

Silje Fuglestein
Rebecca Røed

Forbedring av sterilflyten på sykehus ved hjelp av Lean tankegang

Improving the sterile flow in hospitals using Lean
thinking

Bacheloroppgave i Logistikingeniør
Veileder: Logan Reed Vallandingham
Mai 2022

Silje Fuglestein
Rebecca Røed

Forbedring av sterilt flyten på sykehus ved hjelp av Lean tankegang

Improving the sterile flow in hospitals using Lean
thinking



Bacheloroppgave i Logistikingeniør
Veileder: Logan Reed Vallandingham
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



Fakultet for økonomi

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

Bacheloroppgave TLOG3001

Tittel: Forbedring av steriltflyten på sykehus ved hjelp av Lean tankegang Improving the sterile flow in hospitals using Lean thinking	Prosjektnummer: 18
Forfattere: Fuglestein, Silje Røed, Rebecca	Dato: 20.05.22
	Gradering: Åpen
Studieretning: Logistikkingeniør – Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse – NTNU Trondheim	
Veileder: Vallandingham, Logan Reed	
Oppdragsgiver: St. Olavs hospital HF	
Oppdragsgivers kontaktperson: Berg, Ann Margrethe	

Det blir i denne bacheloroppgaven undersøkt hvordan Lean tankegang kan implementeres i sterilprosessen på St. Olavs hospital. Ved å fokusere på de tre avdelingene bevegelsesenteret, akuttten og hjerte-lunge senteret, og kvinne-barn senteret, dannes det ulike perspektiv samt en fordypning av prosessen.

Lean verktøy som Value Stream Mapping blir brukt som et visualiserende hjelpemiddel for kartlegging av ikke-verdiskapende aktiviteter. 5S og kanban blir her lagt frem som mulige løsninger for noen av problemområdene.

Stikkord:

Lean tankegang, Lean verktøy, effektivisering, visualisering, sterilprosess, material- og informasjonsflyt.

Keywords:

Lean mindset, Lean tools, efficiency, visualization, sterile process, material- and information flow.

Forord

Denne bacheloroppgaven er vår avsluttende oppgave for logistikkingeniørstudiet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, våren 2022. Oppgaven er skrevet av Silje Fuglestein og Rebecca Røed.

Gjennom studiet har vi tilegnet oss bred kunnskap innen ulike emner som har gitt oss et godt grunnlag for å se løsninger, strukturer og muligheter for forbedring. Blant annet fag som TLOG2008 Lean produksjon og kvalitetsstyring, TLOG2011 Logistikkteknologi og digitalisering og TLOG3010 Ledelse av integrerte verdikjeder, har gitt oss kompetanse og forståelse på hvordan vi kan knytte kunnskap opp mot samfunnsrelaterte problemstillinger.

Denne oppgaven omfatter hvordan en kan bruke Lean tankegang i sterilprosessen på sykehus for å kartlegge de ulike aktivitetene, identifisere ulike løsninger for effektivisering og optimalisering. Muligheten for bruk av Lean tankegang på sterilt gods er lite studert tidligere, og er derfor et spennende tema å undersøke.

Først og fremst vil vi takke St. Olavs hospital for å ha bidratt til vår bacheloroppgave. De har vært svært hjelpelige og gitt oss mulighet til å bli kjent med sykehusets systemer. Vi vil også takke avdelingssjef for steril forsyning, Ann Margrethe Berg for engasjement og henvisning til logistikkoperatører, seksjonsledere og koordinatører på bevegelsessenteret, akutten og hjerte-lunge senteret, og kvinne-barn senteret. Til slutt vil vi gi en stor takk til vår veileder Logan Reed Vallandingham for gode innspill, tilbakemeldinger og veiledning for oppgaven.

Dato/ Silje Fuglestein:

20.05.2022



Dato/ Rebecca Røed

20.05.2022



Sammendrag

Norge står i dag overfor en økende befolkningsvekst, som fører til at sykehusene må tilpasse seg for å møte fremtidens behov. Ressurser som arbeidskraft og kapasitet vil være under press, som medfører til behov for standardisering, forbedring og effektivisering av prosesser.

En av primærfunksjonene til et sykehus er sterilt gods, som blant annet benyttes i alle kirurgiske inngrep. Det stilles krav til renhold og sterilisering av instrumenter, og det er derfor viktig at sterilprosessen fungerer optimalt.

Denne bacheloroppgaven skal besvare problemstillingen om hvordan Lean tankegang kan brukes for å identifisere ulike kilder for sløsing i sterilprosessen, og videre komme med forbedrende og effektiviserende løsninger. Det har i samarbeid med St. Olavs hospital blitt undersøkt material- og informasjonsflyten mellom sterilsentralen og bevegelsesenteret, akutten og hjerte-lunge senteret, og kvinne-barn senteret.

Det er blitt gjennomført intervjuer, observasjoner og møter for innhenting av informasjon fra de ulike avdelingene, som har dannet et solid grunnlag for oppgaven. Fra denne informasjonen har det blitt brukt Lean verktøy som Value Stream Mapping for å identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter langs verdikjeden. Både den nåværende situasjonen og den ønskede fremtidige situasjonen har blitt visualisert for alle de tre avdelingene.

Kapasiteten på uren sone på sterilsentralen er en felles flaskehals for alle avdelingene, og er avgjørende for den totale ledetiden gjennom sterilprosessen. Styringsprinsipp for bestilling er ulikt i avdelingene, og har vist seg å ha forbedringspotensial. Tatt i betraktning at oppgitt informasjon er korrekt, vil Lean verktøy som 5S og kanban bestillingsmetodikk være gode løsninger for å oppnå bedre flyt i sterilprosessen for de identifiserte problemområdene.

Abstract

Norway is currently facing an increasing population growth, which means that hospitals must adapt to meet the needs of the future. Resources such as manpower and capacity will be under pressure, causing a need for standardization, improvement and streamlining of processes.

One of the primary functions of a hospital is sterile goods, which are used in all surgical procedures. Requirements are set for cleaning and sterilization of instruments, therefore it is important that the sterilization process functions optimally.

This bachelor thesis will answer the question of how Lean thinking can be used to identify different sources of waste in the sterilization process, and further come up with improved and streamlined solutions.

In collaboration with St. Olavs hospital, the flow of materials and information between the Sterilization Centre and the Movement Centre, the Emergency and Cardiothoracic Centre, and the Women and Children Centre has been investigated.

Interviews, observations and meetings have been conducted to obtain information from the various departments, which has formed a solid basis for this thesis. From this information, Lean tools such as Value Stream Mapping have been used to identify non-value-adding activities along the value chain. Both the current state and the desired future state have been visualized for all three departments.

The capacity of the unclean zone at the Sterilization Centre is a common bottleneck for all departments, and is crucial for the total lead time through the sterilization process. The management principle for ordering goods is different in each department, and it has shown great potential for improvement. Considering that the information provided is correct, Lean tools such as 5S and kanban ordering methodology will provide good solutions to achieve improved flow in the sterilization process for the identified problem areas.

Definisjoner

- AGV Automated Guided Vehicle
- AHL Akutten og hjerte-lunge senteret
- JIT Just-In-Time
- RFID Radio Frequency Identification
- SKU Lagerbeholdningsnummer
- SSG Sterilt sirkulasjonsgods
- TPS Toyota Production System
- VSM Value Stream Mapping
- WIP Work in progress

Innholdsfortegnelse

1. INTRODUKSJON	1
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	1
1.2 PROBLEMSTILLING	2
1.3 AVGRENSNING	2
1.4 OPPGAVENS DISPOSISJON	3
2. TEORETISK GRUNNLAG	4
2.1 LEAN	4
2.1.1 <i>Lean i Sykehus</i>	4
2.1.2 <i>Lean verktøy</i>	8
2.2 MATERIAL- OG INFORMASJONSFLYT PÅ SYKEHUS	12
2.2.1 <i>AGV som materialhåndteringssystem</i>	12
2.2.2 <i>Digitalisering av informasjonsflyt</i>	13
2.3 SAMMENDRAG	15
3. FORSKNINGSDESIGN	16
3.1 VALG AV METODE	16
3.2 DATAINNHEITING	17
3.3 METODENS VALIDITET	18
4. CASE	19
4.1 ST. OLAVS HOSPITAL	19
4.2 STERILPROSESSEN; STERILT GODS PÅ SYKEHUS	20
5. ANALYSE	29
5.1 BEVEGELSESENTERET	29
5.2 AKUTTEN OG HJERTE-LUNGE SENTERET	33
5.3 KVINNE-BARN SENTERET	36
5.4 SAMMENDRAG	39
6. DISKUSJON	41
6.1 DE EKSTERNE PROBLEMMOMRÅDENE	41
7. KONKLUSJON	45
8. VIDERE ARBEID/FORSKNING	47
9. REFERANSELISTE	48
VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE	51
VEDLEGG 2: FORPROSJEKT	51

Liste over figurer

Figur 1 Lean definert på tre abstraksjonsnivå (Karlsen et al., 2014)	7
Figur 2 5S	11
Figur 3 Materialhåndtering, AGV (Quirepace, n.d).....	13
Figur 4 Embedded single-case study for St. Olavs hospital (Yin, 2009)	16
Figur 5 St. Olavs hospital (St. Olavs hospital)	19
Figur 6 Forenklet flytdiagram for sterilprosessen	21
Figur 7 Eksempel på brikke (CFULL, n.d)	22
Figur 8 Tabellen og sektordiagrammet viser fordelingen av antall enheter de ulike avdelingene har (2020). Her er ORT bevegelsessenteret, KVOP kvinne-barn senteret og HLOP akuten og hjerte-lunge senteret.....	23
Figur 9 Eksemplar av bestillingsliste for sterilt gods, kvinne-barn senteret	24
Figur 10 Overblikk over St. Olavs hospital (Larssen et al., 2014).....	25
Figur 11 Kart over AGV-rute (Vaule, 2018).....	25
Figur 12 AGV på St. Olavs hospital (Søraa, 2021).....	27
Figur 13 VSM Bevegelsessenteret - nåværende situasjon	30
Figur 14 VSM Bevegelsessenteret - fremtidig situasjon.....	32
Figur 15 VSM AHL - nåværende situasjon.....	34
Figur 16 VSM AHL - fremtidig situasjon	35
Figur 17 VSM Kvinne-barn senteret - nåværende situasjon	37
Figur 18 VSM Kvinne-barn senteret - fremtidig situasjon.....	38
Figur 19 kanban-bestillingssystem på kvinne-barn senteret	42

Liste over tabeller

Tabell 1 Oppgavens disposisjon.....	3
Tabell 2 Kilder til sløsing for produksjon og sykehus (Sternberg et al., 2013, Torgersen, 2011a) ..	6
Tabell 3 Oversikt over VSM-symboler (Rother and Shook, 2009)	10
Tabell 4 Intervjuoversikt	18
Tabell 5 Oppsummering av identifiserte problemområder	40

1. Introduksjon

I 2021 var det 2 020 276 pasienter som ble behandlet på norske sykehus (Statistisk sentralbyrå, 2022). Grunnet befolkningsvekst og en kommende eldrebølge må sykehusene tilpasse seg for å møte fremtidens behov (Regjeringen.no, 2016). Forventningene til fremtidig helsesektor er derfor økende samtidig som ressurser er under et stort press (Folkehelseinstituttet, 2021). For å kunne tilfredsstille de fremtidige behovene er det da nødvendig med en optimal forsyningskjede for å kunne imøtekomme de økende forventningene.

En avgjørende og nødvendig funksjon for sykehuset er sterilprosessen. Dette er prosessen av alt sterilt gods som er i omløp på sykehuset, hvor sterilsentralen fungerer som en monopol-leverandør. Prosessen er sirkulær da sterilsentralen leverer sterilt gods til de ulike avdelingene, og får det urent tilbake for ny sterilisering. Sterilt gods brukes daglig og er nødvendig for å kunne gjennomføre alt fra mindre inngrep til større operasjoner.

For at sykehuset skal møte fremtidens behov for kapasitet er det nødvendig å se etter forbedringsmuligheter for primærfunksjonene. En godt anvendt tankegang for forbedring og effektivisering er implementering av Lean. Siden Lean først og fremst har blitt brukt innen produksjonsindustri, kan det oppstå utfordringer ved implementering innen helsesektoren. En ser derimot at det er observert lovende resultater hos helseorganisasjoner i andre land (Karlsen et al., 2014). Anvendelse av Lean i sterilprosessen har derfor mulig potensiale til å forbedre flyten av sterilt gods på sykehus.

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Våren 2021 skrev studentene semesteroppgave i TLOG2011, Logistikkteknologi og digitalisering. Denne omhandlet temaet intern pasientlogistikk på sykehus. Temaet vekket en interesse og en videre motivasjon til å fordype oss mer på dette området. Ved hjelp av Dr. Alireza Ashrafian ble studentene anbefalt til å ta kontakt med stipendiat Logan Reed Vallandingham, som skriver doktorgrad som en del av forskningsprosjektet «Improved patient flow and resource utilization at St. Olavs hospital». Fra samarbeid med Logan Reed Vallandingham fikk studentene innhentet nyttig informasjon om temaet, samt en god forståelse for emnet.

Sykehus og generelle logistikkutfordringer innen helsesektoren var noe studentene videre ville undersøke, og ble med dette bakgrunnen for vår bacheloroppgave i TLOG3001. Logan Reed Vallandingham ble dermed et naturlig valg som veileder. Studentene, i samarbeid med veileder, kom frem til at det kunne være interessant å undersøke logistikken rundt sterilsentralen. Da dette er en kritisk prosess som må fungere optimalt til enhver tid, medførte det til en indre motivasjon for oppgaven.

Fra møter med St. Olavs hospital ble det diskutert ulike utfordringer som sykehuset står overfor i dag, og mulige problemstillinger som kunne være aktuelle. Studentene informerte om at det var av interesse å skrive om sterilsentralen, og det ble da informert om at den interne prosessen nylig var blitt studert og forbedret. Det var derimot av stor interesse for St. Olavs at den eksterne prosessen av sterilt gods inn og ut av sterilsentralen ble undersøkt.

1.2 Problemstilling

Da Lean har vist seg å gi gode resultater innen helsesektoren, ser studentene muligheten for å undersøke i hvilken grad Lean tankegang er anvendelig i sterilprosessen på St. Olavs hospital. Studentene skal dermed ved hjelp av Lean tankegang se etter muligheter for forbedring langs prosessen. Problemstillingen er med dette:

«Hvordan kan implementering av Lean være med på å identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter i sterilprosessen, samt finne forbedrende og effektiviserende løsninger.»

1.3 Avgrensning

Sterilprosessen er kompleks og innebærer koordinering mellom flere avdelinger. I denne oppgaven fokuserer studentene på den eksterne steriltflyten mellom sterilsentralen og avdelingene bevegelsessenteret, akuten og hjerte-lunge senteret (AHL), og kvinne-barn senteret.

De nevnte avdelingene ble valgt i samarbeid med avdelingssjef for steril forsyning på St. Olavs hospital. Den nåværende situasjonen på sykehuset er at det sterile godset blir transportert ved hjelp av Automated Guided Vehicles (AGV) mellom sterilsentralen og de ulike avdelingene. Det er valgt å ikke fokusere på det tekniske ved AGV-ene, men derimot se på koordineringen av den helhetlige

materialflyten. Studentene har også valgt å undersøke informasjonsflyten, altså den transparente verdikjeden mellom avdelingen og sterilsentralen.

1.4 Oppgavens disposisjon

Oppgaven er delt inn i følgende åtte deler:

Tabell 1 Oppgavens disposisjon

Kapittel	Innhold/beskrivelse
Kapittel 1 <i>Introduksjon</i>	Viktigheten av en optimal sterilprosess, samt bakgrunn for oppgaven
Kapittel 2 <i>Teoretisk grunnlag</i>	Redegjøres for relevante teorier som tas i bruk for å besvare problemstilling
Kapittel 3 <i>Forskningsdesign</i>	Beskrivelse av valgt forskningsmetode, samt validitet av metode
Kapittel 4 <i>Case</i>	Forklaring av hvordan sterilt gods blir håndtert på St. Olavs hospital
Kapittel 5 <i>Analyse</i>	Analyse av sterilprosessen for bevegelsessenteret, AHL og kvinne-barn senteret i form av VSM, og kartlegging av ikke-verdiskapende aktiviteter samt løsninger
Kapittel 6 <i>Diskusjon</i>	Beskrivelse av viktige funn, samt resultat- og metode diskusjon
Kapittel 7 <i>Konklusjon</i>	Besvarer problemstilling
Kapittel 8 <i>Videre arbeid/forskning</i>	Forslag til videre arbeid/forskning

2. Teoretisk grunnlag

I dette kapitlet skal det dannes et teoretisk grunnlag for å kunne besvare oppgavens problemstilling. Det vil først gjøres rede for Lean og dens funksjon i sykehus, og deretter ulike teknologier som er effektiviserende for material- og informasjonsflyt.

2.1 Lean

Lean er en tankemåte og filosofi som har opphav i bilindustrien, nærmere spesifisert hos Toyota, og hadde i starten benevnningen TPS, Toyota Production System (Anvari et al., 2011). Implementering av Lean tankegang har vist seg å ha stor innvirkning på riktig leveringstidspunkt, servicenivå, kostnad og kvalitet (Sloan et al., 2014).

Systemet deres ble utviklet over flere år med kontinuerlig forbedring av produksjonen, blant annet ved å fjerne ikke-verdiskapende aktiviteter, beskrevet som sløsing. Dette er aktiviteter som ikke direkte skaper noe verdi for kunden, og kan for eksempel være lange transporttider og ventetider. Ledetiden, som er tiden det tar fra en kunde bestiller en vare til den er levert, blir dermed kortere og servicenivået høyere (Rølfesen et al., 2014).

Produksjonen ble ikke bare raskere, men det ble også fokus på kontinuerlig kvalitetssikring for å ikke levere produkt av lav kvalitet (Toyota, 2022). Tankemåten om en slik forenklet og forbedret arbeidsmetode ble først kjent som Lean i amerikansk forskning og litteratur på slutten av 1980-tallet. Direkte oversatt betyr begrepet «slank produksjon» eller bare «slank», og indikerer å bruke så lite ressurser som mulig og samtidig skape en best mulig flyt av material og informasjon. På 1990-tallet ble konseptet mer utbredt, og begynte å tas i bruk innen flere virksomheter som blant annet banker, forsikringselskap, programvareselskap og sykehus (Rølfesen, 2014).

2.1.1 Lean i Sykehus

Selv om Lean har vært kjent og tatt i bruk i over tre tiår, ble ikke begrepet «Lean i sykehus» brukt før 2001 i Storbritannia og 2002 i USA (Karlsen et al., 2014). Lean kan egne seg bra i helsesektoren da kontinuerlig forbedring og effektivisering av prosesser er sentralt i denne sektoren, samtidig som den er direkte verdiskapende for pasientene (Karlsen et al., 2014).

I følge Souza og Pidd (2011) er Lean en effektiv måte å forbedre helsetjenester på. De identifiserer tre hovedgrunner til den voksende interessen for Lean i sykehus. Den første grunnen er at økt fokus på kostnader gjør at det undersøkes måter å optimalisere arbeidsoppgaver på. Den andre grunnen er å fjerne sløsing og ikke-verdiskapende aktiviteter for å opprettholde de nasjonale målene for ventetider. Den siste grunnen er at det er observert lovende resultater hos helseorganisasjoner i andre land, som skaper et ønske om endring (Souza and Pidd, 2011).

Innen Lean defineres det ofte syv former for sløsing, også kalt muda (Sternberg et al., 2013). Unødvendig transport, lagring og bevegelse er eksempler på dette. Det er aktiviteter som ikke er av verdi for kunden, og derfor noe som burde reduseres eller kvittes med. Innen produksjon er kunden definert som de som har et behov for varen som produseres, mens på et sykehus er kunden ofte definert som pasienten.

Former for sløsing defineres forskjellig mellom hver virksomhet. Tabell 2 visualiserer ulike eksempler for de syv formene for sløsing innen produksjon og på sykehus.

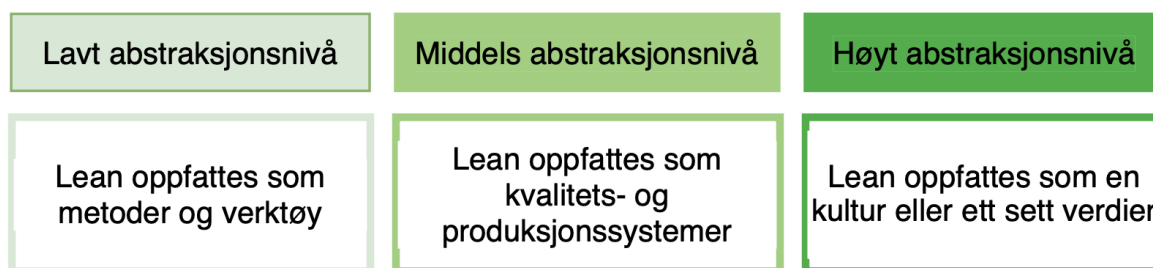
Tabell 2 Kilder til sløsing for produksjon og sykehus (Sternberg et al., 2013, Torgersen, 2011a)

Sløsing	Lean i produksjon	Lean i sykehus
Feil/avvik	<ul style="list-style-type: none"> • Produktene holder ikke til standarden 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraarbeid grunnet feil tidligere i verdikjeden • Arbeid med feilsendt eller irrelevant dokumentasjon
Unødvendig lagring	<ul style="list-style-type: none"> • For høyt antall varer på lager grunnet høyere produksjon enn etterspørsel 	<ul style="list-style-type: none"> • Restanser i forhold til arbeidsoppgaver. Restanser er her arbeidsoppgaver som ikke er avsluttet av andre.
Overkvalitet	<ul style="list-style-type: none"> • Overkvalitet på et produkt – tilbyr høyere standard eller flere tjenester enn hva som er etterspurt av kunde 	<ul style="list-style-type: none"> • Å arbeide lenger på en sak enn nødvendig • Bruke ressurser på å utarbeide rapporter som blir lite brukt • Utarbeide flere kopier av pasientopplysninger
Overproduksjon	<ul style="list-style-type: none"> • Produserer flere varer enn hva som er etterspurt på markedet. Sløsing av material, bruk av lagringsplass og dermed høyere kapital 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeide mer enn nødvendig • Flere utfører samme arbeidsoppgave • Utfører oppgaver som ikke er nødvendig
Unødvendige bevegelser	<ul style="list-style-type: none"> • Bevege seg unødvendig for å hente verktøy • Alle bevegelser som ikke er direkte tilknyttet verdiskaping 	<ul style="list-style-type: none"> • Å bli unødig avbrutt • Å måtte skifte klær unødvendig mellom arbeidsoppgaver • Sette seg inn i arbeidsoppgaver flere ganger på grunn av avbrytelser • Bevege seg lange avstander mellom arbeidsstasjoner
Unødvendig transport	<ul style="list-style-type: none"> • For lang transport av varer og materiale mellom stasjoner 	<ul style="list-style-type: none"> • Flytte dokumenter unødig • Lange avstander for å hente utstyr og pasienter
Unødvendig venting	<ul style="list-style-type: none"> • Venting av varer og personell mellom stasjoner grunnet en stasjon som arbeider tregere 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasienter venter fordi personell eller materiale ikke er klart • Personell venter fordi pasient eller materiale ikke er klart

Slik en ser fra tabell 2 er sløsing i form av overproduksjon å produsere flere varer enn hva som er etterspurt på markedet innen produksjon, mens det på sykehus vil være å arbeide mer enn nødvendig eller å utføre samme arbeidsoppgaver. Det er viktig å fjerne kilder til sløsing og ikke-verdiskapende aktiviteter for å oppnå en god flyt.

Flyt er et sentralt begrep når det kommer til Lean. Det å skape flyt i en virksomhet vil si at alle bevegelsene og aktivitetene gjennom verdikjeden skal skje med jevn bevegelse uten unødvendige stopp. Produkter og tjenester flyttes derimot ikke tilbake i verdikjeden (Womack and Jones, 2003). Et sykehus er ofte delt inn i operasjonelle enheter som gjerne opererer selvstendig, noe som er med på å skape utfordringer for flyten på sykehuset. Lean har som fokus at det ikke er tilstrekkelig å optimalisere en individuell enhet, men at det er optimalisering av den totale prosessen som må til for å oppnå forbedring (Karlsen et al., 2014). Pasientflyt, altså flyten av pasienter, er et aktuelt tema når det kommer til Lean i sykehus. I følge Mazzacato er helsetjenester systemstyrt og har fokus på spesialistområder og profesjoner hvor problemene til pasienten blir analysert enkeltvis. Det å ikke se helheten rundt pasienten sitt behov, mener Mazzacato at kan medføre til utfordringer med fokus på prosessflyten (Mazzacato et al., 2012).

I følge Modig og Åhlstrøm (Karlsen et al., 2014) kan Lean defineres på tre forskjellige abstraksjonsnivåer:



Figur 1 Lean definert på tre abstraksjonsnivå (Karlsen et al., 2014)

Ved bruk av Lean i sykehus, ser en at det er et stort fokus på verktøy. I sykehus blir det for det meste brukt et lavt abstraksjonsnivå, som vil si at de tar i bruk enklere metoder og verktøy for å forenkle prosesser (Karlsen et al., 2014).

2.1.2 Lean verktøy

Flyt er som nevnt tidligere et sentralt tema når det kommer til Lean. Det finnes derfor en rekke ulike verktøy for å oppnå en bedre flyt ved å identifisere ulike kilder til sløsing. «Et verktøy blir et Lean-verktøy når det bidrar til at virksomheten blir bedre i stand til å etterleve et Lean-prinsipp, og dermed også en ledelsesfilosofi» (Ringen and Rolfsen, 2014). Tre av disse verktøyene er blant annet kanban, Value Stream Mapping (VSM) og 5S (Torgersen, 2011b).

Kanban og Pull produksjon

Kanban er en teknikk som handler om å kontrollere etterspørsel og flyt av produkter. Verktøyet kan brukes for å starte produksjon av produkter basert på reell etterspørsel i forhold til prognoser og hva en tror kunden trenger (Rolfsen et al., 2014). Intensjonen med kanban er at det kan bli gitt beskjed til forrige ledd i prosessen angående hvor mye varer som er nødvendig og når det skal bli levert. Dette gir et smidig og behovsstyrt produksjonssystem (Rolfsen et al., 2014).

Kanban ble opprinnelig brukt hos Toyota Motor Company, og det er fire egenskaper som er karakteristiske. Bruk av kommunikasjonssignaler er den første, og går ut på kommunikasjon i forbindelse med hvor mye som skal produseres og transporteres. Når det fortelles hvor mye som skal produseres, settes det i gang en pull produksjon, som er den andre egenskapen ved kanban (Junior and Filho, 2010). Pull produksjon utgjør sammen med kanban en effektiv, strategisk og økonomisk planlegging for utstyrshåndtering (Aguilar-Escobar et al., 2015).

Hvert trinn i produksjonsprosessen er ved kanban visuelt kontrollert av de ansatte, som gir en total kontroll av produksjonsflyten. Da prosessen kontrolleres visuelt samt at kommunikasjonssignaler kontrollerer antall varer i arbeid, fører det til at flaskehalser lett kan oppdages. Varer i arbeid (WIP) kan derfor begrenses, og bufferlager kan minimeres (Junior and Filho, 2010). Med en pull produksjon og få varer i arbeid, er det mulighet for å kunne imøtekomme Just-In-Time (JIT) prinsippet. JIT går ut på å produsere noe når det først er behov for det, og ikke før (Rolfsen et al., 2014).

Et av de typiske verktøyene en ser at sykehus tar i bruk, er et kanban-lignende prinsipp. Ved bruk av kanban-systemer blir utstyr strategisk og operasjonelt koblet opp til produksjonsbehovet, som skaper en pull produksjon (Aguilar-Escobar et al., 2015). Da etterspørsel på sykehus er varierende og lite fastsatt, vil en slik strategisk produksjon kunne være optimalt.

Helsesektoren er noe som står sentralt i ethvert samfunn, og det er derfor viktig å være åpen for å implementere en Kaizen kultur. Dette er en kultur som har fokus på å proaktivt opprettholde en regelmessig og kontinuerlig forbedring av prosessen. Helsesektoren krever en kontinuerlig endring og store investeringer for å kunne levere den optimale kvaliteten til pasientene (Rishaug and Solli, 2019).

VSM

VSM er et nyttig verktøy som kan visualisere hele prosessen, hvor man visuelt kan identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter og da finne kilder til sløsing (Torgersen, 2011b).

Her er hovedmålet å kartlegge de ulike aktivitetene, både verdiskapende og ikke-verdiskapende. Ved produksjon av et fysisk produkt, vil det ofte følges en kjede av enkeltprosesser. Disse er viktige å kartlegge for å få et overblikk over verdikjeden, slik at det er mulighet for å redusere unødvendige ledd som ikke gir verdi til sluttresultatet. Ikke-verdiskapende aktiviteter kan for eksempel være transport og lagring (Rolfsen et al., 2014).

Hensikten med VSM er blant annet å danne et forslag til forbedring av nåværende verdikjede. Her får man definert verdien for de ulike interessentene, og samtidig finne ut hvordan en skaper en best mulig flyt som optimaliserer verdien (Rolfsen et al., 2014). En kan dele inn VSM i både nåværende situasjon og fremtidig situasjon. Et nåværende VSM gjenspeiler hva som faktisk skjer i prosessen i dag, og er derfor veldig viktig for å kunne kartlegge eventuelle forbedringer. En fremtidig VSM har som mål å etablere en produksjonskjede der prosessene er knyttet til kundene og danner en kontinuerlig flyt, uten form for hindringer eller sløsing (Rother and Shook, 2009).

VSM er på mange måter sett på som starten ved implementering av Lean i virksomheter (Marin-Garcia et al., 2021). Helsesektoren har også sett nytte i å ta bruk av VSM. Ved bruk av VSM er det mulighet for å skape en kultur som verdsetter pasientens og personellens behov, samtidig som de kan ha fokus på en kontinuerlig forbedring (Marin-Garcia et al., 2021).






I VSM blir det brukt symboler som representerer ulike bevegelser og prosesser. Med dette er det enklere å visualisere de ulike ikke-verdiskapende aktivitetene, samtidig som en får en oversikt over hvordan prosessen fungerer. Det er mange anerkjente symboler som blir brukt i VSM, og det er fullt

mulig å legge til egne symboler som tilfredsstillende behov for prosessen (Rother and Shook, 2009).

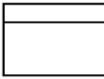


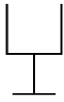

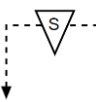
Under er en liste av typiske brukte symboler:

Tabell 3 Oversikt over VSM-symboler (Rother and Shook, 2009)

Material symboler:

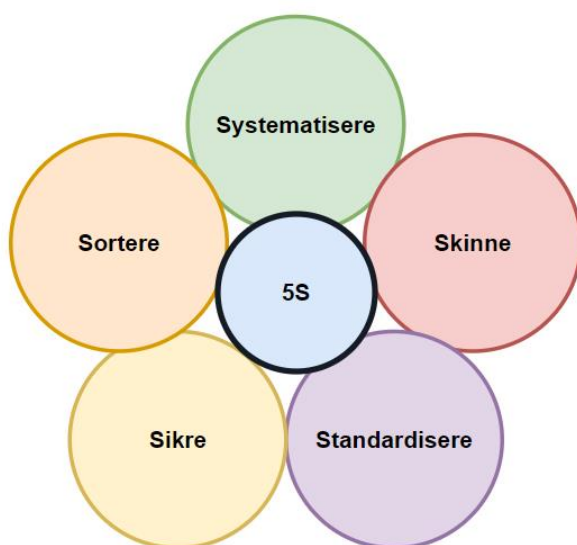
	Dette symbolet representerer leverandøren og befinner seg som regel i venstre hjørne i et VSM.
	Dette symboler betyr lager, og viser på et VSM hvor lager befinner seg i prosessen.
	Tykk pil beskriver den fysiske materialflyten. Pilen viser som regel levering av en ferdigprodusert vare.
	Dette symbolet er buffer lager, «safety stock». Bufferlageret er som regel plassert på steder i prosessen som er sårbare for resultatet.
	Symbolet representerer kjøretøy som er med på å frakte materiale i prosessen, som regel fra leverandør til kunde.

Informasjon symboler:

	Symbolet betyr produksjonskontroll, og representerer kontrolløren av prosessen. Symbolet er som regel plassert øverst i midten.
	Pilen symboliserer manuell informasjonsflyt.
	Pilen symboliserer elektronisk informasjonsflyt.
	Symbolet representerer kanban post.
	Symbolet representerer Sequenced Pull Ball og er med på å gi instruksjoner for å umiddelbart produsere en forhåndsbestemt enhet.
	Dette symbolet heter «one-per-batch» kanban. Signaliserer når det er tomt av noe, og en ny enhet må produseres.

5S

5S er et Lean verktøy som er kjent for å forbedre systemytelsen. Det handler i hovedsak om å standardisere arbeidsprosedyrer for å fjerne ikke-verdiskapende aktiviteter og sløsing (Omogbai and Salonitis, 2017). Det kan på mange måter blir sett på som opprydding av en virksomhet, da resultatet som regel viser seg å være synlig (Liker and Meier, 2006). Navnet 5S kommer av at det er fem ulike aktiviteter som implementeres.



Figur 2 5S

Den første aktiviteten er å sortere. Her gjennomgås alt verktøy og utstyr som blir brukt på en arbeidsplass, hvor kun det nødvendige blir beholdt og resten blir kastet. Arbeidsplassen er nå forenklet og mer oversiktlig. Systematisere er neste aktivitet, og går ut på å systematisere det utstyret du har valgt å beholde. Her skal alt utstyr plasseres hensiktsmessig i forhold til hvor det trengs, slik at arbeidsflyten på arbeidsplassen effektiviseres. Videre er det viktig å holde det rent og ryddig, og her kommer den tredje S-en inn, skinne. Dette er noe som skal gjøres på daglig basis for å opprettholde orden. Det er viktig at alle vet hva de skal gjøre på sitt ansvarsområde, og dette gjøres ved å standardisere arbeidsoppgavene og rutinene. Den siste aktiviteten går ut på å sikre de fire første stegene, slik at alt blir riktig gjennomgått og at de nye rutinene blir overholdt (Ingvaldsen and Ringen, 2014).

Metoden 5S kan brukes på flere områder, inkludert på sykehus. Her har ofte personell ulike roller innenfor samme område eller arbeidsoppgave. Det kreves derfor bra samarbeid og god kommunikasjon mellom de ulike partene. Metoden sikrer her bra samarbeid fordi det er god oversikt over hva de ulike arbeidsoppgavene innebærer da de er standardiserte. Det kreves ikke noen spesiell kunnskap for å forstå dette verktøyet, som gjør at alle kan være inkludert i implementeringen (Ingvaldsen and Ringen, 2014). På sykehus foregår det mange arbeidsoppgaver som kan være kritiske for pasientene. 5S har vist seg å gi generelle forbedringer i medarbeiderinvolvering, organisasjonskommunikasjon og teamarbeid, som er viktig på sykehus da ulikt personell jobber med de samme pasientene (Randhawa and Ahuja, 2017). Det er med dette veldig relevant å implementere 5S for å sortere, systematisere, standardisere og sikre arbeidsplassen slik at minst mulig feil og avvik skjer (Sonu, 2018).

2.2 Material- og informasjonsflyt på sykehus

Den fjerde industrielle revolusjonen, også kalt Industry 4.0, er med på å digitalisere og revolusjonere hele verden. Revolusjonen og relaterte teknologier gir et stort potensial for forbedring, effektivisering og kostnadsreduering innen de fleste industrier og sektorer (PWC, 2016).

2.2.1 AGV som materialhåndteringssystem

Automated guided vehicles, AGV, er et autonomt materialhåndteringssystem som transporterer og håndterer materiale internt og eksternt gjennom blant annet lager, distribusjonssenter og produksjonsanlegg. De har kapasiteten til å flytte store volum av materiale på en repetitiv måte, og er derfor et effektiviserende alternativ til manuell transport (Vis, 2006).

AGV-en ble først introdusert på tidlig 1950-tallet og var da basert på tog teknologi. De var omtalt som slepetog, og kunne slepe tung last etter seg og bli navigert ved hjelp av innebygde ledninger i fabrikkgulvet (Invia Robotics, 2019). AGV-ene kan bli navigert ved blant annet magnetbånd på gulvet, optiske striper og laserveiledning (Sankari and Imtiaz, 2016).

AGV-er ble i sin startfase kun brukt for enkle operasjoner i varehus og fabrikker. Det var ikke før på slutten av 1990-tallet til 2010-tallet at teknologien var utviklet nok til at det kunne sees som helt trygt å tas i bruk på sykehus (Ullrich, 2014). Det moderne sykehus har som mål at helsepersonell

skal bruke all sin tid og arbeidskraft til pasientbehandling, og det er derfor optimalt å kunne overlate flyten av materiale og utstyr til de autonome robotsystemene.



Figur 3 Materialhåndtering, AGV (Quirepace, n.d)

2.2.2 Digitalisering av informasjonsflyt

«Uansett hvilken virksomhet man representerer, er det viktig å opprettholde kommunikasjonen med involverte parter, slik at usikkerhet blir erstattet med kunnskap, trygghet og visshet» (Sommerseth, 2020).

PwC legger frem fem steg for å kunne møte fremtidens konkurranse i en mer digitalisert verden. Det første er å implementere en multikanal som kan utnytte og håndtere utallige kilder for blant annet etterspørsel og bestilling av leveranser. Å sammenkoble mobiler, sensorer og internettilknyttede maskiner og apparater, kan effektivisere og optimalisere en slik prosess. Det femte steget er å implementere «no-touch»-prosesser. Dette er automatiserte prosesser ved hjelp av Big data og samhandling mellom parter internt og eksternt i bedriften. Disse to stegene kan sammen føre til økt automatisering og forbedring av informasjonsflyt gjennom en prosess og internt i en bedrift (PWC, 2016).

Det er viktig at informasjonsflyt på et sykehus foregår digitalt for å kunne samle og bevare alt av informasjon. Det kan være viktig informasjon angående pasienter, medisinbehandling, materialstyring og generell planlegging som må være riktig. Materialstyring er viktig å ha riktig og oppdatert informasjon på fordi instrumentene brukes i kritiske operasjoner og inngrep. Dersom de blant annet ikke er riktig rengjort og sterilisert, kan smitte føres videre til pasienter, og da også pasienter som er kritisk syke (Aasland et al., 2018). For at informasjonen skal kunne ha en automatisk flyt gjennom verdikjeden tas det i bruk ulike teknologier. En måte å kontinuerlig ha kontroll på materialer og instrumenter er ved hjelp av ulike IT, blant annet RFID.

RFID

RFID, Radio Frequency Identification, er i dag noe som har blitt integrert som del av hverdagen ved å øke produktiviteten og brukervennligheten på en rekke ulike enheter. Teknologien brukes blant annet for å få inngang til bygninger og utlevering av varer (Landt, 2005).

Teknologien fungerer ved at varer blir merket med en RFID-brikke som inneholder identifikasjonsnummer som blant annet kundenummer og lagerbeholdningsnummer (SKU). Dette leses av enten automatisk eller manuelt med spesialiserte RFID-lesere. Leseren henter informasjon om identifikasjonsnummeret fra en database, og handler ut fra dette. RFID-brikkene kan også inneholde skrivbart minne, som kan lagre informasjon for overføring til ulike RFID-lesere plassert på forskjellige steder. Denne informasjonen kan da spore bevegelsen til den merkede varen, og informasjonen er tilgjengelig for alle RFID-leserne (Weinstein, 2005).

RFID-brikker kan kategoriseres til aktive- og passive RFID-brikker basert på deres strømkilde. Aktive brikker inneholder sin egen strømkilde, vanligvis et innebygd batteri. Passive brikker får derimot strøm fra signalet til en ekstern RFID-leser. Fordi aktive brikker har sin egen strømkilde, kan de sende et sterkere signal og lesere kan få tilgang til dem fra en lengre avstand. Avstanden kan være på mellom 20 til 100 meter. Passive brikker har derimot en kortere rekkevidde, og er derfor billigere å ta i bruk enn aktive. Selv om den passive brikken har kortere rekkevidde, kan informasjonen hentes fra en lengre avstand enn ved en strekkode. RFID brikker er derfor gode å ta i bruk da de kan være et billig alternativ samt ha stor nytteverdi (Weinstein, 2005).

Sensorer

En sensor er en enhet som konverterer et fysisk fenomen til et elektrisk signal (Wilson, 2004). Sensorer kan både være kontaktfrie sensorer, slik som magnetisk - og lasernavigasjon. Dette er sensorer som blant annet AGV-er benytter for å navigere seg frem (Reis and Junior, 2021). En sensor er en enhet som måler fysisk input fra omgivelsene og konverterer den til data som kan tolkes enten manuelt av mennesker eller automatisk av en maskin. De fleste sensorer konverterer inputen til elektronisk data, og har da muligheten til å automatisk sende ut et signal (Jost, 2019). Et slikt signal kan for eksempel være at brannalarmen går dersom det oppdages røyk, eller at lyset i et rom automatisk slår seg på dersom bevegelse oppdages av lyssensoren (Teja, 2021). Teknologien kan tas i bruk på utallige områder, og de fleste bruker den daglig (Jost, 2019).

2.3 Sammendrag

Når sterilprosessen på St. Olavs hospital skal undersøkes, kan det være nyttig å se på både materialflyten og informasjonsflyten. For å danne et teoretisk grunnlag for oppgaven har det blitt valgt å se på Lean, og hvordan dette kan implementeres og brukes i sykehus. Det har også blitt presentert ulike former for Lean verktøy som skal bidra til forståelse av videre analyser og resultater. Teknologier som sensorer og RFID er med på å skape en grunnleggende forståelse på hvordan forsyningskjeden kan være effektiv og nyttig. Det har også blitt lagt frem ulike måter å kartlegge former for sløsing og ikke-verdiskapende aktiviteter ved å benytte seg av Lean verktøy som kanban, 5S og VSM.

3. Forskningsdesign

I dette kapittelet gjøres det rede for valg av forskningsmetode, samt fremgangsmetode for oppgaven. Metodens validitet vil også bli diskutert.

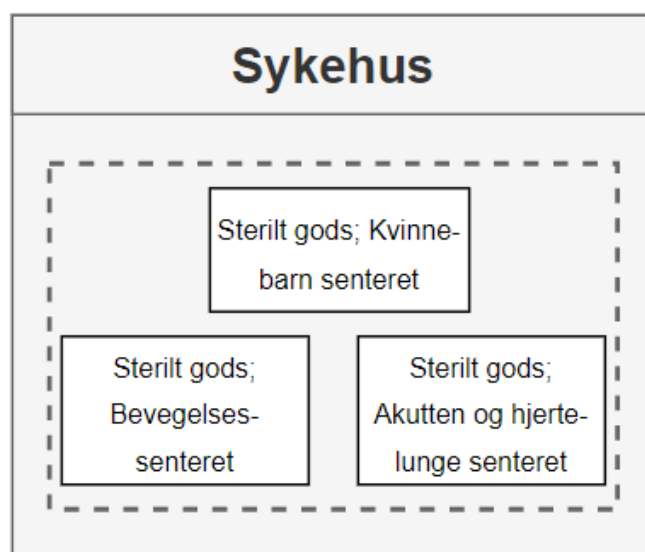
3.1 Valg av metode

For denne oppgaven er det valgt kvalitativ metode som forskningsmetode. Denne metoden egner seg bra for case-studie og er med på å identifisere underliggende verdier, tro og antagelser for å oppnå en helhetlig forståelse av sterilprosessen (Choy, 2014). Innhenting av data er som regel fra intervjuer, spørreundersøkelser og observasjoner (Grønmo, 2020).

Problemstillingen er bygget som en «embedded single-case study» (Yin, 2009). Casen er sterilprosessen på St. Olavs hospital med fokus på flere sub-enheter, hvor enhetene er avdelingene bevegelsessenteret, akutten og hjerte-lunge senteret, og kvinne-barn senteret.

St. Olavs hospital inneholder mange individuelle og integrerte prosesser, som gjør at det blir for omfattende å se på St. Olavs som en samlet case. Denne fremgangsmetoden er derfor valgt grunnet at studentene skal fokusere på én omfattende prosess, og videre valgt nevnte sub-enheter for å danne ulike perspektiv.

Figur 4 illustrerer ifølge Robert K. Yin (2009) strukturen for en embedded single-case study.



Figur 4 Embedded single-case study for St. Olavs hospital (Yin, 2009)

St. Olavs hospital ble først og fremst valgt som case på grunn av geografisk beliggenhet, samt godt samarbeid med Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

3.2 Datainnhenting

Det har blitt arrangert møter, intervjuer og omvisninger på St. Olavs hospital i forbindelse med denne oppgaven. Dette har bidratt til en helhetlig oversikt over sterilprosessen, fra flere perspektiv. Det er også gjennomført noe datainnhenting for å vise omfanget til avdelingene for sterilprosessen.

Omvisning

Da studentene hadde lite forkunnskaper angående oppgavens tematikk, sterilprosessen, ble det valgt å starte med omvisning. Dette var for å danne et overblikk over hvordan deler av prosessen foregår, og viktige faktorer som spiller inn. Omvisningen ble gjennomført i samarbeid med logistikkoperatør på en av avdelingene, hvor det tydelig ble gjennomgått personelletts arbeidsoppgaver. Studentene fikk muligheten til å være med på deler av logistikkoperatørens arbeidsdag, og fikk da innsyn i ulike utfordringer de står overfor. Da det er mange ledd i denne prosessen, var det svært nyttig å se den fysiske materialflyten.

Intervju

Det ble på forhånd bestemt at det skulle fokuseres på bevegelsesenteret, kvinne-barn senteret og akuten og hjerte-lunge senteret. Disse avdelingene er tre av sterilsentralens hovedaktører, og spiller derfor en stor rolle i sterilprosessen.

Her ble det tatt i bruk semistrukturerte intervjuer, der det ble samlet inn nyttig informasjon fra flere perspektiv av sterilprosessen. Semistrukturerte intervju er oppsatt med faste intervju spørsmål fra etablert intervjuguide, men med åpne og varierte oppfølgingsspørsmål. Denne strukturen gjør at intervjuet føles mer som en samtale, samtidig som det oppleves seriøst og profesjonelt (Malt and Grønmo, 2020). Intervjuene ble transkribert og anonymisert, og oppgaven er godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD).

Det var ukjent fra start hvor eventuelle utfordringer og ikke-verdiskapende aktiviteter var langs den eksterne sterilprosessen, og det var derfor nødvendig å oppfatte sterilprosessen fra ulike perspektiv.

Intervju av seksjonsledere, koordinatore og operasjonssykepleiere ble gjennomført på alle de tre avdelingene. Det ble også arrangert intervju med sterilsentralen.

Tabell 4 Intervjuoversikt

Intervjuobjekt	Dato	Varighet (minutt)
Fagansvarlig operasjonssykepleier	19.04.22	48
Fagansvarlig / koordinator	27.04.22	26
Seksjonsleder	28.04.22	47
Driftskoordinator	05.05.22	35

Tabellen over viser de ulike intervjuene som ble gjennomført for denne oppgaven. Intervjuobjektene viser ikke noe form for tilhørighet til avdelingene grunnet anonymisering.

Data og tall

Data og tall er primært hentet gjennom intervjuer av aktører fra store deler av forsyningskjeden. Deriblant av bestillingsansvarlige for å få innsikt i bestillingsrutiner, samt fra St. Olavs driftsservice for å få et mer robust syn på omfanget av selve sterilprosessen.

3.3 Metodens validitet

Intervjuene som har blitt gjennomført har hovedsakelig vært med seksjonsledere, fagansvarlige og personell med generell god erfaring med arbeidsoppgavene som blir utført. Dette betyr at de har en god kunnskap til brikker og hva som trengs til de ulike operasjonene. Derfor kunne det her vært aktuelt å intervju flere ansatte på avdelingene for å få en bredere forståelse for de ulike utfordringene. For å kvalitetssikre intervjuene, hadde det også vært optimalt å gjennomføre flere observasjonsrunder på alle de tre avdelingene.

Det har også vært begrenset på mengden data som er mulig å hente inn, da ikke alt dokumenteres i prosessen. Tiden som en AGV bruker fra sterilsentralen til en avdeling kan være veldig varierende ut ifra hvilket oppdrag som er mottatt, samt eventuelle hindringer som kan oppstå. Det er derfor vanskelig å fastslå eksakt data på disse tidene. Dette er noe en ser i etterkant kunne vært mulig å gjennomføre på egenhånd for å styrke resultatet.

4. Case

I dette kapitlet vil det bli forklart hvordan sterilt gods blir håndtert på St. Olavs hospital, samt en beskrivelse av sterilprosessen.

4.1 St. Olavs hospital

St. Olavs hospital er et av Norges største helseforetak, og er en sammenslutning av alle offentlige sykehus i Sør-Trøndelag. Sykehuset tilbyr spesialisert behandling, og har et stort fokus på tilrettelegging av oppgaver innen forskning og utdanning. St. Olavs hospital er lokalsykehus for 327 545 mennesker, og består av omtrent 1000 disponible senger (St. Olavs hospital, 2021). Sykehuset startet som et fattighus, og er i dag et universitetssykehus «med visjon om å tilby fremragende behandling til befolkningen i Midt-Norge» (St. Olavs hospital, 2017). Universitetssykehuset sto ferdig i 2014, og er delt opp i en klar kvartalsstruktur tilpasset bybildet. De ulike delene av sykehuset er sammenbundet med kulvert under terreng og med broer, som gjør det mulig å binde sammen de store felles arealene på tvers av sentrene (Ratio, n.d-a).



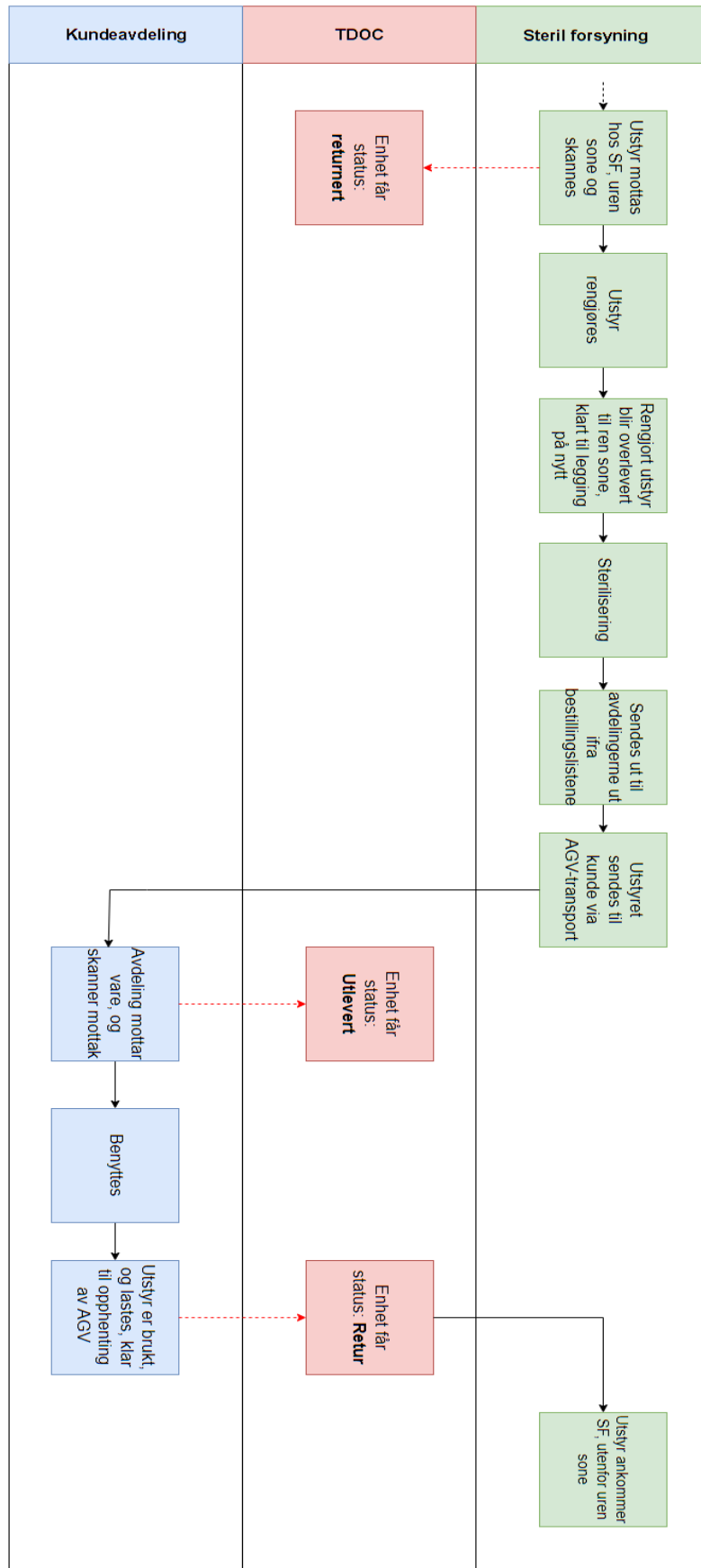
Figur 5 St. Olavs hospital (St. Olavs hospital)

St. Olavs hospital har over 300 avdelinger, der flere av disse er kirurgiske operasjonsavdelinger. Her jobber det spesialsykepleiere med videreutdanning i operasjonssykepleie, samt teknikere, spesialassistenter og sekretærer. Avdelinger som bevegelsessenteret, akutten og hjerte-lungesenteret, og kvinne-barn senteret er eksempler på operasjonsavdelinger, og er disse avdelingene som videre vil bli undersøkt i denne oppgaven.

4.2 Sterilprosessen; sterilt gods på sykehus

Sterilprosessen kan bli sett på som en av sykehusets primærfunksjoner. Prosessen er den sirkulære verdikjeden av sterilt gods mellom avdelinger på sykehuset og sterilsentralen. Operasjoner og inngrep hadde ikke vært mulig å gjennomføre dersom det ikke var for det sterile godset. Det er derfor viktig at sterilprosessen er så effektiv og forbedret som mulig da det er kritisk for sykehusets funksjon.

Figur 6 er et forenklet flytdiagram for sterilprosessen. Modellen er inspirert av en mer detaljert beskrivelse av «Flytskjema for sterilt sirkulasjonsgods (SSG) og tilhørende informasjonsutveksling», laget av St. Olavs hospital.



Figur 6 Forenklet flytdiagram for sterilprosessen

Sterilt gods

Ved utredning og behandling på sykehus og spesialisthelsetjenesten benyttes ulike instrumenter og utstyr. Kirurgiske instrumenter som skalpell og sakser er eksempler på dette. Dette er flergangsutstyr som brukes i flere operasjoner på ulike pasienter, og trengs derfor å dekontamineres mellom bruk. Dekontaminering innebærer rengjøring, desinfisering og/eller sterilisering av utstyret (Oslo universitetssykehus, 2020). Dette er kritiske funksjoner for at inngrep og operasjoner skal kunne gjennomføres på en trygg måte med minst mulig risiko for smittespredning.

Rengjøring, desinfisering og sterilisering er tre ulike renhetsgrader som definerer hvor nøyaktig utstyr skal renses, og bestemmes ut fra graden av kontakt mellom instrument og pasient. Utstyr som ikke bryter hudbarrieren trenger ikke rengjøring i lik grad som utstyr som er i kontakt med vev og slimhinner og/eller utstyr som kan bære smitte (Tvedt-Gundersen, 2016). Slikt utstyr har benevnningen kirurgisk instrument (St. Olavs hospital, n.d-b). «Sterilitet innebærer i praksis fravær av alle former for levende mikroorganismer» (Helse Bergen, 2021). Rengjøring og desinfisering er oppgaver som kan utføres på operasjonssalen, mens steriliseringen skal ta sted på sterilsentralen. (Helse Bergen, 2018) .

Brikker

Når sterilt gods fraktes fra sterilsentralen til avdelingene, blir instrumentene fraktet i såkalte plomberte brikker, metallkontainere, som er lastet på traller. Trallene blir deretter transportert opp til avdelingene ved hjelp av AGV-er. Det er avdelingene som bestemmer og designer hvilke instrumenter som skal i brikkene, og det blir da dannet en unik brikkeliste for de ulike operasjonene. Figur 7 er et eksempel på hvordan en brikke kan se ut.



Figur 7 Eksempel på brikke (CFULL, n.d)

Hver avdeling har et antall brikker som tilhører dem, og det er disse som konstant er i omløp i sterilprosessen. Brikkene blir markert med fargekode og navn på avdelingen. De fleste avdelingene har et eget lager på sterilsentralen hvor de oppbevarer de ferdig steriliserte brikkene.

Tilhører	Antall enheter
ORT	16073
ORTA	8487
ØYPOL	6435
KVOP	5027
ØNHØ	4005
NOP	3878
ØYOP	3690
HLOP	3499
KOP	3474
FØS1	2705
GPOL	2665
KOPA	2343
OPOL	2131
ORTB	1276
FØS4	978
KOPB	869
KPOL	781
GAAN	460
EFLAB	444
HUPOL	395
SKAPOL	308
ØNPOL	245
GYGS	227
KJPOL	205
Total	70600



Figur 8 Tabellen og sektordiagrammet viser fordelingen av antall enheter de ulike avdelingene har (2020). Her er ORT bevegelsessenteret, KVOP kvinne-barn senteret og HLOP akutt og hjerte-lunge senteret.

Figur 8 viser at det er ulik variasjon i hvor mange brikker avdelingene har til disposisjon, og det er også noen brikker som har høyere prioritet enn andre. Det at en brikke har høy prioritet vil si at den er svært viktig for avdelingen, og må derfor ha så kort ledetid som mulig. Prioritet 1 status er den høyeste formen for prioritet en brikke kan ha, som betyr at sterilsentralen må prioritere sterilisering av brikken med en gang den ankommer sentralen. Dette kan være brikker som haster for avdelingen å få tilbake, instrumenter det er få av, eller instrumenter som alltid skal være tilgjengelig som beredskap.

Brikkene kan kategoriseres i hastebrikker og standardbrikker. Hastebrikker er brikker som blir sendt opp fra sterilsentralen til avdelingene som ikke er inkludert i bestillingslister. Det kan også være brikker som må sendes opp til avdelingene grunnet at det er en feil i eksisterende brikke, eller at noe uventet skjer på operasjonssalen. Standardbrikker blir bestilt til planlagte operasjoner, og blir levert til to faste leveringstidspunkt hver dag. Det blir sendt inn en bestillingsliste med en oversikt over antall brikker som trengs for de planlagte operasjonene. Dette gjøres separat for hver avdeling.

Bestillingslistene blir for de fleste avdelingene laget på Excel og sendt på e-post til sterilsentralen innen kl.15:00 dagen før utstyret skal være på plass.

Sterilsentralen har laget en mal for hvordan bestillingslisten kan se ut, som blir brukt av flere operasjonsavdelinger. Figur 9 viser et eksemplar av bestillingslisten kvinne-barn senteret benytter.

Kvinnekliviken operasjon (KVOP) – Bestilling av sterilt gods			
(Sendes Steril forsyning innen kl 15:00)			
Ansatte i SF: For å fjerne tomme rader og sortere listen, sørg for at makroer er aktivert, og trykk CTRL+R.	Til dato:		
(Skriv evt. kommentarer <u>ned</u> enfor tabellen!)	Levering innen kl.		
Artikkel/brikke/instrument	07:00	12:00	Når som helst
Abrasiobrikke	PRI 2	PRI 2	PRI 2
Aortabrikke	PRI 1	PRI 1	PRI 1
Applikatorsett			
Codman Bookwalter Retractor 1			
Codman Bookwalter Retractor 2			
Codman Bookwalter 3			
Cystoskop arb.innsats, Wolf			
Cystoskop, Olympus 70°			
Cystoskop, Wolf 0° / 30°			
Cystoskop, Wolf 70°			
Da Vinci-brikke *(Onsdager: 3 / Fredager: 3)	*		
GU-sett	PRI 2	PRI 2	PRI 2
GU-sett, Da Vinci *(Onsdager: 5 / Fredager: 5)	*		
Hysteroskop			
Laparoskopi Olympus HiQ			
Laparotomi			
Lasersett			
Lone Star hake			
Lysledning			
Omnitrakt			
Placenta uthenting			
Pumpehus			
Sectio	PRI 1	PRI 1	PRI 1

Figur 9 Eksemplar av bestillingsliste for sterilt gods, kvinne-barn senteret

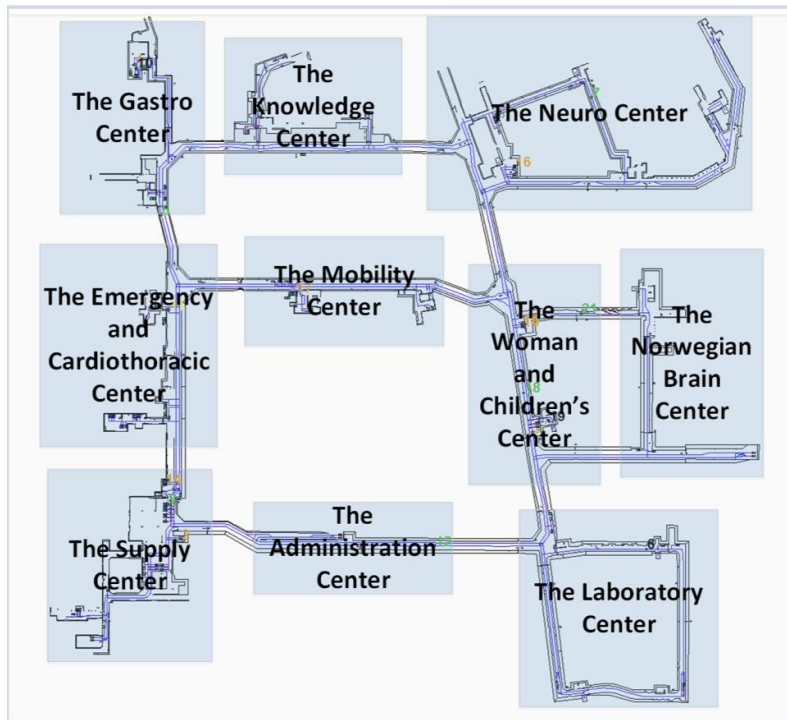
Sterilsentral

Sterilsentralen er stedet der utstyr blir overlevert for steril forsyning, rengjøring, kontrollering og sterilisering, før det sendes tilbake til de ulike avdelingene på sykehuset. Utstyret som går gjennom sterilsentralen, kan en derfor ses på som sirkulasjonsgods (St. Olavs hospital, n.d-b). Sterilsentralen er leverandør for 107 kunder på St. Olavs hospital. Kundene er de ulike avdelingene på sykehuset. Sterilt gods blir levert i to puljer hver dag, rundt 07:00 og 12:00. Sterilsentralen på St. Olavs hospital er plassert i kjelleren på akuttten og hjerte-lunge senteret, som vist i figur 10. Kulvertene som knytter

avdelingene sammen, gjør det lett for AGV-ene å transportere det sterile godset mellom sterilsentralen og de ulike avdelingene (vist på figur 11).



Figur 10 Overblikk over St. Olavs hospital (Larssen et al., 2014)



Figur 11 Kart over AGV-rute (Vuale, 2018)

På sterilsentralen ankommer brikkene først uren sone. Her blir instrumentene tatt ut og sortert avdelingsvis. De blir her sjekket og vasket, og deretter kontrollert på ren sone. På ren sone blir brikkene satt sammen igjen etter ønsket bestillingsliste fra de ulike avdelingene, før de deretter blir sterilisert gjennom autoklavene. Når brikkene er steriliserte, blir de enten lagt på lager eller brukt til operasjon. Når sterilsentralen mottar en bestilling, sjekkes og plukkes det først fra lageret. Dersom brikkene ikke er på lageret, er det viktig at de blir prioritert frem for å få brikkene opp til avdelingene til riktig tid.

Transport av sterilt gods

Det sterile sirkulasjonsgodset blir som nevnt transportert av AGV-ene rundt på sykehuset. I tillegg blir også forbruksartikler, medisiner, mat, tøy og kjemikalier transportert av robottrallene. De har kapasitet til å frakte en vogn om gangen, som videre kan romme to traller med sterilt gods. Lasten på AGV-ene kan veie opptil 400kg (Utheim, 2013).

AGV-ene ble for første gang tatt i bruk på St. Olavs hospital i 2006, og det ble da kjøpt inn hele syv stykk. Sykehuset er det første i Norge og Skandinavia til å ta i bruk slike robottraller (Aakervik, 2014). Hovedmålet var å «automatisere og effektivisere forsyningslinjene på sykehuset, og dermed gi en bemannings- og kostnadsreduksjon» (Utheim, 2013). Det ble blant annet nevnt at AGV-ene allerede i 2006 var en stor suksess og at teknologien fungerte godt (Aakervik, 2014). Siden har det blitt kjøpt inn ytterligere 14 for å øke kapasiteten på transporten (Utheim, 2013).

I utgangspunktet er ikke robottrallene noe annet enn en jekktralle med en datamaskin, som kommuniserer med ladestasjoner, traller, dører og heiser ved hjelp av det trådløse nettverket på sykehuset (Aakervik, 2014).

AGV-ene starter å gå 06:00 hver morgen ved at AGV-ansvarlig starter de opp, og kjører frem til 19:30 på kvelden. De henter ferdiglastede vogner på AGV-stasjoner som er plassert blant annet utenfor sterilsentralen og ved avdelingene. Logistikkpersonell signaliserer at det står en vogn klar for transport ved å gi beskjed via stasjonen til robottrallen. Da vil første aktuelle AGV kjøre til stasjonen, og plukke opp vognen for transport ved å kjøre under den, for så å løfte seg opp som en jekktralle, se figur 12.



Figur 12 AGV på St. Olavs hospital (Søraa, 2021)

Når vogner er ferdiglastet på sterilisentralen, legges det samtidig ved en preprogrammert polett i vognen. Denne synkroniseres opp mot stasjonen, og forteller AGV-en hvilken avdeling den skal til. Når den ankommer gitt avdeling, parkerer den på tilhørende stasjonen og setter vognen fra seg. AGV-en er nå ferdig med oppdraget og kan begynne på neste. Sensorer på stasjonen merker når vognen er levert, og sender automatisk beskjed til en mobilenhet som en logistikkoperatør på avdelingen går rundt med. Slik kan de følge med på leveranser uten å fysisk være til stede.

AGV-ene beveger seg rundt på sykehuset ved å slavisk følge et rutekart (se figur 11) som er lagt inn i datamaskinen. De kan ikke kjøre utenom de satte rutene, noe som kan føre til problemer dersom det for eksempel er form for hindringer i banen.

Robottrallene kommuniserer med heisene når de skal mellom kulverten og opp til avdelingene. Når AGV-ene skal bruke heisen blir den reservert, og kan dermed ikke brukes av pasienter og personell i dette tidsrommet. Heisen kan kun transportere en AGV om gangen. Da det er ekstra stor pågang på de to ulike leveringstidspunktene, kan dette føre til kø ved heisen i kulverten.

Det er sensorer og skannehoder både fremme og bak på AGV-ene. De merker når det er objekter som er i nærheten, og har mulighet til å stoppe i god tid før AGV-en treffer det. I tillegg er de programmert til å gi muntlig beskjed når noe står i veien.

5. Analyse

Analysen tar for seg de tre avdelingene bevegelsessenteret, AHL og kvinne-barn senteret. Den nåværende og fremtidige situasjonen blir beskrevet og visualisert i VSM. Problemområder blir identifisert og mulige løsninger blir presentert.

5.1 Bevegelsessenteret

Bevegelsessenteret på St. Olavs hospital ligger på Øya i Trondheim som en del av det integrerte universitetssykehuset. De medisinske spesialitetene er medisinsk og kirurgisk behandling innen revmatologi, ortopedi og plastikkirurgi. Bevegelsessenteret består av to fløyer i seks etasjer, og en fløy i tre etasjer (Ratio, n.d-a). Senteret har også egne operasjonssaler på akuten og hjertelungesenteret og kvinne-barn senteret.

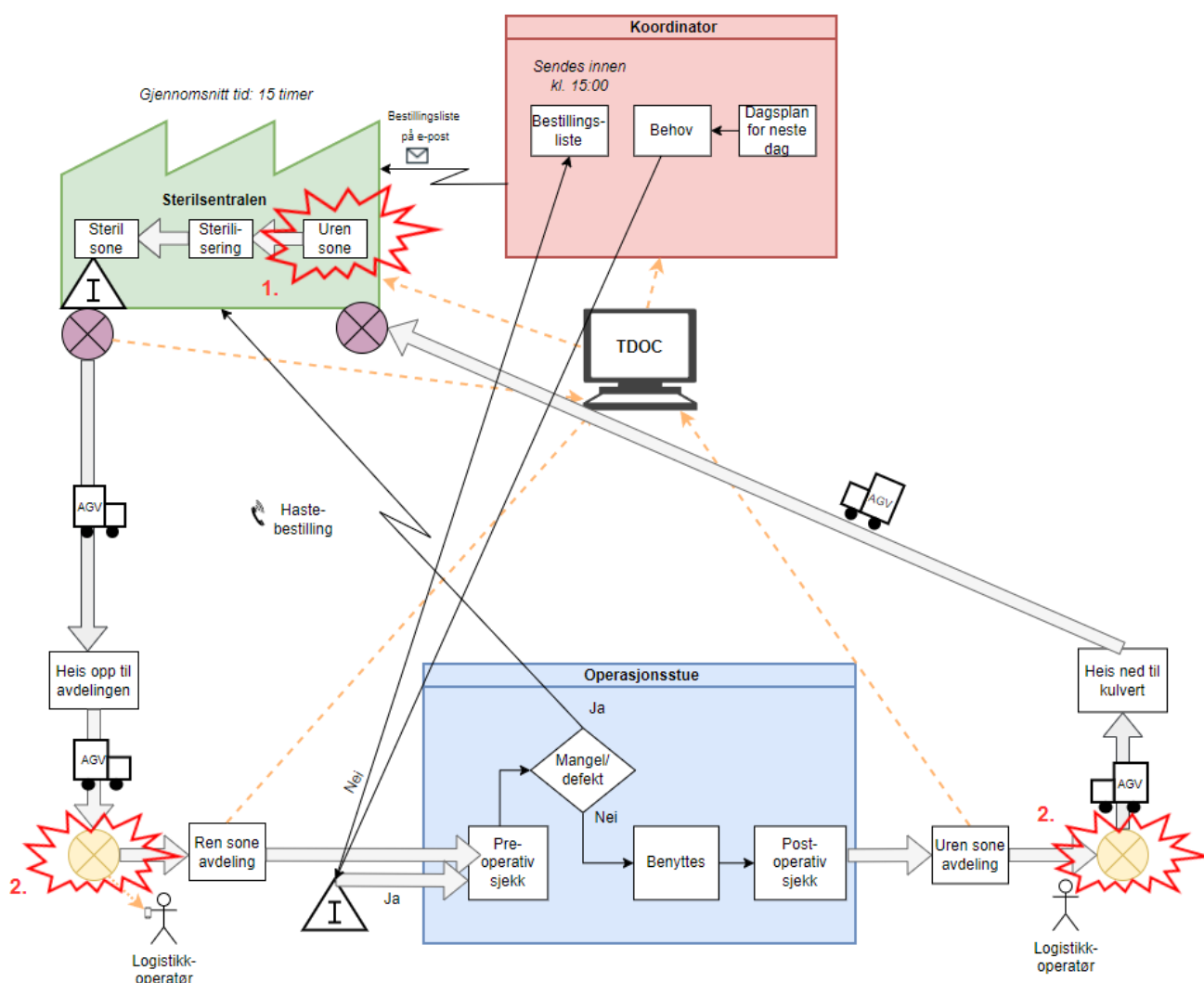
Flyt av sterilt gods

Bevegelsessenteret er delt inn i ulike seksjoner, som for eksempel artroskopi, plastikk, rygg og proteser. Inntakskontoret planlegger og setter opp operasjonene. Her er det ulike seksjonsledere som sammen med avdelingens koordinator er ansvarlig for bestilling og planlegging av steril forsyning. En sentral rolle for seksjonsleder er å se over at alt stemmer for morgendagens operasjoner, samt at spesialutstyr og standardinstrumenter er bestilt. Bestillingslistene som blir tatt i bruk er delt inn i de ulike seksjonene, utviklet i samarbeid med sterilsentralen for å få en ryddig og optimal bestillingsrutine. Bestillingslistene lages etter behov og kommer i form av Excel ark.

Bevegelsessenteret er sterilsentralens hovedaktør, som vil si at ortopeden har en stor virksomhet med mye ulike instrumenter. Operasjonene på bevegelsessenteret kan være så omfattende at det kan kreves opp til 18-20 brikker for en operasjon, som for eksempel proteseoperasjoner. Dette betyr at sterilsentralen må ha en nesten kontinuerlig flyt for å tilfredsstille bevegelsessenterets behov av instrumenter.

Bevegelsessenteret velger også å sterilisere noen av instrumentene selv. Dette kan være på grunn av at det finnes et få antall av det eksakte instrumentet, eller at det kreves ekstra ekspertise ved vedlikehold og rengjøring. Bevegelsessenteret er utstyrt med egne autoklaver og instrumentvaskemaskiner som skal gi samme kvalitet og resultat som sterilsentralen.

VSM - nåværende situasjon



Figur 13 VSM Bevegelsessenteret - nåværende situasjon

Figur 13 viser et VSM av material - og informasjonsflyten på bevegelsessenteret i dag. Prosessen starter ved at det dannes et behov av brikker og instrumenter hos avdelingen. Det blir så lagd bestillingslister ut ifra operasjonsplanen for neste dag. Bestillingslisten blir sendt til sterilsentralen via e-post. Sterilsentralen mottar bestillingslisten og sorterer rekkefølgen for steriliseringen utfra prioritering og hastebrikker. Når brikkene er sterilisert, blir de lastet på vogner og plassert på AGV stasjon (lilla sirkel). AGV-en transporterer vognene til riktig avdeling og lossere de på tilhørende AGV stasjon (gul sirkel). Logistikkoperatør får varsel om at en AGV er ankommet stasjonen på avdelingen, og transporterer leveransen til ren sone. Videre blir brikkene brukt på avdelingen, og deretter lagt på uren sone. En logistikkoperatør transporterer så det urene godset tilbake til samme AGV stasjon (gul sirkel) klar til opphenting. AGV-en med urent gods kjører til sterilsentralen, og

leverer vognen på AGV stasjon (lilla sirkel). Figur 13 er med på å fremheve at det er en sirkulær prosess.

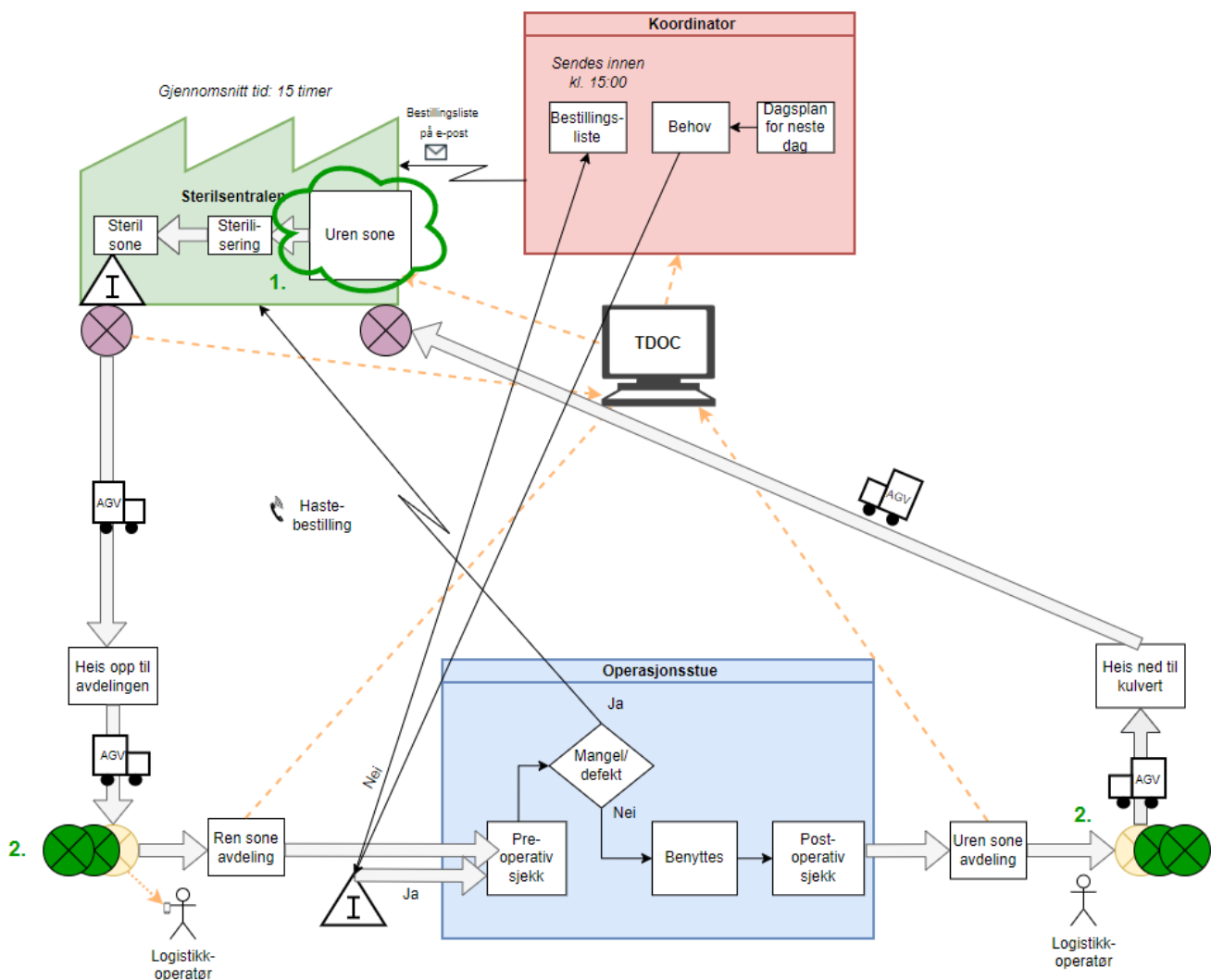
Prosesen består av ulike aktiviteter og kommunikasjonslinjer. Ved å undersøke prosessen i sin helhet, har det blitt observert flere aktiviteter som er ikke-verdiskapende og som danner former for flaskehals. En ikke-verdiskapende aktivitet for bevegelsessenteret i dette tilfellet er venting og kø ved flaskehalsene.

Problemområde 1 er ved uren sone på sterilsentralen, og kan bli sett på som en flaskehals. Da de fleste operasjoner er ferdig til samme tidspunkt, vil det være stor pågang av urent sterilt gods fra de ulike avdelingene. Uren sone har rett og slett ikke kapasitet til å ta imot mengden med urent gods som kommer inn til sterilsentralen. Dette fører til at trallene med urent gods havner i kø utenfor sterilsentralen, og danner en synlig flaskehals.

Problemområde 2 er AGV-stasjonene ved bevegelsessenteret. Til tross for at det er åtte operasjonssaler på avdelingen, er det kun to AGV-stasjoner. Her blir traller med sterilt gods og forbruksvarer både levert og returnert. Da leveranser som oftest kommer på omtrent samme tidspunkt to ganger om dagen, kan antall AGV-stasjoner føre til problemer ved levering. Dette kan medføre til at det dannes kø av AGV-er i kulverten, som igjen kan gi ringvirkninger for andre avdelinger. Heisen mellom kulverten og avdelingen har kun plass til en AGV om gangen, som også spiller en faktor for kødannelse. Etter at en AGV blir lastet av, skal den også ned med samme heis. Når trallene senere på dagen skal returneres, må alltid en av stasjonene være tilgjengelig for å kunne motta ny leveranse. Med dette ser man at få AGV stasjoner er et belastende ledd i prosessen, og kan føre til flaskehals i form av at AGV-er med sterilt gods blir stående i kø i kulverten.

VSM - fremtidig situasjon

Som en ser er bevegelsessenteret hovedaktøren til sterilsentralen, som vil si at de har størst behov når det kommer til sterilt gods. Behovet begrunner seg på at de har høy variasjon i operasjoner, både i antall og kompleksitet. Etter intervjuer og omvisninger er det blitt observert to problemområder. *Problemområde 1* ser en er gjentakende for alle de tre avdelingene, og blir derfor sett på som den største ikke-verdiskapende aktiviteten.



Figur 14 VSM Bevegelsessenteret - fremtidig situasjon

Figur 14 viser forslag på hvordan en økning i antall AGV stasjoner og en større kapasitet på uren sone kan være med å forbedre sterilprosessen. For *problemområde 2*, er det problemer med materialflyt mellom sterilsentralen og bevegelsessenteret grunnet for lite AGV-stasjoner.

Det er i gjennomsnitt 20 traller per dag som skal opp til bevegelsessenteret for å levere sterilt gods og forbruksvarer. Ved å øke antall stasjoner, vil det dermed være flere stasjoner tilgjengelig for mottak og retur av traller, samt at køen av AGV-er utenfor heisen i kulverten reduseres. Med dette vil også ventetiden av urent gods på avdelingen bli redusert som følge av at det kan sendes til sterilsentralen tidligere.

5.2 Akutten og hjerte-lunge senteret

Akutten og hjerte-lunge senteret (AHL) er også en del av det integrerte universitetssykehuset på Øya i Trondheim. Bygget består av to deler. En akutt del, og en egen del for hjerte og lunge (St. Olavs hospital, n.d-a).

Flyt av sterilt gods

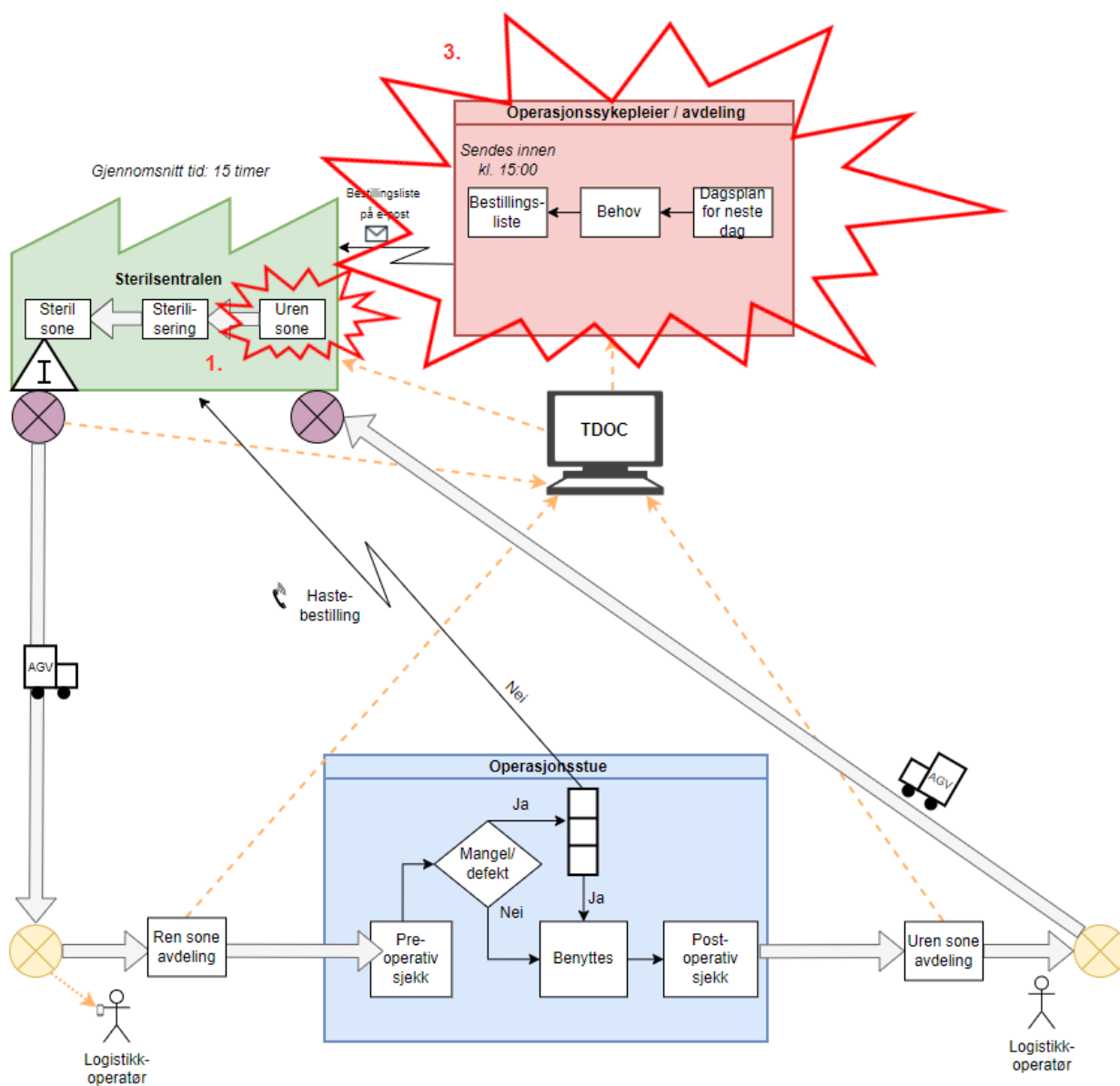
På akutten og hjerte-lunge senteret planlegges det på inntakskontoret hvilke operasjoner som skal gjøres neste dag. AHL er et akutt senter, som gjør at det kan være vanskelig å forutse operasjoner. Dette fører til usikkerhet i behov og planlegging, som gjør at de må føre en streng lagerpolitikk for å ha nødvendig utstyr i beredskap.

AHL består av færre operasjonssaler enn for eksempel bevegelse, og har derfor behov for et færre antall brikker (se figur 8). På grunn av usikkerheten rundt behovet av brikker grunnet akutte operasjoner, må AHL alltid ha en kontinuerlig flyt av en del nødvendige brikker. Disse brikkene skal alltid være på lager, som fører til at de fleste brikkene får prioritet 1 status når de kommer til sterilsentralen.

AHL har et akuttlager på avdelingen, der det er mulig å oppbevare brikker og ulike instrumenter. Akuttlageret skal alltid være fullt, og dette sjekkes og kontrolleres daglig av fagansvarlig. En viktig jobb som fagansvarlig er derfor å planlegge og optimalisere akuttlageret slik at flest mulig brikker og instrumenter er tilgjengelige. Akuttlageret benyttes i de anledninger der det plutselig har skjedd en akutt endring som medfører behov for annet eller nytt instrument. Akuttlageret kommer også i form av at det konstant er en operasjonssal som står klar for disponering ved akutte situasjoner.

Når det kommer til bestilling av sterilt utstyr til AHL, mangler det her en klar ansvarsfordeling. I motsetning til bevegelsessenteret, der en koordinator er ansvarlig for bestillingslister, er det ingen offisiell ordning på dette ansvaret på AHL. Fagansvarlig for avdelingen står med et større ansvar for at bestillingene er riktige, men andre kan også legge inn bestillinger. Bestillingen av sterilt utstyr skjer ved hjelp av et Excel-ark, og sendes til sterilsentralen via e-post.

VSM – nåværende situasjon



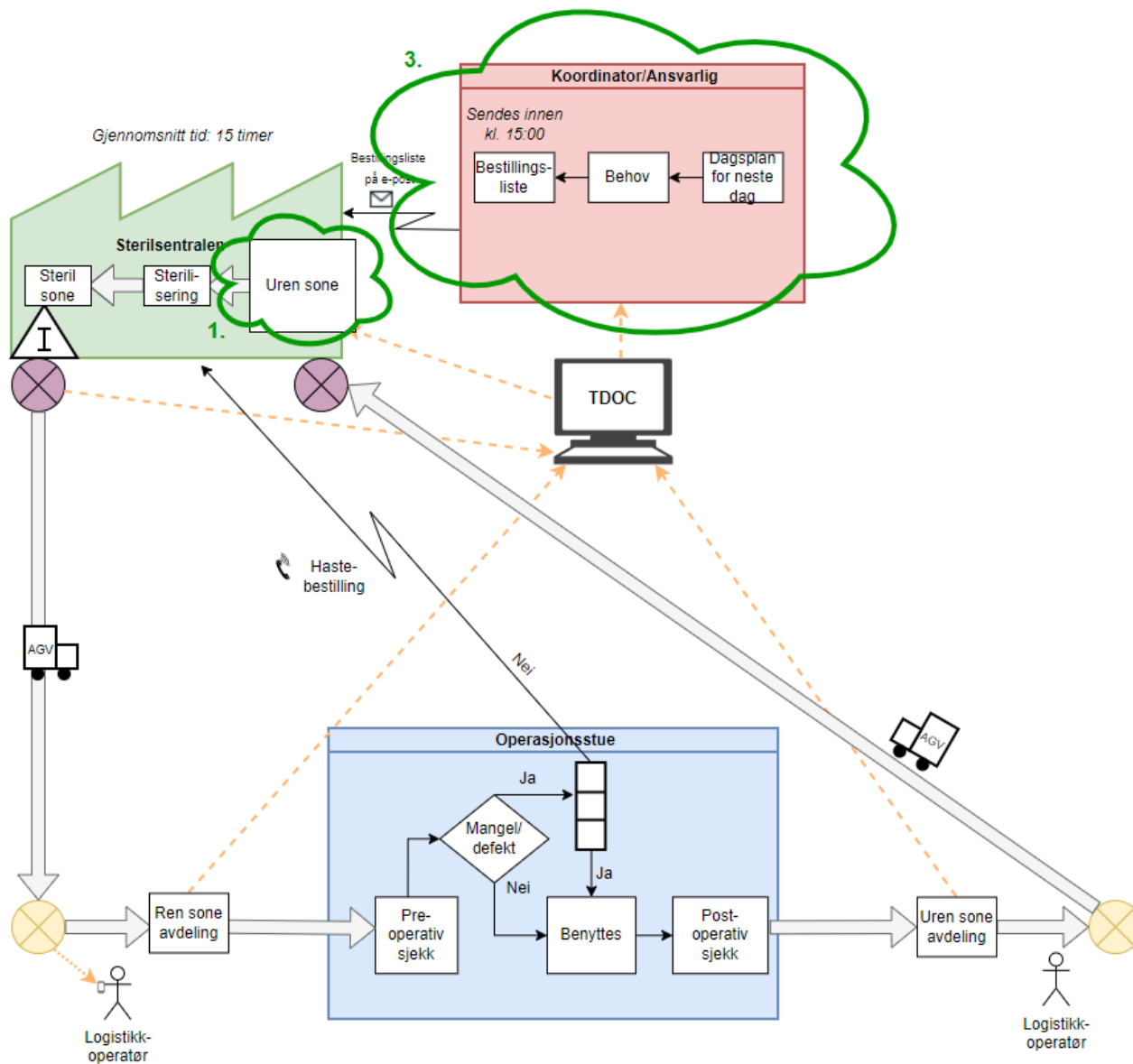
Figur 15 VSM AHL - nåværende situasjon

Slik figur 15 viser ser en at *problemområde 1* er den samme som bevegelsessenteret.

Problemområde 3 kan oppdages ved bestilling og ansvarsfordeling. Grunnet at det ikke er noe klar ansvarsfordeling for bestilling, kan det derfor oppstå avvik. Ved feilbestilling eller dobbeltbestilling vil det være flere brikker i arbeid (WIP) i sterilprosessen. Dette kan føre til lengre total ledetid, og at unødvendig arbeidskraft blir utført. Ved delt ansvar vil det også brukes ekstra tid for kontrollsjekking, som totalt sett vil gi en form for ikke-verdiskapende aktivitet da det er sløsing i form av arbeidskraft.

VSM – fremtidig situasjon

Akuten og hjerte-lunge senteret er den avdelingen som har høyest prioritetsgrad på brikkene. Dette fører til at AHL er svært avhengig av at ledetiden er kort og at de får brikkene sine til riktig tid.



Figur 16 VSM AHL - fremtidig situasjon

Problemområde 1 er uren sone på sterilsentralen slik som de andre avdelingene, og vil dermed ha samme løsning. *Problemområde 3* på AHL er styringsprinsippet for bestilling som blir benyttet. AHL har som nevnt ingen bestemt bestillingsansvarlig, og det kan derfor være en løsning å implementere et styringsprinsipp hvor det kun er én som er ansvarlig for bestilling. Ved bruk av Lean verktøy som 5S kan denne arbeidsoppgaven systematiseres og standardiseres, som fører til at kommunikasjonslinjen vil bli tydeligere. Implementering av 5S vil være med på å gi generell

forbedring i medarbeiderinvolvering, organisasjonskommunikasjon og teamarbeid, og er derfor et nyttig verktøy her. Mulighet for feil eller at det blir bestilt dobbelt opp, altså unødvendig med varer i arbeid, WIP, vil da bli mindre. Dette medfører videre at det vil være færre brikker å prosessere for sterilsentralen dersom bestillingsmetodikken forandres til å ha en fast bestillingsansvarlig.

5.3 Kvinne-barn senteret

Kvinne-barn senteret ligger på Øya i Trondheim og er sammen med bevegelsessenteret og AHL en del av det integrerte universitetssykehuset (Ratio, n.d-b). Avdelingen består av 4 operasjonssaler, der de både tar imot planlagte og akutte operasjoner.

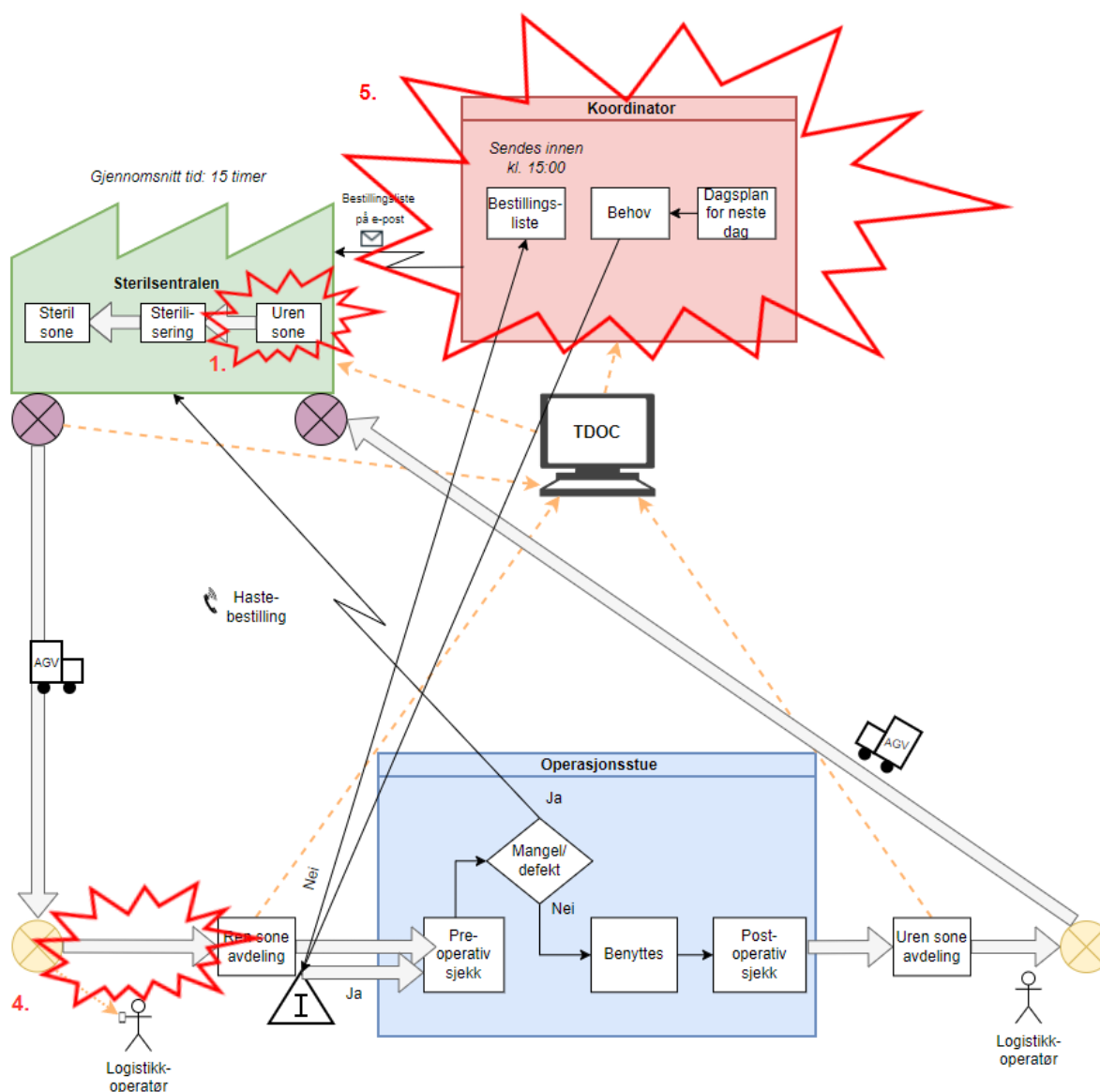
Flyt av sterilt gods

På kvinne-barn senteret er det inntakskontoret som setter opp og planlegger operasjoner, og en koordinator på avdelingen er ansvarlig for bestilling og oppfølging av det sterile godset. Senteret har færre antall brikker enn de andre to nevnte avdelingene (se figur 8), og det er her mindre variasjon i brikkene som blir brukt. Bestillingspolitikken til kvinne-barn senteret kan bli sett på som å kun bestille opp brikkene som har blitt brukt. Bestillinger blir likevel sendt ned til sterilsentralen, og mange av brikkene her har prioritert status.

På kvinne-barn senteret har de et paternoster lager. Dette er et lager som er en svært effektiv lagringsmetode for småartikler som brikker og instrumenter. Senteret har ikke noe lager på sterilsentralen, og det er derfor nødvendig at koordinator sørger for at det aldri er noe som mangler på lageret. Dette er viktig da lageret har en funksjon som både buffer og akuttlager. Kvinne-barn senteret, har som AHL en operasjonssal som til enhver tid står klar til bruk om nødvendig.

Kvinne-barn senteret har som bevegelsessenteret mulighet til å sterilisere utstyr på egen avdelingen. Dette er noe de benytter dersom det er mangel på kritiske brikker, og de ikke har tid til å sende instrumentene gjennom hele sterilprosessen.

VSM – nåværende situasjon



Figur 17 VSM Kvinne-barn senteret - nåværende situasjon

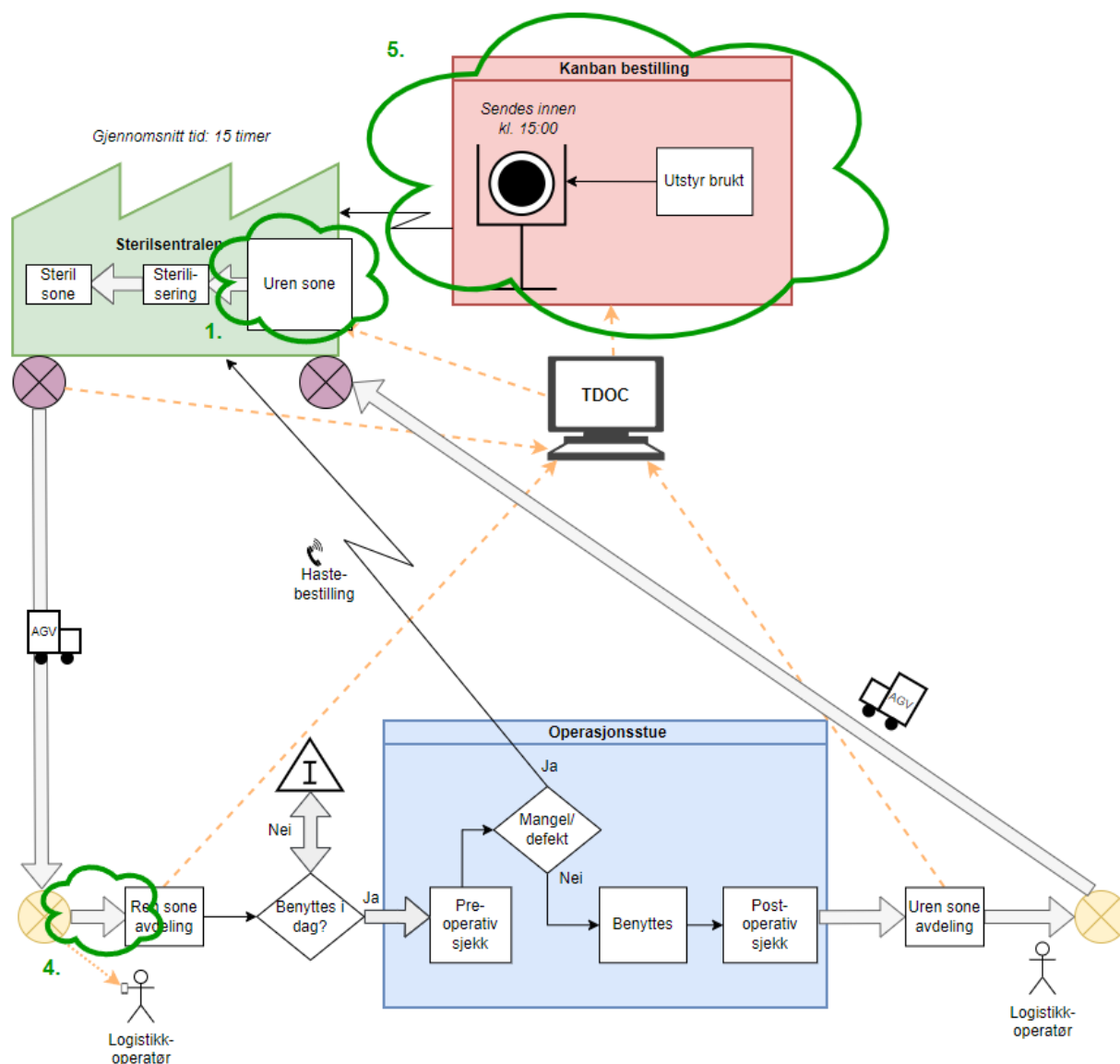
Som vist på figur 17 er det observert tre flaskehalser. *Problemområde 1* er lik de andre avdelingene, uren sone på sterilsentralen.

Problemområde 4 er avstanden mellom AGV stasjonene og operasjonssalene. Dette er med på å øke den totale ledetiden på brikkene da logistikkoperatørene fysisk må flytte trallene fra AGV stasjonen til operasjonssalene. Det kan også forekomme kommunikasjonssvikt da prosessen i høyere grad er manuell grunnet den lengre distansen. Blant annet kan urent gods bli forvekslet med rent gods av personell da operasjonsavdelingen har lite synlig kontroll på trallene når de forlater avdelingen.

Problemområde 5 er bestillingspolitikken på avdelingen. Avdelingen har som bestillingsrutine å hovedsakelig bestille opp instrumenter og brikker som har blitt brukt samme dag. Dette er en ikke-verdiskapende aktivitet i form av unødvendig plassering av arbeidskraft.

VSM – fremtidig situasjon

Ut ifra undersøkelsene som har blitt gjort på kvinne-barn senteret, ser en at brikkeantallet er relativt færre enn de to andre avdelingene. Det er også observert at senteret har en annen planløsning når det kommer til materialflyten.



Figur 18 VSM Kvinne-barn senteret - fremtidig situasjon

Her er også *problemområde 1* uren sone på sterilsentralen. *Problemområde 4* er at kvinne-barn senteret har en lengre avstand fra AGV stasjonene til operasjonssalen. En god løsning her vil være å redusere avstanden ved å flytte AGV stasjonene, eller etablere nye AGV stasjoner nærmere operasjonssalene.

Problemområde 3 er bestillingspolitikken. En god løsning kan være å ta i bruk en kanban bestillingsmetodikk, og implementering av et automatisk bestillingssystem vil være aktuelt. Sequenced-Pull Ball, som går ut på å automatisk bestille en bestemt enhet, er noe en kan benytte i forbindelse med dette. Dette kan gjøres ved at det festes et RFID-merke på det aktuelle objektet, altså brikken. Hvert RFID-merke inneholder en brikkeliste som forteller hvilke instrumenter brikken inneholder. Når denne skannes som retur ut fra avdelingen, vil brikken med den tilhørende brikkelisten automatisk bli sendt som ny bestilling til sterilsentralen. Bestillingslisten vil også være tilgjengelig for personell på kvinne-barn senteret slik at den kan følges og kontrolleres på en kanban post. Endring til et kanban bestillingssystem vil være med på å effektivisere bestillingsrutinen, og arbeidskraft kan flyttes til en mer verdiskapende aktivitet.

5.4 Sammendrag

En undersøkelse av den eksterne sterilprosessen har ført til at det først og fremst har blitt identifisert en flaskehals som er felles for de tre avdelingene. I tillegg har det blitt observert ikke-verdiskapende aktiviteter/problemområder som er unike for de ulike avdelingene. Det har også blitt lagt merke til at avdelingene har ulike styringsprinsipper og ansvarfordeling når det kommer til bestilling av sterilt gods. Senterne har også ulik planløsning på hvor AGV stasjonene er plassert i forhold til operasjonssalene. Material- og informasjonsflyten fungerer for det meste likt, med små variasjoner når det kommer til mengde og behov.

Det er gjennom intervjuer informert om at det hovedsakelig er to leveringstidspunkt av sterilt gods om dagen. En løsning her kan være å øke antall leveringstidspunkt for å skape en hyppigere og mer kontinuerlig flyt av sterilt gods. Dette vil medføre til mindre opphopning av AGV-er i kulverten og dermed eliminere ikke-verdiskapende aktivitet i form av kø. Levering og returnering av sterilt gods vil da få en bedre flyt, og ledetiden bli redusert.

Tabell 5 viser en oppsummering av løsninger som kan være aktuelle for å fjerne ikke-verdiskapende aktiviteter, og dermed effektivisere den eksterne flyten av sterilt gods.

Tabell 5 Oppsummering av identifiserte problemområder

Avdeling	Nr	Ikke-verdiskapende aktivitet	Løsning	Effekt
Sterilsentralen	1	Uren sone på sterilsentralen	Fysisk forbedre kapasiteten på uren sone	Reduserer den totale prosesstiden, og forbedrer flyten gjennom sterilprosessen
Bevegelsescenteret	2	AGV stasjoner på avdeling	Etablere flere AGV stasjoner	Generelt bedre flyt av AGV gjennom avdelingen. Reduserer kø i kulvert.
Akuttten og hjerte-lunge senteret	3	Styringsprinsipp for bestilling	Endre til koordinator/en ansvarlig for bestilling av sterilt gods	Et mer standardisert bestillingsystem som fører til mindre risiko for feil og dobbeltbestilling
Kvinne-barn senteret	4	Avstand mellom AGV stasjon og operasjonssal	Flytte AGV stasjonene nærmere operasjonssalene/etablere ny AGV stasjoner	Kortere transporttid mellom AGV stasjon og operasjonssal. Total kortere ledetid
	5	Bestillingspolitikk	Etablere ny bestillingsrutine ved bruk av kanban bestillingsmetodikk	Effektiviserer bestillingsrutiner, og arbeidskraft kan flyttes til en mer verdiskapende aktivitet.

6. Diskusjon

Oppgaven viser til at det er muligheter for forbedring på St. Olavs hospital, både når det kommer til materialflyten og informasjonsflyten. Det er spesielt en flaskehals som er gjentakende, som er urensone på sterilsentralen. Dette er en flaskehals som viser seg å være et problem for hele sterilprosessen, uavhengig av avdeling. Alle avdelingene som benytter seg av sterilt gods, er avhengig av å få sendt det til sterilisering på sterilsentralen. Med dette ser en at sterilsentralen blir et kritisk ledd for totalflyten.

Operasjonene er som regel ferdig til samme tidspunkt, da de fleste operasjonsavdelinger følger den samme tidsplanen. Dette fører til at det vil være stor opphopning av sterilt gods utenfor sterilsentralen fra kl. 13 og utover dagen. Hovedgrunnen til at flaskehalsen oppstår er at urensone på sterilsentralen ikke klarer å prosessere antall urent gods som kommer inn. Kapasiteten er fysisk for liten. Flaskehalsen har blitt observert av å se på hele flyten av sterilt gods, samt intervjuer med de ulike avdelingene og sterilsentralen. Det blir sett på som et behov for å fjerne denne flaskehalsen ved å forbedre kapasiteten. Dette er en flaskehals St. Olavs er klar over, og det er allerede iverksatt ulike tiltak for å forbedre urensone.

6.1 De eksterne problemområdene

Etter besøk, omvisninger og intervjuer med de tre avdelingene, er det identifisert ikke-verdiskapende aktiviteter i material- og informasjonsflyten.

Informasjonsflyt

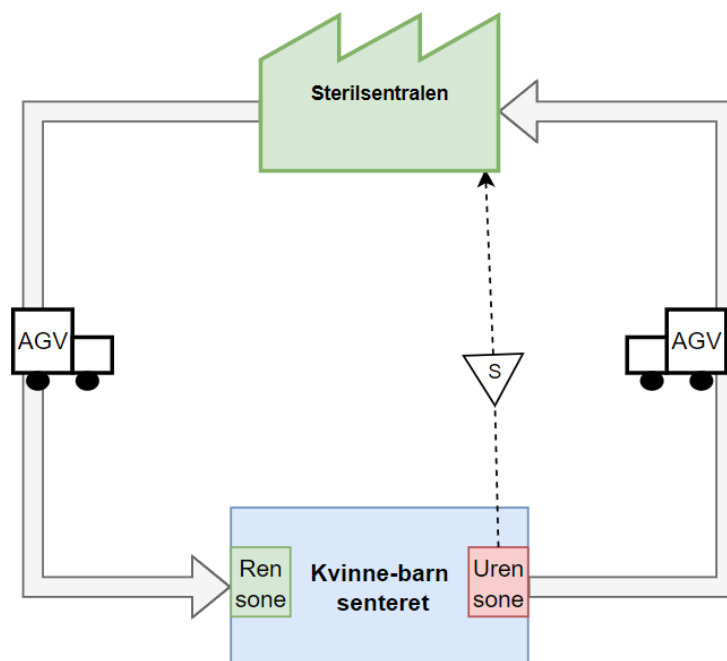
Problemområdene langs informasjonslinjen er hovedsakelig relatert til bestillingsmetode og styringsprinsipp. Sterilsentralen har utviklet en bestillingsmal på Excel som de ønsker at alle avdelingene skal ta i bruk, men det er fremdeles avdelinger som ikke benytter denne.

Avdelinger med ikke-verdiskapende aktiviteter langs informasjonsflyten er blant annet AHL og kvinne-barn senteret. Fra intervju har det kommet frem at det på bevegelsessenteret og kvinne-barn senteret er én koordinator som er ansvarlig for å skrive, kontrollere og sende bestillingslisten. På AHL er det derimot ikke en slik ordning. Her kan flere legge inn bestillinger, noe som potensielt kan føre til komplikasjoner, i form av dobbeltbestilling og feilbestilling. Ved bruk av eksisterende

styringsprinsipp for bestilling, er det viktig for avdelingen å opprettholde god kommunikasjon mellom de involverte parter for å unngå feil.

Ved implementering av Lean tankegang kan det tas i bruk verktøy for å hindre muligheten for feiltakelser. I dette tilfellet kan systematisering og standardisering av bestillingsrutinen være gode forslag til forbedring. Lean verktøyet 5S er derfor sentralt her for å skape en mer standardisert bestillingsrutine, samtidig som en klar fordeling av arbeidsoppgaver.

En annen flaskehals som er oppdaget ved informasjonsflyten er bestillingsmetoden på kvinne-barn senteret. Informasjon fra intervju med avdelingen viser til at det omtrent kun blir bestilt de brikkene som har blitt brukt samme dag. Dette åpner opp for mulighet til å ta i bruk en rekke ulike Lean verktøy for å gjøre prosessen enklere, og spare unødvendig arbeidskraft. Et automatisk bestillingssystem kan være en god løsning her, der det ved hjelp av et kanban-lignende bestillingssystem sammen med RFID kan være med å gjøre flyten mer effektiv.



Figur 19 kanban-bestillingssystem på kvinne-barn senteret

Figur 19 viser hvordan kanban sammen med RFID sensorer kan være en mulighet for automatisk bestilling av brukt sterilt gods. Når en brikke er brukt, blir den skannet ut i uren sone, og vil da

automatisk bli bestilt inn fra sterilsentralen. Slik blir bestillingene helautomatisk, og det kan spares tid og arbeidskraft. Bestillingene burde også vises visuelt på en skjerm på avdeling for kontrollsjekking, på en såkalt kanban post.

Materialflyt

Når det kommer til materialflyten i sterilprosessen, er det i hovedsak planløsning opp mot AGV-ene som er de tydelige problemområdene. St. Olavs var ikke originalt bygget for å ta i bruk AGV system, og layouten kan derfor bli sett på som lite gunstig for dette transportsystemet.

Gjennom observasjon av AGV-flyten har det spesielt på bevegelsessenteret blitt observert at det dannes kø i kulverten grunnet få stasjoner. Køen som dannes i kulverten kan være med å skape utfordringer videre i prosessen. AGV-ene følger slavisk et rutekart, og ved kødannelse utenfor heisen vil ikke andre AGV-er kunne kjøre rundt, som igjen er med på å skape en stans i den totale flyten. Heisen på avdelingen er også med på å styrke utfordringen med få stasjoner. Det finnes ingen egen vareheis for AGV-ene, og de benytter derfor den ene av de to heisene som er tilgjengelig. Ved etablering av flere stasjoner sammen med hyppigere leveringer vil flyten bli mer kontinuerlig, og det sterile godset vil ha kortere ledetid.

For kvinne-barn senteret er problemområdet direkte rettet mot planløsningen. Den totale distansen mellom AGV stasjonen og operasjonssalene er som nevnt lengre enn på de to andre avdelingene. En logistikkoperatør får beskjed på en mobilenhet om at en AGV har ankommet stasjonen på avdelingen. Trallene blir deretter manuelt transportert fra AGV stasjonen til operasjonssalen. Denne avstanden er noe som operasjonsavdelingen har lite kontroll over, da de fysisk ikke har oversikt over hvor trallene blir plassert ved retur. Som følge av dette har det oppstått situasjoner hvor rent gods har blitt forvekslet med urent gods, som kan skyldes kommunikasjonssvikt.

Belysning av problemstilling

Etter å ha studert situasjonen på St. Olavs ser en at det er klare muligheter for å implementere Lean tankegang i sterilprosessen. Det er blant annet blitt gjort undersøkelser fra et objektivt og nøytralt syn, som har dannet grunnlag for å ta i bruk visualiserende verktøy som blant annet VSM. Bruk av VSM har resultert i en klar oversikt over verdikjeden som har gitt mulighet for å identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter.

Da det er stor variasjon i arbeidsoppgaver og personell, er det viktig at det etableres en god oversikt over dette. Det er viktig å systematisere og standardisere arbeidsoppgavene for å gi en oversikt over hva en skal gjøre på de ulike ansvarsområdene. Dette kan vises på en kanban post slik at alle har tilgang til informasjonen. 5S og kanban er derfor gode Lean verktøy som kan brukes innen helsesektoren, spesielt når det kommer til material- og informasjonsflyt. Pull produksjon kan redusere WIP, som da gir større mulighet for JIT leveringer. Avdelingene sender bestillinger til sterilsentralen, og steriliseringen av sterilt gods kan dermed bli sett på som en pull prosess. Lean er som tidligere nevnt mest benyttet innen produksjon, men en ser tydelig av resultat fra oppgaven at det er fullt mulig med implementering av Lean tankegang i sykehus for å oppnå en bedre total flyt.

7. Konklusjon

For å kunne imøtekomme den økende befolkningsveksten og en kommende eldrebølge, er en avhengig av at sykehusets primærfunksjoner fungerer optimalt. Det er derfor viktig å se på muligheter for digitalisering og relaterte teknologier for å kunne forbedre og effektivisere prosesser. Dette fører til at arbeidsoppgaver kan bli standardisert og systematisert, slik at det blir rettet et større fokus på pasientbehandling.

En av primærfunksjonen på sykehuset er sterilprosessen, og studenten har i denne oppgaven identifisert forbedringsområder for deler av den eksterne sterilflyten på St. Olavs hospital. Oppgaven har besvart problemstillingen:

«Hvordan kan implementering av Lean være med på å identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter i sterilprosessen, samt finne forbedrende og effektiviserende løsninger.»

Implementering av Lean tankegang har i denne oppgaven blitt brukt for å oppdage ikke-verdiskapende aktiviteter, samt flaskehals for sterilprosessen. I oppgaven har det vært fokus på sterilprosessen mellom sterilsentralen og de tre avdelingene bevegelsesenteret, akutten og hjerte-lunge senteret (AHL), og kvinne-barn senteret. Studentene har undersøkt material- og informasjonsflyten.

Kvalitativ fremgangsmetode har gitt studentene mulighet til å innhente nyttig informasjon for å kunne gi en god forståelse av prosessen. Her ble det blant annet gjennomført observasjoner og intervjuer som la til rette for en god visuell oversikt. Ved bruk av Lean verktøy som VSM har det derfor blitt mulig å kartlegge de ulike aktivitetene som foregår i prosessen på en tydelig og oversiktlig måte. Det ble etablert VSM for de nevnte avdelingene, både slik prosessen ser ut i dag og et fremtidig forslag til forbedring. Dette førte til at ikke-verdiskapende aktiviteter ble identifisert.

Uren sone på sterilsentralen har vist seg å være en felles flaskehals for alle de tre avdelingene. Dette grunnet for store mengder av sterilt sirkulasjonsgods i forhold til kapasiteten. Konsekvensen av dette er flaskehals i form av kø og venting av urent sterilt gods, som utgjør lengre ledetid. Andre utfordringer langs materialflyten er begrenset antall AGV-stasjoner på bevegelsesenteret, og lite optimal planløsning for AGV-bruk på kvinne-barn senteret, da stasjonene befinner seg på motsatt side av operasjonssalene. Fra VSM er det også observert ikke-verdiskapende aktiviteter langs

informasjonsflyten. Dette i form av styringsprinsipper og bestillingsansvar på AHL og kvinne-barn senteret.

For flaskehalsene i materialflyten vil løsninger være å fysisk utvide og endre nåværende kapasitet, samt hyppigere leveringer av sterilt gods til avdelingene. For å oppnå forbedrende og effektiviserende løsninger langs informasjonsflyten har studentene sett muligheten til å ta i bruk ulike Lean verktøy. På AHL ser en mulighet for å bruke 5S for å tydeliggjøre, standardisere og forbedre ansvarsfordelingen når det kommer til bestilling av sterilt gods. Bestillingsrutinene på kvinne-barn senteret er å bestille det som har blitt brukt samme dag, og studentene har derfor sett muligheten for en kanban bestillingsmetode. Det vil fungere som et automatisk bestillingssystem ved hjelp av RFID, og bestillingen visualiseres på en kanban post.

For å lykkes med implementering av Lean er det nødvendig å etablere en læringskultur i organisasjonen. Det er derfor viktig at verktøyene som tas i bruk forankres i hele prosessen, slik at det brukes riktig av samtlige personell. I dag er det viktig for sykehusets fremgang at det blir mer digitaliserte løsninger, samt en åpenhet for nye teknologier. Samtidig er det viktig at teknologiene som benyttes er med på å forbedre prosessene, og ikke kompliserer dem.

Det blir stadig gjort enestående medisinske fremskritt, men omtrent en tredjedel sløses bort da det ikke er effektiv bruk av personell, tjenester, utstyr og prosesser. Helsesektoren er noe som står sentralt i et hvert samfunn, der sterilprosessen kan bli sett på som en kritisk del av forsyningskjeden. Lean tankegang er derfor et nyttig verktøy for å identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter, samt identifisere forbedrende og effektiviserende løsninger.

8. Videre arbeid/forskning

I denne oppgaven er det undersøkt hvordan den eksterne sterilprosessen kan forbedres ved hjelp av Lean. Det har i hovedsak vært fokus på tre avdelinger, hvor sterilsentralen fungerer som leverandør. Sterilt gods blir levert til de ulike avdelingene, og sendt urent tilbake igjen for ny rengjøring og sterilisering. Sterilprosessen kan dermed bli sett på som en sirkulær prosess, da det er det samme utstyret som til enhver tid er i omløp. Da det er lite forsket på hvorav Lean fungerer i sirkulasjonsprosesser i motsetning til lineær produksjon, er det derfor noe som kan tas i betraktning for videre arbeid/forskning.

Sterilsentralen har i denne oppgaven ikke blitt undersøkt mer enn som en leverandør til de ulike kundene, avdelingene. Det er dermed muligheter for å nærmere undersøke sterilsentralen på lik linje med hva som er gjort med avdelingene i denne oppgaven.

For videre arbeid kan det også være en mulighet å inkludere en mer kvantitativ forskningsmetode for å inkludere tallbasert informasjon. Det kan dermed være mulig å simulere sterilprosessen for nåværende og fremtidig situasjon, for å fremheve resultatene som er funnet samt få en mer nøyaktig oversikt.

9. Referanseliste

- AGUILAR-ESCOBAR, V. G., BOURQUE, S. & GODINO-GALLEGO, N. 2015. Hospital kanban system implementation: Evaluating satisfaction of nursing personnel. 21. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135252315000039> [Accessed 22. april 2022].
- ANVARI, A., HOJJATI, S. M. H. & ISMAIL, Y. 2011. A study on Total Quality Management and Lean Manufacturing: Through Lean Thinking Approach. *World Applied Science Journal* 12.
- CFULL n.d. Autoclave Dental Stainless Steel Sterilization Cassettes Dental Instrument Sterile Trays with Hole. cfullmedical.com.
- CHOY, L. T. 2014. The Strengths and Weaknesses of Research Methodology: Comparison and Complimentary between Qualitative and Quantitative Approaches. *Journal of Humanities And Social Science* 19, 99-104.
- FOLKEHELSEINSTITUTTET. 2021. *Fremtidens helse- og omsorgstjenester* [Online]. Folkehelseinstituttet. Available: <https://www.fhi.no/nettpub/folkehelseinstituttets-strategi/satsningsomrader/fremtidens-helse--og-omsorgstjenester/> [Accessed 1. mai 2022].
- GRØNMO, S. 2020. *Kvalitativ metode* [Online]. snl.no. Available: https://snl.no/kvalitativ_metode [Accessed 05. mai 2022].
- HELSE BERGEN. 2018. *Kirurgiske låneinstrumenter - organisering og håndtering* [Online]. helsebiblioteket.no. Available: <https://www.helsebiblioteket.no/fagprosedyrer/ferdige/kirurgiske-laneinstrumenter-organisering-og-handtering#references> [Accessed 28. april 2022].
- HELSE BERGEN. 2021. *Hva skjer i sterilsentralen* [Online]. helse-bergen.no. Available: <https://helse-bergen.no/seksjon/ksk/Sider/Hva-skjer-i-Sterilsentralen.aspx> [Accessed 28. april 2022].
- INGVALDSEN, J. & RINGEN, G. 2014. Første verktøyskuff: standardisering. *Lean blir norsk*. Fagbokforlaget.
- INVIA ROBOTICS. 2019. *Autonomous Warehouse Robots: a Brief History* [Online]. inviarobotics.com. Available: <https://inviarobotics.com/blog/autonomous-warehouse-robots-brief-history/?cn-reloaded=1> [Accessed 28. april 2022].
- JOST, D. 2019. *What is a sensor?* [Online]. fierceelectronics.com. Available: <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-a-sensor> [Accessed 02. mai 2022].
- JUNIOR, M. L. & FILHO, M. G. 2010. Variations of the kanban system: Literature review and classification. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527310000198#bib37> [Accessed 18. mai 2022].
- KARLSEN, K. B., HAUGLAND, S. T., GAMME, I. & ROLFSEN, M. 2014. Lean sykehus. In: ROLFSEN, M. (ed.) *Lean blir norsk*. Fagbokforlaget.
- LANDT, J. 2005. The history of RFID. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1549751> [Accessed 24. april 2022].
- LARSEN, S. R., HELLERUD, K. & KOMMUNIKASJON, R. 2014. Grønt sykehus. cloudfront.net.
- LIKER, J. K. & MEIER, D. 2006. *The Toyota Way Fieldbook*, The McGraw-Hill companies.
- MALT, U. & GRØNMO, S. 2020. *Strukturert intervju* [Online]. snl.no. Available: https://snl.no/strukturert_intervju [Accessed 05. mai 2022].
- MARIN-GARCIA, J. A., VIDAL-CARRERAS, P. I. & GARCIA-SABATER, J. J. 2021. The role of Value Stream Mapping in Healthcare Services: A Scoping Review. Available: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/3/951> [Accessed 20. april 2022].
- MAZZOCATO, P., HOLDEN, R. J., BROMMELS, M., ARONSSON, H., BACKMAN, U., ELG, M. & THOR, J. 2012. How does lean work in emergency care? A case study of lean-inspired

- intervention at the Astrid Lindgren Children's hospital, Stockholm, Sweden. Available: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6963-12-28> [Accessed 14. april 2022].
- OMOGBAI, O. & SALONITIS, K. 2017. The implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. 60. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117300586> [Accessed 19. mai 2022].
- OSLO UNIVERSITETSSYKEHUS. 2020. *Hva er dekontaminering* [Online]. oslo-universitetssykehus.no. Available: <https://oslo-universitetssykehus.no/hva-er-dekontaminering> [Accessed 28. april 2022].
- PWC. 2016. *Hva er Industry 4.0?* [Online]. PWC.no. Available: <https://www.pwc.no/no/teknologi-omstilling/digitalisering-pa-1-2-3/industry-4-0.html> [Accessed 01. mai 2022].
- QUIREPACE n.d. AGVs for hospital. Quirepace.
- RANDHAWA, J. S. & AHUJA, I. S. 2017. 5S - a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. Available: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJQRM-03-2015-0045/full/pdf?title=5s-a-quality-improvement-tool-for-sustainable-performance-literature-review-and-directions> [Accessed 19. mai 2022].
- RATIO. n.d-a. *St. Olavs hospital bevegelsessenteret* [Online]. ratio.no. Available: <https://www.ratioark.no/prosjekter/st-olavs-hospital-bevegelse> [Accessed 05. mai 2022].
- RATIO. n.d-b. *St. Olavs Hospital, Kvinne-barn-senteret* [Online]. Available: <https://www.ratioark.no/prosjekter/st-olavs-hospital-kvs> [Accessed 06. mai 2022].
- REGJERINGEN.NO. 2016. *Verdier i pasientens helsetjeneste - melding om prioritering* [Online]. Regjeringen.no. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-34-20152016/id2502758/?ch=3> [Accessed 13. mai 2022].
- REIS, W. P. N. D. & JUNIOR, O. M. 2021. Sensors applied to automated guided vehicle position control: a systematic literature review. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-020-06577-z> [Accessed 18. mai 2022].
- RINGEN, G. & ROLFSEN, M. 2014. Verktøykassa til lean. In: ROLFSEN, M. (ed.) *Lean blir norsk*. Fagbokforlaget.
- RISHAUG, A. & SOLLI, M. S. 2019. Syk logistikk. Available: https://www.tungt.no/article/view/731643/syk_logistikk [Accessed 28. april 2022].
- ROLFSEN, M. 2014. Introduksjon. In: ROLFSEN, M. (ed.) *Lean blir norsk*. Fagbokforlaget.
- ROLFSEN, M., GLÆVER, T. & HOLTSKOG, H. 2014. Andre verktøyskuff: Flyt. In: ROLFSEN, M. (ed.) *Lean blir norsk*. Fagbokforlaget.
- ROTHER, M. & SHOOK, J. 2009. *Learning to See*, Lean Enterprise Institute.
- SANKARI, J. & IMTIAZ, R. 2016. Automated guided vehicle(AGV) for industrial sector. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7726962> [Accessed 18. mai 2022].
- SLOAN, T., FITZGERALD, A., HAYES, K. J., RADNOR, Z., ROBINSON, S. & SOHAL, A. 2014. Lean in healthcare - history and recent developments. Available: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JHOM-04-2014-0064/full/html> [Accessed 28. mars 2022].
- SOMMERSETH, C. 2020. *I utfordrende tider er informasjonsflyt ekstra viktig* [Online]. Ørn Software. Available: <https://www.ornsoftware.com/blogg/i-utfordrende-tider-er-informasjon-ekstra-viktig> [Accessed 01. mai 2022].
- SONU, M. 2018. 5S in a Hospital. Available: <https://medium.com/@drmonikasonu/5-s-in-a-hospital-1e195b1d7c7e> [Accessed 28. april 2022].

- SOUZA, L. B. D. & PIDD, M. 2011. Exploring the barriers to lean health care implementation. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540962.2011.545548> [Accessed 30. mars 2022].
- ST. OLAVS HOSPITAL Klinik for hjertemedisin. Stolv.no.
- ST. OLAVS HOSPITAL. 2017. *Historien om St. Olav hospital* [Online]. stolv.no. Available: <https://stolv.no/om-oss/historien-om-st-olavs-hospital> [Accessed 05. mai 2022].
- ST. OLAVS HOSPITAL. 2021. *Nøkkeltall for St. Olavs hospital* [Online]. Stolv.no. Available: <https://stolv.no/om-oss/nokkeltall-for-st-olavs-hospital> [Accessed 05. mai 2022].
- ST. OLAVS HOSPITAL. n.d-a. *Akuten og Hjerte-lunge-senteret* [Online]. stolv.no. Available: <https://stolv.no/steder/oya/akuten-og-hjerte-lunge-senteret> [Accessed 06. mai 2022].
- ST. OLAVS HOSPITAL. n.d-b. *Steril forsyning* [Online]. Available: <https://stolv.no/avdelinger/divisjon-st-olavs-driftsservice/steril-forsyning#oppgaver> [Accessed 28. april 2022].
- STATISTISK SENTRALBYRÅ. 2022. *Pasienter på sykehus* [Online]. Statistisk sentralbyrå. Available: <https://www.ssb.no/helse/helsetjenester/statistikk/pasienter-pa-sykehus> [Accessed 1. mai 2022].
- STERNBERG, H., STEFANSSON, G., WESTERNBERG, E., GENNAS, R. B. A., ALLENSTROM, E. & NAUSKA, M. L. 2013. Applying a lean approach to identify waste in motor carrier operations. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- SØRAA, R. A. 2021. Denne roboten er ubehøvlet og snakker dialekt. Gemini.no.
- TEJA, R. 2021. *What is a Sensor? Different Types of Sensors and their Applications* [Online]. Electronics Hub. Available: <https://www.electronicshub.org/different-types-sensors/> [Accessed 02. mai 2022].
- TORGERSEN, R. 2011a. *Lean* [Online]. helsebiblioteket.no. Available: <https://www.helsebiblioteket.no/kvalitetsforbedring/metoder-og-verktoy/lean> [Accessed 16. april 2022].
- TORGERSEN, R. 2011b. *Verktøy som brukes i Lean-prosjekter* [Online]. Helsebiblioteket. Available: <https://www.helsebiblioteket.no/kvalitetsforbedring/metoder-og-verktoy/verktoy-som-brukes-i-lean-prosjekter> [Accessed 20. april 2022].
- TOYOTA. 2022. *Toyota Production System* [Online]. Available: <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/> [Accessed 28. mars 2022].
- TVEDT-GUNDERSEN, E. 2016. *Sterilsentralen - der bakterier kommer for å dø* [Online]. helsestavanger.no. Available: <https://helse-stavanger.no/avdelinger/klinikk-a/operasjonsavdelingen/sterilsentralen-der-bakterier-kommer-for-a-do> [Accessed 28. april 2022].
- ULLRICH, G. 2014. The History of Automated Guided Vehicle Systems. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-44814-4_1 [Accessed 25. april 2022].
- UTHEIM, E. B. 2013. *"Hei, kanj du pass dae litt!?!"* [Online]. E24. Available: <https://e24.no/teknologi/i/vQIA2L/hei-kanj-du-pass-dae-litt> [Accessed 1.mars 2022].
- VAULE, I. B. 2018. *Measures for Timely Delivery of Materials Transported by Automated Guided Vehicles (AGVs) in Hospitals*. Master thesis, NTNU.
- VIS, I. F. A. 2006. Survey of research in the design and control of automated guided vehicle systems. 170. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221704006459> [Accessed 28. april 2022].
- WEINSTEIN, R. 2005. RFID: a technical overview and its application to the enterprise. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1490473> [Accessed 15. april 2022].
- WILSON, J. S. 2004. *Sensor Technology Handbook*, Elsevier.

- WOMACK, J. P. & JONES, D. T. 2003. *Lean Thinking*, Simon & Schuster.
- YIN, R. K. 2009. *Case Study Research*, SAGE Publications.
- AAKERVIK, A.-L. 2014. Robotene inntar St. Olavs hospital. Available: <https://www.arbeidsmiljo.no/robotene-inntar-st-olavs-hospital/> [Accessed 04. mai 2022].
- AASLAND, J., FJELLINGSDAL, A.-G., SKARE, U., SOLHEIM, R., VARTDAL, N., HØYDAL, B., GRONGSTAD, L. G. & BONDEVIK, A. M. 2018. Regional retningslinje for dekontaminering og lagring av fleksible endoskop for spesialhelsetjenesten i Helse Midt-Norge. Available: <https://stolav.no/avdelinger/documents/regional%20retningslinje%20for%20dekontaminering%20og%20lagring%20av%20fleksible%20endoskop%20for%20spesialisthelsetjenesten%202018.pdf> [Accessed 22. april 2022].

Vedlegg 1: Intervjuguide

Vedlegg 2: Forprosjekt

Vedlegg 3: Standardavtale bacheloroppgave

