



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2022 60 stp**  
Fakultet for realfag og teknologi

## **Trafikklysmodellen – En simulert innføring på ø-hjelpspasienter ved Akershus Universitetssykehus**

The traffic light coding system – A simulated  
implementation of emergency patients at Akershus  
university hospital.

Kristoffer Janitz Kvaal og Daniel Jaafar  
Industriell økonomi

## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet våren 2022 som vårt endelig bidrag til å fullføre vårt femårige studium på Industriell økonomi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Oppgaven er skrevet av to masterstudenter fra samme studieløp, og utgjør til sammen 60 studiepoeng.

Først vil vi takke vår veileder Tor Kristian Stevik, og vår bi-veileder Hendrik Windzer for dyktig og motiverende veiledning, og for oppmuntrende samtaler og tilbakemeldinger i løpet av hele masterperioden. Vi er svært takknemlige for at dere gjorde det mulig for oss å skrive om noe som interesserte oss.

Vi vil rette en stor takk til Akershus Universitetssykehus for å ha tatt seg tiden til å samarbeide med oss selv under en pandemi. Dere gjorde det mulig for oss å lære og oppleve noe ikke alle masterstudenter for muligheten til. En spesiell takk til Egil Nordengen avdelingsleder på sentraloperasjon og sterilforsyning hos Akershus universitetssykehus og Katrine Hay for et verdifullt samarbeid, og hjelpelighet til å finne informasjon og gi oss tilgang på data. Vi vil også takke for alle omvisningene og tilretteleggelsene dere har gjort for at besøkene var mulig å gjennomføre. Vi må også rette en takk til alle som deltok på møtene.

Til slutt vil vi takke våre familier, venner, kjærester og klassekamerater som har vært en stor støtte og kommet med oppmuntrende ord gjennom hele perioden.

Ås, 25. Juni 2022

---

Daniel Jaafar

---

Kristoffer Janitz Kvaal



## Sammendrag

Tema for denne oppgaven er forbedringspotensialet av pasient-triagering ved sentraloperasjonen på Akershus universitetssykehus for ø-hjelpspasienter. Oppgaven tar utgangspunkt i en casestudie av pasientforløpene ved Ahus samt-, en simulering av et alternativt prioriteringsgrunnlag. Ahus opplever lange ventetider, strykninger, operasjoner på natt med begrenset kompetanse og kapasitet. De opplever en 10% høyere andel fristbrudd enn hele Helse Sør-Øst. Ahus ønsker derfor å innføre en trafikklysmoell for prioritering av ø-hjelpspasienter. Formålet med denne oppgaven er derfor å identifisere hvilke endringer i prioritering denne modellen ville medført i forhold til dagens drift. I tillegg presenteres hvilke faktorer som bidrar til økt ventetid frem til operasjon av pasientene. Dette har resultert i følgende problemstilling: *«Hvordan ser pasientforløpet ut for ø-hjelpspasienter på Ahus, og hvordan vil innføringen av UNN's «trafikklysmoell» påvirke daglig drift på sentraloperasjonen for denne pasientgruppen?»*

Oppgavens kvalitative del tar utgangspunkt i Lean-metodikk for utformingen av en verdistrømsanalyse av nåsituasjonen på Ahus. Videre vil en ståstedsstedsanalyse presentere pasientforløpet på sentraloperasjonen. Her er det kartlagt ulike aktiviteter i forløpet som pasienter må gjennom, og hvilke hindringer i flyt som preger sentraloperasjonen. Tanken er at en slik kartlegging kan underbygge et prosessforbedringsarbeid for eliminering av problemområder som bidrar til en unødvendig lang preoperativ ventetid. Den kvantitative analysen tar utgangspunktet i bruken av en simuleringsmoell utviklet på NMBU for å se på effekten ved innføring av en trafikklysmoell med. Den baserer seg på en studie av pasientdata fra januar til mai 2022, hvor resultatene fra trafikklysmoellen og datagrunnlaget presenteres.

Resultatene viser at det er flere faktorer som kan føre til variasjon, og dermed vil være til hinder for flyt. Dette fører til usikkerhet i pasientforløpet og bidrar til unødvendig forlenget ventetid. Resultatet til trafikklysmoellen viser at denne typen prioritering har muligheten til å øke drift effektiviteten for planlegging av operasjoner og prioritering av pasienter. Resultatene viser at med at trafikklysmoellen kan oppnå ønsket effekt for Ahus, hvis den baseres på riktig og god data.



## Abstract

This thesis investigates the potential for improvement of patient triage at the central operation at Akershus university hospital for emergency patients. The thesis is based on a case study of the patient processes at Ahus, as well as a simulation of a traffic light triage system. Ahus are currently experiencing long waiting lines, delays, and are forced to do operations at night with limited competence and capacity. They are also exceeding 10% more deadlines than the entire Helse Sør-Øst combined. To change this trend, Ahus wants to introduce a traffic light model for prioritizing emergency patients. The purpose of this thesis is therefore to identify what changes in prioritization this model would entail in relation to current operations. In addition, identifying the factors that contribute to increased waiting time for surgery patients. This has resulted in the following question: "What does the treatment plan look like for emergency patients at Ahus, and how will the introduction of UNN's "traffic light model" affect the daily operations at the central operating room for this patient group?"

The qualitative part of the thesis is based on Lean methodology for the design of a value stream mapping of the current situation at Ahus. Furthermore, a current state analysis will be presented for the patient path to the central operation. Here, various activities in the process that the patient must go through are mapped and categorized. The idea is that such an analysis can be used as a support for process improvement and for eliminating problems that contributes to an unnecessarily long wait time. The quantitative analysis is based on the use of a simulation model developed at NMBU to look at the effect of the introduction of the traffic light model. It is based on a previous study of patient data from January to May 2022 where the results from the traffic light model and the relevant data are presented.

The results show that there are several factors that can lead to variation, and thus will be a hinder for patient flow. This leads to uncertainty in the patient treatment process and contributes to unnecessarily extended waiting times. The result of the traffic light model shows that this type of prioritization has the potential to increase operational efficiency for planning and prioritizing patients. It has been concluded that a traffic light model can achieve the desired effect for Ahus if it is based on correct and high-quality data.



## Figurliste

Figur 1: En illustrasjon av hvordan et kø-system fungerer (Stabekk & Langås, 2022).....	16
Figur 2: En illustrasjon av trafikklysfordelingen utviklet ved Universitetssykehuset i Nord-Norge (Rannestad, 2010). .....	18
Figur 3: Oversikt over romfordelingen ved sentraloperasjonen. ....	30
Figur 4: Oversikt over antall pasienter som har blitt operert mellom januar og april i 2019 og 2022. Søylediagrammet er for alle ø-hjelpspasienter på gastrokirurgi, ortopedi og gynekologi..	31
<i>Figur 5: Et Current-State-Map av et generelt pasientforløp for de ulike fagområdene på Ahus.</i>	35
Figur 6: Pasienter kategorisert etter trafikklysgradering for hvert av de tre fagavdelingene for 2019.....	42
Figur 7: Pasienter kategorisert etter trafikklysgradering for hvert av de tre fagavdelingene for 2022.....	43
Figur 8: Antall operasjoner for pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2019. ....	44
Figur 9: Antall operasjoner for pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2022. ....	45
Figur 10: Antall operasjoner for simulert pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2022. Simulert med 100% av vanlig drift.....	47
Figur 11: Antall operasjoner for simulert pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2022. Simulert med en 25 % lavere driftseffektivitet .....	49





## Tabelliste

Tabell 1: Oversikt over eksempler på verdiskapende aktiviteter for en pasient på et sykehus (Graban, 2016). .....	8
Tabell 2: Tabellen viser et eksempel på en triagestruktur (Schlichting, 2018). .....	17
Tabell 3: Liste over ikke-menneskelige ressurser på Ahus i pasientforløpet. ....	27
Tabell 4: Liste over menneskelige ressurser på Ahus i pasientforløpet.....	28
Tabell 5: Stegvis beskrivelse av pasientforløpet inn til sentraloperasjonen på Ahus. ....	33
Tabell 6: Pasientforløp fra ankomst til sykehus til diagnose blir stilt.....	35
Tabell 7: Pasientforløp fra diagnose har blitt stilt til operasjon er utført.....	36
Tabell 8: Oversikt over potensielle variasjoner for drift og pasientflyt på SOP (Akershus universitetssykehus, 2021a). .....	37
Tabell 9: Deskriptiv statistikk for pasientgruppen som opereres på Ahus fra 1.12.2019-31.12.2019 kategorisert etter maksimum preoperativ ventetid.....	40
Tabell 10: Deskriptiv statistikk for pasientgruppen som opereres på Ahus fra 1.1.2022 fordelt etter maksimum preoperativ ventetid.....	41
Tabell 11: Deskriptiv statistikk for simulert pasientdata i perioden 1.1.2022-1.5.2022 med normaldrift. ....	46
Tabell 12: Deskriptiv statistikk for simulert pasientdata i perioden 1.1.2022-1.5.2022 med nedsatt drift satt til 75% av normaldriften.. ....	16



## Innholdsfortegnelse

Forord.....	- 1 -
Sammendrag .....	- 3 -
Abstract .....	- 5 -
Figurliste .....	- 7 -
Tabelliste.....	- 9 -
Innholdsfortegnelse.....	- 11 -
1. Introduksjon .....	1
1.1 Tema og aktualitet.....	1
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	3
1.3 Begrensninger.....	4
1.4 Oppbygning.....	5
2. Teori.....	6
2.1 Driftsoptimalisering av sykehus.....	6
2.2 Lean-filosofi i helsevesenet.....	7
2.2.1 Prosesserer med Lean-tilnærming og sløsing.....	9
2.2.2 Ressurseffektivitet og flyteeffektivitet .....	10
2.2.3 Flaskehalsar og variasjoner .....	11
2.2.4 Verdistrømsanalyse .....	13
2.2.4.1 Mål, omfang og ytelse.....	13
2.2.4.2 Current-State-Map .....	13
2.3 Operasjonsanalyse.....	14
2.3.1 Kø-teori.....	15
2.3.2 Triage.....	16

2.3.3 Trafikklysmo <span>de</span> ll .....	17
2.4 Pasientkarakteristikk .....	18
3. Metode .....	20
3.1 Forskningsmetode .....	20
3.2 Valg av metode.....	20
3.3 Informasjonssanking .....	21
3.3.1 Casestudie.....	21
3.3.2 Litteraturstudie og dokumentstudier.....	22
3.3.3 Innsamling av kvalitativ data.....	22
3.3.4 Innsamling kvantitativ data .....	23
3.4 Fremgangsmåte og analyse av data.....	23
3.4.1 Analyse av kvalitative data.....	23
3.4.2 Analyse av kvantitativ data og simulering .....	24
3.5 Troverdighet til studie .....	25
4. Casestudie .....	27
4.1 Om Akershus universitetssykehus .....	27
4.1.1 Sentraloperasjonen.....	30
4.1.3 Skift ved sentraloperasjonen.....	31
5. Resultat .....	33
5.1 Stå <span>st</span> edsanalyse/verdistrømsanalyse.....	33
5.1.1 Generell pasientforløpet for pasienter som skal opereres på SOP.....	33
5.1.1.1 Informasjonsflyten ved SOP .....	36
5.1.2 Potensielle kilder til variasjon i pasientforløpet på SOP som hindrer flyt.....	37
5.2 Resultater fra dagens prioritering på Ahus.....	39
5.2.1 Datagrunnlag for trafikklyssimulering .....	45

5.3 Resultater fra simuleringer .....	46
6. Diskusjon .....	50
6.1 Dagens prioritering.....	50
6.1.1 Oppbygning og begrensningene til oppgavens ståstedsanalyse .....	50
6.1.2 Potensielle prosessinterne hindringer .....	51
6.1.2.1 Flaskehalsar.....	51
6.1.2.2 Sløsing .....	52
6.1.2.3 Prosedyrer .....	54
6.2 Trafikklysmoellen .....	55
6.2.1 Grunnlag, oppbygning og begrensinger .....	55
6.2.1.1 Definisjonsproblematikk.....	56
6.2.1.2 Utfordringer .....	57
6.2.1.3 Anvendbarhet.....	58
6.3 Simulering av trafikklysmoellen.....	59
6.3.1 Simuleringsmoellen .....	59
6.3.2 Simuleringsgrunnlag.....	60
6.3.3 Simuleringsresultater .....	61
6.4 Metodisk tilnærming.....	65
7. Oppsummering.....	67
7.1 Konklusjon .....	67
7.2 Veien videre .....	68
8. Kilder .....	69
9. Vedlegg.....	I
Vedlegg A .....	I
Vedlegg B.....	I



# 1. Introduksjon

I dette kapittelet gis det en kort innføring i masteroppgavens bakgrunn, problemstilling samt forskningsspørsmål, mål og begrensinger som har blitt gjort.

## 1.1 Tema og aktualitet

Helse og omsorgstjenesten i Norge står ovenfor mange store utfordringer i tiden fremover. En eldre befolkning forårsaker et økende behov for medisinske tjenester som krever bedre allokering og effektiv bruk av behandlingsressurser, samtidig som man sikrer rettmessig tilgang til behandling (Rogne & Syse, 2017).

Planlegging av behandlinger og operasjoner er en kompleks oppgave. Hvis dette utføres feil kan det medføre unødvendige kostnader og forsinkelser i pasientbehandlingen (Cardoen et al., 2010; Helbækk, 2013). Det er gjort mye forskning på effekten av de negative konsekvensene av dårlig administrerte ressurser og pasientprioritering. Dette blir gjort særlig tydelig hos pasienter med hoftebrudd (Daugaard et al., 2012) og (Moja et al., 2012). Forsinkelse av operasjoner er assosiert med post-operative komplikasjoner, forlenget restitusjon og liggetid, samt økt dødelighet. Dette skyldes forlenget opphold i påvente av behandlingen som kan medføre et forverret sykdomsbilde hos pasienter. Videre kan dette føre til komplekse og ressurskrevende behandlinger. Endringene i sykdomsforløpet og pasientens helse kan føre til at de planlagte behandlingsmetodene ikke lenger har samme effekt, eller ikke kan benyttes lenger (Stand et al., 2006).

En av de største bidragsyterne til disse problemene samt en av de vanskeligste utfordringene kommer fra håndteringen av flere pasientgrupper som konkurrerer om de samme ressursene. I tillegg vil avveiningen mellom elektive og ø-hjelps medføre at pasienter gis forskjellige prioriteringer og behandlinger etter behov (Duma & Aringhieri, 2019). Ø-hjelpspasienter er forskjellige fra elektive, fordi pasienten kan ankomme når som helst i løpet av døgnet. Dette skaper spesifikke planleggingskrav. Håndteringen av ikke-elektive pasientstrømmer er imidlertid fortsatt en utfordring, fordi den ofte er basert på 'ad hoc' strategier (Persson et al., 2017). Det finnes ingen enighet gjort av helsevesenet, verken på operativt eller strategisk nivå, om hvilke grunnlag som



skal ligge til grunn for prioritering av pasienter. (Sibbald et al., 2009). Eksisterende definisjoner av akuttkirurgi er ikke standardisert på tvers av sykehus eller avdelinger, og begrenset forskning brukes på ikke-elektive pasientstrømmer (Fitzgerald et al., 2006). Funnene deres indikerte at uoverensstemmelser rundt hasteklassifiseringer og akseptable tidsrammer for behandling kan forårsake variasjon i prioriteringen for pasienter med lignende tilstander.

Sandbaek (2014) dokumenterte virkningen på implementeringen av nye allokeringstrategier og mer standardiserte retningslinjer for pasientklassifisering på operasjonseffektivitet hos st. Olavs sykehus. De fant at bedre triagering ga effektivitetsgevinster for både elektive og ø-hjelpspasienter, med høyere gjennomstrømning, redusert overtid og ventetid uten bruk av ekstra ressurser. Re-designet muliggjorde effektiv dagkirurgi og en mer selektiv bruk av operasjonsstuene for pasienter som haster på kveld og natt. Redusert variasjon og høyere forutsigbarhet bidro til økt effektivitet i behandlingen av alle pasientgrupper.

Prognoser viser at i 2035 skal Ahus ha et opptaksområde med en estimert befolkning på ca. 640 000 (Akershus Universitetssykehus, 2017). Tidligere forskning viser klart at viktigheten av et raskt behandlingsforløp, sett opp mot veksten i pasientgruppen, gjør at pasientforløp og forskning på strategier som kan minke preoperativ ventetid for kirurgisk behandling til et svært høyaktuelt tema.

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Problemstillingen for denne oppgaven lyder slik:

*Hvordan ser pasientforløpet ut for ø-hjelpspasienter på Ahus, og hvordan vil innføringen av UNNs «trafikklysmo­dell» påvirke daglig drift på sentraloperasjonen for denne pasientgruppen?*

For å kunne svare på denne problemstillingen er følgende **forskningsspørsmål** presentert:

- Hvordan er dagens forløp ved sentraloperasjonen på Ahus?
- Hvordan vil en simulert implementering av trafikklysmo­dellen påvirke driften og operasjonsplanleggingen på SOP?
- Hva er effekten av nedsatt drift på operasjonsplanleggingen og driften av SOP på Ahus ved bruk av en simulert trafikklysmo­dell?

Ut fra disse forskningsspørsmål og problemstillingen i seg selv, har man kommet frem til følgende **mål**:

### **Effektmål:**

- Færre pasienter blir operert på kveld og natt.
- Bidra til en standardisert prioriteringsmodell som alle benytter seg av slik at alle ø-hjelpspasienter får samme vurderingsforløp.
- Minimere pre-operativ ventetid.

### **Resultatmål:**

- Identifisere kritiske punkter og hindringer i dagens måte å behandle ø-hjelpspasienter på.
- Identifisere viktige parametere ved innføringen av modellen.
- Illustrere hvilke fordeler og ulemper bruken av en trafikklysmo­dell kunne gitt på driften ved sentraloperasjonen i gitt tidsrom i 2019.

### 1.3 Begrensninger

Oppgaven er begrenset til Akershus universitetssykehus områdeavdeling Nordbyhagen og avdeling SOP. Begrensningen skyldes flere ting, men hovedgrunnen er at det var et direkte ønske fra Ahus om å begrense det til Nordbyhagen. NBH er deres største avdeling, og har stor pasientstrøm. Avdelingen har derfor store kapasitetsproblemer.

Sentraloperasjonen er den av delingen på Ahus som tar imot flest ø-hjelpspasienter, og derfor var det naturlig å teste ut trafikklysmodellen i denne avdelingen. I tillegg var SOP et gunstig scenario med tanke på at prinsippet bak modellen er å redusere pre-operative ventetider. SOP var også den avdelingen som hadde et datagrunnlag av høyere kvalitet.

På grunn av manglende kompetanse innenfor medisin og helsefag generelt ble det benyttet kriterier og vurderinger som er satt av fagfolk på Ahus.

Det gjøres oppmerksom på at modellen ikke ble utprøvd i praksis i denne oppgaven. Ahus NBH har derimot fremtidige planer om å teste modellen gradvis, men grunnet tidsbegrensninger kom ikke effekten av dette med i oppgaven.

## 1.4 Oppbygning

I kapittel 2 presenteres det teoretiske grunnlaget som oppgaven bygger på. Først presenteres temaer om drift- og Lean i helsevesener, beslutningsteori, og deretter litt teori som modellen baserer seg på.

I kapittel 3 går det gjennom de ulike metodiske valgene som ligger til grunn for alle undersøkelsene. Det blir forklart hvordan både kvalitativ og kvantitativ data har blitt innsamlet og bearbeidet.

I kapittel 4 presenteres casestudiet ved sentraloperasjonen ved Ahus. Dette er for å gi innblikk i hvor og hva man har hatt med å gjøre under master-perioden.

I kapittel 5 vil første del bestå av en presentasjon av datagrunnlaget som har blitt brukt for analysene og kartleggingen av nåsituasjonen på sykehuset. Videre vil ståstedssitedanalysen presenteres for pasientforløpet i sentraloperasjonen. Her kartlegges det ulike aktiviteter i forløpet som pasient må gjennom, og hvilke potensielle hindringer i flyt som preger SOP. I andre halvdel presenteres resultatene fra trafikklysmodellen og datagrunnlaget. Avslutningsvis presenteres resultatet fra simuleringen som tar i betraktning en redusert driftskapasitet.

I kapittel 6 diskuteres funnene fra resultatet knyttet til ståstedssitedanalysen og simuleringene som har blitt kjørt ved hjelp av trafikklysmodellen fra kapittel 5. I dette kapitlet stilles det også kritiske spørsmål til resultatene og validiteten av dette casestudiet.

I kapittel 7 oppsummeres funnene gjort i oppgaven, og det legges det frem hva som kan være interessant å undersøke videre etter denne oppgaven.

## 2. Teori

Under dette kapittelet presenteres relevant teori slik at man har den nødvendige teoretiske bakgrunnen for å kunne svare på forskningsspørsmålene, problemstillingen og diskutere datamateriale. Kapittelet presenterer temaer som driftsoptimalisering av sykehus, sykehustermologi, Lean-filosofi, verdistrømsanalyse og operasjonsanalyse.

### 2.1 Driftsoptimalisering av sykehus

For tiden står begrensede helseressurser overfor nesten ubegrensede krav. Bruk av avanserte planleggingsverktøy og driftsstrategier blir derfor stadig viktigere på sykehus. I tillegg til å velge en hensiktsmessig måte å allokere ressurser for å møte ulike medisinske prioriteringer er det også nødvendig å øke effektiviteten på pasientforløpet (Sandbæk et al., 2014).

Langabeer (2008) identifiserer 7 nøkkelfunksjoner og problemområder man setter søkelys på når hen analysere driften av et sykehus.

1. **Arbeidsflyten:** Er det flere avdelinger eller personale som utførere samme oppgave? Har vi muligheten til å redusere omløpstiden ved å minke steg pasienten må gjennom? Er det mulig å redusere flaskehalser til nøkkelprosser for behandling?
2. **Fysisk oppsett:** Er avdelingene designet med hensyn til hastighet, kapasitet, trafikkflyt og driftseffektivitet? Er stuene og avdelingene satt opp for å eliminere overflødighet/dobbeltarbeid?
3. **Kapasitet og planlegging:** Identifisering og minske flaskehalser for å forbedre pasientflyt gjennom sløyfen. Iverksette teknologiske løsninger for å øke arbeidseffektiviteten under behandlingsforløpet. Lagerplassering med tilstrekkelig kapasitet og utstyr etter behovet til avdelingene. Tilstrekkelig sterilkapasitet og effektiv bruk av autoklaver for å minske ventetiden på sterilt utstyr.
4. **Bemanning og produktivtetsstyring:** Hvor mye «output» kan forventes av staben, og dekker dette behovet for dagens pasientstrøm? Brukes det gode nok analytiske modeller og systemer for å optimalisere personal- og ressursutnyttelse?

5. **Nettverksoptimalisering:** Er innkjøp av utstyr og medisiner strategisk utnyttet? Strategisk posisjonering av klinikker eller ressurser for å minimere kostnader og hentetid fra lager.
6. **Supply Chain og logistikkstyring:** Er det tilstrekkelig utstyr for å utføre de nødvendige behandlingene til tilstrekkelig tid? Sørge for god kommunikasjon mellom avdelingene for å planlegge og forbedre aktivitetene i prosessen. Optimalisering av lagerforsyning for medisinsk og kirurgisk utstyr. Opprettholde god intern kontrollering av utstyrsbruk for å forhindre unødvendig utstyrsangel.
7. **Kvalitet-, planlegging- og prosessforbedring.** Er riktige prestasjonsindikatorer målt for å bringe synlighet til trender og unntak? Hvordan er driften sammenlignet med andre sykehus? Identifisering av kvalitetsproblemer som påvirker pasientvelvære og sikkerhet med utgangspunkt i effektivitet, hastighet og kostnader (Langabeer & Helton, 2008).

Visser & Beech (2005) påpeker at utgangspunktet for prosessoptimalisering på sykehuset er til for å bestemme hvordan man best kan transformere en pasient med et behov til en ferdig behandlet pasient. Det er mange problemer og motsetninger som påvirker denne driften. Mål kan vær uklare mellom ulike avdelinger på sykehuset (for eksempel ressursbehov, ineffektivitet ved utdanning av nye leger, klinikk mål, økonomiske insentiver, kostnader osv.). Sykehus er komplekse organisasjoner, og består av personer med tvetydig tilhørighet ved at flere ulike profesjoner er involvert i prosessen.

## 2.2 Lean-filosofi i helsevesenet

Prosjektledelse og produksjons filosofien Lean går ut på å sette kunden i sentrum ved å ha fokuset på kunden som flytobjektet i prosessen. For eksempel for et sykehus vil flytobjektet være pasienten. Lean-filosofien er fokuset på «flyt effektivitet» i stedet for den tradisjonelle ressurs effektiviteten. I Lean så «flyter» flytobjektet glatt gjennom prosessen og fra dens perspektiv er det ressursene, som for eksempel konsultasjon hos legen, MR-maskiner eller operasjoner som direkte overfører verdi til flytobjektet. Formålet med filosofien er å prøve og eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter på flytobjektet som i dette tilfellet er pasienten. Dermed vil man kunne eliminere nesten all sløsing i prosessen (Womack & Jones, 2003). Lean baserer seg på kundens synspunkt, og derfor er det viktig å forstå hva som er verdi for kunden.

Graban (2016) forklarer at det er tre generelle regler for hvordan man kan definere hva som regnes som verdiskapende aktiviteter:

1. Kunden, altså pasienten i dette tilfellet, må være villig til å betale for behandling, eller oppsøke behandling.
2. Aktiviteten eller produktet må transformeres på et eller annet vis. Derimot kan denne regelen omformuleres slik at den passer helsesektoren bedre. «*Aktiviteten må bringe pasienten nærmere deres ideale helse og livskvalitet*».
3. Aktiviteten må gjøres riktig den første gangen den utføres. Dette er ekstremt viktig for et sykehus da behandlingsfeil eller feil informasjon kan ha negative konsekvenser for pasienten.

Reglene ovenfor må gjelde for at en aktivitet skal være verdiskapende for kunden.

Tabell 1: Oversikt over eksempler på verdiskapende aktiviteter for en pasient på et sykehus (Graban, 2016).

<b>Avdeling</b>	<b>Rolle</b>	<b>Eksempler på verdiskapende aktiviteter</b>	<b>Eksempler på ikke-verdiskapende aktiviteter</b>
Operasjonsrom	Kirurg	Utføre operasjonen på pasienten.	Utføre en operasjon for å rette på en feil som ble gjort tidligere i behandlingen.
Radiologi	Radiolog	Produsere røntgen bilder for pasienten.	Produsere et bilde som ikke er nødvendig og ikke blir brukt.
Apoteket	Farmasøyt	Finne frem de riktige medikamentene for pasienten.	Legge tilbake medikamenter som ikke ble tatt i bruk.
Laboratoriet	Medisinsk forsker	Se på testresultater fra blodprøver.	Erstatte eller prøve å fikse et apparat som ikke fungerte.

### 2.2.1 Prosesserer med Lean-tilnærming og sløsing

Womack & Jones (2003) forklarer at det burde legges vekt på fem prinsipper hvis man ønsker å implementere Lean-filosofien i organisasjonen.

Det første prinsippet går ut på å **spesifisere verdi (1)**:

Hva er verdi for kunden? Her spesifiserer verdi fra kundens sitt synspunkt. I denne konteksten er kunden en pasient.

Det andre prinsippet er å **identifisere verdistrømmen (2)**: Her kartlegges verdistrømmen og så elimineres eller minimeres alle steg i prosessen som ikke tilfører noe verdi til pasienten.

Det tredje prinsippet handler om å **skape flyt (3)**: Få de resterende verdiskapende prosessene og stegene til å flyte. Målet er at pasienten skal flyte gjennom forløpet.

Det fjerde prinsippet er å prøve og skape **sug (4)** i prosessen: Her skal flytobjektet suges gjennom hele prosessen og ikke dyttes. Pasienten går fra den ene verdiskapende aktiviteten til den andre og prosessen starter bare når behov oppstår.

Det siste prinsippet er **perfeksjon (5)**: Det er alltid rom for forbedring. Når steg 1 til 4 er gjennomført starter prosessen på ny og man kan alltid se etter forbedringstiltak.

(Modig & Åhlstrøm, 2013).

Ved å implementere disse prinsippene vil man i lengden kunne minimere, og til slutt eliminere sløsing i en prosess. Som nevnt tidligere er hensikten med Lean å eliminere alle aktiviteter som ikke er verdiskapende for flytobjektet. Ikke-verdiskapende aktiviteter i Lean-filosofien kalles for *muda*, eller sløsing.



Det identifiseres *syv former for sløsing* i Lean-filosofien, og disse kan også knyttes opp mot helsevesenet ifølge Graban (2016):

1. **Overproduksjon:** De samme handlingene blir utført flere ganger uten at det er behov for det eller at man gjør ting tidligere enn nødvendig. For eksempel om flere personer dobbelt eller trippelsjekker om en operasjonssal er ledig, spør om personopplysninger eller utfører diagnoser på forhånd som kanskje ikke var nødvendige.
2. **Venting:** Unødvendig ventetid. Leger som venter på å få de rette personopplysningene og operasjonsutstyr, eller pasienter som venter på operasjon.
3. **Transport:** Forflytting av lager, utstyr, kunder eller pasienter som ikke er nødvendig. Hvis det skal være transport skal det være ved behov. Et godt eksempel er om operasjonsstuen ligger veldig langt det pre-operative område.
4. **Unødvendig prosessering:** Man utfører arbeid som ikke gir noe verdi til kunden. Dette kan for eksempel være å skrive ned data og informasjon som aldri blir sett eller brukt.
5. **Lager:** Store lager med utstyr som ikke blir tatt i bruk eller solgt. Dette kan være utstyr eller medikamenter som kanskje har gått ut på dato, utdaterte verktøy eller ubrukte møbler.
6. **Bevegelse:** Unødvendig bevegelse av de ansatte på jobben. Om «layoute» på sykehuset er dårlig planlagt må de ansatte gå veldig langt for å utføre små oppgaver. Ansatte ender med å gå mange hundre meter for å finne utstyr som kanskje ikke er der.
7. **Feil:** Man bruker tiden på å utføre aktiviteter feil, eller at utstyr ikke fungerer som de skal. Dette kan for eksempel være feil registrering av informasjon, feil dosering av medikamenter for pasienter, feil behandling av pasienter eller operasjonssett som mangler utstyr.

Man vil i lengden øke flyten til flytenheten hvis man prøver å eliminere aktivitetene ovenfor.

### 2.2.2 Ressurseeffektivitet og flyteeffektivitet

Selv om Lean-filosofien har hovedfokus på flyteeffektivitet for å gjøre kundene sine fornøyde kan man ikke snakke om effektivitet uten ressurseeffektivitet da disse to er gjensidig avhengige av hverandre. Den tradisjonelle måten å måle effektivitet på er ressurseeffektivitet. Her ligger fokuset

på de ressursene som en organisasjon trenger for å kunne produsere et produkt eller en tjeneste. Ressurseffektivitet er altså et mål på hvor mye en ressurs utnyttes i forhold til en tidsperiode.

Flyteeffektivitet derimot definerer effektivitet ut ifra perspektivet til flytobjektet (fokuset er satt på behov). Dette er et mål på hvor mye flytobjektet behandles i løpet av en bestemt tidsperiode. På et sykehus vil dette for eksempel være når pasienten får oppfølging og behandling. Her defineres tidsperioden fra det tidspunktet det identifiseres et behov til behovet er møtt (Modig & Åhlstrøm, 2013).

Det er viktig å forstå at man må kunne kombinere disse to på best mulig måte for å oppnå det beste resultatet. I følge Modig (2013) er målet med prosessen å ligge innenfor «Den prekte tilstanden» som er en teoretisk perfekt tilstand. Tilstandene kjennetegnes ved at man både har høy mellom ressurseffektivitet og flyteeffektivitet. Hovedfokuset ligger derfor på helheten og ikke bare på flyteeffektiviteten. Litteraturen forteller derimot at den perfekte tilstanden er umulig å oppnå, men er verdt å jobbe mot.

### 2.2.3 Flaskehalsar og variasjoner

Ifølge litteraturen er det *tre faktorer* som forhindrer sykehuset i å oppnå den ønskelige flyten i prosessene deres, og dermed hindrer en i å oppnå «den perfekte tilstanden» eller høy flyt- og ressurseffektivitet. Faktorene kommer i form av lover; Little's lov, loven om flaskehalsar og loven om variasjonen i prosesser. I denne masteroppgaven er derimot ikke Littles lov relevant å ta hensyn til.

#### Loven om flaskehalsar

Første loven sier at det vil alltid være flaskehalsar i en prosess uansett hvilken type foretak det er. I hverdagen kan flaskehalsar forklaras som punkter eller steder der det vil oppstå kø. Flaskehalsar er aktiviteter, prosesser eller del-prosesser som på et eller annet vis begrenser flyten i forløpet, og denne aktiviteten har den tregeste flyten.

På sentraloperasjonen vil flaskehalsar resultere i lange køer og ventetider for behandling. Det finnes to grunner til at det oppstår flaskehalsar i en prosess. Den første grunnen er hvis prosessen

må utføres i en spesiell rekkefølge (Modig & Åhlstrøm, 2013). For eksempel på et sykehus må personopplysninger om pasienten ofte hentes ut før behandlingen kan starte eller at et operasjonsrom må være ledig før operasjonen kan begynne.

Den andre grunnen til at det oppstår flaskehals skyldes *variasjon*. På et sykehus kan man ikke forutse hvor mange og hva slags pasienter som vil legges inn. Noen dager kan det være mange innleggelser på sentraloperasjonen og derfor et behov for å bruke alle operasjonssaler, mens andre dager er det så få pasienter at ikke alle operasjonssalene tas i bruk. Pasientene som kommer inn har også ulike behov som må tas hensyn til (Modig & Åhlstrøm, 2013).

### Loven om variasjon

Det vil alltid eksistere variasjon i en prosess, og det finnes utallige grunner til hvorfor variasjon oppstår. Hovedsakelig deles variasjon inn i tre kategorier. Disse formene for variasjon er et av årsakene til at det er vanskelig for et foretak å oppnå det ønskelige nivået av flyt- og ressurseffektivitet.

1. **Ressurs:** Utstyr, maskiner og datasystemer er alltid utsatt for svikt. Noen av datasystemene operer raskere enn andre, og de ansatte på sykehuset jobber i ulikt tempo. På grunn av ulik erfaring vil noen leger bruke lengere tid til å diagnostisere pasientene.
2. **Flytobjektet:** Pasienter har ulikt behov som både kan være medisinske og personlige. Noen krever en mer omfattende behandling enn andre.
3. **Ytre faktorer:** Variasjon som ikke er direkte knyttet til driften av prosessen eller andre ytre faktorer. Som for eksempel pasientenes ankomsttider til sentraloperasjonen.

(Modig & Åhlstrøm, 2013)

Det er vanskelig å standardisere mange av prosessene og prosedyrene i et sykehus på grunn av den uforutsatte naturen av arbeidet. Dersom man klarer å utvikle nye systemer som gjør det lettere å standardisere prosessene kan variasjon minimeres og sykehuset vil være bedre rustet mot uforutsatte hendelser. Dette vil i lengden føre til bedre flyt i prosessene.

## 2.2.4 Verdistrømsanalyse

Verdistrømsanalyse er et nyttig Lean-verktøy for å identifisere og eliminere sløsing i en prosess. Verktøyet brukes hovedsakelig for å fremme en ønsket fremtidig tilstand, og er spesielt nyttig når man skal kartlegge dagens situasjon. Dette gjøres ved å visualisere flyten i den overordnet verdikjeden. Kartet inneholder alle prosessene som er involvert i utførelsen av en tjeneste eller produksjonen av et produkt. Visualiseringsverktøyet kartlegger persons-, informasjons-, og materialflyten i verdikjeden.

Hvis dette verktøyet skal brukes i helsevesenet eller i et sykehus må man være klar over at forbedring av separate enheter/avdelinger ikke nødvendigvis resulterer i forbedring av helheten. For et sykehussystem kan lokale forbedringer være svært ineffektivt dersom man ikke utfører en detaljert kartlegging av dagens situasjon (Kolker, 2012). Gjensidige avhengigheter mellom de ulike avdelingene på sykehuset (eller SOP) kan fort overses, og kan gi et uklart helhetsinntrykk (Bicheno & Holweg, 2009).

### 2.2.4.1 Mål, omfang og ytelse

Før en verdistrømsanalyse og ståstedsanalyse kan gjennomføres identifiserer Bicheno & Holweg (2009) tre viktige faktorer man må tenkte gjennom:

1. **Målet:** Målet med prosessen. Hva ønsker vi å oppnå og hvorfor vil vi oppnå dette?
2. **Omfanget:** Hvor starter kartleggingen av prosessen og hvor avsluttes den? Ser vi på pasienten fra de ankommer sykehuset/akutten, fra 113 blir ringt, eller når behandlingen påbegynner?
3. **Ytelse:** Hvor mye variasjon er det i prosessene og informasjonen? Kapasitet, bemanning og økonomiske estimater basert på gjennomsnittsverdier uten å ta hensyn til variasjonen kan resulterer i betydelige undervurdering (Kolker, 2012).

### 2.2.4.2 Current-State-Map

En verdistrøms analyse skal utføre to ulike aktiviteter. Det første som utredes er en ståstedsanalyse der dagens situasjon blir kartlagt så detaljert som mulig via et «Current-State-Map» (Rother and

Shook 1999). De som utarbeider kartet, skal selv skal gå inn i produksjonslokalene å gjøre egne observasjoner og samle data. Dette er helt essensielt for få en oversikt over alle aspekter av verdikjeden. I tillegg lages det et fullstendig verdi-kart, fra start til slutt.

Fra Womack & Jones (2003) identifiseres det tre typer aktiviteter man må kartlegge her:

**(1)** de som tilfører verdi, **(2)** de som ikke tilfører verdi, men er for øyeblikket nødvendige, og **(3)** de som ikke tilfører noen verdi og kan elimineres.

## 2.3 Operasjonsanalyse

Dette er et fagfelt hvor man har en analytisk tilnærming til bruken av ulike kvantitative, kvalitative og ikke minst teoretiske modeller for å bedre et beslutningsgrunnlag. Operasjonsanalyse har sin opprinnelse fra andre verdenskrig da ressursene var knappe og det var kritisk å kunne fordele dem riktig. Dermed har en original definisjon blitt presentert av Morse & Kimball i 1951 som lyder slik: ”Operations research is a scientific method of providing executive 6 departments with a quantitative basis for decisions regarding the operations under their control” (Sharma, 2016).

Operasjonsanalyse (heretter OA) brukes i dag i mange ulike sektorer som for eksempel i militæret, servicebransjen, industrielle bedrifter, trafikkplanlegging og skoler. Man har også begynt å ta i bruk OA i helsesektoren der man legger vekt på å bruke fagfeltet som et verktøy for å for eksempel optimalisere pasientflyt, maksimering av ressurseffektivitet, lager og bemanningsplanlegging (Guerriero & Guido, 2010).

Hillier og Hillier (2019) presenterer en generell tilnærming på hvordan man kan løse et problem med OA:

1. Definere problemet og sanke data
2. Lage en modell
3. Løse problemet ved å bruke modellen
4. Iverksette løsningen(ene) og anbefalingen(ene)

Først og frem identifiseres problemet med å analysere informasjon og dataen som er tilgjengelig. Det kan være alt fra å ønske og utnytte operasjonsstuen bedre, kutte ned på pre-operative ventetider, høyere utnyttelsesgrad av maskiner eller bedre pasienttilfredshet. Derfra lages en

modell eller en tilnærmet representasjon som det kalles med alle de relevante faktorene. Innen OA er modellen vanligvis en matematisk representasjon, og denne blir så videreført til et regneark for testing og validering. Avslutningsvis tas modellen i bruk på problemet for å finne løsninger til tiltak.

### 2.3.1 Kø-teori

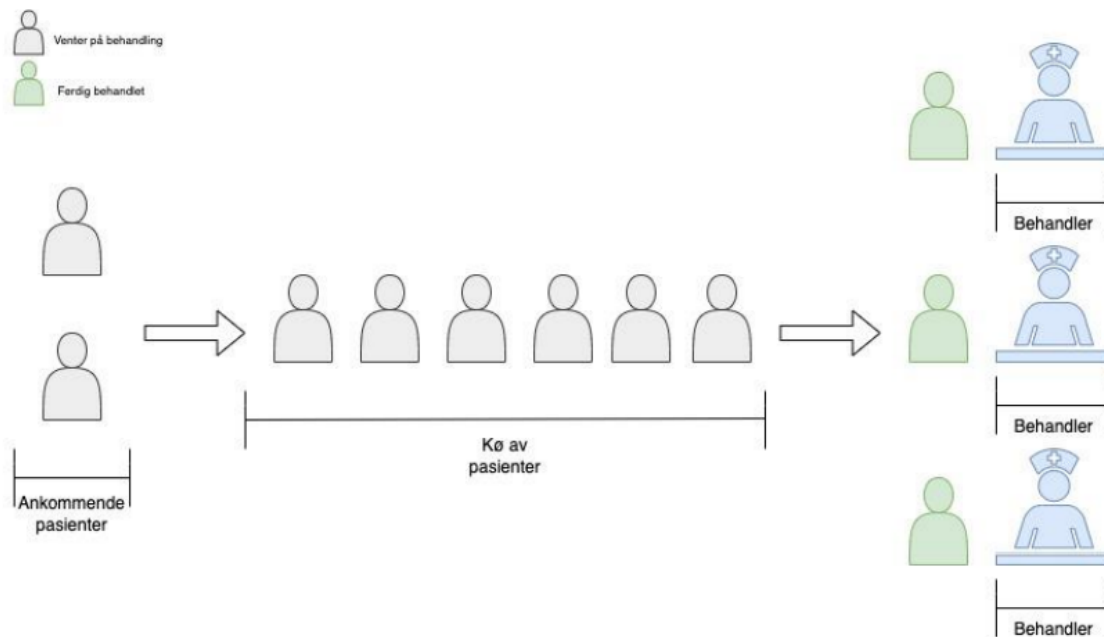
Man ønsker å unngå køer da dette er en lite effektiv bruk av tiden, og kø fører i mange sammenhenger til sløsing. Man velger derfor å analysere køer for å redusere bruken unødvendig bruk av tid. Dette er fagfeltet kø-teori (Sharma, 2016).

Kø-problemer er noe man definerer i kø-teorien som finnes i produksjon og servicebransjen. Man kan også se på pasientflyten på et sykehus som et slikt kø-problem. I denne sammenhengen blir et system sett på som en prosess som blir utført for å behandle en pasient eller enhet. Systemer som er preget av kø-problemer er ofte plaget av tilfeldige ankomstrater og servicetider. I denne sammenhengen er ankomstrater hvor ofte det ankommer en enhet, og servicetider er hvor lang tid man bruker på å bearbeide en enhet (Sharma, 2016).

En løsning på disse type problemer er å benytte seg av kø-teori. Nedenfor presenteres ulike nøkkelkomponenter i kø-teorien innenfor helsevesenet:

- (1) Ankommende pasienter: Dette er de som ankommer systemet og skal bli behandlet.
- (2) Kø: Dette er selve prosessen der pasientene ankommer systemet og venter for å bli behandlet.
- (3) Behandlere: Dette er enheten som betjener eller behandler pasienten i systemet.

Det er viktig å definere hvor mange behandlere som er tilgjengelig, distribusjonen av tidene mellom ankomsttidene og distribusjonen av servicetider for at et kø-system skal fungere optimalt. Ofte benyttes eksponentiell sannsynlighet som en distribusjon for å distribuere tiden mellom ankomsttidene, og for servicetiden benyttes for konstant servicetid eller eksponentiellfordeling (Sharma, 2016).



Figur 1: En illustrasjon av hvordan et kø-system fungerer (Stabekk & Langås, 2022).

I følge Helbækk (2013) og Sharma (2016) måler man ofte forventet antall pasienter i køen opp mot hva som er det faktiske antallet pasienter i køen når man skal måle hvor god utførelsen av modellen/kø-systemet er. Denne metodikken kan også brukes for forventet ventetid.

### 2.3.2 Triage

Dette er en sorteringsmetode med fransk opprinnelse som fortsatt tas i bruk i dag både i akuttten eller av ambulansen. Metoden er enkel og går ut på å inndele pasienter etter skadegrad. Det varierer ofte hvor mange kategorier man tar i bruk, men kategoriene kan markeres inn i farger eller tallkoder. Et vanlig brukt system har tre eller fem kategorier med fargekoder.

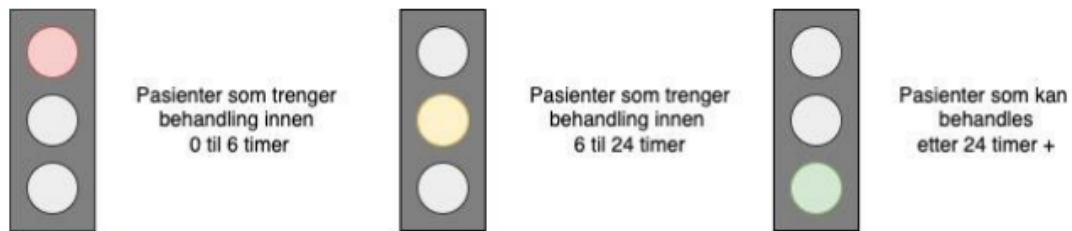
Tabell 2: Tabellen viser et eksempel på en triagestruktur (Schlichting, 2018).

Prioriteringsgruppe			Handling
Nummer	Klassifisering	Farge	
P1	Kritisk skadet	Rød	Pasienter med livstruende skader. Trenger umiddelbar behandling.
P2	Alvorlig skadet	Gul	Pasienter som krever rask behandling. Behandling kan bli midlertidig utsatt.
P3	Mindre Alvorlig skadet	Grønn	Pasienter med mindre skader. Kan vente behandling før andre kritiske pasienter.
P4	Ingen skade	Hvit	Pasienten har ingen skader som krever nevneverdig behandling.
P5	Død, eller palliativ behandling.	Sort	Pasienten er død, eller livet står ikke til å redde. Krever behandling/ressurser utenfor nåværende kapasitet.

### 2.3.3 Trafikklysmoell

I en såkalt trafikklysmoell kategoriseres hendelser med ulik alvorlighetsgrad inn i ulike farger. Denne modellen brukes hovedsakelig etter at pasienten har ankommet sykehuset i sammenheng med planlegging av hasteoperasjoner. I modellen brukes ofte fargen grønt, gult og rødt derav kommer ordet trafikklys inn. Merk at trafikklysmoellen bruker ikke nødvendigvis fargen grønt, gult og rødt. Fargekombinasjonen kan ofte variere fra land, region eller bruksområde. Fremover begrenser vi definisjonen av modellen slik den blir omtalt i helsevesenet.





Figur 2: En illustrasjon av trafikklysfordelingen utviklet ved Universitetssykehuset i Nord-Norge (Rannestad, 2010).

Trafikklysmodellen kategoriserer hasteoperasjoner basert på den kliniske evalueringen av pasienten. De kliniske evalueringene tar i betraktning potensielle bivirkninger som kan oppstå på kort og lang sikt dersom det oppstår forsinkelser i pasientforløpet. Den røde koden representerer de mest hastende akuttoperasjonene; de som må utføres så fort som mulig eller innen 6 timer. Den gule koden angir de nest mest hastende operasjonene; de som burde utføres innen de neste 24 timene. Den grønne og minst hastende koden angir de gjenværende akutte operasjonene hvor forsinkelser på opptil 24 timer og lenger aksepteres. Merk at om det skulle oppstå endringer i pasientens «allmenstilstand» kan fargen på koden endres (Leppaniemi & Jousela, 2013).

## 2.4 Pasientkarakteristikk

For å få en god forståelse for hvordan driften i et sykehus fungerer er det også viktig å forstå at det finnes ulike pasienttyper også. Dette er fordi pasientforløpet varierer ut ifra hvilken pasientene man følger. I denne oppgaven skilles det mellom to typer pasienter: elektive og ø-hjelpspasienter. Hvorav den siste typen enda ikke har en fullstendig klar definisjon i helsevesenet i Norge.

### Elektive pasienter

Dette er pasienter som legges inn på sykehuset etter en forhåndsavtale. Elektive pasienter er ofte satt opp til operasjoner som kan planlegges i god tid (Plessis, 2019).

Her skilles det også mellom om pasienten er på poliklinikken eller ikke. Dette omfatter om pasienten legges inn på sykehuset for behandling eller om pasienten skrives ut samme dag. Om

pasienten er innlagt på poliklinikken utføres behandlingen uten at pasienten legges inn (Lerø, 2020).

#### Ø-hjelpspasienter (ikke-elektive pasienter)

Dette er pasienter hvor operasjonene deres ikke kan planlegges på forhånd på grunn av uforutsette hendelser. Under denne kategorien av pasienter er det ulik grad av hast for behandling og operasjon. Pr nå brukes begrepet om alt fra akutt, og til «venter på operasjonen» (Akershus universitetssykehus, 2021a).

## 3. Metode

Under dette kapitlet vil vi presentere hvilke forskningsmetode som har blitt valgt i oppgaven og diverse begrunnelser for valget av metoden. I tillegg vil det gjøres rede for innsamlingsmetoder av kvantitativ og kvalitativ data, samt kvaliteten og troverdigheten til dataen som har blitt benyttet i oppgaven. Innledningsvis presenteres kort teori rundt forskningsmetoden.

### 3.1 Forskningsmetode

Begrepet forskningsmetode omhandler de ulike fremgangsmåter som kan benyttes i vitenskapelig forskning eller i et forskningsprosjekt. Hvilke metoder som skal benyttes er avhengig av hvilken type forskningsprosjekt man jobber med, hva slags samfunnsforhold som skal undersøkes og hva problemstillingen for selve undersøkelsen er (Grønmo, 2021). Derfor må forskningsmetoden tilpasses hvert sitt prosjekt. Begrepet brukes hovedsakelig om hvilke typer data som hentes inn til forskningsprosjektet.

### 3.2 Valg av metode

Først er det viktig å definere hva kvalitativ og kvantitativ metode er. Ifølge Harboe (2006) ligger forskjellen mellom disse to primært i hvilke typer data de produserer. I kvantitativ metode vil tilnærmingen være undersøkelser og/eller eksperimenter. Datagrunnlaget i en kvantitativ metode vil som regel bestå av numerisk informasjon. Ved kvalitativ metode vil man samle inn og analysere data som kommer i form av tekst fra intervjuer, litteraturstudie eller observasjoner (Creswell, 2014).

Man benytter ofte kvalitative metoder når man ikke har forkunnskaper eller innsikt i forskningsprosjektet man jobber med. Ikke bare er kvalitative metoder undersøkende eller utforskende, men de er også teoriutviklende. Utdypende forskningen endrer teorien, resultatet og antagelsene underveis i løpet av prosjektet, og dette er en kontinuerlig prosess som pågår mens besvarelser blir mottatt. Kvantitative metoder er gode på å etablere oversikt over omfanget av en problemstilling, og vil ofte gi oversikt over hvilke variabler som kan finnes innenfor prosjektet.

Tallene snakker sjeldent for seg selv, og dermed er fortolkningsarbeid og nødvendig forkunnskap viktig (Harboe, 2006).

Da oppgaven er todelt var det nødvendig å benyttes seg av både kvalitative og kvantitative metoder. I den første delen av forskningsprosjektet hadde man lite forkunnskap og innsikt om hvordan pasientforløpet på sentraloperasjonen fungerte. På dette grunnlaget ble det valgt en kvalitativ tilnærming til denne delen av oppgaven ettersom man var nødt til å opparbeide kunnskap om sykehuset og dets prosesser for å lage en god ståstedsanalyse. Det ble tidlig avklart at man skulle få muligheten til å besøke Ahus i flere anledninger, og det ga muligheten til å samle inn og forbedre datagrunnlaget kontinuerlig. I andre delen av oppgaven ble kvantitativ metode aktuell. Pasientdataen ble brukt for å teste og korrigere trafikklysmodellen. Kvantitativ data ble brukt i ettertid som et supplement for å danne et riktig bilde av nåsituasjonen på Ahus.

### 3.3 Informasjonssanking

I de følgende avsnittene vil det gjøres rede hvordan forskningsgruppen samlet inn de nødvendige kvalitative og kvantitative dataene.

#### 3.3.1 Casestudie

Casestudie kan beskrives som en intensiv studie av en enhet som observeres under et spesielt tidsrom eller tidspunkt. Hensikten ved dette er å oppnå en generell og helhetlig forståelse av en større gruppe som deler likende enheter.

Ettersom man hadde lite erfaring med sentraloperasjonen og sykehusdriften på Ahus fra tidligere var casestudie den foretrukne forskningsmetoden. Da det kreves god forståelse og innsikt av forskningsprosjektet for å forstå hvordan ulike fenomener oppstår. I følge Yin (2009) er casestudie den anbefalte forskningsmetoden når man skal svare på spørsmålene «hvordan» og «hvorfor», når fokuset er på et komplekst samtidfenomen i en virkelighetskontekst og når forskerne har i liten grad kontroll over hendelsene. Kort sagt er dette en robust forskningsstrategi når det ønskes en forståelse av spesifikke hendelser.

Ahus er et svært komplisert organ i seg selv, og pasientforløpet og informasjonsflyten på sentraloperasjonen er avhengig av at ulike fagområder i avdelingen samarbeider med hverandre. I tillegg er mange av aktørene og prosessene avhengig av hverandre. Da casestudie er en ganske fri forskningsstrategi fikk man muligheten til å få et bedre helhetlig overblikk av situasjonen på Ahus ved å ta i bruk flere ulike kilder. Metoden tillater bruken av alle typer former for kvalitative og kvantitative metoder for datainnsamling. Ved at man har brukt flere ulike perspektiver har det vært enkelt å kombinere dem for å avdekke svakheter ved perspektivene hver for seg. Slik har man klart å få et mer virkelighetsnært bilde av situasjonen. Kriteriet for utvalg i dette forskningsprosjektet er pasienter og sykehusets ressurser som inngår i pasientforløpet på sentraloperasjonen.

### 3.3.2 Litteraturstudie og dokumentstudier

Litteraturstudie er en omfattende kvalitativ metode som går ut på tolkning og utforskning av litteratur som omhandler et bestemt emne. Formålet med metoden kan være å få en bred forståelse og oversikt over feltet, eller en systematisk tilnærming hvor man søker etter relevant litteratur knyttet til de definerte forskningsspørsmålene (Pedersen, 2018).

I denne oppgaven ble det brukt en kombinasjon av den førstnevnte utforskende metoden og den systematiske. Først ble hovedtema og forskningsspørsmålene definert, deretter startet man med systematiske søk etter relevant litteratur. Søkjetjenesten Google Scholar ble brukt hyppig i starten og stikkord slik som: *Lean, lean healthcare, hospital, patient flow, emergancy, triage og traffic light system* ble brukt enten i kombinasjon med hverandre eller separat. Det må legges merke til at det både ble brukt engelsk og norsk i oppgaven når litteraturstudie ble gjort.

I forkant av litteraturstudiet ble interne rapporter tilsendt av Ahus. Rapportene har gjort det mulig å få et lite innblikk i hvordan driften til Ahus er og har vært det siste året. I tillegg har man fått innsikt i ulike prosedyrer og beslutninger som inngår i pasientforløpet på sentraloperasjonen som har gitt et godt grunnlag for forståelse i forkant av observasjonene.

### 3.3.3 Innsamling av kvalitativ data

Innsamlingen av den kvalitative dataen skjedde hovedsakelig ved besøk hos sykehuset, og fant sted mellom februar og april 2022. Besøkene gikk hovedsakelig ut på å møte de ansatte som jobbet

med driften av sentraloperasjonen for å få et innblikk i dagens situasjon. I tillegg til møtene var det mulig å få én grundig omvisning av hele sentraloperasjonen og de tilhørende operasjonsstuene. Omvisningen var en god mulighet til å snakke med de ulike ansatte som jobbet ved sentraloperasjonen, og stille dem konkrete spørsmål knyttet til avdelingen. Slik har det vært lettere å få et mer konkret bilde av virkeligheten og dataen. Under alle besøkene ble det tatt notater.

En annen viktig kilde til informasjon har vært digitale møter med ledere, kirurger og driftsansvarlige på sykehuset. Under møtene ble det ofte presentert viktige detaljer om pasientforløpet, operasjonsstuene og driften av sentraloperasjonen.

#### 3.3.4 Innsamling kvantitativ data

Dataen som er grunnlaget for de kvantitative analysene, har blitt hentet hos Ahus gjennom en av samarbeidspartnerne i denne oppgaven. For å ta hensyn til pasientsikkerhet og personvern er dataen hentet og oppbevart i en minnepenn. Alla dataen som er innsamlet er sanket inn av Ahus gjennom DIPS, som er sykehusets eget datasystem der alle pasientdata registreres. Dataen som er hentet fra DIPS var i et Excel-format og krevde noe bearbeiding før den kunne presenteres eller kjøres gjennom simuleringsmodellen.

### 3.4 Fremgangsmåte og analyse av data

I de følgende avsnittene vil det gjøres rede hvordan forskningsgruppen analyserte de kvalitative og kvantitative dataene.

#### 3.4.1 Analyse av kvalitative data

De ulike besøkene, samtalene og gruppemøtene på Ahus endte med en ståstedsanalyse som inkluderte et CSM over pasientforløpet til SOP. På grunn av mangelfull tid grunnet mye sykdom på sykehuset mellom perioden 01.02.2022 til 01.05.2022 er ikke ståstedsanalysen like detaljert og omfattende som man ønsket. Mangelen på tid til å snakke med alle eller flere aktører som er involvert på SOP gjorde det vanskelig å få med seg alle kommunikasjonsveier og stegene i pasientforløpet. I tillegg til besøkene og møtene baserer ståstedsanalysen seg på dokumentstudiet og litteraturstudie.

### 3.4.2 Analyse av kvantitativ data og simulering

De kvantitative undersøkelsene som er gjort har blitt designet som et retrospektiv datastudiet med pasientdata utgitt av analyseavdelingen på Ahus som grunnlag. I tillegg til andre data innhentet på sykehuset. Kvantitative data ble behandlet og analysert i Excel hvor en stor mengde tid gikk med til kvalitetssikring, bearbeiding og rensning av dataen. Det ble brukt tid til å kvalitetsikre disse valgene opp mot kvalifisert personell på Ahus for å bekrefte om valgene tatt i denne bearbeidelsen var korrekte og stemte med den virkelighetsoppfatningen de hadde på SOP. De første analysene gikk hovedsakelig til å danne en forståelse av dataen, finne sammenhenger og sammenligning mot tidligere perioder. Dette ble gjort for å se etter endringer i behandlingsforløp som kunne gi nevneverdige utslag når dataen ble kjørt gjennom simuleringsmodellen. Dette ble gjort ved hjelp av deskriptiv statistikk, statistiske tester og visualiseringer med diverse oppløsning i Excel.

Etter at dataen var bearbeidet krevdes det en stor mengde behandling for klargjøring til modellering. Modellen som er brukt i denne oppgaven er laget av Stabekk og Langås (2022), og oppbygningen kan man lese mer om i oppgaven deres under kapittel 4. Se vedlegg A for tilgang til modellen.

For at modellen skulle fungere måtte innputtet behandles og legges inn på spesifikke måter. For eksempel måtte man beregne tiden tilgjengelig på hver operasjonsstue på et separat Excel-ark. På dette arket produserte man noe som kunne kartlegge hvor lang tid hver stue var okkupert hver ukedag hver måned av alle elektive pasienter på SOP. Videre måtte man beregne manuelt når hver pasient ankom i hvilket skift i døgnet og ukedagen. Dette bergenes retrospektivt fra pre-operativ ventetid og behandlingstidspunkt som en estimert ankomst i skiftet. Dette måtte gjøres grunnet manglende dataoppløsning som ikke ga klokkeslett for ankomst eller behandlingstidspunkt.

Modellen ble deretter tatt i bruk på den ferdigbehandlede dataen. Hensikten med å kjøre simuleringer vil være for å kunne justere flere variabler og teste mulige utfall og konsekvenser av dem. Alt etter hvilke forutsetninger som kan gi et realistisk bilde av simulerte tiltak og vurdere effekten av dem.

### 3.5 Troverdighet til studie

I følge Creswell (2014) er det flere ting som truer den eksterne og interne validiteten til studiet, men det påpekes at hovedfaktorene er hvordan datagrunnlaget har blitt innsamlet og kvaliteten på dataen. I denne oppgaven har all dataen som har blitt bearbeidet og brukt blitt hentet ut av analyseavdelingen til Ahus. All dataen som er hentet ut har kommet fra sykehusets egne databaser og servere. Det er viktig å påpeke at dataen har blitt bearbeidet på en slik måte at de kunne inngå i analysene. I den sammenhengen har dataen blitt omstrukturert og unødvendig informasjon har blitt fjernet etter rådføring med samarbeidspartnere fra sykehuset.

Oppgaven kan i stor grad redegjøres for alle uttrekk, bearbeiding og analyse av dataen, men ikke selve registreringen. Dataen som har inngått i alle analysene har blitt registret av de ansatte ved de ulike fagavdelingene på sentraloperasjonen. Registreringen av dataen har skjedd mellom perioden 01.01.2019-01.05.2022. Under bearbeidingen av dataen ble det oppdaget feilregistreringer som sykehuset hadde gjort som ikke ga mening med virkelighetsbilde. De ble derfor fjernet etter en avveining mellom om resultatet ga et mer troverdig og virkelighetsnært resultat, eller ikke. Før bearbeidingen av datasettet besto utvalget av rundt 1800 poster, mens etter bearbeidingen satt datasettet igjen 1600 som tilsvarer en fjerning på ca. 12,5 %.

Ståstedsanalysen er basert på interne dokumenter og rapporter som har blitt tilsendt av sykehuset i forkant av analysen. I tillegg er analysen basert på interne samtaler og møter med de ansatte, og én omvisning rundt hele sentraloperasjonen. Troverdigheten til de interne dokumentene ligger i det faktumet at rapportene er skrevet av en tredjepart, og ikke Ahus. Forfatterne av rapportene har gjort en analyse av Ahus som kan minne om en ståstedsanalysene, og dette ble gjort i 2021.

Det ble også brukt litteratur som ligger tilgjengelig på nett om Ahus, og andre sykehus i landet som har et liggende pasientforløp. Ståstedsanalysen som har blitt gjort for sentraloperasjonen er basert på noen tilbakemeldinger fra ulike ansatte fra sentraloperasjonen, og kan derfor bidra til at scenario blir bias eller subjektivt. Det samme gjelder for simuleringene som har blitt gjort ved hjelp av Stabekk og Langås (2022) sin modell. Informasjon om antall team på jobb eller skift tilgjengelig er ikke tall som kommer fra de interne databasene.



Det som begrenser en casestudie, er problemet knyttet opp måte å gjøre forskningen så detaljert som mulig slik at andre kan reprodusere den metodiske fremgangsmåten også ende med å sitte på den samme informasjonen. For at analysene og simuleringene skal kunne generaliseres slik at de også kan gjelde andre sykehus eller liggende institusjoner må det utføres lignende studier på akkurat dette. Det er dessverre slik at det finnes lite informasjon tilgjengelig om effekten av simuleringene.

## 4. Casestudie

### 4.1 Om Akershus universitetssykehus

Akershus universitetssykehus er et lokal- og områdesykehus for ca. 570 000 innbyggere fra Follo, Romerike og Kongsvingerregionen ifølge tall hentet fra 2020 (Akershus universitetssykehus, 2022). I dag er det ca. 10 500 ansatte på sykehuset som jobber med ulike hovedoppgaver. Disse oppgavene er: pasientbehandling, forskning, undervisning og pasientopplæring. I dag har Ahus pasienttilbud innafor somatikk, psykisk helse og rusbehandling. Universitetssykehuset eies av Helse Sør-Øst og virksomheten foregår på Nordbyhagen i Lørenskog, Nordre Follo og Kongsvinger.

I dag er Ahus det helseforetaket med et av landets største akuttisykehus. I 2020 var 79,7 % av alle innleggelser til somatisk døgntil behandling øyeblikkelig hjelp. Disse tallene gjelder også for 2019 og 2018 (Akershus universitetssykehus, 2021b).

På Ahus inngår det både menneskelige og ikke-menneskelige ressurser i pasientforløpet.

*Tabell 3: Liste over ikke-menneskelige ressurser på Ahus i pasientforløpet.*

<b>Ikke-menneskelige ressurser</b>	
Akuttmottak	Dette er avdelingen på sykehuset hvor pasient først ankommer. Videre blir pasienten sendt inn i sykehuset til den riktige avdelingen. Akuttmottaket tar imot pasienter døgnet rundt og ø-hjelp er alltid tilgjengelig.
Triagehall	Her gis det riktig prioritering for videre behandling. Denne posten tilhører akuttmottaket.
Sterilitetssentralen	Seksjonen av sykehuset hvor all sterilisering av utstyr foregår.

Operasjonsstuene	Rom med nødvendig utstyr hvor pasienter opereres. I dag har Ahus 14 tilgjengelige operasjonsstuer hvorav fire er ortopediske stuer.
Postoperativ avdeling	En post hvor pasienter befinner seg for observasjon etter en operasjon.
Ambulanse	Kjøretøyet som frakter pasienter til sykehuset. Bilen er utstyrt med medisinsk utstyr.
CT	Computertomografi er en type røntgenundersøkelse som gir et klarere og tidligere bilde av den delen av kroppen som skal undersøkes. Godt egnet for indre organer.
Røntgenmaskin	Slik som CT er dette også en bildediagnoseringsmaskin. Tar ofte bilde av ledd ved mistanke om brudd.
MR-Maskin	Slik som røntgenmaskinen er dette også et bildediagnoseringsmaskin.
DIPS	Leverandør av e-helsesystem. Dette er et datasystem hvor all pasientdata lagres. På DIPS gjøres også ulike bestillinger. Systemet tas i bruk under hele pasientforløpet.

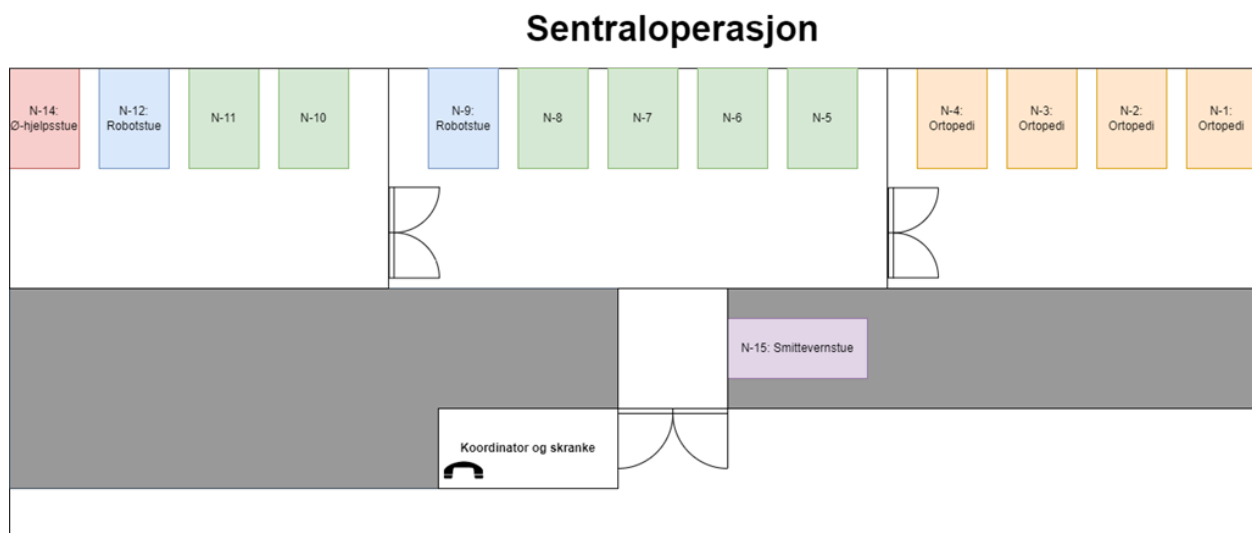
Tabell 4: Liste over menneskelige ressurser på Ahus i pasientforløpet.

<b>Menneskelige ressurser</b>	
Ambulansepersonell	Det er de som henter pasienten og utfører en tentativ diagnose på vei til sykehuset. Samtidig kontakter de AMK og triller pasienten inn til sykehuset.

Koordinator	<p>Dette er en post på som tar imot hastebedskjeder/informasjon fra ambulansen om at det kommer en pasient som mest sannsynlig må legges inn.</p>
Sykepleier	<p>De tar prøver eller screeningundersøkelser i akuttmottaket. Dette gjøres for alle fagområder. Sykepleiere har flere arbeidsoppgaver enn dette.</p>
Portør	<p>Personell som frakter pasienter der de skal være i pasientforløpet.</p>
Triagesykepleier	<p>Dette er de sykepleierne som tar imot pasientene som kommer til akuttmottaket.</p>
Kirurg	<p>Den som utfører operasjonene. Operasjonene bestilles opp som regel etter kirurgen har sett på CT/røntgenbilder.</p>
Kirurgiskbakkvakt	<p>Sitter ofte i AMK og har ansvar for å kategorisere pasienten ut ifra alvorlighetsgrad på skaden. De kategoriserer hasteoperasjoner basert på den kliniske evalueringen av pasienten. Dette kan være leger fra alle typer fagområder.</p>
Anestesilege	<p>En lege som er spesialist innenfor anestesimidler og teknikker. De har ansvar for anestesi ved operasjoner.</p>
Radiograf	<p>Analyserer MR, CT og Røntgen bildene</p>

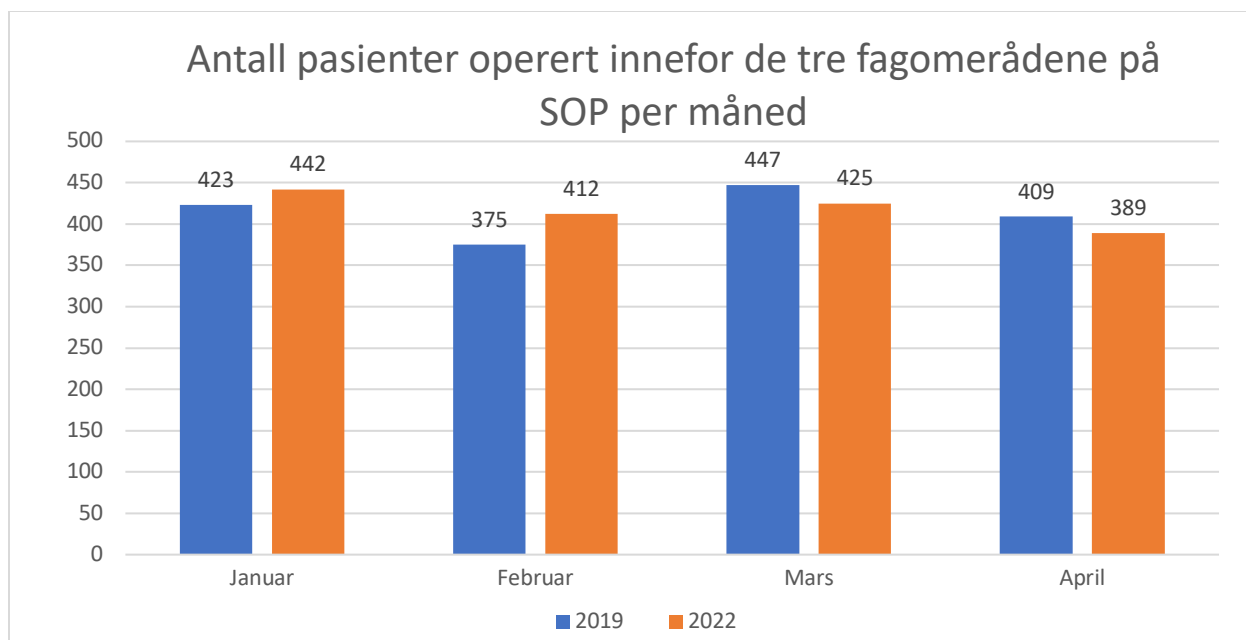
#### 4.1.1 Sentraloperasjonen

Sentraloperasjonen er lokalisert i 5. etasje i behandlingsbygg 2 og består av flere ulike fagområder slik som; ortopedi, urologi, kar/thorax, gynekologi, øre nese hals, gastrokirurgi, medisin, plastikk, bryst, endokrinerkirurgi, medisin og tannhelse. Avdelingen har 14 operasjonssaler tilgjengelig som tas i bruk av alle fagområdene med unntak av operasjonssal 1, 2, 3 og 4 som hovedsakelig bare brukes av ortopedi. I tillegg har sentraloperasjonen 20 post-operative plasser og tas i bruk av alle ASA-nivåer.



Figur 3: Oversikt over romfordelingen ved sentraloperasjonen.

I dag er driften ved sentraloperasjonen delt inn i fire forskjellige skift, og antall operasjonsteam som er på jobb varierer med disse skiftene. Skiftfordelingen er følgende; dag, tidlig kveld, kveld og natt. I kontekst av denne oppgaven defineres et operasjonsteam som nødvendig antall fagpersonell til å utføre én operasjon av gangen.



*Figur 4: Oversikt over antall pasienter som har blitt operert mellom januar og april i 2019 og 2022. Søylediagrammet er for alle ø-hjelpspasienter på gastrokirurgi, ortopedi og gynekologi.*

Dataen som benyttes i oppgaven er begrenset til pasienter på Ahus avdeling Nordbyhagen. Pasientene kommer fra hovedsakelig tre fagområder: ortopedi, gastrokirurgi og gynekologi. Det burde merkes at forskjellen i antall operasjoner innenfor disse tre avdelingene ikke er så stor fra år til år.

#### 4.1.3 Skift ved sentraloperasjonen

Det er også nødvendig å presentere de ulike kategoriene av arbeidsdager, og disse kan deles inn i tre kategorier; ukedager, helgedager og feriedager.

**Ukedager:** 07:30 til 15:30. På disse dagene er det 12 team på jobb ved SOP, og av dem er tre team ø-hjelpsteam hvor to av dem er innenfor ortopedi og ett jobber innenfor bløtdel. På ukedagene foregår hovedsakelig elektiv drift, men det planlegges inn ø-hjelp om det skulle være et behov, kapasitet eller ved akutte (røde) tilfeller.

Tidlig kveldstid som anses som tiden mellom 15:30 og 18:00 reduseres antall til team åtte totalt. I denne perioden er det overlappskift for sykepleiere og andre som blir ferdig i løpet av dette

tidsrommet. Det er viktig å påpeke at legene har skift frem til 17:00. Elektiv drift foregår frem til 17:00.

På kveldstid som er tidsrommet mellom 18:00 og 22:30 reduserer det til seks team totalt. I denne tidsperioden er det ingen elektiv drift og dette skiftet går hovedsakelig til ø-hjelp. Om det skulle være elektive operasjoner som fortsetter inn fra forrige skift vil det være et ø-hjelpsteam som tar over.

Siste skifte er nattskiftet som er tidsrommet mellom 22:30 og 07:30. Her jobber det bare ett og halvt team, og dette skiftet er bare forbeholdt for hastende ø-hjelpsoperasjoner. Grunnen til det siste halve teamet er slik at det skal være mulig å forberede neste operasjon fortløpende ved behov.

**Helgedager:** I helger og helligdager utføres det kun ø-hjelpsoperasjoner. Eneste forskjellen mellom en helgedag og hverdag er dagskiftet på lørdag og søndag. På lørdag på dagskiftet er det fire team som opererer mens på søndag under dagskiftet er det tre team. På kveldstid og natt-tid er det henholdsvis tre og ett team.

**Ferier:** I ferier og noen helligdager er operasjonskapasiteten varierende på grunnet ferieplanen.

## 5. Resultat

I første del av kapittel 5 presenteres det kvalitative resultatet i form av en visuell presentasjon som har blitt innsamlet etter besøkene på Ahus. Presentasjonen kommer i form av en ståstedsanalyse med en Current-State-Map som beskriver pasientforløpet ved sentraloperasjonen på Ahus samt kommunikasjonsveier. I tillegg er det kartlagt potensielle hindringer i pasientforløpet. I andre del av kapittelet presenteres datasettet som ligger til grunn for trafikklyssimuleringen. Her får man innblikk i variasjon og forskjeller mellom pasientdataen fra 2019 og 2022. Avslutningsvis presenteres resultatet fra trafikklyssimuleringen med nedsatt driftskapasitet.

### 5.1 Ståstedsanalyse/verdistrømsanalyse

Nedenfor presenteres ståstedsanalysen som beskriver kort de ulike stegene av pasientforløpet ved SOP i form av et CSM samt potensielle hindringer i flyten. Etterfulgt vil et Gantt-skjema legges frem som presenterer pasientforløpet, og i tillegg vil også kommunikasjonsveier presenteres.

#### 5.1.1 Generell pasientforløpet for pasienter som skal opereres på SOP

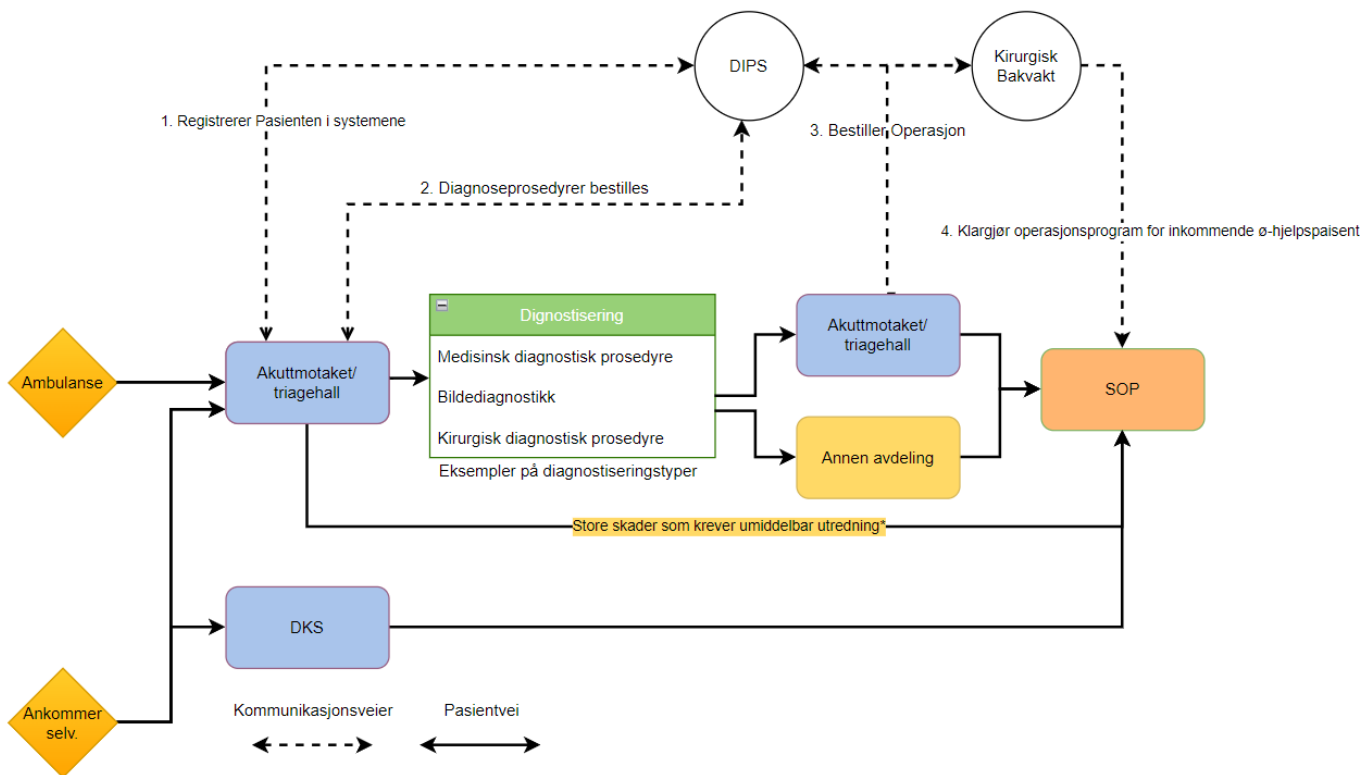
Tabell 5: Stegvis beskrivelse av pasientforløpet inn til sentraloperasjonen på Ahus.

	Beskrivelse
<b>Steg 1</b>	<p>Om det har blitt ringt en ambulanse ankommer den skadestedet og plukker opp pasienten. Personell tar ulike prøver av pasienten og en tentativ diagnose stilles om dette er mulig. Ambulansepersonell kommer frem til en klar formening om hva som er problemet, skadeomfanget og hvilke fagområdet pasient tilhører. Samtidig ringes det til AMK om skadeomfanget og hvilken pasienttype det er.</p> <p>Det må merkes at om pasienten trenger umiddelbar akutt behandling i sentraloperasjonen, vil den kirurgiske bakvakten ved AMK ringe etter en ledig</p>



	<p>operasjonssal med én gang. Herfra blir pasienten sendt direkte til SOP. Hva som skjer videre med pasienten varier, og det finnes ingen standard prosedyre.</p> <p>Om det derimot ikke har blitt ringt etter en ambulanse ankommer pasienten akutten. Pasienten blir videre sendt til triagehallen.</p>
<b>Steg 2</b>	Pasienten ankommer triagehallen, og det er en triagesykepleier som har ansvar for pasienten når hen ankommer triagehallen. Etter at pasienten er i trygge hender, vil ambulanspersonell gi en rapport til aktørene til stede.
<b>Steg 3</b>	I triagehallen vil pasienten få tilsyn av en sykepleier eller en LIS lege. Her foretas det noen videre undersøkelser. Etter undersøkelsen kan det være nødvendig å ta blodprøver og foreta mer involverte diagnostiske prosedyrer.
<b>Steg 4</b>	Etter diagnostisering kan pasienten sendes til den relevante fagavdelingen, eller tilbake til akutten. Videre er det ingen standard prosedyrer for veien videre. Alt er avhengig av diagnosekode og hastegrad.
<b>Steg 5</b>	Pasienten ankommer sin relevante fagavdeling før sentraloperasjonen, og får sengepost og tilsyn. Her venter pasienten på resultatene fra prøvene. Tiden det tar å få prøvesvarene avhenger av hvilken type diagnostisering som ble gjort og andre eksterne faktorer som tid på døgnet, antall pasienter i kø, skadeomfanget til pasienten, osv.
<b>Steg 6</b>	Resultatene ankommer og det gjøres klar for operasjon. Her er det ulike prosedyrer og ventetider på hvilken operasjonsstue som blir brukt. Alt er avhengig av hvilken operasjon/behandling pasienten trenger, og hvilken fagavdeling pasient kommer fra.
<b>Steg 7</b>	Pasienten trilles inn til operasjonssalen av en portør. Den pre-operative ventetiden avsluttes når operasjonen starter.

Den preoperative ventetiden avhenger av mange ulike faktorer på Ahus, og pr. nå kan man i noen tilfeller vente opptil 70 dager med å få en operasjon i fagavdelingene: gastrokirurgi, ortopedi og gynekologi. Den gjennomsnittlige ventetiden er på én til tre dager. Ventetiden avhenger av hvilken avdelingene man har havnet i, hastegraden og diagnosekoden. I tillegg må man til hensyn til sterilkapasiteten, antall team på jobb og stuekapasitet.



Figur 5: Et Current-State-Map av et generelt pasientforløp for de ulike fagområdene på Ahus.

Tabell 6: Pasientforløp fra ankomst til sykehus til diagnose blir stilt.

Prediagnostisering				Tid						
Aktivitet	Ansvar	Sted								
Ankomst sykehuset	Ambulansepersonell	Sykehus								
vente i akutten/mottak										
Triage og tilsyn	Lis1, Triagesykepleier	Akutten/mottak								
Venting	Tursnuslege/sp	Akutten/mottak					Varierer			
Diagnostiseringsprosedyrer	Portør	Sykehus								Ingen standardisert pasientvei. Enorm variasjon avhengig av mistenkt diagnose og skadeomfang
	Lege/kirurg									
	Radiograf	Relevant avdeling*								
trilles til motak/akutten	Portør	Sykehus								
			5 - 40 min							

	Verdiskapende
	Ikke verdiskapende, men nødvendige
	Ikke verdiskapende

Tabell 7: Pasientforløp fra diagnose har blitt stilt til operasjon er utført.

Pasientforløp in til Sentraloperasjonen						
Aktivitet	Ansvar	Sted	Tid			
Vente på motak/akutten	Portør	Sykehus				
Tilsyn Lege/kirurg - bestille op	Lis1/kirurg/spesialist	Sykehus				
trilles til SOP	Portør					
Vente på Pre op.	Sykepleier	SOP				
Klargjøring til operasjon	Anestesisykepleier					
Operasjon begynner	Kirurg					
Pasient trilles til PO	Anestesisykepleier	SOP				

	Verdiskapende
	Ikke verdiskapende, men nødvendige
	Ikke verdiskapende

Fra Tabell 7 og Tabell 6 samt Figur 5 er det kartlagt et generelt pasientforløp for en vilkårlig pasient som må gjennom sentraloperasjonen. Man har estimert at en pasient bruker i snitt mellom 5-40 minutter for diagnostiseringsprosedyrer, som for eksempel billedtakning (røntgen, CT, MR osv.), blodprøver, og andre diagnostiseringsprosedyrer. I 2022 hadde alle pasienter klassifisert som ø-hjelp pasienter en gjennomsnittlig pre-operative ventetid på 2760 minutter. For ortopediske, gynekologiske og gastrokirurgiske ø-hjelpspasienter var snittet på 2960 minutter.

### 5.1.1.1 Informasjonsflyten ved SOP

Hvis pasienten er i stand til å komme seg til sykehuset vil hen bli tatt imot på akuttmottaket. Dersom ambulansen kommer til skadestedet, melder ambulanspersonell til AMK i akuttmottaket 10-15 minutter før ankomst. Om pasienten trenger en operasjon meldes det også til kirurgisk bakvakt på SOP. Ambulanspersonell informerer ansvarshavende på akutten om hvilken type skade det kan være. Videre vil AMK eller den kirurgiske bakvakten legge pasienten inn i DIPS. Sengepost i riktig fagavdeling blir bestilt, og varslet om at det kommer inn en pasient som trenger tilsyn og vurdering. Når pasienten ankommer, får hen tilsyn av sykepleier/LIS, og diagnostisering utføres. Hovedsakelig er det kirurgisk bakvakt som bestiller operasjon. Operasjoner, blodprøver, bildediagnostikk og andre nødvendige tester bestilles og registreres i DIPS.

### 5.1.2 Potensielle kilder til variasjon i pasientforløpet på SOP som hindrer flyt

Nedfor oppsummeres ulike kilder til variasjon for pasientforløpet. I denne sammenhengen er kilde for variasjon kategorisert i flaskehals, sløsing, prosedyrer og kommunikasjonsveier. Merk at kategoriene kan lett gå om hverandre.

Tabell 8: Oversikt over potensielle variasjoner for drift og pasientflyt på SOP (Akershus universitetssykehus, 2021a).

Ulike kilder til variasjon	Svakheter og begrensninger
<b>Flaskehals</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Det er for mange pasienter på én gang på SOP i samme fagavdeling. Dette problemet oppstår oftest hos ortopedi.</li><li>- Post-operativ avdeling har for få plasser.</li><li>- Det er for liten ø-hjelpskapasitet ved DKS-ortopedi slik at noen i denne pasientgruppen opereres på SOP.</li><li>- De er sårbare på natten da de bare har ett dedikert ø-hjelpsteam.</li><li>- Det er for ofte ikke bestilt nok sterilt utstyr som skal benyttes i operasjoner på SOP.</li><li>- Det er to eldre autoklaver som hindrer optimal sterilkapasitet.</li><li>- Lagerkapasitet er et problem. Spesielt på ortopedi. SOP ble bygd med for liten lagerkapasitet og har ført til at rom ikke designet for lager har måtte blitt omgjort til dette formålet.</li><li>- Responstiden er for lange mellom for eksempel bestillinger og avbestillinger av prøver og behandlinger.</li></ul>
<b>Sløsing</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Det blir ofte bestilt prøver eller bildediagnostikk flere ganger til samme pasient.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Det er dårlige rapporteringssystemer.</li> <li>- Et stort problem knyttet til sløsing var unødvendig transport. Det er store avstander mellom akuttstuer og lager.</li> <li>- Det er for mange endringer på ø-hjelpprogrammet. Dette fører til at man ikke får forberedt pasienter til operasjoner.</li> <li>- Det har også hendt at utstyr har blitt tatt og brukt uten rapportering.</li> </ul>
<p><b>Standarder og prosedyrer</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Det er ikke alltid et standardisert pasientforløp for pasient som ankommer til SOP. Forløpet er noe avhengig av kapasiteten tilgjengelig og diagnostisering tidlig i forløpet.</li> <li>- Det er ingen standardisert prosedyre eller rettere sagt gode prioritering systemer på hvem som burde behandles når. På SOP hender det ofte at pasienter opereres tidligere eller senere ut ifra hva slags fagavdeling den kirurgiske bakvakten jobber for.</li> <li>- Det er ofte ulike vasketider for operasjonsstuene på grunn av ulik kompetanse og hvilke stuer som blir benyttet.</li> <li>- Styrking av elektive pasienter på grunn av ø-hjelp er betydelig underrapporter.</li> <li>- Det er ikke alltid operasjonssykepleier har tid til å telle alt operasjonsutstyret i forkant av operasjonsstart. Dette kan føre til utsettelse av operasjoner.</li> </ul>
<p><b>Kommunikasjonsveier</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ofte strykes ortopediske pasienter, fordi operatør setter opp operasjonen før utstyret har kommet og er klart.</li> <li>- Ikke-optimal rapporteringssystemer på sykehuset. På grunn av personvern og ulike faktorer knyttet til data-</li> </ul>

	<p>sikkerhet er mange av systemene utdaterte og hindrer god kommunikasjon mellom fagavdelinger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- For mange ulike calling-nummere for roller og koordinering ved SOP. For eksempel må mang ringe tre ulike nummer for å melde ø-hjelp til kirurgi.</li> </ul>
--	---

## 5.2 Resultater fra dagens prioritering på Ahus

I denne undersøkelsen har all kvantitativ data blitt hentet ut fra Ahus sitt interne rapporteringssystem DIPS. Data som er tatt i bruk er primært pasientdata fra perioden 01.01.2019 – 31.12.2019 og 01.01.2022 - 12.05.2022. Innholdet baserer seg på pasientkarakteristikken til de forskjellige pasientene og tilhørende operasjoner. Første delen av datasettet ble hentet ut den 07.03.2022 og den andre delen ble hentet den 13.05.2022. En tidlig begrensning i undersøkelsen var å fokusere primært på tre pasientgrupper som Ahus belyste som problemområder på SOP. Dataen man har benyttet i analysen omhandler ø-hjelps operasjoner innenfor fagområdene ortopedi, gynekologi og gastrokirurgi. Graderingene presentert videre refereres til som fargene grønn, gul og rød for både pasienter og operasjoner ved SOP. Innenfor disse tre pasientgruppene ble det på Ahus i 2019 operert 4807 pasienter. I 2022 har det blitt operert 1803 pasienter i perioden januar til mai.

Tabell 9: Deskriptiv statistikk for pasientgruppen som opereres på Ahus fra 1.12.019-31.12.2019 kategorisert etter maksimum preoperativ ventetid.

2019			
	Ortopedi	Gastrokirurgi	Gynekologi
Antall Pasienter (stk.)	2628	1540	639
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid	2229.0	678.3	174.6
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid ± STD. avvik	3438 ± 1909	2654 ± 1305	1932 ± 914
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid ± STD. avvik	976 ± 310	754 ± 312	681 ± 339
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid ± STD. avvik	224 ± 77	185 ± 83	74 ± 93
<b>Alle verdier er oppgitt i minutter.</b>			

	Opp til 10 døgn
	Under 24h
	Under 6h

I 2019 var ortopedi den største avdelingen ved SOP basert på hvor mange pasienter som var innom avdelingen og hvor mange operasjoner som var utført. Ut ifra Tabell 6 ser man også at de hadde den lengste pre-operative ventetiden, og dette skyldes at det er den fagavdelingen med den største andelen grønne pasientene. Dette vil dra trekke opp den pre-operative ventetiden da de er pasientene som må vente lengst. Legg også merke til at ortopedi var avdelingen med det største standardavviket.

Gastrokirurgi var den fagavdelingen med nest flest operasjoner og pasienter samt standardavvik. Merk også at gastrokirurgi opererte 1088 færre pasienter enn ortopedi, men hadde bare 1/3 av pre-operativ ventetid i forhold til ortopedi.

Gynekologi er den fagavdelingen med de korteste og beste ventetidene av alle de tre avdelingene. Derimot er dette fagavdelingen med de færreste pasientene. Legg merke til at standardavviket for de røde pasientene er høyere enn gjennomsnittet.

Tabell 10: Deskriptiv statistikk for pasientgruppen som opereres på Ahus fra 1.1.2022 fordelt etter maksimum preoperativ ventetid.

2022			
	Ortopedi	Gastrokirurgi	Gynekologi
Antall Pasienter	<b>996</b>	<b>496</b>	<b>311</b>
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid	<b>2652.3</b>	<b>715.0</b>	<b>211.0</b>
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid ± STD. avvik	<b>3386 ± 2577</b>	<b>2828 ± 1770</b>	<b>3343 ± 3600</b>
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid ± STD. avvik	<b>1005 ± 305</b>	<b>761 ± 320</b>	<b>674 ± 292</b>
Gjennomsnittlig preoperativ ventetid ± STD. avvik	<b>231 ± 77</b>	<b>171 ± 76</b>	<b>66 ± 98</b>
<b>Alle verdier er oppgitt i minutter.</b>			

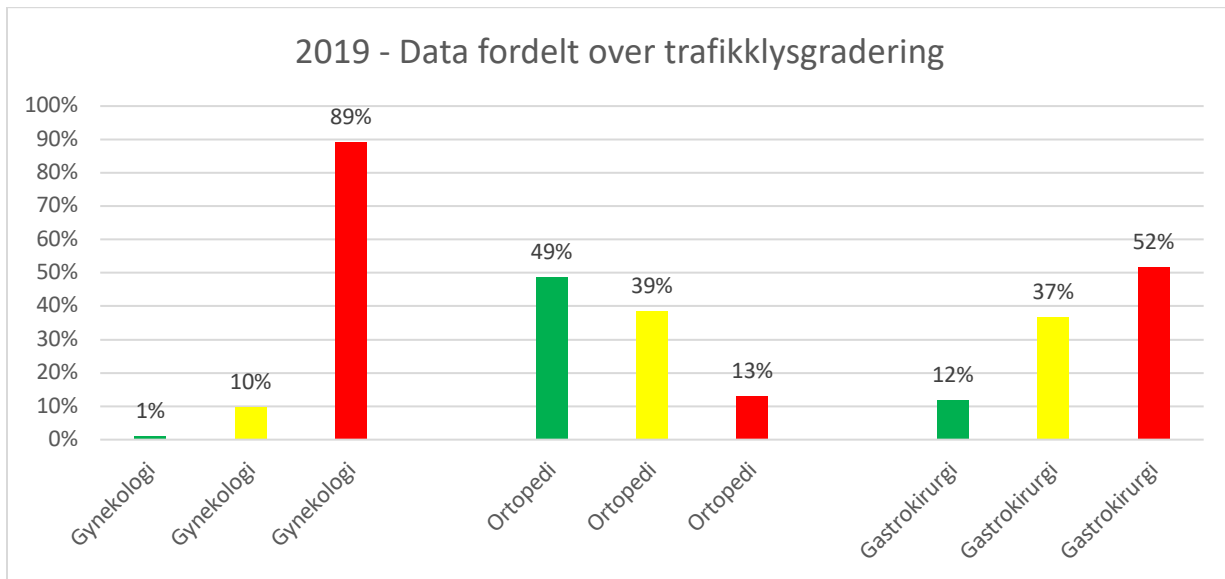
	Opp til 10 døgn
	Under 24h
	Under 6h

Tabell 10 viser den samme oppsummerte statistikk som Tabell 6 ovenfor for 2022. Merk at statistikken for 2022 bare gjelder fra januar til og med april. Tabellen viser mye av det samme som 2019.

Ortopedi er fortsatt den største fagavdelingen ved SOP i dag. De har de fleste pasientene og operasjonene. Den gjennomsnittlige pre-operative ventetiden er noe høyere, men ganske lik for de grønne pasientene. Gastrokirurgi har i 2022 noe høyere gjennomsnittlig pre-operativ ventetid, og det samme gjelder for grønne og gule pasienter. En positiv endring er at det er noe lavere pre-operativ ventetid for røde pasienter.

For gynekologi har den gjennomsnittlige pre-operative ventetiden for grønne pasienter økt drastisk, fra 1932 til 3343 med en mer enn tre ganger så stort standardavvik. Den store økningen i pre-operativ ventetid for den grønne pasientgruppen skyldes en «outlier». Outlieren er en grønn pasient som ble lagt inn for keisersnitt som mistenkes å være en feil. Keisersnitt-pasienter er egentlig en del av den røde pasientgruppen. Keisersnitt er en hasteoperasjon, og som regel ikke har en lang ventetid. Den røde pasientgruppen har noe lavere ventetid i 2022.



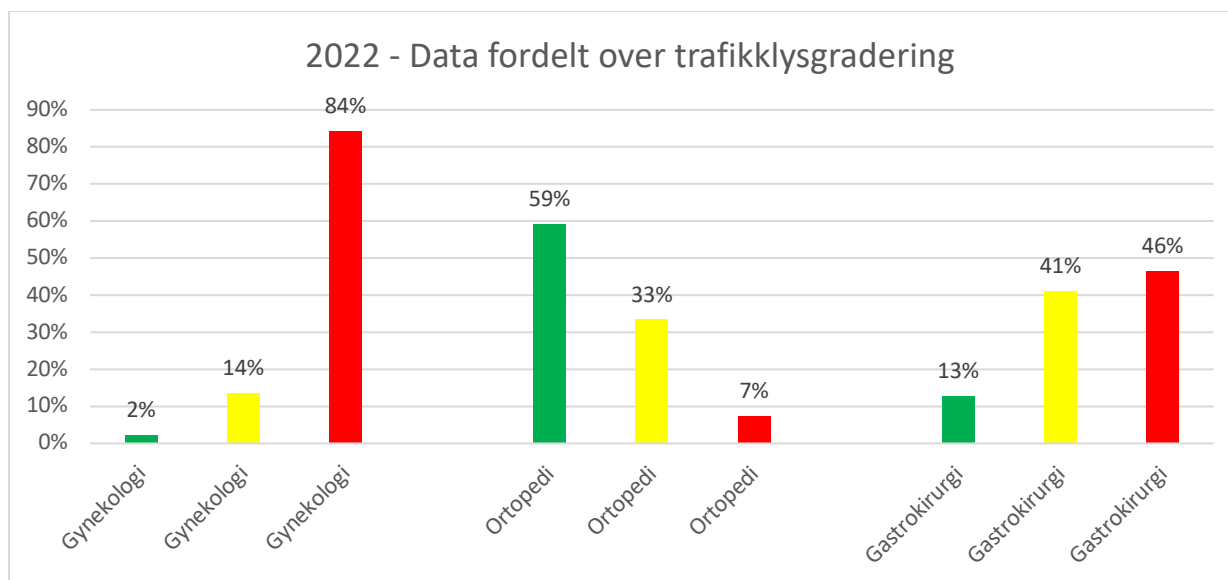


Figur 6: Pasienter kategorisert etter trafikklysgradering for hvert av de tre fagavdelingene for 2019.

Fra figur 5 kan man se at gynekologi var den fagavdelingen med den største andelen av røde pasienter. Med 89% røde pasienter, 10% gule og bare 1 % grønne. Dette skyldes at de fleste operasjoner på gynekologi trenger umiddelbar hjelp, men det er viktig å påpeke igjen at dette er den minste fagavdelingen.

Derimot har var ortopedi den fagavdelingen med den største andelen grønne pasienter av de tre avdelingene. Man kan også se at de hadde en ganske stor andel gule pasienter også. Ortopedi er den fagavdelingen som har færrest pasienter med rød hastegrad. Fordelingen i avdeling i 2019 var 49 % grønn, 39% gule og 13 % røde.

Gastrokirurgi hadde flest andeler røde pasienter i sin fagavdeling etterfulgt av gule også grønne. Med 52% røde pasienter, 37% gule og 12 % grønne.

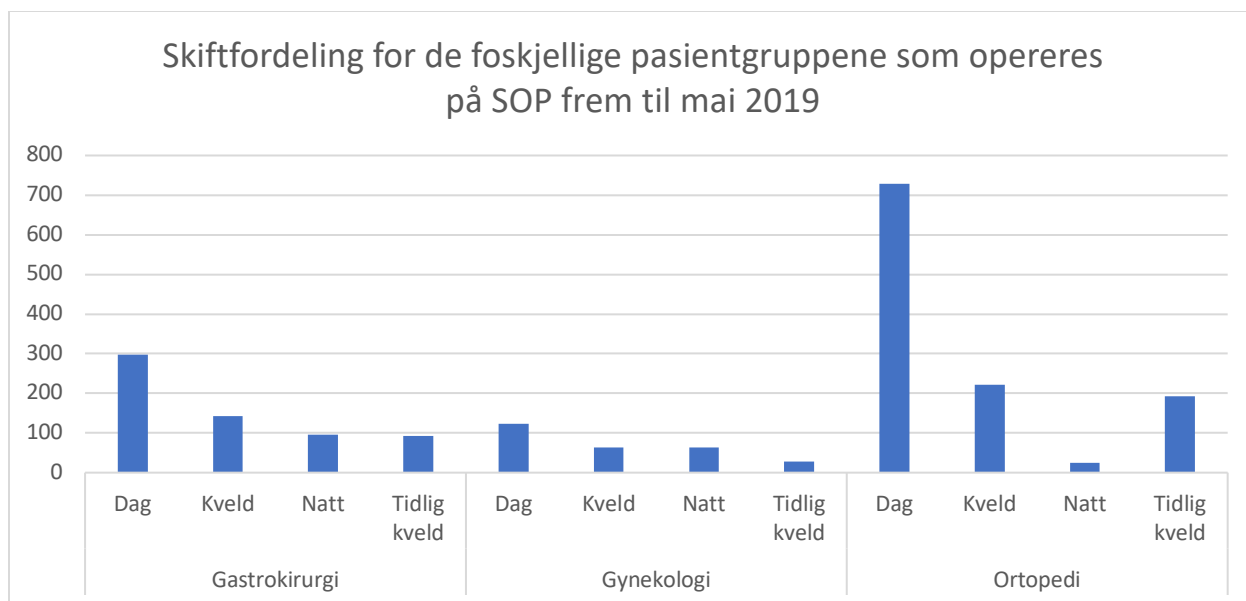


Figur 7: Pasienter kategorisert etter trafikklysgradering for hvert av de tre fagavdelingene for 2022.

Figur 6 viser det samme som figur 5. Man kan observere at det er noen endringer hvis man sammenligner hvert av fagavdelingene fra 2019 opp mot de fra i år (2022). For gynekologi har det vært en nedgang i andel røde pasienter med 5 % og en økning på 4 % for andel gule pasienter. I tillegg har det vært en økning på bare 1 % for andelen grønne pasienter.

Ortopedi har hatt en økning på 10 % for andelen grønne pasienter, en nedgang på 6 % for andelen gule pasienter og også en nedgang på 6 % for andelen røde pasienter.

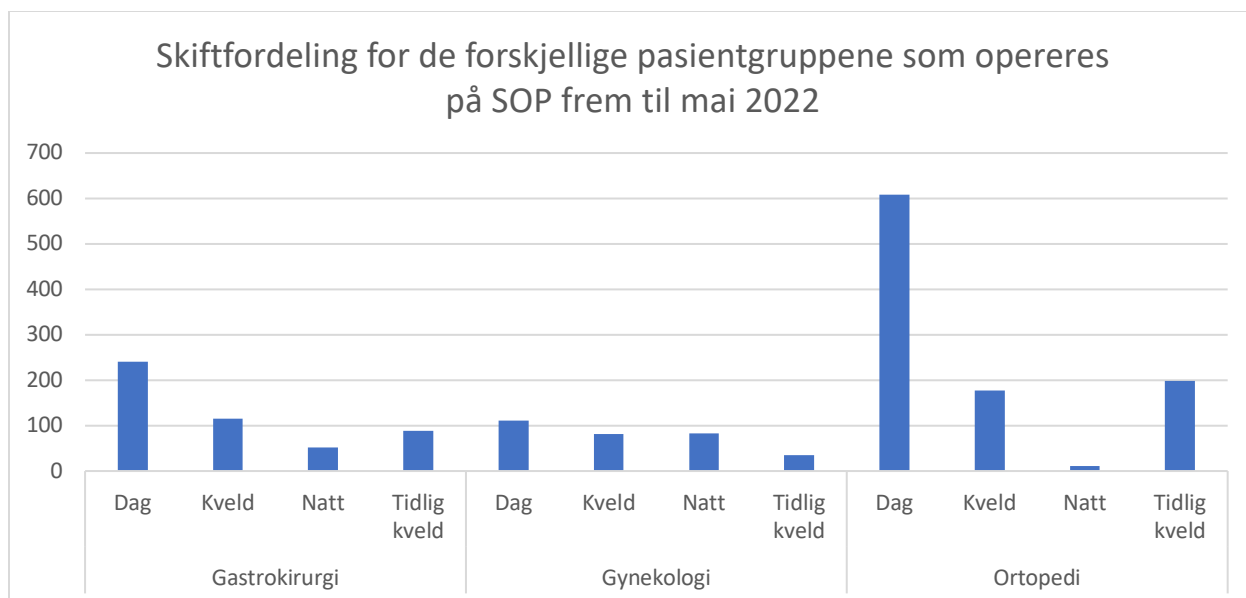
Gastrokirurgi har også hatt en nedgang på andelen røde og gule pasienter, men en økning på andelen grønne pasienter. 6 % nedgang for røde pasienter, 4 % nedgang for gule pasienter og 1 % økning for grønne pasienter.



*Figur 8: Antall operasjoner for pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2019.*

Fra Figur 8 ser man pasientfordelingen på de ulike skiftene som Ahus bemanner på SOP NBH. Gastrokirurgi var det fagområdet med nest størst pasientgruppe i dataen, og fra Figur 6 observerer man at det er den pasientgruppen med en jevnere fordeling mellom veldig akutte røde ø-hjelpspasienter, og mindre akutte grønne. Dette gjør at man ser en vekting av operasjoner på dagen hos SOP, da en større andel av pasientstrømmen som ankommer på kveld og natt avventer behandling til dagskiftet.

Videre fra figurene ser man at gynekologi hadde en jevnere fordeling over skiftene, med en liten økning på dag. Siden majoriteten av pasientene i denne gruppen er akutt syke og krever umiddelbar behandling blir denne gruppen oftere behandlet umiddelbart i det skiftet de ankommer. Videre ser man at pasientene med ortopedisk-kirurgisk behandling behandler mesteparten av pasientene på dagskiftet. Denne pasientgruppen har ofte ikke samme behovet for umiddelbar utredning da med en høy vekting av pasienter som er behandlet etter 24 timer. Som kan avventet operasjonen frem til økt bemanning på dagskiftet med kapasitet til å ta imot denne gruppen.



*Figur 9: Antall operasjoner for pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2022.*

Fra Figur 9 ser man at pasientfordeling er veldig lik distribusjonen som oppstod i 2019. Ortopedi har en pasientstrøm som hovedsakelig prioriteres på dagskiftet med ca. 60% av disse pasientene operert da. Man kan observere fra Figur 7 og 8 at for hvert fagområde blir de færreste operert på natt og tidlig kveld. I 2022 ble ca. 1% av ortopedi pasienter operert på nattskiftet som er veldig lik fordelingen som oppstod i 2019. For gynekologi er denne fordelingen noe annerledes da både i 2019 og 2022 ble færrest operert i løpet av nattskiftet. Derimot det man observerer er en veldig lik pasientstrøm mellom kveld og natt, med bare to pasienter differanse i 2022 og like mange i 2019. Gastrokirurgi opplevde færrest operert på nattskiftet i 2022 med over dobbelt så mange operert på kveldsskiftet kontra nattskiftet. Denne fordelingen er også ganske lik som i 2019, men med en mindre forskjell på 50%. Men det er verdt å merke seg at forskjellen i antall er relativt lik med ca. 50 pasienter som skiller skiftene for begge årene.

### 5.2.1 Datagrunnlag for trafikklysimulering

Dataen presenter ovenfor setter grunnlaget for analysen som kommer i neste delkapittel. Etter å ha analysert dataen fra både 2019 og 2022 kan man observere at dataen fra 2022 ganske lik som 2019. Det skal derfor være mulig å kjøre trafikklysmodellen som Sabina Langås og Johan Stabekk

konstruert tidligere i år med 2022 dataen som ble sanket inn tidligere i mai måned. Hvordan modellen opererer og ble konstruert kan man lese i detalj i masteroppgaven til Langås og Stabekk «Trafikklysmodellen – En simulert innføring på ø-hjelpspasienter ved Akershus universitetssykehus».

### 5.3 Resultater fra simuleringer

Nedfor blir resultatene fra simuleringen av trafikklysmodellen presentert. Modellen er kjørt med data fra 2022 som strekker seg fra 01.01.2022 til 01.05.2022. På grunn av mangel på data fra 2022 har det blitt konstruert en drifts koeffisient skaleringsfaktor som tar hensyn til kapasitetsbruken til de elektive pasientene ved SOP og ø-hjelp til andre fagområder som opereres på SOP. Koeffisienten er konstruert for å gi et mer virkelighetsnært bilde av dagen situasjon på Ahus. Hvis man vil lese mer om hvordan modellen er konstruert kan man lese mer om dette i Langås og Stabekk (2022).

Tabell 11: Deskriptiv statistikk for simulert pasientdata i perioden 1.1.2022-1.5.2022 med normaldrift.

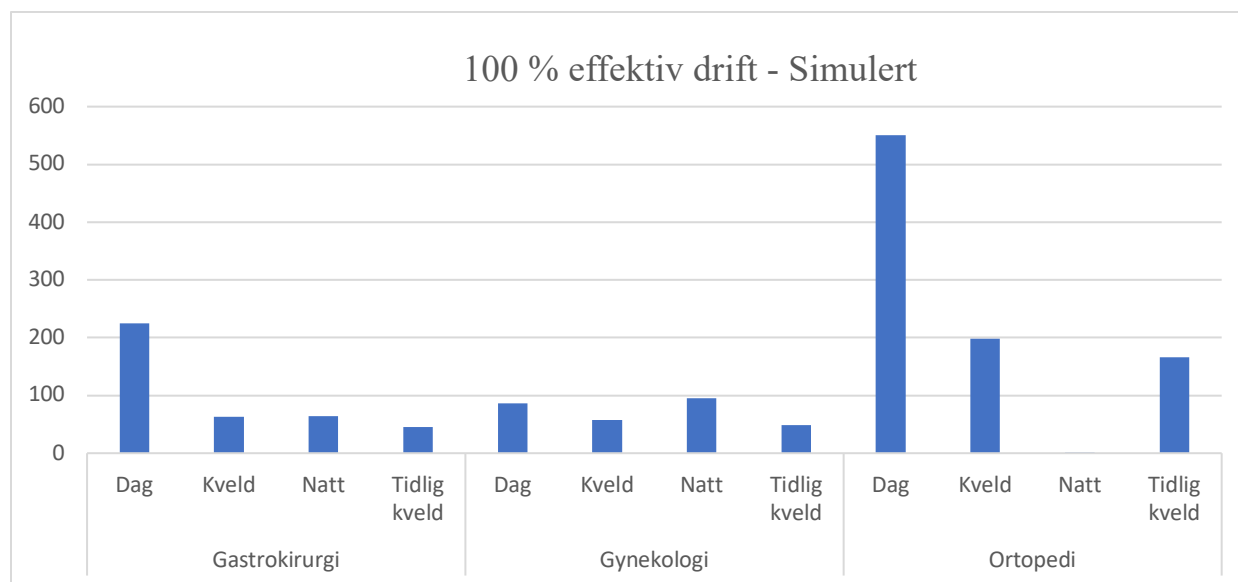
Resultater for trafikklyssimulering med 2022 data i minutter (100% driftseffektivitet)							
Data	Fagområde	Trafikklys	Gjennomsnitt	STD	Maks	Pasienter (stk.)	
2022 modellert	Ortopedi	Grønn	6249	11652	75582	293	
		Gul	495	441	2574	619	
		Rød	0	0	0	2	
	Gynekologi	Grønn	n/a	n/a	n/a	0	
		Gul	315	297	1064	24	
		Rød	22	61	351	262	
	Gastrologi	Grønn	347	312	1029	13	
		Gul	395	468	2574	149	
			Rød	45	110	819	235

Ut ifra Tabell 11 kan man se at alle de grønne pasientene i alle fagavdelingen har den høyeste gjennomsnittlige ventetiden. Etterfulgt har de gule pasientene den nest lengte ventetiden.

Etter simuleringen har alle pasienter på ortopedi som er kategorisert som røde fått en preoperativ ventetid på 0 minutter. Videre har grønne ortopedipasienter oppnådde en gjennomsnittlig ventetid på 6249 minutter med et standardavvik på 11 652. Noe som tilsier store variasjoner i ventetiden til denne pasientgruppen. Grønne ortopedipasienter opplever også fristbrudd med en maksimal

ventetid på 52 dager. Gule pasienter har et gjennomsnitt og et standardavvik som plasserer de fleste pasientene innenfor gul trafikklysfrist på 1440 minutter, men fra maksverdien kan man se at det fortsatt er pasienter med lenger pre-operativ ventetid en frist for denne pasientgruppe skal ha.

Tabellen viser at etter simuleringen er det ingen fristbrudd på noen av hastegradene for gynekologi. I tillegg har det i 2022 ikke ankommet noen gynekologipasienter med en diagnosekode som vil tilsa en grønn klassifisering. Videre viser simuleringen at det har vært fristbrudd for gule og røde pasienter innenfor gastrokirurgi. Resultater viser derimot at det er lenger ventetid for gule pasienter enn det er for grønne. I tillegg er standardavviket for gule pasienter høyere for de gule enn grønne pasientene.



Figur 10: Antall operasjoner for simulert pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2022. Simulert med 100% av vanlig drift

Figur 10 Viser en sammenlignbar oversikt over pasientfordelingen på de ulike skiftene som Ahus bemanner på SOP som Figur 9. Det observeres noen endring på operasjonstidspunktet for pasientene mellom de to fordelingene. Ortopedi har fortsatt de fleste operasjoner på dagen, men med prioriteringer som modellen tar for seg ser man at ingen pasienter blir lenger operert på nattskiftet. Gynekologi har fortsatt en jevn fordeling på operasjonstidspunktet, men med noe flere på dag og natt.

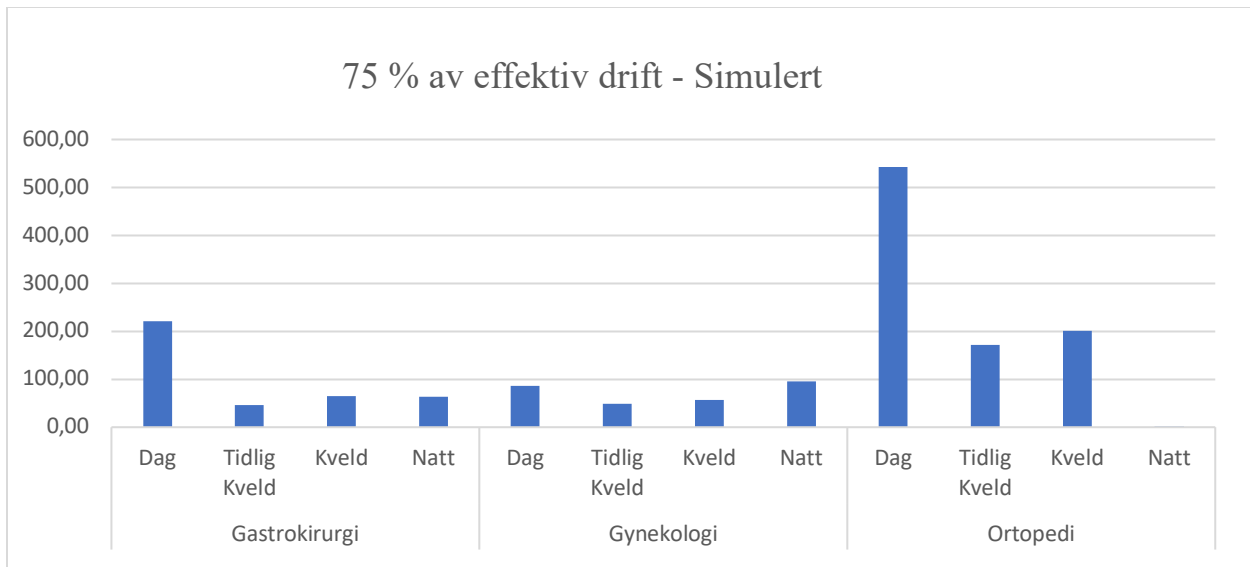
Gastrokirurgi opplever også de samme endringene som gynekologi, det er fortsatt flest pasienter som opereres på dagskiftet, men det observeres en økning på natt i forhold til kveld og tidlig kveld her også.

Tabell 12: Deskriptiv statistikk for simulert pasientdata i perioden 1.1.2022-1.5.2022 med nedsatt drift satt til 75% av normaldriften..

Resultater for trafikklyssimulering med 2022 data i minutter (75% driftseffektivitet)							
Data	Fagområde	Trafikklys	Gjennomsnitt	STD	Maks	Pasienter (stk.)	
2022 (75% drift)	Ortopedi	Grønn	6555	11868	75582	293	
		Gul	514	456	2574	619	
		Rød	0	0	0	2	
	Gynekologi	Grønn	n/a	n/a	n/a	0	
		Gul	320	305	1064	24	
		Rød	22	61	351	262	
	Gastrologi	Grønn	368	332	1048	13	
		Gul	406	473	2574	149	
			Rød	45	111	819	235

Etter å ha simulert pasientdataen for 2022 en driftseffektivitet på 75 % kan man fortsatt observere en maksverdi på 75582 for grønne pasienter i ortopedi. Standardavviket forblir nesten det samme.

Den gjennomsnittlig pre-operative ventetiden har fått en liten økning over alle fagavdelingene med unntak av røde pasienter innafor gynekologi og gastrokirurgi. Disse ventetidene forblir det samme selv etter redusert drift. Generelt er ingen store merkbare endringer hvis man simulerer modellen med en 25% dårligere drift.



*Figur 11: Antall operasjoner for simulert pasientbehandlingstidspunkt på Ahus avdeling NBH hos SOP etter fagområde fra januar til mai i 2022. Simulert med en 25 % lavere driftseffektivitet*

Figur 11 viser samme fordeling som Figur 10 med nedsatt driftseffektivitet tilsvarende 25% økning i prosessetid for behandling av alle pasientene i den simulerte perioden. Med den endringen ser man noen små justeringer som har skjedd i operasjonstidspunktene. Den største endringen er at ortopedi har fått noen operasjoner flyttet til nattskiftet kontra ingen operasjoner i dette tidspunktet før tillegget. Gastrokirurgi har fortsatt ganske lik fordeling med en tydelig majoritet operert på dagen. Gynekologi med sine store mengder hastende ø-hjelpspasienter opereres ganske jevnt utover døgnet selv med nedjustert tilgjengelig tid for operasjoner.



## 6. Diskusjon

I dette kapitlet vil de viktigste funnene i resultatet gjennomgås. I første omgang skal det drøftes hvorvidt trafikklysmodellen er en god prioriteringsmodell for Ahus. Videre vil ståstedsanalysen drøftes hvor det utforskes dens styrker og svakheter i denne oppgaven i tillegg til potensielle grunner for hindringer som påvirker den pre-operative ventetiden på SOP. Avslutningsvis skal funnene fra simuleringen drøftes og metoden som er benyttet i denne oppgaven skal revideres.

### 6.1 Dagens prioritering

#### 6.1.1 Oppbygning og begrensningene til oppgavens ståstedsanalyse

En ståstedsanalyse brukes ofte som et verktøy for å kartlegge dagens situasjon i en bedrift eller deler av en organisasjon. Hensikten med kartleggingen er å legge frem hvordan hver prosess er avhengig av hverandre. Dermed kan observatøren eller de ansatte ved sykehuset få bedre innsikt i hvordan alt henger sammen, og man kan foreslå tiltak og kartlegge svakheter (Graban, 2016).

I oppgaven presenteres en ståstedsanalyse som er gjort av SOP på Ahus, og prøver så godt den kan å legge frem hvordan pasientforløpet for ø-hjelpspasienter henger sammen. I tillegg legger analysen frem svakheter ved pasientforløpet ved SOP på Ahus som forlenger den pre-operative ventetiden.

Noen av styrkene til ståstedsanalysen er at den legger fram konkrete svakheter ved SOP ettersom man har tatt i bruk interne rapporter fra sykehuset. Fra Tabell 8 er noen av disse hindringene i flyten presentert. Svakheterne ved analysen er knyttet til innsamlingen av den kvalitative dataen. En ståstedsanalyse krever at forskerne eller observatørene er til stede i organisasjonen og har samtaler med alle aktørene involvert i prosessene. Videre bør man kunne kartlegge alt som skjer i prosessen, og vite hvor all informasjon sendes og lagres til et hvert tidspunkt. På grunn av begrensningene var det ikke muligheter for en fullt så detaljert kartlegging av dette. Analysen gir derimot et mer overordnet virkelighetsnært bilde av forløpet.

Eksempler på begrensninger kan være:

- Ikke nok input fra personell: Analysen mangler samtaler med flere aktører ved SOP. Disse aktørene kan for eksempel være sykepleiere, LIS, kirurgisk bakvakt og anestesileger. Samtaler med de ulike aktørene hadde vært gunstig for å få en bedre innsikt i hvordan hver del-prosess henger sammen.
- Ingen tidsdrevne data: Analysen mangler kvantitativ data som gjør det mulig å kartlegge hvor lang tid hver delprosess tar.

## 6.1.2 Potensielle prosessinterne hindringer

### 6.1.2.1 Flaskehals

Et stort problem som ble belyst på Ahus var flaskehals knyttet til kapasiteten ved SOP, og disse er bare noe av det som fører til variasjon i pasientforløpet. Tabell 8 presenterer ulike svakheter og begrensninger på SOP og de er hovedsakelig knyttet opp mot kapasitet.

I dag er det mange pasienter som venter på operasjon samtidig ved SOP på ortopedi. En av grunnene er at det er mange pasienter fra DKS-ortopedi som må flyttes over til ortopedisk behandling på SOP på grunn av liten ø-hjelpskapasitet på DKS. Dette er bare en av grunnene til at det er veldig mange pasienter med en lavere hastegrad på ortopedi som vist i Tabell 10. Dette har til tider resultert i at det hopper seg opp med pasienter.

Et annet problem som er en gjenganger ved SOP, er sterilkapasiteten deres. Det ble belyst at SOP er avdelingen som sliter mest med å få nok sterilt utstyr til å utføre operasjonene sine. Dette er også en bidragsyter til den lange gjennomsnittlige ventetiden for ortopediske pasienter ved SOP. Denne flaskehalsen resulterer i at mange operasjoner må utsettes til dagen etterpå, og dermed dannes det forsinkelser nedover i forløpet (Modig & Åhlstrøm, 2013). Autoklaver er en viktig del av SOP da sterilkapasiteten er direkte avhengig av dem. Et tiltak som kan være med på å redusere flaskehalsen knyttet til sterilkapasitet er å installere én autoklav til, eller bytte ut de som blir brukt med noen helt nye. Etter samtaler med diverse personell fra sterillageret kom det frem at

autoklavene i avdelingen er gamle, og de trenger å byttes ut snart. Hvis er av den går i stykker i dag har det enorme innvirkninger på operasjonskapasiteten på SOP.

Lagerkapasitet til operasjonsutstyr er også en av flaskehalsene som har innflytelse på den preoperative ventetiden på SOP. Det har flere ganger kommet frem at rom som ikke er designet for å være lager har i nyere tid endt opp med å bli brukt som lager. Dette fenomenet er spesielt merkbart hos ortopedi på grunn av deres enorme utstyrsbehov. En av grunnene til at dette hindrer flyten er at disse rommene har en beliggenhet som gjør det vanskelig og tidskrevende å komme dit. Det blir brukt mye tid på å løpe mellom disse rommene da de ikke alltid ligger på SOP, og fordi hovedutstyrlageret ligger i en annen etasje. Man kan spekulere om JIT-lager vil forbedre flyten, men trolig vil ikke dette fungere optimalt på SOP. Dette skyldes at det er behov for lager, fordi variasjonen knyttet til skadeomfang og antall innleggelser er høy blant ø-hjelpspasienter på SOP.

Økt lagerkapasitet og sterilkapasitet kunne vært et solid tiltak for å forbedre flyten, men som nevnt tidligere fører dette bare til at det oppstår flaskehalsen andre steder i forløpet (Modig & Åhlstrøm, 2013). Det skal i teorien være mulig å predikere hvor videre flaskehalsen oppstår, men det er ikke alltid hensiktsmessig å ta tak i dem. Det skyldes at det kan være fundamentale problemer med oppbygningen av forløpet.

Andre potensielle hindringer til flyten i pasientforløpet er at for få sengeplasser på SOP har ført til at folk har blitt holdt igjen på akutten. Der må pasienten vente til man har funnet en alternativ avdeling vedkommende kan oppholde seg i. Dette har medført at for eksempel ortopediske pasienter har opplevd økt ventetid i akutten. Konsekvensen av dette er at sykepleiere og leger fra ortopedi må oppsøke pasienten i en annen avdeling (Akershus universitetssykehus, 2021a).

### *6.1.2.2 Sløsing*

Man kan også argumentere for at den pre-operative ventetiden er avhengig av variasjon i pasientforløpet, som skyldes sløsing i prosessen. Hovedsakelig er det identifisert at sløsing er knyttet til dårlige rapporteringssystemer på sykehuset. Det ble flere ganger tatt opp at systemene

Ahus bruker til kommunikasjon er utdaterte og ikke i takt med dagens utvikling innen IT-systemer. Sykehuset er avhengig av en brannmur som sørger for at pasientdataene ligger trygt i databasen deres, men sikkerheten kommer med en ulempe. Personell på SOP opplyser at på grunn av brannmurens natur og pasientsikkerhet er det vanskelig å implementere gode datasystemer som fanger opp bestillinger og endringer. Eksempler på bestillinger kan være rom, bildediagnostikk, operasjoner og møter. (Akershus universitetssykehus, 2021a).

Dette resulterer i:

- At prøver blir bestilt flere ganger til samme pasient.
- At noen av operasjonsstuen blir dobbelt- eller trippelbooket.
- Endringer i operasjonsprogrammet blir ikke fanget opp av nødvendig personell.
- At operasjonsutstyr blir hentet ut av lageret og brukt uten at det blir meldt ifra om.

Konsekvensen av dette er at det kan gå mye tid på å rette opp i handlingene som assosieres med sløsing. Som tidligere nevnt ender man ofte opp med å utsette operasjoner til en senere dato. Man kan se at det er pasientene innenfor den grønne hastegraden som får operasjonene eller prøvene sine utsatt da de ikke står i like stor fare som de røde. Dermed forlenges ventetiden til pasientene på SOP for hver gang det oppstår sløsing i forløpet. En mulig løsning på problemene tilknyttet sløsing kunne vært å gjøre en vurdering på hvor stor andel av opphopingen av pasienter skyldes sløsing for så å prøve og eliminere det. Men det er ikke mulig i denne oppgaven på grunn av begrenset på data og tid.

Trafikklysmodellen vil i teorien begrense noe av ventetiden som skyldes sløsing da den kan gjøre det lettere å skille mellom grønne ø-hjelpspasienter og elektiv ø-hjelp. Dette kan være med å redusere opphopningen av ø-hjelpspasienter hvis man tidlig kan identifisere ø-hjelpspasienter som kan falle under elektiv. Simuleringsmodellen i denne oppgaven kan også i senere tid videreutvikles til å ta hensyn til tilgjengelig operasjonsutstyr for å minimere feilbooking som skyldes mangel på utstyr. Videre utvikling kan også gjøre modellen i stand til å ta hensyn til undergrupper i diagnosene pasientene har fått eller ledige operasjonsstuer.

Et annet tiltak kan være å innføre mer pålitelige datasystemer eller apper som gjør det enklere for de ansatte å registrere de ulike prosessene og kommunisere seg imellom. Imidlertid er kompleksiteten i problemene på Ahus og helsesektoren generelt noe man må ha i baktanke. Det er mange flerdimensjonale faktorer involvert, slik som mange forskjellige fagområder, antall ulike aktører som må kommunisere med hverandre, forskjellige prosesser og lignende.

### *6.1.2.3 Prosedyrer*

På grunn av de ulike kildene til variasjon i pasientforløpet er det vanskelig å standardisere pasientforløpet på SOP. Prosessene knyttet til både det post-operative og pre-operative forløpet er avhengig av hvem som er på jobb, skadeomfang, pasienttype, fagområde, diagnose(ne) som er satt og den tilgjengelige kapasiteten der og da. Videre har det kommet fram at mange av vurderingene om hvilke pasienter som skal opereres på SOP kan være påvirket av bias, og derfor har «hvem»-aspektet noe å si for forløpet til pasienten. I tillegg er det mye uforutsigbarhet knyttet til diagnoser av pasienten. Uforutsigbarheten er for eksempel knyttet til usikre LIS leger, flere tentative diagnoser som stilles samtidig eller at pasienten kan ende med å få sin allmenntilstand forverret eller forbedret i løpet av oppholdet. Det kan derfor være vanskelig å forutse hvor og når pasienten kommer seg gjennom pasientforløpet.

Denne oppgaven kan bidra med å stramme inn på noen av prosedyrene i forløpet. Trafikklysmodellen vil gi mer klare indikasjoner på hvem som burde opereres når, og hvilke ressurser som er tilgjengelige på avdelingen (Sandbaek et al., 2014). I helsesektoren er det ikke veldig vanlig å benytte seg av OA for å løse problemer, og derfor kan konseptet virke ukjent for medisinsk personell og for de med administrative roller på sykehuset (Ahsan & Azeem, 2010). Ståstedsanalysen kan også benyttes som et hjelpemiddel sammen med trafikklysmodellen, og kontinuerlig dialog med de ansatte på sykehuset for å utvikle nye prosedyrer i fremtiden som skaper optimale løsninger for pasientforløpet. Ståstedsanalysen sin hensikt er å verifisere at man faktisk har samme oppfattelse av problemet.

Det er viktig å påpeke at kartleggingen av verdiskapende og ikke-verdiskapende aktiviteter er utelukket fra denne oppgaven. Som tidligere nevnt er dette en av måtene å redusere sløsing på i et

forløp. Derimot er man avhengig av å kunne kartlegge dem så grundig og korrekt som mulig. På grunn av tidsbegrensinger har man ikke fått muligheten til å intervju de nødvendige aktørene på SOP for å si sikkert hva som faktisk er verdiskapende og ikke-verdiskapende i forløpet deres. Mange av valgene som tas i pasientforløpet på SOP er tatt med utgangspunkt i et medisinsk perspektiv og kan ikke alltid fjernes selv om de er ikke-verdiskapende. Hensikten med kartlegging hadde vært å legge frem hva som potensielt kunne vært en «lavthengende frukt» å ta tak i for å redusere den pre-operative ventetiden på SOP.

## 6.2 Trafikklysmodellen

### 6.2.1 Grunnlag, oppbygning og begrensinger

I denne oppgaven har det blitt brukt en trafikklysmodell som et simuleringsverktøy for å klassifisere ø-hjelpspasienter i ulike hastegrader med hensikt å kutte ned på den pre-operative ventetiden. Modellen er basert på modellen til Leppaniemi og Jousela (2013), men forskjellen ligger i hvordan hastegradsvinduet brukes og hvordan pasientene klassifiseres. Begge modellene baserer seg imidlertid på tre ulike hastegrader av ø-hjelp: rødt, gult og grønt. Oppbygningen til modellen brukt i oppgaven baserer seg på Universitetssykehuset i Nord-Norge sin modell etter ønske fra Ahus. Modellen som brukes i denne oppgaven er bygget hovedsakelig på diagnosedata fra 2019, men fungerer også på data fra andre årstall.

Alle pasienter på sykehuset som legges inn på DIPS får en hoveddiagnose og en undergruppe. Dessverre benytter ikke modellen seg av undergruppene da de ikke er tilgjengelige på grunn av personvern. En konsekvens av dette er at modellen ikke er så nøyaktig som den kunne vært, noe som kan føre til lavere tiltro til resultatene fra den. Denne svakheten fører til at pasienter som kunne falt under alle typer hastegrader bare får én hastegrad.

En annen begrensning ved trafikklysmodellen er at den kun baserer seg på hostriske data og ikke en kontinuerlig innstrøm av sanntidsdata fra Ahus. Derfor kan ikke modellen kjøres i sanntid og heller ikke flytte pasienter med varierende allmenntilstand mellom hastegradene. Dette er skyldes imidlertid begrenset tid på oppgaven, men kan i realiteten implementeres i fremtiden hvis man har

tilgang til kontinuerlig data fra Ahus sitt interne rapporteringssystem DIPS. En annen begrensende faktor er at modellen ikke har fått noe tidsoppløsning som «input», og dette svekker nøyaktigheten til modellen. Konsekvensen blir da at de pre-operative ventetidene ikke er like nøyaktige som ønsket. Dette var heller ikke oppgitt på grunn av personvernsgrunner.

Engebretsen et al. (2013) forteller at det benyttes ulike triagestruktur rundt omkring i verden, og selv i Norge varierer det fra sykehus til sykehus. I Norge kom det også frem at noen steder brukte man selvkomponerte skalaer, men hovedsakelig ble det benyttet en skala som kan deles inn i fem hastegrader som for eksempel Manchester Triage Scale eller Medical Emergency Triage and Treatment System. Fordelen med å bruke et system med fem ulike hastegrader er at det er enklere å skille mellom de pasientene som trenger umiddelbar hjelp (pre-operative ventetiden = 0) og de som trenger øyeblikkelig hjelp (pre-operative ventetiden < 6 timer).

Ulempen er at det kan skape mer forvirring hvis trafikklysmodellen benytter seg av flere enn tre hastegrader, og det kan til og med være unødvendig. Dette er fordi at pasienter som ikke krever umiddelbar hjelp ofte får operasjonen sin utsatt til dagen etterpå, og de vil da kategoriseres som gule, belyser Leppaniemi og Jousela (2013). Dette kan da skape flere utsettelse i lengden.

#### *6.2.1.1 Definisjonsproblematikk*

Et stort problem knyttet til trafikklysmodellen er et definisjonsproblem som omhandler hva ø-hjelp faktisk er, påpeker Sandbaek et al. (2014). Dette har vært et gjennomgående problem for Ahus i mange år, og dette gjelder også mange de andre sykehusene i Norge. Dette gjelder heller ikke bare Norge, men er et gjennomgående problem u utlandet også (Plessis, 2019). Problemet oppstår når man snakker om de grønne pasientene, altså de med lav hastegradsklassifisering. Dette er pasienter som ikke er i en livstruende tilstand. Ventetiden for disse er alt over 24 timer, og i noen tilfeller kan de vente opp mot 30 dager.

For den grønne hastegradsklassifiseringen er problemet at man ikke vet hvor grensen går mellom ø-hjelp og elektiv, som fører til at det ikke er et klart skille mellom disse gruppene. Dette kan resultere i ekstra lange ventetider for pasienter som faller innenfor den grønne hastegraden. Ahus

påpeker at konsekvensen av å ikke ha klare retningslinjer på hva ø-hjelp er at den grønne hastegraden ender ofte opp med å bli en egen kategori som omfavner alle mulige pasienter. Kategorien er så bred at det ikke lenger er mulig med standardiserte prosedyrer på ressurser allokering og operasjonsplanlegging. Fraværet av en standard gjør det vanskelig å kunne sammenligne pasientene i denne kategorien.

Hensikten med trafikklysmodellen er å gjøre det enklere å skille mellom de mest kritiske pasientene, og de som til tider kan gå under elektiv ø-hjelp. Ved bruk av trafikklysmodellen kan man etter hvert dele inn de grønne pasientene tydeligere etter ventetider. De som har lange ventetider i den grønne kategorien faller under elektiv ø-hjelp, og resten forblir i den grønne kategorien. Slik kan modellen starta å danne et grunnlag for å skille de kritiske pasientene (ø-hjelp) og de som kan gå som *elektiv ø-hjelp*.

### 6.2.1.2 utfordringer

Et av hovedproblemene Ahus påpekte var at de til tider hadde enorme kapasitetsproblemer, og her inngår sterilkapasitet, stuekapasitet, lagerkapasitet, kapasitet knyttet til sengeplasser og bemanningskapasitet ved SOP. Dette gjelder både pre- og postoperativt på SOP. Trafikklysmodellen er basert på at man skulle kunne flytte pasientene mellom de ulike hastegradene. Hvis for eksempel en grønn pasient får en forverret allmennstilsand kan de senere bli kategorisert som gule. På grunn av trafikklysmodellens oppbygning vil gule pasienter som venter lengre enn 18 timer bli kategorisert som røde. Grunnen til at kapasiteten er et problem for trafikklysmodellen er at Ahus har nevnt at det ofte blir en opphoping av lavere prioriterte pasienter. Ut ifra Tabell 11 ser man at den gule pasientgruppen er den største i antall for 2022, og dermed kan det bli et problem hvis mange av dem som har blitt kategorisert som gule blir røde. Denne utfordringen kan sette pasienters sikkerhet i fare dersom Ahus ikke har nok kapasitet eller ressurser til å gi dem behandlingen de trenger (Akershus universitetssykehus, 2021a).

Modig og Åhlstrøm (2013) påpeker at en økning av lager eller kapasitet ikke er alltid nøkkelen til å løse problemet, fordi det kan oppstå andre flaskehalsar i pasientforløpet. Man ender bare opp med å flytte flaskehalsen lenger ned i forløpet. Hvis man for eksempel får flere sengeplasser på



både pre- og postoperativ avdeling, men ikke tar i høyde for å ha nok ansatte til å gi pasientene tilsyn vil personell være flaskehalsen.

### *6.2.1.3 Anvendbarhet*

Basert på resultatene mener vi at trafikklysmodellen være anvendbar på Ahus. Sandbaek et al. (2014) viser også at å innføre en trafikklysmodell er fullt mulig her I Norge, og at en slik modell kan kutte ned på den pre-operative ventetiden til både ø-hjelpspasienter og elektive pasienter. Det er derimot vanskelig å si hvilke faktorer som får størst positivt utslag ved innføringen av denne modellen. Om det er vasketiden, triageringen, fleksibilitet knyttet til stuebruk eller annet. Beslutningsverktøyet har blitt testet ut flere steder og viser at det fungerer i praksis (Sandbaek et al., 2014).

Utfordringen til anvendbarheten av trafikklysmodellen brukt i denne oppgaven er at den er konstruert og utviklet slik at den samsvarer med situasjonen de har beskrevet ved Ahus. Datagrunnlaget for oppbygning av modellen kommer fra Ahus og vil derfor ikke kunne anvendes direkte til et annet sykehus. Konseptet er imidlertid anvendbart i flere deler av landet, som for eksempel i UNN hvor de også har tatt utgangspunkt i Leppaniemi og Jousela (2013).

Ahus mente det var fare for at modellen ville møte motstand, noe som ble belyst tidlig i prosjektet fra ledelsen og gjennom intern rapportering. Dette skyldes hovedsakelig skepsis fra personell og lav endringsvilje hos fagpersonell som «tror de vet best». En slik innføring trenger en god del opplæring, og utbytting av eldre datasystemer. På grunn av den utforutsatte, hektiske og utfordrende hverdagen ved SOP er det mulig at sykehuset og de ansatte ikke har tid til å prioritere langtidsprosjekter i dag.

## 6.3 Simulering av trafikklysmodellen

### 6.3.1 Simuleringsmodellen

Målet med simuleringsmodellen er å minimere preoperativ ventetid for ø-hjelpspasienter. Faktorer som påvirker ventetiden, er identifisert i ståstedsanalysen gjennom samtaler og møter med nøkkelpersoner på Ahus. I modellen inngår noen av disse variablene, men grunnet omfang, tid og ytelse samt andre begrensninger med trafikklysmodellen diskutert tidligere har det ikke vært mulig å ta høyde for alle variablene i selve simuleringsgrunnlaget. Utviklingen av simuleringsmodellering i helsevesenet de to siste tiårene har økt i stor grad (Almagooshi, 2015). Det er et økende behov for bedre planlegging av effektiv drift og av pasientforløp. Ifølge Stølevik (2008) er det nødvendig med mer forskning på avansert simulering og modellering for å svare på disse komplekse problemene og utvikle løsninger.

Modellens oppbygging setter noen begrensninger for hvilke resultater den gir. Modellen er bygget så virkelighetsnær som mulig. Hele pasientforløpet inngår i simuleringen, og optimaliseres etter én parameter, preoperativ ventetid. Det er imidlertid viktig å påpeke at verken kompleksiteten eller alle sammenhengene kan uttrykkes i en modell. Dette skyldes at det er flere faktorer som påvirker valget om en operasjon utføres eller utsettes. Fauske (2008) påpeker at dette er et vanlig problem når man forsøker å modellere komplekse virkelige delprosesser. Resultatet kan også ofte bli en veldig forenklet fremstilling av virkeligheten. Man har for eksempel fått opplyst at når en kirurgisk bakvakt på SOP klargjør operasjonsprogrammet for en ø-hjelpspasient. Prøver hen så godt det lar seg gjøre å prioritere pasienten med medisinske faktorer som grunnlag. Det som oppleves er at de kirurgiske bakvaktene har en tendens til å overprioritere pasienter som faller under deres egne fagområder. Selv om trafikklysmodellen vil ha uforutsigbarhet knyttet til diagnoseringen av pasienten, vil den forsøke å ta disse valgene med mindre bias fra spesialister. Den prøver i en så stor grad som mulig å standardisere hvilke medisinske grunnlag som skal stå for triagering.

Men en utfordring med denne simuleringen er at dataoppløsningen ikke gjør det mulig å ta hensyn til andre faktorer som påvirker pasientforløpet. Villa et al. (2014) har uttrykt dette problemet for analysering og optimering av pasientveien. Behovet for gode sanntidsdata og riktig dataregistrering er viktig å ta hensyn til de når slike komplekse forløp skal modelleres.

Det er ikke bare svakheter ved å kjøre en simulering av virkeligheten. Som Maria (1997) opplyser om, finnes det styrker ved å bruke en tilsvarende simuleringmodell som er brukt i denne oppgaven:

- Mulighet til å identifisere de variablene og parameterne operasjonsprogrammene er mest følsomme for.
- Teste ut andre scenarioer og situasjoner med begrenset informasjon, og se på effekten dette har på driften på sykehuset.
- Teste ut relasjonene mellom disse parameterne, og finne effekten og følsomheten til dem.

Fauske (2008) påpeker at i å identifisere flere relevante faktorer og sammenhenger. Kan informasjon som hentes ut brukes som en beslutningsstøtte for tiltak og endringer som skal utføres.

### 6.3.2 Simuleringsgrunnlag

Grunnet Covid-19 pandemien var det viktig å teste om pasienter i 2022 opplever et pasientforløp som er sammenlignbart med et vanlig driftsår. Dette er fordi man fikk opplyst at driften under Covid-19 har vært vanskelig på grunn av sykemeldinger, kapasitetsutfordringer og smittevern (Flemming et al., 2020). Man valgte å sammenligne med 2019 på bakgrunn av disse faktorene:

- Data fra 2019 er året modellen ble konstruert og validert mot.
- 2019 er det siste året med normal drift uten en pandemi. Pandemien kan ha påvirket elektiv drift, og kan gi urealistiske gode allokeringmuligheter hos operasjonsstuene på SOP. Dette skyldes at modellen må ta hensyn til kapasitetsutnyttelsen av stuene. Å sammenligne mot et år hvor driften kan ha sett utrolig annerledes ut, kan påvirke konklusjonene som trekkes når det sammenlignes mot et «normal» år.
- Sammenligningen mot et «normalt» år gjorde det lettere å identifisere outliers og andre datakvalitetsproblemer som hadde uforutsette negative utslag før, under og etter simuleringen.

Rensing av data som skal analyseres er ekstremt viktig for å oppnå gode resultater. Fra Tabell 6 og Tabell 7 samt Figur 8 og Figur 9 kan man se en direkte sammenligning av ventetiden, variasjonen og operasjonstidspunkt til de tre pasientgruppene Ahus har ønsket et bedre innblikk i. Det er ganske tydelige trender og likheter mellom disse årene, noe som gir sterk tiltro til at dataene er håndtert likt og at det ikke er noen markante endringer mellom disse to periodene.

Ut fra klassifiseringen som ble gjort i forhold til maksimum preoperativ ventetid kan man se disse likhetene tydelig hos alle fagområdene. Ortopedi og gastrokirurgi har et større spenn i antall diagnoser med en sterk vektning i grønne hos ortopedi. Dette bidrar til høyere ventetider enn gynekologi. Veldig mange av gynekologipasientene blir klassifisert som «røde». Dette fører til at denne pasientgruppen ofte blir prioritert og operert fortløpende, noe som bidrar til den generelle lave preoperative ventetiden hos disse pasientene. Siden Ahus ønsker å minimere operasjoner som foregår på natt- og kveldstid ser man at dette spennet i diagnoseprioriteringen gjenspeiler seg i operasjonstidspunktet. Gastrokirurgi og ortopediske pasienter opplever majoriteten av operasjonene på dagtid. Dette er fordi disse pasientgruppene har en større andel mindre akutte pasienter som kan stabiliseres og avvete operasjon til dagskiftet. Men siden gynekologi ofte består av mer akutte pasienter ser man en jevnere fordeling over døgnet da denne pasientgruppen sjeldent har muligheten til å vente særlig lenge på behandling.

### 6.3.3 Simuleringsresultater

Etter utført simulering på 100% driftskapasitet etter dagens forløp, og prioritering etter hastegrad observerer man endringer på alle fagområdene. Ortopedi etter simulering har et relativt likt operasjonstidspunkt, men med en total eliminering av pasienter operert på natt. Ved simulert prioritering har også gjennomsnittlig preoperativ ventetid sunket for røde og gule pasienter, men økt for grønne. Dette er fordi pasienter i gruppene med høyere prioriteringer blir fremskjøvet i operasjonsprogrammet, mens «grønne» ortopediske pasienter opplever en opphopning grunnet sin proporsjonalt mye større pasientstrøm. De blir dermed nedprioritert i lengre tid og opplever lengre ventetider. I en simuleringsmodell som tar hensyn til underdiagnoser og endringer i hastegrader over tid vil denne typen opphopning kunne forårsake en kaskadeeffekt hvor den ortopediske avdelingen på SOP blir overvældet av tidligere «grønne» pasienter som nå begynner å bli klassifisert som «gule» og «røde». Dette var et stort usikkerhetsmoment og kritikk som ble uttrykt

flere ganger av Egil Nordengen som er avdelingsleder for SOP og sterilforsyning hos Ahus. Dette ble også påpekt som et mulig problematisk utfall ved implementeringen av denne type triagering på en avdeling slik som SOP med en veldig stor pasientstrøm på ortopedi.

Gynekologi er det eneste fagområdet som ikke har en særlig endring i behandlingstidspunktet ved bruken av trafikklysprioritering som et utgangspunkt. Igjen kommer dette av den relativt store andelen «røde» og «gule» pasienter, men ingen «grønne» pasienter som ble behandlet fra januar til mai i 2022. Men simuleringen viser tydelig at med denne prioriteringen er en nedgang i preoperativ ventetid absolutt mulig for denne pasientgruppen.

Modellens oppbygging setter noen begrensinger for hvilke resultater den gir. Modellen er bygget så virkelighetsnær som mulig, men som diskutert tidligere er det ikke mulig å fange opp alle sammenhengene på grunn av kompleksiteten, og deretter kvantifisere det til en modell.

Eksempler på begrensningenes innvirkninger og effekt er:

- Hos både gynekologiske og gastrokirurgiske pasienter har det skjedd en forskyving fra å ha operasjoner på dagtid i 2022 til å ha flere operasjoner på nattskiftet. Dette er en konsekvens av lav datakvalitet da vi mangler nøyaktige tidsseriedata på pasienten for når vedkommende ankom sykehuset, og når hen blir operert. Måten simuleringen tar hensyn til dette er ved å regne seg tilbake til ankomsttidspunktet ved bruk av preoperativ ventetid. Siden vi ikke har operasjonstidspunktet heller, tar modellen utgangspunktet i at operasjonen blir utført i starten av skiftet og regner seg bakover derfra. Siden de fleste pasientene blir behandlet på dagen, regnes tiden bakover fra 07:30. Hvis denne pasienten er klassifisert som «rød» vil modellen forsøke å prioritere denne pasienten først og dermed bli behandlet på nattskiftet. Dette forklarer forskyvningen hos gynekologi og gastrokirurgi da de har en større andel «røde» og «gule» pasienter kontra ortopedi.
- Modellen tar ikke hensyn til at operasjoner kan gå over tiden og utføres mellom skift. Noen operasjoner blir for lange i forhold til operasjonstiden tilgjengelig ved et skift. Det betyr at de aldri vil bli gjennomført, selv om det i teorien hadde vært nok tid. Dette merkes spesielt på skiftet tidlig kveld, da dette skiftet kun strekker seg over to timer. Effekten av dette er

at på slutten av simuleringen er det enkelte pasienter som ikke har fått plass innenfor de månedene vi simulerte over, selv om det i teorien skal ha vært nok kapasitet.

Å observere hvilken effekt nedsatt drift har på den pre-operative ventetiden er interessant. Dette fordi et sykehus ikke er et statisk system, men derimot et meget komplekst system med mange prosesser som kan påvirke hverandre på uforutsette måter. Sykdom i staben, uforutsette venting på utstyr og ineffektiviteter i behandlingsforløpet samt andre faktorer diskutert i ståstedsanalysen kan påvirke driften negativt. Cole et al. (2011) påpeker at etter hvert som strategier iverksettes for å redusere ventetidene vil det bli stadig viktigere å overvåke hele forløpet fra henvisning til operasjon. Dette for å sikre at det gjøres endringer som virkelig reduserer ventetidene og ikke bare forflytter hvor og når pasienten venter.

I et forsøk på å simulere nedsatt drift er det først viktig å definere:

- Hvordan kan man definere nedsatt drift i et sykehus?
- Hvordan kan man kvantifisere disse parameterne inn i modellen?

Som påpekt av Ozcan (2018) og Park et al. (2011) ligger helsesektoren bak andre bransjer når det kommer til en mer objektiv ytelseevaluering og beslutningstøtte. Dette er nødvendig for å evaluere egne prosesser og effekten dette har på driften deres. Dette kom også frem i møter med Ahus da de selv ikke hadde en klar definisjon på hvordan de definerte nedsatt drift når de forespurte en simulering med disse vilkårene. Cole et al. (2011) fant at en av de største bidragsyterne for forlenget ventetid for pasienter var forsinkelser knyttet til operasjonsrommet (tid tilgjengelig, klart utstyr, sløyfing av operasjoner osv.). Dette er noe som stemmer ganske godt med egne funn om ineffektiviteter knyttet til utsyr, sterilkapasitet, dobbeltbooking i tillegg til andre faktorer diskutert tidligere. Alt dette har en direkte påvirkning på stuedriften hos SOP.

For å kvantifisere dette inn i en simulering ble en koeffisient konstruert. Denne «driftskoeffisienten» er et tall for beregning av stuetiden alle pasienter på SOP tar opp i forhold til ø-hjelps og elektiv kirurgi for ortopedi, gynekologi og gastrokirurgi. Man beregnet dette forholdet etter stuetiden alle disse pasientgruppene brukte i 2019, 2020 og 2021 og tok gjennomsnittet av tallene for å finne dette forholdet ved normal drift. Siden modellen ikke tar hensyn til tiden alle delprosesser i pasientforløpet kan ta og forsinkelser knyttet til andre problemer utenfor

pasientforløpet, kan man bruke denne faktoren for å skalere opp eller ned den daglige driften i forhold til normal drift ved å nedjustere tiden operasjonsstuene er tilgjengelig.

Etter at driften ble nedjustert så man stort sett effekten uttrykt på mindre akutte pasienter. Ved nedsatt tid tilgjengelig har de «grønne» pasientene en tendens til å hope seg opp med en relativ stor effekt opplevd hos grønne ortopediske pasienter med en økt ventetid på 5 timer i snitt. Røde pasienter opplever ingen endring i sin preoperative ventetid, noe som kommer av modellens tendens til å alltid prioritere denne pasientgruppen. Videre er det ingen endring i operasjonstidspunktet på pasientene. Simuleringen tar hensyn til å minimere operasjoner på kveld og natt, og har fortsatt lik fordeling som ved vanlig drift. Men med 25% nedsatt driftseffektivitet opplever de tre pasientgruppene en høyere gjennomsnittlig preoperativ ventetid enn ved dagens prioriteringssystem.

Modellens oppbygging setter noen begrensinger for å senke driften på sykehuset. Eksempler på begrensningenes innvirkninger for simulert nedsatt driftseffektivitet er:

1. Nedjustering av stuetiden tilgjengelig blir gjort likt over alle stuene, for alle skiftene i hele døgnet. Dette påvirker alle pasientene og alle skiftene likt. Denne antagelsen er ikke nødvendigvis korrekt, da for eksempel presset på utstyr og sterilisering ikke er jevnt fordelt over alle pasientgruppene over hele døgnet. Ortopedi har et kjent problem med stort utstyrbehov med egne dedikerte stuer på SOP. Ineffektivitet som påvirker stueallokering, utstyr og lignende vil mest sannsynlig påvirke denne pasientgruppen mest. Dette er også et fagområde hvor de fleste operasjoner foregår på dagtid. Dette betyr at det er et lavere utstyrbehov i forhold til pasientstrømmen på natt og kveld. En proporsjonal konstant vil kunne ha en større effekt enn virkeligheten på kveld og natt.
2. Proporsjonalitetskonstanten tar ikke hensyn til variasjon i utsettelse eller proporsjonaliteten av dem. For eksempel ble vasketiden satt til en statisk 45 minutter for alle operasjoner, etter ønske fra Ahus. Dette utgjør ca. 30% av all tiden stuene er okkupert. I virkeligheten varierer vasketiden fra operasjon til operasjon, og har en stor effekt på brukt studietid. Det finnes derimot ingen klare tall på tidseffekten ved utstyrsmangel eller

venting på klargjøring til operasjon. Men driftskoeffisienten vil skalere opp alle disse faktorene likt slik at man får en 25% lavere effektivitet på alle prosesser som påvirker stuetiden.

#### 6.4 Metodisk tilnærming

Denne oppgaven er hovedsakelig basert på en casestudie, og denne forskningsmetoden har sine svakheter av natur. Først og fremst har det vært utfordrende å forenkle de komplekse prosessene i et sykehus, noe som har resultert i et ikke så realistisk virkelighetsbilde av problemet, og at man ikke får med seg alle de viktige sidene (Creswell, 2014). Videre har det i resultat- og diskusjonsdelen blitt brukt informasjon fra de ansatte og internrapporter for å belyse mange av utfordringene på sykehuset. En svakhet ved dette er at noen av meningene kan være subjektive da de ansatte kommer fra ulike fagavdelinger.

Styrken til dette studiet ligger i de kvantitative dataene som har blitt benyttet i oppgaven, ettersom disse kommer direkte fra analyseavdelingen på Ahus. Dette fordi man her finner lite bias. Et av svakhetene til dataene som har blitt oppgitt er at de ikke har en god oppløsning og representerer den virkelige situasjonen med lav nøyaktighet (ingen tidsserie). Imidlertid har analysene sin relevans for Ahus og andre sykehuset hvis man er villig til å dele effekten av simuleringene.

Den kvalitative delen av oppgaven består av dokument- og litteraturstudier. Dokumentstudiet er hovedsakelig basert på interne rapporter fra Ahus, og notater tatt fra møtene på sykehuset. Dette er utgangspunktet for ståstedsanalysen som har blitt konstruert i første delen av resultatet. På grunn av tidsbegrensninger og mye sykdom blant de ansatte ble det dessverre ikke holdt formelle intervjuer. Intervjuene kunne gitt et mer helhetlig bilde over styrkene og svakhetene i pasientforløpet, og eventuelle feilkilder knyttet til rapporteringsprosesser. I tillegg kunne intervjuene ha avdekket potensielle hindringer som kunne oppstått ved innføring av en trafikklysmoell på Ahus. Det som styrker validiteten er at man gjennom litteraturstudiet har vendt blikket mot andre sykehus for å se hvilken effekt trafikklysmoellen har hatt der.



Det ble ikke satt noe tydelige systemgrenser tidlig i arbeidet med denne oppgaven. Dette skyldes hovedsakelig at man hele tiden jobbet etter å undersøke hva slags data man hadde tilgang til, og hvor mye tid de ansatte på Ahus hadde til rådighet. En tydelig avgrensning var derimot at man skulle holde seg innenfor SOP ved Ahus Nordbyhagen. Der skulle analysene bare angå ortopedi, gastrokirurgi og gynekologi. Det må gjøres oppmerksom på at de andre fagområdene ved SOP utgjør en forskjell ved situasjonen på Ahus, og har en påvirkning på kapasitet og ventetid.

## 7. Oppsummering

### 7.1 Konklusjon

For at pasientforløpet på Akershus universitetssykehus ved sentraloperasjonen skal være preget av kortere pre-operative ventetider er det blitt identifisert potensielle hindringer i flyt som sykehuset burde ta tak i.

Den første hindringen er problemet knyttet til kapasiteten ved sykehuset. Sentraloperasjonen er preget av for lav lagerkapasitet (både sterilkapasitet, utstyrskapasitet og romkapasitet) og for få sengeplasser i avdelingen. Dette har ført til at mange operasjoner må utsettes, og konsekvensen blir opphoping pasienter i avdelingen. Den andre hindringen er at det ikke er gode nok rapporteringssystemer og datasystemer på sykehuset. Endringer i operasjonsplaner og lager blir ikke fanget opp av alle nødvendige aktører. Avslutningsvis er det viktig å påpeke at det ikke er et standardisert pasientforløpet for pasienter med samme skadeomfang (for eksempel hoftebrudd), og vanlig «triagering» er ikke optimalt nok for klassifisering av hastegrad for ø-hjelpspasienter. Trafikklysmodellen til UNN har blitt brukt for å se effekten av trafikklyssimuleringene som skal gjøre klassifiseringen av hastegrader mer effektiv.

Resultatet fra trafikklyssimuleringene viser en teoretisk endring i pre-operativ ventetid på pasientene som kom til SOP i 2022. Simuleringene ser man at trafikklysmodellen har et potensial til å bedre utnyttelsen av operasjonskapasiteten i forhold til dagens drift. Med en mulig konsekvens i å minke antall fristbrudd som oppstår for disse pasientgruppene. Modellen viser en reduksjon i preoperativ ventetid, og forflytning av pasienter til gunstigere operasjonstidspunkt. Resultatene viser seg også gjeldende i perioder hvor Ahus sin driftskapasitet er kraftig redusert. Simuleringen viser en oppgang på 62 minutter i gjennomsnittlig pre-operative ventetid ved en drift på 75%.

Basert på resultatene fra simuleringen i denne oppgaven har man kommet frem til at det anbefales å implementere trafikklysmodellen ved Ahus. Resultatet viser at den pre-operative ventetiden kan strekt reduseres, selv med nedsatt driftskapasitet. Det må derimot påpekes at modellen må optimaliseres og bygges videre gjennom bruken og aksepten av modellen. På sikt vil modellen,

med input av god datakvalitet, være et verktøy som letter belastningen på beslutningstakerne på sykehuset ved å støtte opp under beslutnings og prioriteringsgrunnlaget.

## 7.2 Veien videre

Dette er en oppgave som har i stor grad handlet om å identifisere pasientforløpet samt faktorer eller hindringer som påvirker preoperativ ventetid. I tillegg har man simulert trafikklysmodellen i et gitt scenario. Simuleringene var både gjort med maksimal kapasitetsutnyttelse, og med redusert kapasitetsutnyttelse. Det har vært flere ganger i løpet av oppgaven oppstått ulike forhold som kunne vært spennende å utforske videre. Et av dem er å videreutvikle modellen slik at den tar i bruk sanntidsdata, og tar i bruk alle fagavdelingene på SOP. I tillegg kunne man utviklet en driftskoeffisient som gir et mer virkelighetsnært av flyten ved at den tar hensyn til alle hindringene som er kartlagt.

Det hadde også vært interessant å holde formelle intervjuer med alle de viktigste aktørene på SOP. Dermed kunne man ha utviklet et komplett CSM som kartlegger absolutt alle del-prosessene i pasientforløpet for ø-hjelpspasienter. Videre kunne man konstruert et «future-state-map» og en detaljert handlingsplan som beskriver hvilke forbedringer og endringer som er nødvendig å implementere for å redusere den pre-operative ventetiden.

Til slutt hadde det vært spennende å samle inn data fra Ahus etter implementeringen av trafikklysmodellen for å sammenligne resultatene deres mot resultatene i denne oppgaven.

## 8. Kilder

- Ahsan, K. & Azeem, A. (2010). Operational Performance Analysis of a Public Hospital Laboratory. 18. doi: 10.4018/jiss.2010100102
- Akershus Universitetssykehus. (2017). *Årlig melding 2017*.
- Akershus universitetssykehus. (2021a). *En kartlegging av nå-situasjon operasjonskapasitet Ahus, trinn 1*. Akershus universitetssykehus.
- Akershus universitetssykehus. (2021b). *Årsberetning for 2020*.
- Akershus universitetssykehus. (2022). *Om oss: Akershus Universitetssykehus*.
- Almagooshi, S. (2015). *Simulation Modelling in Healthcare: Challenges and Trends*.
- Bicheno, J. & Holweg, M. (2009). *The lean toolbox* 4utg.: PICSIE Books.
- Cardoen, B., Demeulemeester, E. & Belien, J. (2010). Operating room planning and scheduling: a literature review. doi: 201:921–32.
- Cole, E., Hopman, W. & Kawakami, J. (2011). *High resolution analysis of wait times and factors affecting surgical expediency*.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4 utg.: SAGE Publication, Inc.
- Daugaard, C., Jorgensen, H. & Riis, T. (2012). Is mortality after hip fracture associated with surgical delay or admission during weekends and public holidays? A retrospective study of 38,020 patients. doi: 83:609–13
- Duma, D. & Aringhieri, R. (2019). The management of non-elective patients: shared vs. dedicated policies. 199-212.
- Engbretsen, S., Røsie, O. & Ribu, L. (2013).
- Fauske, M. F. (2008). Optimeringsmetoder innen operasjonsanalyse – en oversiktsstudie
- Fitzgerald, J., Lum, M. & Dadich, A. (2006). Scheduling unplanned surgery: a tool for improving dialogue about queue position on emergency theatre lists. doi: 30:219–231.
- Flemming, S., Hankir, M. & Ernestus. (2020). *Surgery in times of COVID-19 -recommendations for hospital and patient management*.
- Graban, M. (2016). *Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Engagement*. 3 utg. New York: Taylor & Francis Inc.
- Grønmo, S. (2021). *Forskningsmetode*. Store norske leksikon.

- Guerriero, F. & Guido, R. (2010). Operational research in the management of the operating theatre: a survey. 89-114. doi: 10.1007/s10729-010-9143-6.
- Harboe, T. (2006). Indføring i samfundsvidenskabelig metode. I, s. 31-39: Frederiksberg: Forlaget Samfundslitteratur.
- Helbækk, M. (2013). *Operasjonsanalyse: Kort og godt*. 2 utg.: Universitetsforlaget.
- Hillier, F. S. & Hillier, M. S. (2019). *Introduction to Management Science: A Modeling and Case Studies Approach with Spreadsheets*. 6 utg.: McGraw-Hill Education.
- Kolker, A. (2012). *Healthcare Management Engineering: What does this fancy term really mean?:* Springer.
- Langabeer, J. R. & Helton, J. (2008). *Health Care Operations Management*. USA: Jones and Bartlett.
- Leppaniemi, A. & Jousela, I. (2013). A traffic-light coding system to organize emergency surgery across surgical disciplines. 6. doi: 10.1002/bjs.9325.
- Lerø, A. (2020). *poliklinisk*. I: Bolstad, E. (red.). Store medisinske leksikon: Store medisinske leksikon.
- Maria, A. (1997). Introduction to modeling and simulation. Proceedings of the 29th conference on Winter simulation.
- Modig, N. & Åhlstrøm, P. (2013). *This is Lean: Solving the Efficiency Paradox*. 1 utg. Halmstad: Rheologica Publishing.
- Moja, L., Piatti, A. & Pecoraro, V. (2012). Timing matters in hip fracture surgery: patients operated within 48 hours have better outcomes.  
A meta-analysis and meta-regression of over 190,000 patients. doi: 7:e46175
- Ozcan, Y. A. (2018). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation*. New York: Springer.
- Park, J. S., Fowler, K. L. & Giebel, S. A. (2011). *Measuring Hospital Operating Efficiencies for Strategic Decisions USA*.
- Pedersen, G. A. (2018). *Litteraturstudie som metode*. NTNU (red.).
- Persson, M., Hvitfeldt-Forsberg, H. & Unbeck, M. (2017). Operational strategies to manage non-elective orthopaedic surgical flows: a simulation modelling study. 1-8. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013303.

- Plessis, C. d. (2019). *A decision model to support theatre allocation for non-elective patients in a private hospital*. PHD. South-Africa: North-West University.
- Rannestad, B. (2010). *Organisering og prioritering av øyeblikkelig hjelp ved anestesi- og operasjonavdelingen*. UNN HF.
- Rogne, A. F. & Syse, A. (2017). *Framtidens eldre i by og bygd: Befolkningsframskrivninger, sosiodemografiske mønstre og helse*. Oslo.
- Sandbaek, B., Helgheim, B., Larsen, O. & Fasting, S. (2014). Impact of changed management policies on operating room efficiency. doi: 1472-6963-14-224.
- Schlichting, E. (2018). *triage*. I: Bolstad, E. (red.). Store medisinske leksikon: Store medisinske leksikon.
- Sharma, J. K. (2016). *Operations Research : Theory and Applications*: Laxmi Publications Pvt Ltd.
- Sibbald, S., Singer, P., Upshur, R. & Martin, D. (2009). Priority setting: what constitutes success? A conceptual framework for successful priority setting. doi: 9:1472–6963.
- Stabekk, J. & Langås, S. (2022). *Trafikklysmodellen – En simulert innføring på ø-hjelpspasienter ved Akershus Universitetssykehus*. ÅS: NMBU.
- Stand, T., Rostad, H., Sørum, R., Solberg, S. & Norstein, J. (2006). Ventetid på operasjon for lungekreft. doi: 126: 1894-7.
- Stølevik, M. (2008). *Modellering og simulering av pasientforløp*.
- Villa, S., Prenestini, A. & Giusepi. (2014). *A framework to analyze hospital-wide patient flow logistics*.
- Vissers, J. & Beech, R. (2005). *Health Operations Management: Patient Flow Logistics in Health Care*. 1 utg. London: Routledge.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*: Simon & Schuster Inc.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. 4 utg.: SAGE Publications, Inc.

## 9. Vedlegg

### Vedlegg A

Koden brukt til simuleringsmodellen:

[https://github.com/Johanstab/Hospital\\_simulation/tree/Ferdig\\_Modell](https://github.com/Johanstab/Hospital_simulation/tree/Ferdig_Modell)

### Vedlegg B

Excel dokument med alle resultater uten de konfidensielle pasientdataene.

«Resultater.xlsx»



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway