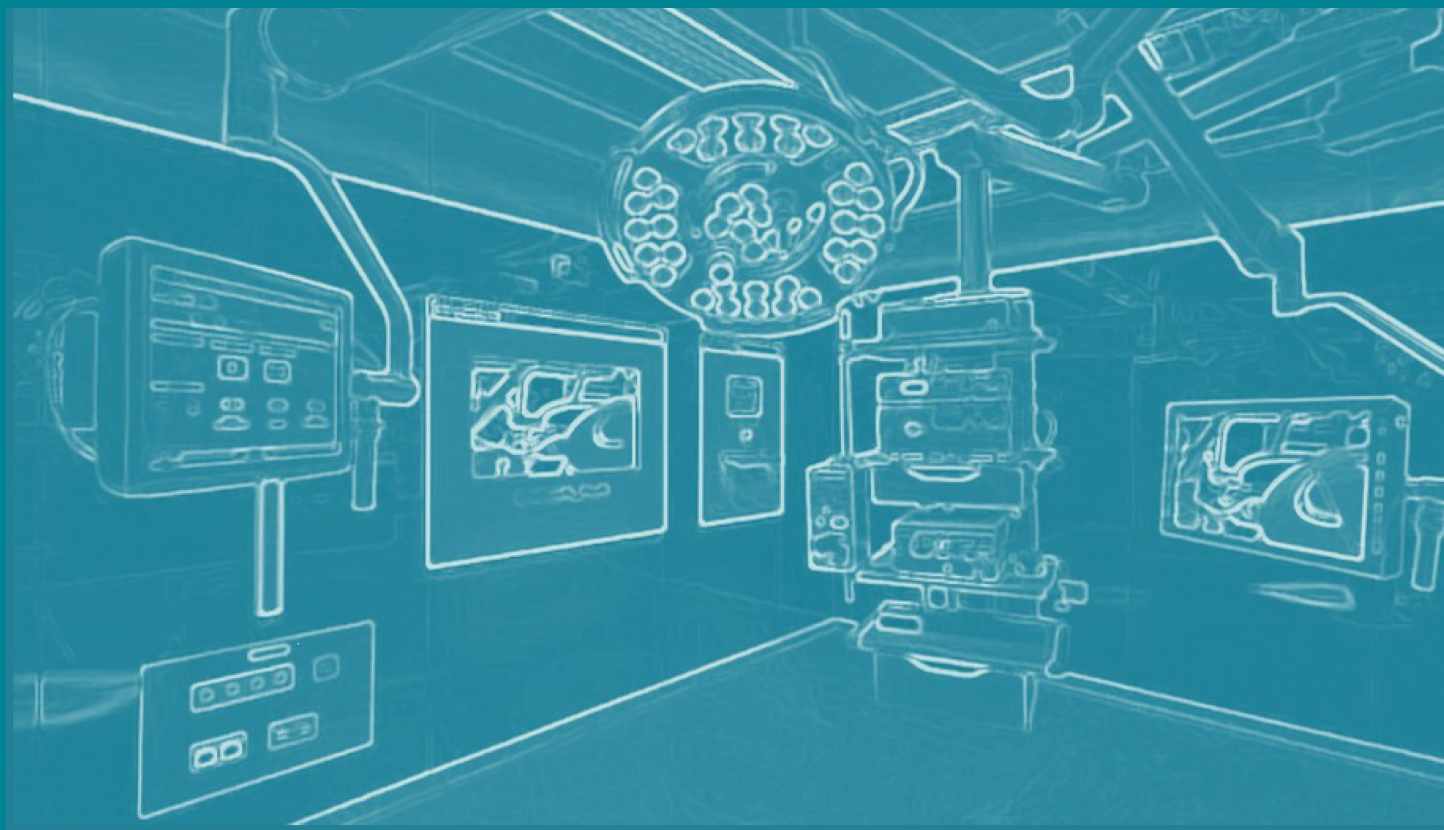


# Evaluering af Integrerede operationsstuer



**DE<sup>®</sup>**  
**FACT**  
**UM**

## **Evaluering af Integrerede Operationsstuer**

Copyright ©:

DEFACTUM®, Region Midtjylland, 2019.

Sprog: Dansk

Udgivet af: DEFACTUM, 2019.

Udgave: 1. udgave

Design: DEFACTUM, Region Midtjylland

Billeder: Olympus

ISBN: 978-87-93657-05-2

Udarbejdet for Aarhus Universitetshospital af:

DEFACTUM, Region Midtjylland i samarbejde med Indkøb & Medicoteknik, Region Midtjylland og Aarhus Universitetshospital.

Forfattere:

- Bettina Wulff Risør, forsker, cand.scient.san., ph.d., DEFACTUM, Region Midtjylland
- Kathrine Carstensen, projektleder, cand.scient.soc., DEFACTUM, Region Midtjylland
- Emma Kejser Jensen, praktikant, stud.cand.scient.san.publ., DEFACTUM, Region Midtjylland
- Mads Lænsø Madsen, medicoteknisk rådgiver, medicoingeniør, Indkøb og Medico-teknik, Region Midtjylland

Denne publikation citeres således:

Risør BW, Carstensen K, Jensen EK, Madsen ML. Evaluering af Integrerede Operationsstuer. Aarhus: DEFACTUM, Region Midtjylland, 2019

Publikationen kan frit refereres med tydelig kildeangivelse

For yderligere oplysninger rettes henvendelse til:

DEFACTUM

Olof Palmes Allé 15

8200 Aarhus

E-mail: [defactum@rm.dk](mailto:defactum@rm.dk)

Hjemmeside: [www.defactum.dk](http://www.defactum.dk)

Rapporten kan downloades fra [www.defactum.dk](http://www.defactum.dk) under publikationer.

# Indholdsfortegnelse

Sammenfatning .....	3
1. Baggrund .....	6
2. Formål .....	7
3. Metode .....	7
3.1 Beskrivelse af teknologien .....	7
3.2 Design .....	9
3.3 Setting .....	9
3.4 Dataindsamling og analyse .....	11
4. Resultater .....	17
4.1 Organisation .....	17
4.2 Økonomisk analyse.....	23
5. Diskussion.....	28
5.1 Organisation .....	28
5.2 Økonomisk analyse.....	29
6. Konklusion .....	30
7. Referenceliste.....	32

# Sammenfatning

## Formål og metodisk tilgang

Formålet med denne undersøgelse var at dokumentere effektmæssige, organisatoriske og sundhedsøkonomiske konsekvenser ved at anvende integrerede operationsstuer i sammenligning med konventionelle operationsstuer.

Evalueringen blev tilrettelagt som en komparativ undersøgelse i et eksplorativt design, der skulle identificere og afdække ændrede arbejdsgange, effekter og konsekvenser ved implementering og anvendelse af en integreret operationsstue i sammenligning med en konventionel operationsstue. Studiet fandt sted på Aarhus Universitetshospital, Region Midtjylland.

Det viste sig vanskeligt at identificere, og dermed også at måle og kvantificere, klinisk signifikante ændringer i effekt eller sikkerhed som følge af implementeringen af de integrerede operationsstuer. Derfor blev effektmålinger ekskluderet fra evalueringen.

Følgende udgør hovedresultaterne for hhv. analyse af de organisatoriske og sundhedsøkonomiske konsekvenser ved anvendelse af integrerede operationsstuer.

## Organisation

- Anvendelse af integrerede operationsstuer har begrænsede konsekvenser for de eksisterende arbejdsprocesser. For operationssygeplejerskerne leder anvendelsen af integrerede operationsstuer til en ændret arbejdsdeling under operation, når touchpaden betjenes af den sterile sygeplejerske. Desuden medfører anvendelsen af integrerede operationsstuer mindre ændringer i operationssygeplejerskernes arbejdsopgaver under forberedelse til og afslutning af en operation. Anvendelse af integrerede operationsstuer har ikke konsekvenser for kirurgernes og anæstesipersonalets arbejdsprocesser.
- Anvendelse af integrerede operationsstuer påvirker generelt ikke det tværfaglige samarbejde og kommunikationen på operationsstuen.
- Anvendelsen af integrerede operationsstuer er ikke forbundet med betydelige oplæringsbehov, men en vis oplæring af operationspersonalet er nødvendig for korrekt betjening af touchpaden og for udnyttelse af den integrerede operationsstues potentialer. Oplæring bør omfatte introduktion til og oplæring i betjening af touchpaden, introduktion til de integrerede funktionaliteter og udstyr samt introduktion til og oplæring i håndtering af fejlfinding relateret til den integrerede operationsstue.

- Organisationsanalysen viser en overvejende tilfredshed med de integrerede operationsstuer blandt operationspersonalet. Dog opleves anvendelse af integrerede operationsstuer ikke at medføre væsentlige organisatoriske forandringer eller at være forbundet med store organisatoriske gevinster eller udfordringer. Følgende udgør de væsentligste oplevede gevinster og udfordringer:
  1. Anvendelse af integrerede operationsstuer leder til en oplevet forbedring af arbejdsflowet under operation som konsekvens af hurtigere reaktion på anmodninger om justering af operationsudstyr og færre afbrydelser undervejs i operationsforløbet. Dog forudsætter realisering af forbedring i arbejdsflowet, at touchpaden betjenes i det sterile felt eller fleksibelt mellem det sterile og ikke-sterile felt. Desuden indikeres, at forbedringer i arbejdsflowet især realiseres i forbindelse med langvarige og komplekse operationer. I forhold til fremadrettet anvendelse af integrerede operationsstuer leder dette nogle kirurger og sygeplejersker til at påpege, at teknologien vil have størst potentiale i forhold til mere kompliceret kirurgi.
  2. Der er internt i og mellem afdelinger variation i, hvorvidt touchpaden betjenes i det sterile felt eller i det ikke-sterile felt, og dermed variation i, i hvor høj grad potentialerne vedrørende forbedret arbejdsflow realiseres. Variationen relaterer sig til vaner hos operationspersonalet og til utilstrækkelige kompetencer i anvendelsen af touchpaden. I forhold til at tilvejebringe de bedste betingelser for at kunne realisere et forbedret arbejdsflow er der på den baggrund potentiale i at sikre en klar forståelse for teknologiens positive effekter og i at styrke den eksisterende oplæring af operationspersonalet.
  3. Anvendelse af integrerede operationsstuer kan lede til mindre ergonomiske gevinster for den ikke-sterile sygeplejerske i form af færre skridt, færre uhensigtsmæssige arbejdsstillinger samt mindsket risiko for fald. Der fremhæves ingen ergonomiske gevinster eller udfordringer for det øvrige operationspersonale.
  4. Anvendelse af integrerede operationsstuer opleves generelt ikke at have hverken positiv eller negativ betydning for patientsikkerheden på operationsstuen. Enkelte påpeger dog en potentiel mindsket risiko for fejlindstilling af udstyr som følge af forprogrammeret indstilling af operationsudstyr og samlet betjening af udstyr fra touchpaden.

## **Økonomisk analyse**

- Den økonomiske analyse blev designet som en omkostningsminimeringsanalyse, da det ikke var muligt at identificere klinisk relevante, kvantificer- og målbare effekter af integrerede operationsstuer.
- Analysen af tidsregistreringer fandt ingen statistisk signifikante forskelle i proceduretiden mellem den konventionelle og den integrerede operationsstue, hvilket medførte eksklusion af personaleomkostninger fra den inkrementelle omkostningsanalyse.
- Omkostningsanalysen viste inkrementelle omkostninger for en integreret operationsstue, der varierede fra 695.000 kr. svarende til en årlig meromkostning på 92.925 kr. for den mest enkle løsning til 1.125.000 kr. svarende til en årlig meromkostning på 149.359 kr. for en mere omfattende løsning.
- De budgetmæssige konsekvenser ved fuld implementering af integrerede operationsstuer på AUH (baseret på 60 stuer) varierede fra samlede investeringsomkostninger på 41.700.000 kr. svarende til samlede årlige meromkostninger på 5.575.500 kr. til 67.000.000 kr. svarende til samlede årlige meromkostninger på 8.951.540 kr. afhængig af valgt integreret løsning.

# 1. Baggrund

"Integrerede operationsstuer" er et samlet begreb for en gruppe af systemer/teknologier udviklet over en årrække med det formål at understøtte hensigtsmæssige operationsforløb. Den integrerede operationsstue bruges typisk til minimal invasiv kirurgi, dvs. endoskopiske og laparoskopiske indgreb, og der findes i dag flere forskellige systemer og leverandører på markedet. En integreret operationsstue samler de forskellige systemer og teknologier på operationsstuen, så udstyr og systemer kan betjenes fra en enkelt trykfølsom skærm. Kirurgen eller operationssygeplejersken har således mulighed for at tilgå funktioner på stuen (såsom operations- og loftslamper) og omgivelserne fra f.eks. EPJ (journaloplysninger, blodprøvesvar og billedmateriale) samt løbende tilpasse/justere det kirurgiske udstyr direkte fra det sterile område.

Der findes kun sparsom viden om de kliniske effekter samt økonomiske og organisatoriske konsekvenser af integrerede operationsstuer. Få studier har undersøgt betydningen af den samlede styring fra det sterile område og har fundet, at den resulterer i færre afbrydelser under operationen, hurtigere indstilling af udstyret, bedre arbejdsflow samt frigivelse af tid for den ikke-sterile sygeplejerske, så hun i stedet for tilpasning af udstyr kan koncentrere sig om andre opgaver (1-4). Et tysk studie finder omkostningsbesparelser som følge af et reduceret tidsforbrug (5), men disse resultater bliver dog ikke genfundet i et nyligt studie af Blikkendaal et al. (2017), der tværtimod finder, at det nye system er kilde til flere og tidskrævende afbrydelser (6).

Der er ikke fundet nationale opgørelser, som viser udbredelsen af integrerede operationsstuer i Danmark, men flere aktører fra både firmaer og hospitalsmiljøer melder om en stigende efterspørgsel, hvilket sandsynliggør en fremtidig stigning i udbredelsen af integrerede operationsstuer i Danmark.

Installation af en integreret operationsstue er forbundet med en betydelig investering i sammenligning med en konventionel operationsstue, ligesom der introduceres årlige meromkostninger til servicering af selve integrationsdelen. Derfor er det yderst relevant forud for kommende investeringer at få afdækket, hvilke effekter/konsekvenser der ses som følge af implementering af integrerede operationsstuer, der forventeligt vil indebære organisatoriske forandringer sammenlignet med anvendelsen af konventionelle operationsstuer, f.eks. ændrede arbejdsgange og samarbejdsrelationer samt behov for nye kompetencer.

Formålet med denne evaluering er at afdække og evaluere effekterne og konsekvenserne ved implementering og anvendelse af integrerede operationsstuer. Evalueringen planlægges i samarbejde med Indkøb og Medicoteknik, Region Midtjylland og finder sted på Aarhus Universitetshospital, Region Midtjyl-

land. Evalueringen har til hensigt at kunne understøtte beslutninger om fremtidig udbredelse og anvendelse af integrerede operationsstuer.

## 2. Formål

At kunne dokumentere effektmæssige, organisatoriske og sundhedsøkonomiske konsekvenser ved at anvende integrerede operationsstuer i sammenligning med konventionelle operationsstuer.

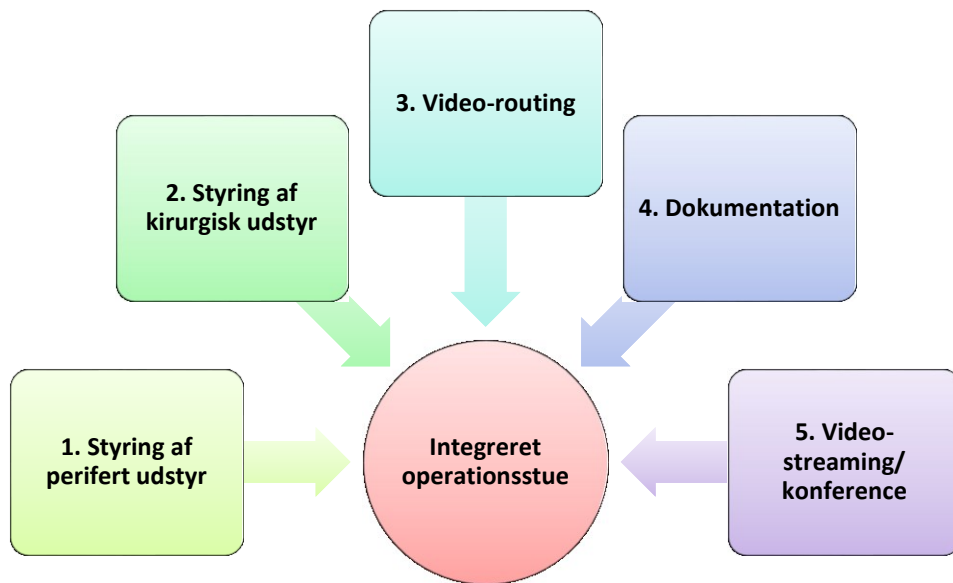
## 3. Metode

### 3.1 Beskrivelse af teknologien

I dette studie defineres en integreret operationsstue som følger:

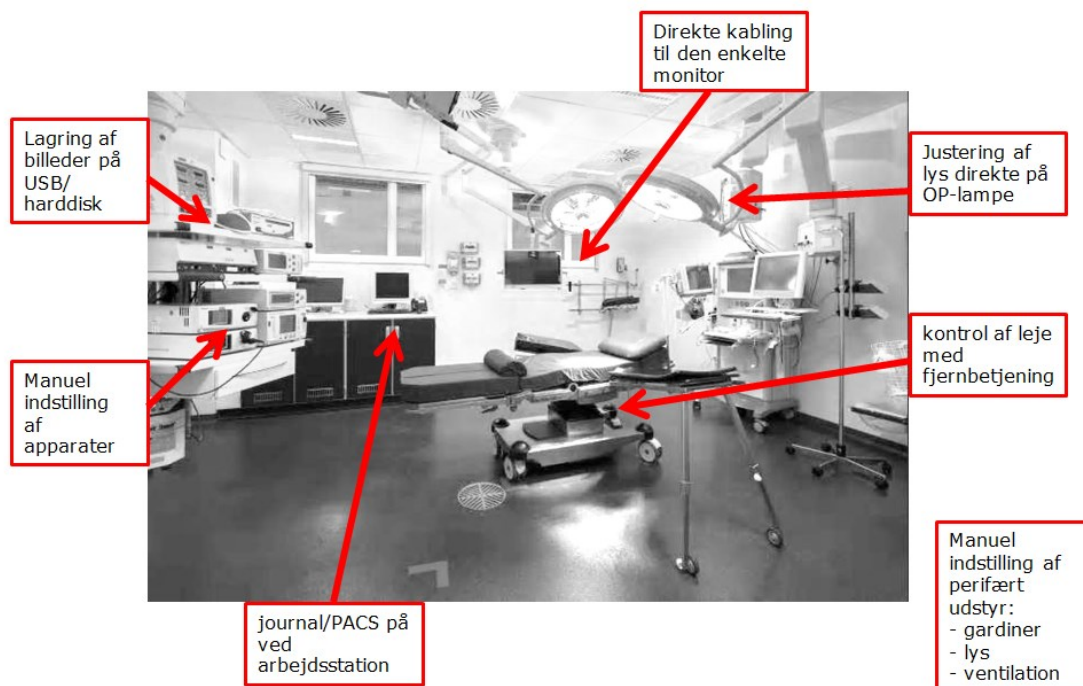
*En integreret operationsstue er en samling af en gruppe af systemer og teknologier, som funktionelt er knyttet sammen til én enhed. Betjeningen af denne enhed giver operationspersonalet mulighed for at styre alt integreret udstyr på operationsstuen fra en enkelt trykfølsom skærm.*

En integreret operationsstue er således en samling af forskellige systemer og teknologier. Disse teknologier forefindes allerede særskilt på adskillige operationsstuer som enkeltstående funktionaliteter, og det særegne ved en integreret operationsstue er dermed, at teknologierne/funktionaliteterne er samlet og betjenes fra én og samme touchskærm. Antallet af funktionaliteter, der er indeholdt i den integrerede operationsstue, er varierende (se figur 1), men som minimum vil 1. styring af perifert udstyr, 2. styring af kirurgisk udstyr samt 3. video-routing indgå, førend at der er tale om en integreret operationsstue.

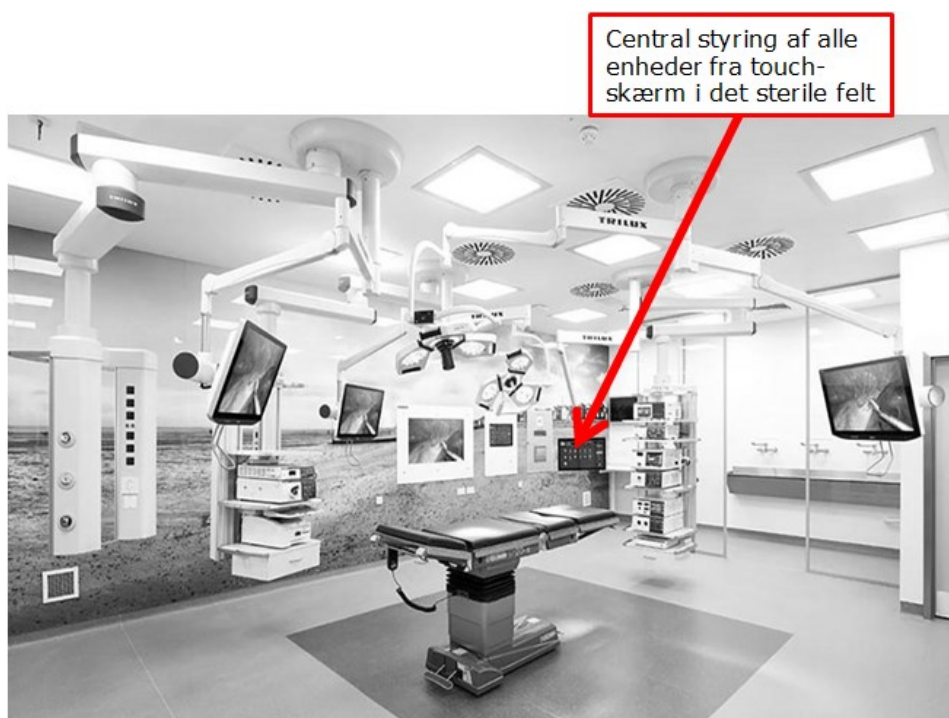


**Figur 1:** Funktionaliteter, der kan indgå på en integreret operationsstue

Fokus for denne evaluering er effekterne og konsekvenserne relateret til selve samlingen af systemerne til at kunne betjenes via en enkelt touchskærm. Det vil altså sige, at det primære fokus for undersøgelsen var integrationen af systemerne/teknologierne og de effektmæssige, organisatoriske og økonomiske konsekvenser, denne integration havde i sammenligning med en konventionel stue, hvor hvert system/teknologi skal betjenes for sig. Figur 2 og 3 illustrerer de væsentligste tekniske forskelle imellem en integreret operationsstue og en konventionel operationsstue.



**Figur 2:** Billede af en konventionel operationsstue



**Figur 3:** Billede af en integreret operationsstue

### 3.2 Design

Evalueringen blev tilrettelagt som en komparativ undersøgelse i et eksplorativt design, der skulle identificere og afdække ændrede arbejdsgange, effekter og konsekvenser ved implementering og anvendelse af en integreret operationsstue i sammenligning med en konventionel operationsstue\*. Studiet blev afgrænset til udelukkende at se på minimal invasiv kirurgi, da denne type operationer blev identificeret som primært genstandsfelt for teknologien.

\* En konventionel operationsstue defineres i denne sammenhæng til at være en operationsstue, hvor udstyret betjenes manuelt/enkeltvist. Grad, alder og sammensætning af udstyr og funktionaliteter/muligheder er varierende og ikke fokus for denne undersøgelse.

### 3.3 Setting

Studiet fandt sted på Aarhus Universitetshospital, Region Midtjylland. På hospitalet findes i alt fem integrerede operationsstuer, som er installeret af to forskellige leverandører. Stuerne anvendes af forskellige kirurgiske specialer. De integrerede operationsstuer varierer desuden i forhold til antal tilknyttede funktionaliteter. En oversigt over stuerne og funktionaliteterne indeholdt i integrationen findes i Tabel 1.

**Tabel 1:** Oversigt over integrerede operationsstuer på Aarhus Universitetshospital

Afdeling	Kirurgisk speciale	Leverandør	Funktionaliteter				
			Kirurgisk udstyr	Perifert udstyr	Video-routing	Dokumentation	Video-streaming
OP-syd (3)	Gynækologi Urologi	Karl Storz	x	Kirurgisk lys Rumkamera	3 lofthængte 1 storskærm	x	x
OP-syd (1)	Mave- og tarm	Olympus	x	Loftlys Kirurgisk lys Rumkamera Hospitals PC Musik på stuen	3 lofthængte 1 storskærm	x	
OP-øst (3)	Børn (urologi og ortopæd)	Karl Storz	x	Kirurgisk lys Rumkamera	2 lofthængte 1 storskærm	x	x
OP-øst (2)	Hjerte-, Lunge og Kar	Karl Storz	x	Kirurgisk lys Loftlys	3 lofthængte skærme	x	x
Klinik for kikkert- undersø- gelser (syd)	Mave- og tarm	Olympus	x	Loftlys Gardiner	4 lofthængte skærme	x	x

For at identificere relevante afdelinger til deltagelse i evalueringsstudiet anvendtes følgende inklusionskriterier:

- Der skulle i afdelingen være både en integreret operationsstue samt en konventionel operationsstue (med henblik på at sikre sammenligningsgrundlag).
- Der skulle foretages laparoskopiske indgreb på stuerne.
- Der skulle udføres samme og sammenlignelige operationstyper på begge operationsstuer.

Afdelingerne blev identificeret, de blev kontaktet, og de accepterede at deltage i undersøgelsen.

De deltagende afdelinger var:

#### 1. Hjerte-, Lunge- og Karkirurgi

Hjerte-, Lunge og Karkirurgi er en højt specialiseret afdeling, der udfører kirurgisk behandling og pleje af voksne med hjertesygdomme og sygdomme i lunger, spiserør, thorax og blodkar samt relaterede tumorer. I 2018 udførte afdelingen i alt 1.267 operationer. Afdelingen er organiseret i et hjertekirurgisk afsnit, lungekirurgisk afsnit og vaskulær kirurgi. Lungekirurgisk afsnit deltog i denne evaluering.

## *2. Mave- og Tarmkirurgi*

Mave- og Tarmkirurgi er en højt specialiseret afdeling og fungerer som det regionale kirurgiske center for den øvre kirurgiske gastroenterologi. Den øvre kirurgiske gastroenterologi omfatter to primære fagområder: det hepato-pankreatiko-biliære område og spiserøret/ventrikelområdet. I 2018 udførte afdelingen i alt 2.627 operationer.

Foruden disse to afdelinger deltog Afdelingen for Kvindesygdomme og Fødsler i afdækningen af de organisatoriske konsekvenser ved integrerede operationsstuer (se for uddybning '4.4.3 Organisation'):

## *3. Kvindesygdomme og Fødsler*

Kvindesygdomme og Fødsler varetager forebyggelse, diagnostik og behandling inden for det gynækologiske og det obstetriske speciale. Der udføres årligt ca. 8.000 operationer på afdelingen, hvoraf halvdelen udgøres af fødende kvinder. Afdelingen er organiseret i fire afsnit: Afsnit for Gravide, Afsnit for Mor og Barn, Afsnit for Kvindesygdomme og Fødeafsnit. Afsnit for Kvindesygdomme deltog i den organisatoriske undersøgelse.

Fælles for de deltagende afdelinger var, at alle operationsstuer (også de konventionelle/sammenligningsgrundlaget) for nylig var bygget/ombygget eller moderniseret som led i hospitalsbyggeriet. Derfor blev den konventionelle operationsstue (baseline) indrettet og bestykt med udstyr i overensstemmelse med den beskrevne designvejledning til den konventionelle operationsstue (7). Dermed var alle operationsstuer indrettet med plads nok til det udstyr, der skulle bruges, samt med fokus på at holde gulvet fri for løse kabler mv. Det meste udstyr var installeret via loftshængte søjler med mulighed for ergonomisk placering i forhold til brugeren.

## **3.4 Dataindsamling og analyse**

### **Identifikation af ændrede arbejdsprocesser**

Forud for selve undersøgelsen blev der foretaget observationsbesøg på forskellige operationsstuer med henblik på at kunne identificere og beskrive arbejdsprocesser, der ville forandre sig som følge af implementering af integrerede operationsstuer. Der blev endvidere foretaget ustrukturerede interviews undervejs i observationsbesøgene for at sikre, at observerede arbejdsprocesser blev korrekt forstået og beskrevet. Arbejdsprocesserne for konventionelle og integrerede operationsstuer blev beskrevet i flowdiagrammer, og personalet på de forskellige operationsstuer verificerede efterfølgende, at de fremstillede arbejdsprocesser svarede til deres oplevelse af dagligdagen.

Gennem de indledende observationsbesøg blev følgende ændringer i arbejdsprocesser identificeret:

1. Ændret forberedelse som følge af mulighed for forinstalleret indstilling af funktionaliteter
2. Ændrede arbejdsgange for den sterile sygeplejerske under operationen
3. Ændrede arbejdsgange for den ikke-sterile sygeplejerske under operationen
4. Ændrede procedurer ved akut omlægning af operationen fra lukket til åben

Effekten og konsekvenserne ved implementering af en integreret operationsstue ville således primært være afledt af disse forandringer samt nye muligheder, der introduceres ved implementering af teknologien.

## **Effekt**

De udførte observationsbesøg og ustrukturerede interviews havde foruden identifikation af ændrede arbejdsgange til hensigt at identificere mulige klinisk signifikante ændringer i effekt eller sikkerhed som følge af implementeringen af den integrerede operationsstue. Det blev klart, at sådanne ændringer var vanskelige at identificere og dermed særdeles vanskelige at måle og kvantificere. Derfor blev effektmålinger ekskluderet fra evalueringen.

Der udarbejdes sideløbende med denne evaluering en national medicinsk teknologivurdering (MTV) af integrerede operationsstuer (forventet publicering august 2019<sup>1</sup>). Undersøgelse af effekt- og sikkerhedsforhold indgår som del af denne MTV med afsæt i en systematisk litteraturgennemgang af international forskningslitteratur på området. Overordnet kan der på baggrund af litteraturgennemgangen ikke identificeres signifikante forskelle i hverken effekter eller sikkerhed mellem den konventionelle og den integrerede operationsstue. Der henvises til MTV'en for nærmere beskrivelse af litteraturgennemgangen og for uddybning af resultaterne.

## **Organisation**

De organisatoriske konsekvenser af implementering og anvendelse af de integrerede operationsstuer blev afdækket på baggrund af en kvalitativ interviewundersøgelse. Interviewundersøgelsen omfattede interviews med kirurger, operationssygeplejersker og anæstesisygeplejersker på afdelingerne for hhv.

---

<sup>1</sup> DEFACTUM. Health technology assessment of integrated operating rooms. Aarhus: DEFACTUM, Central Denmark Region, 2019.

Mave- og Tarmkirurgi, Hjerter-, Lunge- og Karkirurgi samt Kvindesygdomme og Fødsler. Interviewpersonerne blev valgt, da de repræsenterede forskellige perspektiver på anvendelsen af integrerede operationsstuer og dermed samlet set bidrog til at give et mere helhedsorienteret perspektiv på de organisatoriske konsekvenser ved at anvende integrerede operationsstuer. Foruden professionel baggrund var inklusionskriteriet erfaring med at arbejde på en integreret operationsstue.

Der blev i tillæg til interviewene med det kliniske personale gennemført et kvalitativt interview med en repræsentant for hospitalsledelsen på AUH for at afdekke de ledelsesmæssige og strategiske perspektiver på implementeringen og anvendelsen af integrerede operationsstuer.

Informanterne blev rekrutteret og interviewet i perioden februar til april 2019. I alt blev der gennemført 11 kvalitative interviews (oversigt over informanter blandt operationspersonalet fremgår af Tabel 2). Der blev til interviewene udviklet og anvendt en interviewguide på baggrund af evalueringens opdrag, gennemgang af den internationale forskningslitteratur vedr. integrerede operationsstuer samt de gennemførte observationsbesøg. Interviewene varede omkring 30 minutter, og alle interviews blev lydoptaget og efterfølgende transkriberet.

**Tabel 2:** Oversigt over afholdte interview med klinisk personale

Afdeling	Kirurg	Operationssygeplejerske	Anæstesisygeplejerske
Mave-og Tarmkirurgi	2	1	1
Hjerter-, Lunge- og Karkirurgi	1	2	
Kvindesygdomme og Fødsler	1	1	1
Blankt felt indikerer ingen deltagelse i interview			

De transskriberede kvalitative interview blev kodet i softwareprogrammet Nvivo 11.00 og herefter analyseret ved brug af en tematisk tilgang.

## Omkostninger

Omkostningsanalysen anvendte et sygehusperspektiv og en inkrementel omkostningsstrategi baseret på antagelsen om, at kun omkostningerne i forbindelse med ændrede procedurer efter implementeringen af den integrerede operationsstue ville variere. Omkostninger, der var ens for begge typer stuer, blev ikke registreret. Som følge af lille eller ingen effekt blev den økonomiske analyse tilrettelagt som en omkostningsminimeringsanalyse, hvor kun omkostningerne analyseres og sammenlignes.

### Personaleomkostninger

Personaletid blev identificeret som en ressourcekategori, der kunne blive påvirket ved implementering af en integreret operationsstue. For at kunne måle tidsforskelle i forbindelse med forberedelse, knivtid og færdiggørelse af operationen blev data udtrukket fra det kliniske bookingsystem på AUH, hvor følgende datapunkter bliver registreret af klinikere i forbindelse med hver operation: 1) Patienten kommer ind på operationsstuen, 2) første snit, 3) sidste sting og 4) patienten forlader operationsstuen.

Grundet varierende tidspunkter for implementeringen af de integrerede operationsstuer blev data udtrukket for forskellige tidsperioder for de deltagende afdelinger. For Mave- og Tarmkirurgi blev data udtrukket for 6 måneder i perioden 1. oktober 2018 til 31. marts 2019. For Hjerter-, Lunge- og Karkirurgi blev data udtrukket for 32 måneder i perioden 1. oktober 2016 til 31. marts 2019. Begge perioder for dataudtræk blev tilrettelagt til at være mindst fire måneder efter installation af operationsstuen for at sikre fuld implementering af teknologien samt minimere, at data blev påvirket af eventuelle opstartsvanskeligheder og læringskurveeffekter.

Kliniske eksperter deltog i identificeringen af sammenlignelige operationstyper, som blev udført på både den integrerede operationsstue såvel som på den konventionelle operationsstue. Alle inkluderede operationstyper var laparoskopiske procedurer (se Tabel 3).

Lønomkostninger til det kliniske personale blev udtrukket fra de administrative systemer, og gennemsnitlige timelønsomkostninger blev beregnet for hver medarbejdergruppe med henblik på at værdisætte ressourceforbruget.

**Tabel 3:** Oversigt over inkluderede operationstyper

Afdelingsnavn	Hjerter-, Lunge og Karkirurgi	Mave- og Tarmkirurgi
Kirurgisk speciale for inkluderede operationstyper Inkluderede operationstyper	Lungekirurgi	Mave- og Tarmkirurgi
	Lobektomi	Appendektomi
	Esophagus resektion	Kolecystektomi
	Pectus excavatum	
	Lunge resektion	
	Pectus carinatum	

### Teknologiomkostninger

Teknologiomkostninger blev estimeret ud fra indkøbsdata for de seneste 3 år hos AUH. Inkluderede omkostninger omfattede køb af forskelligt udstyr og installationsomkostninger. Teknologiomkostningerne præsenteres fordelt på funktionalitet jævnfør Figur 1. Investeringerne blev justeret til 2018-priser ved brug af det danske forbrugerprisindeks.

Med henblik på at præsentere ikke blot investeringens omkostninger, men også afskrivningerne på udstyret, blev investeringsomkostningerne ligeledes omregnet til en ækvivalent årlig omkostning baseret på udstyrets forventede tekniske levetid og en rentesats på 2 %. Teknisk levetid blev defineret som tiden, der går, indtil et nyt indkøb er nødvendigt. Dette er i modsætning til den teknologiske levetid, hvilket er tiden, der går, indtil udstyret er forældet. Teknologisk levetid er typisk meget kortere end den tekniske levetid. Data omkring teknisk levetid blev indhentet fra en svensk medicodatabase (MTPreg) anvendt af den medicotekniske afdeling på Aarhus Universitetshospital, Region Midtjylland.

Baseret på indledende besøg på de kliniske afdelinger og ustrukturerede interviews med producenter blev det tydeligt, at implementering af integrerede operationsstuer bliver håndteret af producenterne og er inkluderet i teknologi-omkostningerne. Der ses derfor bort fra implementeringsomkostninger i omkostningsanalysen. Uddannelse og oplæring bliver generelt oplevet som uproblematisk af det kliniske personale (jf. organisationsanalysen), og omkostninger til løbende oplæring af operationspersonale vurderes derfor at være en mindre økonomisk konsekvens, hvorfor der ligeledes ses bort fra dette i analysen.

#### *Service- og supportomkostninger (driftsomkostninger)*

Data vedrørende forskellige supportløsninger og deres omkostninger blev indhentet fra producenterne. Som et alternativ til producenternes service- og supportomkostninger inkluderede vi et estimat for service- og supportløsninger leveret af den regionale medicotekniske afdeling og det medicotekniske personale. Den årlige tid, som medicoteknisk personale anvender på integrerede operationsstuer, blev estimeret af medicotekniske eksperter baseret på det faktiske tidsforbrug på AUH. Den anvendte tid blev multipliceret med den gennemsnitlige timeløn indhentet fra Danmarks Statistik og de nationale statistikker om arbejde, indkomst og formue<sup>2</sup>.

#### *Omkostningsminimeringsanalyse*

Tidsdata blev analyseret for tidsforbrug i forbindelse med forberedelse (a), knivtid (b) og afslutning (c) af operationen separat såvel som den totale operationstid (d). Disse blev beregnet på følgende måde: a = tid fra patienten kommer ind på operationsstuen til første snit, b = tid mellem første snit og sidste

---

<sup>2</sup> Danmark Statistik, Tabel: Arbejde, indkomst og formue.  
<https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/arbejde-indkomst-og-formue>

sting,  $c$  = tid fra sidste sting til patienten forlader operationsstuen samt  $d$  = den samlede tid, patienten er på operationsstuen.

Hvis der manglede data for alle tre datapunkter ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), blev observationerne ekskluderet fra analysen. Afvigende observationer blev undersøgt, og hvis det blev vurderet, at der var tale om registreringsfejl, blev disse observationer ligeledes ekskluderet. Alle andre observationer blev inkluderet.

Uafhængige t-tests blev benyttet til at estimere den statistiske forskel i gennemsnitstid mellem de to alternativer (konventionel operationsstue vs. integreret operationsstue). Tests af fordelingen af data blev udført for at sikre, at data var normalfordelt og opfyldte modelantagelserne.

Da forskellige kirurger formodentlig påvirker procedurens tid, anvendte vi en lineær regressionsmodel, der justerede for kirurgens indflydelse for at teste robustheden af medarbejdernes tidsresultater.

Alle analyser blev udført i STATA 15. Det originale datasæt blev bibeholdt, og analyser blev udført ved brug af DO-filer. Et statistisk signifikansniveau på 5 % blev benyttet.

Den gennemsnitlige tid (hvis statistisk forskellig mellem konventionel/integreret) blev multipliceret med gennemsnitslønnen for hver medarbejdergruppe for at estimere personaleomkostningerne per procedure. Personaleomkostningerne per procedure blev multipliceret med det samlede antal procedurer med henblik på beregning af de årlige personaleomkostninger. Forskellen i personaleomkostningerne (konventionel vs. integreret) blev beregnet ved differencen mellem de to.

For at estimere den samlede årlige omkostningsforskel imellem en konventionel og en integreret operationsstue blev forskellen i personaleomkostninger lagt sammen med teknologiomkostningerne.

### *Budgetmæssige konsekvenser*

I Danmark træffes beslutninger om, hvorvidt der skal finansieres integrerede operationsstuer, lokalt på hvert sygehus af hospitalsledelsen. For at synliggøre de nødvendige investeringer ved fuld implementering af teknologien lavede vi en simpel budgetkonsekvensanalyse. I denne beregning anvendte vi de estimerede enhedsomkostninger for en integreret operationsstue og multiplicerede denne med antallet af operationsstuer på hospitalet.

## 4. Resultater

### 4.1 Organisation

I denne del præsenteres resultater vedrørende de organisatoriske konsekvenser ved at anvende integrerede operationsstuer, herunder konsekvenser for operationspersonalets eksisterende arbejdsprocesser og arbejdsopgaver, konsekvenser for samarbejdet og kommunikationen på operationsstuen samt de uddannelsesmæssige forudsætninger for at anvende de integrerede operationsstuer. Desuden præsenteres resultater vedrørende de oplevede organisatoriske gevinster og udfordringer forbundet med anvendelsen af integrerede operationsstuer.

#### **Konsekvenser for eksisterende arbejdsprocesser og arbejdsopgaver**

Organisationsanalysen viser, at anvendelse af integrerede operationsstuer kun i begrænset omfang har konsekvenser for de eksisterende arbejdsprocesser på operationsstuen og operationspersonalets arbejdsopgaver. Samtidig viser organisationsanalysen, at det fortrinsvis er operationssygeplejerskernes arbejdsprocesser og arbejdsopgaver, som berøres.

For operationssygeplejerskerne gælder, at anvendelse af integrerede operationsstuer i nogle situationer medfører ændringer i arbejdsdelingen mellem den sterile og ikke-sterile sygeplejerske undervejs i operationer.

Med implementeringen af integrerede operationsstuer følger, at funktionaliteter og operationsudstyr integreret i systemet betjenes via en samlet enhed (touchpad) i det sterile og/eller ikke-sterile felt. Interviewundersøgelsen viser en variation internt i og mellem afdelinger, hvorvidt betjeningen foregår i det sterile og/eller ikke-sterile felt, om end det forekommer mest almindeligt, at touchpaden betjenes af den sterile sygeplejerske.

I de tilfælde, hvor betjeningen af touchpaden varetages af den sterile sygeplejerske, sker en forskydning af det primære ansvar for indstilling og justering af integreret operationsudstyr og funktionaliteter undervejs i operationsforløbet fra den ikke-sterile sygeplejerske til den sterile sygeplejerske sammenlignet med på konventionelle operationsstuer. Dette giver på den ene side den sterile sygeplejerske en større autonomi og mindre afhængighed af den ikke-sterile sygeplejerske i betjeningen af operationsudstyr og funktionaliteter undervejs i operationen. På den anden side resulterer denne forskydning i en frigivelse af tid for den ikke-sterile sygeplejerske, så hun i stedet for betjening af operationsudstyr kan koncentrere sig om andre opgaver undervejs i operationsforløbet (f.eks. dokumentation, forberedelse af kirurgisk udstyr og klargøring af patologisk materiale).

I situationer, hvor touchpaden administreres af den ikke-sterile sygeplejerske, påvirkes arbejdsdelingen mellem operationssygeplejerskerne ikke.

Foruden ændringer i arbejdsdelingen viser organisationsanalysen, at anvendelsen af integrerede operationsstuer medfører mindre ændringer i operationssygeplejerskernes arbejdsopgaver under forberedelse til og afslutning af en operation.

*For det første* følger mindre tillægsopgaver, dels i form af opstart/nedlukning af det integrerede system, dels påsætning og fjernelse af steril afdækning på touchpaden i det sterile felt. Interviews med operationssygeplejersker peger dog på, at tillægsopgaverne ikke er forbundet med et signifikant ekstra tidsforbrug.

*For det andet* giver de integrerede operationsstuer mulighed for anvendelse af 'scene selections', forstået som forinstalleret indstilling af operationsudstyr og funktionaliteter til de specifikke operationstyper, som skal udføres på operationsstuen. Det betyder, at operationssygeplejerskerne kan indstille udstyr og funktionaliteter automatisk med få klik på touchpaden frem for manuelt på de enkelte funktionaliteter og udstyr. Dette opleves at lette operationsforberedelsen blandt sygeplejerskerne, men vurderes dog ikke af sygeplejerskerne at resultere i en målbar tidsbesparelse.

Organisationsanalysen viser, at kirurger og anæstesipersonale ikke er involveret i betjeningen af den integrerede operationsstue og ikke oplever ændringer i deres arbejdsprocesser og arbejdsopgaver som følge af anvendelsen af integrerede operationsstuer. Det gælder både i forbindelse med forberedelse og afslutning af operation og under selve operationen.

### **Konsekvenser for samarbejde og kommunikation på operationsstuen**

Organisationsanalysen viser, at anvendelse af integrerede operationsstuer generelt ikke opleves at have konsekvenser for det tværfaglige samarbejde og kommunikationen på operationsstuen, som beskrives at være ligesom på andre operationsstuer.

Enkelte kirurger og sterile sygeplejersker peger på, at integrerede operationsstuer kan have en positiv indvirkning på inddragelsen af den sterile sygeplejerske i operationsforløbet, når den sterile sygeplejerske betjener touchpaden, da kommunikationen mellem kirurgen og den sterile sygeplejerske bliver tættere og afhængigheden mellem dem større.

## **Uddannelsesmæssige forudsætninger for anvendelse af integrerede operationsstuer**

Organisationsanalysen viser, at anvendelsen af integrerede operationsstuer generelt ikke opleves som værende forbundet med betydelige oplæringsbehov. Dog påpeger flere kirurger og operationssygeplejersker, at en vis oplæring er nødvendig for korrekt betjening af touchpaden og for udnyttelse af den integrerede operationsstues potentialer.

Overordnet bør en sådan oplæring omfatte introduktion til og oplæring i betjening af touchpaden samt introduktion til de forskellige funktionaliteter og udstyr, som er omfattet af integrationen. Derudover bør oplæring omfatte introduktion til og oplæring i håndtering af de tekniske problemer, som kan opstå i relation til touchpaden og den integrerede operationsstue i sin helhed.

Interviewundersøgelsen peger på, at oplæring er væsentlig at sikre for både operationssygeplejersker og kirurger. Dog understreges en særlig vigtighed af at sikre de tilstrækkelige kompetencer blandt operationssygeplejerskerne, som er de primære brugere af touchpaden.

Da anæstesipersonalets arbejdsopgaver ikke påvirkes af den integrerede operationsstue, og da anæstesipersonalet ikke er involveret i betjeningen af touchpaden forudsætter anvendelse af integrerede operationsstuer ikke oplæring af denne personalegruppe.

## **Aktuel tilrettelæggelse af introduktion og oplæring for kirurger og sygeplejersker**

Organisationsanalysen viser, at firmaerne bag de integrerede operationsstuer aktuelt tilbyder introduktion til og indledningsvis oplæring af operationssygeplejersker – og i nogle tilfælde kirurger – i forbindelse med implementeringen af de integrerede operationsstuer. Dette omfatter introduktion til og oplæring i betjening af touchpaden, introduktion til det integrerede operationsudstyr og de integrerede funktionaliteter samt introduktion til håndtering af fejlfinding.

Der findes imidlertid aktuelt ikke retningslinjer (hverken lokalt, regionalt eller nationalt) for, hvordan introduktion og oplæring sikres for operationspersonale ansat efter implementering af de integrerede operationsstuer samt for, hvordan personalets kompetencer løbende opdateres og opretholdes. Organisationsanalysen viser, at blandt operationssygeplejerskerne på tværs af de interviewede afdelinger varetages denne oplæring aktuelt fortrinsvis som sidemandsoplæring. For kirurger er denne oplæring sparsom og enten tilrettelagt som sidemandsoplæring eller som et ansvar for den enkelte kirurg selv.

På tværs af de tre afdelinger har operationssygeplejerskerne udpeget superbrugere i anvendelsen af de integrerede operationsstuer. Superbrugerne har som deres ansvarsopgaver oplæring af nye operationssygeplejersker, kontakt til firmaerne (f.eks. i forbindelse med opdateringer og installering af scene selections) samt håndtering af fejl og udfordringer med de integrerede operationsstuer. I alle afdelinger evalueres superbrugerne positivt.

I afdelingen Hjerte-, Lunge- og Karkirurgi har de udpegede superbrugere i samarbejde med firmaet bag operationsstuen udviklet en skriftlig instruks med trin for trin-guide til betjening af integrationen, herunder touchpaden. Instruksen tjener at understøtte oplæring af nyt personale samt opretholdelse af personalets kompetencer og evalueres positivt blandt afdelingens personale.

Organisationsanalysen viser, at der generelt er variation i kirurgers og operationssygeplejerskers kompetenceniveau for anvendelse af de integrerede operationsstuer, og at dette har betydning for, i hvor høj grad potentialet i de integrerede operationsstuer udnyttes (se 'Potentialeudnyttelse – væsentligheden i tilstrækkelig oplæring' nedenfor).

### **Organisatoriske gevinster og udfordringer forbundet med integrerede operationsstuer**

Organisationsanalysen viser en overvejende tilfredshed med de integrerede operationsstuer blandt operationspersonalet og identificerer kun få oplevede organisatoriske udfordringer relateret til anvendelsen af de integrerede operationsstuer.

De integrerede operationsstuer anskues generelt som en teknologi, der ikke medfører væsentlige organisatoriske forandringer eller forandringer i de eksisterende arbejdsprocesser. Stuerne opleves således ikke at være associeret med store organisatoriske gevinster, men snarere som en teknologi, der kan lede til flere mindre organisatoriske forbedringer. Samme betragtning gør sig gældende i forhold til de oplevede udfordringer.

Nedenfor præsenteres de væsentligste udfordringer og muligheder knyttet til anvendelsen af integrerede operationsstuer identificeret gennem interviewundersøgelsen.

#### *Positiv betydning for arbejdsflowet*

Organisationsanalysen viser, at den væsentligste organisatoriske gevinst forbundet med anvendelsen af integrerede operationsstuer opleves at være forbedringer i arbejdsflowet under operation. Både kirurger og operationssygeplejersker oplever, at anvendelsen af de integrerede operationsstuer leder til mere effektive arbejdsprocesser i form af hurtigere reaktion på anmodninger om

justering af operationsudstyr og færre afbrydelser undervejs i operationsforløbet.

De oplevede forbedringer i arbejdsflowet skyldes, at det sterile personale som følge af den ændrede arbejdsdeling mellem den sterile og ikke-sterile sygeplejerske er mindre afhængige af den ikke-sterile sygeplejerske i indstilling og justering af operationsudstyr og funktionaliteter, da dette kan håndteres fra touchpaden i det sterile felt.

Organisationsanalysen viser på den baggrund, at realisering af forbedringerne i arbejdsflowet forudsætter, at touchpaden administreres i det sterile felt eller alternativt fleksibelt mellem det sterile og ikke-sterile felt (dvs. at den sterile sygeplejerske som minimum betjener touchpaden, når den ikke-sterile sygeplejerske er fraværende eller optaget af andre arbejdsopgaver).

Desuden indikeres i nogle interview, at forbedringer i arbejdsflowet særligt opleves i relation til længerevarende og komplicerede operationer, da behovet for ændringer i operationsudstyr og funktionaliteter undervejs i operationsforløbet er større i disse operationer. Det leder nogle kirurger og sygeplejersker til at pege på, at i forhold til fremadrettet anvendelse af integrerede operationsstuer har teknologien størst potentiale i forhold til mere kompliceret kirurgi.

#### *Potentialeudnyttelse – væsentligheden i tilstrækkelig oplæring*

Organisationsanalysen viser, at der både internt på de enkelte afdelinger og mellem afdelingerne er variation i, hvorvidt touchpaden og dermed det integrerede operationsudstyr og funktionaliteter betjenes i det sterile felt eller i det ikke-sterile felt. Det medfører en variation i, i hvor høj grad potentialerne i den integrerede operationsstue realiseres i forhold til forbedringer i arbejdsflowet.

De gennemførte interview peger på, at denne variation på den ene side relaterer sig til vaner omkring arbejdsdeling og arbejdsprocesser blandt operationspersonalet, særligt operationssygeplejerskerne. Dette indikerer, at ændring i brugen af touchpaden forudsætter en ændring i operationspersonalets vaner. Ændring af vaner er generelt en vanskelig opgave, som forudsætter etablering af klare incitamenter og en forståelse for de positive effekter ved anvendelsen af teknologien.

På den anden side relateres variationen i anvendelse af touchpaden til forskelle i operationssygeplejerskernes fortrolighed med og kompetencer i at anvende touchpaden. Dette er en konsekvens af forskelligt niveau for erfaring med at arbejde på de integrerede operationsstuer og en konsekvens af utilstrækkelig introduktion til og oplæring i anvendelsen af touchpaden og de integrerede operationsstuer generelt.

Dette understreger vigtigheden i tilstrækkelig introduktion og oplæring af det kliniske personale, der anvender de integrerede operationsstuer. På den baggrund peger organisationsanalysen på et potentiale i at udvikle og styrke den nuværende tilgang til oplæring af operationspersonalet for at fremme anvendelsen af touchpaden i det sterile felt og derved realisere de positive organisatoriske gevinster forbundet hermed.

Interviewundersøgelsen peger på, at særligt operationssygeplejerskernes oplæring er central for udnyttelse af teknologiens potentialer. Dog påpeges også af flere sygeplejersker og kirurger en væsentlighed i også at sikre kompetencerne blandt kirurgerne, således at kirurger kan assistere operationssygeplejersker i betjening af det integrerede udstyr ved behov herfor.

#### *Ergonomiske gevinster for den ikke-sterile sygeplejerske*

Organisationsanalysen indikerer, at anvendelse af integrerede operationsstuer kan lede til mindre ergonomiske gevinster for den ikke-sterile sygeplejerske, da betjening af operationsudstyr og funktionaliteter fra touchpaden frem for på selve udstyret og funktionaliteterne medfører færre skridt, færre u hensigtsmæssige arbejdsstillinger samt mindsker risiko for fald. Det gælder uanset om touchpaden betjenes i det sterile eller ikke-sterile felt.

Der fremhæves ingen ergonomiske gevinster for det øvrige operationspersonale. Ligeledes fremhæves ingen negative konsekvenser for ergonomien ved anvendelse af de integrerede operationsstuer for hverken kirurger, operationssygeplejersker eller anæstesipersonale.

#### *Betydningen af integrerede operationsstuer for patientsikkerhed*

Organisationsanalysen viser, at operationspersonalet generelt ikke oplever, at anvendelse af integrerede operationsstuer har hverken positiv eller negativ betydning for patientsikkerheden på operationsstuen.

I enkelte interviews peges på, at muligheden for scene selections samt muligheden for indstilling og justering af operationsudstyr og funktionaliteter fra touchpaden kan have en positiv betydning for patientsikkerheden, da risikoen for at fejllindstille mindskes.

## 4.2 Økonomisk analyse

### *Personaleomkostninger*

I perioden for dataindsamlingen blev i alt 1.192 operationer af de udvalgte typer udført på operationsstuerne. Det var dog ikke alle operationer, som havde komplette tidsdata, og derfor blev 9 operationer ekskluderet fra analysen.

Resultaterne af analysen fremgår af Tabel 4. Studiet fandt ingen statistisk signifikante forskelle i gennemsnitstid for hverken forberedelsestid, knivtid, færdiggørelsestid eller den totale operationstid mellem den integrerede operationsstue og den konventionelle operationsstue. Sensitivitetsanalysen, som justerede for den potentielle påvirkning fra kirurgen, ændrede ikke disse resultater.

Idet der ikke blev fundet signifikante forskelle for tidsforbrug for hverken forberedelse, knivtid, færdiggørelse eller totaltid, var det ikke muligt at estimere inkrementelle personaleomkostninger, og dette blev derfor ekskluderet fra omkostningsanalysen.

**Tabel 4:** Gennemsnitlige tidsforbrug og tidsforskelle imellem den konventionelle og den integrerede operationsstue

Kirurgisk speciale	Operationstype	Forberedelsestid (minutter) <sup>a</sup>							Knivtid (minutter) <sup>b</sup>						
		Integreret operationsstue			Konventionel operationsstue			p værdi <sup>e</sup>	Integreret operationsstue			Konventionel operationsstue			p værdi <sup>e</sup>
		N	Gennemsnit (95 % CI)		N	Gennemsnit (95 % CI)			N	Gennemsnit (95 % CI)		N	Gennemsnit (95 % CI)		
Mave- og Tarmkirurgi	Appendektomi	40	37	(34,59;40,16)	43	40	(35,19;43,93)	0,41	39	47	(41,41;53,31)	41	58	(47,35;68,94)	0,09
Mave- og Tarmkirurgi	Kolecystektomi	33	51	(46,30;54,91)	22	55	(48,68;61,23)	0,23	33	95	(77,43;112,75)	23	92	(74,87;108,78)	0,79
Lungekirurgi	Lobektomi	239	72	(69,66;75,23)	120	77	(73,12;80,08)	0,08	242	142	(135,03;148,00)	122	147	(127,86;166,82)	0,49
Lungekirurgi	Esophagus resektion	145	105	(100,01;109,30)	37	98	(90,63;105,47)	0,19	151	305	(288,92;320,88)	37	290	(253,38;327,21)	0,43
Lungekirurgi	Pectus excavatum	79	46	(41,34;50,15)	102	47	(43,68;50,58)	0,62	79	42	(36,15;48,28)	100	41	(35,12;46,32)	0,72
Lungekirurgi	Lunge resektion	128	68	(64,05;71,34)	141	69	(65,57;72,55)	0,59	130	63	(57,00;68,28)	140	59	(53,44;63,79)	0,3
Lungekirurgi	Pectus carinatum	7	55	(40,10;69,05)	11	55	(36,10;74,63)	0,95	7	188	(140,24;235,18)	11	165	(110,47;219,35)	0,52
Kirurgisk speciale	Operationstype	Afslutningstid (minutter) <sup>c</sup>							Operationstid (minutter) <sup>d</sup>						
		Integreret operationsstue			Konventionel operationsstue			p værdi <sup>e</sup>	Integreret operationsstue			Konventionel operationsstue			p værdi <sup>e</sup>
		N	Gennemsnit (95 % CI)		N	Gennemsnit (95 % CI)			N	Gennemsnit (95 % CI)		N	Gennemsnit (95 % CI)		
Mave- og Tarmkirurgi	Appendektomi	35	18	(14,63;21,48)	39	19	(15,71; 22,59)	0,65	38	101	(93,37;108,79)	38	111	(101,05;120,95)	0,11
Mave- og Tarmkirurgi	Kolecystektomi	32	24	(18,11;29,45)	18	18	(15,06;20,83)	0,14	30	168	(147,24;189,69)	21	170	(152,18;188,01)	0,91
Lungekirurgi	Lobektomi	202	23	(20,76;24,36)	102	25	(22,85;27,45)	0,09	219	233	(226,53;239,43)	112	239	(228,76;249,78)	0,29
Lungekirurgi	Esophagus resektion	113	31	(26,63;35,53)	29	30	(24,65;35,56)	0,83	122	435	(417,41;452,50)	30	399	(363,85;433,95)	0,07
Lungekirurgi	Pectus excavatum	61	20	(17,34;22,96)	78	19	(16,64;21,31)	0,52	66	104	(94,05;113,04)	84	101	(93,59;108,46)	0,67
Lungekirurgi	Lunge resektion	107	23	(20,58;24,73)	124	23	(20,88;25,49)	0,74	114	148	(140,07;155,05)	130	147	(140,49;153,91)	0,94
Lungekirurgi	Pectus carinatum	4	22	(5,49;39,01)	9	25	(15,33;34,67)	0,71	5	236	(190,24;280,96)	9	230	(183,41;276,37)	0,85
a = Tid fra patienten kommer ind på operationsstuen til første snit b = Tid mellem første snit og sidste sting c = Tid fra sidste sting til patienten forlader operationsstuen d = Den samlede tid patienten er på operationsstuen e = Uafhængig t-test * = Signifikant (ingen)															

## Teknologiomkostninger

Da personaleomkostninger var insignifikante og dermed ikke relevante for omkostningsminimeringsanalysen, var teknologiomkostningerne den eneste forblevne identificerede omkostningskategori. Teknologiomkostningerne repræsenterer derfor omkostningsforskellen mellem de to alternativer og dermed resultaterne af inkrementelanalysen.

Tabel 5 præsenterer de estimerede inkrementelle omkostninger for teknologien og det dertilhørende nødvendige udstyr såvel som de inkrementelle årlige omkostninger baseret på det forskellige udstyrs tekniske levetid. Omkostningerne præsenteres for hver funktionalitet, som kan knyttes til en fuldt integreret operationsstue (se Figur 1).

**Tabel 5:** Inkrementelle omkostninger og ækvivalente årlige omkostninger for teknologien

	Teknologiomkostninger	Teknisk levetid <sup>a</sup>	Ækvivalent årlig omkostning <sup>b</sup>
<b>Styring af perifert udstyr</b>			
(Fjernstyring enkeltvis er forudsætning for samlet styring)			
Ergonomisk rumbelysning (patenteret)	150.000	10	16.699
Kirurgisk lys	140.000	10	15.586
Boks til samlet styring	25.000	10	2.783
<b>Total styring af perifert udstyr</b>	<b>315.000</b>		<b>35.068</b>
<b>Styring af kirurgisk udstyr</b>			
Boks til styring af udstyr incl. touchpad <sup>c</sup>	120.000	8	16.381
<b>Video routing</b>	<b>110.000</b>	8	15.016
Nødvendigt udstyr: skærme (1-4 pr. rum, gennemsnitligt 3)			
Monitorophæng (3 skærme)	150.000	15	11.674
27" 4K	30.000	5	6.365
32" 4K	130.000	5	27.580
31" 3D / 4K	120.000	5	25.459
<b>Lavest total video routing</b> (inkl. nødvendigt udstyr) <sup>d</sup>	<b>350.000</b>		<b>45.784</b>
<b>Højest total video routing</b> (inkl. nødvendigt udstyr) <sup>e</sup>	<b>650.000</b>		<b>109.431</b>
<b>Dokumentationsmodul</b>	<b>105.000</b>	8	<b>14.333</b>
<b>Video streaming/konference</b>			
Nødvendigt udstyr	115.000	8	15.699
Rumkamera	10.000	5	2.122
Højtaler	8.000	5	1.697
Mikrofon	2.000	5	424
<b>Total video streaming</b>	<b>135.000</b>		<b>19.942</b>
<b>Installation af den integrerede operationsstue</b>	<b>100.000</b>	8	<b>13.651</b>
<b>Andet anbefalet udstyr (ikke en forudsætning)</b>			
Storskærm 55" 3D / 4K	150.000	5	31.823
Kirurgisøjle	200.000	15	15.565
Anæstesisøjle	75.000	15	5.837
<b>Supportløsninger (valgfrit) <sup>f</sup></b>			
Service fra leverandør:			
Mest simple supportkontrakt			15.000
Mest omfattende supportkontrakt/fuld dækning			185.000
Service fra regional medikoteknisk afdeling:			
Service fra regionalt medicoteknisk personale			4.200
Alle priser er angivet i danske kroner			
a = Angivet i antal år			
b = Den ækvivalente årlige omkostning er beregnet ved brug af en interest rate på 2 % og udstyrets estimerede tekniske levetid			
c = Dette er boksen som muliggør central styring af de andre delsystemer			
d = Estimerede laveste omkostninger ved video routing er baseret på køb af tre af de billigste skærme			
e = Estimerede højeste omkostninger er baseret på køb af de tre dyreste skærme			
f = Supportløsninger er præsenteret som estimerede årlige driftsomkostninger pr integreret operationsstue			

Som det fremgår af tabel 5 er de inkrementelle omkostninger for de forskellige funktionaliteter varierende mellem 105.000 kr. og 650.000 kr. De estimerede laveste omkostninger for video-routing er baseret på indkøb af tre af de billigste skærme, mens de estimerede højeste omkostninger er baseret på indkøb af de tre dyreste skærme. De estimerede omkostninger for kontrol af perifært udstyr inkluderer kirurgisk lys og ergonomisk rumbelysning, da dette er det mest almindeligt integrerede perifere udstyr. Andet perifært udstyr såsom gardiner og patientleje kan ligeledes integreres, men vil i så fald være forbundet med yderligere omkostninger. Andet anbefalet udstyr er præsenteret, men anses ikke som en nødvendighed for installation af den integrerede operationsstue, og det er derfor ikke inkluderet i estimererne. Det vil dog i mange tilfælde være relevant at installere en storskærm sammen med installation af video-streaming. Prisen på en storskærm vil i disse tilfælde skulle lægges til de præsenterede estimerer for video-streaming, da den ikke er inkluderet i de præsenterede beregninger.

Tabel 6 præsenterer eksempler på tre forskellige integrerede løsninger, de inkluderede funktionaliteter og de inkrementelle og årlige omkostninger. I den integrerede løsning 1 er kun kontrol af kirurgisk lys inkluderet i det perifere udstyr, mens det i de to andre løsninger også omfatter rumbelysning. Installationsomkostninger ved en fuldt integreret operationsstue er estimeret til at koste 100.000 kr., men grundet de mere simple set-up for løsning 1 og 2 er installationsomkostningerne inkluderet med en lavere procentsats. De årlige service- og supportomkostninger blev baseret på løsningen, hvor stuen serviceres af det regionale medicintekniske personale, og blev tilføjet beregningen af de årlige meromkostninger. Eksemplerne viser, at den minimalt integrerede løsning (løsning 1) havde en inkrementel omkostning på 695.000 kr. med en tilsvarende estimeret ækvivalent årlig meromkostning på 92.925 kr. Den inkrementelle omkostning for en fuldt integreret løsning (løsning 3) var 1.125.000 kr. med en tilsvarende estimeret ækvivalent årlig meromkostning på 149.359 kr.

**Tabel 6:** Teknologiomkostninger og ækvivalente årlige omkostninger for eksempler på integrerede løsninger

Integreret løsning	Teknologiomkostninger	Ækvivalent årlig omkostning <sup>a</sup>
<b>Integreret løsning 1</b>		
Styring af kirurgisk lys (perifert udstyr)	165.000	18.369
Styring af kirurgisk udstyr	120.000	16.381
Video routing (inkl. nødvendigt udstyr) <sup>b</sup>	350.000	45.784
Installation af den integrerede operationsstue (60%)	60.000	8.191
Service/support fra regionalt medicoteknisk personale	-	4.200
<b>Total</b>	<b>695.000</b>	<b>92.925</b>
<b>Integreret løsning 2</b>		
Styring af perifert udstyr <sup>b</sup>	315.000	35.068
Styring af kirurgisk udstyr	120.000	16.381
Video routing (inkl. nødvendigt udstyr) <sup>c</sup>	350.000	45.784
Dokumentationsmodul	105.000	14.333
Installation af den integrerede operationsstue (80%)	80.000	10.921
Service/support fra regionalt medicoteknisk personale	-	4.200
<b>Total</b>	<b>970.000</b>	<b>126.687</b>
<b>Integreret løsning 3</b>		
Styring af perifert udstyr <sup>b</sup>	315.000	35.068
Styring af kirurgisk udstyr	120.000	16.381
Video routing (inkl. nødvendigt udstyr) <sup>c</sup>	350.000	45.784
Dokumentationsmodul	105.000	14.333
Video streaming/konference	135.000	19.942
Installation af den integrerede operationsstue (100%)	100.000	13.651
Service/support fra regionalt medicoteknisk personale	-	4.200
<b>Total</b>	<b>1.125.000</b>	<b>149.359</b>
Alle priser er angivet i danske kroner a = Den ækvivalente årlige omkostning er beregnet ved brug af en interest rate på 2 % og udstyrets estimerede tekniske levetid b = Baseret på total kontrol af perifert udstyr (inkl. ergonomisk rumbelysning, kirurgisk lys og boks til samlet styring) c = Baseret på lavest total video-routing (inkl. nødvendigt udstyr)		

### Budgetmæssige konsekvenser

De budgetmæssige konsekvenser ved implementering af integrerede operationsstuer afhænger af det specifikke antal af operationsstuer. Tabel 7 viser betydningen for AUH, hvor beregninger af den totale investering er baseret på 60 operationsstuer som den totale sum. Analysen viser, at den totale investering ved implementering af de forskellige integrerede løsninger varierede mellem 41.700.000 kr. ved indkøb af løsning 1 til 67.500.000 kr. ved implementering af løsning 3.

**Tabel 7:** Budget impact for Aarhus Universitetshospital og den totale investering

Integreret løsning	Enhedspris	Ækvivalent årlig omkostning	Budget impact for AUH <sup>a</sup>	
			Samlet investering	Ækvivalent årlig omkostning
<b>Integreret løsning 1</b>	695.000	92.925	41.700.000	5.575.500
<b>Integreret løsning 2</b>	970.000	126.687	58.200.000	7.601.220
<b>Integreret løsning 3</b>	1.125.000	149.359	67.500.000	8.961.540
Alle priser er angivet i danske kroner AUH = Aarhus Universitetshospital a = Beregningerne er baseret på 60 operationsstuer				

## 5. Diskussion

Nedenfor følger diskussion af hhv. organisationsanalysens og den økonomiske analyses resultater og metode.

### 5.1 Organisation

Organisationsanalysens resultater og konklusioner bidrager med viden om de organisatoriske konsekvenser ved at implementere og anvende integrerede operationsstuer. Ved at inddrage flere hospitalsafdelinger i dataindsamlingen giver analysen desuden indsigt i forskelle og ligheder mellem afdelinger og derved i den variation, som kendetegner anvendelsen af integrerede operationsstuer på AUH.

To metodiske begrænsninger skal tages i betragtning i forhold til analysens resultater. For det første er den gennemførte organisationsanalyse fortrinsvis deskriptiv. Resultaterne giver indsigt i, hvilke organisatoriske forandringer anvendelsen af integrerede operationsstuer medfører, men kun i begrænset omfang vurderes de positive og negative konsekvenser og effekter ved disse forandringer. De konsekvensbetragtninger, som indgår i analysen, er baseret på interviewpersonernes udsagn om oplevede og forestillede konsekvenser frem for mere objektive effektmål. Tilvejebringelse af mere systematisk viden om de organisatoriske forandringers positive og negative konsekvenser forudsætter en tættere kobling af de identificerede organisatoriske forandringer og relevante effektindikatorer, f.eks. operationstid, patientsikkerhed og kvalitet i behandling. For det andet har ikke alle hospitalsafdelinger på AUH, der anvender integrerede operationsstuer, været inddraget i organisationsanalysen. Det betyder, at organisationsanalysen ikke nødvendigvis giver et fuldstændigt billede af anvendelsen af integrerede operationsstuer samt de forbundne gevinster og udfordringer. Dog baseres analysen på en relativ stor sample med interviewpersoner repræsenterende både forskellige specialer, afdelinger og professioner, og datamætning blev drøftet løbende undervejs i dataindsamling og analyse. Desuden er der stor overensstemmelse mellem analysens resultater og resultaterne frembragt dels i organisationsanalysen gennemført som del af den nationale MTV vedrørende integrerede operationsstuer<sup>3</sup>, dels i eksisterende studier vedrørende anvendelse af integrerede operationsstuer (6,8-12), hvilket understøtter validiteten af denne analyses resultater.

---

<sup>3</sup> DEFACTUM. Health technology assessment of integrated operating rooms. Aarhus: DEFACTUM, Central Denmark Region, 2019.

## 5.2 Økonomisk analyse

Analyserne af ressourceforbrug var baseret på et relativt stort tidsdatasæt. Antallet af operationer inden for hver operationstype var dog varierende og med meget få observationer i nogle typer. For nogle typer medførte det dermed større CI-intervaller og større statistisk usikkerhed.

Kvaliteten af tidsdata er tæt forbundet med registreringernes kvalitet, og registreringerne kunne potentielt være behæftet med bias, da data blev registreret manuelt af den ikke-sterile sygeplejerske på operationsstuen. Denne potentielle bias forventes imidlertid at være tilfældigt fordelt på både den integrerede og konventionelle operationsstue, hvorfor det er af begrænset betydning.

Ligeledes har de lokale arbejdsgange og arbejdsflow betydning for tidsforbruget. I perioden for dataindsamlingen har der været større organisatoriske forandringer på hospitalet, som naturligt har haft en betydning for arbejdsflowet i afdelingerne, herunder også de inkluderede afdelinger. Som konsekvens heraf kan de beregnede tider for de forskellige delprocesser være svære at generalisere, da tiderne kan være påvirket. Påvirkningen må dog formodes at være tilfældigt fordelt på begge typer operationsstuer, hvorfor betydningen for de relative resultater ikke formodes at have essentiel betydning.

Bias kan introduceres som følge af eventuelle systematiske forskelle imellem de to operationsstuer. Dette kunne opstå, i tilfælde af at den integrerede operationsstue opleves som bedre eller sikrere blandt medarbejdere. Såfremt denne oplevelse resulterer i, at de mere komplicerede og måske mere tidskrævende procedurer allokere til den integrerede operationsstue, kunne det 'udviske' en eventuel tidsforskel og føre til underestimering af en eventuel tidsgevinst.

Vi justerede analyserne af ressourceforbrug for kirurgens påvirkning, hvilket ikke ændrede resultaterne. Andre faktorer såsom patientens alder, køn og komorbiditet kan ligeledes have indflydelse på resultaterne, men grundet manglende data var det ikke muligt at inkludere disse variable i regressionsanalysen.

Teknologiomkostningerne blev præsenteret for hver funktionalitet og udstyr separat for at sikre gennemsigtigheden af estimerne. De estimerede omkostninger til hver funktionalitet indbefattede ligeledes nødvendigt udstyr såsom skærme, mikrofon osv. Såfremt dette udstyr allerede er indkøbt, tilgængeligt og muligt at integrere i løsningen, vil det naturligvis reducere de anslåede samlede omkostninger.

Tidligere undersøgelser af Blikkendaal et al. og Strauss et al. viste ingen signifikante tidsforskelle, men en tendens til tidsbesparelse (6,13). Denne undersø-

gelse finder heller ingen signifikante tidsforskelle og heller ingen tendens til, at teknologien skulle være forbundet med tidsbesparelser.

Selv om denne undersøgelse ikke finder signifikante effekter af teknologien, er det ikke utænkeligt, at der kan findes potentielle effekter eller værdi af integrerede operationsstuer over tid. Positive effekter kunne måske findes i tid og sikkerhed i akutte situationer, når man skifter fra laparoskopisk til åben operation (ikke målt på grund af lav frekvens). Udvidet brug af undervisnings- og samarbejdsmuligheder som følge af muligheden for video-streaming kunne potentielt sikre effektiv og kontinuerlig uddannelse af læger og kirurger og dermed forbedre kvaliteten af behandlingen. Forbedret arbejdsflow og ergologi, som personalet erfarer (ORG), påvirker arbejdsmiljøet og jobtilfredsheden, og det kunne måske med tiden påvirke omkostningerne positivt i form af nedsat sygefravær.

## 6. Konklusion

Organisationsanalysen viser, at på nær mindre ændringer i arbejdsdelingen mellem den sterile og ikke-sterile operationssygeplejerske under operation og mindre ændringer i operationssygeplejerskernes arbejdsopgaver under forberedelse til og afslutning af operation, er integrerede operationsstuer ikke en teknologi med store konsekvenser for eksisterende organisering og arbejdsprocesser på operationsstuen. Det samme gælder for samarbejdet og kommunikation blandt operationspersonalet på operationsstuen. Generelt opleves integrerede operationsstuer lette at anvende og ikke forbundet med betydelige oplæringsbehov. Dog forudsætter korrekt betjening af touchpaden og udnyttelse af den integrerede operationsstues potentialer en vis introduktion og oplæring af operationspersonalet med fokus på betjening af touchpaden, kendskab til de integrerede funktionaliteter og operationsudstyr samt håndtering af fejlfinding.

Operationspersonalet er overvejende tilfredse med de integrerede operationsstuer og oplever ikke, at anvendelsen af stuerne er forbundet med betydelige organisatoriske gevinster eller udfordringer. De væsentligste oplevede gevinster og udfordringer omfatter for det første en oplevet forbedring af arbejdsflow under operationen, forudsat at touchpaden betjenes i det sterile felt eller fleksibelt mellem det sterile og ikke-sterile felt. Desuden indikeres, at forbedringer i arbejdsflowet især realiseres i forbindelse med langvarige og komplekse operationer. For det andet eksisterer en variation i, hvorvidt touchpaden betjenes i det sterile eller ikke-sterile felt, og dermed i, i hvor høj grad potentialerne vedrørende forbedret arbejdsflow realiseres. Organisationsanalysen viser i forhold hertil et potentiale i at sikre en klar forståelse for teknologiens po-

sitive effekter og i at styrke den eksisterende oplæring af operationspersonalet med henblik på at tilvejebringe de bedste betingelser for at kunne realisere et forbedret arbejdsflow. For det tredje kan integrerede operationsstuer lede til mindre ergonomiske gevinster for den ikke-sterile sygeplejerske. Endelig for det fjerde indikeres en potentiel mindsket risiko for fejlindstilling af udstyr ved anvendelse af integrerede operationsstuer sammenlignet med konventionelle operationsstuer.

Den økonomiske analyse blev designet som en omkostningsminimeringsanalyse, da det ikke var muligt at identificere klinisk relevante, kvantificer- og målbare effekter af integrerede operationsstuer.

Analysen af tidsregistreringer fandt ingen statistisk signifikante forskelle i proceduretiden mellem den konventionelle og den integrerede operationsstue, hvilket medførte eksklusion af personaleomkostninger fra den inkrementelle omkostningsanalyse. Omkostningsanalysen viste teknologiomkostninger for en integreret operationsstue, der varierede fra 695.000 kr. svarende til årlige meromkostninger på 92.925 kr. for den mest enkle løsning til 1.125.000 kr. svarende til årlige meromkostninger på 149.359 kr. for en mere omfattende løsning. De budgetmæssige konsekvenser ved fuld implementering af integrerede operationsstuer på AUH (baseret på 60 stuer) varierer fra samlede investeringsomkostninger fra 41.700.000 kr. svarende til årlige meromkostninger på 5.575.500 kr. til 67.000.000 kr. svarende til årlige meromkostninger på 8.951.540 kr. afhængig af omfanget af den valgte integrerede løsning.

Samlet set bidrager evalueringens analyser og konklusioner til tilvejebringelsen af en viden om de organisatoriske og økonomiske konsekvenser ved at implementere og anvende integrerede operationsstuer, og den giver således et afsæt for beslutninger om fremadrettet anvendelse og udbredelse af integrerede operationsstuer.

## 7. Referenceliste

- (1) Buzink SN, van Lier L, de Hingh IH, Jakimowicz JJ. Risk-sensitive events during laparoscopic cholecystectomy: the influence of the integrated operating room and a preoperative checklist tool. *Surg Endosc* 2010;24(8):1990-1995.
- (2) Perrakis A, Hohenberger W, Horbach T. Integrated operation systems and voice recognition in minimally invasive surgery: comparison of two systems. *Surg Endosc* 2013;27(2):575-579.
- (3) Salama IA, Schwaitzberg SD. Utility of a voice-activated system in minimally invasive surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2005;15(5):443-446.
- (4) Luketich JD, Fernando HC, Buenaventura PO, Christie NA, Grondin SC, Schauer PR. Results of a randomized trial of HERMES-assisted versus non-HERMES-assisted laparoscopic antireflux surgery. *Surg Endosc* 2002;16(9):1264-1266.
- (5) Hufner T, Citak M, Imrecke J, Krettek C, Stubig T. Handling modern imaging procedures in a high-tech operating room. *Unfallchirurg* 2012;115(3):220-225.
- (6) Blikkendaal MD, Driessen SR, Rodrigues SP, Rhemrev JP, Smeets MJ, Dankelman J et al. Surgical flow disturbances in dedicated minimally invasive surgery suites: an observational study to assess its supposed superiority over conventional suites. *Surg Endosc* 2017;31(1):288-298.
- (7) Region Midtjylland, Sundhedsplanlægning, Koncern HR FA, Indkøb & Medicoteknik. DESIGNGUIDE FOR HOSPITALSBYGGERI I REGION MIDTJYLLAND. 2018;Version II.
- (8) Acevedo AL. Construction of an integrated surgical suite in a military treatment facility. *AORN J* 2009;89(1):151-159.
- (9) Nocco U, del Torchio S. The integrated OR Efficiency and effectiveness evaluation after two years use, a pilot study. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2011;6(2):175-186.
- (10) Rockstroh M, Franke S, Hofer M, Will A, Kasparick M, Andersen B, et al. OR.NET: multi-perspective qualitative evaluation of an integrated operating room based on IEEE 11073 SDC. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2017;12(8):1461-1469.
- (11) Stavroulis A, Cutner A, Liao L. Staff perceptions of the effects of an integrated laparoscopic theatre environment on teamwork. *Gynecological Surgery* 2013;10(3):177-180.

(12) Koninckx PR, Stepanian A, Adamyan L, Ussia A, Donnez J, Wattiez A. The digital operating room and the surgeon. *Gynecological Surgery* 2013;10(1):57-62.

(13) Strauss G, Aries F, Abri O, Dietz A, Meixensberger J, Luth T. Conception, realization and analysis of a modern operating theatre workplace for ENT surgery. *HNO* 2010;58(11):1074-1084.

