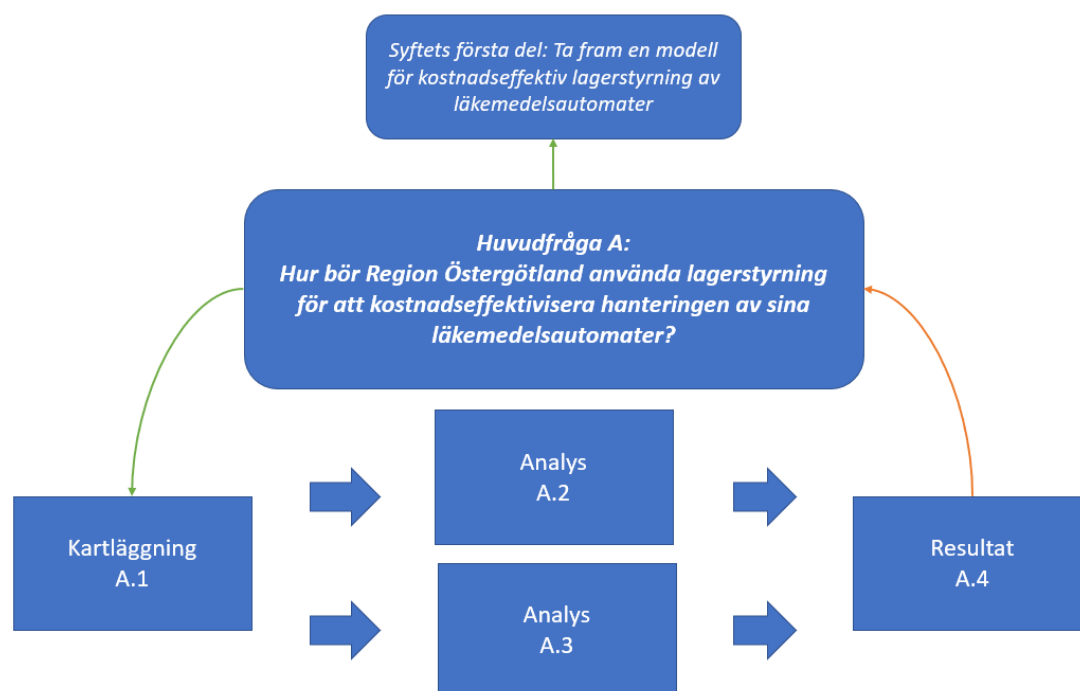
Efter besvarande av fråga A.1, A.2 och A.3 finns det ett underlag för vilka lagerstyrningsmetoder som bör användas hos Region Östergötland. Dessutom har en kvantifiering gjorts som visar hur stora kostnadsbesparingar som kan göras vid användande av respektive metod.

Det är dock inte säkert att de utvalda metoderna kan kombineras med varandra och fortfarande användas på ett kostnadseffektivt sätt. För att säkerställa att metoderna går att kombinera, och för att undvika suboptimeringar, måste metoderna bindas samman till en modell. Som hjälp för att ta fram detta underlag ställs följande frågeställning upp:

A.4 Hur samverkar de olika lagerstyrningsmetoderna och hur kombineras dessa till en lagerstyrningsmodell?

4.3.5 Samband huvudfråga A och koppling till syftet

I Figur 13 syns en illustration av hur huvudfrågan besvaras genom dess underfrågor. Underfrågorna är uppdelade i kategorier tre kategorier: kartläggning, analys och resultat. Det för att förtydliga vad underfrågan i huvudsakligen består av. Detta då resultatfrågan bygger på svaren i analysfrågorna som i sin tur beror på svaren från kartläggningsfrågan. Analysen i A.4 kommer leda till att huvudfråga A kan besvaras vilket i sin tur leder till att syftets första del, "Ta fram en modell för kostnadseffektiv lagerstyrning av läkemedelsautomater" besvaras.



Figur 13, Illustration för hur huvudfråga A ska besvaras.

4.4 Införande av ny läkemedelsautomat

För att undersöka *huvudfråga B: Hur kan Läkemedelsenheten avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?* bryts frågeställningen ned i underfrågor. Nedan presenteras underfrågorna och dess motiveringar.

4.4.1 Kartläggning skillnader läkemedelsförråd och läkemedelsautomat

Enligt Mattson (2002) kan automatisering användas för att flytta över arbetsuppgifter från människor till maskiner. Ett exempel på arbetsuppgifter som är möjliga att automatisera är bland annat administrativa uppgifter, som inrapportering och överföring av information.

Fallet med en läkemedelsautomat är just en sådan delvis automatisering. Läkemedelsautomaten sköter omhändertagandet och kontrollerna av läkemedlet i automaten, medan människan ser till att det finns läkemedel i automaten. Detta kan i större utsträckning ses som en automatisering av administration, som reducerar de administrativa kostnaderna och minskar arbetsbördan (Mattsson, 2002).

Att göra en kartläggning är viktigt för att få förståelse för hur systemet som studeras fungerar. Det första som måste redas ut är hur det fungerar i nuläget, för att analysen och modellen som ska tas fram ska ha något att vila på (Oskarsson et al., 2013). Genom att kartlägga både avdelningar med och utan läkemedelsautomater kan deras skillnader förtydligas och om den effektivisering som nämns av Mattson (2002) har uppnåtts. Första underfrågan till denna huvudfråga blir därmed:

B.1 Hur sker läkemedelshanteringen på avdelningar med respektive utan automater, och hur skiljer de sig?

För att kunna besvara fråga B.1 bryts den ned i underfrågor som specificerar vad läkemedelshanteringen innebär och hur den går till på avdelningarna med och utan automater. Inlagring och beställning till läkemedelsförrådet påverkas av huruvida en läkemedelsautomat finns eller ej på avdelningen därför blir den första underfrågan:

B.1.1 Hur går beställning, inlagring och tillhörande administration till på en avdelning med respektive utan automat?

Eftersom även utplocket av läkemedel från läkemedelsförrådet påverkas av huruvida en läkemedelsautomat införts eller ej tas ytterligare en underfråga fram. Detta är viktigt för att täcka in de förändringar som är intressanta för att besvara frågeställningen. Därför blir nästa underfråga:

B.1.2 Hur går utplock och tillhörande administration till på en avdelning med respektive utan automat?

För att inte missa att ta hänsyn till andra relevanta skillnader (som inte direkt berör avdelningens aktiviteter) mellan avdelningar tas en sista underfråga fram. Eftersom de två tidigare underfrågorna framförallt berör avdelningarnas lagerrelaterade aktiviteter är det viktigt att inkludera en fråga som täcker in de andra aspekter som kan vara av intresse för att kunna besvara fråga B.1. Därför togs följande fråga fram:

B.1.3 Finns det andra skillnader för avdelningar med respektive utan automat som inte går att koppla till avdelningarnas aktiviteter?

4.4.2 Påverkan på avdelningarnas kostnader

En del av rapportens syfte är att undersöka hur avdelningarnas kostnader påverkas vid införande av läkemedelsautomater. Enligt Deliberal et al. (2018) har införandet av läkemedelsautomater en positiv

effekt på patientsäkerhet och sjukhuspersonalens arbetstid minskar. Dessa skillnader och andra som identifieras i B.1 bör kvantifieras och jämföras med kostnaden det innebär att inneha en läkemedelsautomat. Enligt Oskarssons et al. (2013) beskrivning av totalkostnadsmodellen är det viktigt att ta hänsyn till alla kostnader som påverkar, så att lokal optimering kan undvikas. Alla kostnader och kostnadsdrivare måste därför undersökas. Dessa parametrar kommer sedan att ligga som grund för den modell som ska utvecklas. Underfrågan som tas fram lyder därmed:

B.2 Hur påverkas avdelningarnas kostnader beroende på om de har en läkemedelsautomat eller inte, och vilka parametrar bidrar till dessa skillnader?

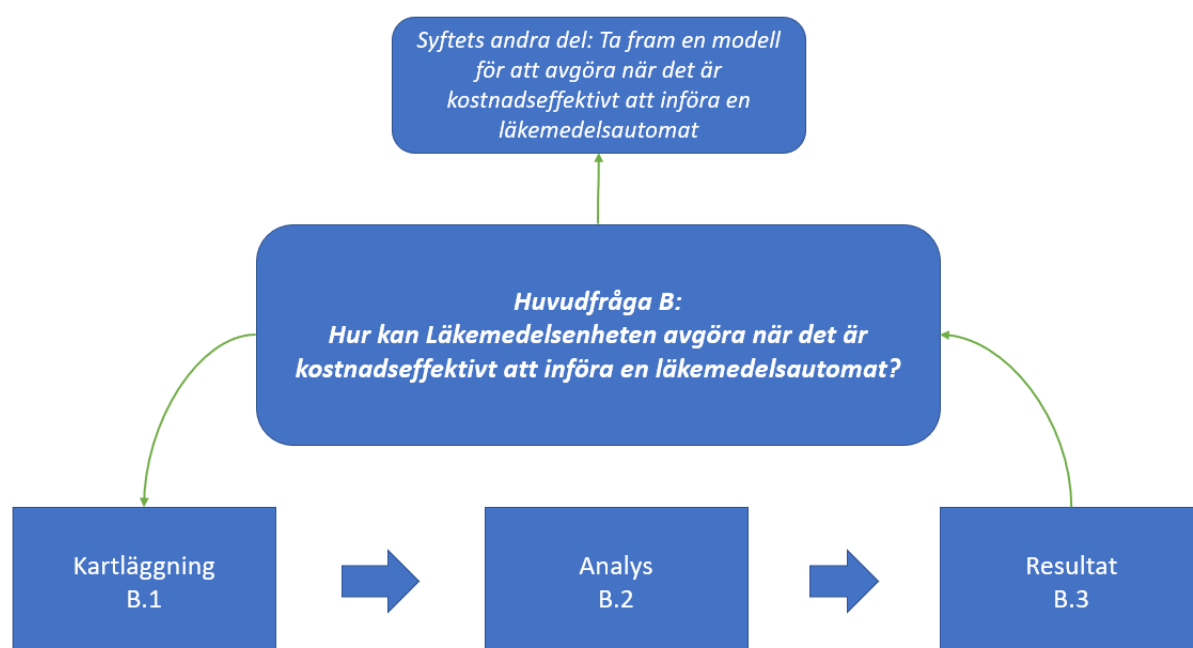
4.4.3 Framtagande av modell för införande av ny läkemedelsautomat

Efter att parametrarna och kostnadsskillnaderna har identifierats i fråga B.2 bör det utredas när, baserat på dessa parametrar, det är kostnadseffektivt att införa en automat. Detta leder till den sista underfrågan:

B.3 Utifrån ovan nämnda parametrar och kostnadsskillnader, när är det kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat på en avdelning?

4.4.4 Samband huvudfråga B och koppling till syftet

Huvudfråga B kommer att besvaras genom att kartlägga skillnaderna mellan avdelningar med respektive utan läkemedelsautomat. Dessa skillnader kommer sedan att analyseras i fråga B.2 som sammanställs i fråga B.3. Analysen i B.3 kommer leda till att huvudfråga B kan besvaras vilket i sin tur leder till att syftets andra del, "ta fram en modell för att avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat" besvaras. Se illustration i Figur 14.

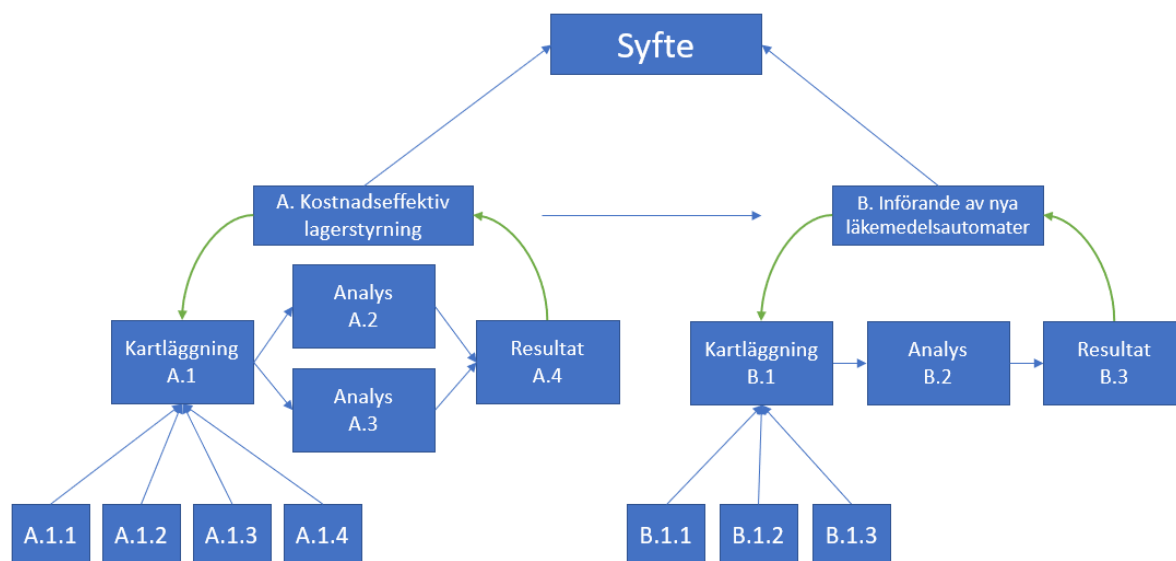


Figur 14, Illustration för hur huvudfråga B ska besvaras.

4.5 Illustration av syftesnedbrytning

Figur 15 visar en illustration av syftesnedbrytningen. Figuren illustrerar att huvudfråga A och huvudfråga B tillsammans besvarar syftet. En lösning på huvudfrågan A påverkar möjligheten för att kunna ge ett väl underbyggt svar på huvudfråga B, vilket illustreras med en pil från A till B. Vidare är huvudfråga A och huvudfråga B uppbyggd på liknande sätt, genom kartläggnings-, analys- och resultatfrågor. Kartläggningsfrågorna har ytterligare underfrågor, detta för att området lagerstyrning

är brett och en tydlig uppdelning underlättar analysdelen. Detta för att skapa en bra bild över nuläget, för att kunna göra en väl underbyggd analys för att leverera ett trovärdigt resultat.

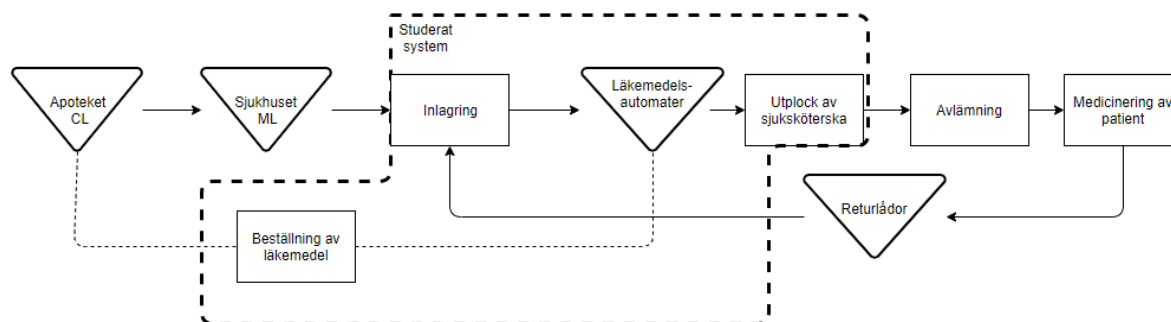


Figur 15, Illustration för hur syftet brutits ned i huvudfrågor och sedan underfrågor.

4.6 Studerat system

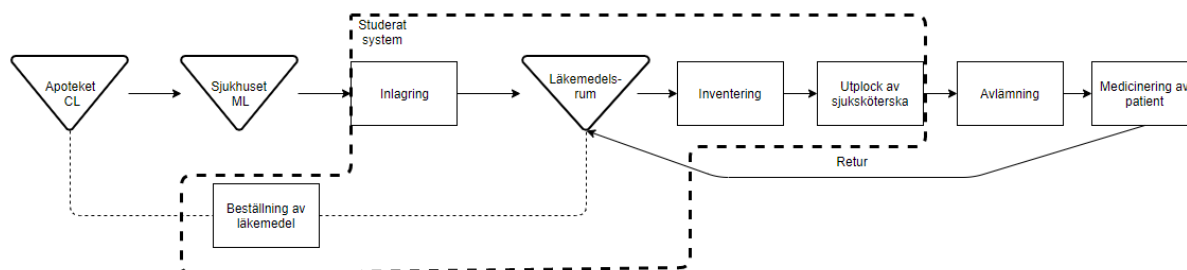
Nulägesbeskrivningen beskriver läkemedelsflödet, och dess aktiviteter, för avdelningar med och utan läkemedelsautomater. Följande avsnitt beskriver det studerade systemet på avdelningar med och utan läkemedelsautomater, detta för att skapa en förståelse för vad som undersöks.

Det studerade systemet för avdelningar med läkemedelsautomat syns i Figur 16. Det studerade systemet har sin gräns vid inlagring till läkemedelsautomaten. Detta eftersom frågeställningarna inte påverkas av hur transporten sker från Apotekets centrallager fram till lastkaj eller hur läkemedel lagras på sjukhusets mellanlager innan inlagring till läkemedelsautomater. Däremot undersöks informationsflödet gällande beställning av läkemedel, detta då avdelningarna debiteras av Apoteket vid varje påfyllning. Det fysiska flödet av läkemedel studeras från det att läkemedel lagras in i läkemedelsautomaten till det att läkemedlet är utplockat ur läkemedelsautomaten. Hur själva medicineringen sker påverkas inte av lagerstyrningen och har därför valts att placeras utanför det studerade systemet. Efter medicinering behövs ibland läkemedel returneras till returlådan vid läkemedelsautomaten. Detta har dock valts att placeras utanför det studerade systemet, då detta innefattar små kvantiteter.



Figur 16, Studerat system med läkemedelsautomater.

Figur 17 visar det studerade systemet för avdelningar utan läkemedelsautomater. Systemgränserna är utformade på samma sätt och utifrån samma resonemang som för avdelningar med läkemedelsautomater. Endast de aktiviteter som påverkas av införandet av nya läkemedelsautomater studeras. En skillnad mellan Figur 16 och Figur 17 är aktiviteten inventering, vilket är en extra aktivitet på avdelningar utan läkemedelsautomat. Inventeringen är således en aktivitet som undersöks på avdelningar utan läkemedelsautomat, denna aktivitet kan elimineras genom att införa en läkemedelsautomat.



Figur 17, Studerat system utan läkemedelsautomater.

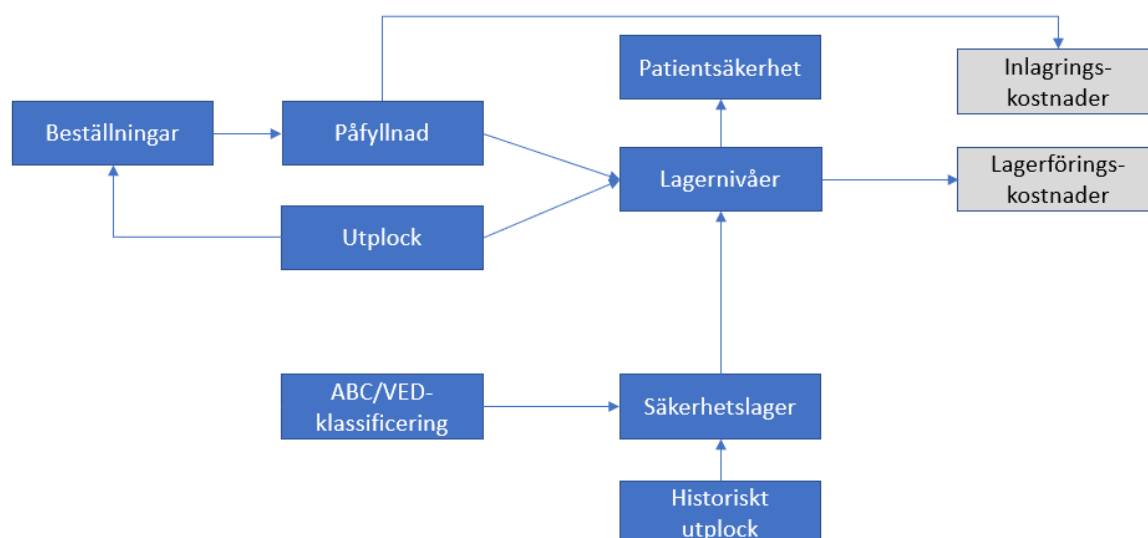
4.7 Analysmodeller

Följande avsnitt behandlar två olika analysmodeller, en analysmodell för att besvara huvudfråga A gällande kostnadseffektiv lagerstyrning och en analysmodell för att besvara huvudfråga B gällande införande av nya läkemedelsautomater. Analysmodellerna appliceras i resultatkapitlet, där empirin analyseras utifrån beskrivna frågeställningar.

4.7.1 Kostnadseffektiv lagerstyrning

Figur 18 beskriver analysmodellen för att besvara *huvudfråga A: Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?* Modellen utgår ifrån att ett nuläge etablerats genom underfråga A.1 vilket leder till att analysfrågorna A.2 och A.3 kan besvaras. Modellen utgår ifrån att undersöka underliggande parametrar för att kunna beräkna inlagringskostnader och lagerföringskostnader. De underliggande parametrarna är påfyllnad och utplock av läkemedel samt hur dessa påverkar lagernivåerna.

För att undersöka detta kommer det analyseras hur påfyllnaden utförs genom att studera inlagringskvantiteten och inlagringsfrekvensen. Detta genom att analysera hur utplock påverkar beställningar som i sin tur påverkar påfyllnaden av läkemedel. Lagernivåerna påverkas i sin tur av säkerhetslager, påfyllnad och utplock. För säkerhetslager kommer säkerhetslagerteorierna SERV1 och SERV2 att analyseras med hjälp av historiska data gällande utplock. Oskarsson et al. (2013) och Gupta (2007) beskriver även att alla artiklar inte behöver ha samma säkerhetslagernivå och att kostnadsreduceringar kan skapas utifrån detta, därav utökas analysen gällande säkerhetslager med en ABC/VED-klassificering. Då analysen är inom sjukhusmiljö diskuteras lagernivåerna mot patientsäkerhet, detta för att säkerställa att hög patientsäkerhet erhålls. (Gebicki et al., 2012). Slutligen beror inlagringskostnaderna på påfyllnaden och lagerföringskostnaderna på lagernivåerna.

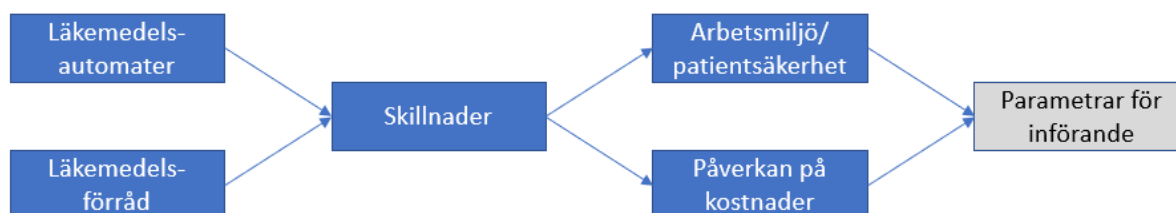


Figur 18, Analysmodell för att besvara huvudfråga A

4.7.2 Införande av nya läkemedelsautomater

Figur 19 beskriver den analysmodell som används för att besvara huvudfråga B, *när är det kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?* För att utreda de parametrar som är relevanta för ett införande behöver först skillnaderna mellan läkemedelsautomater och läkemedelsförråd kartläggas och analyseras. Skillnaderna är ej tydligt specificerade i analysmodellen för att förhindra att rapporten tar en viss riktning. Detta är en del av B.1, den första underfrågan till B, som handlar om att identifiera skillnaderna mellan avdelningar med respektive utan läkemedelsautomat.

Utifrån skillnaderna mellan läkemedelsförråd och läkemedelsautomater utvärderas det hur de påverkar kostnaderna på en avdelning i underfråga B.2. Enligt Deliberal et al. (2018) kan även skillnader i arbetsmiljö och patientsäkerhet uppstå på avdelningar med respektive utan läkemedelsautomat. Dessa skillnader kombineras tillsammans med kostnadsskillnaderna för att identifiera de parametrar som påverkar ett beslut om införande av läkemedelsautomater. Utifrån dessa parametrar kan även underfråga B.3 besvaras. Detta leder i sin tur till att huvudfråga B också kan besvaras.



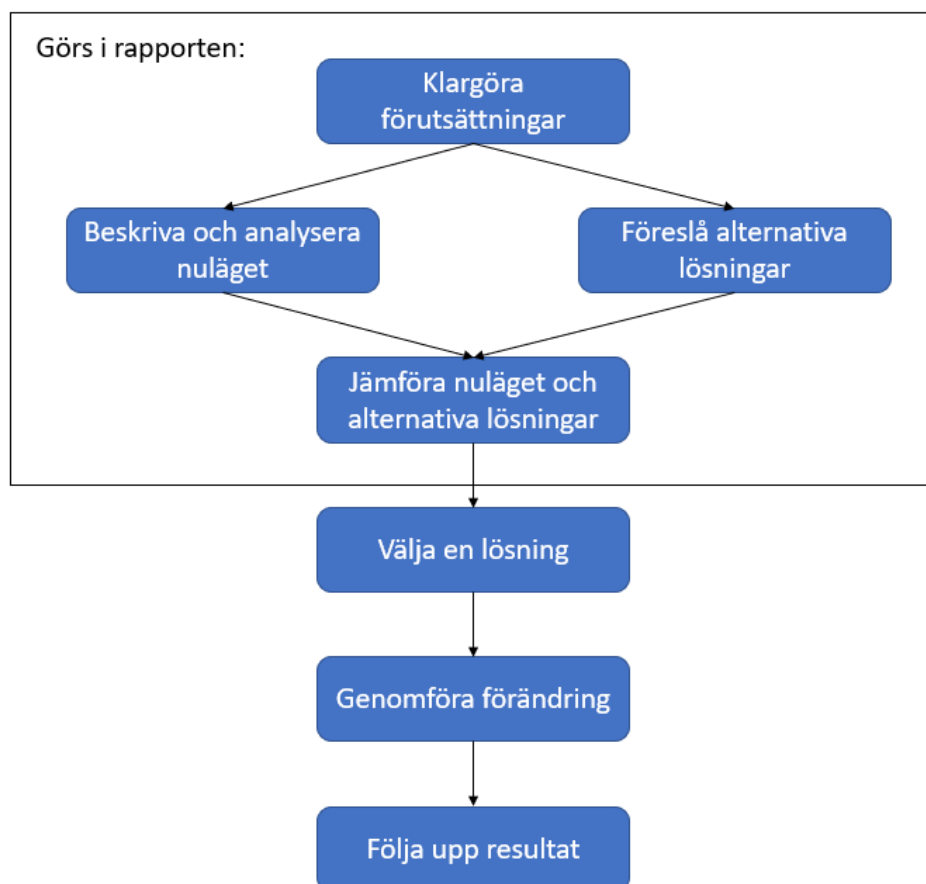
Figur 19, Analysmodell för att besvara huvudfråga B

5 Metod

I följande kapitel beskrivs metodlitteraturen som använts i studien och hur denna applicerats för att utföra studien. Kapitlet börjar med att ta upp hur studien har genomförts, från hur studiens frågeställningar tagits fram till hur frågeställningarna besvarades. Fortsatt beskrivs vilka metoder som användes för att samla in nödvändiga data för att kunna besvara frågeställningarna. Slutligen presenteras hur studien har arbetat för att upprätthålla en hög trovärdighet samt etiska principer.

5.1 Studiens genomförande

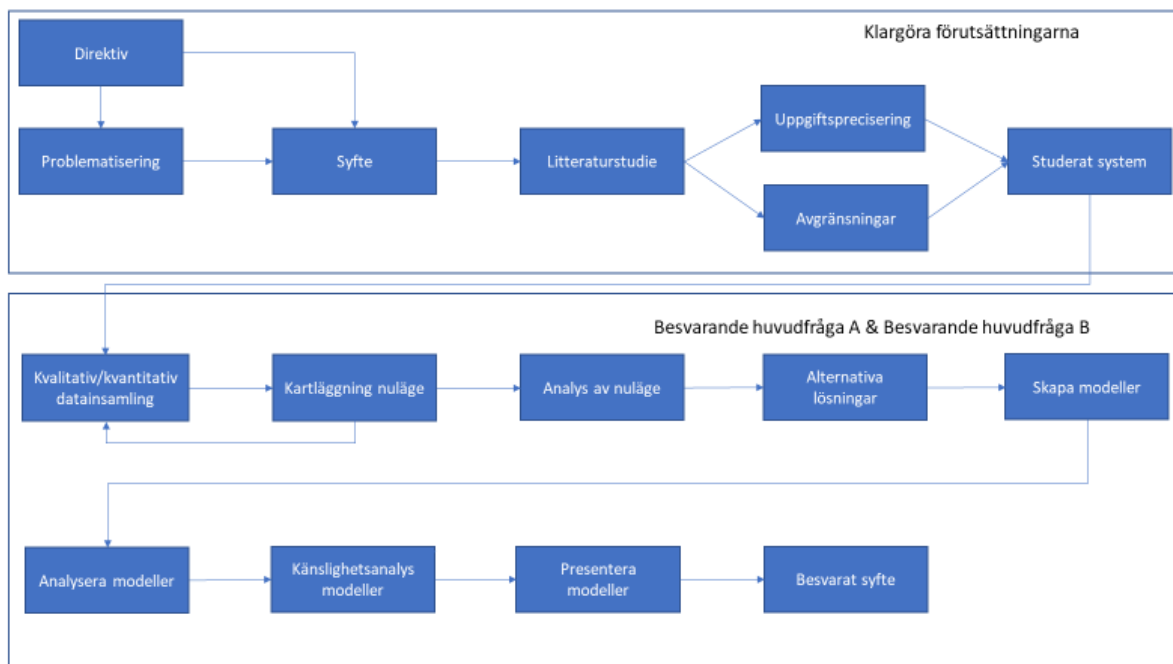
Studiens genomförande strukturerades upp från givna direktiv till resultat. Första delen av arbetet var framförallt planering och strukturering av arbetet, medan andra delen huvudsakligen var insamling och analys av data. Arbetet strukturerades upp med inspiration från Oskarssons et al. (2013) metod för att utföra ett logistiskt förändringsarbete. Denna studie hade dock endast behov av att se över de fyra inledande stegen av metodens totalt sju steg, se markerade steg i Figur 20. Återstående steg är sedan upp till Region Östergötland att utföra, utifrån lösningarna som presenteras i denna studie.



Figur 20, Metod för logistiskt förändringsarbete.

De fyra stegen anpassades sedan för att uppfylla denna studies olika delar, fullständig illustration av uppdelningen ses i Figur 21. Anpassningen gjordes för att enklare kunna binda metodens olika steg till de frågeställningar som sattes upp med hjälp av syftet. Steget *Klargöra förutsättningar* innehåller förutsättningarna för studien och de frågeställningar som tagits fram, det vill säga studiens grundläggande delar, det kommer förklaras ytterligare i nästa avsnitt.

Stegen som kallas för *Beskriva och analysera nuläget*, *Föreslå alternativa lösningar* samt *Jämföra nuläget och alternativa lösningar* har gjorts om till besvarandet av huvudfråga A och B. Detta för att huvudfrågorna innefattas av delar från alla dessa steg och en uppdelning av stegen hade gjort frågan svåra att definiera. Stegen blir istället mer relevanta till när det kommer till A och B:s underfrågor. Underfrågornas karaktär och vilket steg de tillhör kommer redas ut i kommande avsnitt om hur frågorna besvarades. I fallet för huvudfråga B är den alternativa lösningen redan bestämd till att införa läkemedelautomat, därmed hoppas detta steget över. Istället behandlas beskrivning och analys av både nuläget och lösningen parallellt.



Figur 21, Studiens genomförande.

5.1.1 Klargöra förutsättningar

I början av ett projekt finns det många frågor som måste besvaras. Exakt vilka frågor som måste besvaras skiljer sig åt beroende på projektets olika förutsättningar. Exempel på sådana frågor kan enligt Oskarsson et al. (2013) vara; "Vad har projektet för mål?" och "Vilka aktiviteter påverkas?". Detta steg kommer därför behandla sådana frågor för att förstå problemets innebörd och hur problemet ska angripas.

Förutsättningarna för projektet reddes ut grundligt i en planeringsrapport vilket redogjorde upplägget på vad projektet ska uppnå för att hjälpa Läkemiddelsenheten. Utifrån en dialog gällande Läkemiddelsenhetens direktiv bestämdes rapportens syfte. Direktiven handlade om sortimentsarbete, vilket blev förändrat till förbättring av lagerstyrning för nuvarande läkemedelsautomater. Till det beslutades även att en beslutsgrund för att införa nya läkemedelsautomater skulle tas fram.

Läkemedelsautomaterna har en central roll i de avdelningar som de används på. Det var därför viktigt att förstå vad det innebär för flödet och tillhörande aktiviteter. För att få en initial förståelse för problemet utfördes Läkemiddelsenheten en demonstration av en läkemedelsautomat och en presentation av Läkemiddelsenhetens uppdrag. För att klargöra målet med studien och få ytterligare förtydligande kring läkemedelsautomaterna och deras processer utfördes senare en semi-strukturerad intervju med Läkemiddelsenheten (se Bilaga: Frågebatteri till möte med Läkemiddelsenheten för intervjufrågor).

När tillräckligt med information hade erhållits för att förstå uppgiften genomfördes en strukturerad litteratursökning där trianguleringsmetoden tillämpades. Litteraturstudien utformades genom att ett antal nyckelord togs fram genom nedbrytning av syftet, utifrån detta tillämpades sedan en strukturerad litteratursökning (se Bilaga: Strukturerad litteratursökning). Baserat på denna litteratur bröts sedan syftet ned i huvudfrågor och underfrågor vilket är beskrivet i Kapitel 4

Uppgiftsprecisering. Detta gjordes för att göra problemet tydligare och mer strukturerat.

5.1.2 Kostnadseffektiv lagerstyrning

Följande avsnitt innehåller hur *huvudfråga A. Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?* har besvarats. För att hjälpa till att besvara huvudfråga A togs underfrågorna A.1, A.2, A.3 och A.4 fram. Underfrågorna består av de olika stegen från Oskarssons et al. (2013), vilket beskrivs mer nedan, metod för logistiskt förbättringsarbete. Underfrågorna delades i vissa fall upp i ytterligare ett steg av underfrågor för att kunna behandla olika parametrar av respektive steg.

Utredning av nuläget

A.1 Hur arbetar sjukhusets avdelningar med läkemedelsautomater och hur sker deras lagerstyrning i nuläget?

Underfråga A.1 utgörs till största del av en kartläggning av användandet av läkemedelsautomaterna. A.1 tillhör därmed steget som benämns som *Beskriva och analysera nuläget* i ett logistiskt förbättringsarbete (Oskarsson et al., 2013). För att besvara underfråga A.1 bröts denna upp i fyra underfrågor, som är alla av kartläggningskaraktär. Genom att besvara och sammanställa dessa underfrågor kunde A.1 besvaras. Hur dessa underfrågor besvarades beskrivs nedan.

A.1.1 Hur ofta och när sker påfyllnad av nya läkemedel på respektive avdelning och i hur stora kvantiteter?

För att besvara A.1.1 behövdes en uppfattning om hur läkemedelsautomaterna fylls på. Därför begärdes data angående utplock, inlagring och lagernivåer från Läke-medelsenheten. Personalen på Läke-medelsenheten erhöll data från sex olika avdelningar inom Region Östergötland. Den data som erhöles behandlades sedan i Excel, där den filtrerades per avdelning för att analysera varje avdelning var för sig.

Varje transaktion av läkemedel var datummärkt samt märkt med en transaktionsidentifikation. Transaktionerna identifierades som antingen påfyllning, utplock eller inventering. Informationen om datum och transaktionsidentifikation medförde det att gick avgöra vilka veckodagar påfyllnad skett. Från uppgifterna om vilka veckodagar som påfyllnad skett togs sedan en tabell fram för att se påfyllnadsmönster.

Kvantiteter togs fram genom att ackumulera alla påfyllnaderna för att sedan dela upp det på antalet påfyllningstillfällen, för varje artikel. På så sätt erhöles en snittkvantitet för påfyllnad per tillfälle.

A.1.2 I vilken omfattning sker utplock av läkemedel på respektive avdelning?

Denna fråga besvarades likt A.1.1 genom analyser av data som tillhandahölls av Läke-medelsenheten. Utplocken räknas likt påfyllningarna genom att använda sig av samma information om datum och transaktionsidentifikation. Även här delades data upp för respektive avdelning. Uppsortering av datum gav snabbt en bild av hur ofta en viss artikel plockas ut.

Genom att välja artiklar med transaktionsidentifikationen utplock summerades antalet utplockades läkemedel per artikel. De summerade antalet utplockade läkemedel delades sedan på antalet utplockningstillfällen, som då gav snittantalet vid ett utplock för varje artikel.

A.1.3 Hur dimensioneras säkerhetslagren i respektive automat för att undvika lagerbrister?

Dimensioneringen av säkerhetslager i läkemedelsautomaterna undersöktes på tre sätt. Inledande gjordes en kvalitativ undersökning genom att intervjua sjuksköterskor på Region Östergötland.

Därefter gjorde två kvantitativa beräkningar av säkerhetslager utifrån den data som erhöles. Den första beräkningen utgjordes av en mindre komplex beräkning av servicenivå baserat på stockouts. Medan den andra beräkningen, med hjälp av SERV1, innehåller fler variabler och därmed blev mer omfattande.

Intervjuer

Strukturerade intervjuer om säkerhetslager gjordes med personal på olika avdelningar med läkemedelsautomat på Universitetssjukhuset. Den tillfrågade personalen, som bestod av sjuksköterskor på avdelningarna, fick besvara följande frågor angående lagernivåer och brister av läkemedel:

- Hur bestäms lagernivåer på läkemedlen i läkemedelsautomaten?
- Hur bestäms vilka max och min-nivåer som sätts på läkemedlen? Används någon speciell metod?
- Ändras max och min-nivåer, när och varför om det utförs?
- Uppskattas lagertillgängligheten när det ändras?
- Utvärderas vad som finns i lager regelbundet?
- Hur påverkas patientsäkerheten om det blir brist på respektive läkemedel?
- Hur gör ni när ett läkemedel är slut i läkemedelsautomaten ni är vid?
- Hur ofta upplever ni att det är brist?

För att säkerställa trovärdigheten och få en bred bild av hur det går till gjordes utskick till flera olika avdelningar. Ytterligare säkerhetsställande gjordes genom att jämföra sjuksköterskornas uppfattning med efterföljande beräkningar av säkerhetslager.

Servicenivå baserat på stockouts

Beräknades genom att analysera antalet gånger varje artikel blir *Out-of-stock* kontra hur många påfyllningar artikeln har, kan en lagertillgänglighet tas fram. Det vil säga definitionen av SERV1 men istället räknat på antal stockouts och antal påfyllningar.

På varje avdelning sorterades artiklarna upp i en lista tillsammans med hur många gånger dessa artiklar nådde lagernivån noll under ett år. Därtill listades antalet gånger varje artikel fylldes på under samma år. Lagertillgängligheten för varje artikel räknades sedan ut med Formel 10 från Referensramens avsnitt om säkerhetslager:

$$\text{Servicenivå (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Antal stockout}}{\text{Antal påfyllningar}}\right) * 100$$

Formel 10, Lagertillgänglighet.

SERV1

Först togs nuvarande SERV1-lagernivåer fram, detta genom att standardavvikelser och veckolig efterfrågan togs fram för varje artikelnummer och avdelning. SERV1-nivån togs sedan fram genom att bryta ur k ur Formel 5 och sedan få fram SERV1-nivån genom att söka efter värdet i en tabell med k-värden. För att beräkna den totala säkerhetslagernivån på en avdelning summerades alla artikelnummers säkerhetslagsnivå och dividerades med totala antalet artikelnummer.

$$k = \frac{\sqrt{\sigma_D^2 * LT + \sigma_{LT}^2 * D^2}}{SL}$$

Formel 11, Beräkning av k-värde för användning i SERV1

A.1.4 Vad blir lagerföringskostnaden utifrån den lagerstyrning som Region Östergötland har i nuläget?

En medellagernivå för respektive artikelnummer per avdelning beräknades genom att använda ett snitt på lagernivån efter en transaktion. Inköpspris per artikelnummer multiplicerades sedan med dess medellagernivå. På detta sätt fick ett medellagervärde av artiklar i lager. För att kvantifiera detta till kostnader efterfrågades en lagerföringsränta eller kalkylränta men någon sådan fanns inte tillgänglig hos Läke-medelsenheten. Därför sattes denna till 10 % för att visa på skillnaden mellan medellagervärde och kostnaden för det.

[Framtagandet av alternativa lagerstyrningsmetoder](#)

A.2 Vilka lagerstyrningsmetoder kan sjukhusets avdelningar använda för att kostnadseffektivisera sina läkemedelsautomater?

A.2 fortsätter behandla steget *Beskriva och analysera nuläget* i form av analyser och går in på att behandla steget *Föreslå alternativa lösningar*. Frågan A.2 besvarades med hjälp av att analysera läkemedelsautomaternas funktion i nuläget med litteraturen som togs fram i Referensramen. Utifrån Referensramen valdes fyra aspekter på lagerstyrning som ansågs intressanta att applicera på läkemedelsautomaterna. Lagerstyrningsmetoderna som valdes att undersökas var: ekonomisk orderkvantitet, säkerhetslagerdimensionering med SERV1/SERV2, klassificering samt fast beställningsintervall, och presenteras nedan.

Ekonomisk orderkvantitet

Ekonomisk orderkvantitet tas som tidigare nämnts oftast fram genom Wilsons-formeln (Oskarsson et al., 2013). För att kunna applicera formeln behövdes ordersärkostnaden, detta begärdes ut från Läke-medelsenheten som levererade en prislista där detta var inkluderat.

Säkerhetslagerdimensionering med SERV1/SERV2

För att kunna dimensionera med hjälp av SERV1/SERV2 är en förutsättning att data är normalfördelad. Därför undersöktes detta genom att analysera givna data för att se om det var normalfördelat eller inte vilket gjordes med hjälp av ett skript. Skriptet använde endast utplock i den data som erhöles, och sorterade den därefter på veckonummer. Om det var fler veckor med ett utplock mer än 20 på ett år, sgenomfördes en normalfördelningsanalys. Om det inte var det kunde ingen slutsats dras. Se Bilaga: Normalfördelningsanalys. Efter genomförd analys togs en metod för hantering av läkemedelsdata fram.

Läkemedelsdata syftar på den data som erhöles utifrån Läke-medelsenheten gällande inlagring, utplock och inventeringar i läkemedelsautomaterna. Då utplock av läkemedel i de olika automaterna visade sig vara ej normalfördelad, kunde inte den data hanteras på samma sätt som beskrivits i litteraturen. Nedan beskrivs hur det hanterades för att bearbeta och analysera den data som erhöles när den inte är normalfördelad.

De läkemedel som är normalfördelade hanterades enligt den litteratur som har tagits upp i referensramen av Oskarsson et al. (2013). Däremot var det förhållandevis få artikelnummer som var normalfördelade efter att givna data analyserats. De läkemedel som ej var normalfördelade valdes

dock att hanteras på samma sätt som normalfördelade läkemedel sett till hur de beräknas. Däremot finns det två olika metoder för hur detta ska behandlas enligt Mattson (2008):

- Metod 1: Metoden är baserad på att de mest extrema utplocken ska sorteras bort vid beräkningen av standardavvikelserna. Metoden anses inte vara fördelaktig, eftersom det i fallet med medicin kan vara mycket viktigt att ta med de mest extrema avvikelserna (konsekvenserna på patientsäkerheten är svåra att uppskatta).
- Metod 2: Metoden baseras på att ta höjd för eventuella avvikelser genom att beräkna säkerhetslagernivån med avseende på en högre servicenivå än vad som är önskvärt i praktiken. Metoden kan även användas itererande för att anpassa lagernivån över längre tid, om det ursprungliga servicenivåpålägget visar sig vara felaktigt. Patientsäkerheten kan därför säkerställas.

Metod 2 valdes eftersom den lämpar sig bättre i sjukhusmiljö, enligt resonemanget ovan. Metoden var även bättre på lång sikt, eftersom servicenivån som användes vid kalkyleringen kan anpassas om det visar sig att resultatet i praktiken blir felaktigt genom att iterera processen.

Om läkemedel plockas ut färre än under 20 veckor på ett år, går det inte att genomföra en normalfördelningsanalys på läkemedlen, då att det är för få datapunkter (Blom et al., 2005). Lågfrekventa läkemedel valdes därför att hanteras på samma sätt som övrig data. De läkemedel som plockas ut sällan är också alltid lågvolymprodukter, vilket betyder att eventuella felaktigheter inte kommer påverka det slutgiltiga resultatet till betydande grad.

Alla läkemedel beräknades därmed på samma sätt utifrån diskussionen ovan. De hanterades rakt av med den etablerade metoden SERV1, tillsammans med Matssons (2008) metod 2. Det betyder att de servicenivåer som presenteras egentligen är lägre än vad som står, vilket behöver tas i åtanke vid tolkning av resultatet.

Klassificering

För att fastställa om klassificering är applicerbart intervjuades två sjuksköterskor från olika avdelningar samt en överläkare, se Bilaga: Resultat från intervjuer på Universitetssjukhuset. De tillfrågades om huruvida de klassificerar läkemedlen på något sätt i dagsläget och hur i så fall. Om inte det var fallet frågades även om de trodde att det fanns någon metod att klassificera läkemedlen.

Utöver detta utfördes beräkningar för att få fram en ABC-klassificering med hjälp av volymvärde. Volymvärdet togs fram genom att först sortera data per avdelning och beräkna förekomsten av unika artikelnummer som uppkommit vid utplock eller påfyllnad. Sedan undersöktes artikelnumret pris samt i vilken omfattning den plockades ut, som producerar ett volymvärde. Beroende vilket volymvärde ett artikelnummer får kunde det sedan få en klassificering.

Fast beställningsintervall

Inom vården är efterfrågan alltid varierande i och med det oförutsägbara behovet. Därmed blir det beställningsintervallet som antingen kan vara fast eller varierande. I och med Läkemedelsenhetens direktiv om att de få ner antalet extra beställningar som sker, gjordes valet att undersöka ett fast beställningsintervall. För att få hur den varierande beställningskvantiteten med ett fast beställningsintervall användes återfyllnadsnivå.

Återfyllnadsnivån beräknades genom att ackumulera efterfrågan, det vill säga utplock, veckovis. Den högsta veckoefterfrågan användes sedan för att bestämma önskansvärd återfyllnadsnivå. På grund av

förpackningsstorlekar gick inte denna att uppnå jämnt. Därför räknades det med att beställning av åtminstone en förpackning skedde då lagernivån gick under återfyllnadsnivån.

Utvärdering av framtagna lagerstyrningsmetoder

A.3 Hur påverkas avdelningarnas totala kostnader vid införande av ovan nämnda lagerstyrningsmetoder?

Fråga A.3 består av steget *Jämföra nuläget och alternativa lösningar* och besvarades således genom att jämföra kostnaderna för de alternativa lagerstyrningsmetoderna med kostnaderna i nuläget. De kostnader som identifierades som relevanta att studera i totalkostnadsmodellen var lagerföringskostnaderna och ordersärkostnaderna. Detta eftersom de andra kostnaderna inte påverkas av förändringarna. Hur stora dessa kostnader är i nuläget kvantifierades med hjälp av den givna data (för de sex olika avdelningarna som studeras), med utgångspunkt i kartläggningen som skedde i A.1.

Nästa steg blev att kvantifiera de kostnadsförändringar som införandet av lagerstyrningsmetoderna (som valdes ut som lämpliga i A.2) innebär för Läkemedelsenheten. De valda lagerstyrningsmetoderna var fast beställningsintervall och säkerhetslagerbestämning med SERV1. Även klassificering diskuteras, men kvantifieras ej eftersom de potentiella kostnadsbesparingarna visade sig vara minimala.

Det tredje steget var att på med hjälp av en totalkostnadsanalys jämföra de kostnader som förändras, för de olika fallen. Detta gjordes genom att jämföra kostnaderna i nuläget med de nya beräknade kostnaderna som de införda lagerstyrningsmetoderna innebär, för olika val av beställningsintervall och servicenivå.

Lagerstyrningsmetodernas kombinationsförmåga

A.4 Hur samverkar de olika lagerstyrningsmetoderna och hur kombineras dessa till en lagerstyrningsmodell?

För att kunna ge en modell gällande lagerstyrning analyserades resultatet från A.2 och A.3. Analysen ledde till att en modell gällande lagernivåer och påfyllningsfrekvens togs fram. Modellen utformades med hjälp av SERV1 och fast beställningsintervall/varierande beställningskvantitet. Påfyllningsfrekvensen samverkar med lagernivåerna sett till att ledtiden blir fix till en vecka. Därmed kan säkerhetslagret bestämmas till att klara av variationer i efterfrågan på veckobasis.

5.1.3 Införandet av en läkemedelsautomat

I följande avsnitt besvaras *huvudfrågan B. Hur kan Läkemedelsenheten avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?* För att besvara huvudfråga B krävs först att huvudfråga A har besvarat. Vilket beror på att informationen från huvudfråga A gör att huvudfråga B kan besvaras på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt.

Huvudfråga B besvaras sedan fullständigt med hjälp av tre underfrågor, B.1, B.2 och B.3. Underfrågorna består liksom huvudfråga A:s underfrågor olika delar av Oskarssons et al. (2013) metod för logistiskt förändringsarbete. För huvudfråga B är däremot den alternativa lösningen redan given, att införa en läkemedelsautomat. Det underlättade därför att göra om underfrågorna till att behandla både nuläget och lösningen parallellt. Underfrågorna bryts i vissa fall ned ytterligare för att behandla olika parametrar av dessa steg.

Utredning av avdelning med respektive utan läkemedelsautomat

B.1 Hur sker läkemedelshanteringen på avdelningar med respektive utan automater, och hur skiljer de sig?

Fråga B.1 är en kartläggande fråga, för att få bättre förståelse för de processer som ingår i läkemedelshanteringen. För att specificera vad som menas med läkemedelshantering bröts underfråga B.1 ner i tre underfrågor. Dessa frågor besvarades med hjälp av uppgiftsbeskrivningen från Läkemedelsenheten, som beskriver hur det borde gå till på de olika avdelningarna. Detta kompletterades med semi-strukturerade intervjuer, samt systematiska observationer för att säkerställa hur det går till i verkligheten. Vilka som intervjuades, vilka frågor som ställdes samt vilka observationer som gjordes presenteras under respektive underfråga nedan.

B.1.1 Hur går beställning, inlagring och tillhörande administration till på en avdelning med respektive utan automat?

Läkemedelsenheten intervjuades då de har övergripande kontroll för inlagring och administration av läkemedelsautomater (se Bilaga: Frågebatteri till möte med Läkemedelsenheten för intervjuformulär). Intervjun var semi-strukturerad, vilket innebär att vi kunde ställa följdfrågor löpande för att få en större förståelse för processen gällande avdelningar med och utan läkemedelsautomat. Efter intervjuerna analyserades resultatet och fråga B.1.1 kunde besvaras.

B.1.2 Hur går utplock och tillhörande administration till på en avdelning med respektive utan automat?

Samma intervju med Läkemedelsenheten från B.1.1 användes för att besvara fråga B.1.2. För att erhålla ett bättre resultat gjordes även intervjuer med två sjuksköterskor på Universitetssjukhuset. Ur dessa intervjuer erhöles hur utplockningsprocessen och det administrativa arbetet fungerar för läkemedelsautomaterna. Jämfört med intervjun med Läkemedelsenheten, som var semi-strukturerad, var intervjuerna med sjuksköterskorna strukturerade, i form av färdiga frågeformulär, se Bilaga: Resultat från intervjuer på Universitetssjukhuset.

Kostnadsanalys

B.2 Hur påverkas avdelningarnas kostnader beroende på om de har en läkemedelsautomat eller inte, och vilka parametrar bidrar till dessa skillnader?

För att besvara fråga B.2 kvantifierades resultaten från fråga B.1, för att kunna analyseras vidare. För att ta fram inlagringskostnaderna för respektive avdelningstyp användes prislistan på läkemedel, som erhöles från Läkemedelsenheten. Genom den kunde kostnaden per beställning och inlagring tas fram för respektive avdelningstyp.

Kostnaden för utplock baserades på tidsstudien som tidigare gjorts av Brandt et al. (2018) på Region Östergötland. Studien har tagit fram en genomsnittlig skillnad i tidsåtgång för utplock för en avdelning med respektive utan läkemedelsautomat. Detta multipliceras med timkostnaden för en sjuksköterska, för att få fram skillnaden i genomsnittliga utplockskostnad.

Framtagandet av en kostnadseffektiv lösning

B.3 Utifrån ovan nämnda parametrar och kostnadsskillnader, när är det kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat på en avdelning?

Med hjälp av den genomförda analysen i B.2, gjordes en undersökning för vilka värden det är kostnadseffektivt att införa en ny läkemedelsautomat på en avdelning. Till detta utfördes även en identifiering av de kostnadsposter som påverkar avdelningens kostnader.

För att undersöka lönsamheten krävdes en kvantifiering av kostnadsposterna kopplade till innehav av läkemedelsautomat samt utplock av läkemedel. Lönsamheten undersöktes sedan genom att se om kostnaderna relaterade till utplock vid införandet av en läkemedelsautomat minskade mer än de

kostnaderna relaterade till att inneha en automat ökar. Med hjälp av resonemanget ovan kunde en minsta utplocksfrekvens bestämmas, som avgör när det är värt att införa en automat eller ej.

5.1.4 Sammanfattning

Nedan, i Tabell 2, sammanställs genomförda angreppsmetoder som användes för att kunna besvara studiens frågeställningar. Tabellen visar en överskådlig bild av hur varje underfråga har behandlats i studien. Övriga källor innehåller intervjuer med vårdpersonal samt erhållet material från Läkemedelsenheten.

Tabell 2, Sammanfattning av angreppsmetod för respektive underfråga.

Underfråga	Intervju med Läkemedelsenheten	Kvantitativa data	Litteratur	Övriga källor
A.1: Hur arbetar sjukhusets avdelningar med läkemedelsautomater och hur sker deras lagerstyrning i nuläget?	X	X		X
A.2: Vilka lagerstyrningsmetoder kan sjukhusets avdelningar använda för att kostnadseffektivisera sina läkemedelsautomater?		X	X	
A.3: Hur påverkas avdelningarnas totala kostnader vid införande av ovan nämnda lagerstyrningsmetoder?		X		
A.4: Hur samverkar de olika lagerstyrningsmetoderna och hur kombineras dessa till en lagerstyrningsmodell?		X		
B.1: Hur sker läkemedelshanteringen på avdelningar med respektive utan automater, och hur skiljer de sig?	X			X
B.2: Hur påverkas avdelningarnas kostnader av dessa skillnader och vilka parametrar bidrar till dessa skillnader?		X	X	
B.3: Utifrån ovan nämnda parametrar och kostnadsskillnader, när är det kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat på en avdelning?		X		

5.2 Metoder för datainsamling

Följande avsnitt kommer att innehålla de metoder för kvalitativ och kvantitativ datainsamling som tillämpats under projektets gång.

5.2.1 Kvalitativa data

Nedan kommer de olika metoder för insamling av kvalitativa data som använts i denna studie presenteras. I denna studie har kvalitativa data i form av litteraturstudier, intervjumetoder, observationsmetoder och metoder för studiebesök använts.

Litteraturstudie

Enligt Sjöström (2018) är en metod för litteraturstudie trianguleringsmetoden. För att tillfredsställa detta tillämpades en strukturerad litteratursökning. Metoden innebar att viktiga faktorer listades för att kunna besvara syftet, faktorer baserades sedan på minst tre oberoende källor för att skapa trovärdighet i utformandet av syftet. Faktorerna prioriterades även med hjälp av viktning och antalet källor per egenskap/författare. Detta ledde till att mer övergripande områden kunde smaltas av till en huvudfaktor inom respektive område, samt att en del områden kunde prioriteras bort.

Intervjuer

Enligt Björklund & Paulsson (2012) finns det tre olika former av intervjuer; strukturerad, semi-strukturerad och ostrukturerad. I denna studie användes endast strukturerade samt semi-strukturerade intervjuer. En ostrukturerad intervju var aldrig intressant då det skulle ha riskerat att undersökningen innehöll systematiska fel. Detta i linje med Christensen et al. (2016) som argumenterade att en högre grad av struktur minskar risken för sådana fel. Struktureringen av intervjuerna gjorde även för att sedan lättare kunna hitta information i intervjuformulären.

Observationer

Enligt Christensen et al. (2016) finns det två olika observationsmetoder, systematisk och osystematisk. Den systematiska metoden är både strukturerad och standardiserad, och med detta menas att en företeelse studeras vid en viss tidpunkt. Detta är för att se om företeelsen ändras under tid. Vidare beskriver även Christensen et al. (2016) den kontinuerliga observationsurvalsmetoden, som innebär att en specifik företeelse observeras under en tidsperiod för att finna eventuella förändringar i arbetssättet och tidsåtgång.

På grund av att det inte fanns möjlighet att göra längre observationer på användandet av läkemedelsautomater i den här studien, gjordes istället en osystematisk observation. Den osystematiska metoden skiljer sig inte avsevärt mot den systematiska. Men på grund av att denna observation skedde under inte helt förutsedda förhållande, antecknades allt som uppfattas under observationstillfället. Viktigt för båda observationsmetoderna är att ha neutrala åsikter om vad som händer samt att förklara för de iblandade människorna i observationen att de är observerade (Christensen et al., 2016).

5.2.2 Kvantitativa data

Historiska data över lagernivåer och utplock erhöles från Läkemedelsenheten i samråd med i Apoteket AB. Eftersom sekretess råder får inte data kunna kopplas till specifika patienter utan måste anonymiseras innan den blir tillgänglig. Sekretess råder även för läkemedlens styckpris och kommer därför inte presenteras i denna studie.

5.3 Trovärdighetsdiskussion

Trovärdigheten hos studien diskuterades med hjälp av de tre mått som Björklund & Paulsson (2012) presenterar: validitet, reliabilitet och objektivitet. Validiteten togs hänsyn till genom att undersöka i vilken utsträckning rätt parametrar mättes. Detta gjordes genom att föra öppna diskussioner med Läkemedelsenheten för att reda ut vilka parametrar de ansåg vara intressanta. För att ytterligare bekräfta att rätt parametrar mättes gjordes kvantifieringar av exempelvis kostnaderna. Ett exempel på en parameter som inte var lika intressant som det verkade på förhand var lagerföringskostnaden, som förändrades försumbart litet vid införande av den nya lagerstyrningen.

Realiteten, det vill säga hur tillförlitliga mätinstrumenten är, kontrollerades genom att ställa kontrollfrågor under intervjuerna. Kontrollfrågor är ett viktigt verktyg enligt Björklund & Paulsson

(2012) och applicerades under intervjuerna för att bekräfta och stärka trovärdigheten hos informationen.

Objektiviteten, vilket mäter hur olika värderingar spelar in på resultatet, togs hänsyn till genom att intervjua olika personer, för att på så sätt få en nyanserad bild. Eftersom samma frågor ställdes till alla intervjuobjekten är det även möjligt att urskilja hur personalens åsikter kan vara olika om vissa aspekter (se intervjuunderlaget i bilagorna).

Utöver användandet av kontrollfrågor, som bekräftar informationen som Region Östergötland delade med sig av (se bifogad intervjumall), användes även en form av triangulering. Detta gjordes för att höja trovärdigheten i form av validitet och reliabiliteten (vilket stöds av Björklund & Paulsson, 2012).

Syftet med rapporten är enligt tidigare att skapa två modeller, vilket gjordes. En modell för lagerstyrning och en annan modell för införandet av nya läkemedelsautomater. Den modell som berör lagerstyrning har ett tyngre stöd i litteraturen då det finns forskning på hur lager ska styras, se referensramen.

Den andra modellen som görs handlar om kostnaderna vid införande av nya läkemedelsautomater och var svårare att förankra i litteraturen. Denna modell har blivit präglad av både resultatet i första modellen, då lagerstyrningskostnader är en stor del, och de kostnader som huvudfråga B identifierade. Modellen anpassades efter uppdragsgivarens (Läkemedelsenhetens) krav och kan lätt generaliseras för tillämpningar på andra sjukhus. Modellerna behandlades sedan med en känslighetsanalys varpå resultatet diskuterades.

5.4 Etik

För samhällets och individens framtida utveckling är det enligt Vetenskapsrådet viktigt att vid en utredning beakta etiska frågor. I detta arbete finns flera etiska dilemman som måste hanteras, och detta får ökat fokus eftersom projektet bedrivs på ett sjukhus.

5.4.1 Patientintegritet

Enligt Statens Medicinsk-etiska Råd (2018) finns risk att den personliga integriteten kränks om känsliga uppgifter lämnas ut. Initialt fanns det en oro för att känsliga patientuppgifter skulle kunna ställa till problem för hur datahanteringen skulle gå till. Detta blev i praktiken inte ett problem, eftersom Läkemedelsenheten kunde censurera bort patientinformationen och bara delge den information som var nödvändig för arbetet.

5.4.2 Intervjuer

Det finns även flera etiska aspekter att hantera vid insamlandet av information. Utöver datafilerna som Läkemedelsenheten censurerat med avseende på patientinformation, samlas data in via intervjuer. Vid intervjuer finns det enligt Vetenskapsrådet (2018) fyra huvudkrav som bör uppfyllas, de hanterades på följande sätt:

Informationskravets

Kravet innebär att den som intervjuas måste informeras om studiens syfte och deras del. Intervjuobjekten ska förstå vad projektet innefattar och hur personens svar kommer att användas i rapporten. Personens svar får inte användas på något annat sätt än vad personen har godkänt. Detta gjordes genom en kort presentation av projektet, studiens syfte och karaktär, de inblandade aktörer, att det var frivilligt att delta i undersökningen och hur personens svar kommer att hanteras.

Samtyckeskravet

Intervjuobjekten måste godkänna att de ska bli intervjuade. Detta gjordes genom att kontakt inleddes per mejl och de tilltänkta intervjuobjekten tillfrågades om de ville medverka. De som har valt att inte medverka har inte kontaktats igen för att på så sätt utöva press att medverka. Om intervjuobjekt önskat att ångra sin roll hade den information de försett tagits ut ur rapporten. Någon sådan begäran har dock inte inkommit.

Konfidentialitetskravet

Kravet innebär att den data som samlas in måste behandlas konfidentiellt. Kravet uppfylls genom att känslig information som har delgetts via intervjuerna inte sprids. Primärdata sparas dock (anonymiserad), för att höja rapportens trovärdighet och spårbarheten hos informationen. Intervjuobjekten är anonyma. Detta är viktigt för att det inte ska finnas skäl att ljuga eller modifiera information. Detta görs för att på så sätt höja rapportens trovärdighet, genom att inga yttre faktorer ska kunna påverka intervjuobjektet. Ett problem med detta är dock att spårbarheten i rapporten försvinner, eftersom det inte går att bevisa vem som har sagt vad utan att bryta sekretessen. För att försöka höja spårbarheten sparas all data, men trots detta dras trovärdigheten ner.

Nyttjandekravet

Kravet innebär att materialet endast får användas till det som intervjuobjektet har blivit informerad om. Materialet används endast för rapporten i fråga och inte i något annat syfte. Några personuppgifter inhämtades inte för patienter som tidigare nämnts och det kan därför inte ha någon negativ påverkan för de. De som medverkat i studien kommer att få ta del av resultatet.

6 Empiri

I kapitlet beskrivs den data som har erhållits från läkemedelsenheten för automater samt data som erhållits genom intervjuer med två sjuksköterskor, en överläkare, en apotekare och kontaktpersonerna från läkemedelsenheten. Data om antalet artikelnummer som respektive automat innehåller samt information om inlagring och utplock presenteras. Hur lagerbrister hanteras och uppstår i dagsläget beskrivs samt information om hur klassificering används.

6.1 Inledning

I empirin presenteras data som erhöles från Läkemedelsenheten på Region Östergötland. Den data som behandlas kommer från specifika avdelningar på Region Östergötland. Se Tabell 3 för mer information om de olika intervjuerna och hur de används.

Tabell 3, Förklaring av intervjuer och hur de har använts.

Beteckning	Beskrivning	Användning
Apotekare	Apotekare som var delaktig i att bestämma lagernivåer	Utredning av hur lagernivåerna har bestämts i nuläget
Läkemedelsenheten	Kontaktpersoner på Läkemedelsenheten (uppdragsgivarna)	Allmän information om verksamheten och data till beräkningar (ej från intervju)
Sjuksköterska 1	Sjuksköterska på en avdelning med läkemedelsautomat	Utredning av hur utplock och läkemedelshantering sker i dagsläget (kontrollfrågor används)
Sjuksköterska 2	Vårdenhetschef på en avdelning med läkemedelsautomat	Utredning av hur utplock och läkemedelshantering sker i dagsläget (kontrollfrågor används)
Överläkare	Överläkare på avdelning med läkemedelsautomat	Utredning av huruvida klassificering används i dagsläget

För att förtydliga vilka avdelningar som är med och deras respektive avdelningsbeteckning presenteras i Tabell 4. I Tabell 4 presenteras beteckningarna på 7 avdelningar, data erhålls bara från 6 av dessa. Den sista avdelningen (US_KAVA) bidrar endast med intervjuunderlag.

Tabell 4, Förklaring av avdelningsbeteckningar hos Region Östergötland.

Beteckning	Namn och plats
US_BERO	Beroendekliniken, Universitetssjukhuset
US_BRIVA	Brännskadecentrum, Universitetssjukhuset
US_GAVA	Medicinska och geriatrika akutkliniken, Universitetssjukhuset
US_IVA	Intensivvårdsavdelningen, Universitetssjukhuset
US_NIVA	Neurokirurgi intensivvårdsavdelningen, Universitetssjukhuset
VIN_LAH	Lasarettansluten hemsjukvård, Norrköping
US_KAVA	Kirurgiska kliniken, Universitetssjukhuset

6.2 Antal påfyllnader

Eftersom avdelningarna på sjukhuset betalar Apoteket AB för varje påfyllnad är det intressant att veta hur många påfyllnader som sker på respektive avdelning.

Läkemedelsavdelningen erhöjs sex avdelningars påfyllnadsstatistik. Detta sammanställdes till antal påfyllnader per avdelning och år samt snittpåfyllnad per vecka, se Tabell 5.

Tabell 5, Antal påfyllnader per avdelning och år samt snittantal påfyllnader per vecka.

Beteckning	Totalt antal påfyllnader/år	Snitt antal påfyllnader per vecka
US_BERO	128	2,46
US_BRIVA	131	2,52
US_GAVA	117	2,21
US_IVA	203	3,90
US_NIVA	139	2,67
VIN_LAH	190	3,90

För att undersöka hur regelbundet leveranser sker och kunna avgöra hur många extra beställningar som görs är det intressant att se vilka dagar påfyllnad sker i dagsläget. Detta då ytterligare beställningar innebär kostnader för avdelningarna. Därför sorterades påfyllnaderna utefter veckodag. I Tabell 6 visas hur många påfyllnader som under ett års tid har skett på respektive veckodag och avdelning. Som kan ses har ingen påfyllnad gjorts under en helg.

Tabell 6, Antal påfyllnader över ett år utspritt per veckodag

Beteckning	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag
US_BERO	1	41	5	32	49	0	0
US_BRIVA	10	48	10	17	46	0	0
US_GAVA	42	6	46	11	12	0	0
US_IVA	38	43	39	40	43	0	0
US_NIVA	38	42	8	38	13	0	0
VIN_LAH	35	50	31	24	50	0	0

För att se hur stor en order är och hur det skiljer sig mellan avdelningar beräknades en snittorderkvantitet. Detta utifrån informationen om hur många läkemedel som fylls på per år och antal påfyllnader per år, se Tabell 7.

Tabell 7, Snittpåfyllnad antal läkemedel per avdelning och påfyllning

	Antal påfyllningar/år	Antal läkemedel/år	Antal läkemedel/påfyllning
US_BERO	128	51 350	401
US_BRIVA	131	16 089	123
US_GAVA	117	13 107	112
US_IVA	203	11 462	56
US_NIVA	139	13 838	100
VIN_LAH	190	25 602	135

6.3 Antal utplock

Utplock påverkar lagernivåerna i automaterna. Dessutom påverkas utplockstiderna av ett införande av en läkemedelsautomat, vilket gör att det är intressant att studera data rörande utplock för läkemedelsautomater. Den data som tillhandahållits innehåller information om antal utplock samt kvantiteter som har plockats ut. Antalet utplock har delats upp per avdelning och en snittkvantitet per uttag togs fram, se Tabell 8.

Tabell 8, Utplock per avdelning.

Beteckning	Utplockstillfällen	Utplockade läkemedel	Snitt antal läkemedel per utplock
US_BERO	6 186	49 218	7,95
US_BRIVA	7 497	15 737	2,09
US_GAVA	8 073	12 227	1,51
US_IVA	5 462	11 184	2,04
US_NIVA	6 253	13 271	2,12
VIN_LAH	9 560	24 780	2,59
Totalt	43 031	126 417	2,93

6.4 Lagernivåer och lagerbrister

Följande presenteras empirin från de två intervjuerna med en sjuksköterska och en vårdenhetschef (sjuksköterska 1 & 2). Intervjufrågorna var främst kopplade till lagernivåer i läkemedelsautomater och huruvida brister i läkemedelsautomaten uppstår. För fullständigt frågeformulär se Bilaga: Resultat från intervjuer på Universitetssjukhuset.

Utifrån intervjuernas första del om läkemedelsautomater gav sjuksköterskorna sin uppfattning om lagernivåerna på sina respektive avdelningar. Svaren kommer från en vårdenhetschef på avdelningen US_KAVA, som benämns som Sjuksköterska 1 (2018), samt en sjuksköterska från US_GAVA, som benämns med Sjuksköterska 2 (2018).

Sjuksköterska 1 (2018) uppger att det huvudsakligen är storleken på läkemedelsautomaten som bestämmer lagernivån. Vilka läkemedel som ska vara i läkemedelsautomaten bestäms sedan tillsammans med apotekare utifrån de generella läkemedelslistorna som finns på avdelningen. Denna läkemedelslista bestäms av avdelningens överläkare. Sjuksköterska 2 (2018) utvecklar det sistnämnda med att läkemedlen på en avdelning bestäms utifrån vilka patientgrupper som avdelningen har hand om, och vad för behov dessa har. Överläkare (2018) bekräftar det att de använder sin erfarenhet av de kliniska behoven.

Lagernivåerna i läkemedelsförråden bestäms av överläkaren, som har kunskap om vilka läkemedel som behövs för att uppfylla patienternas behov, tillsammans med Apoteket AB. Lagernivåerna regleras sedan efter behov. Var fjortonde dag erhåller avdelningschefen transaktionshistorik för automaterna och en kontroll av en sjuksköterska görs som undersöker efterfrågan och om det saknas läkemedel. Under perioder när ett visst läkemedel går åt i större utsträckning, kan sjuksköterskorna kontakta Apoteket och be om att tillfälligt fylla på mer av det läkemedlet. Sjuksköterska 2 (2018) uppger även att det sker mycket utlåning av läkemedel från deras avdelning. Något som beror på att andra avdelningar inte har de läkemedlen på sina egna avdelningar.

Sjuksköterska 1 (2018) och Sjuksköterska 2 (2018) uppger att det är Apoteket som bestämmer max och min-nivåer i läkemedelsautomaterna. De antar att Apoteket gör beräkningar utifrån mängderna som finns kvar vid påfyllning och efterfrågan på läkemedlen. Sjuksköterska 1 (2018) uttrycker att ändringar gällande max och min-nivåer utförs sällan av apoteket. Apotekare (2018) uppger att de inte gjort några beräkningar när läkemedelsautomat införs utan endast anpassat efter lådantal. I de fall det inte går har nivåerna justerats tillsammans med avdelningen.

I dagsläget används ingen klassificering av läkemedel för att differentierad lagerstyrning av läkemedel (Sjuksköterska 1 & 2, 2018). Överläkare (2018) anger att lagernivåerna bestäms utifrån kliniska behov

och att mer kritiska mediciner har högre lagernivåer. Vidare tror Överläkare (2018) att Apoteket AB styr lagren på ett differentierat sätt.

Vid brist nämner Sjuksköterska 1 (2018) att de kan beställa läkemedel akut eller låna av en annan avdelning. Sjuksköterska 2 (2018) tar upp att de i första hand, vid brist, kontrollerar FASS.se (Farmaceutiska Specialiteter i Sveriges hemsida) om det finns ett substitut som finns i deras sortiment. Om det inte finns något substitut på avdelningen måste de vända sig till andra avdelningar, läkemedlet måste då antingen hämtas av en sjuksköterska eller i vissa fall kan det skickas med rörpost. De tar även upp att det absolut inte får bli brist på akutläkemedel. Beroende på hur allvarligt läget är måste patienten få tillgång till läkemedlet inom en till tre minuter. Sjuksköterska 1 (2018) och Sjuksköterska 2 (2018) påstår dock att det sällan är brist. Vid de tillfällen det inträffar beror det på att stora mängder plockas ut till flera patienter och syften samtidigt. Till exempel kan patient skrivas ut och då få med utskrivet läkemedel för fem till sju dagar med sig.

6.5 Artikelnummer per automat

För att få en bättre förståelse över hur avdelningarna skiljer sig åt och hur deras läkemedelsautomater används är det intressant att få en uppfattning om antalet artikelnummer i automaten. Därför togs antalet artikelnummer i respektive läkemedelsautomat fram. I Tabell 9 illustreras antalet läkemedel i läkemedelsautomat per avdelning.

Tabell 9, Antal artikelnummer per läkemedelsautomat

	Antal artikelnummer/läkemedelsautomat
US_BERO	68
US_BRIVA	44
US_GAVA	45
US_IVA	31
US_NIVA	26
VIN_LAH	67

6.6 Kostnader

Avdelningarnas ordersärkostnader beskrivs nedan. De påverkas av om avdelningen har läkemedelsautomat eller inte samt hur många extra leveranser som sker. På grund av den ökade komplexiteten vid påfyllnad av en läkemedelsautomat fakturerar Apoteket mer per påfyllnad då en avdelning har läkemedelsautomat än en utan. Kostnaden är per månad och då ingår en påfyllnad per vecka. Vid extra påfyllnad per vecka tillkommer ytterligare avgifter som ses i Tabell 10 (Prislista Läkemedelsenheten, 2018).

Tabell 10, Kostnader för påfyllning av läkemedelsautomat/läkemedelsförråd per månad.

	Endast läkemedelsförråd	Läkemedelsförråd med läkemedelsautomat
Baskostnad (1 lev/vecka)	6720kr	7255kr
Kostnad för extra leverans	2720kr	3150kr

Avdelningarna på sjukhuset leasar läkemedelsautomaten från en central IT-avdelning. I detta avtal ingår både automat samt service och uppdateringar. Detta faktureras till avdelningarna månadsvis och innebär en fast kostnad på ca 10 000 kr per månad (Läkemedelsenheten, 2018).

För att förstå hur lönekostnaderna påverkas av den förändring det innebär att införa en läkemedelsautomat togs timkostnaden för en sjuksköterska fram. Enligt rapporten av Brandt et al. (2018) uppgår den effektiva kostnaden för en sjuksköterska till 390 kr/timme.

6.7 Läkemedelshantering

Det finns vissa skillnader i hur beställning, inlagring och tillhörande administration går till på de avdelningar som har automat, jämfört med de som inte har automat. Nedan beskrivs hur aktiviteterna skiljer sig åt och även de övriga skillnader som inte kan kopplas till några aktiviteter beskrivs.

6.7.1 Med läkemedelsautomat

Inlagring i läkemedelsautomat får endast ske av behörig personal från Apoteket AB. De inlagringar som görs kommer från den beställning som Apoteket AB har fått. Beställningen sker genom att ett automatiskt mejl skickas till Apoteket AB när ett läkemedel når sin beställningspunkt. Uppdatering av lagnivåer sker löpande, eftersom lagersaldot uppdateras när sjuksköterskorna plockar ut läkemedel ur automaten. Apoteket AB:s personal sköter påfyllnaden av automaten, och inventerar läkemedelsautomaterna med jämna mellanrum (Läkemedelsenheten, 2018).

På en avdelning med läkemedelsautomat för sjuksköterskan tillgång till automaten genom att dra sitt id-kort samt matar in sin kod på läkemedelsautomatens display. Sedan väljs läkemedel samt patientens personnummer matas in. En lucka i automaten lysas upp och sköterskan kan ta den kvantitet som registrerats (Läkemedelsenheten, 2018).

Med en läkemedelsautomat minskar även tiden som sjuksköterskor lägger på att genomföra ett utplock enligt en rapport som Region Östergötland har genomfört (Brandt et al., 2018). Enligt rapporten är den främsta orsaken till att det sker en tidsbesparing är att tiden för inventering av narkotikaklassade läkemedel försvinner.

När en läkemedelsautomat används minskar tiden för ett utplock med 1,5 minuter på VIN_LAH i Norrköping. På universitetssjukhuset i Linköping minskade tiden med 3,7 minuter på US_BERO (Ahlenbäck, 2015). US_BERO:s läkemedelshantering skiljer sig från andra avdelningar då patienter kan få läkemedel för en dag upp till flera veckor. US_BERO hade inte heller tjänsten läkemedelsservice som VIN_LAH hade vid studiens början. Även sjuksköterskornas generella rutiner behövdes ändras vid införande av en läkemedelsautomat på US_BERO. (Ahlenbäck, 2015).

6.7.2 Utan läkemedelsautomat

På en avdelning utan automat sker inlagringen på ett liknande sätt. Det är fortfarande Apoteket AB:s personal som sköter påfyllnaden av läkemedel och uppdaterar saldot. Den stora skillnaden är att lagersaldot uppdateras i pappersform av sjuksköterskorna vid utplock. Apoteket AB:s personal uppdaterar därefter regelbundet IT-systemet. Lagersaldot uppdateras därför inte löpande, som på de avdelningar som använder en automat. Det administrativa arbetet blir även större, eftersom lagersaldot måste uppdateras två gånger (en gång i pappersform, och en gång i IT-systemet). Detta medför även ökad risk för att fel uppkommer i lagersaldot. (Läkemedelsenheten 2018)

På en avdelning utan läkemedelsautomat inventerar sjuksköterskan det läkemedel som ska plockas ut samt antecknar i en liggare vem som gjort utplock samt saldo. Om ett saldo ej stämmer utförs en utredning för att undersöka anledning till dispariteten. (Läkemedelsenheten, 2018)

6.7.3 Övriga skillnader

Läkemedelsautomater medför även andra skillnader för en avdelning än de som har tagits upp ovan. Ahlenbäck (2015) tar i sin rapport om läkemedelsautomater på Region Östergötland att sjuksköterskor upplever en större trygghet och säkerhet i sitt arbete med läkemedelsautomater än med

läkemedelsförråd. Brandt et al. (2018) beskriver också att den tid som frigörs när sjuksköterskor inte behöver inventera läkemedelsförråd för hand efter varje utplock leder till att mer tid kan läggas på vård. Detta leder till bättre arbetsmiljö och även lägre personalomsättning, även korttidssjukskrivningar och övertid har minskat på de avdelningar som har infört läkemedelsautomater (Brandt et al., 2018).

Vidare beskriver Ahlenbäck (2015) att spårbarheten och säkerheten ökar då läkemedelsautomater lagrar vem som har tagit ut läkemedel och i vilka kvantiteter. Automaten gör det också svårare för obehöriga att komma åt läkemedel. Vid införande av en läkemedelsautomat måste även de sjuksköterskor som finns på avdelningen utbildas i hur automaten skall användas, som innebär att automaterna har en viss tidsmässig uppstartskostnad.

7 Resultat

I resultatet besvaras de huvudfrågor som är framtagna i Uppgiftspreciseringen, kapitel 0. Först analyseras den empiri som togs fram rörande kostnadseffektiv lagerstyrning för läkemedelsautomater och hur detta påverkar kostnaderna. Därefter kommer en analys av empiri för införande av läkemedelsautomater som avslutas med en framtagning av en modell för att skapa beslutsunderlag när en läkemedelsautomat bör införas. Varje avsnitt kopplar tydligt till vilken fråga som besvaras för att underlätta för läsaren.

7.1 Kostnadseffektiviserad lagerstyrning

Avsnittet behandlar resultatet i empirin angående lagerstyrning av läkemedelsautomater. Resultatet analyseras efter samma struktur som frågorna genom rapporten, där varje underfråga behandlas för sig för att sedan sammanfattas i besvarandet av *huvudfråga A: Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?*

7.1.1 Lagerstyrning i dagsläget

I detta avsnitt analyseras resultaten från fråga A.1s empiri. *A.1 lyder: Hur arbetar sjukhusets avdelningar med läkemedelsautomater och hur sker deras lagerstyrning i nuläget?*

Påfyllnad

Frågan som besvaras i detta avsnitt är *A.1.1: Hur ofta och när sker påfyllnad av nya läkemedel på respektive avdelning och i hur stora kvantiteter?*

Utifrån empiriavsnitt 6.2 går det utläsa att antalet påfyllnader mellan avdelningar skiljer sig åt och att påfyllningar överlag sker flera gånger i veckan. US_IVA är den avdelning som fyller på oftast, med många påfyllningar med liten kvantitet jämfört med till exempel US_BERO. Sådana små snittpåfyllnader är i detta fallet kostsamma, eftersom påfyllningsfrekvensen är en viktig kostnadsdrivare. Små snittpåfyllnader samt hög påfyllningsfrekvens bör alltså vara ett tecken på att lagerstyrningen fungerar sämre på US_IVA jämfört med hur lagerstyrningen fungerar på övriga avdelningar. Alternativt beror detta på att läkemedelsautomaten på US_IVA är för liten för att hålla lager som täcker en veckas efterfrågan. Men eftersom påfyllningar sker flera gånger även på övriga avdelningar finns det en förbättringspotential för samtliga.

Den stora spridningen av påfyllningsdagar över olika veckodagar tyder på att den nuvarande lagerstyrningen inte är anpassad för den faktureringsmodell som kommits överens med Apoteket. Enligt denna överenskommelse ingår en påfyllnad per vecka och således bör påfyllnad ske en gång i veckan för att minimera påfyllningskostnader. Observera exempelvis utplocksstatistiken för avdelning VIN_LAH. Här sker påfyllnaderna jämt fördelade över alla veckodagarna (förutom på helgen), vilket gör att kostnaderna för påfyllnad är höga. Samtidigt är vissa avdelningar bättre än andra på att styra sina lager. US_BERO har påfyllnad av flest läkemedel per år men samtidigt relativt lågt antal påfyllnadstillfällen per vecka. De lyckas alltså bättre använda det system som finns på plats idag än de övriga avdelningarna kan bero på läkemedelsautomatens storlek.

Utplock

I detta avsnitt besvaras: *A.1.2 I vilken omfattning sker utplock av läkemedel på respektive avdelning?* Frågan har till stor del besvarats genom presentation av Tabell 8 i Empirin. Det som följer är en kort diskussion om möjliga orsaker till dispariteten mellan avdelningarna. US_BERO verkar plocka ut stora kvantiteter och har mer än dubbelt så stort snittutplock än de andra avdelningarna. Det går att se att US_BERO har störst antal läkemedel utplockade, däremot gör de inte flest utplock. VIN_LAH är den avdelning med flest utplock 9560 per år vilket är 75 % mer än US_IVA, som är den avdelning med minst antal utplock.

Skillnaderna i utplocksmönster grundas i att avdelningarna har olika läkemedelssortiment och att olika läkemedel tar olika lång tid att hantera. Vilket tyder på att utformningen eller typen av läkemedel skiljer avdelningarna emellan. Vissa läkemedel kan helt enkelt vara lättare att hantera. Ahlenbäck (2015) visar på detta genom att olika avdelningar har olika tidsåtgång för uttag av läkemedel.

Säkerhetslager

Detta avsnitt avser att besvara: *A.1.3 Hur dimensioneras säkerhetslagren i respektive automat för att undvika lagerbrister?* För att kunna identifiera förbättringspotential inom säkerhetslagren fastställs

hur de bestäms i dagsläget samt vilken lagertillgänglighet det har inneburit. Hur säkerhetslagren i de respektive automaterna dimensioneras besvarades med hjälp av svar från intervjuer med sjuksköterskor och givna data från Läkemiddelsenheten. Metoderna som används för att uppskatta nuvarande lagertillgänglighet är stockout-metoden och SERV1.

Bestämmande av lagernivåer

Från frågeställningarna till Sjuksköterska 1 (2018) och Sjuksköterska 2 (2018) fås en uppfattning om att Apoteket AB sköter det mesta vad gäller lagernivåer i läkemedelsautomaterna. Lagernivåerna verkar utifrån sjuksköterskornas erfarenheter vara satta utefter vilken omsättning läkemedlet i fråga har. Det vill säga om det under en period är högre omsättning höjs lagernivån tillfälligt under den perioden. Brist sker enligt Sjuksköterska 1 (2018) sällan och mycket tyder på att Apoteket har satt lagernivåer för att motverka att brist uppkommer. Gebicki et al. (2012) påstår att detta är ett vanligt fenomen på sjukhus, som leder till onödigt höga lagerföringskostnader.

Lagertillgänglighet baserat på stockouts

Beräkningarna av lagertillgänglighet med avseende på stockouts gav att merparten av artiklar har en tillgänglighet på 100 %, alltså att de aldrig når Out-of-stock (slut i lager). Sådan lagertillgänglighet kan tyda på överdimensionerade säkerhetslager eller att påfyllning sker allt för ofta och/eller i för stora kvantiteter. Troligen beror det i detta fall på överdimensionering av dessa artiklars säkerhetslager.

Det finns även avvikande exempel där Out-of-stock aldrig uppnås. Där det aldrig sker någon påfyllning eller det sker fler stockouts än påfyllningar, alltså de artiklar som har en lagertillgänglighet som är noll. Sådana värden gör det svårt att ge en korrekt bild av lagertillgängligheten baserad på stockouts. Metoden ser därför inte som tillförlitlig och används inte vid kommande jämförelser eller framtagandet av modellen.

Beräkningarna av lagertillgängligheten sett till antal stockouts mellan varje påfyllning i Excel resulterade i en variation av procentsatser. Ett urklipp från US_BERO, se Tabell 11, visar på den stora variationen med värden som är allt från 0 till 100 %. Majoriteten av artiklarnas värden i alla läkemedelsautomater ligger på 100 %, men långt ifrån alla uppnår det värdet.

Tabell 11, Urklipp från beräkningarna av lagertillgänglighet i US_BERO.

Artikelnummer	Antal gånger lagernivå är 0	Antal påfyllningar	Lagertillgänglighet
077 661	1	11	91%
080 363	0	30	100%
087 491	1	1	0%
088 514	0	2	100%
104 076	0	2	100%
115 940	2	2	0%
129 192	8	59	86%
132 663	0	2	100%
142 473	1	1	0%
142 495	1	0	-

Vid sammanslagningen av respektive avdelnings lagertillgänglig gjordes det på två sätt, resultatet ses i Tabell 12. Det ena beräknades på avdelningens totala antal stockouts per totalt antal påfyllningar för alla artiklar. Det andra beräknades som medel på alla artiklars individuella lagertillgänglighet.

Tabell 12, Lagertillgänglighet utifrån antal stockouts mellan varje påfyllning, sett till respektive avdelnings total och medel under ett år.

	Lagertillgänglighet (total)	Lagertillgänglighet (medel)
US_BERO	42%	80%
US_BRIVA	60%	68%
US_GAVA	69%	78%
US_IVA	95%	95%
US_NIVA	91%	92%
VIN_LAH	52%	71%

Enligt stockout-metoden är den nuvarande lagertillgängligheten varierande mellan olika artiklar. Medellagertillgängligheten är lägre än väntat vilket antagligen beror på problem med att applicera formeln på erhållna data. Detta då många artiklar sällan förbrukas och data inte sträcker sig över en tillräckligt lång tidshorisont för att fånga upp tillräckligt antal utplock. Det gör att stockouts på grund av sortimentsförändring får en betydande påverkan på resultatet. Lagertillgängligheten baserat på stockouts ger därför inte en bra bild av nuläget.

Lagertillgänglighet uppskattat med SERV1

På grund av bristerna med att uppskatta servicenivån med hjälp av stockouts används de nuvarande lagernivåerna med SERV1 för att uppskatta den nuvarande servicenivån istället. Beräkningarna av lagertillgänglighet enligt SERV1 med hjälp av nuvarande lagernivåer resulterade i mer jämna värden på servicenivå för varje artikel. Sett till medel på respektive avdelning, beräknat utifrån en approximation av varje enskild artikels servicenivå, ligger servicenivån mellan 96 och 99,3 %, se Tabell 13.

Tabell 13, Medelservicenivå enligt SERV1 för varje avdelnings.

	Servicenivå
US_BERO	96,0%
US_BRIVA	97,5%
US_GAVA	98,8%
US_IVA	99,3%
US_NIVA	98,5%
VIN_LAH	96%

Majoriteten av artiklar ligger i fallet för SERV1 mellan 90 och 100%, där många tenderar att ligga närmare 100%. Resterande artiklar ligger på en servicenivå mellan 50 och 90%.

SERV1 ger en tydligare och mer nyanserad bild av varje artikels servicenivå och säkerhetslager i nuläget, jämfört med stockout-metoden. De servicenivåer som har beräknats med SERV1 speglar verkligheten på ett trovärdigare sätt och är rimligare att använda för jämförelser med nuläget. Detta beror på en stockout ger stort utslag på servicenivån i stockout-metoden, vilket kan ses om Tabell 12 och Tabell 13 jämförs.

Vid servicenivåer som ligger när 100% är det problematiskt att avgöra om den verkliga servicenivån verkligen stämmer med den beräknade. Oavsett hur säkerhetslagernivån ser ut för de artiklarna med servicenivå på nära 100%, är det tydligt att de har höga lagernivåer. Detta beror på att Region

Östergötland vill vara helt säkra på att inte några brister uppstår. Trots detta ligger den totala servicenivån aldrig över 99,3% i nuläget (se Tabell 13). Detta gäller för alla avdelningar, med den enda skillnaden att artiklarna med för högt säkerhetslager varierar mellan de olika avdelningarna.

Det finns vissa artiklar som sticker ut. Vissa har servicenivåer som sträcker sig ner till 50%, vilket innebär att det endast går att plocka ut det önskade läkemedlet 50% av tillfällena det behövs. Det som utmärker dessa artiklar är att de i de allra flesta fall har en låg efterfrågan. Det finns även exempel på artiklar med hög efterfrågan som har låg servicenivå, men samtidigt måste inte låg efterfrågan betyda att en artikel har låg servicenivå. Det finns flera exempel på artiklar med låg efterfrågan som samtidigt har hög servicenivå på i vissa fall nära 100%.

Sammanfattningsvis ger inte SERV1 en helt homogen bild av hur Region Östergötland har dimensionerat sina säkerhetslager. Eftersom vissa data inte är normalfördelad kan det även finnas avvikelser från den satta servicenivån, vilket är viktigt att komma ihåg (Oskarsson et al., 2013). Sett till medelservicenivån i respektive läkemedelsautomat ser nivåerna normala ut. Trots detta går det ändå se en trend av att Läkemedelsenheten överdimensionerar lagernivåerna för vissa av sina artiklar eftersom en hög andel av artiklarna ligger nära 100% servicenivå. Anledningen till att avdelningarnas totala servicenivåer inte ligger närmre 100% är de avstickande artiklarna som i vissa fall har låga servicenivåer, som därmed drar ned den totala servicenivån betydligt.

Lagerföringskostnader

Detta avsnitt avser att svara på fråga: *A.1.4 Vad blir lagerföringskostnaden utifrån den lagerstyrning som Region Östergötland har i nuläget?* Beroende på lagernivåerna i automaterna binds olika mycket kapital vilket innebär en kostnad. Eftersom lagernivåerna i största grad påverkas av lagerstyrningen är detta en kostnad som är intressant att undersöka.

Genom beräkning av genomsnittligt antal i lager och inköpspris uppskattades genomsnittligt bundet kapital och kostnaden för detta. Det sker ingen värdeökning innan produkten lagras in i läkemedelsautomaten, vilket är anledningen till att produktvärdet är detsamma som inköpspriset. Läkemedelsenheten har inte tillgång till en lagerföringsränta och en lagerföringsränta antogs därför till 10% för att visa skillnaden på bundet kapital och kostnaden för det. Kostnaderna för lagerföring är relativt små, se Tabell 14. Den avdelning som har minst lagerföringskostnad är US_NIVA, men de har även minst antal artikelnummer som förvaras i automaten. Avdelningen US_BERO har högst lagerföringskostnad, se Tabell 14.

Tabell 14, Medellagervärdet och lagerföringskostnader per avdelning.

	MLV	LFK
US_BERO	92 618 kr	9 261 kr
US_BRIVA	23 531 kr	2 353 kr
US_GAVA	6 331 kr	633 kr
US_IVA	15 351 kr	1 535 kr
US_NIVA	8 746 kr	874 kr
VIN_LAH	17 483 kr	1 748 kr
Totalt	164 060 kr	16 404 kr

Lagerföringskostnaderna är små på de flesta avdelningar. US_BERO är den avdelning med högst medellagernivå vilket resulterar i en lagerföringskostnad på drygt 9 000 kronor (med 10% lagerränta).

Detta på grund av att det som lagerförs, det vill säga läkemedlen, har låga inköspriser. De låga kostnaderna tyder på att det finns begränsad nytta för respektive avdelning att sänka lagernivåerna.

Det visar sig alltså att kostnaderna i form av lagerföring kommer alltså inte att förändras avsevärt vid förändring av säkerhetslager eller omsättningslager. Ackumulerat i ett större perspektiv för regionen, totalt sett över dessa avdelningar samt andra avdelningar, finns det eventuellt mer signifikanta besparingar att göra.

Sammanfattning underfråga A.1

I nuläget ses en tydlig ineffektivitet ur en kostnadssynpunkt i hanteringen av läkemedelsautomaterna. Det handlar då i huvudsak om påfyllningarna av läkemedelsautomaterna. Enligt kontrakt ingår en påfyllnad per vecka för avdelningarna, för resterande påfyllningar tillkommer en påläggskostnad per tillfälle. Utifrån resultaten i empirin sågs tydligt att alla avdelningar hade fler än en påfyllning per vecka, vissa uppåt fyra dagar per vecka. Vilket tyder på att beställningssystemet och lagerstyrningen av läkemedelsautomaterna är bristfälligt.

Utifrån uppgifterna från sjuksköterskorna som arbetar på avdelningarna uppkommer det nästintill aldrig brist. Dessa uppgifter tillsammans med de beräkningar som gjorts, ses hur det definitivt borde stämma, många av avdelningarnas artiklar har en servicenivå på nära 100 %. Artiklarna har alltså ett högt säkerhetslager, som tagits fram med god marginal för att brist inte ska uppkomma. Det leder till höga lagernivåer, men fortfarande relativt låga kostnader då lagerföringskostnaderna är små på grund av att inköspriserna är låga. Höga lagernivåer är alltså inte ett stort problem kostnadsmässigt.

7.1.2 Potentiella lagerstyrningsmetoder

Detta avsnitt avser att besvara underfråga A.2: *Vilka lagerstyrningsmetoder kan sjukhusets avdelningar använda för att kostnadseffektivisera sina läkemedelsautomater?*

I avsnittet presenteras potentiella lagerstyrningsmetoder som läkemedelsenheten kan använda för att lagerstyra läkemedelsautomater. Lagerstyrningsmetoderna teoretiska bakgrund har lyfts i referensramen om lagerstyrning, se 0. Dessa lagerstyrningsmetoder analyseras sedan utifrån den empiri som är relevant för respektive metod. Fokus ligger på om respektive lagerstyrningsmetod är användbar för läkemedelsenheten.

Ekonomisk orderkvantitet

Den ekonomiskt optimala orderkvantiteten, EOQ, är ett sätt att bestämma vilken orderkvantitet som ska beställas när en fast beställningskvantitet används. EOQ beskrivs i referensramen 3.2.5. Fast beställningskvantitet beskrivs under avsnittet 3.2.6.

För att beräkna EOQ behövs ordersärkostnaden. Ordersärkostnad i detta fall blir kostnaden för läkemedelsservice från Apoteket som innehåller både beställning samt inlagring. Priserna för dessa har erhållits från Läkemedelsenheten, se Tabell 10. Någon lagerränta för att använda till beräkningarna har ej funnits tillgänglig.

En vanlig metod för att bestämma vilken orderkvantitet som ska användas är Wilson-formeln. Wilson-formeln används för att beräkna den ekonomiska orderkvantiteten (Oskarsson et al., 2013). Eftersom EOQ beror bland annat på produktens värde och ordersärkostnaden (kostnaden för att beställa produkten) uppkommer två problem.

Det första problemet är att ordersärkostnaden är svår att dela upp på artikelnivå, i det här fallet. Det finns hundratals artikelnummer, medan kostnaden för påfyllnad är hopslagen till en klumpsumma per påfyllningstillfälle och är ej beroende av antal läkemedel som fylls på ur avdelningens perspektiv. För att kunna beräkna ett EOQ måste därför ordersärkostnaden fördelas på de respektive artikelnummer,

vilket i praktiken inte går att göra på ett rättvist sätt. Det är också svårt att räkna på ordersärkostnaden över huvud taget, då den är en del av den baskostnad en avdelning betalar Apoteket AB. Denna baskostnad innehåller en beställning per vecka till en avdelning, se Tabell 10. Det betyder att ordersärkostnaderna blir olika beroende på om en leverans är en del av baskostnaden eller om det är en extra leverans.

Den andra anledningen till att EOQ inte är användbart i det här fallet är att alla artikelnummer får olika EOQ (på grund av olika efterfrågan, inköpspris och ordersärkostnad). Detta gör i praktiken att varje artikelnummer kommer behöva fyllas på separat, eftersom sannolikheten att två artiklar har samma EOQ är obefintlig. Detta leder i sin tur till att Apoteket AB kommer att få fylla på samma automat frekvent, eftersom olika läkemedel kommer behöva fyllas på vid olika tillfällen. Detta skulle bli en suboptimering, eftersom den totala kostnaden för påfyllnad av alla läkemedlen skulle öka. Av dessa två anledningar är Wilson-formeln inte ett bra alternativ att använda för Region Östergötland.

Fast beställningsintervall

Fast beställningsintervall innebär att olika mängd läkemedel beställs, men med samma intervall (till exempel en beställning per vecka). Detta förutsätter att det finns en önskad maximumnivå på lagret, och att beställningskvantiteten bestäms som den maximala lagernivån minus den nuvarande lagernivån. Se fullständig beskrivning av metoden i referensramen 3.2.6.

Detta beställningssystem fungerar bättre i det här fallet, eftersom alla olika artikelnummer kan beställas och lagras in på samma gång (Oskarsson et al., 2013). Nackdelen är att snittlagernivåerna på respektive läkemedel blir högre än vid EOQ, men det säkerställs att endast en påfyllnad sker per intervall. Detta underlättar både administration och själva påfyllningsarbetet, eftersom många läkemedel kan hanteras på samma gång. Det innebär även att kostnaderna minskar om det går att minska beställningsintervallet till en gång i veckan.

Ytterligare en fördel med denna metod är att det går lättare att planera personalbehovet från Apoteket AB:s synvinkel, eftersom det är möjligt att planera så att olika avdelningar fylls på olika veckodagar. Det finns dock risk att prismodellen vid nästa upphandling förändras på grund av att deras intäkter har minskat vilket innebär att modellen måste omvärderas.

Beställningskvantitet kan enligt Oskarsson et al. (2013) bestämmas genom att EOQ anpassas för att täcka en hel period. Det har dock tidigare diskuterats i avsnittet ovan varför EOQ är problematiskt att anpassa på det här fallet. Alternativet är att fylla upp till återfyllnadsnivån varje gång. Det finns enligt Oskarsson et al. (2013) två olika sätt att bestämma återfyllnadsnivån. Det ena sättet innebar att dela upp det i en återfyllnadsnivå för att hantera efterfrågan och ett säkerhetslager för att hantera osäkerhet. Det andra sättet är att ta den största efterfrågan under en, i detta fallet, vecka under en längre period, sätta det till återfyllnadsnivå och på detta sätt ha ett inbyggt säkerhetslager. Med färre beställningar än i dagsläget finns risken att lagernivåerna går upp och att det blir problematiskt att dessa ska få plats i läkemedelsautomaterna vars utformning avgränsats. Bortsett från detta bör fast beställningsintervall kunna implementeras.

Metoden måste dock ha möjlighet att göra extra påfyllningar för att täcka extrema behov. Vilket enligt Oskarsson et al. (2013) inte kan hanteras på ett bra sätt med denna metod, se rubriken 3.2.6 i referensramen. Kontraktet med Apoteket som tillåter extra påfyllningar mot en extra avgift är då en rimlig lösning.

Säkerhetslager

Säkerhetslager är en metod som innebär att en verksamhet kan gardera sig mot eventuella brister som kan uppstå på grund av ökad efterfrågan, långa leveranstider och andra oväntade faktorer. Detta

har beskrivits i referensramen 3.2.3. I de säkerhetslagersmetoder som har tagits upp i referensramen måste efterfrågan vara normalfördelad för att metoderna ska gälla. Innan någon analys av säkerhetslager kan göras måste en normalfördelningsanalys av läkemedlens efterfrågan göras.

Läkemedelsenhetens data för utplock av läkemedel visade sig ha olika karaktäristik för olika artikelnummer, se Tabell 15. Utplocken för vissa läkemedel är normalfördelade, medan utplocken för andra läkemedel inte är normalfördelade. Vissa andra läkemedel plockas ut sällan att det är omöjligt att dra slutsatser om utplocken är normalfördelade eller inte. Om det under ett år sker färre utplock per vecka än 20, anses det vara för lite data och ingen slutsats om normalfördelning kan dras. För att se en detaljerad analys på artikelnivå se Bilaga: Normalfördelningsanalys.

Tabell 15, Fördelning av normalfördelning på artikelnummer i de olika automaterna.

	Normalfördelade artikelnummer	Ej normalfördelade	Ingen slutsats
US_BRIVA	2	19	20
US_BERO	11	12	32
US_GAVA	4	21	20
US_IVA	3	16	12
VIN_LAH	8	28	26
US_NIVA	1	16	9
Totalt	29	112	119

För att kunna dimensionera säkerhetslager med hjälp av SERV1 eller SERV2 bör efterfrågan vara normalfördelad (Orskarsson et al., 2013). Undersökningen av artikelnummer i automaterna visade att majoriteten (bortsett från artikelnummer utan slutsats) inte är normalfördelade. Vilket kan ses som fullt rimligt då avdelningarna inte kan styra när patienter behöver vissa läkemedel eller inte, det går inte heller att styra hur mycket av läkemedel som ska plockas ut då det beror på patientens behov. De tre olika kategorierna kan hanteras separat, när det gäller säkerhetslagerdimensioneringen.

Matsson (2007) föreslår dock en lösning för att uppnå mer normalfördelade data genom att sortera bort "outliers", det vill säga ta bort extremvärden. Något som för detta fallet var svårt att applicera, då det kommer kräva handpåläggning för varje artikelnummer som inte är normalfördelad. Det innebär inte heller att total normalfördelning kommer uppnås. Den största delen av artikelnumren har för få värden för att dra en slutsats vilket inte skulle bli bättre med denna metod.

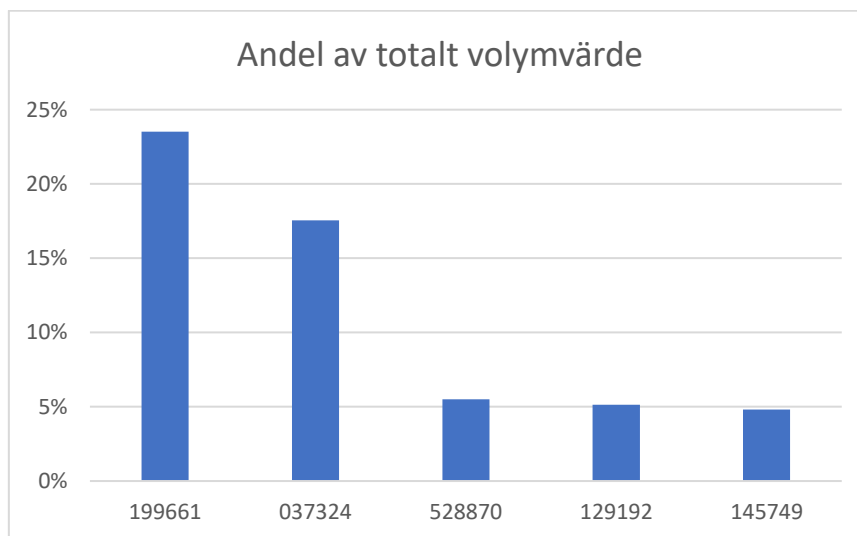
En annan metod som föreslås av Matsson (2008) är att icke normalfördelade data kan hanteras genom att ta höjd för detta. Vilket innebär att beräkningar utförs med en högre säkerhetsfaktor än förväntat. Denna metod går att applicera på alla grupper av artikelnummer vilket gör att SERV1 eller SERV2 är applicerbart i detta fall. SERV2 är dock på grund av beräkningstekniska skäl, sett till orderkvantitet för att bestämma nuvarande SERV2-nivå, inte applicerbar på det här fallet. Istället fick SERV1 appliceras som säkerhetslagerdimensioneringsmetod. SERV1 genererar i de flesta fall högre säkerhetslager än SERV2, vilket ger en grund till att ta höjd sett till ej normalfördelad efterfrågan.

Klassificering

För tillfället används ingen klassificering av läkemedel för differentierad lagerstyrning av läkemedel. (Sjuksköterska 1 & 2, 2018). De två metoder för klassificering som diskuterats tidigare, ABC och VED, fick därför undersökas genom kvantitativa data.

En ABC-klassificering kan göras med olika baser. Volymvärde är en sådan bas för att förstå hur ekonomiskt viktig en artikel är. Det är framförallt två artiklar i detta fall som sticker ut och utgör 24%

respektive 18% av det totala volymvärdet, se Figur 22. Efter detta minskar andelen av volymvärdet som respektive artikel utgör snabbt.



Figur 22, De fem artiklar som utgör högst andel av totalt volymvärde.

Undersökning av VED-klassificering kunde inte utföras, då ingen information om detta fanns att ta del av.

De högvolumartiklar som fås fram med hjälp av volymvärde som bas skulle enligt ABC-klassificeringen vara extra intressanta att lagerstyra effektivt. I detta fall är dock lagerföringskostnaderna små, se empiriavsnittet, och volymvärdena blir därför inte lika relevanta. (Oskarsson et al., 2013).

En annan bas för ABC-klassificering som kan vara intressant för detta fall är utplocksfrekvens (Oskarsson et al., 2013), men det gav i det här fallet inga resultat. Vissa artiklar plockas ut sällan vilket gör de svåra att styra med hjälp av statistiska metoder som SERV1/SERV2. En klassificering baserad på utplocksfrekvens skulle kunna hjälpa till att bestämma vilka artiklar som kan styras med hjälp av SERV1/SERV2 och vilka som kräver handpåläggning.

Den kombination av VED och ABC som föreslås av Ceylan (2017) med nio olika kategorier är inte heller användbart i det undersökta fallet (även i det fall då VED-klassificeringen hade kunnat undersökas). Om läkemedlen skulle vara jämnt fördelade i de nio olika kategorierna, i Figur 9, skulle det innebära mellan 3 och 7,5 läkemedel i varje kategori. Med de låga kapitalbindningskostnaderna innebär det för mycket administration jämfört med nyttan. Alltså blir det för detta fall inte lönsamt att klassificera artiklarna efter ABC eller VED. Tanken med klassificering är dock fortfarande intressant med jämförelsen både volymvärde och hur viktig artikeln är.

Sammanfattning underfråga A.2

Av de fyra lagerstyrningsmetoder som undersöktes ovan är två av metoderna klart implementerbara, en metod som bör kunna användas samt en som inte är användbar i detta fall. Den första metoden som går att använda är fast beställningsintervall där order sker en gång i veckan vilket även bör leda till kostnadsminskningar. Den andra metoden som är implementerbar är säkerhetslager dimensionering med hjälp av SERV1. Hur detta påverkar servicegraden diskuteras vidare i A.3.

Klassificering kan ha begränsad nytta på sortiment med så pass få artikelnummer. I den form som presenteras av Ceylan (2017) blir det få artiklar i respektive grupp. En förenklad version kan dock fortfarande vara användbar.

På grund av hur EOQ är beroende av en ordersärkostnad är den svår att applicera i detta fall. Ordersärkostnaderna går inte att bryta ner till beställning av ett specifikt artikelnummer vilket gör att den ekonomiska orderkvantiteten är meningslöst att beräkna i detta fall.

7.1.3 Lagerstyrningsmetodernas påverkan på kostnader

Detta avsnitt avser att besvara Underfråga A.3: *Hur påverkas avdelningarnas totala kostnader vid införande av ovan nämnda lagerstyrningsmetoder?* Hur den totala kostnaden för de olika avdelningarna påverkas kan avgöras genom beräkningar grundade på den data som Läkemedelsenheten delgivit. Påverkan på kostnaderna vid införandet av de applicerbara lagerstyrningsmetoderna (motiverade i föregående kapitel) beräknas. Kostnadsskillnaderna som presenteras i detta avsnitt bygger på jämförelse med det nuläge som beskrivs under fråga A.1. Kostnader som tas med i beräkningarna är ordersärkostnad och lagerföringskostnader då det är de som påverkas.

Fast beställningsintervall

Ordersärkostnaden som betalas till Apoteket AB (som täcker administration och påfyllnad av automaterna) är den enskilt största kostnadsbäraren för automaterna. För att studera hur den totala ordersärkostnaden per år förändras beroende på beställningsintervallet studerades tre fall: beställningsintervallet en gång per vecka, två gånger per vecka och tre gånger per vecka.

Om automaterna fylls på en gång per vecka kan kostnaderna minskas med ca 470 000 kr per år för de sex avdelningarna som presenteras i Tabell 16. Alla de studerade avdelningarna kan göra besparingar genom att gå ner till ett beställningsintervall på en gång per vecka, men störst potential för besparing finns på avdelningen US_IVA. Detta är även den avdelning som tidigare identifierades ha flest påfyllnader per år.

Tabell 16, Besparing vid beställning 1 gång i veckan.

	Årlig kostnadsbesparing (kr)
US_BERO	59 850
US_BRIVA	62 213
US_GAVA	51 188
US_IVA	118 913
US_NIVA	68 513
VIN_LAH	108 675
Totalt	469 350

Om automaterna fylls på två gånger per vecka, kan kostnaderna minskas med 223 00 kr per år, för de sex automaterna som presenteras i Tabell 17. Alla de studerade avdelningarna kan göra besparingar genom att gå ner till ett beställningsintervall på två gånger per vecka.

Tabell 17, Besparing vid beställning 2 gånger i veckan.

	Årlig kostnadsbesparing
US_BERO	18 900
US_BRIVA	21 263
US_GAVA	10 238
US_IVA	77 963
US_NIVA	27 563
VIN_LAH	67 725
Totalt	223 650

Om automaterna fylls på tre gånger per vecka, kan kostnaderna för avdelningarna US_IVA och VIN_LAH fortfarande minskas. De andra avdelningarna har ingen potential att spara pengar vid detta beställningsintervall, se Tabell 18.

Tabell 18, Besparing vid beställning 3 gånger i veckan.

	Årlig kostnadsbesparing
US_BERO	-22 050
US_BRIVA	-19 688
US_GAVA	-30 713
US_IVA	37 013
US_NIVA	-13 388
VIN_LAH	26 775
Totalt	-22 050

Vid ändrat beställningsintervall ändras även medellagernivåerna i de olika automaterna. Således ändras även lagerföringskostnaderna, eftersom de beror på hur mycket som lagras och värdet på det som lagras. Tabell 19 visar att medellagervärdet kan sänkas med totalt 25% om beställningsintervallet ändras till en gång i veckan, vilket motsvarar ca 3000 kr per år (lagerräntan 10% antas gälla för denna beräkning). Avdelningarna US_BRIVA, US_GAVA, US_NIVA och VIN_LAH ökar sina medellagernivåer, vilket är en konsekvens av att vissa artiklar får höjd lagernivå med det nya sättet att beräkna lagernivå. Tabellen visar även hur MLV och lagerföringskostnaden förändras och även snittförändringen i lagernivåerna. På grund av att läkemedlen har olika inköpspris är det möjligt att lagerföringskostnaden minskar och snittförändring lagernivå öka samt vise versa.

Tabell 19, Förändring lagerföringskostnad vid påfyllnad 1 gång per vecka.

	MLV ny	MLV gammal	MLV förändring	Snittförändring lagernivå	Besparing LFK
US_BERO	65 789	92 619	-29 %	-13 %	2 683
US_BRIVA	23 182	23 531	-1 %	23 %	35
US_GAVA	6 852	6 332	8 %	14 %	-52
US_IVA	8 205	15 351	-47 %	-8 %	715
US_NIVA	7 511	8 746	-14 %	9 %	123
VIN_LAH	19 921	17 483	14 %	35 %	-244
Totalt	131 460	164 062	-25%		3260

Tabell 20 kan det ses att även om beställningsintervallet ändras till två gånger per vecka, kan besparingar göras. Men här är kostnadsbesparingarna något mindre, ca 2000 kr per år. Här visas förändringen i MLV och lagerföringskostnader samt snittförändring i lagernivå.

Tabell 20, Förändring lagerföringskostnad vid påfyllnad 2 gånger per vecka.

	MLV ny	MLV gammal	MLV förändring	Snittförändring lagernivå	Besparing LFK
US_BERO	73 615	92 619	-21 %	-7 %	1 900
US_BRIVA	23 837	23 531	1 %	29 %	-31
US_GAVA	7 187	6 332	14 %	20 %	-86
US_IVA	8 827	15 351	-42 %	-3 %	652
US_NIVA	8 258	8 746	-6 %	15 %	49
VIN_LAH	21 056	17 483	20 %	44 %	-357
Totalt	142 780	164 062	-15 %		2 128

Besparingar kan göras genom att ändra till ett fast beställningsintervall. I praktiken är det dock inte möjligt att fylla på allt för sällan eftersom orderkvantiteterna blir större och säkerhetslagren måste dimensioneras för att täcka längre perioder. Det leder till större lager vilket måste få plats i automaten.

Kostnadsbesparingen i form av lagerföringskostnaden är försumbar, den stora vinsten är att artiklarna blir bättre styrda och beställs mer sällan. Detta innebär i praktiken att läkemedlen måste omplaceras i automaterna, eftersom vissa artiklar behöver högre lagernivåer medan andra klarar sig med lägre nivåer.

Metoden anses vara fullt möjlig, men på avdelningarna US_BRIVA och VIN_LAH är risken hög att kapacitetsbrist i automaten kan uppkomma. Detta eftersom det innebär en ökning av lagernivåerna. Lagernivåerna hade kunnat minskas något om förpackningsstorlekarna kunde kundanpassas för regionen, framförallt för läkemedel som sällan förbrukas. Det är svårt att dra slutsatser om huruvida den tillgängliga kapaciteten är tillräcklig eller inte, eftersom de olika läkemedlen förpackas på olika sätt. Notera dock att besparingarna i samtliga fall är större än 50 000 kr per år, se Tabell 21, vilket ger utrymme för att utvidga nuvarande automat. Det borde alltså vara fullt möjligt att höja kapaciteten i automaterna om det är nödvändigt, och fortfarande göra en besparing.

Eftersom vissa lagernivåer i automaterna bör omdimensioneras tyder det på att lagertillgängligheten i dagsläget är ojämn för de olika läkemedlen. Om den föreslagna förändringen genomförs blir lagertillgängligheten jämnare. Det är dock oklart om det är eftersträvänsvärt att styra alla läkemedel med samma lagertillgänglighet eftersom det kan vara viktigare att ha en hög servicenivå på vitala läkemedel.

Den totala kostnadsbesparingen av att ändra beställningsintervallet till en gång per vecka kan ses i Tabell 21. Ur tabellen kan nu avläsas att alla avdelningar gör besparingar. Totalt kan cirka 473 000 kr sparas för de sex studerade avdelningarna, förutsatt att inga nya automater måste hyras för att höja lagerkapaciteten. Lagerräntan 10% användes vid beräkningarna av lagerföringskostnaderna.

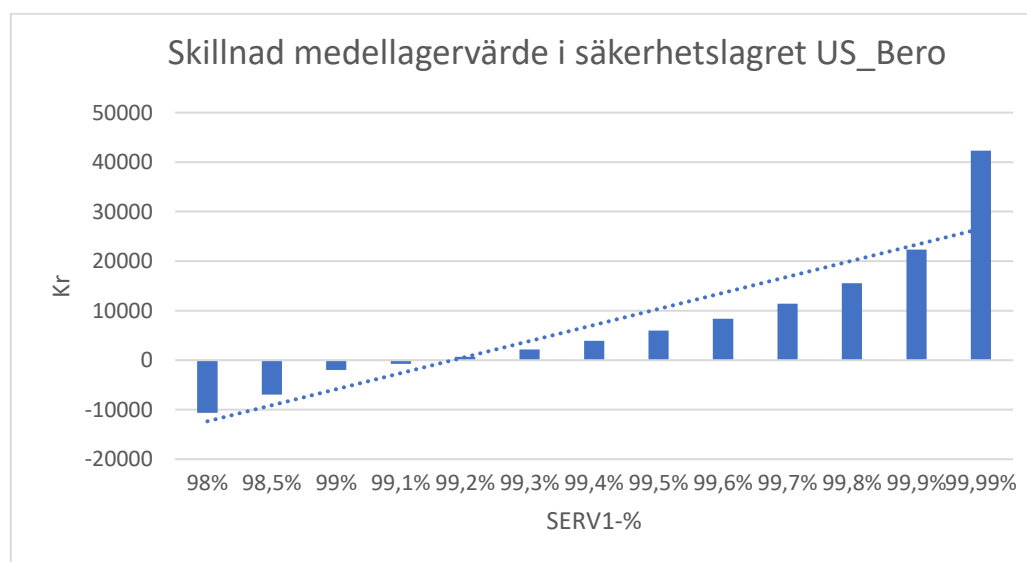
Tabell 21, Sammanställning lagerföringskostnader och ordersärkostnader

	Nuvarande lagerföringskostnad	Ny lagerföringskostnad	Nuvarande ordersärkostnad	Ny ordersärkostnad	Total besparing
US_BERO	9 262	6 579	154 165	94 315	62 533
US_BRIVA	2 353	2 318	156 528	94 315	62 247
US_GAVA	633	685	145 503	94 315	51 135
US_IVA	1 535	820	213 228	94 315	119 627
US_NIVA	875	751	162 828	94 315	68 636
VIN_LAH	1 748	1 992	202 990	94 315	108 431
Totalt	16 406	13 146	1 035 240	565 890	472 610

Säkerhetslager SERV1

Genom att dimensionera säkerhetslagren med SERV1 kan en specifik servicenivå uppnås (Oskarsson et al., 2013). Detta kan leda till att servicenivån höjs och lagerföringskostnaderna sänks eller tvärtom. Därför undersöks hur olika servicenivåer skulle påverka lagerföringskostnaderna för avdelningarna.

Vid dimensionering av säkerhetslagret enligt SERV1 kan olika servicenivåer väljas. Hur stort säkerhetslagret blir beror på vilken servicenivå som väljs. I den här studien undersöktes hur säkerhetslagret påverkas på SERV1-nivåer mellan 98 %-99,99 %. Skillnaden i medellagervärde beror på hur lagernivåerna i säkerhetslagret förändras. Medellagervärdet ökar naturligt i och med att säkerhetslagret ökar, vilket i sin tur medför att lagerföringskostnaderna blir större. För att se hur medellagervärdet förändras på avdelningen US_BERO kan Figur 23 studeras, de andra avdelningarnas grafer finns bifogade i Bilaga: Medellagervärde vid olika servicenivåer. Figuren visar hur medellagervärdet förändras av en förhöjd servicenivå och ökar kraftigt mot 100 %. Nollnivån i Figur 23 är det MLV som finns i nuläget i automaten (vid servicenivå 96 %).



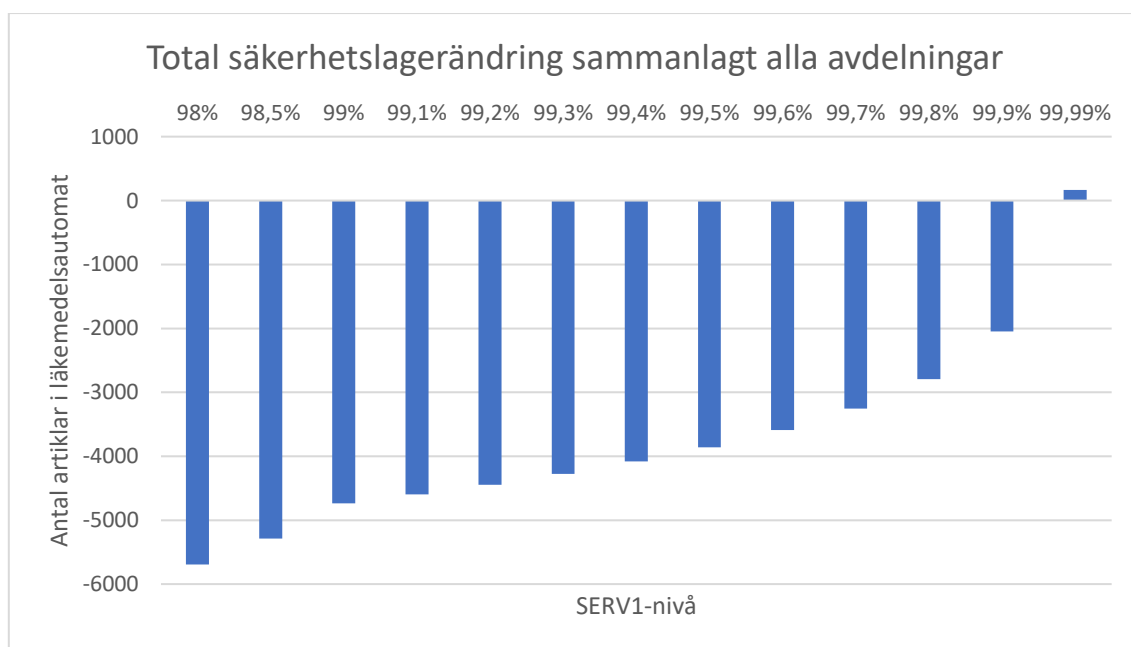
Figur 23, Skillnad medellagervärde i säkerhetslagret för US_BERO.

Sätts servicenivån till 98 % kommer MLV minska med ungefär 10 000 kr. Det kan tyckas vara orimligt att MLV minskar då det innebär en ökning av servicenivån med två procentenheter till 98 %. Det beror på att lagernivåerna på vissa läkemedel i automaten är extremt höga jämfört med läkemedlets utplock. Som exempel lyfts artikelnummer 422 626 ut, som visas i Tabell 22. Läkemedlet plockas endast ut en gång på ett år, och själva utplocket gäller bara en tablett, men det har ändå legat 110 tabletter i lager under nästan ett år. Servicenivån på just det läkemedlet är i princip 100 %.

Tabell 22, Transaktionshistorik artikel 422 626.

Datum	Vara	Antal	Transaktionskod	Antal efter
2017-09-08	422 626	4	Påfyllning	111
2017-09-25	422 626	1	Utplock	110
2018-08-28	422 626	-110	Inventering	0
2018-08-30	422 626	49	Påfyllning	49

För att undersöka hur kapaciteten i automaten påverkas vid dimensionering undersöks hur antalet produkter i automater skulle förändras. Om säkerhetslagren i de olika automaterna dimensioneras enligt SERV1 förändras antalet produkter i alla automater vid olika servicenivåer enligt Figur 24. Vid servicenivåer mindre än 99,9 % kommer totala antalet produkter i läkemedelsautomaterna att minska vilket tyder att det inte bör innebära ett kapacitetsproblem. För att se hur medellagernivån förändras för de respektive avdelningarna vid olika servicenivåerna se Bilaga: Medellagervärde vid olika servicenivåer.



Figur 24, förändring lager vid olika säkerhetsdimensioneringar.

Kostnadsförändringar kommer i det här fallet från de minskade säkerhetslagren. För att kvantifiera dessa förändringar används lagerräntan 10 %. I fallet med 98 % servicenivå kan alla de sex avdelningarna som studeras göra besparingar. Se Tabell 23 för skillnad mellan nuvarande lagerföringskostnaden och den nya som skulle uppnås. Den totala besparingen för alla sex automaterna skulle uppgå till ca 4 200 kr per år.

Tabell 23, Lagerföringskostnad vid SERV1-98 % med 10 % lagerränta.

	Nuvarande lagerföringskostnad (SL)	Ny lagerföringskostnad	Total besparing
US_BERO	7 598	6 533	1 065
US_BRIVA	2 193	776	1 417
US_GAVA	572	278	294
US_IVA	1 378	580	797
US_NIVA	736	600	136
VIN_LAH	1 507	977	529
Totalt	13 983	9 745	4 238

I fallet med 99% servicenivå gör alla avdelningarna fortfarande besparingar, se Tabell 24, Den största potentialen för besparingar finns fortfarande på avdelningen US_BRIVA och minst potential finns fortfarande på avdelningen US_NIVA. Den totala besparingen för alla sex studerade avdelningarna landar på ca 2900 kr per år. Besparingen är alltså som väntat mindre än i fallet med 98% servicenivå.

Tabell 24, Lagerföringskostnad vid SERV1-99 % med 10 % lagerränta.

	Nuvarande lagerföringskostnad (SL)	Ny lagerföringskostnad	Total besparing
US_BERO	7 598	7 401	198
US_BRIVA	2 193	879	1 314
US_GAVA	572	315	257
US_IVA	1 378	658	720
US_NIVA	736	679	57
VIN_LAH	1 507	1 107	399
Totalt	13 983	11 039	2 944

I det tredje fallet studeras lagerföringskostnaderna för fallet då 99,99% servicenivå väljs. I detta fall ökar lagerföringskostnaderna för tre av sex avdelningar, se Tabell 25. Den totala kostnaden för alla sex studerade avdelningarna ökar även den. Den avdelningen som ökar mest är US_BERO som ökar med ca 4 200 kr per år, vilket är på grund av att de har lägst servicenivå i nuläget, se säkerhetslager i Bilaga: Medellagervärde vid olika servicenivåer. Den totala kostnadsökningen för de sex studerade avdelningarna blir ca 3 700 kr per år.

Tabell 25, Lagerföringskostnad vid SERV1-99,99 % med 10 % lagerränta.

	Nuvarande lagerföringskostnad (SL)	Ny lagerföringskostnad	Total besparing
US_BERO	7 598	11 831	-4 233
US_BRIVA	2 193	1 406	787
US_GAVA	572	503	68
US_IVA	1 378	1 051	327
US_NIVA	736	1 086	-350
VIN_LAH	1 507	1 770	-263
Totalt	13 983	17 647	-3 664

Om servicenivåerna sätts till 98 % eller 99 % skulle det innebära en sänkning av total lagerföringskostnad över de olika avdelningarna. Skulle däremot en servicenivå på 99,99 % användas

höjs det totala lagerföringskostnaderna. För fallet med 98 % servicenivå ses hur avdelningarna US_BERO, US_BRIVA och VIN_LAH ökar sin servicenivå, medan de övriga tre minskar. För fallet med 99 % servicenivå ökar avdelningarna US_BERO, US_BRIVA, US_GAVA, US_NIVA och VIN_LAH jämfört med nuläget. Det är bara avdelningen US_IVA som minskar sin servicenivå med 0,3 procentenheter, samtidigt som kostnaderna minskar med ca 2 900 kr per år. I det sista fallet, där servicenivån sätts till 99,99 % går det att se att alla avdelningar förbättrar sin servicenivå. Kostnaden ökar i detta fall med ca 3 600 kr per år.

Högre servicenivåer medför alltså högre kostnader. Kostnadsskillnaderna är små när säkerhetslagret styrs med SERV1. Anledningen till att kostnadsskillnaderna är små beror på att medellagervärdet är litet, eftersom lagernivåerna är låga och produktvärdet är relativt lågt. Att använda SERV1 innebär dock en mer kontrollerbar och medvetet satt servicenivå. Att ha en hög servicenivå ger inte förhållandevis höga kostnader och vägs eventuellt upp av ökad patientsäkerhet.

Tabell 26, Förändringar lagerföringskostnad vid olika servicenivåer i SL.

Ny servicenivå	Total Besparing
98%	4 238
99%	2 944
99,99%	-3 664

Klassificering

Genom att klassificera läkemedlen kan de hanteras på olika sätt. Detta bör enligt teorin kunna leda till lägre kostnader och rätt service på rätt vara. Att använda ABC- eller VED-klassificering skulle minska lagerföringskostnaderna, eftersom vissa mindre vitala läkemedel skulle kunna ha en lägre servicenivå. Lagerföringskostnaderna utgör en liten del av den totala kostnaden, se Tabell 26. På grund av de låga lagerföringskostnaderna och den medicinska kompetens som krävs för att klassificera enligt VED genomfördes ingen kvantitativ analys av ABC- eller VED-klassificering.

Kvalitativt går det dock att resonera till att kostnaderna som minskas kommer i detta fall vara små eller till och med öka på grund av extra administration. Detta då lagerföringskostnaden är relativt små och en sänkning av dessa skulle i bästa fall påverka de totala kostnaderna marginellt. Även nyttan i att kunna utöva olika kontroll av olika varor ger ingen nytta i detta fall, på grund av att kontrollen redan sker automatiskt med hjälp av läkemedelsautomaten. Det kan dock användas för att tillåta viktigare läkemedel ta upp en större plats i läkemedelsautomaten och ha en högre servicenivå. Klassificeringen skulle alltså till största del leda till fördelar när det kommer till att dimensionera hur mycket utrymme varje läkemedel ska ha i läkemedelsautomaten.

7.1.4 Samverkan mellan lagerstyrningsmetoder

Detta avsnitt ämnar besvara: Underfråga A.4 *Hur samverkar de olika lagerstyrningsmetoderna och hur kombineras dessa till en lagerstyrningsmodell?* De fyra undersökta logistikmetoderna som gav resultat har tidigare undersökts separat, i detta avsnitt diskuteras hur de samverkar.

Säkerhetslagerberäkningarna och beställningsintervall går bra att kombinera tillsammans med klassificering. De går att kombinera genom att använda sig av olika säkerhetslager beroende på läkemedlets volymvärde eller hur kritiskt det är. Mer kritiska läkemedel kan därmed ha högre lagertillgänglighet. Genom att göra detta kan en högre servicenivå uppnås för viktiga artiklar, minska lagerföringskostnaderna för mindre viktiga artiklar samt prioritera utrymme i automaterna för de viktiga läkemedlen. Ett problem som tidigare har diskuterats är att det är svårt att avgöra hur viktigt ett läkemedel är kontra ett annat. Det låga antalet artikelnummer innebär även det ett problem för

den klassificering som föreslagits i referensramen av Ceylan (2017). Med så få artikelnummer kan det bli för mycket administration med tanke på nyttan. En enklare variant av klassificering med en uppdelning i vitala och icke-vitala läkemedel kan dock vara intressant att använda.

Det finns enligt Oskarsson et al. (2013), två olika sätt att bestämma återfyllnadsnivå. Den ena metoden där återfyllnadsnivån sätts till den högsta efterfrågan under en period är svår att kombinera med SERV1. Detta då säkerhetslagret är inkluderat i återfyllnadsnivån och är svår att bryta ut. Skulle de två metoderna kombineras rakt av skulle lagret överdimensioneras. Med denna metod att bestämma återfyllnadsnivå blir det svårt att avgöra vilken service som uppnås men den är enkel beräkningsmässigt.

Den andra metoden innebär att återfyllnadsnivån består av ett säkerhetslager samt efterfrågan. Då är det möjligt att kombinera SERV1 med fast beställningsfrekvens. Med denna metod är det lättare att veta vilken service-nivå som uppnås och den är lättare att justera. Den kräver dock mer komplexa beräkningar, som inte kunde utföras i denna studie.

I och med denna komplexitet föreslås två olika metoder för att lagerstyra läkemedelsautomaterna. Fördelen med att dimensionera säkerhetslagret efter SERV1 kombinerat med fast beställningsfrekvens är att den ger tydlig information om risk för brist under en lagercykel men kräver komplexare beräkningar. Återfyllnadsnivå baserat på historisk högsta nivå, har en inbyggd hög säkerhetsnivå men det är svårare att avgöra hur hög den är. Den är dock simplare beräkningsmässigt. Tydlig risk för brist under en lagercykel anses vara viktigare än att modellen ska vara mindre komplex. Därför bär ett fast beställningsintervall användas där säkerhetsnivån dimensioneras med hjälp av SERV1.

7.1.5 Sammanfattning kostnadseffektiv lagerstyrning

För att besvara *huvudfråga A. Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?* presenterades två alternativ. De båda innebär att antalet beställningar minskar, men säkerhetslagerdimensioneringen sker på olika sätt. Den första dimensionerar säkerhetslagret med SERV1 vilket ger bra precision men kräver svårare beräkningar. Den andra använder högsta efterfrågan under ett år och innebär enklare beräkningar. Däremot är det svårare att avgöra vilken lagertillgänglighet som erbjuds, men mycket troligt är den något för hög större del av tiden.

En totalkostnadsmodell för de båda modellerna presenteras i detta avsnitt. Trots att modellerna innebär vissa skillnader olika sätt förändras totalkostnaden ungefär på samma sätt. Totalkostnadsmodellen som tagits fram av Oskarsson et al. (2013) passar inte helt på detta fall. Vilket beror då kostnaderna för lagerhållning, transport och administration är sammanslagna i den faktureringsmodell som används. Den ordersärkostnad som uppstår på grund av detta förs därför in under lagerunderhåll posten.

Hur stora lagerföringskostnaderna blir beror på vilken servicenivå som väljs. Om hög servicenivå väljs ökar kostnaderna och de minskar vid en lägre. Därför står det minskar/ökar på lagerföringskostnaden i Tabell 27. Lagerhållningskostnaden är däremot oberoende av servicenivån och beställningsintervallet, vilket leder till att den är oförändrad förutsatt att ingen ny automat hyrs in. Däremot minskar antalet påfyllnadstillfällen som Apoteket fakturerar för, vilket är den kostnad som Läkemedelsenheten märker av. Vilket innebär att den totala ordersärkostnaden per år minskar och eftersom transportkostnaden tillhör ordersärkostnaden kan den ses som oförändrad ur Läkemedelsenhetens perspektiv. Samma resonemang kan föras gällande de administrativa kostnaderna, som även de kan ses som oförändrade från Läkemedelsenhetens perspektiv.

Tabell 27, Totalkostnadsmodell huvudfråga A.

Aspekt	Kostnad
Lagerföring	Minskar/ökar
Lagerhållning	Oförändrad
Transport	Oförändrad
Administration	Oförändrad
Lagerunderhåll	Minskar

Sammantaget anses tydligheten för brist med SERV1 värderas högre än att modellens beräkningar blir simplare genom att sätta återfyllnadsnivån till den högsta efterfrågan under en period. Modellen som föreslås blir därmed en fast beställningsfrekvens med återfyllnadsnivå och ett säkerhetslager som dimensioneras med SERV1.

7.2 Införande av nya läkemedelsautomater

Enligt empirin finns det skillnader i hur läkemedelshanteringen går till på avdelningar med och utan automater. Vilka dessa skillnader är och hur de påverkar avdelningarnas kostnader undersöks i detta avsnitt. Avsnittet besvarar *huvudfråga B: Hur kan Läkemedelsenheten avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?*

7.2.1 Skillnader läkemedelsförråd och läkemedelsautomat

Detta avsnitt avser att besvara fråga Underfråga B.1: *Hur sker läkemedelshanteringen på avdelningar med respektive utan automater, och hur skiljer de sig?* samt dess underfrågor. Skillnaderna inom beställning, inlagring och utplock beskrivs samt andra skillnader som patientsäkerhet och spårbarhet analyseras.

Beställning, inlagring och tillhörande administration

De mest markanta skillnaderna i beställning, inlagring och tillhörande administration mellan de avdelningar som har läkemedelsautomater och de som saknar är hur inlagring sker. I automaterna måste information matas in och läkemedlen matas in i respektive fack vilket gör det till en mer komplex process än i ett läkemedelsförråd.

Beställning sker på liknande sätt i båda fallen, med och utan läkemedelsautomat. Skillnaden är det automatiska mejl som automaterna genererar till Apoteket AB, istället för att manuellt hålla reda på när ett läkemedel måste beställas. Läkemedelsautomaten är därmed ett exempel på ett beslutande system som beskrivs av Matsson (2002) eftersom läkemedelsautomaten genererar beställningsordern automatiskt, som sedan skickas till Apoteket AB. Vilket bör leda till mindre mänsklig iblandning. I övrigt är de båda processerna lika.

De ovan nämna skillnaderna innebär endast en skillnad i kostnad för Region Östergötland genom att Apoteket AB fakturerar mer för påfyllnad av en automat då den är mer komplex.

Utplock och tillhörande administration

Skillnaderna i utplock och tillhörande administration mellan de som har läkemedelsautomater och de som saknar är att spårbarheten ökar med automat och därför krävs ingen inventering vid varje utplock. Inventeringen, som automaterna sköter automatiskt, utförs manuellt på de avdelningarna som saknar automater vilket gör att varje utplock tar längre tid. Det extra administrativa arbetet leder även till ökad risk för att lagersaldot är felaktigt. Tidsåtgången för ett utplock blir därför enligt Ahlenbäck (2015) betydligt lägre för de med läkemedelsautomat, i snitt 1,5 minut.

Övriga skillnader

De övriga skillnaderna som belysts i empirin berör sådana faktorer som är svårare att kvantifiera, men som likväl är viktiga att ta hänsyn till vid beslutet om en automat bör införas eller inte. I empirin beskrivs att tryggheten ökar hos personalen om automater införs. En läkemedelsautomat inger högre säkerhet och kontroll på de narkotikaklassade läkemedlen. Detta leder i sin tur till att arbetsmiljön blir bättre för sjuksköterskorna, och att de kan fokusera mer på sina patienter. Patientsäkerheten ökar då eftersom sjuksköterskorna kan spendera mer tid ute på avdelningarna. En ökad patientsäkerhet är något som enligt Reynard et al. (2009) bör leda till minskade kostnader på grund av en minskad grad av risk. Införandet av en automat leder alltså till positiva effekter som är svår kvantifierade, men som likväl ger en positiv inverkan.

Sammanfattning underfråga B.1

De främsta skillnaderna som har identifierats mellan avdelningar med automater respektive utan automater är som Mattsson (2002) förklarar med fördelarna med automatiserade lager, mindre manuellt hanterande. I det här fallet är den mest intressanta skillnaden att tidsåtgången minskar för sjuksköterskor vid utplock av läkemedel.

På avdelningar utan automat måste sjuksköterskan inventera resterande läkemedel vid varje utplock, vilket är tidskrävande. På avdelningar utan automat uppdateras saldot inte heller löpande in i IT-systemet. Detta medför ett försämrat informationsutbyte och en naturlig risk för en så kallad bullwhip-effekt (Hau et al., 2004), eftersom informationsflödet jämfört med ett automatiserat system är långsammare. Sammanfattningsvis har automaterna en positiv arbetsinverkan på de avdelningar där de införts.

7.2.2 Påverkan på avdelningarnas kostnader

Parametrarna som identifierades var beställning och inlagring, utplock samt leasing av läkemedelsautomaterna. Kostnaderna för de olika parametrarna beräknas separat vid besvarande av Underfråga B.2: *Hur påverkas avdelningarnas kostnader beroende på om de har en läkemedelsautomat eller inte, och vilka parametrar bidrar till dessa skillnader?*

Beställning och inlagring

Genom prislistorna för beställning och påfyllnad som presenterades i Tabell 10 kunde merkostnaden för beställning med automat fastställas. Månadskostnaden för påfyllnad på en avdelning med en läkemedelsautomat är 7255 kr, då ingår en beställning och leverans per vecka. Detta jämförs med månadskostnaden för ett vanligt läkemedelsförråd som är 6720 kr. Beräkandet av differensen ses i Formel 12.

$$7255 \text{ kr} - 6720 \text{ kr} = 535 \text{ kr}$$

Formel 12, Skillnad i kostnad per månad för läkemedelsförråd med automat

Kostnad per extraleverans ändras även när ett läkemedelsförråd har en läkemedelsautomat. Kostnad per extraleverans till läkemedelsförråd med läkemedelsautomat är 3150kr och kostnaden per extraleverans till läkemedelsförråd utan läkemedelsautomat är 2720kr. Skillnaden beräknas i Formel 13.

$$3150 \text{ kr} - 2720 \text{ kr} = 430 \text{ kr}$$

Formel 13, Skillnad i kostnad per månad per extraleverans för läkemedelsförråd med automat

Merkostnaderna för beställning och inlagring vid innehav av en läkemedelsautomat blir därmed 535 kr/månad och 430 kr/månad om extra leverans beställs.

Utplock

I empiri-avsnittet 6.7 presenterades den rapport som Region Östergötland har genomfört för att undersöka den tidsbesparing som sker när en läkemedelsautomat införs på en avdelning. Den tidsbesparing som skedde på US_BERO beror inte bara av att läkemedelsautomat infördes på avdelningen. Av denna anledning väljs den 1,5 minuters tidsbesparing som skedde på VIN_LAH, då den är mer representativ för välfungerande avdelningar, eftersom det inte är andra faktorer än just läkemedelsautomaten som har påverkat resultatet.

Enligt empirin sparas 1,5 minut per utplock för sjuksköterskorna och kostnaden för en sjuksköterska är 390 kr/timme. Eftersom detta är känt kan Formel 15 användas för att beräkna kostnadsbesparingen per uttag. För att kunna göra jämförelsen omvandlas även minuter till timmar, se Formel 14.

$$1,5 \text{ min} = 0,025 \text{ timmar}$$

Formel 14, Omvandling minuter till timmar.

$$0,025 \text{ timmar} * 390 \text{ kr} = 9,75 \text{ kr/uttag}$$

Formel 15, Besparing per uttag.

Kostnaden för ett utplock minskar alltså med 9,75 kronor, se Formel 15. Det är framförallt på grund av att inventeringen kan undvikas som en tidsbesparing görs. Detta innebär att sambandet endast gäller för läkemedel som enligt regleringar måste inventeras. Läkemedel som inte måste inventeras innebär inte samma tidsbesparing och därmed inte heller en kostnadsbesparing.

Leasing av läkemedelsautomat

Leasingkostnaden för en läkemedelsautomat är 10 000 kr per månad och automat. Detta är även den sista parametern som påverkas av om avdelningen har en läkemedelsautomat eller inte.

7.2.3 Framtagande av modell för införande av ny läkemedelsautomat

Följande avsnitt avser att besvara Underfråga B.3 *Utifrån ovan nämnda parametrar och kostnadsskillnader, när är det kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat på en avdelning?* Detta genom att en modell härleds och presenteras.

Tre kostnadsposter har identifierats som påverkar en avdelnings kostnader vid införandet av en läkemedelsautomat: beställning och inlagring, leasing av automaten samt utplock. Kostnaden för ett utplock minskar efter att en läkemedelsautomat införts. Detta då tiden för ett utplock minskar på grund av att inventering kan undvikas. Det leder enligt 7.2.2 till en kostnadsbesparing på 9,75 kr per uttag. Se Formel 16 för samband av minskad kostnad per månad.

$$9,75 \text{ kr} * \frac{\text{Antal Uttag}}{\text{Månad}}$$

Formel 16, Lönekostnadens förändring beroende på antal uttag per månad.

De två kostnadsposterna leasing samt beställning och inlagring ökar vid införandet av en läkemedelsautomat. Avdelningarna får en ytterligare kostnad för leasing per månad som uppstår när läkemedelsautomaten införs för att täcka investeringskostnad och underhåll. Kostnaderna för beställning och inlagring ökar även då komplexiteten för påfyllnad ökar och Apoteket AB fakturerar mer för påfyllnad av en avdelning med automat. De totala merkostnaderna som uppstår per månad beskrivs i Formel 17:

$$10\,000 \text{ kr} + 535 \text{ kr} + 430 \text{ kr} * \text{Antal extra leveranser}$$

Formel 17, Beräkning av merkostnad per månad.

För att det ska vara ekonomiskt lönsamt att införa en läkemedelsautomat behöver alltså de minskade kostnaderna för utplock vara större än de ökade kostnaderna för att inneha läkemedelsautomat. Se Formel 18.

$$9,75 \text{ kr} * \frac{\text{Antal utplock}}{\text{Månad}} > 10\,000 \text{ kr} + 535 \text{ kr} + 430 \text{ kr} * \text{Antal extra leveranser}$$

Formel 18, Olikhet som visar när det är kostnadsmässigt lönsamt att införa en automat på en avdelning.

Om ovanstående likhet är uppnådd är det kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat på en avdelning. Om det är få antal utplock kan det kostnadsmässigt vara lönsamt att inte införskaffa en automat till en avdelning. Om det är många extra leveranser till en avdelning kommer det krävas ännu fler utplock per månad för att det kostnadsmässigt ska vara lönsamt att införa en automat.

$$\frac{\text{Extra kostnad per månad}}{\text{Besparing per uttag}} = \frac{10\,535}{9,75} \approx 1\,080$$

Formel 19, Brytpunkt för antal utplock per månad utan extra leveranser.

Rent kostnadsmässigt bör en avdelning införa en läkemedelsautomat om antalet utplock per månad är mer än 1080, se Formel 19. Denna formel tar endast hänsyn till de kostnader som varit möjliga att kvantifiera. Formeln antar också att läkemedelsautomaten kommer lagerstyras på ett sådant sätt att inga kostnader för extraleveranser uppstår. Brytpunkten för antalet utplock per månad ökar vid flera extraleveranser per månad.

1080 utplock av narkotikaklassade läkemedel per månad betyder att totala antalet utplock för ett år behöver vara mer än 12 960. Det innebär att det är tveksamt om det är kostnadsmässigt effektivt att använda läkemedelsautomat på de undersökta avdelningarna.

Om värdena för en avdelning skulle vara annorlunda för någon parameter eller om prissättningen skulle ändras, kan de generella formlerna nedan användas. Formel 20 tar fram den brytpunkt när det är lönsamt att införa en läkemedelsautomat, denna punkt kallas minsta antal utplock per månad. Kostnad läkemedelsautomat är den kostnad som avdelningen betalar för att inneha en läkemedelsautomat per månad. Skillnad påfyllnadsavgift består av grundkostnaden för påfyllning av Apoteket per månad tillsammans med eventuella extra påfyllnader som tillkommer per månad. Personalkostnad per utplock är den besparing av arbetstid för utplock vid införandet av en läkemedelsautomat multiplicerat med timkostnaden för en sjuksköterska.

$$\frac{\frac{\text{Kostnad läkemedelsautomat} + \text{Skillnad påfyllningsavgift}}{\text{Månad}}}{\frac{\text{Personalkostnad}}{\text{Utplock}}} = \frac{\text{Minsta antal utplock}}{\text{Månad}}$$

Formel 20, Generell formel för utplock per månad då det är värt att ha läkemedelsautomat.

$$\text{Skillnad påfyllningsavgift} = \text{Grundskillnad} + \text{Ev. extrapåfyllningar}$$

Formel 21, Generell formel för skillnad i påfyllningsavgift för avdelning med resp. utan läkemedelsautomat.

Däremot tar Formel 20 ej hänsyn till alla kostnadsbesparingar som införandet av en läkemedelsautomat medför. Läkemedelsautomater har en positiv inverkan på arbetsmiljön för sjuksköterskor, minskar personalomsättningen, minskar korttidssjukskrivningar, vilket leder till mer svårkvantifierade kostnadsbesparingar som inte kan uttryckas i en formel. Ännu svårare att kvantifiera är den ökande patientsäkerhet och trygghet som läkemedelsautomater innebär. Det innebär att om

formeln uppfylls är det kostnadseffektivt att införa läkemedelsautomat, men att om likheten inte uppfylls behöver det inte betyda att det skulle innebära ökade kostnader.

7.2.4 Sammanfattning införande av nya läkemedel

Slutgiltiga besvarandet av *B: Hur kan Läkemedelsenheten avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?* faller då ut i följande sammanfattning.

Om antalet utplock av narkotikaklassade läkemedel ur ett läkemedelsförråd är fler än 1080 och automaten kommer styras så att få extra leveranser uppstår, bör en läkemedelsautomat införskaffas på avdelningen. Om inte det är fallet kan det fortfarande vara fördelaktigt att införskaffa en läkemedelsautomat, då arbetsmiljön och patientsäkerheten på avdelningen ökar med en läkemedelsautomat. Om denna ökning är värd den mellanskillnaden i tid och pengar som sparas och automatens kostnad behöver undersökas från fall till fall.

8 Känslighetsanalys

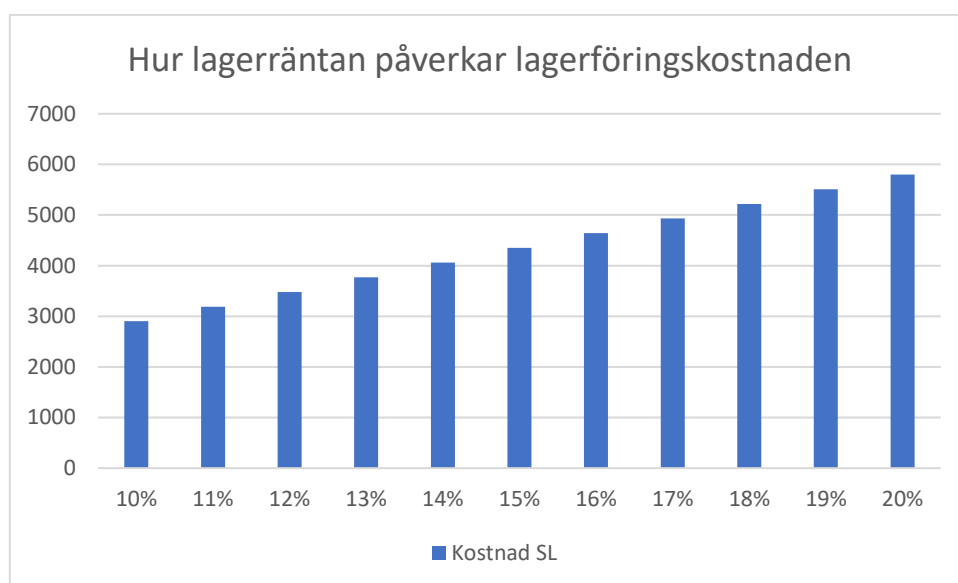
Känslighetsanalyser är viktiga att göra för att se hur eventuella feluppskattningar eller förändringar i framtiden påverkar resultatet. Eftersom antaganden har gjorts under arbetets gång blir detta extra viktigt, för att arbetets trovärdighet ska vara hög. Känslighetsanalysens undersökta parametrar tar grund i den analysmodell som rapporten har arbetat efter, se avsnitt 4.7.

8.1 Känslighetsanalyser av modell för kostnadseffektiv lagerstyrning

Under den här rubriken presenteras de känslighetsanalyser som har gjorts för fråga A. Analysmodellen för kostnadseffektiviserad lagerstyrning ger att de viktigaste parametrarna är påfyllnad och lagernivåer då det är de som direkt påverkar kostnaderna. Lagernivåerna påverkar lagerföringskostnaderna och det är främst lagerräntan som är intressant att göra en känslighetsanalys på. Påfyllnadskostnaden påverkas direkt av antalet påfyllnader, vilket gör det intressant att genomföra en känslighetsanalys hur antalet påfyllnader per vecka påverkar kostnaderna.

8.1.1 Lagerräntan förändras

Eftersom Läkemedelsenheten inte arbetat med någon lagerränta antas den vara 10 %. Lagerräntan har undersökts hur den påverkar den totala lagerföringskostnaden hos avdelningarna, se Figur 25. Detta är för fallet då en gemensam säkerhetslagernivå 99,9 % sätts för alla läkemedelsautomater. Det grafen visar är att lagerföringskostnaden ökar linjärt vid linjär ökning av lagerräntan. Ju högre lagerränta, desto högre kapitalbindning i säkerhetslagret.



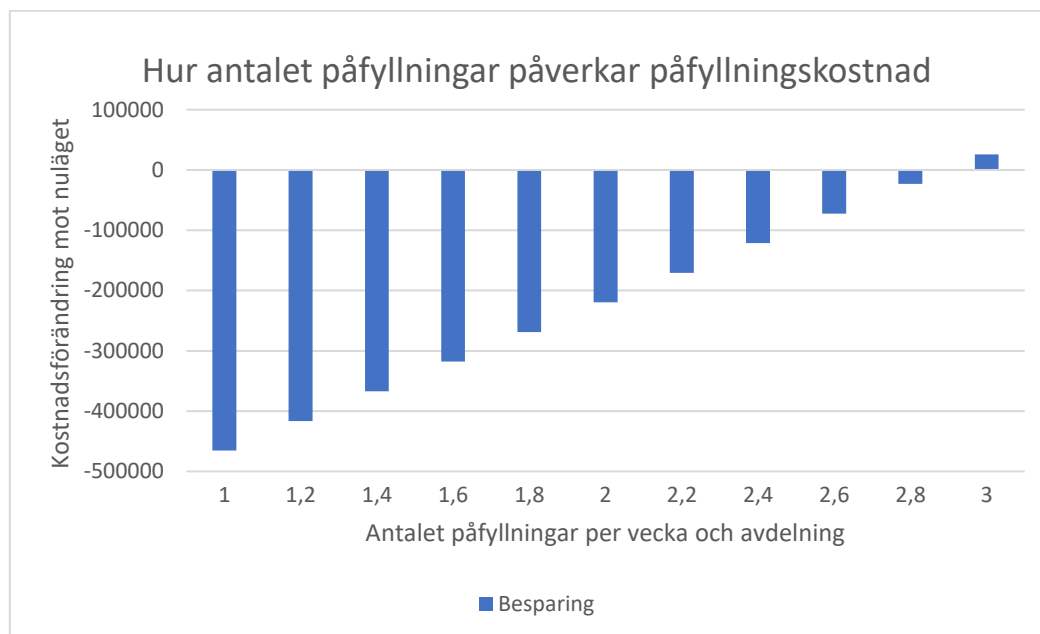
Figur 25, Känslighetsanalys lagerränta.

Lagerföringskostnaden påverkar inte totalkostnaden nämnvärt. Om lagerräntan är dubbelt så hög jämfört med de antagna värdet 10 %, ökar kostnaderna endast med ca 3000 kr per år totalt över de sex undersökta avdelningarna. Detta kommer alltså knappt att påverka resultatet, eftersom de kostnadsbesparingar som kan göras totalt är i storleken 470 000 kr per år. Resultatet kan alltså anses vara stabilt med avseende på lagerräntan. Lagerföringskostnaden belastar de Region Östergötland som håller lagret.

8.1.2 Antalet påfyllningars påverkan påfyllningskostnad

En känslighetsanalys gjordes för att undersöka hur kostnaderna påverkas om antalet påfyllningar per vecka och avdelning ändras. Detta är viktigt att undersöka, för att se hur resultatet påverkas om antalet extra leveranser ökar. Antalet påfyllnader kan öka av flera olika anledningar, till exempel förändrad efterfrågan på en viss typ av läkemedel eller oväntade avvikelser i leveransens ledtid. Först när varje avdelning gör i snitt tre påfyllningar per vecka (vilket är 3 gånger högre än den rekommenderade frekvensen) ökar kostnaden jämfört med nuläget. Resultatet påverkas av förändringar i antalet påfyllningar per vecka, men för att påfyllningsfrekvensen ska öka måste lagerstyrningen var dålig. Eftersom det tas höjd vid bestämmandet av servicenivå är det osannolikt att frekvensen blir hela tre gånger högre än önskat. Detta tyder på att resultatet är stabilt. Se Figur 26 för

illustration hur kostnaden påverkas av antalet påfyllnadstillfällen. Kostnaden belastar de region Östergötland som beställer påfyllnaderna.



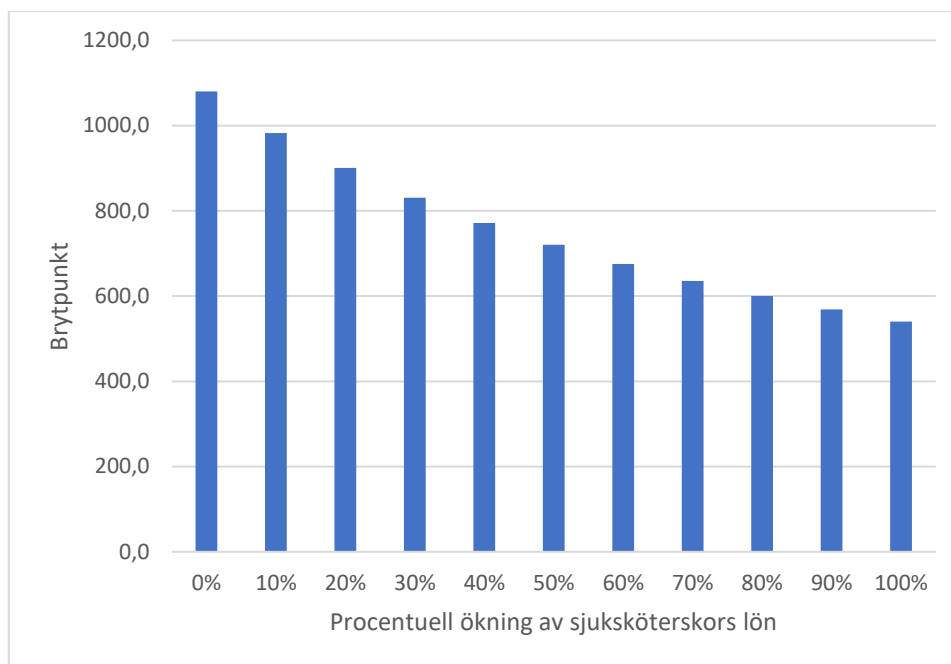
Figur 26, Antal påfyllningar per vecka per automat, årlig basis.

8.2 Känslighetsanalyser av modell för införande av ny läkemedelsautomat

Utifrån analysmodellen för införande av ny läkemedelsautomat syns att det är skillnaderna mellan avdelningar med läkemedelsautomat respektive utan som påverkar kostnaderna. Det är dessa skillnader som nu undersöks i känslighetsanalysen. I den framtagna formeln för brytpunkten, Formel 18, kan de olika värden variera och därigenom påverka brytpunkten för när det är kostnadsmässigt fördelaktigt att införa en läkemedelsautomat. Av den anledningen är det brytpunktens förändringar som undersöks i samtliga känslighetsanalyser. Brytpunkten är det antal utplockade artiklar som signalerar när det är ekonomiskt lönsamt att införskaffa en läkemedelsautomat.

8.2.1 Ökning i sjuksköterskors lön

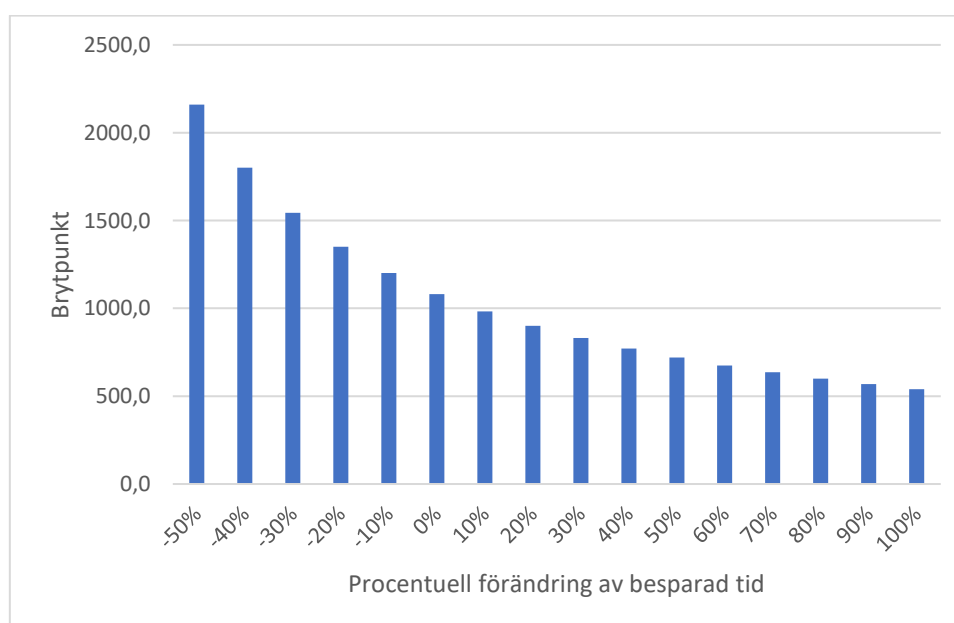
Om sjuksköterskors lön på en avdelning ökar kommer brytpunkten för antal utplock per månad på en avdelning att minska, se Figur 27. Det är troligt att sjuksköterskors löner ökar i framtiden. Tiden som sparas för sjuksköterskorna vid införande av en automat blir då mer värd, vilket i praktiken innebär att automatens besparingspotential ökar. Förutsatt att sjuksköterskors lön förväntas öka på en avdelning i framtiden bör denna faktor tas i beaktande vid bestämmande om en avdelning ska ha läkemedelsautomat eller inte. Kostnaden belastar Region Östergötland som betalar sjuksköterskornas löner.



Figur 27, Ändring av brytpunkt då sjuksköterskors lön ökar.

8.2.2 Ökning och minskning av besparad tid vid utplock

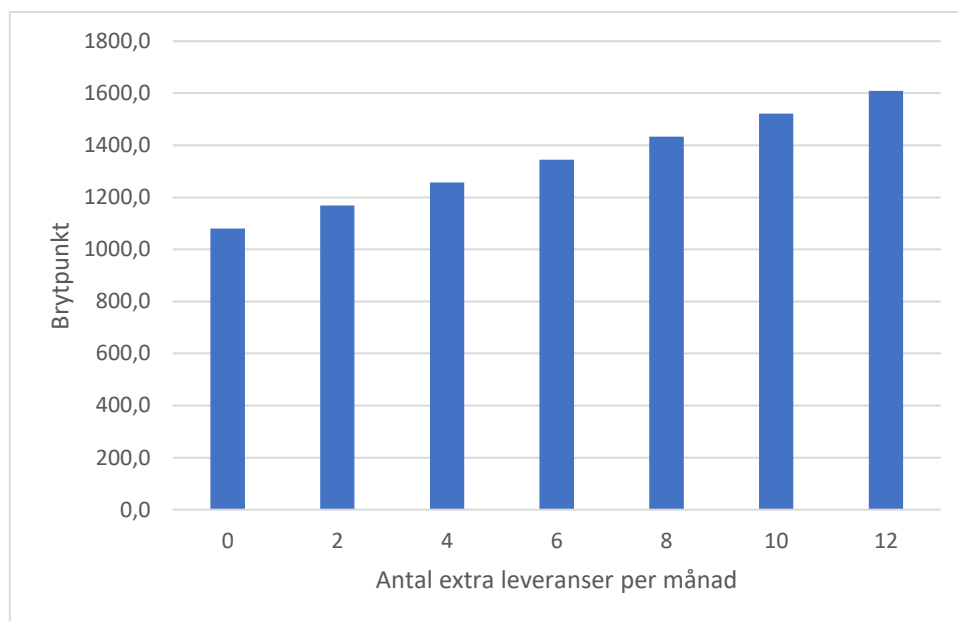
De undersökningar som Ahlenbäck (2015) har gjort visade på att en sjuksköterska skulle spara 1,5 minuter per uttag vid ett införande av automater. Om denna tidsbesparing ökar, minskar brytpunkten för antalet utplock per månad när det är värt att införskaffa en läkemedelsautomat. Som nämndes i empirin i avsnitt 6.7 kommer siffran 1,5 minuter endast från en avdelnings tidsuppskattningar. Det är möjligt att denna avdelning har mätt fel eller att tidsbesparingen är högre eller lägre vid andra avdelningar. Detta undersöks i Figur 28. Exempelvis US_BERO med sina tidsbesparingar på 3,7 minuter motsvarar en ökning med 146%. I fallet med US_BERO skulle brytpunkten vara vid 439 utplock. Om det visar sig att tidsbesparingen är mindre än 1,5 minuter innebär det att det krävs fler utplock av narkotikaklassade läkemedel för att en införskaffning av läkemedelsautomat ska innebära en kostnadsbesparing.



Figur 28, Ändring av brytpunkt då den besparade tiden förändras.

8.2.3 Extra leveranser uppstår

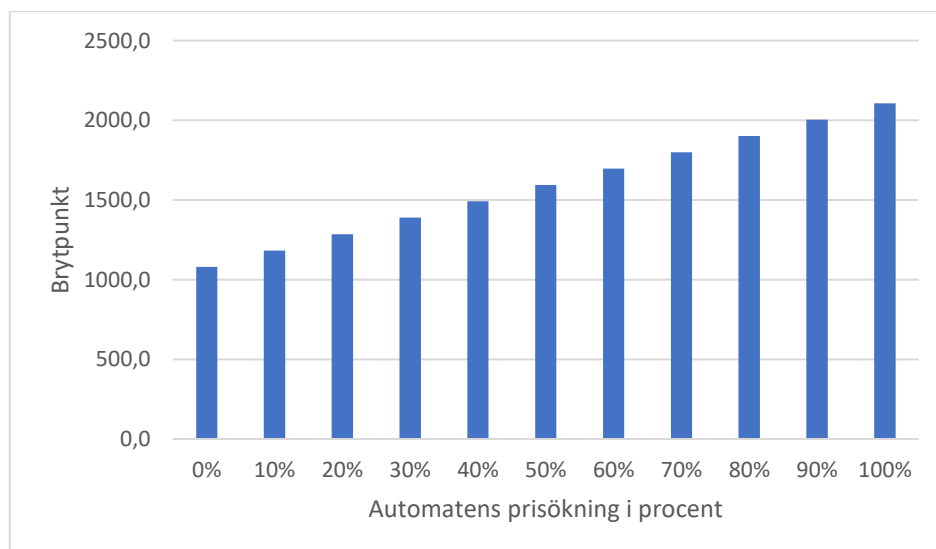
I formeln för fråga B antogs att antal extra leveranser kommer vara 0 då läkemedelsautomaterna antas styras enligt det resultat som fås ut av fråga A. Det är möjligt att inte det är fallet eller att de lagerstyrningsmetoder som tas fram i fråga A inte kommer användas av Läkemedelsenheten. Då kommer brytpunkten ändras beroende på hur många extra leveranser som levereras till automaten. Förhållandet mellan brytpunkten och antal extra leveranser ses i Figur 29.



Figur 29, Brytpunktens förändring vid ökning av antal extra leveranser.

8.2.4 Läkemedelsautomaternas grundkostnad ökar

Det är möjligt att baskostnaden för läkemedelsautomaten förändras i framtiden. När den kostnaden ökar kommer också brytpunkten för antal läkemedel att förändras. Kostnaden för läkemedelsautomater kan förändras beroende på vilken servicenivå som sätts på läkemedelsautomaterna. Vid en hög servicenivå kommer fler läkemedel att lagras i en automat, vilket kan leda till att alla läkemedel inte får plats i en automat. Det leder i sin tur till att leasingkostnaden ökar då automaten behöver expanderas med fler platsmoduler. Detta illustreras i Figur 30.



Figur 30, Brytpunktens förändring vid ökade baskostnader för automaten.

8.3 Sammanfattning av känslighetsanalys

Känslighetsanalysen för den första huvudfrågan om kostnadseffektiv lagerstyrning för lagerstyrning visar, precis som resultatet, att det är främst påfyllnadskostnaden som påverkar kostnaderna. Så länge antalet genomsnittspåfyllnader per avdelning är färre än 2,8 per vecka kommer det resultera i en kostnadsbesparing.

Känslighetsanalysen för införandet av läkemedelsautomat visar på att om de olika parametrarna förändras så förändras även brytpunkten, i vissa fall markant. Detta då modellen har en del osäkerheter, som vidare diskuteras i diskussionen 10.2. Den parametrar som har högst osäkerhet är tiden som kan besparas på en avdelning som inför en läkemedelsautomat och den parameter ger även stort utslag på brytpunkten. Detta påverkar modellens robusthet och även detta diskuteras vidare i diskussionen.

9 Slutsats

De slutsatser som kan dras utifrån resultatet på frågeställningen presenteras och förklaras. För att presentera slutsatserna på ett strukturerat sätt presenteras de utefter *huvudfråga A: Hur bör Region Östergötland använda lagerstyrning för att kostnadseffektivisera hanteringen av sina läkemedelsautomater?* och *huvudfråga B: Hur kan Läke-medelsenheten avgöra när det är kostnadseffektivt att införa en läkemedelsautomat?* som uppdelning.

9.1 Kostnadseffektiv lagerstyrning

En kartläggning av nuläget genomfördes för att identifiera hur hanteringen av läkemedel går till på de avdelningar som har läkemedelsautomat. Den huvudsakliga slutsatsen som drogs utifrån kartläggningen var att beställningsintervallet var varierande för de olika avdelningarna, samt att de verkar använda sig av akutleveranser frekvent. Den nuvarande lagerstyrningen verkar därmed inte anpassad till den betalningsmodell som endast är baserad på antalet leveranser.

Nästa steg var att identifiera vilka lagerstyrningsmetoder som skulle kunna användas för att åtgärda detta. Wilson-formeln för att bestämma orderkvantiteter ansågs ej applicerbar på grund av att en leverans i veckan ingår i kontraktet, vilket innebär att en leverans i veckan inte medför en merkostnad. Klassificering med hjälp av ABC-VED verkar inte heller vara applicerbart på grund av det låga antalet artikelnummer. Ett införande av ABC-VED skulle innebära för mycket administration på ett så pass litet sortiment. Ett annat problem uppstod med att applicera SERV1 på grund av att data ej var normalfördelad. Genom att ta höjd för detta fel, en metodik föreslagen av Matsson (2008), kunde problemet hanteras och SERV1 var applicerbart. Enda lagerstyrningsmetoden som inte utgjorde några problem att applicera var förändringen av beställningsfrekvensen.

När de applicerbara metoderna fastställts beräknades hur dessa skulle påverka kostnaderna. Genom att sänka beställningsintervallet till en gång per vecka kunde besparingar göras för respektive avdelning och vilket även innebär en besparing för Region Östergötland totalt. Den totala besparingen för de sex avdelningarna som studerades i den här studien var ca 473 000 kr per år. Besparingarna kunde framförallt kopplas till att kostnaderna för påfyllnad minskas. Det vill säga den totala ordersärkostnaden för ett år, som betalas till Apoteket AB. De minskade totala ordersärkostnaderna stod för ca 470 000 kr per år, medan resterande 3000 kr kunde kopplas till minskade lagerföringskostnader vilket var ett resultat av att lagernivåerna blev lägre. Anledningen till att de minskade lagerföringskostnaderna står för en liten del av den totala besparingen är att medellagervärdet är lågt. Detta vilket i sin tur berodde på att inköpspriserna var låga.

Fast beställningsintervall på en gång i veckan, med säkerhetslagerdimensionering enligt SERV1 var den lösning som valdes. Anledningen till att denna modell valdes var att besparingar kunde göras samtidigt som leveransservicen kunde stabiliseras. Modellen kan även appliceras på de avdelningar med automat som inte har studerats i det här arbetet, för att ge ytterligare besparingar för Region Östergötland. Modellen ger lagernivåer, sett till säkerhetslager och omsättningslager, för att klara en veckas efterfrågan med variationer. På det sättet kan antalet beställningar minskas. Välgrundade säkerhetslagernivåer leder även till högre patientsäkerhet, då det kommer bli färre bristtillfällen. Bristerna blir dessutom mer förutsägbara, eftersom säkerhetslagret dimensioneras mot en viss lagertillgänglighet. I dagsläget har alla artiklarna olika läkartillgänglighet, som varierar kraftigt. Används modellen får alla artiklarna samma lagertillgänglighet, exempelvis 99,99%. Att lagertillgängligheten höjs leder även till färre akutbeställningar. Sänkningar av lagertillgängligheten sker dock för vissa enskilda artiklar, som har höga lagernivåer i dagsläget. Minskat antal brister leder i sin tur till en bättre arbetsmiljö för sjuksköterskorna som använder läkemedelsautomaterna, då de inte kommer behöva spendera lika mycket tid på att hitta rätt läkemedel. Resultatet av detta är att de sparar tid och kan utföra sitt arbete mer effektivt.

Känslighetsanalyserna visar även att resultatet var robust. Lagerföringsräntan påverkar inte lösningen markant på grund av det låga medellagervärdet. Lösningen påverkades mer vid förändring av antalet påfyllningar dock innebär lösning en kostnadsenkning upp till tre påfyllnader i veckan. Att tre påfyllningar i veckan skulle ske med den nya modellen är dock osannolikt.

9.2 Införande av nya läkemedelsautomater

Fastställandet läkemedelsautomaternas påverkan på avdelningens kostnader kartlades från nuläget för avdelningar som inte utnyttjar en läkemedelsautomat samt avdelning med läkemedelsautomat. De aktiviteterna som skiljde sig åt var framförallt utplock. Det visade sig vara mer effektivt på avdelningarna med automat eftersom aktiviteten inventering kunde elimineras. De kostnader som uppstår vid införandet av en modell identifierades som leasingavgifter samt en ökad kostnad för påfyllnad. Dessa skillnader kvantifierades sedan.

Den tidsbesparingen som automaterna innebär kvantifierades med hjälp av timkostnaden för en sjuksköterska. På detta sätt kunde en besparing per utplock fastställas. Kostnaden för leasing var redan fastställd i kartläggningen. Däremot behövde merkostnaden för påfyllnad beräknas. Detta gjordes genom att använda differensen i kostnad, och i de fall då extra påfyllningar uppkom multiplicerat med antalet påfyllnader. För att göra detta antogs att den lagerstyrningsmodell som togs fram genom huvudfråga A, har applicerats på avdelningarna vilket innebär att antalet påfyllnader minskar. Kostnaderna ställdes mot de minskade kostnaderna i en olikhet. Genom detta kunde en brytpunkt i antalet utplock fastställas där det blir lönsamt att införskaffa en läkemedelsautomat.

För inskaffade av läkemedelsautomater för en avdelning ska 1080 utplock/månad utföras, i detta fallet antaget med en antagen tidsbesparing på 1,5 minuter. Med en större tidsbesparing för utplocket, vilket är möjligt, skulle antalet utplock/månad kunna vara mindre. Tidsbesparingen för vårdpersonal som arbetar med läkemedelsautomaterna leder till att leasingkostnaden för en läkemedelsautomat kan täckas. För att styrka detta ytterligare förbättrar även läkemedelsautomaterna spårbarheten för läkemedel, något som har blivit en viktigare aspekt för sjukvården för att säkerställa patientsäkerhet. Detta besvarar således syftets andra del gällande införande av nya läkemedelsautomater.

Känslighetsanalysen visade på att lösningen är mest beroende på vilken tidsbesparing som görs vid utplock. Skulle en högre besparing av tid göras minskar antalet utplock som behövs för att det ska innebära en kostnadseffektivisering snabbt.

10 Diskussion

Diskussionen börjar med arbetets förändring över tiden. Därefter diskuteras respektive modell, vilket följs av hur generaliserbara de två modellerna är. Slutligen diskuteras områden som kan vara grund för framtida undersökningar och den utförda känslighetsanalysen.

10.1 Anpassningar av arbetet

Vissa anpassningar av projektet har gjorts under arbetets gång. Vissa faktorer visade sig vara mindre intressanta att undersöka, även om de verkade intressanta initialt. Två exempel på detta är ABC/VED-klassificering och Wilson-formeln som inte användes på så sätt som det på förhand var tänkt.

10.1.1 ABC- och VED-klassificering

Poängen med att använda ABC- eller VED-klassificering är att olika läkemedel ska ha olika lagertillgänglighet, så att viktiga läkemedel får brist mer sällan än de som anses vara mindre viktiga. Innan arbetet troddes detta vara en metod att använda eftersom det kan leda till en mer effektiviserad lagerstyrning genom att klassificera läkemedlen. När en djupare analys gjordes visade det sig dock att klassificeringen inte var intressant som det på förhand hade verkat. Anledningen till detta är att lagerföringskostnaderna (som är den kostnaden som påverkas av klassificeringen) är små i förhållande till de övriga kostnadsposterna. Eftersom besparingarna blir minimala, medan arbetet för lagerstyrningen ökar betydligt då olika lagertillgängligheter måste bestämmas för de olika klasserna ansågs klassificering inte vara värt besväret i det här fallet. Skulle medellagervärdet öka betydligt av någon anledning, på grund av ökade lagernivåer eller dyrare läkemedel, kan det vara värt att undersöka klassificering igen. I dagsläget är dock arbetet för administrationen för komplext i förhållande till de besparingar som kan göras. VED-klassificering var inte heller möjlig eftersom det var svårt att få information om exakt vilka läkemedel som är viktigast att undvika brist på (eftersom alla är viktiga).

10.1.2 EOQ

Den så kallade Wilson-formeln för att bestämma optimala orderkvantiteter verkade initialt vara ett intressant sätt att bestämma orderkvantiteter. Wilson-formeln bygger på en avvägning mellan ordersärkostnad och lagerföringskostnad. I den faktureringsmodell som används ingår beställning och påfyllnad en gång i veckan. Det innebär att vid leverans en gång i veckan uppstår ingen ordersärkostnad. Detta gör att avvägningen mellan lagerföringskostnad och ordersärkostnad inte är vettig att göra och därmed är Wilson-formeln inte användbar och ingen vidare undersökning kostnadspåverkan gjordes. Vid en framtida omförhandling kan det dock bli intressant att undersöka. Detta om det per automatik inte längre ingår en påfyllnad i veckan och varje order innebär en merkostnad.

10.2 Modell för kostnadseffektiv lagerstyrning

Modellen som har tagits fram som svar på huvudfråga A grundar sig även på vissa förutsättningar, som det är viktigt att vara medveten om när modellen används. Under denna rubrik presenteras några viktiga faktorer som är avgörande för hur modellen fungerar.

Modellen som har tagits fram hanterar alla artiklar på samma sätt, även om efterfrågan är normalfördelad, icke normalfördelad eller om ingen slutsats angående normalfördelning kan dras, på grund av för få utplock per år. Det är en tid efter implementationen intressant att undersöka hur väl kompensationen för normalfördelningen fungerar. Då kan den höjd som tagits för att kompensera normalfördelningen justeras för att nå den önskade servicenivån. Det arbetet kan baseras på den normalfördelningsanalys som ses i Bilaga: Normalfördelningsanalys. Där det framförallt är de artiklar som inte är normalfördelade eller som inte slutsats kan dras som bör följas upp. Detta kan leda till mer precisa säkerhetslagernivåer, vilket för vissa artiklar kan innebära bättre lagertillgänglighet. Detta kan i sin tur leda till att patientsäkerheten ökar.

Till vilken grad utlåning och substitut påverkar säkerhetslagren har inte undersökts. Sjuksköterska 1 (2018) beskriver att det är mycket utlån ur deras automat till andra avdelningar, vilket innebär att när

det blir brist av en viss typ av läkemedel på en avdelning lånar den avdelningen läkemedel från en annan avdelning. Detta har inte tagits hänsyn till i analysen för säkerhetslager eftersom det inte går att se vilken avdelningen sjuksköterskan som plockar ut tillhör (i den data som finns tillgänglig). Säkerhetslagerdimensioneringen tar därför även hänsyn till de utplock som sker från en annan avdelning vilket innebär att om utlåningen mellan avdelningar minskar blir säkerhetslagren feldimensionerade. På grund av att det krävs speciell kompetens för att avgöra vilka läkemedel som kan fungera som substitut till varandra har detta inte tagit till hänsyn. Varje artikel har behandlats som unik. Lägre säkerhetslagernivåer hade eventuellt kunnat uppnås om detta tagits till hänsyn men på grund av den låga lagerföringskostnaden har detta endast en marginell påverkan.

Om det införs ett fast beställningsintervall på en gång i veckan per automat kommer Apoteket AB:s intäkter att sjunka i samma takt som Region Östergötlands kostnader, på grund av att automaterna inte måste fyllas på lika ofta som i nuläget. Detta kan i sin tur leda till att Apoteket AB ändrar sina priser till nästa förhandling, för att täcka sina omkostnader för påfyllnad av automaterna. Detta kan leda till att utredningen som har gjorts i denna rapport kan behöva göras om, eftersom det är kostnaderna för påfyllnad som är den enskilt största kostnadsposten. Detta blir då en intressant faktor att undersöka om det sker. Ett första steg inför en ny förhandling kan vara att ta fram vilka priser som är ekonomiskt gångbart för läkemedelsautomaterna, baserat på vad en av apotekets personal kostar per timme och hur lång tid en påfyllnad tar.

10.3 Modell för införande av nya läkemedelsautomater

Modellen som tas fram för att besvara fråga B använder en förenklad bild av verkligheten. Enligt modellen ska inte bara kostnadsbesparing, utan även variabler som patientsäkerhet och arbetsmiljö vara med i ett beslut om en avdelning ska införa en läkemedelsautomat eller inte. Modellen ger dock ingen hjälp i hur det ska göras, utan konstaterar endast att det bör göras. Modellen hade kunnat utvecklas mer men det gjordes ej på grund av att faktorer som patientsäkerhet och arbetsmiljö är svåra att mäta eller kvantifieras.

En annan osäkerhet i modellen återfinns i variabeln för tidsbesparingen per utplock. Det kommer variera från avdelning till avdelning, beroende på avdelningarnas fysiska struktur och vilka rutiner som används på avdelningen. På vissa avdelningar är det längre sträcka mellan patienterna och automaten, medan på andra avdelningar är sträckan kortare. Detta påverkar hur lång tid ett separat utplock tar, vilket i sin tur påverkar hur stor kostnadsbesparing som kan göras på avdelningen i form av tidsbesparing. Det framgår inte av materialet hur Region Östergötland har arbetat när de mäter arbetstid för sjuksköterskor vid utplock av läkemedel innan och efter. Det är möjligt att denna tidsstudie inte tog hänsyn till den så kallade Hawthorne-effekten. Denna effekt uppstår när aktiviteter mäts av en tredje part och när en arbetare är medveten om att den mäts, vilket medför en ökning av arbetarens produktivitet (Nationalencyklopedin, 2018). Det är möjligt att denna effekt uppstod när projektgruppen utförde sina tidmätningar, och om det är fallet kommer den uppmätta tidsbesparingen inte motsvara den verkliga tidsbesparingen. Detta är viktigt att vara medveten om när modellen används.

10.4 Generaliserbarhet

Denna rapport har endast behandlat sex av Region Östergötlands läkemedelsautomater. Det har antagits att andra läkemedelsautomater som ej undersöks hanteras på liknande sätt och att de resultat som nås kan tillämpas på andra läkemedelsautomater. Eftersom modellen som har tagits fram är flexibel, spelar det ingen avgörande roll om de sex automaterna är precis representativa för verksamheten eller inte. De viktigaste bitarna om faktureringsmodell gäller för alla automater. Om

Läkemedelsenheten väljer att använda den framtagna modellen som presenteras i rapporten för alla avdelningar bör modellen fortfarande gälla.

För andra Regioner med andra förutsättningar är det tveksamt om modellen är riktig. Apoteket har antagligen samma faktureringsmetod för flera regioner men det är inget som kan tas för givet och hur kostnaderna påverkas och vad som är applicerbart bör för andra Regioner omvärderas.

10.5 Framtida undersökningar

I framtiden finns det flera olika områden som kan undersökas vidare. Områden som skulle vara intressanta att undersöka presenteras i detta avsnitt.

Som tidigare nämndes har det inte undersökts hur olika mediciner kan användas som substitut till varandra. Mediciner som fungerar som substitut åt varandra hade kunnat kategoriserats och säkerhetslagren hade kunnat dimensionerats efter detta. Det hade varit en intressant framtida undersökning och utveckling av modellen.

Initialt var uppdraget från Läkemedelsautoamten att även automaternas placering skulle undersökas. Detta avgränsades tidigt bort på grund av att det blev för stort för arbetet. I framtida analyser kan detta däremot vara intressant att studera, framförallt om flera avdelningar kan dela på en läkemedelsautomat och hur det skulle påverka modellen som presenteras i huvudfråga B. En utveckling av den modellen kan på det sättet ske.

10.6 Känslighetsanalys

För att höja rapportens trovärdighet genomfördes flera känslighetsanalyser. För modell A undersöktes hur resultat påverkas om lagerräntan förändras, och hur resultatet påverkas om antalet akutpåfyllnader ökar. För modell B undersöks vad som händer när sjuksköterskornas löner ökar, vad som händer om den besparade tiden inte är som antaget, hur extra leveranser påverkar resultatet och grundkostnaden för automaterna ökas. Dessa är alla relevanta att undersöka för att förstå hur robust löningen är. De ger en tydlig bild av modellernas riktighet men ytterligare en fråga som bör ställas är om fler känslighetsanalyser kunde ha gjorts, och i så fall vilka.

En känslighetsanalys som inte har gjorts är hur resultatet påverkas i det fall att efterfrågan förändras. Vilket över tid är troligt. Det innebär att lagernivåerna måste beräknas om med jämna mellanrum för att bibehålla den tilltänkta servicenivån. Detta hade varit intressant att se hur lagernivåerna och framförallt lagertillgängligheten skulle påverkas om lagren inte beräknas om. Lagernivåerna kommer däremot troligen inte att göra ett stort avtryck på totalkostnaden då lagervärdet och lagerföringskostnaden är låga.

Referenslista

- Abrahamsson, M., & Aronsson, H. (1999) Measuring Logistics Structure. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2(3), 263-284, DOI: 10.1080/13675569908901585
- Ahlenbäck, Å. (2015) *Slutrapport Läkemedelsautomater - en del av framtida läkemedelsförsörjningsmodellen i Region Östergötland*. Linköping: Region Östergötland
- Apotekare, (2018), Email konversation 14 november
- Björklund, M., & Paulsson, U. (2012). *Seminarieboken*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Blom, G., Enger, J., Englund, G., Grandell, J. & Holst, L. (2005) *Sannolikhetsteori och statistikteori med tillämpningar*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Brandt, C., Swahn, C., Gunnarsson, E., Gustafsson, E., Wange, P. & Ahlenbäck, Å. (2018) *Rekommenderad lösning i framtida läkemedelsförsörjning, Läkemedelsautomater*. Linköping: Region Östergötland
- Ceylan, Z. & Bulkan, S. (2017). Drug Inventory Management of a Pharmacy using ABC and VED Analysis, *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 2(1), 13-18, <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/351603>
- Christensen, L., Engdahl, N., Gräas, C. & Haglund, L., (2010). *Marknadsundersökning: En handbok* (3:e upplagan). Lund: Studentlitteratur AB.
- Daganzo, C. F. (2004). *Logistics Systems Analysis* (4:e upplagan). Berlin: Springer
- Deliberal A. P., Baretto D. V. M., Menezes C. P., & Bueno D. (2018). Patient safety. *Analysis of the impact of implementation of automated dispensing cabinets on drug return in an university hospital*, 38(1), 35-41, DOI: 10.4322/2357-9730.76692
- Fitzpatrick R., Cooke P., Southall C., Kauldhar K. & Waters P. (2005) *Evaluation of an automated dispensing system in a hospital pharmacy dispensary*, 274(1), https://www.pharmaceutical-journal.com/libres/pdf/papers/pj_20050618_automateddispensing.pdf
- Gebicki M., Mooney E., Chen S-J. & Mazur L. M. (2014) *Evaluation of hospital medication inventory policies*, 17(3), 215-229, DOI: 10.1007/S10729-013-9251-1
- Gupta R., Gupta KK., Jain BR. & Garg RK., (2007) *ABC and VED Analysis in Medical Stores Inventory Control*, 63(4), 325-327, DOI: 10.1016/S0377-1237(07)80006-2
- Hau L. L., Padmanabhan V. & Whang S. (2004) *Information Distortion in a Supply chain, The Bullwhip Effect*, 43(4), 546-558, <https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=c3086574-4fab-47ce-b136-9a33237c50ad%40pdc-v-sessmgr01>
- Hines P. & Rich N., (1997) *The seven value stream mapping tools*. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64, DOI: 10.1108/01443579710157989
- Lumsden, K. (2012). *Logistikens Grunder* (3:e upplagan). Lund: Studentlitteratur AB
- Läkemedelsenheten, (2018), Intervju 27 september
- Mattsson, S-A. (2002). *Logistik i Försörjningskedjor* (1:a upplagan). Lund: Studentlitteratur AB

- Mattson, S-A. (2003), *ABC-klassificering inom logistiken*. Hämtad 2018-09-24 från <http://lagerstyrningsakademin.se/Artiklar/LSD17.pdf>
- Mattson, S-A. (2007) *Konsekvenser av 7 vanliga fel vid lagerstyrning*, Hämtad 2018-09-24 från <http://lagerstyrningsakademin.se/Rapporter/LS38.pdf>
- Mattson, S-A. (2008) *brister i använda lagerstyrningsmodeller ger lägre servicenivå*, Hämtad 2018-09-25 från <http://lagerstyrningsakademin.se/Artiklar/LSD32.pdf>
- Mazur M. L. & Chen S-J. (2008) *Understanding and Reducing the Medication Delivery Waste via Systems Mapping and Analysis*, 11(1), 55-65, DOI: 10.1007/s10729-007-9024-9
- Nationalencyklopedin, (u.å), *Hawthorne-effekt*. Hämtad 2018-12-03 från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/hawthorne-effekt>
- Oskarsson, B., Aronsson, H., & Ekdahl, B. (2013). *Modern Logistik: för ökad lönsamhet* (4:e upplagan). Stockholm: Liber
- Olhager, J. (2013). *Produktionsekonomi: Principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion* (2:a upplagan). Lund: Studentlitteratur AB
- Reynard J., Stevenson P., & Reynolds J. (2009). *Practical Patient Safety* (1:a upplagan). Oxford: Oxford University
- Sjuksköterska 1, (2018), Intervju 27 november
- Sjuksköterska 2, (2018), Intervju 27 november
- Sjöström, R. (2018). *Utredningsmetodik och industriell marknadsanalys: föreläsningsanteckningar i bokform, med exempel och tillämpningar inom marknadsanalyser* (3:e upplagan). Linköping: Linköpings Universitet
- Statens Medicinsk-etiska råd (2018), *Integritet*. Hämtad 2018-12-04 från <http://www.smer.se/etik/integritet/>
- Vetenskapsrådet, *Forskningsetiska principer*. Hämtad 2018-12-04 från <http://www.codex.vr.se/texts/HSFR.pdf>
- Överläkare, (2018), Email konversation 30 november

Bilagor

Frågebatteri till möte med Läkemedelsenheten

Bakgrund och Syfte

Varför är projektet viktigt för regionen?

Hur länge sedan var det läkemedelsautomater infördes och varför?

Hur har ni jobbat med frågan tidigare?

Hur styrs lagernivåer och hur bestäms maskinens placering nu?

Har ni någon sorts klassificering på de olika läkemedlen nu?

Vad vill ni få för resultat?

Föreslå förändringar som innebar besparingar -> Bestämma lagernivåer?

En process för er att bestämma lagernivåer?

Generella placeringsriktlinjer?

Är Apoteket er leverantör eller en intern avdelning?

Flöde

Hur ser flödet ut från lastkajen till att det hamnar i automaten?

Processer

Beskriv hur processen går till? Från orderläggning till uthämtning?

Vem bestämmer när något ska hämtas ut?

Ledtid till Apoteket?

Utplock fås det ut styckvis (exakt dos som efterfrågades) eller en hel förpackning som man sedan får lägga tillbaka?

Hur beställs läkemedlen? I förpackningar eller beställs styck?

Kan man ha större lager i närheten för enklare påfyllning?

Hur fungerar det på en avdelning som inte har en läkemedelsautomat?

Automat

Placera efter vårdens behov? Vad det finns för regler kring placering av dessa automater?

Finns det några produktspecifika svårigheter?

Kan alla produkter förvaras och hanteras hur som helst på ett lagligt och säkert sätt i automaten?

Bäst-före-datum på läkemedel? Temperaturkänsliga?

Innefattar uppgiften också att ändra på läkemedelssortimentet på automaterna?

Vad finns det för historiska data tillgänglig? Hur ser denna ut?

Hur många avdelningar har automater? Vilka enheter?

Hur är mjukvaran på automaten?

Kan man uppdatera och ställa om den?

Exempel om ett läkemedel bör ha större plats i maskinen, är det lätt att ändra?

Kan automaterna kommunicera med varandra?

Finns det något centralt system som vet lagernivåerna i alla automater?

Kan läkemedel flyttas från automat till en annan automat om brist uppstår?

Vem äger medicinen i maskinerna? Apoteket eller regionen?

Vad påverkar vad som plockas ur maskinen? Avdelning och slumpmässig efterfrågevariation

Är medicin kopplad till journalen för en patient?

Kan en ssk plocka ut något annat än den medicin som står i patientens journal?

Vem bestämmer vad för medicin en patient ska få?

Hur funkar det med läkemedel som är i ex en kartong av 10 piller och man bara behöver 1?
Bryts den och läggs 9 i retur? Datummärkning?

Vad kostar automaten? Kostar alla automater lika mycket eller beror det på hur stora de är? Är de uppdelade i moduler som kan sättas ihop?

Sjuksystem

Får vi intervjua sjukskötare om deras erfarenhet?

Vad fungerar bra?

Vad fungerar dåligt?

Förbättring?

Övrigt

Kan vi få se avdelning, maskin och styrsystem?

Kontaktuppgifter om fler frågor dyker upp? Vem säljer automaterna?

Resultat från intervjuer på Universitetssjukhuset

Resultatet av intervjuerna med två sjuksköterskor och en avdelningschef, en apotekare och en överläkare. Resultatet är anonymt.

Apotekare

Är Apotekets personal inblandade i att bestämma min- och maxnivåer för läkemedelsautomaterna och hur i så fall?

Apoteket har varit med och bestämt min/max vid uppstart. De avdelningar som har läkemedelsservice har vi tagit motsvarande mängd anpassade efter lådantal. Någon avdelning har inte haft plats med en automat som skulle motsvara de nivåerna och där har vi tillsammans med avdelningen justerat nivåerna.

Hur bestäms påfyllnadsfrekvens och kvantitet? Görs en beställning så fort en av varorna når sin miniminivå? Beställer man då endast de varor som är under sin miniminivå i slutet på dagen?

De har också samma beställningsfrekvens som läkemedelsservice dvs de dagar de har beställning så beställer vi de varor som gått under min. Kvantitet får anpassas efter hur många förpackningar antalet motsvarar, dvs står det fyll på 17 ampuller och förpackningen ligger på 5 ampuller/ask så beställer vi tre förpackningar.

Sjuksköterska 1 (Avdelning med automat)

Hur bestäms lagernivåer på läkemedlen i läkemedelsautomaten?

Förtydligande: Det är många olika läkemedel i en läkemedelsautomat men generellt hur går det till när ni bestämmer hur mycket läkemedel som ska finnas i automaten?

Svar: Detta görs utifrån typ av avdelning dvs. vilka typ av patientgrupper med vilka sjukdomar som förekommer på avdelningen. Hos oss är det specifikt äldre människor och mängden av läkemedlen bestäms från början av Apoteket ev. i samråd med överläkare som har koll på vilka mediciner som behövs. Sedan allt eftersom läkemedel hämtas ut, ser man hur mycket som går åt och vad det saknas mera av så får detta justeras. Tyvärr förekommer det att det lånas väldigt mycket ifrån vår avdelning just den medicinen som andra avdelningar inte har.

I vissa fall märker vi sjuksköterskor att det går åt i en period mer av ett visst läkemedel. Då pratar vi med Apoteket att de får tillfälligt fylla på mera av denna medicin än det vanligtvis fylls på, eftersom det går åt just då mer än vanligt.

Hur bestäms vilka max och min-nivåer som sätts på läkemedlen? Används någon speciell metod?

Förtydligande: Vi har förstått att max och min-nivåer används för att bestämma när beställning ska ske till läkemedelsautomaten. Hur bestäms dessa nivåer?

Svar: detta sköts endast av Apoteket vad vi vet. Det kan vara så att Apoteket som alltid fyller på, märker hur mycket åt gången det tas ut så att de får ett hum om antalet dagar som läkemedlet räcker. Detta är väl också beroende på vilken avdelning det är.

Ändras max och min-nivåer, när och varför om så görs?

Förtydligande: Händer det att dessa max och min-nivåer ändras efter att de bestämts? Varför görs det? Höjs det lika ofta som det sänks?

Svar: detta kan bara Apoteket svaras på men i första frågan besvaras när ev. en justering behövs av mängden läkemedel.

Uppskattas lagertillgängligheten när det ändras?

Förtydligande: När dessa nivåer ändras, beräknas det på något sätt hur en viss ändring kommer påverka risken att läkemedlet tar slut i lager?

Svar: Ingen aning. Kan Apoteket svara på detta?

Utvärderas vad som finns i lager regelbundet?

Förtydligande: Gås det regelbundet igenom på något sätt vad som lagerförs i läkemedelsautomaten och om de behövs?

Svar: ja det vet vi att det görs dock hur ofta, ingen aning.

Tror ni att produkterna skulle kunna klassificeras i olika grupper?

Förtydligande: Går det klassificeras läkemedlen utifrån hur viktiga de är för patienten. VED är ett sätt där de klassificeras som V-vital (livsviktiga), E-essential (nödvändiga) eller D-desirable (önskvärda). Är det något ni använder?

Svar: har inte hört talas om detta men det låter väldigt bra! Överläkaren och/eller Apoteket som bestämmer basförrådet (alla läkemedel som ska ingå i vårt sortiment) kanske har ett system för just detta när de bestämmer sig för vilka läkemedel som ska finnas.

Hur påverkas patientsäkerheten om det blir brist på respektive läkemedel?

Förtydligande: Vad blir konsekvenserna för patienterna om det brister uppstår? Går det att använda substitut till något/några läkemedel? Finns det läkemedel som det absolut inte får bli brist på?

Svar: det tar längre tid för oss sjuksköterskor att springa och hämta läkemedlet hos en annan avdelning (om det finns på sjukhuset någonstans) så att patienten får vänta lite. Det blir ökat lidande såklart för patienten. I första hand innan vi ens går och lånar från andra avdelningar, kontrollerar vi alltid i FASS.se om det finns substitut som vi har hemma. Sedan är det i SVEPA (på intranätet) som vi söker upp vart på sjukhuset läkemedlet finns innan vi ringer och ber om att få låna. Ibland går det fort om det finns möjlighet för rörpost (eller om det finns på samma våning) annars får man gå dit och hämta.

Det får absolut inte vara brist på akutläkemedel som vid akuta situationer dvs. när man måste ha tillgång till läkemedlet inom 1-3 minuter. Det beror helt på hur allvarligt läget är för patienten. I automaten har vi t.ex. Stesolid (vid kramper), Morfin (vid akut smärta såsom vid hjärtinfarkt), Midazolam (lugnande som kan ges intravenöst/intramukulärt) samt orala lösningar (Oxynorm och Heminevrin) som ges vid antingen smärtdebut eller vid hotfulla situationer vid t.ex. demenssjukdomar.

Hur gör ni när ett läkemedel är slut i läkemedelsautomaten ni är vid?

Förtydligande: Vad har ni för rutiner vid brist på ett läkemedel i en automat?

Svar:

Förhoppningsvis lagt märke till detta när man hämtar till sin patient och tänker i förväg att nästa gång jag ska hämta kommer det inte räcka (helst dagen innan senast)

Söker upp substitut om det måste ges med en gång. Måste det ges med detsamma och det inte finns hemma i andra former får man låna från andra avdelningar.

Ser man detta i tid så kan vi be Apoteket att beställa mera eller om det är mera bråttom kan Apoteket själva låna från andra avdelningar och sedan fylla på lagret i mån av tid.

Be anhöriga hämta hemifrån eller ifrån Apoteket om läkemedlet absolut inte finns på sjukhuset t.ex. vid licenspreparat som inte kan beställas.

Hur ofta upplever ni att det är brist?

Förtydligande: Förstås svårt att uppskatta exakt på men generellt är detta något som uppstår dagligen eller mer sällan?

Svar: sällan men det förekom nu i somras. Även någon gång när det finns flera olika patienter med samma läkemedel och också när det tas ut i stora mängder flera gånger dagligen eller när patienten går hem och vi då måste skicka med en delad dosett för 5-7 dagar

Sjuksköterska 2 (Avdelning med automat)

Hur bestäms lagernivåer på läkemedlen i läkemedelsautomaten?

Förtydligande: Det är många olika läkemedel i en läkemedelsautomat men generellt hur går det till när ni bestämmer hur mycket läkemedel som ska finnas i automaten?

Svar: Det är storleken på automat som bestämmer i första hand. Vad som ska vara i den är det våra apotekare som bestämmer utifrån våra generella läkemedelslistor vi använder oss av på kirurgen.

Hur bestäms vilka max och min-nivåer som sätts på läkemedlen? Används någon speciell metod?

Förtydligande: Vi har förstått att max och min-nivåer används för att bestämma när beställnings ska ske till läkemedelsautomaten. Hur bestäms dessa nivåer?

Svar: det är återigen apotekare som bestämmer max-min nivå utifrån en medelsberäkning de gjort för avdelningens behov

Ändras max och min-nivåer, när och varför om så görs?

Förtydligande: Händer det att dessa max och min-nivåer ändras efter att de bestämts? Varför görs det? Höjs det lika ofta som det sänks?

Svar: Ändringar görs ej ofta alls.

Uppskattas lagertillgängligheten när det ändras?

Förtydligande: När dessa nivåer ändras, beräknas det på något sätt hur en viss ändring kommer påverka risken att läkemedlet tar slut i lager?

Svar: Kan inte svara på denna fråga, eftersom vi köper denna tjänst av Apoteket- att hålla koll på automaten.

Utvärderas vad som finns i lager regelbundet?

Förtydligande: Gås det regelbundet igenom på något sätt vad som lagerförs i läkemedelsautomaten och om de behövs?

Svar: Detta gör apotekare med jämna mellanrum, det enda vi erhåller är en transaktionshistorik var fjortonde dag.

Tror ni att produkterna skulle kunna klassificeras i olika grupper?

Förtydligande: Går det klassificeras läkemedlen utifrån hur viktiga de är för patienten. VED är ett sätt där de klassificeras som V-vital (livsviktiga), E-essential (nödvändiga) eller D-desirable (önskvärda). Är det något ni använder?

Svar: Inget vi använder oss av

Hur påverkas patientsäkerheten om det blir brist på respektive läkemedel?

Förtydligande: Vad blir konsekvenserna för patienterna om det brister uppstår? Går det att använda substitut till något/några läkemedel? Finns det läkemedel som det absolut inte får bli brist på?

Svar: Vi kan alltid beställa läkemedel akut, eller så går vi till en annan avdelning och lånar

Hur gör ni när ett läkemedel är slut i läkemedelsautomaten ni är vid?

Förtydligande: Vad har ni för rutiner vid brist på ett läkemedel i en automat?

Svar: Brist har aldrig uppkommit, utan att apotekare kunnat lösa detta.

Hur ofta upplever ni att det är brist?

Förtydligande: Förstås svårt att uppskatta exakt på men generellt är detta något som uppstår dagligen eller mer sällan?

Svar: väldigt sällan

Överläkare

När ni bestämmer basförrådet, kategoriseras detta på något sätt utefter hur viktiga läkemedlen är? Om så görs, använder ni någon speciell metod?

Jag känner inte till någon metod som vi använder för kategorisering av basförrådet utan vår lista bygger på våra beprövade erfarenheter och kliniska behov.

Vi tar hänsyn till många praktiska faktorer såsom vikten att ha tillgång till medlet utifrån medicinska indikationer (och att inte ha och behöva vänta på beställning), utgångsdatum, volym av förpackningar mm. Men där får vi hjälp från sjukhusapotek genom kontinuerlig dialog och årliga avstämningar. Jag skulle tro att sjukhusapoteket styr oss till viss del när det gäller "logistik för differentierad lagerstyrning".

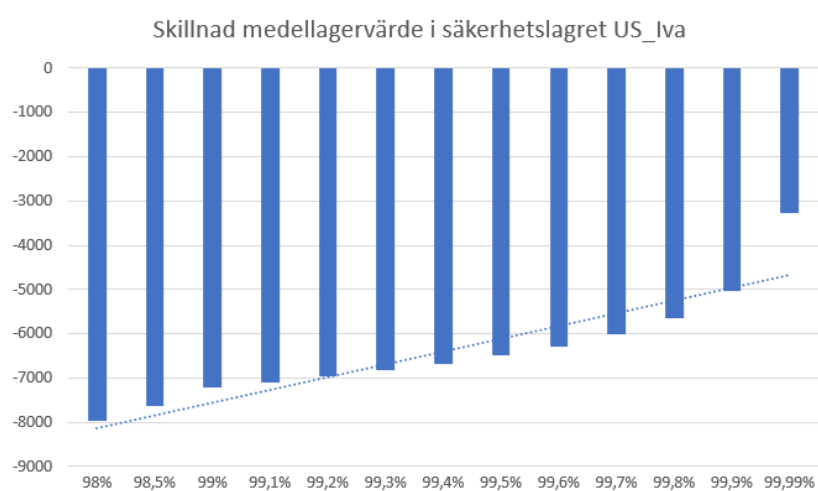
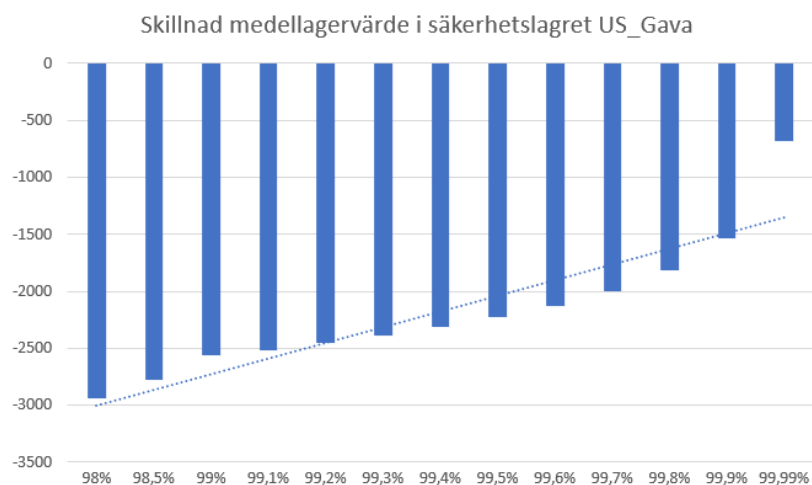
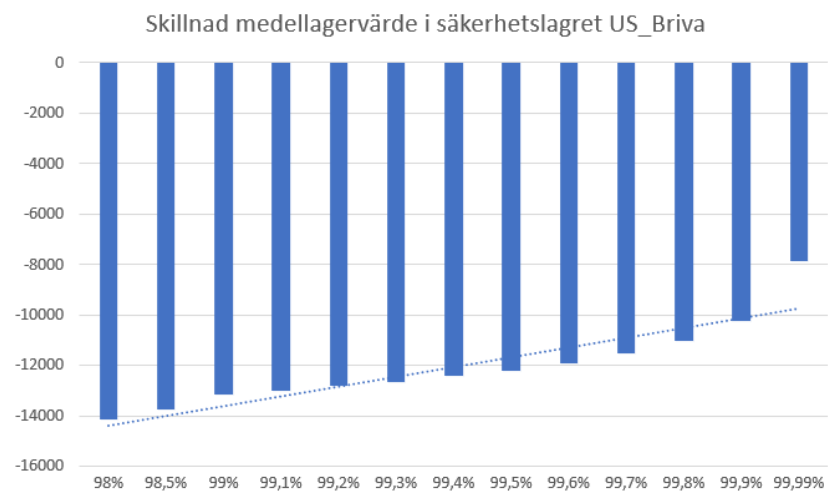
Strukturerad litteratursökning

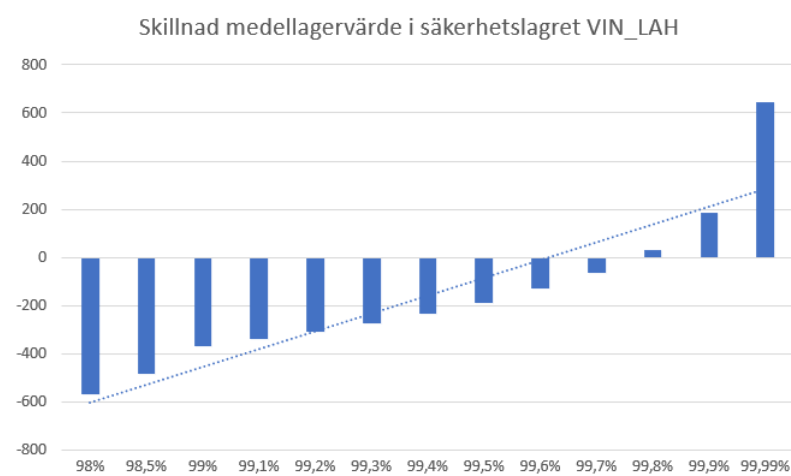
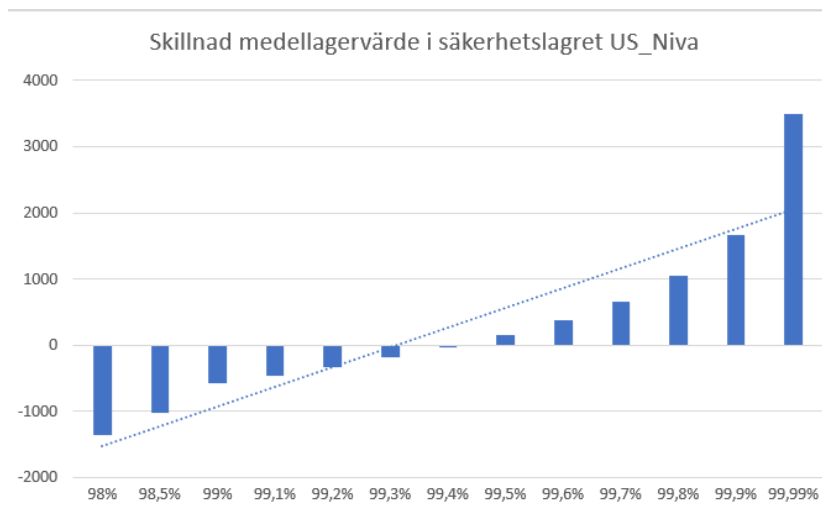
Datum	Databas	Söksträng	Träffar	Titlar	Abstracts	Urval
2018-09-26	ebsco	Supply chain management & placement & hospital	52	52	4	Supply Chain Management on Clinical Units (Kathryn et al., 2008)
2018-09-26	ebsco	Inventory Placement & supply chain & model	284	284	6	Inventory placement optimisation in complex supply chains (Hammami & Frein, 2013)
2018-09-26	ebsco	Value stream mapping	9665	100	-	-
		Value stream mapping tools	3122	-	-	-
		TI Value stream mapping tools	206	150	10	The seven value stream mapping tools. International Journal of Operations & Production Management. (Hines & Rich, 1997)
2018-09-26	ebsco	Pharmaceutical & supply chain & hospital & inventory	201	201	15	<p>Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case (Kelle et al., 2012)</p> <p>Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies: Optimization for a pharmaceutical company and a hospital (Uthayakumar & Priyan, 2013)</p> <p>Evaluation of hospital medication inventory policies (Gebicki et al., 2014)</p> <p>Maximizing Savings and Efficiencies While Managing an Inpatient Drug Formulary and Inventory (Clubb et al., 2018)</p>
2018-09-27	ebsco	Measuring logistics	138016	-	-	-
		Measuring logistics structure	7267	-	-	-
		TI Measuring logistics structure	5	5	5	Measuring logistics structure (Abrahamsson & Aronsson, 1999)
2018-09-27	ebsco	Medication delivery waste	7	7	5	Understanding and Reducing the Medication Delivery Waste via Systems Mapping and Analysis (Mazur & Chen, 2008)

Datum	Databas	Söksträng	Träffar	Titlar	Abstracts	Urval
2018-09-27	ebsco	ABC-method	56554	-	-	-
		ABC analysis && VED analysis	197	100	-	-
		ABC analysis && VED analysis && Inventory	97	97	10	Drug Inventory Management of a Pharmacy using ABC and VED Analysis. (Ceylan & Bulkan, 2017) ABC and VED Analysis in Medical Stores Inventory Control. (Gupta et al., 2007)
2018-10-02	ebsco	Logistics management && literature && cost systematic	178	20	2	Material logistics in hospitals: A literature review
2018-10-02	ebsco	Logistics management && costs	81185	20		
2018-10-04	ebsco	TI (patient safety) && automated dispensing cabinets	16	16	1	Patient safety: analysis of the impact of implementation of automated dispensing cabinets on drug return in an university hospital (Deliberal & Baretto, 2018)
2018-10-04	ebsco	Automated dispensing system	5682	-	-	-
		Automated dispensing system && hospital	1107	100	-	-
		TI Automated dispensing system && hospital	52	52	15	Evaluation of an automated dispensing system in a hospital pharmacy dispensary. (Fitzpatrick & Cooke, 2005)
2018-10-05	ebsco	Bullwhip effect	6706	-	-	-
		Bullwhip effect && Information distortion	273	120	5	Information Distortion in a Supply chain, The Bullwhip Effect. (Hau et al., 2004)

Medellagervärde vid olika servicenivåer

Medellagervärde vid olika servicenivåer för de automater som ej presenterades i empirin.





Förändring antal artiklar vid olika servicenivåer

Störst besparingspotential finns på avdelningen BRIVA och minst besparingspotential finns på avdelningen US_NIVA. Se

Vald SERV1-nivå	98%	98,50%	99%	99,20%	99,40%	99,60%	99,80%	99,99%
US_BERO	-1 920	-1 780	-1 590	-1 490	-1 370	-1 200	-930	90
US_BRIVA	-940	-880	-800	-750	-700	-630	-510	-80
US_GAVA	-1 100	-1 050	-990	-960	-920	-860	-780	-450
US_IVA	-690	-650	-600	-570	-540	-500	-430	-160
US_NIVA	-490	-450	-390	-360	-320	-270	-190	120
VIN_LAH	-570	-480	-370	-310	-230	-130	30	640

Normalfördelningsanalys

Om p-värdet är mindre än 0.05 så förkastas (rejected) nollhypotesen, och det går att säga att artikelnummret ej är normalfördelat. Om antalet utplock på ett år per vecka är färre än 20 kan inte ett p-värde beräknas. Kod för analys kan fås vid intresse.

10.7.1 Skript

Skriptet för att få fram slutsatser om normalfördelningsanalys ses nedan. Skriptet kan mailas vid begäran.

```
1 import pandas
2 from scipy import stats
3 import numpy as np
4 import csv
5 import xlswriter
6 machine_list=['beroende', 'briva', 'gava', 'iva', 'lah', 'niva']
7 for machine in machine_list:
8     df = pandas.read_csv('../'+machine+'.csv')
9     WNonly= df[df['Transaktionskod'] == 'WN']
10    WNonly['Transaktionsdatum'] = pandas.to_datetime(WNonly['Transaktionsdatum'])
11    WNonly['Weeknum'] = WNonly['Transaktionsdatum'].dt.week
12    grouped = WNonly.groupby(['Vara', 'Weeknum']).agg({'Antal':sum})
13    #alpha for which the null hypothesis should be rejected
14    alpha = 0.05
15    # n = smallest amount of weeks that should have a withdrawal.
16    n = 20
17    p_value_dict = {}
18    for varunr, new_df in grouped.groupby(level=0):
19        x = new_df.values
20        # flatten list, go from list of list to just list
21        new_x = []
22        for val in x:
23            new_x.append(val[0])
24        if len(new_x) >= n:
25            for i in range(len(new_x), 52):
26                new_x.append(0)
27            k2, p = stats.normaltest(new_x)
28            if p < alpha:
29                # Null hypothesis can be rejected
30                p_value_dict[varunr] = [p, 'rejected', str(np.std(new_x))]
31            else:
32                # Null hypothesis can not be rejected
33                p_value_dict[varunr] = [p, 'not rejected', str(np.std(new_x))]
34        else:
35            # -1 is not a valid value, used for counting if they are invalid
36            p_value_dict[varunr] = [-1, 'Too few values to calculate p', -1]
37
```

10.7.2 US_BRIVA

varunr	p-värde	status	standardavvikelse
003000	-1	Too few values to calculate p	-1
006210	0,004541702	rejected	16.686490921998573
006267	1,13E-13	rejected	69.1835736566515
012956	0,14187654	not rejected	8.800971570895793
024081	0,008442835	rejected	2.283851206046695
024191	-1	Too few values to calculate p	-1
027078	-1	Too few values to calculate p	-1
027550	-1	Too few values to calculate p	-1
039079	0,000264033	rejected	10.480045846595594
039101	-1	Too few values to calculate p	-1
044814	0,000528184	rejected	19.17846733885311
052579	4,24125E-07	rejected	8.250874079570181
059415	1,86578E-05	rejected	74.14044923668692
059424	0,103978048	not rejected	2.1469670364542868
068685	-1	Too few values to calculate p	-1
073851	1,32596E-07	rejected	2.024261133375503
079085	-1	Too few values to calculate p	-1
088514	-1	Too few values to calculate p	-1
090391	-1	Too few values to calculate p	-1
099341	-1	Too few values to calculate p	-1
128876	-1	Too few values to calculate p	-1
150086	2,84965E-08	rejected	5.130652460901655
150094	0,006743595	rejected	6.927242336639635
194545	-1	Too few values to calculate p	-1
199505	0,015062796	rejected	1.6528395863558125
199612	1,20747E-07	rejected	3.0345032639909277
199661	1,10312E-12	rejected	11.697035354938212
330365	-1	Too few values to calculate p	-1
383498	-1	Too few values to calculate p	-1
394517	1,95037E-06	rejected	8.640331327199611
412779	8,4491E-11	rejected	7.750238591479109
426525	-1	Too few values to calculate p	-1
428298	-1	Too few values to calculate p	-1
452908	1,09892E-16	rejected	6.038828994209205
499079	-1	Too few values to calculate p	-1
510145	0,000330001	rejected	9.602356558641734
514883	-1	Too few values to calculate p	-1
549773	-1	Too few values to calculate p	-1
568885	6,34545E-08	rejected	12.455171094057622
692755	2,62219E-05	rejected	47.244000276544924
740613	-1	Too few values to calculate p	-1

10.7.3 US_BERO

varunr	p-värde	status	standardavvikelse
2983	0,000501864	rejected	33.91694410811706
3000	2,14032E-06	rejected	30.65408744234734
3011	-1	Too few values to calculate p	-1
6223	-1	Too few values to calculate p	-1
11489	4,74893E-07	rejected	16.892049791361796
11555	0,004686655	rejected	21.332844083393816
12326	0,131691763	not rejected	21.21169537566621
19304	-1	Too few values to calculate p	-1
19385	-1	Too few values to calculate p	-1
24180	-1	Too few values to calculate p	-1
24213	-1	Too few values to calculate p	-1
36162	4,04535E-10	rejected	3.1781428092482455
37324	0,440099723	not rejected	109.95775647974621
44814	-1	Too few values to calculate p	-1
44823	-1	Too few values to calculate p	-1
44832	-1	Too few values to calculate p	-1
46183	-1	Too few values to calculate p	-1
77624	-1	Too few values to calculate p	-1
77633	-1	Too few values to calculate p	-1
77642	0,000811409	rejected	7.491316472103357
77652	-1	Too few values to calculate p	-1
77661	0,348317836	not rejected	4.77635943658511
80363	0,064011775	not rejected	25.129273754095724
87491	-1	Too few values to calculate p	-1
88514	-1	Too few values to calculate p	-1
104076	-1	Too few values to calculate p	-1
129192	0,671519467	not rejected	7.411883749092343
132663	-1	Too few values to calculate p	-1
142473	-1	Too few values to calculate p	-1
142540	-1	Too few values to calculate p	-1
145749	0,053885124	not rejected	7.102040501851621
154929	-1	Too few values to calculate p	-1
186149	-1	Too few values to calculate p	-1
370333	0,128900682	not rejected	17.560461909790618
407899	-1	Too few values to calculate p	-1
422626	-1	Too few values to calculate p	-1
424036	-1	Too few values to calculate p	-1
448706	0,001060478	rejected	51.94607396706431
470913	0,060555245	not rejected	3.5466043431518974
494648	9,45452E-05	rejected	23.53886217607764
497000	0,107898249	not rejected	11.686802853935097
510577	0,005345603	rejected	22.655152110717847

524000	-1	Too few values to calculate p	-1
528870	0,808435849	not rejected	26.18552239005815
529941	-1	Too few values to calculate p	-1
539581	-1	Too few values to calculate p	-1
539824	0,000658664	rejected	15.37339735236965
551978	-1	Too few values to calculate p	-1
555851	1,94053E-07	rejected	17.692924320358046
559867	5,80917E-24	rejected	5.999599345597363
560833	0,06962721	not rejected	15.347455121231821
563734	-1	Too few values to calculate p	-1
585497	-1	Too few values to calculate p	-1
821082	-1	Too few values to calculate p	-1
821093	-1	Too few values to calculate p	-1

10.7.4 US_GAVA

varunr	p-värde	status	standardavvikelse
002983	-1	Too few values to calculate p	-1
003000	-1	Too few values to calculate p	-1
006210	0,051046052	not rejected	10.9145924524174
006223	5,8596E-13	rejected	7.375670664521248
006267	6,52719E-12	rejected	8.603249523689517
010218	0,053224279	not rejected	13.986468524082408
012956	0,239221413	not rejected	8.083399418180829
012967	0,000100166	rejected	8.223464587537615
018765	1,10423E-08	rejected	11.305402698600117
024081	4,17303E-06	rejected	1.4041095643286008
024191	-1	Too few values to calculate p	-1
024541	-1	Too few values to calculate p	-1
024635	0,000610536	rejected	0.8147584678582637
027550	2,5233E-07	rejected	1.348212711256239
039079	-1	Too few values to calculate p	-1
039101	-1	Too few values to calculate p	-1
044814	0,137660504	not rejected	14.894351814574927
044823	0,021136491	rejected	8.358175496670079
052579	-1	Too few values to calculate p	-1
073851	-1	Too few values to calculate p	-1
074805	-1	Too few values to calculate p	-1
087491	-1	Too few values to calculate p	-1
088514	1,97604E-09	rejected	7.460249690445151
094202	0,001025967	rejected	6.436191126203274
094270	1,50511E-05	rejected	17.220807559976723
320796	2,17734E-07	rejected	7.146398107939395
389240	0,00486157	rejected	1.8758627206556355
394517	0,000781239	rejected	12.722632770593696
412779	1,41998E-05	rejected	4.5094821203862026

412916	-1	Too few values to calculate p	-1
424036	2,85934E-08	rejected	15.442810605854234
424903	-1	Too few values to calculate p	-1
452908	2,09759E-16	rejected	6.4598212003760915
486580	-1	Too few values to calculate p	-1
487561	-1	Too few values to calculate p	-1
499079	-1	Too few values to calculate p	-1
510145	-1	Too few values to calculate p	-1
514883	-1	Too few values to calculate p	-1
549773	-1	Too few values to calculate p	-1
551867	0,000833353	rejected	7.7521470589552575
552018	0,000197743	rejected	14.654035431848449
552026	-1	Too few values to calculate p	-1
563734	5,49533E-11	rejected	7.942377537409411
568885	0,000225794	rejected	9.284299911790388

10.7.5 US_IVA

varunr	p-värde	status	standardavvikelse
3000	-1	Too few values to calculate p	-1
6267	2,29121E-12	rejected	34.92016994848063
7054	-1	Too few values to calculate p	-1
10209	1,32556E-12	rejected	4.8490147233208365
24081	-1	Too few values to calculate p	-1
24180	0,00059644	rejected	2.7814899587330064
24191	0,001462435	rejected	1.1608760209835824
24213	7,96534E-05	rejected	2.480918302020801
27078	2,41543E-06	rejected	1.6529514574572535
27550	-1	Too few values to calculate p	-1
54056	-1	Too few values to calculate p	-1
59415	2,00011E-06	rejected	45.04968903609125
59424	0,170789274	not rejected	3.562626515972126
73851	0,000378215	rejected	1.0870063662355829
79085	3,25489E-08	rejected	43.231333831517055
88514	7,41432E-11	rejected	2.7838157585434407
90391	-1	Too few values to calculate p	-1
99341	-1	Too few values to calculate p	-1
128876	-1	Too few values to calculate p	-1
129759	-1	Too few values to calculate p	-1
137176	0,00040031	rejected	15.241061013866533
150086	1,35996E-05	rejected	1.0810361017350152
150094	9,26951E-06	rejected	5.169143485984716
150474	-1	Too few values to calculate p	-1
199661	0,052410736	not rejected	23.442615319493502
412779	0,027372111	rejected	4.806307492865633

412916	-1	Too few values to calculate p	-1
426525	-1	Too few values to calculate p	-1
452908	0,002049335	rejected	4.202836109218006
499079	2,72578E-15	rejected	5.336148634410469
551867	0,062487294	not rejected	2.179110072956199

10.7.6 VIN_LAH

varunr	p-värde	status	standardavvikelse
3000	-1	Too few values to calculate p	-1
6154	0,063202894	not rejected	7.7494750728888375
6232	3,81697E-09	rejected	10.627501445883153
6256	6,48896E-08	rejected	6.845802713553714
10209	0,00097387	rejected	9.781488373090234
12956	0,884690577	not rejected	13.574948102159778
18765	1,51628E-08	rejected	11.510928689290921
24081	0,096229943	not rejected	2.5017006050204658
24175	0,094791002	not rejected	1.320637285645338
24191	0,002891634	rejected	2.2389604255060536
24194	-1	Too few values to calculate p	-1
24541	-1	Too few values to calculate p	-1
24635	0,000277506	rejected	0.7203200307818479
27078	-1	Too few values to calculate p	-1
27550	0,25998703	not rejected	3.2075631776258966
29300	-1	Too few values to calculate p	-1
39079	-1	Too few values to calculate p	-1
39101	-1	Too few values to calculate p	-1
44814	0,048543778	rejected	26.32261019907235
44823	0,009021043	rejected	19.788031691526374
52579	-1	Too few values to calculate p	-1
52601	-1	Too few values to calculate p	-1
73851	6,5241E-14	rejected	5.036259060596842
74173	3,04941E-06	rejected	9.697114192822474
74787	-1	Too few values to calculate p	-1
79085	-1	Too few values to calculate p	-1
87491	1,18253E-05	rejected	8.652286184183794
87514	0,000457651	rejected	5.5978057302913635
90391	-1	Too few values to calculate p	-1
94202	-1	Too few values to calculate p	-1
94270	-1	Too few values to calculate p	-1
94293	-1	Too few values to calculate p	-1
129809	0,015064587	rejected	5.60338549397441
150466	6,34479E-09	rejected	5.544734695207398
150474	3,52129E-12	rejected	5.245560252905681
154508	0,002810296	rejected	9.315695065652

191539	0,024767638	rejected	21.71946608691364
320796	0,482219313	not rejected	10.498573444935186
324251	6,98281E-24	rejected	7.260245769879506
383498	-1	Too few values to calculate p	-1
389240	0,000578882	rejected	1.2155002379277293
394517	-1	Too few values to calculate p	-1
411603	-1	Too few values to calculate p	-1
412779	0,024291786	rejected	11.143015298420279
424036	0,000144178	rejected	20.49108624218383
424903	1,11443E-06	rejected	6.610994742040712
428110	-1	Too few values to calculate p	-1
452908	0,000458373	rejected	15.040023035202049
457353	-1	Too few values to calculate p	-1
486580	-1	Too few values to calculate p	-1
499079	3,82261E-06	rejected	4.799993836287956
499095	-1	Too few values to calculate p	-1
510145	-1	Too few values to calculate p	-1
527853	0,017552624	rejected	22.2903364181238
534487	-1	Too few values to calculate p	-1
534784	-1	Too few values to calculate p	-1
551867	0,210185266	not rejected	13.700664584580254
552018	0,224832158	not rejected	21.37094887040119
552034	0,000391692	rejected	21.621500298266284
552067	1,06962E-07	rejected	31.933802646714184
563734	-1	Too few values to calculate p	-1
568885	3,39202E-07	rejected	17.530647297648656

10.7.7 US_NIVA

varunr	p-värde	status	standardavvikelse
003000	-1	Too few values to calculate p	-1
006154	2,99469E-05	rejected	9.855989678585237
006267	0,011798705	rejected	86.89814993162088
010209	4,15883E-09	rejected	3.9916239965930553
024213	0,000392345	rejected	0.9871586744392767
027550	0,006677255	rejected	2.0672853308271826
039079	-1	Too few values to calculate p	-1
044814	2,22778E-07	rejected	6.626332622474413
044823	7,73787E-05	rejected	7.702949369824706
052579	-1	Too few values to calculate p	-1
059415	0,032074123	rejected	34.804584434139365
059424	1,23075E-05	rejected	3.6024215228651917
073851	5,32698E-09	rejected	2.0913848360702003
079085	0,001141523	rejected	37.62900394469434
088514	-1	Too few values to calculate p	-1

128876	-1	Too few values to calculate p	-1
150094	-1	Too few values to calculate p	-1
199661	0,216895046	not rejected	19.79191866340144
366401	2,48399E-08	rejected	5.731253206202765
394517	-1	Too few values to calculate p	-1
463334	5,84025E-07	rejected	1.39207392852722
499079	1,87507E-06	rejected	3.2671939356300457
529958	-1	Too few values to calculate p	-1
551978	1,97454E-06	rejected	11.364652455917295
568885	5,86811E-11	rejected	2.9296484834680068