

Handelshøgskolen

Produksjon og ressursstyring i sykehus

En DEA- og totrinnsanalyse av effektene på ressursbruken ved å innføre trombektomi på UNN

—
Ingelin S. Vestgaard

Masteroppgave i økonomi og administrasjon – juni 2019

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avslutning på det toårige masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Handelshøgskolen ved UiT – Norges Arktiske Universitet. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng, og er skrevet innenfor fagfeltet økonomisk analyse og herunder analyse av produktivitet og effektivitet. Masterstudiet har vært utrolig interessant og lærerikt, og i arbeidet med masteroppgaven har jeg fått et spennende innblikk i hvordan økonomistyring, produksjon og ressursstyring i helsevesenet fungerer.

Tusen takk til veilederen min, førsteamanuensis Helen Marita Sørensen Holst, for konstruktive tilbakemeldinger, oppfølging og faglige innspill. Du har stilt opp og vist interesse og engasjement for avhandlingen, noe jeg har satt stor pris på. Jeg ønsker også å takke professor Elsa Solstad for gode og nyttige innspill til oppgaven.

En stor takk går til UNN for tilgang til dataene som denne analysen bygger på. Her spesielt Morten Espejord og Thomas Krogh ved økonomistyringsseksjonen.

Jeg vil også rette en stor takk til venner, kolleger, arbeidsgiver og ikke minst familie som har støttet meg i studietiden. Store deler av masterstudiet kombinerte jeg med fulltidsjobb, og dere har vist stor forståelse for at dagene har vært hektiske, noe som bidro til at alt gikk rundt. En spesiell takk til min forlovede som har vært en uvurderlig motivator, sparringspartner og kjæreste.

Tromsø, mai 2019

Ingelin S. Vestgaard

Sammendrag

Denne oppgaven analyserer hvorvidt ressursbruken i sykehus påvirkes av endringer i den medisinske produksjonen. Case for oppgaven er innføringen av den medisinske behandlingsmetoden trombektomi i akutt hjerneslagsbehandling ved Universitetssykehuset Nord-Norge HF (UNN). Oppgaven tester om innføringen av trombektomi har endret bruken av terapeutressurser og liggedøgn for pasienter med hjerneinfarkt. Data for perioden 2015-2018 analyseres, og pasientene deles i to grupper hvor én kun var innlagt slagenheten og én var innlagt slagenheten og deretter rehabiliteringsavdelingen på UNN.

Studien tar utgangspunkt i økonomistyringsrammeverket Management Control Systems og herunder hybride systemer. I oppgaven anses pasientbehandling som et ikke-finansielt system og ressursstyring som et finansielt system, og at disse sammen utgjør et hybrid system. Analysen av dette systemet gjøres med benchmarking-metoden Data Envelopment Analysis (DEA), hvor den outputorienterte verste praksis-fronten benyttes for å finne pasientenes tekniske effektivitet. Pasienter som bruker minst output i form av terapeuter og liggedøgn, utgjør den effektive fronten. Deretter foretas det en totrinnsanalyse ved hjelp av OLS-regresjon på effektivitetsscorene for å se på forskjeller mellom de pasientene som fikk og ikke fikk trombektomi, og for å påvise forskjeller i effektivitet mellom årene før og etter metoden ble innført samt betydningen av andre forklaringsvariabler.

DEA-analysen viser at pasientene gjennom årene som analyseres kommer nærmere den effektive fronten, og at flere pasienter som får trombektomi ligger på eller nært fronten. Totrinnsanalysen viser at trombektomi medfører frigjorte ressurser blant slagpasienter, og at i 2017 og 2018 var ressurser i rehabiliteringen av slagpasienter frigjort. Oppgavens bidrag er at endringer i den medisinske produksjonen kan medføre frigjorte ressurser i sykehus, og dette kan forklares med at produksjon og ressursstyring i sykehus er et hybrid system.

Analysen i oppgaven utføres i programmet RStudio versjon 1.0.153 med tilleggspakken Benchmarking versjon 0.27.

Nøkkelord: benchmarking, økonomistyring, teknisk effektivitet, DEA, totrinnsanalyse, hybride systemer, sykehusproduksjon.

Innhold

Forord	iii
Sammendrag	iv
1 Innledning.....	1
1.1 Problemstilling.....	2
1.2 Aktualisering og avgrensning.....	3
2 Helsevesenet i Norge.....	5
2.1 Oppbygging og finansiering	5
2.1.1 Prioriteringsforskriften	7
2.2 Universitetssykehuset Nord-Norge HF	7
2.3 Hjerneslag og trombektomi	8
3 Teori	13
3.1 Økonomistyring i helsesektoren	13
3.1.1 Management Control Systems og hybride systemer	15
3.1.2 MCS som styringssystem	17
3.1.3 Ressursstyring	18
3.2 Benchmarking.....	20
3.2.1 Benchmarking i helsesektoren	20
3.2.2 Produktivitet og effektivitet i helsesektoren.....	23
3.2.3 Skala	24
3.2.4 Effektiv front for pasienters helse	25
4 Metode.....	27
4.1 Data Envelopment Analysis	27
4.1.1 Skala	27
4.1.2 Outliers	28
4.1.3 Produksjonsfront etter verste praksis-modellen	28

4.1.4	Test for modellforutsetninger.....	30
4.2	Totrinnsanalyse.....	31
4.3	Operasjonalisering av analysen	32
4.3.1	Datsett.....	32
4.3.2	Valg av variabler	32
4.3.3	Outliers	39
4.3.4	Modellforutsetning	40
4.3.5	Totrinnsanalyse	40
5	Resultater og diskusjon	43
5.1	Resultater fra Data Envelopment Analysis.....	43
5.2	Resultater fra totrinnsanalysen	49
5.3	Produksjon og ressursstyring som hybrid system.....	53
6	Konklusjon	57
	Referanseliste	58
	Vedlegg 1 – Scatterplotmatriser	65
	Vedlegg 2 – Script til RStudio	67

Tabelliste

Tabell 1 – Input og output-variabler	33
Tabell 2 – Sammendrag av input- og outputvariabler. Kun slagenhet.....	35
Tabell 3 – Sammendrag av input- og outputvariabler. Slagenhet og rehabilitering	35
Tabell 4 – Variabler totrinnsanalyse	40
Tabell 5 – Resultater DEA-analyse	44
Tabell 6 – Resultater teknisk effektivitet DRS-modell	45
Tabell 7 – Resultater OLS-regresjon for forskjeller mellom grupper. Kun slagenhet.....	50
Tabell 8 – Resultater OLS-regresjon for forskjeller mellom grupper. Slagenhet og rehabilitering	51

Figurliste

Figur 1 – Forløp hjerneinfarktbehandling. Egen utarbeidelse etter Helsedirektoratet (2019b); Lund et al. (2018); NHI (2018).	9
Figur 2 – Produksjonens og ressursstyringens koblinger. Egen utarbeidelse etter Chilingirian og Sherman (2011); Helsepersonelloven (2001); Henri (2006); Malmi og Brown (2008); Pettersen og Nyland (2006).....	14
Figur 3 – Management Control Systems (Malmi & Brown, 2008, s. 291).....	16
Figur 4 – Konstant, variabelt og avtakende skalautbytte beste praksis (Banker et al., 1984)..	25
Figur 5 – Beste praksis og verste praksis (Paradi et al., 2004)	25
Figur 6 – Antall pasienter som mottok og ikke mottok trombektomi 2015-2018.....	36
Figur 7 – Scatterplotmatrise av liggetid og input.....	37
Figur 8 – Scatterplotmatrise av rehabiliteringsressurser og input.....	38
Figur 9 – Fordeling effektivitetsscore 2015-2018. Kun slagenhet.....	45
Figur 10 – Fordeling effektivitetsscore 2015-2018. Slagenhet og rehabiliteringsavdeling	46
Figur 11 – Fordeling effektivitetsscore blant pasienter som mottok trombektomi. Kun slagenhet.....	47
Figur 12 – Fordeling effektivitetsscore blant pasienter som mottok trombektomi. Slagenhet og rehabilitering	47

Formelliste

Formel 1 – Multifaktorproduktivitet (Coelli, Rao, O'Donnell & Battese, 2005).....	23
Formel 2 – Teknisk effektivitet (Farrell, 1957).....	24

Formel 3 – Verste praksis outputorientert DRS (Banker et al., 1984; Liu & Chen, 2009; Paradi et al., 2004).....	29
Formel 4 – Null- og alternativhypotese modellforutsetninger CRS kontra DRS (Banker & Natarajan, 2011).....	30
Formel 5 – Null- og alternativhypotese modellforutsetninger DRS kontra VRS (Banker & Natarajan, 2011).....	30
Formel 6 – Teknologi CRS (Banker & Natarajan, 2011)	30
Formel 7 – Teknologi DRS (Banker & Natarajan, 2011)	31
Formel 8 – Kolmogorov-Smirnov-test (Banker & Natarajan, 2011).....	31
Formel 9 – OLS-regresjon test mellom grupper med dummy-variabler (Banker & Natarajan, 2011).....	31

Forkortelser

Forkortelse	Forklaring
CRS	Constant Return to Scale
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Unit
DRG	Diagnoserelaterte grupper
DRS	Decreasing Return to Scale
ICD-10	International Classifications of Diseases and Health Related Problems, 10. versjon
ISF	Innsatsstyrt finansiering
KPP	Kostnad per pasient
MCS	Management Control Systems
NPM	New Public Management
OLS	Ordinary Least Squared
RHF	Regionale helseforetak
VRS	Variable Return to Scale

1 Innledning

Sykehus krever mye ressurser i samfunnet vårt, både i form av kapital og i form av ansatte (SSB, 2019a, 2019b). Helsevesenet har som mål å behandle og gi den best mulige behandlingen til syke mennesker. I tillegg kommer kravet om å gå med overskudd og ha en bærekraftig og kostnadseffektiv drift (Helseforetaksloven, 2013; Skiphamn & Hansen, 2017). Samtidig blir det utviklet og tatt i bruk nye og bedre behandlingsmetoder som gjør at flere pasienter og helsetilstander kan behandles (Kvernmo, 2015).

Kombinasjonen av kostnadseffektiv drift og innføring av nye behandlingsmetoder kan ses på gjennom to av aspektene ved sykehusets økonomiske styring. Det ene aspektet er medisinsk behandling av pasientene som utgjør produksjonen (Nyland & Pettersen, 2004). Tidligere studier har poengtert at produksjonen i sykehus driftes annerledes enn i andre organisasjoner (Morelli & Lecci, 2014; Nyland & Pettersen, 2004). I disse studiene defineres produksjonen i sykehus som pasientbehandling styrt av medisinsk forskning og praksis og helsepersonellens kompetanse, hvor ledelsens mulighetsområde til å styre gjennom å innføre tiltak for å kontrollere driften er redusert (Nyland & Pettersen, 2004). Pasientbehandlingens hensikt er at pasientene skal oppnå bedre helse. Selv om det er vanskelig å definere konkret hva bedre helse er, bidrar innføringen av nye behandlingsmetoder i sykehusproduksjonen til at flere pasienter oppnår bedre helsefordeler (Millstein & Irwin, 1987).

Det andre aspektet er ressursbruken i sykehus, hvor det i denne oppgaven fokuseres på liggedøgn og rehabiliteringsterapeuter. Disse ressursene opptas av innlagte pasienter etter pasientenes medisinske behov. Ettersom liggedøgn og menneskelige ressurser binder opp kapital, kan en frigjøring av disse ressursene komme sykehuset økonomisk til gode (Thanassoulis, Silva Portela & Graveney, 2016). Det finnes eksempler på effektiviseringsstudier rettet mot de ansattes arbeidsmetoder og pasienters liggedøgn, som tiltak iverksatt av ledelsen (Meyer, Britt, McHale & Teasell, 2012).

I motsetning til at pasientbehandlingen påvirkes når det foretas endringer i ressursstyringen (Kittelsen, Anthun & Huitfeldt, 2017), fokuserer denne oppgaven på hvorvidt det oppstår frigjorte ressurser når det foretas endringer i pasientbehandlingen som er sykehusets produksjonen. I så fall vil denne oppgaven påvise at endringer i produksjonen påvirker sykehuset ressursbruk. Denne sammenhengen forklares ut fra økonomistyringsrammeverket

Management Control Systems til Malmi og Brown (2008), og herunder hybride systemer (Hybrid Measurement Systems). Resultatene i oppgaven tolkes som at produksjonen og ressursbruken i sykehus er et hybrid system bestående av finansielle og ikke-finansielle systemer, hvor ressursbruk er et finansielt system og pasientbehandling er et ikke-finansielt system.

1.1 Problemstilling

I denne oppgaven brukes innføringen av trombektomi ved hjerneslag som case for å undersøke om endring i produksjon medfører endring i ressursbruk. Trombektomi er uthenting av blodpropp som forårsaker hjerneslag, og gis så snart pasienten kommer inn til sykehuset for å hindre at hjernevevet dør. Dersom innføringen av trombektomi har ført til at slagpasienter krever mindre ressurser i det videre innleggelsesforløpet, er dette et argument for at pasientbehandlingen påvirker ressursstyringen i behandlingsforløpet og dermed er et hybrid system (Lund, Tveiten, Ljøstad & Mygland, 2018). Frigjorte ressurser vil i så fall komme sykehuset til gode. Ut fra dette har følgende problemstilling blitt utarbeidet:

Innføringen av trombektomi ved UNN – på hvilken måte ble ressursene i rehabiliteringen av slagpasienter påvirket?

Til dette medfølger forskningsspørsmålene:

Hvilke effektivitetsforskjeller eksisterer blant pasienter som fikk akutt slagbehandling før og etter trombektomi ble innført, og blant de som får trombektomi og ikke?

Hva gjør at produksjon og ressursstyring i sykehus fungerer som et hybrid system?

Problemstillingen skal besvares med et utgangspunkt i rammeverket Management Control Systems og hybride systemer til Malmi og Brown (2008). Analysen utføres med bruk av Data Envelopment Analysis (DEA-analyse) av pasienter med hjerneslag fra perioden 2015-2018, hvor noen har fått trombektomi og noen ikke. Analysen identifiserer hvilke pasienter som bruker minst ressurser i rehabiliteringsfasen i slagbehandlingsforløpet. Deretter gjøres det en totrinnsanalyse for å besvare det første forskningsspørsmålet, hvor det gjøres en Ordinary Least Squared-regresjon (OLS-regresjon) for å teste om faktorene trombektomi har innvirkning på effektivitetsscoren til pasientene, og for å teste om det er

effektivitetsforskjeller mellom årene før og etter trombektomi ble innført. Resultatene fra DEA- og tottrinnsanalysen brukes for å besvare det andre forskningsspørsmålet.

1.2 Aktualisering og avgrensning

Trombektomi som case er aktuelt fordi UNN i 2019 investerer 6 millioner kroner i behandlingsformen, og denne studien vil kunne gi informasjon om hvilke effekter denne investeringen vil ha på ressursbruken i rehabiliteringsfasen under pasientenes innleggelse. Siden metoden har vært anvendt siden 2016 på UNN, vil det nå være tallgrunlaget til å kunne påvise en eventuell effekt på ressursene (UNN, 2018). For sykehuset vil dette gi informasjon om ressurser har blitt frigjort blant slagpasienter i rehabiliteringsfasen. Dermed kan en slik analyse gi informasjon om hvilke følger en større investering som trombektomi som behandlingstilbud har.

Denne studien skal ikke se på de totale kostnadene og inntektene ved å ta i bruk en ny behandlingsmetode, som investering i nytt utstyr, oppstartskostnader, personalkostnader med mer, selv om det brukes enkelte kostnadsfaktorer i analysen. Studien vil ikke gi et svar på *hvor mye* ressurser som er blitt frigjort, men svarer på *om* de blir frigjort eller ikke. Det vil heller ikke komme forslag til hvordan frigjorte ressurser bør nyttiggjøres. Studien skal ikke gjøre en vurdering av kostnadene opp mot nytten ved innføringene av trombektomi, men vil drøfte de generelle kostnadseffektive fordelene ved å ta i bruk en ny metode. Oppgaven har heller ikke som formål å påvise om trombektomi har medført helsefordeler for pasientene, ettersom dette antas å være grundig testet medisinsk forskning og empiri (Badhiwala et al., 2015).

2 Helsevesenet i Norge

Helsevesenet i Norge er organisert i flere forskjellige typer foretak og er underlagt flere forskjellige reglement. Drift av helsevesenet er sammensatt, blant annet ettersom både god og riktig behandling skal tilbys i takt med at flere tilstander kan behandles, driften skal være kostnadseffektiv og den offentlige finansieringen skal stimulere til aktivitet og samtidig dekke kostnadene ved å drive et helseforetak. Samtidig er pasientens helse i fokus, noe som krever kunnskap og korrekt behandling for at mennesker som oppsøker helsetjenestene skal få bedre helseutfall i møtet med helsepersonell.

2.1 Oppbygging og finansiering

Det norske helsevesenet er underlagt staten ved Helse- og omsorgsdepartementet som øverste organ, som har det øverste ansvaret for at helsepolitikken i Norge implementeres. Staten eier de regionale helseforetakene (RHF), som igjen eier helseforetakene. RHF-ene overtok eierskapet av helseforetakene i 2002 fra fylkeskommunene (Hagen & Kaarbøe, 2006). RHF-ene iverksetter den nasjonale helsepolitikken i sin region. RHF-ene skal også planlegge, organisere og styre helseforetakene, herunder sykehusene, og vurdere å gjøre innkjøp av helsetjenester fra private og offentlige virksomheter som ikke er underlagt RHF-ene (Helseforetaksloven, 2013). I dag er det fire RHF i Norge: Helse Nord, Helse Midt-Norge, Helse Vest og Helse Sør-Øst.

Helseforetakene finansieres gjennom innsatsstyrt finansiering-ordningen (ISF). ISF er en aktivitetsbasert finansieringsordning til RHF-ene via statsbudsjettet, for at det skal være et tilbud av spesialisthelsetjeneste innen somatikk og polikliniske tjenester inne rus og psykiatri. Ordningen er delt i to, hvor 50% er basisbevilgning og 50% er refusjon basert på aktivitet. Basisbevilgningen er uavhengig av aktivitet og baserer seg på bl.a. antall innbyggere i regionen og alderssammensetningen i regionen til helseforetaket. Refusjonsordningen gjør at sykehus får refundert utgifter ut fra blant annet hvor mange som får behandling og hvilken behandling de får (Helsedirektoratet, 2019a). Formålet med ordningen er å stimulere til høyere aktivitet ved sykehusene og kostnadseffektiv behandling. Den skal ikke brukes til å prioritere mellom hvilke pasienter som skal behandles (Helsedirektoratet, 2019a).

Aktivitetsbaserte refusjoner etter ISF beregnes i hovedsak ut fra Diagnoserelaterte grupper-systemet (DRG-systemet). DRG-systemet er et pasientklassifiseringssystem hvor

sykehusopphold og polikliniske konsultasjoner klassifiseres i grupper som gjenspeiler den medisinske problemstillingen og ressursbruken (Helsedirektoratet, 2019a). Dette gir et bilde av aktiviteten ved sykehuset, selv om DRG prøver å gi oversikt over et svært komplekst bilde hvor pasienter har flere forskjellige diagnoser og behandlingen varierer mellom pasienter. Ved at det er beregnet kostnadsvekter for DRG-kodene, utløser de DRG-poeng som legges til grunn for refusjon etter ISF-modellen. Hoveddiagnosen til pasienten ved innleggelse har stor betydning for hvilken DRG-kode pasienten får. Hoveddiagnosen pasienten lider av ved innleggelse klassifiseres ut fra International Classifications of Diseases versjon 10 (ICD-10), som er et kodeverk for medisinske diagnoser. ICD-10 er en oversikt over diagnosekoder som i seg selv ikke gir refusjon, men avgjør hvilken DRG-kode pasienten får. Bidiagnoser hos pasienten kodes også etter ICD-10, men disse har mindre betydning med tanke på DRG-kode og DRG-poeng (Helsedirektoratet, 2019a).

ISF-systemet ble innført i det norske helsevesenet i 1997, og har vist seg å gjøre sykehusene mer produktive (Kittelsen, Magnussen & Anthun, 2007). Samtidig har det også blitt kritisert ettersom det har ført til nedprioritering blant enkelte sykdomsgrupper, herunder eldre. Det har også ført til en økning i for tidlige utskrivelser med påfølgende reinnleggelser (Bjorvatn, 2018). En annen kritikk er at DRG-gruppene skaper priser på diagnoser og behandlinger. Dette klassifiserer pasienter som lønnsomme og ulønnsomme ut fra deres helseplager, og det oppstår en avveining mellom pasienter hvor de lønnsomme pasientene prioriteres (Bustnes, 2011). I tillegg hevdes det å ikke føre til mer likebehandling og kvalitet i arbeidet med pasienter (Bjorvatn, 2018).

Etter Helseforetaksloven (2013) skal helseforetak ha en egenkapital som står i forsvarlig forhold til virksomheten. RHF-ene pålegger sykehusene å gå med overskudd hvert år. Overskudd i sykehusdriften benyttes til å investere i nytt utstyr, og oppussing og bygging av bygninger med mer. Selv om RHF-ene fastsetter et overskudd som de pålegger sykehusene å oppnå, kan sykehusene selv budsjettere med et høyere overskudd enn dette (Bertheussen, 2017). Ved at sykehusene oppnår overskudd og utviser god økonomistyring kan de også låne penger av RHF-et (Skihamn, 2017). Imidlertid er det årlig flere sykehus som ikke oppnår overskudd (Skihamn & Hansen, 2017).

2.1.1 Prioriteringsforskriften

I det norske helsevesenet er både ikke-finansielle og finansielle verdier inkludert i verdigrunnet for helsetjenester og medisinske investeringer, ettersom verdigrunnet både tar høyde for at pasienten skal oppnå bedre helse samtidig som behandlingen skal være kostnadseffektiv (Bjørvatn & Nilssen, 2018). Dette verdigrunnet er gitt fra Helsedirektoratet (2012). I en rapport fra 2012 beskriver Helsedirektoratet hvilke utfordringer helse- og omsorgstjenestene vil få fremover, og verdigrunnet som utgjør grunnlaget for prioriteringer i tilbud av helsetjenester og investeringer i medisinsk teknologi. De tre kriteriene som ligger til grunn for prioriteringer i norsk helsevesen er 1) tilstandens alvorlighet, 2) tiltakets nytte og 3) tiltakets kostnadseffektivitet. Disse kriteriene gjelder for beslutninger på alle nivåer i helsetjenesten (Helsedirektoratet, 2012). Prioriteringene er også tatt inn i Prioriteringsforskriften (2001) §2, der det står:

«Pasienten har rett til nødvendig helsehjelp fra spesialisthelsetjenesten etter pasient- og brukerrettighetsloven § 2-1b andre ledd, når: a) pasienten, med det unntaket som er nevnt i § 3 andre ledd, kan ha forventet nytte av helsehjelpen og b) de forventede kostnadene står i et rimelig forhold til tiltakets effekt.»

Første del av paragrafen skal sikre at pasienten ikke bare overlever behandlingen og at behandlingen forlenger levetiden, men også at pasienten oppnår forbedret livskvalitet fysisk og psykisk. Elementet om nytte skal også sikre at pasienten får et tilbud som det er vitenskapelig dokumentert gir bedre helse. Kriteriet om behandlingens kostnadseffektivitet innebærer at det skal være et rimelig forhold mellom det behandlingen koster og de forventede forbedringene i pasientens helsetilstand. Hensikten med å vurdere kostnadseffektivitet i prioriteringene, er at der kostnadene er uforholdsmessig høy sammenlignet med forventet gevinst, skal ressursene heller brukes der det kan oppnås bedre helsegevinster (Helsedirektoratet, 2012).

2.2 Universitetssykehuset Nord-Norge HF

Universitetssykehuset Nord-Norge HF (UNN) har virksomhet flere steder i Nord-Norge, med mest pasientaktivitet i Breivika i Tromsø. UNN har også lokalisasjon i Harstad, Narvik, Longyearbyen, Håkvik, Sjøvegan, Storsteinnes, Silsand, Finnsnes og Storslett. Sykehusets hovedoppgaver er pasientbehandling, forskning og utdanning av helsepersonell (UNN, 2019).

Sykehuset i Tromsø ble grunnlagt i 1851. I 1975 ble det heleid av Troms fylkeskommune og fikk navnet Regionssykehuset i Tromsø (RiTø). I 2001 gikk RiTø over fra å bli eid av Troms fylkeskommune til å bli eid av Helse Nord RHF. I 2001 fikk UNN universitetssykehus-status, ettersom det ble tilknyttet Det helsevitenskapelige fakultet ved Universitetet i Tromsø. Dette medfører at sykehuset bidrar i utdanning av helsepersonell og doktorgradsutdanning, og har høy forskeraktivitet. I 2017 var 2 425 studenter i praksisopphold ved UNN og 21 doktorgradsavhandlinger ble levert (UNN, 2019).

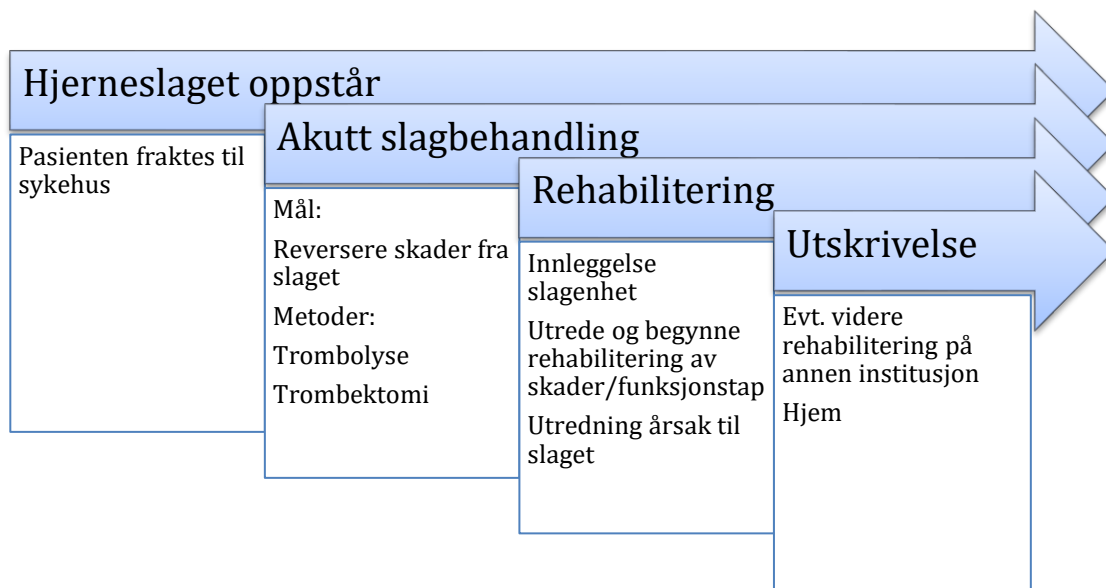
UNN har 6 300 årsverk, med bl.a. ca. 940 leger og ca. 1 900 sykepleiere. UNN betjener en befolkning på ca. 194 000 personer. Årlig utføres omlag 350 000 polikliniske konsultasjoner, og har ca. 46 500 døgnopphold i somatikken fordelt på 561 sengeplasser (UNN, 2019).

I 2017 hadde UNN en basisbevilgning på 4,6 milliarder kroner og aktivitetsbasert inntekt på 2,1 milliarder kroner. Den største utgiftsposten i 2017 var lønn- og personalkostnader på 4,7 milliarder kroner. I 2018 hadde UNN et budsjett på 7,7 milliarder kroner (UNN, 2019).

2.3 Hjerneslag og trombektomi

Hvert år rammes ca. 12 000 mennesker av hjerneslag i Norge. Hjerneslag oppstår når en del av hjernen ikke får blodtilførsel og dermed ikke får nok oksygen, noe som fører til at hjernevevet som rammes raskt vil dø. Slag oppstår plutselig og gjerne uten forvarsel. I 85-90% av tilfellene skyldes slaget en blodpropp i en blodåre i hjernen, kalt hjerneinfarkt eller iskemisk hjerneslag. For pasienten kan dette føre til varige funksjonsnedsettelse eller død, avhengig av størrelsen på slaget og hvor i hjernen det sitter. Folk i alle aldre kan rammes, men risikoen for hjerneslag øker med økende alder. Når hjerneslag oppstår haster det med å igangsette behandling, ettersom hjernecellene dør raskt dersom de ikke får oksygen (NHI, 2018).

Slagbehandling består noe forenklet av to deler, akuttbehandling for å reversere skadene i hjernen og rehabilitering for å trene opp eventuelle funksjonstap. Forløpet for slagbehandling fra hjerneslaget oppstår til pasienten er utskrevet er forenklet illustrert slik:



Figur 1 – Forløp hjerneinfarktbehandling. Egen utarbeidelse etter Helsedirektoratet (2019b); Lund et al. (2018); NHI (2018).

Figuren er utformet med piler som går helt ut til utskrivelse av pasienten. Dette er fordi alle fasene har påvirkning på den påfølgende fasen og de videre fasene i forløpet. Størrelsen og lokaliseringen av hjerneslaget som oppstår og hvor raskt pasienten kommer til sykehus legger grunnlaget for hvilken akuttbehandling pasienten får og effekten av denne, for rehabiliteringen og hvor god helse pasienten har ved utskrivelse. Effekten av akuttbehandlingen legger grunnlaget for rehabiliteringen og hvilken helse pasienten har ved utskrivelse. Rehabiliteringen legger grunnlaget for hvilken helse pasienten har ved utskrivelse (NHI, 2018).

Akuttbehandlingen består av å gjenopprette blodtilførsel til det rammede området. I de tilfellene hvor slaget skyldes blodpropp forsøkes det å fjerne blodproppen (NHI, 2018). Først i akuttbehandlingen gis et kraftig blodfortynnende medikament. Denne prosedyren kalles trombolyse, og skal gis innen 4,5 timer etter at slaget begynte. Effekten av dette kan sammenlignes med å helle avløpsåpner i et tett rør, siden det blodfortynnende medikamentet er så kraftig at det øyeblikkelig begynner å løse opp blodproppen og blodet strømmer da tilbake til det rammede området (Lund et al., 2018).

Noen ganger er det ikke mulig å gi trombolyse, enten fordi andre sykdommer hos pasienten gjør at denne behandlingen ikke kan gis, eller fordi pasienten ikke kom seg til sykehuset i tide for denne behandlingen. Det kan også hende at trombolyse ikke gjenoppretter tilstrekkelig

blodtilførsel for å reversere slaget. Inntil nylig eksisterte ikke så mange andre effektive metoder for å fjerne blodproppen, og neste fase var rehabilitering av pasienten for å trene opp eventuelle senskader for på denne måten minske skadeomfanget. Derimot har UNN siden 2016 anvendt en metode kalt mekanisk trombektomi, hvor man går inn i blodåren og henter ut blodproppen der hvor trombolyse ikke har hatt ønsket effekt eller ikke kunne blitt gitt. Trombektomi skal startes innen 6-8 timer etter slaget begynte og har veldig god effektivitet når proppen sitter i store blodårer. Ved trombektomi er det færre kontraindikasjoner enn ved trombolyse, dermed kan det utføres på noen av pasientene som ikke kan få trombolyse i tillegg til de som ikke hadde tilstrekkelig effekt av trombolysen (Lund et al., 2018).

Medisinske forskningsundersøkelser har slått fast at trombektomi er en god behandlingsmetode for behandling av slagpasienter. De som mottar trombektomi får færre varige skader, og behandlingen øker sannsynligheten for overlevelse (Badhiwala et al., 2015). Første trombektomi ble utført på UNN i 2010, og siden 2016 har det blitt gjort i større volum på slagpasienter. I 2018 var det to radiologer som sørget for dette tilbudet ved UNN og utgjorde det eneste tilbudet i Helse Nord (UNN, 2018).

Rehabilitering gis etter akuttbehandlingen for å trene opp eventuelle funksjonstap som følge av at hjernevevet har dødd av oksygenmangel. Funksjonstap fra slag er ofte tap av kontroll over viljestyrte fysiske bevegelser, tap av språk, svelgfunksjon og/eller tap av kognitive ferdigheter. Fysioterapeuter, ergoterapeuter og logopeder er dermed sentrale ressurser i rehabiliteringen for å trene opp pasienten ut fra eventuelle funksjonstap pasienten har. Jo tidligere rehabiliteringen starter, desto mer kan trenes opp (NHI, 2018). Pasientene får dermed utredning og konsultasjoner under innleggelsen på slagenheten på sykehuset av disse terapeutene som trener med pasienten ut fra hvilket funksjonstap som er gjeldende (Helsedirektoratet, 2019b).

Flere faktorer påvirker hvor lenge pasienten er innlagt på sykehus. Et omfattende hjerneslag vil gjøre situasjonen for pasienten såpass sammensatt at det gjerne fører til lengre innleggelser. Dette kan skyldes flere ting, blant annet kan hjerneslaget forstyrre grunnleggende funksjoner i kroppen. Er tilstanden kritisk blir pasienten innlagt på intensivavdelingen. Den personlige situasjonen for pasienten og pårørende blir også drastisk forandret og krever kartlegging, planlegging og oppfølging fra sykehuspersonell. I tillegg er

rehabiliteringen de første dagene såpass effektiv at deler av skadene som akuttbehandlingen ikke reverserte, går fort tilbake i denne perioden. Dermed er ikke pasientene medisinsk avklart for utskrivelse før etter noe tids innleggelse, noe som avhenger av pasienten selv og omfanget av skadene etter slaget (NHI, 2018).

3 Teori

Helseforetakenes ansvarsområde og drift har medført flere forskjellige studier innenfor blant annet organisering, styring og måling i helsevesenet. Selv om helsevesenets drift studeres og styringsreformer innføres, er det vanskelig å unngå problemstillinger knyttet til kompleksiteten i helsevesenet. Dette ettersom drift i sykehus skiller seg ut i forhold til andre organisasjoner. Selv om studier analyserer økonomiske faktorer ved drift i sykehus, gir ikke dette nødvendigvis et godt bilde av kvaliteten i pasientbehandlingen. Dermed er det vanskelig å implementerer styringsreformer blant helsepersonell, som er de som utfører pasientbehandlingen (Pettersen & Nyland, 2006).

Organisering av sykehus kan forstås med utgangspunkt i økonomistyring. Økonomistyring gir en grunnleggende forståelse for hvordan prestasjonsmålinger som benchmarking i helsevesenet kan tolkes. Ved å dermed benchmarke prosesser i sykehus, kan resultatene av analysene brukes i sykehusets økonomistyring.

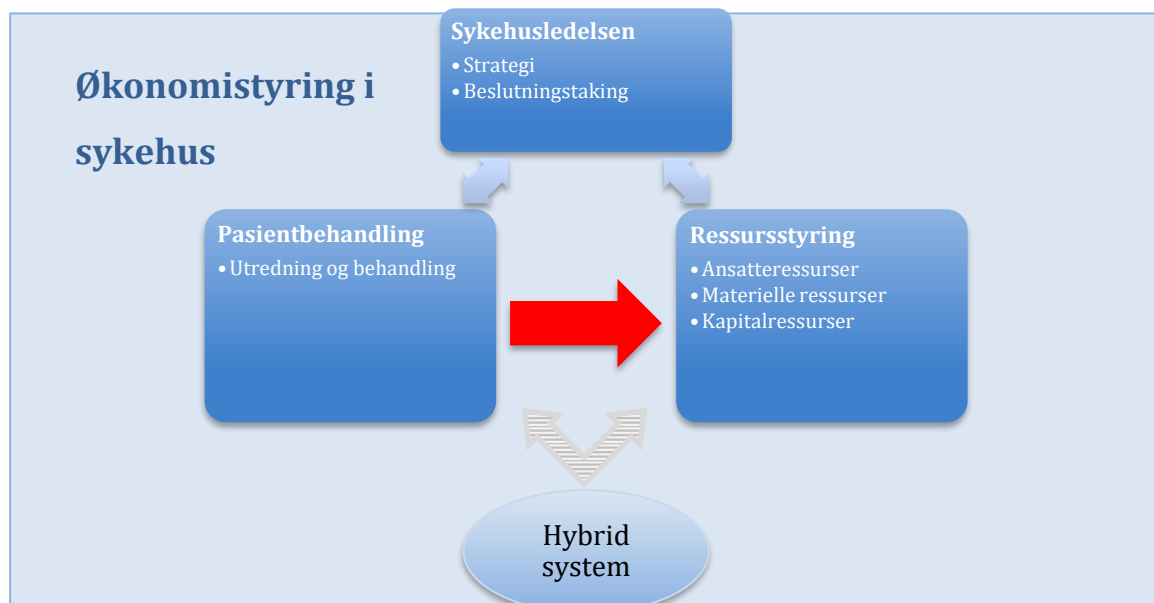
3.1 Økonomistyring i helsesektoren

Økonomistyring i helsesektoren skiller seg ut fra økonomistyring i andre sektorer. Selv om produksjonen er en del av økonomistyringen, må produksjonen i sykehus ses på som utenfor sykehusets ledelse (Hubbard, 2009). Sykehusenes produksjon karakteriseres av at den er immateriell ettersom den oppstår i møtet mellom helsepersonellet og pasienten, og både produksjonen og konsumet oppstår simultant. Dermed er det utfordrende å redegjøre for medgått innsatsfaktorer eller produsert helsetjenester som kan telles og måles i etterkant, og man er avhengig av at helsepersonell rapporterer produksjonen for å ha kontroll over innsatsfaktorer og produserte helsetjenester (Pettersen, 1995). Produksjonsmetodene styres av medisinsk kompetanse, metoder og praksis som er forankret i medisinsk forskning, samt helsepersonellens kompetanse og kvalifikasjoner. I tillegg er autorisert helsepersonell personlig ansvarlig for at de tjenestene de produserer gjennom pasientene de behandler, er i tråd med gjeldende medisinske forskning og praksis (Nyland & Pettersen, 2004).

Likevel er sykehuset fullt ut en organisasjon som må ta hensyn til flere aspekter i driften enn kun det pasientnære. Ressursstyring er også et eksempel på en del av sykehusets økonomistyring. Det fremkommer av forskning at ledere med medisinsk bakgrunn og ledere med økonomifaglig bakgrunn har ulike måter å vektlegge prioriteringsområder i

økonomistyringen. Ledere med medisinsk bakgrunn vil prioritere investeringer i pasientbehandlingen mens ledere med økonomifaglig bakgrunn vil forsøke å styre driften mot å gå med overskudd som kan reinvesteres (Pettersen & Solstad, 2014). Dette kommer til syne gjennom utsagn som «*The economy should never be in focus when you need to make professional medical decisions*» (Pettersen & Solstad, 2014, s. 375), som er et utsagn fra en leder med medisinskfaglig bakgrunn. Kombinasjonen av begge typer ledere har vist seg å være gunstig for sykehusdrift med tanke på tjenestetilbudet og økonomiske resultater (Clay-Williams et al., 2017).

Sykehus strekker seg både etter å styre etter budsjett og gå med overskudd, og å gi pasientene god behandling etter medisinsk praksis. Figur 2 illustrerer de aktuelle elementene i sykehusets økonomistyring:



Figur 2 – Produksjonens og ressursstyringens koblinger. Egen utarbeidelse etter Chilingierian og Sherman (2011); Helsepersonelloven (2001); Henri (2006); Malmi og Brown (2008); Pettersen og Nyland (2006).

Grunnlaget for modellen er økonomistyring i sykehus, hvor økonomistyring ses på som langsiktig strategisk planlegging, kortsiktige økonomistyringstiltak og daglig virksomhetsstyring (Pettersen & Nyland, 2006). Innenfor dette ligger modellens hovedområder, hvor sykehusledelsen er plassert øverst. Ledelsen har ansvaret og er føringsgivende for pasientbehandlingen og ressursstyringen. Pasientbehandlingens består av utredning og behandling av pasienter, og utgjør produksjonen i sykehuset

(Helsepersonelloven, 2001). Denne er koblet opp mot ledelsen, ettersom pasientbehandling baseres på møtet mellom innkommende pasienter og helsepersonell, og endringer i produksjonen krever ledelsens beslutningsmyndighet (Pettersen, 1995). I forskningen til Pettersen og Nyland (2006) dras det fram at produksjonen i sykehus foregår organisatorisk adskilt fra de administrative systemene. Dette begrunnes med helsepersonellens autonomi i form av yrkesstatuser og kompetanse til å utføre pasientbehandling. Ressursstyringen i sykehuset foregår dermed som et eget område innen den økonomiske styringen, hvor ressursene er tilgjengelige for produksjonen i sykehus (Chilingerian & Sherman, 2011). Ressursstyring er den administrative strukturen for ansatte, og materielle ressurser. Ressursene utgjør organisasjonens mulighet til å utføre sitt strategiske formål (Henri, 2006). Ressursene inkluderer ansatte, materielle ressurser og kapitalressurser, og er koblet mot ledelsen ettersom ledelsen foretar strategiske beslutninger for ressursbruken i organisasjonen (Rowe, de Savigny, Lanata & Victora, 2005). Koblingen fra produksjonen til ressursstyringen illustreres i figuren med en pil ettersom denne koblingen er underkommunisert i forskningen, i motsetning til studier hvor ressursstyringens effekt på pasientbehandlingen analyseres (Kittelsen et al., 2017).

3.1.1 Management Control Systems og hybride systemer

Management Control Systems (MCS) ble introdusert som begrep av Anthony (1965), og defineres som «... *[it] is the process by which managers assure that resources are being used effectively and efficiently in the accomplishment of the organization's objectives*» (Anthony, 1965, s. 17). Dette gjøres gjennom planlegging, fastsetting av mål, overvåking av prosess, tilbakemelding og korrigerende avferd før dette forløpet gjentas. Fra begrepet ble introdusert har MCS utviklet seg som rammeverk og blitt redesignet og brukt i ulike former som formelle systemer og verktøy for implementere strategier i organisasjoner. Videre har MCS sett mer systematisk på hvordan ledelse bruker kontrollsystemer i strategiutforming (Simons, 1990).

Malmi og Brown (2008) presenterte MCS som et rammeverk som ser på organisasjoners kontrollsystemer som en samlet pakke. Disse kontrollsystemene er planlegging (Planning), styring (Cybernetic), belønning og kompensasjon (Reward and compensation), administrative (Administrative) og kulturelle (Cultural) systemer. MCS (Malmi & Brown, 2008) har på denne måten et bredt syn på økonomistyring, ettersom helheten av alle disse systemene anses å utgjøre bedriftens økonomistyring (figur 3).

Cultural Controls						
Clans		Values			Symbols	
Planning		Cybernetic Controls				Reward and Compensation
Long range planning	Action planning	Budgets	Financial Measurement Systems	Non Financial Measurement Systems	Hybrid Measurement Systems	
Administrative Controls						
Governance Structure		Organisation Structure			Policies and Procedures	

Figur 3 – Management Control Systems (Malmi & Brown, 2008, s. 291)

MCS (Malmi & Brown, 2008) har som fordel at det er et helhetlig rammeverk som ikke bare ser på økonomisk styring av finansiell art, men også inkluderer sammenhenger med bl.a. kulturelle faktorer og hvordan organisasjonsstrukturen er satt sammen. Det gir en oversikt over faktorer som kan analyseres alene men som også påpeker at hele bildet er sammensatt.

Hybride systemer er plassert under styringssystemer i MCS (Malmi & Brown, 2008), og består av både finansielle og ikke-finansielle systemer i organisasjonen. Hybride systemer kan enten brukes som et informasjonssystem eller som et styringssystem, alt ettersom hva som måles og om informasjonen det gir brukes til å korrigere adferd. Styringssystemer brukes til å fokusere på mål, og ved at analyser av hybride systemer brukes til korrigerende av adferd gjøres det til et styringssystem (Malmi & Brown, 2008).

Ikke-finansielle systemer viser operasjonelle målsetninger, som kundetilfredshet, interne prosesser og innovasjon. For et sykehus er det ikke-finansielle systemet å gjøre pasientene friskere (UNN, 2019). Friskhet og bedre helse er derimot vanskelige begreper å kvantifisere, og det finnes ingen teoretisk korrekte eller presise målinger på helse (Chilingerian & Sherman, 2011). I økonomiske studier hvor bedre helse måles vil man be pasienten om å angi hvor god helse de selv mener å ha, ettersom mulighetene til å ettergå dette på annen måte er få (Hamermesh, 2004). I tillegg er det vanskelig å fastslå hvor mye en pasient som var syk men ble friskere har oppnådd en personlig og/eller finansiell fordel, ettersom det ikke kan anslås hvor syk personen i så fall ville vært under andre omstendigheter (Byford, 2000). Millstein og Irwin (1987) studerte hvordan konseptet helse kan defineres i forhold til konseptet sykdom.

Funnene i den studien var at der sykdom er relativt enkelt å definere, er helse mer relatert til funksjonsstatus og i hvor stor grad et menneske har evne til å foreta seg de aktivitetene det ønsker. Dermed blir bedre helse hos pasienter en svært vanskelig faktor å kvantifisere finansielt, og derfor anses den som en ikke-finansiell faktor.

Finansielle systemer i sykehus relateres til kostnads- og inntektskontroll, og gjenspeiler bedriftens finansielle målsetninger og oppnåelser. Eksempler på dette er budsjetter, regnskap, ressursstyring av ansatte og refusjoner av utgifter. Ressurser i form av liggedøgn og konsultasjoner fra terapeuter kan kvantifiseres finansielt ut fra timeverk og pris på liggedøgn. Menneskelige ressurser lønnes ut fra sin kompetanse og stilling, og utfører ut fra dette arbeidsoppgaver som organisasjonen behøver utført (Henri, 2006). Dermed er menneskelige ressurser omfordelbare til de områdene der organisasjonen behøver ens kompetanse. Thanassoulis et al. (2016) ser på liggedøgn som surrogat for utgifter til sykehuset, ettersom liggedøgn utgjør kostnader i form av mat, utstyr, oppfølging av helsepersonell m.m. Færre liggedøgn medfører frigjort sengekapasitet på sengepostene og intensivavdelingen, hvor sengekapasitet er en surrogat for utgifter (Thanassoulis et al., 2016). Frigjort sengekapasitet vil i så fall komme sykehuset til gode (Belciug & Gorunescu, 2015).

MCS (Malmi & Brown, 2008) gir ikke et entydig svar på hvordan det som rammeverk skal brukes i praksis, f.eks. om det skal brukes som kontrollverktøy eller som styringsverktøy. Hver enkelt del av rammeverket er også store og er vanskelige å definere konkret. Dette kan i stor grad tilskrives at det er relativt nytt og videre forskning behøves for å gi det mer innhold. Likevel kan MCS ses på som en illustrasjon av hvor kompleks økonomistyring i praksis er (Malmi & Brown, 2008).

3.1.2 MCS som styringssystem

Ved å benytte MCS (Malmi & Brown, 2008) og øvrige økonomistyringsrammeverk som beskriver kontrollsystemer i organisasjoner til grunnlag for styringsformål, vil sammensetningen av toppledelsen spille en viktig rolle for hvordan rammeverket blir tolket (Pettersen, 1995). Hvis toppledelsen består av ledere med økonomifaglig bakgrunn, er ledelsen mer disponert til å se mulighetene i økonomistyringsrammeverk. Ledere med medisinsk bakgrunn er mer tilbøyelige til å ilegge det medisinske aspektet ved sykehuset mer vekt, og prioriterer gjerne bort styringssystemer hvis de vil gå på bekostning av deres

oppfatning av driften (Morelli & Lecci, 2014). Morelli og Lecci (2014) poengterer også at en heterogen ledergruppe vil se flere muligheter i økonomistyringsrammeverk. De foreslår samtidig at de kognitive begrensningene som oppstår blant de forskjellige deltakerne i en heterogen ledergruppe kan både være en ulempe og en fordel, ettersom man dermed har større oppmerksomhet mot de forskjellige behovene som eksisterer i organisasjonen. de Harlez og Malagueño (2016) fant også bevis på at en heterogen ledergruppe basert på ledernes profesjonelle og akademiske bakgrunner var en fordel ved utøving av økonomistyring i sykehus.

Nyland, Morland og Burns (2017) argumenterer at økonomistyringsrammeverk, eksempelvis MCS (Malmi & Brown, 2008), beskriver mekanismer som styrer adferd og produksjon mot organisasjonens mål gjennom blant annet budsjetter, ytelsesmålinger, ledelsesstruktur, interne møter, ansattssammensetning og opplæring. Studien viste at kunnskapen og bruken av slike rammeverk er mer tilstedeværende i høyere ledelsesnivå i sykehus, og at utøvelsen av økonomistyring er koblet til lavere nivå i organisasjonen gjennom ikke-formelle styringsverktøyer som normer, verdier og tillit. Abernethy (1996) fremhever at aktivt bruk av økonomistyringsrammeverk og økonomistyringsverktøy bidrar til større grad av kostnadskontroll og reduserer overforbruk i helsesektoren.

3.1.3 Ressursstyring

Ressursstyring i sykehus består bl.a. av sengeplasser, helsepersonell som menneskelig ressurs, teknologiske ressurser og finansielle ressurser (Belciug & Gorunescu, 2015). Ressursstyring bestående av menneskelige ressurser og liggedøgn utgjør kostnader for sykehus, og det ses også på hvilken betydning det har at disse ressursene beslaglegges eller frigjøres.

Menneskelig ressursstyring er sammensetningen av ansatte i yrkesgrupper og deres kompetanse og evne til å utføre produksjonen, og er dermed en av organisasjonens særegne ressurser (Henri, 2006). De menneskelige ressursene inkluderer individuelle fordeler som faglig bakgrunn, organisasjonserfaring og personlige egenskaper. For bedrifter utgjør de menneskelige ressursene en konkurransefordel ettersom de ikke er imiterbare og er verdifulle hver for seg. Til sammen utgjør ressursene organisasjonens framdrift og er har en viktig rolle i bedriftens økonomistyring (Henri, 2006).

I en studie av Henri (2006) viste det seg at aktivt bruk, kobling og kontroll av menneskelige ressursers særegenheter bidrar positivt til bedriftens utvikling. Det vil si at koblingen mellom menneskelige ressurser og organisasjonen, som planlegging og kontroll, gir ansatte bedre innsikt i organisasjonen. En slik kobling kjennetegnes av løs og uformell kommunikasjon som fremhever samarbeid, kommunikasjon og felles målsetning om å utføre foresatte oppgaver, og at dette også eksisterer mellom ressursene og organisasjonen som helhet. En slik kobling kan i seg selv bli et fordel for organisasjonen som forenkler ledelsens strategiske valg og videre produksjon, og dermed oppstår dette som en dynamikk mellom ledelsen og ressursene.

I helseforetak utgjør menneskelige ressurser i all hovedsak helsetjenestene som tilbys siden det er helsepersonell som utfører helsetjenester, noe som gjør menneskelig ressursstyring til en viktig del av sykehusenes økonomistyring. Dette poengteres av Rowe et al. (2005), som studerte hvilke tiltak som gjør menneskelige ressurser i sykehus mer effektive. Studien fant noen trender, bl.a. at retningslinjer ikke viser seg å gjøre helsepersonell mer effektive, overvåking av ansattes arbeid hadde i noen grad effekt, samt at en kombinasjon av tiltak som mer opplæring samtidig som mer overvåking var mer virkningsfullt enn å bare innføre enkelttiltak. I studien til Weigl, Hornung, Glaser og Angerer (2012) kommer det også fram at frigjort tid blant helsepersonell gjennom å fjerne tidskrevende forstyrrelser gir dem bedre tid til deres opprinnelige arbeidsoppgaver.

Liggedøgn utgjør et ressursforbruk ettersom det opptar sengeplasser på en sykehusavdeling (Belciug & Gorunescu, 2015). Pasientens liggedøgn utgjør en finansiell kostnad for sykehuset, noe som gjenspeiles i at kommuner betaler en døgnpris for å ha utskrivningsklare pasienter på sykehuset for å kompensere for sykehusets utgifter (Helsedirektoratet, 2019c). Optimalisering av sengepostplasser gjør at korridorpasienter kan unngås blant elektive og akuttinnlagte pasienter. I studien til Belciug og Gorunescu (2015) anses liggedøgn som en fast variabel som opptar sengeplasser, og de foreslår et system for å planlegge sengekapasitet bedre og dermed få sengeposter mer effektive. Hensikten er frigjorte ressurser på sengepostene i form av ledige senger og frigjort personale. Studien til Thanassoulis et al. (2016) anser ikke liggedøgn som en fast variabel. Studien poengterer at effektiv drift gjennom redusert ressursforbruk i form av liggedøgn, medfører at driften blir mer kostnadseffektiv. Studien viser at en reduksjon i liggedøgn vil medføre kostnadsbesparelser for sykehuset.

Meyer et al. (2012) studerte hvordan en reduksjon av liggedøgn for slagpasienter frigjorde kostnader uten at behandlingen av pasienters funksjonstap ble påvirket. Under studien ble pasientenes liggedøgn benchmarket, for å gjøre behandlere oppmerksomme på å redusere lengden på pasientens innleggelse og dermed gi en optimal behandling på kortere tid. Benchmarking ble i denne studien brukt som styringsverktøy for å frigjøre ressurser i behandlingen, gjennom å øke fokuset på effektiv pasientbehandling og dermed redusere liggedøgn og ressursbruk.

3.2 Benchmarking

Benchmarking er mye brukt som informasjons- og styringssystem i helsesektoren. Benchmarking som begrep betyr å finne et referansepunkt eller kriterium som kan sammenlignes med. Camp (1989, s. 66) beskriver benchmarking som «... *it is only through the change of current practices or methods of performing business processes that overall effectiveness will be achieved. Benchmarking metrics are seen as a result of understanding best practices*». Benchmarking tar ofte utgangspunkt i de som presterer best, og sammenligner andre Decision Making Units (DMU, sammenlignbare enheter med beslutningsmyndighet) med dem. Ved bruk av effektivitetsanalyser ses det etter de mest effektive DMU-ene, og disse brukes som referansepunkt for resten av DMU-ene.

Chilingerian og Sherman (2011) argumenterer for at benchmarking i helsesektoren bidrar til bedre kostnadskontroll og bedre kvalitet og tilgang på behandlingstjenestene til pasientene. Selv om helse er et vanskelig begrep å benchmarke, benyttes ofte benchmarking i helsevesenet for å forbedre helsetjenester. Derimot viser det seg at et mål om å forbedre helsetjenester noen ganger medfører mange, motstridende, uoppnåelige, vage eller komplekse målsetninger, og at benchmarking i helsesektoren kan kritiseres for å unngå å se på kvalitet, klinisk innovasjon eller naturlige endringer i tilbudene (Chilingerian & Sherman, 2011).

3.2.1 Benchmarking i helsesektoren

Helsevesenet har gjennom de siste tiårene vært gjennom flere ledelsesreformer. Mye av dette kan tilskrives at New Public Management-reformer (NPM) har inntatt sykehusene og skapt fokus på ytelsesmålinger. NPM er et fenomen hvor ledelsesprinsipper og markedsprinsipper tas fra privat sektor og overføres til offentlig sektor, og sivilbefolkningen anses dermed som kundene (Simonet, 2008). Hensikten er å oppnå kostnadseffektivitet, bedre brukertilpasset

tjenester, reduksjon av overforbruk av ressurser og dermed bedre forvaltning av offentlige midler (Hood, 1995). Dette kan forklare hvorfor helsevesenet ved flere anledninger har vært gjenstand for benchmarking, og hvorfor benchmarking kan brukes som styringsverktøy i ledelsens beslutningstaking. Benchmarking i helsesektoren har som formål å gi ledelsen verktøy til å identifisere ineffektivitet og ulik praksis slik at dette kan korrigeres alt ut fra hva som er bakenforliggende årsaker til ineffektiviteten (Pettersen & Nyland, 2006).

Kostnad per pasient (KPP) og ISF-systemet forenkler benchmarking i helsesektoren. Systemet tar utgangspunkt i et normert ressursforbruk i behandlingen av pasienten. Dermed kan produktivitet og effektivitet måles for å sammenlignes med f.eks. andre avdelinger på sykehuset eller andre sykehus. Benchmarking blir sånn sett en måte å identifisere praksis i sykehus som kan forbedres og effektene av nye behandlingsmetoder. Eksempel på dette er studien til Tweya et al. (2014), som er en singelfaktorstudie hvor det ble undersøkt om nye retningslinjer for behandling av pasienter med både tuberkulose og HIV-positive gav en reduksjon i tuberkulose i denne pasientgruppen. Studien fant at flere pasienter fikk behandling, og det gikk kortere tid før de fikk behandling. En annen studie som undersøkte effektene av nye retningslinjer for behandling er den av Brandt et al. (2012). Studien ser på effekten av et astmaprogram på flere helseindikatorer. Denne studien kunne ikke påvise noen effekter mellom de som mottok programmet og kontrollgruppen. Disse to studiene er eksempler på singelfaktorstudier hvor endring i én innsatsfaktor antas å føre til endring i ett produkt av behandlingen.

En studie som benchmarker pasienters liggedøgn ut fra sykdomstilstand er studien til Thanassoulis et al. (2016). Studien er en multifaktorstudie som ser på hvordan KOLS-pasienters tidligere sykdommer og innleggelser påvirket nåværende innleggelse, og analysen inkluderer flere faktorer som påvirker antall liggedøgn ved pasienters innleggelse. Denne studien viste at det var potensiale for å redusere liggedøgn hos KOLS-pasienter og dermed spare kostnader i pasientbehandlingen, hvor det også tas hensyn til at det da gis tilfredsstillende behandling under innleggelsen. Spesielt hadde kjønn en påvirkning på hvor lenge pasientene var innlagt, hvor mannlige pasienter hadde flere liggedøgn enn kvinner.

O'Neill (1998) presenterte også en multifaktoranalyse, hvor effektivitetsforskjeller mellom sykehusgruppene universitetssykehus og ikke-universitetssykehus ble målt. Her ble DRG-

poeng, polikliniske pasientavtaler m.m. brukt som innsatsfaktorer og finansielle kostnadsmålinger på forskjellige poster ble brukt som produkt. Analysen viste ingen signifikant forskjell mellom effektiviteten i de to gruppene sykehus. Disse multifaktorstudiene ser på en prosess i helsevesenet hvor det er flere innsatsfaktorer og flere produserte produkter.

Kittelsen et al. (2017) poengterer at produktivitetsmål basert på sterke incentiver til kostnadsreduksjon kan gå på bekostning av kvaliteten på tjenesten, målt i dødelighet på sykehus, reinnleggelser og pasientsikkerhetsindikatorer som sepsis, oppståtte sår under behandling, liggesår med mer. Dette betyr at kvalitet i seg selv er en kostnad som ISF-systemet ikke belønner. Pantall (2001) drar også frem at benchmarking kan gi informasjon om hvor effektive sykehus er og at dette kan medføre en kvantitativ sammenligning, hvor derimot det er vanskeligere å måle om kvaliteten på tjenesten forbedres. En forklaring på dette er at selve produksjonen ikke kan påvirkes selv om rammene for produksjonen effektiviseres. Ved bruk av benchmarking som styringsverktøy bør man altså være oppmerksomme på at kvalitet ikke nødvendigvis vises i tallene. I dokumentaren *Helsefabrikken* av Bustnes (2011), hevder medisinsk fagpersonell at et kvantitativt fokus utelukker hva som motiverer helsepersonell til å utføre yrket sitt, som er å bidra i samfunnet ved å hjelpe mennesker. I tillegg hevdes det at effektivisering går på bekostning av medmenneskelige elementer som det å gi trygghet og omsorg.

Et problem med å benchmarke i helsesektoren er å finne hensiktsmessige målepunkt til sammenligning i helsevesenet. Chilingirian og Sherman (2011) poengterer at det ikke finnes en korrekt eller presis definisjon av hva «helse» er. Millstein og Irwin (1987) diskuterer om helse kan måles som fravær av sykdom og behov for behandling, ettersom sykdom er lettere å definere enn god helse. Studien fant at helse ofte beskrives som muligheten til å være aktiv og funksjonell. Det ilegges dermed større vekt på hva man kan gjøre i helse enn hva man kan gjøre for helse når helse skal defineres, måles og sammenlignes med andre pasienter.

Et annet problem er at informasjonen som fremkommer kan fremstå tvetydig for ledere ut fra deres faglige bakgrunn (Pettersen & Nyland, 2006). Benchmarkingen tar ofte utgangspunkt i KPP og DRG, som tolkes forskjellig fra helsepersonellet som behandler pasientene og ledelsen som ikke jobber pasientnært (Pettersen & Nyland, 2006). DRG-poengene er i tillegg basert på et normert ressursforbruk, mens output kun måles som antall behandlede pasienter.

Hvis faktisk medgåtte ressurser er mer enn et normert ressursforbruk, vil helsepersonell og ledelse forklare de bakenforliggende forskjellige mellom tallene forskjellig. Benchmarking basert på KPP og DRG vil dermed kunne forklares og til dels unnskyldes av helsepersonell, noe som igjen fører til vansker med å utvikle en tydelig strategi og innføre diagnostiske tiltak ved økende kostnader. Ledere med medisinsk bakgrunn vil heller fokusere på kostnadskontroll, og er mindre tilbøyelige til å bruke ytelsesmålinger som grunnlag for strategisk planlegging (Pettersen & Nyland, 2006). Ved at informasjon fra benchmarking på denne måten forstyrres av ulik forståelse av årsakrelasjoner og hvordan informasjonen skal brukes, vedlikeholdes en svak kobling mellom pasientbehandling og den økonomiske styringen i sykehus (Pettersen & Nyland, 2006).

3.2.2 Produktivitet og effektivitet i helsesektoren

Ifølge Kittelsen og Førstund (2001, s. 23) kan produktivitet defineres som «... *forholdet mellom produksjon og ressursbruk*» og effektivitet kan defineres som «... *forholdet mellom faktisk produktivitet og en norm for best mulig produktivitet gitt de begrensningene en virksomhet driver innenfor*». Multifaktorproduktivitet, eller totalfaktorproduktivitet, tar høyde for at produksjonen bruker flere innsatsfaktorer, input og produserer flere produkter, output. Dette gjør metoden i disse situasjonene mer egnet til ytelsesmålinger i kompliserte prosesser, og muliggjør sammenligninger mellom organisasjoner samt for samme produsent over tid. En slik produktivitetsfunksjon er gitt som:

$$\pi = \frac{py}{wx} = \frac{\sum_{r=1}^s p_r y_r}{\sum_{i=1}^m w_i x_i}$$

Formel 1 – Multifaktorproduktivitet (Coelli, Rao, O'Donnell & Battese, 2005)

I denne modellen er output y og input x vektet med henholdsvis p og w . Vektene reflekterer den relative betydningen mellom innsatsfaktorene og mellom produsert output (Coelli et al., 2005). Produktiviteten til en observasjon utgjør summen av alle produserte output delt på summen av alt medgått input, hvor variablene i output og input er vektet i forhold til de øvrige variablene.

Ved å sammenligne produktiviteten til flere DMU-er, identifiseres DMU-enes tekniske effektivitet. Teknisk effektivitet er ifølge Farrell (1957) det mest effektive produksjonsnivået som er mulig å oppnå. En teknisk effektiv DMU har en optimal kombinasjon av input x og

output y , og bruker dermed ikke mer ressurser enn nødvendig for å produsere et gode. Det skilles her også mellom outputmaksimerende og inputminimerende effektivitet, på hvorvidt fokuset er produksjonsøkning eller innsatsfaktorreduksjon (Farrell, 1957). Forbedringer i teknisk effektivitet dermed medfører en proporsjonal reduksjon av innsatsfaktorene eller proporsjonal økning av output.

$$\text{Teknisk effektivitet} = \frac{\text{Optimal produksjon}}{\text{Faktisk produksjon}}$$

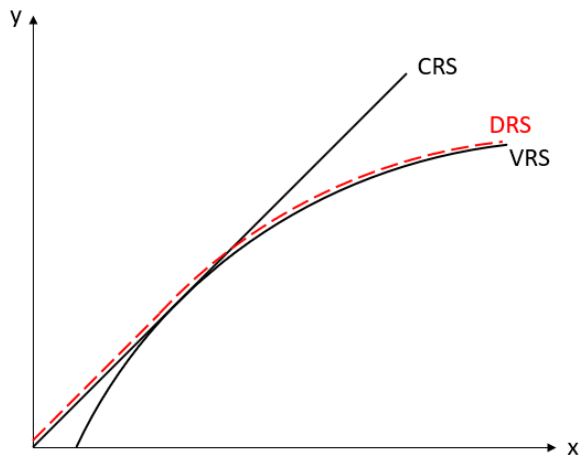
Formel 2 – Teknisk effektivitet (Farrell, 1957)

Teknisk effektivitet er et relativt mål til hva som anses som optimal produksjon som benchmarkes mot. Forskjellige kombinasjoner av input og output som medfører optimal produksjon utgjør en effektiv front av det som anses som beste praksis. Fronten kan være en oppgitt standard for hva som er ideell produksjon, avstanden til de DMU-ene i samme skala som presterer best eller andre målepunkt. Dataene og variablene som analyseres forutsetter dermed hva som utgjør den effektive fronten, ettersom de utgjør hva som er rimelige benchmarker.

I teknisk effektivitetsanalyse finnes begrepene «efficiency» og «effectiveness». Efficiency er å prøve å «gjøre ting riktig», og er å måle effektivitet for å bruke som kontrollverktøy med tanke på ressursbruk. Effectiveness er å «gjøre de riktige tingene», og er når resultatene brukes som et ledd i strategi ved å sette opp effektivitetsmål og vurdere måloppnåelse (Kittelsen & Førstund, 2001). Efficiency i sykehus kan dermed være å behandle flest mulig med den gjeldende behandlingsmetoden. Effectiveness kan være å behandle flere ved å benytte en annen metode eller innføre en annen rutine.

3.2.3 Skala

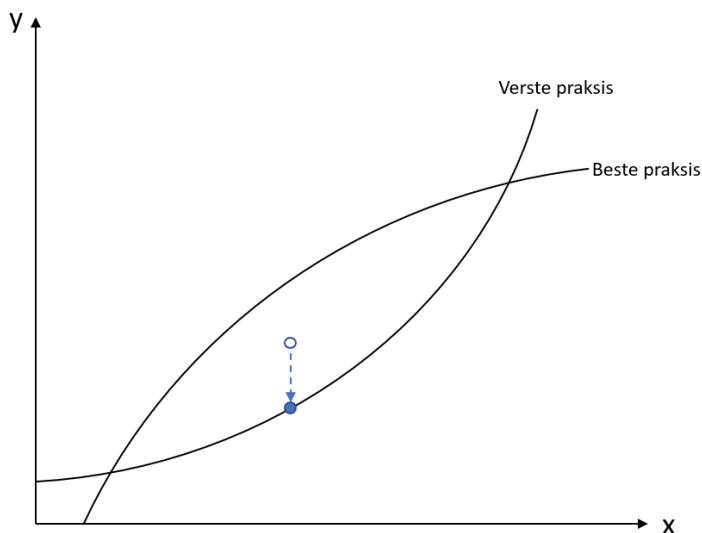
To mye brukte modeller på skala er konstant skalautbytte og variabelt skalautbytte. Konstant skalautbytte (CRS) forutsetter at alle DMU er av samme produksjonsstørrelse og har mulighet til å produsere på lik linje med hverandre. Ved å ta hensyn til variabelt skalautbytte (VRS) legges det til grunn at alle DMU-ene ikke har forutsetninger til å produsere i samme størrelse eller skala (Banker, Charnes & Cooper, 1984). Dette åpner for flere måter å beregne skala på ved å kombinere CRS og VRS til bl.a. avtakende skalautbytte (DRS). DRS kjennetegnes ved at skalautbyttet er konstant til et visst punkt, og deretter blir det avtakende (figur 4):



Figur 4 – Konstant, variabelt og avtakende skalautbytte beste praksis (Banker et al., 1984)

3.2.4 Effektiv front for pasienters helse

Den effektive fronten bestemmes ut fra teknologien i datasettet og hvilke variabler som er med i analysen. I produktivitet- og effektivitetsanalyser ses det etter de DMU-ene som presterer best, det vil si de som enten produserer mest mulig output for per input eller benytter minst mulig input per output. Dette kalles beste praksis. I noen tilfeller ses det etter hvem som presterer dårligst, altså de minst effektive som bruker mest input per outout. I dette tilfellet snus fronten og danner en front blant de minst effektive DMU-ene, og dette kalles verste praksis (figur 5) (Paradi, Asmild & Simak, 2004).:



Figur 5 – Beste praksis og verste praksis (Paradi et al., 2004)

Ut fra forutsetningen om at verste praksis-fronten er de som produserer minst output for mest input, kan denne fronten også brukes til mer enn å finne de DMU-ene som har lavest effektivitetsscore. Ved at input økes, forventes det dermed å se en reduksjon i output. Verste praksis-modellen danner en front som får fram denne praksisen, ettersom DMU-ene som havner på denne fronten er de som produserer minst output.

4 Metode

Problemstillingen i oppgaven skal besvares ved å måle behandlingen av slagpasienter gjennom multifaktorproduktivitet. Dermed er pasientene DMU i denne analysen. Dette medfører et sammenligningsgrunnlag mellom pasientene, hvor de mest teknisk effektive pasientene fungerer som benchmarks for de øvrige pasientene. Dermed analyseres det om enkelte forklaringsvariabler kjennetegner de teknisk effektive pasientene og se som ligger nært fronten.

4.1 Data Envelopment Analysis

Charnes, Cooper og Rhodes (1978) utviklet DEA-formuleringene for å kunne måle produktivitet ut fra andre måleenheter enn priser. Denne modellen benytter multifaktorproduktivitet ved at det settes vekt til input og output for at de skal kunne være av forskjellige enheter og samtidig ses på i samme formulering. Dermed er denne måten å tenke produktivitet på veldig aktuell for sykehus, ettersom liggedøgn, DRG, antall terapeutbehandlinger m.m. kan ses samlet når produktivitet i pasientbehandlingen måles.

Denne oppgaven tar for seg en outputorientert analyse. Ved å regne pasienter som kommer til sykehuset som input, antas det at sykehuset ikke kan kontrollere hvor mange pasienter som bli rammet av akutt hjerneinfarkt. Derimot kan sykehuset påvirke kvaliteten på behandlingen av pasientene ved bl.a. å investere i ny teknologi og forbedre sine rutiner, noe som igjen fører til at pasientene blir friskere av den behandlingen de får og oppnår bedre helse. Denne analysen antar DRS ettersom det antas at alder kan ha innvirkning på helse, og at eldre pasienter har dårligere helse gjennom flere tilleggsdiagnoser som fører til at de vil ha behov for mer behandling på sykehuset (Gjerberg, Bjørndal & Fretheim, 2006).

4.1.1 Skala

Det finnes flere forskjellige måter å behandle skala på i DEA. VRS ble introdusert i DEA-analyse av Banker et al. (1984), og kjennetegnes ved at kopieringsfaktoren λ lar seg summere til én for alle de forskjellige input og output i referansesettet. Ved at summen av λ er mindre enn null, blir skalautbyttet avtakende. Dette er en kombinasjon av CRS og VRS, se figur 4.

For pasienter kan DRS eksemplifiseres ved at ikke alle pasienter har mulighet til å bli like friske etter et sykdomsforløp, ettersom alder, tidligere sykdommer og livsstil m.m. gir forskjellige forutsetninger for å håndtere og heles fra sykdom. Et godt eksempel på dette er det medisinske fagfeltet geriatri, som tar for seg hvordan sykdom påvirker eldre mennesker. Alderdom kan medføre at mennesker blir mer mottakelig for sykdom og har mer sammensatte sykdomsbilder (Kabboord et al., 2018). Ettersom mottakelighet for sykdom gjerne kjennetegnes ved økende alder, vil pasienter ha et konstant skalautbytte fram til en viss alder, og deretter gå over i variabelt skalautbytte (Kabboord et al., 2018). Dermed blir avtagende skalautbytte beste måte å ta hensyn til mottakelighet for sykdom og sammensatte sykdomsbilder på.

4.1.2 Outliers

Outliers er observasjoner som ikke er representative for datasettet, i hovedsak fordi de er atypiske observasjoner som ikke er sammenlignbare med de øvrige observasjonene. Dermed trekker de den tekniske effektiviteten for datasettet opp eller ned. Dette kan skyldes en feilobservasjon, en atypisk observasjon eller at observasjonen har forutsetninger som gjør at de presterer mye bedre eller dårligere og dermed ikke er representativ. Disse observasjonene bør vurderes om de må fjernes for å få et mest mulig representativt datasett.

4.1.3 Produksjonsfront etter verste praksis-modellen

DEA-analysen har til hensikt å finne de pasientene som hadde minst behov for behandling i etterkant av akutt hjerneinfarkt-behandlingen, og om flere hadde et mindre behandlingsbehov etter at sykehuset tok i bruk trombektomi i akuttbehandlingen. Ved å anta at noen pasienter har dårligere utgangspunkt til å bli frisk etter et hjerneinfarkt pga. tidligere sykdommer og høy alder, vil det kunne antas DRS-front. Dermed forutsettes det at alle pasienter har et utgangspunkt som medfører et nokså likt behov for behandling etter et slag, men at flere tidligere sykdommer og høy alder medfører et større behov for behandling og at disse pasientene kommer seg ikke like bra som de yngre og de friskere (Kabboord et al., 2018). Modellforutsetningen lar seg også teste ved hjelp av Kolmogorov-Smirnov-testen (se kapittel 4.1.4), hvor det testes hvorvidt det er signifikant forskjell i effektiviteten mellom forutsetningene CRS, DRS og VRS (Banker & Natarajan, 2011). Resultatene fra denne testen kommes det tilbake til i kapittel 4.3.4.

Ved å gjøre om envelopmentmodellen til å minimere output, blir modellen av type verste praksis. Modellen for DRS ble presentert av Banker et al. (1984), og er her omformulert som output-orientert envelopment-modell til verste praksis:

$$\begin{aligned}
 & \min F_0 \\
 & \text{s. t.} \\
 & x_{i0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \quad (i = 1, \dots, m) \\
 & F y_0 \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \quad (r = 1, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1 \\
 & F_0, \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

Formel 3 – Verste praksis outputorientert DRS (Banker et al., 1984; Liu & Chen, 2009; Paradi et al., 2004)

Her er F_0 den outputorienterte effektiviteten til DMU 0, x_i er m-dimensjonalt input, y_0 er output, y_r er s-dimensjonalt output, λ er kopieringsfaktoren til DMU nummer j , og det finnes n antall DMU. En DRS-front etter denne modellen kan illustreres slik:

I forhold til figur 4 vil en slik front bli motsatt av produktivetsmodellen til Charnes et al. (1978), ved at fronten identifiserer de DMU-ene som produserer mindre output per enhet input. Dette er en modell for standard DEA-analyse med DRS, hvor det antas at noen DMU har avtakende skalaegenskaper, altså ikke er av samme skala som andre DMU-er og dermed ikke har utgangspunkt til å prestere like bra.

Studien til Thanassoulis et al. (2016) foretar en lignende forutsetning, ettersom analysen benytter liggedøgn pasienten har under *nåværende* innleggelse som input, mens output er liggedøgn på innleggelse 365 dager *før* nåværende innleggelse, antall diagnoser pasienten har *før* nåværende innleggelse og tid fra forrige til nåværende innleggelse. I analysen byttes det dermed om på input og output for å skape en effektiv front, ettersom studiens output har mer innvirkning på input enn motsatt. Forskjellen mellom studien til Thanassoulis et al. (2016) og denne masteroppgaven er at denne oppgaven snur input og output i DEA-modellen.

4.1.4 Test for modellforutsetninger

For å teste om vi kan anta avtakende skalautbytte kan asymptotiske tester, også kalt Banker-tester, benyttes for å sjekke om det er signifikant forskjell mellom modeller som forutsetter enten CRS, DRS eller VRS. Denne testen for modellforutsetninger ble presentert av Banker og Natarajan (2008), og brukes i denne oppgaven for å teste om det er en signifikant forskjell ved å gjøre teknologiområdet mindre med å anta CRS i den enden modellen og DRS i den andre. Hvis det da er signifikant forskjell mellom disse forutsetningene, kan det igjen testes om det da er signifikant forskjell mellom DRS og VRS. Dette kan skrives som følgende hypoteser:

$$H_0 : g_{CRS} = g_{DRS}$$

$$H_1 : g_{CRS} \neq g_{DRS}$$

Formel 4 – Null- og alternativhypotese modellforutsetninger CRS kontra DRS (Banker & Natarajan, 2011)

Her er g teknologiantakelsen for modellene. Hvis nullhypotesen ikke kan forkastes, antas det at CRS er riktig modellforutsetning. Hvis alternativhypotesen er sann, medfører dette igjen følgende hypoteser:

$$H_0 : g_{DRS} = g_{VRS}$$

$$H_1 : g_{DRS} \neq g_{VRS}$$

Formel 5 – Null- og alternativhypotese modellforutsetninger DRS kontra VRS (Banker & Natarajan, 2011)

Hvis alternativhypotesen her er sann, antas VRS i modellen. Hvis nullhypotesen ikke kan forkastes, antas DRS. For N firma måles forskjellen i teknologien T_{CRS} og T_{DRS} ved å finne forskjellene når teknologiene er utregnet gjennom følgende formler:

$$T_{CRS} = \frac{\sum_{j=1}^n t(F_1^j)}{\sum_{j=1}^n t(F_2^j)}$$

Formel 6 – Teknologi CRS (Banker & Natarajan, 2011)

Og for DRS:

$$T_{DRS} = \frac{\sum_{j=1}^n t(F_1^j)}{\sum_{j=1}^n t(F_2^j)}$$

Formel 7 – Teknologi DRS (Banker & Natarajan, 2011)

Her er F_1^j og F_2^j outputeffektiviteten til j firma, hvor $t(u_1)$ og $t(u_2)$ er eksponentielt fordelt ved monoton endring $t(\cdot)$. T_{CRS} og T_{VRS} vil være F-distribuert ved H_0 med $2n$ og $2n$ frihetsgrader, altså $F(2n, 2n)$. Ettersom testen er en en-haletest blir konfidensintervallet 95% og kritisk verdi 5%. Det samme gjentas ved test mellom DRS og VRS.

For å teste om teknologiforskjellene er signifikante, kan en Kolmogorov-Smirnov-test foretas:

$$T_{KS} = \max_{j=1, \dots, n} \{|G_1(F^j) - G_2(F^j)|\}$$

Formel 8 – Kolmogorov-Smirnov-test (Banker & Natarajan, 2011)

G_1 og G_2 er kumulative fordelinger for de to forskjellige modellene, sånn at T_{KS} er den største vertikale avstanden mellom disse. Testen gir en verdi mellom 0 og 1. Ved verdier nærmere 1 for T_{KS} indikerer dette at fordelingene er forskjellige, og dermed forkastes H_0 (Banker & Natarajan, 2011).

4.2 Totrinnsanalyse

En totrinnsanalyse har i denne oppgaven som hensikt å ikke bare finne effektiviteten til DMU-ene, men også å finne variabler som påvirker effektiviteten. Dermed foretas først en DEA-analyse, og deretter en OLS-regresjonsanalyse som tester om det er signifikant forskjell i effektivitet mellom forskjellige grupper i datasettet som DMU-ene tilhører. Fremgangsmåten som presenteres her er hentet fra Banker og Natarajan (2011). Det antas å være flere grupper, og herunder undergruppene K_1 og K_2 for hvorvidt observasjonen tilhører en gitt gruppe eller ikke. K_1 og K_2 har en effektivitetsscore, henholdsvis \bar{u}_1 og \bar{u}_2 . Det antas samme varians i hver av disse. En totrinnsanalyse kan dermed også teste for om dummy-variabler i datasettet påvirker effektiviteten. En slik analyse gis ved OLS-regresjonen:

$$\hat{u}_j = a_0 + a_1 z_j + \dots + e_j$$

Formel 9 – OLS-regresjon test mellom grupper med dummy-variabler (Banker & Natarajan, 2011)

Her er z_j en dummy-variabel med verdi på enten 0 eller 1 ut fra om DMU-en tilhører K_1 eller K_2 . Den avhengige variabelen \hat{u}_j er effektivitetsscoren fra DEA-analysen til det samlede settet med n DMU, som blir gjort i første trinn. a_1 er en konstant for effektivitetsforskjellene mellom K_1 og K_2 . e_j er en uavhengig og individuelt distribuert feilmargin. T-scoren fra denne regresjonen kan brukes til å evaluere hvorvidt gruppene er signifikant forskjellige ved et 95% konfidensintervall ut fra gjennomsnittlig effektivitetsscore (Banker & Natarajan, 2011).

En slik analyse kan dermed gi svar på om de som har fått trombektomi er mer effektive enn de pasientene som ikke fikk det, om enkelte årstall er mer effektive, herunder om det er en forskjell på før og etter trombektomi ble innført, og om de som ble reinnlagt i løpet av 30 dager er mindre effektive enn de som forble utskrevet. Dette brukes som forklaringsvariabler for å teste om trombektomi har ført til frigjorte ressurser i rehabiliteringen.

4.3 Operasjonalisering av analysen

4.3.1 Datasett

Datasettet er innhentet fra økonomistyringsseksjonen ved UNN, og er hentet fra deres informasjons- og pasientdatasystemer. Det inneholder 1678 observasjoner fra perioden 2015-2018, og er da samtlige pasienter som har fått hjerneinfarkt i denne perioden. Etter fjerning av outliers er det 1513 observasjoner i datasettet. Datasettet inneholder ikke informasjon som identifiserer pasientene eller annen informasjon av sensitiv art. Analysen gjøres i programmet RStudio versjon 1.0.153 med tilleggspakken Benchmarking versjon 0.27. Scriptet som ble brukt for å gjennomføre analysen finnes i vedlegg 2.

4.3.2 Valg av variabler

Variablene som inkluderes i studien har tilknytning til forløpet i slagbehandlingen. Som input regnes trombektomi, alder, DRG-vekt og antall diagnosekoder. Der det er gitt trombektomi i akuttbehandlingen vil pasientene få én ekstra inputvariabel, ettersom de har fått dette ekstra tiltaket i slagbehandlingen. Alder tas med ettersom alderen påvirker forutsetningene for rehabiliteringen. DRG-kodens vekt tas med, hvor vekten anses som en indikasjon på pasientens hovedsykdoms alvorlighetsgrad. Dette gjør at pasienter som har et mer omfattende sykdomsbilde ved innleggelse kan skilles fra de som kun har slag. I tillegg kommer antall diagnosekoder pasienten har i tillegg, ettersom flere diagnosekoder indikerer et mer komplisert sykdomsbilde som kan ha påvirkning på rehabiliteringen.

Output i analysen er liggedøgn fordelt på slagenhet, intensivavdeling og rehabiliteringsavdelingen på sykehuset, og antall konsultasjoner fra fysioterapeut, ergoterapeut og logoped. Slagenheten er sengeposten hvor pasienten bli innlagt etter akutt slagbehandling, og hvor rehabiliteringen begynner. Pasienten blir inneliggende her til den er utredet for årsaken til slaget og til den er medisinsk avklart. Ved kompliserte slagtilfeller blir innleggelsestiden lengre. Ved særlig kompliserte tilfeller innlegges pasienten på intensivavdelingen også, og liggetiden der inkluderes i analysen. Intensivavdelingen fungerer på UNN som en teknisk sengepost, hvor pasienten tilhører en moderavdeling, i dette tilfellet slagenheten, som har behandlingsansvar for pasienten mens pasienten befinner seg på intensivavdelingen. For de pasientene som skrives ut til videre rehabilitering på UNN, blir disse døgnene også inkludert. Rehabiliteringsterapeuter jobber med å kartlegge og rehabilitere pasientens funksjonsstatus. Disse terapeutenes tilstedeværelse gir indikasjoner på pasientens helse etter slaget, ettersom Millstein og Irwin (1987) poengterer at helse kan relateres til funksjonsstatus. Antall konsultasjoner fra fysioterapeut indikerer at pasienten har et fysisk funksjonstap som må trenes opp. Ved større slag der fysisk funksjonstap er større, antas det flere konsultasjoner fra fysioterapeut. Antall konsultasjoner fra ergoterapeut indikerer at pasienten har kognitive funksjonstap som må kartlegges og trenes opp. Antall konsultasjoner med logoped indikerer funksjonstap innen språk og svelg som krever opptrening (Løvhøiden & Welhaven, 2015).

Tabell 1 – Input og output-variabler

Input	Output
Trombektomi	Liggedøgn slagenhet
Alder	Liggedøgn intensivavdeling
DRG-kode, vektet etter DRG-poeng	Liggedøgn rehabiliteringsavdeling
Antall diagnosekoder etter ICD-10	Antall konsultasjoner av fysioterapeut
	Antall konsultasjoner av ergoterapeut
	Antall konsultasjoner av logoped

Datasettet deles i to grupper, én gruppe som kun er innlagt på slagenheten og én gruppe som er innlagt på slagenheten og rehabiliteringspost på UNN. Dette gjøres ettersom noen pasienter får tilbud om videre rehabilitering på UNN på rehabiliteringssengeposten, mens andre skrives ut fra slagenheten til videre rehabilitering på andre institusjoner eller de skrives ut til hjemsted. I datasettet er det ikke mulig å skille antall konsultasjoner fra terapeuter gitt på slagenheten og på rehabiliteringspost, dermed blir det feil å sammenligne disse med de som skrives ut fra slagenheten. Dermed analyseres disse i en egen gruppe.

Deskriptiv statistikk av variablene er som følger:

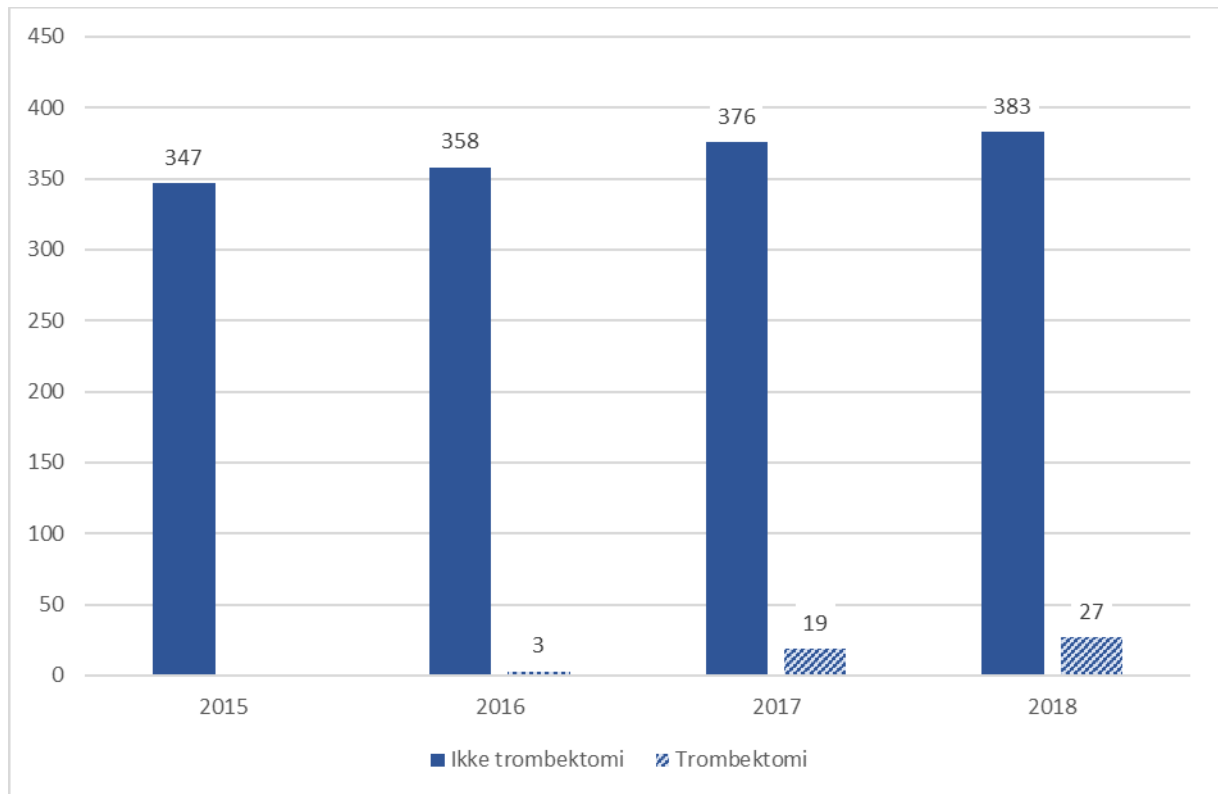
Tabell 2 – Sammendrag av input- og outputvariabler. Kun slagenhet

	Alder	Antall diagn.-koder	DRG-vekt	Liggedøgn slagenhet	Liggedøgn intensiv	Fysio-terapeut	Ergo-terapeut	Logoped
Antall	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229
Gj.sn.	73,06	1,15	2,12	5,88	0,01	2,87	1,72	0,30
St. avvik	13,97	0,42	1,33	5,32	0,52	3,05	2,00	0,85
Min.	3,0	1,0	0,11	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0
Median	74,0	1,0	2,12	4,15	0,0	2,0	1,0	0,0
Maks.	101,0	5,0	9,48	29,86	9,28	25,0	20,0	9,0

Tabell 3 – Sammendrag av input- og outputvariabler. Slagenhet og rehabilitering

	Alder	Antall diagn.-koder	DRG-vekt	Liggedøgn slagenhet	Liggedøgn intensiv	Liggedøgn rehabilitering	Fysio-terapeut	Ergo-terapeut	Logoped
Antall	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Gj.sn.	71,75	1,28	2,62	9,11	0,33	25,30	20,17	13,68	4,44
St. avvik	12,34	0,63	2,25	5,27	1,58	18,10	21,04	12,76	7,92
Min.	22,0	1,0	0,12	0,46	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Median	73,0	1,0	2,12	8,08	0,0	20,76	13,0	10,0	1,0
Maks.	96,0	5,0	24,99	28,98	16,62	104,22	124,0	85,0	43,0

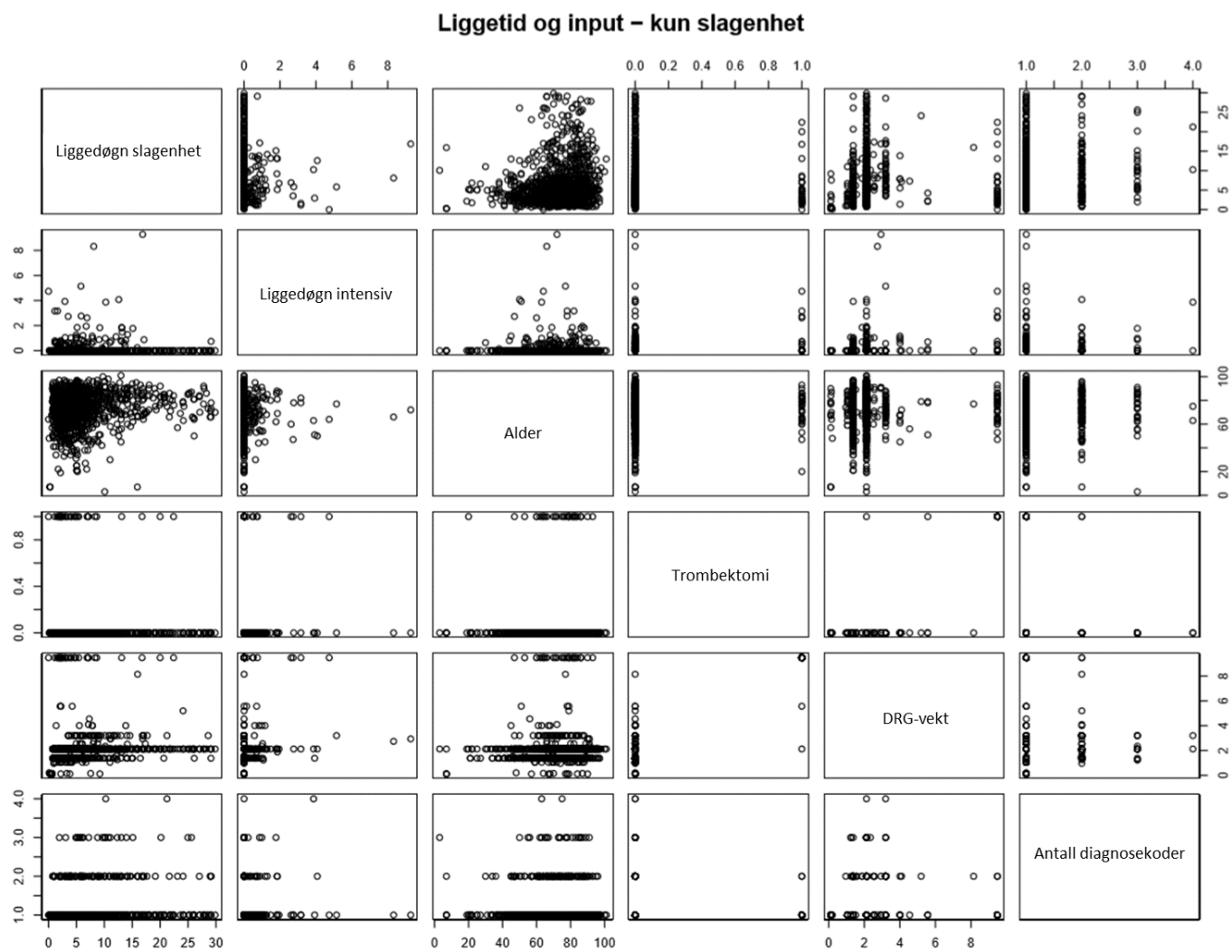
Trombektomi er ikke tatt med i denne oversikten, ettersom den er en dummy-variabel på 0 eller 1. Hvis en pasient har fått trombektomi, vil de da få 1 på trombektomi som input i analysen. Fordelingen av de som har fått trombektomi blant slagpasientene, etter at outliers er fjernet, er som følger:



Figur 6 – Antall pasienter som mottok og ikke mottok trombektomi 2015-2018

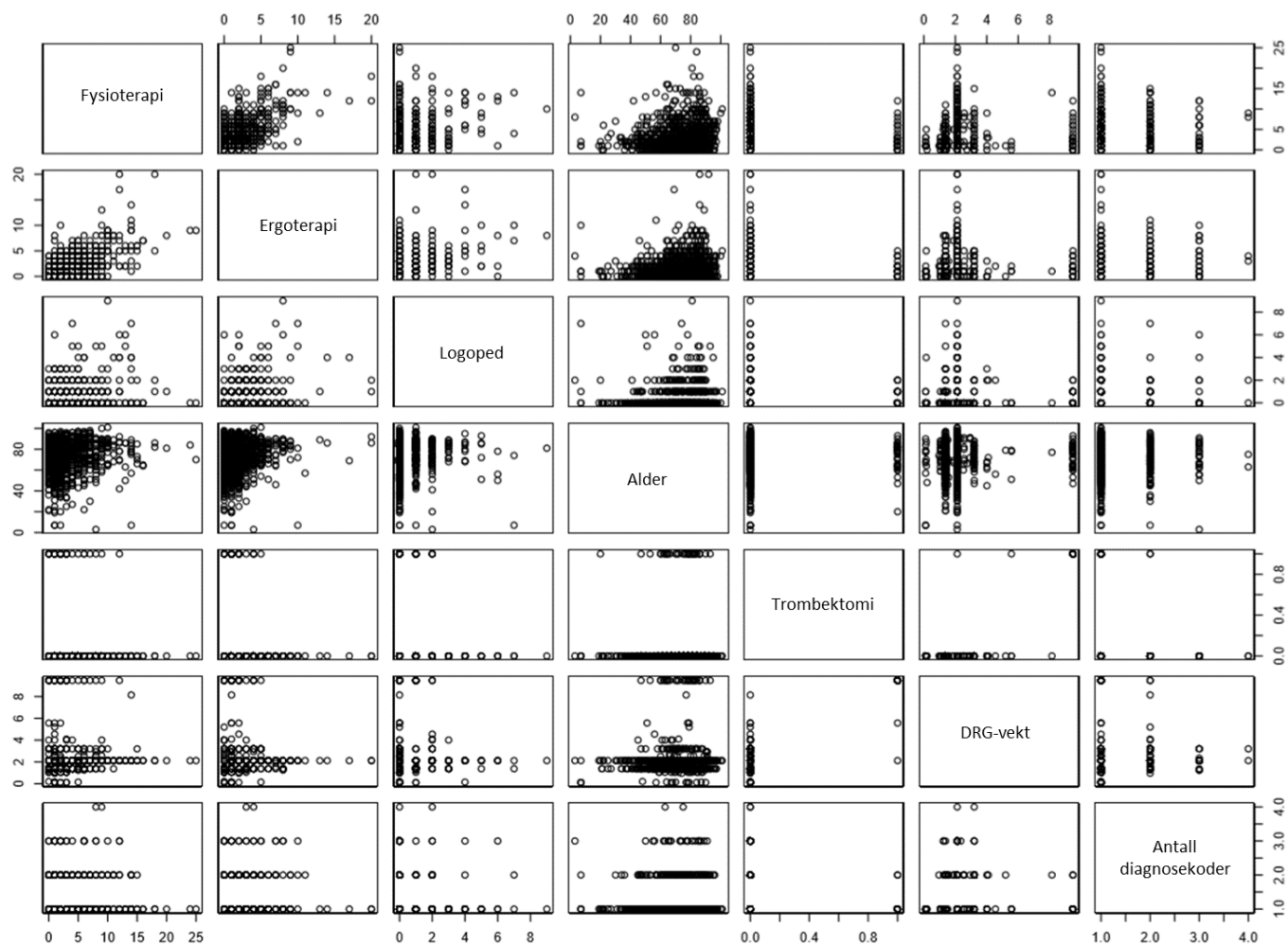
I figuren er de søylene med heldekkende farge de pasientene som ikke mottok trombektomi, mens de skraverte søylene er de som mottok trombektomi. Dermed er det 49 pasienter som fikk trombektomi i datasettet, noe som utgjør 3,2% og er relativt få pasienter kontra de som ikke mottok det.

De påfølgende figurene viser scatterplotmatriser av input og output for alle årene samlet. Her vises gruppen som kun er innlagt på slagenheten, se vedlegg 1 for scatterplotmatriser av de innlagt slagenheten og rehabiliteringsavdelingen.



Figur 7 – Scatterplotmatrise av liggetid og input

Rehabiliteringsressurser og input – kun slagenhet



Figur 8 – Scatterplotmatrise av rehabiliteringsressurser og input

Figurene viser at de pasientene som mottok trombektomi har hatt mindre behov for terapeuter. Det fremkommer også at de har kortere liggetid på slagenheten og intensivavdelingen. Videre fremkommer det at med økende alder øker liggedøgnene og bruk av terapeutressurser. Det fremkommer ikke at DRG-vekt og antall diagnosekoder påvirker om pasientene mottar trombektomi, lengden på innleggelsen eller bruk av terapeutressurser.

4.3.3 Outliers

Blant observasjonene har fjerning av outliers blitt basert på pasientenes liggetid på slagenheten. Det er lagt til grunn at normal liggetid for en slagpasient er på ca. 7-10 dager, men at kompliserte forhold kan føre til lengre liggetid (LHL, 2019). Likevel er svært lange sykehusopphold ikke nødvendigvis representative ettersom andre faktorer kan ha spilt inn som forlenget oppholdet, eksempelvis at pasientene har ligget utskrivningsklare og ikke har blitt tatt imot av andre institusjoner. Ut fra datasettets utforming blir det ikke tatt med observasjoner hvor liggetiden på slagenheten er lengre enn 30 dager, ettersom 78% prosent av observasjonene befinner seg innenfor 0-10 dager, 15% av observasjonene befinner seg mellom 10-20 dager og 4% observasjoner befinner seg mellom 20-30 dager, og 3% observasjoner er på mer enn 30 dager. Gjennomsnittlig liggetid er 8 dager og standardavviket er 10 dager, dermed ligger noe mer enn 95% av observasjonene innenfor 30 dager.

Pasienter som er meldt utskrivningsklare og blir liggende utskrivningsklare på sykehus i fem dager eller mer, strykes også fra datasettet. Dette gjøres ettersom gjennomsnittlig liggetid i Norge for en pasient etter at den er meldt utskrivningsklar er 4,2 dager. Det tas ikke høyde for at dette gjennomsnittet er høyere i Helse Nord RHF (Helsedirektoratet, 2018). Disse dataene strykes ettersom de gjør at pasientene blir inneliggende lengre enn de har behov for, og mottar mer rehabilitering på slagenheten enn det er nødvendig at de får på denne institusjonen. Dette gjør dem mindre effektive. Derimot foreligger bare dato for utskrivningsklare pasienter kun for 2018 og ikke for 2015-2017, dermed fjernes outliers på grunn av utskrivningsklar pasient kun for 2018. Pasienter som utskrives som død fjernes også fra datasettet.

Ettersom det ikke foreligger innsikt i journalene til observasjonene, er det vanskelig å bedømme årsakene til antall konsultasjoner hver observasjon har fått fra terapeutene og dermed luke ut hva som er unormalt. Outliers vil dermed ikke fjernes ut fra hvor mange

konsultasjoner pasientene får fra dem, og det antas dermed at pasientene får behandling fra rehabiliteringsterapeuter ut fra det medisinske behovet.

4.3.4 Modellforutsetning

Ved test for modellforutsetninger viser Kolmogorov-Smirnov-testen at det er signifikant forskjell mellom modellforutsetningene CRS og DRS blant pasientene innlagt kun slagenhet ($T_{KS} = 0,9486, p = 0,00$), mens det ikke var signifikant forskjell mellom DRS og VRS ($T_{KS} = 0,0032, p = 0,99$). Blant pasientene innlagt slagenhet og rehabiliteringsavdeling var det også signifikant forskjell mellom modellene CRS og DRS ($T_{KS} = 0,6761, p = 0,00$), men ikke signifikant forskjell mellom DRS og VRS ($T_{KS} = 0,0070, p = 0,99$). Analysen forutsetter dermed DRS. Dette understøttes av annen medisinsk litteratur som viser at eldre (geriatrike) pasienter er mer utsatt for sykdom, og har dårligere forutsetninger for å komme seg etter et slag og vil ha mer behov for behandling i rehabiliteringsfasen (Kabboord et al., 2018).

4.3.5 Totrinnsanalyse

Hensikten med totrinnsanalysen er å se om enkelte faktorer forklarer pasientenes effektivitet. Dette brukes for å forklare om innføringen av trombektomi er årsaken til at pasientene er effektive. Følgende variabler tas med i totrinnsanalysen:

Tabell 4 – Variabler totrinnsanalyse

Variabler totrinnsanalyse

Trombektomi

Reinnlagt ila. 30 dager

Årstallene 2017-2018

Årstallene 2015-2016

Mann

Kvinne

Trombektomi tas med for å se hvorvidt metoden har innvirkning på effektivitetsscoren. Hvis pasienter som får trombektomi er mer effektive enn de som ikke får det, understøtter dette det samme som den medisinske forskningen (Badhiwala et al., 2015). Reinnlagt ila. 30 dager tas

med som en kvalitetsindikator for å se hvorvidt reinnleggelse påvirker effektiviteten negativt (Bjorvatn, 2018). Det forventes at reinnleggelse ikke påvirker effektiviteten positivt, ettersom reinnleggelser kan indikere at pasienter med et komplisert sykdomsbilde kan ha mottatt ufullstendig behandling under nåværende innleggelse. Clarke (2004) fremhever at selv om reinnleggelse kan være en indikasjon på kvalitetsnivået i behandlingen, så er det kun en av flere variabler som forklarer kvalitet i helsetjenesten. Til slutt tas pasientens kjønn med, for å kunne påvise eventuelle forskjeller mellom kjønnene i datasettet (Thanassoulis et al., 2016). Statistikken over norske hjerneslagpasienter viser også at 55% av de som får hjerneslag er menn (Hjerneslagregisteret, 2019). Årstallene 2017-2018 tas med for å se om årene etter trombektomi ble innført er mer effektive enn årene før det ble innført. Hvis pasienten fikk slag i 2017 eller 2018, får den dummyvariabelen 1. Det samme for årene 2015-2016. Dermed vil man kunne se om det er effektivitetsforskjell mellom før og etter trombektomi ble innført. Selv om det ble foretatt tre trombektomi i 2016, anses dette for å være for lite volum til å ha signifikant betydning.

Det foretas én OLS-regresjon for hver av forklaringsvariablene, dvs. én regresjon for å teste om trombektomi påvirker effektivitetsscoren, én for om hjerneinfarkt inntraff i 2017 eller 2018, én for om hjerneinfarkt inntraff i 2015 eller 2016, én for om reinnleggelse og én for om pasientens kjønn. Dette gjøres for å unngå Omitted Variable Bias, ettersom flere av forklaringsvariablene overlapper.

5 Resultater og diskusjon

Denne studien tar utgangspunkt i problemstillingen «*Innføringen av trombektomi ved UNN – på hvilken måte ble ressursene i rehabiliteringen av slagpasienter påvirket?*» Dermed testes det om ressursstyringen påvirkes av produksjonen i sykehus, ved å ta utgangspunkt i innføringen av trombektomi på UNN og hvorvidt det endret ressursbruken i rehabiliteringen av slagpasienter. Dette kapittelet presenterer resultatene og diskusjonen samlet. Frigjorte ressurser i rehabiliteringen vil være argument for at produksjonen påvirker ressursstyringen i sykehus. Resultatene fra totrinnsanalysen tester om det eksisterer effektivitetsforskjeller mellom de som fikk hjerneslag før og etter innføringen av trombektomi, for både de som er innlagt kun på slagenheten, og for de som innlegges på slagenheten og deretter overføres til rehabiliteringsavdelingen på UNN. Går ressursbruken ned ved innføringen av trombektomi gjennom at denne analysen viser at pasientforløpene blir mer effektive, er det argument for at ressurser blir frigjort og kommer sykehuset til gode. Dette kobles opp mot MCS-rammeverket til Malmi og Brown (2008) for å argumentere for at denne sammenhengen gjør driften i sykehus til et hybrid system bestående av finansielle og ikke-finansielle systemer, i form av forbedret helse blant pasientene og frigjorte ressurser som kommer sykehuset til gode.

5.1 Resultater fra Data Envelopment Analysis

Resultatene og diskusjonen som presenteres her er fra DEA-analysen med DRS som har verste praksis som effektiv front. I denne analysen benchmarkes produktiviteten til pasientene, hvor DEA er metoden som brukes (Charnes et al., 1978). Her benyttes multifaktorproduktiviteten til pasientene, ettersom forskjellige input og flere forskjellige output ses på i samme prosess. Dermed kan produktiviteten til hver pasient sammenlignes for å se hvor effektive de er opp mot de mest effektive pasientene (Farrell, 1957). Hver pasient får på denne måten en effektivitetsscore, som kan kjøres statistiske tester på for å finne forklaringsvariabler til deres effektivitet. På denne måten forklares det hvorvidt trombektomi har medført frigjorte ressurser i rehabiliteringen av slagpasienter (Banker & Natarajan, 2011).

Modellen som ble benyttet er den outputorientert verste praksis-modellen til Paradi et al. (2004). DMU i modellen er pasienter med hjerneslag. Analysen ble gjort på to grupper, de som kun blir innlagt på slagenheten og de som blir innlagt på slagenheten og deretter rehabiliteringsavdelingen på UNN. Inputvariablene i begge gruppene er pasientenes alder,

DRG-koder, antall diagnosekoder og trombektomi, som har betydning for akuttbehandlingen i slagbehandlingsforløpet. Outputvariablene i begge gruppene er antall konsultasjoner av terapeutene fysioterapeut, ergoterapeut, og logoped, og liggedøgn på intensivavdeling og slagenheten. For gruppen som også innlegges på rehabiliteringsavdelingen er også liggedøgn på rehabiliteringsavdelingen en outputvariabel. Verste praksis-modellen tar høyde for at de som er effektive i denne analysen er de som produserer minst output per input, altså de som er kortest innlagt og har minst behov for rehabilitering med terapeuter. DEA-analysen av slagpasienter inkluderer pasienter før og etter trombektomi ble tatt i bruk for fullt som behandlingsmetode i akutt slagbehandling ved UNN. Denne analysen skaper en effektiv front av hvilke pasienter som behøver minst rehabiliteringsressurser og liggetid på sykehuset ut fra hvor syk og hvor gammel de var da de fikk slag.

DEA-analysen viser at 3,17% av pasientene innlagt kun slagenheten er effektive og utgjør den effektive fronten, mens 15,50% av pasientene innlagt slagenheten og rehabiliteringsavdelingen er effektive og utgjør den effektive fronten. Årsaken til denne effektivitetsforskjellen kan være at pasientene innlagt slagenheten og rehabiliteringsavdelingen har én outputvariabel ekstra. Andre grunner kan være at pasientene ved slagenhet og rehabilitering har alle behov for rehabilitering, mens de ved kun slagenheten også inkluderer de pasientene som ikke får noen senskader etter akuttbehandlingen av hjerneslaget og ikke har behov for rehabilitering under innleggelse eller etter utskrivelse. Pasientene uten senskader kan dermed være flere av de som utgjør fronten.

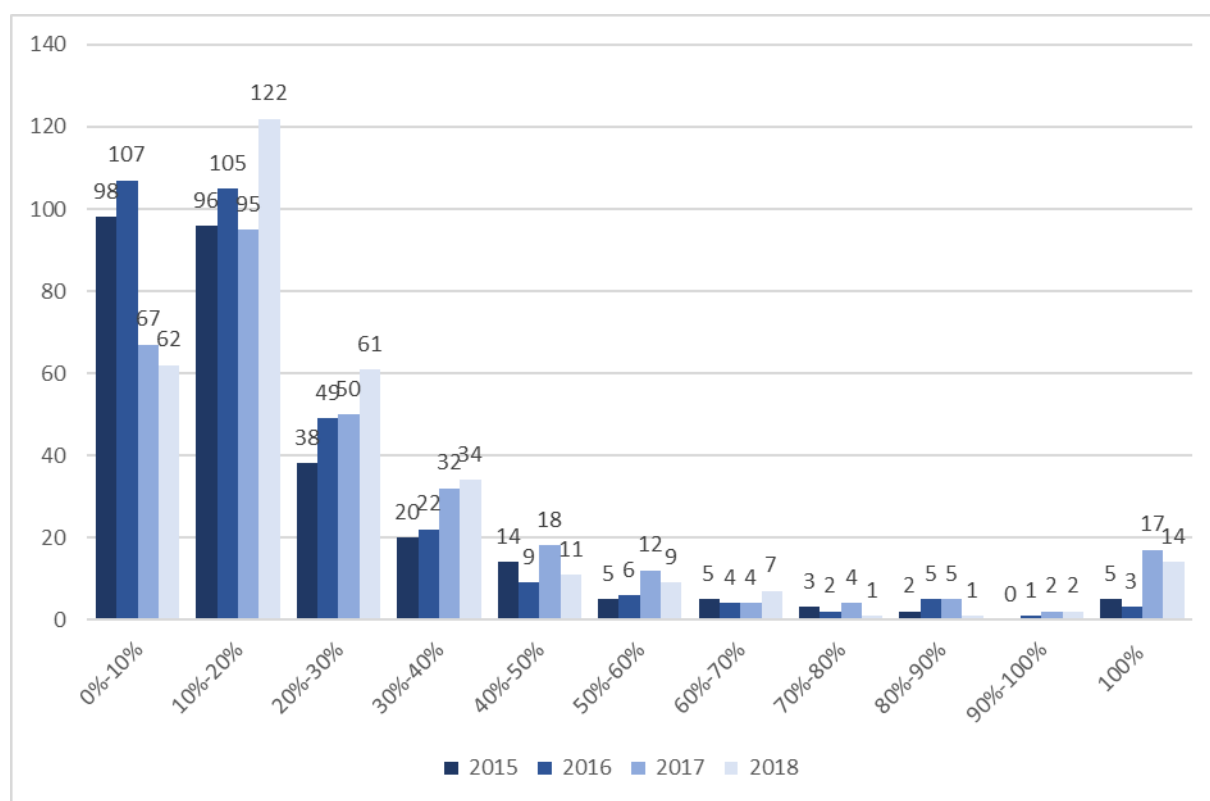
Tabell 5 – Resultater DEA-analyse

	Antall DMU	Antall effektive DRS	% antall effektive
Kun slagenhet	1229	39	3,17%
Slagenhet og rehabilitering	284	44	15,50%

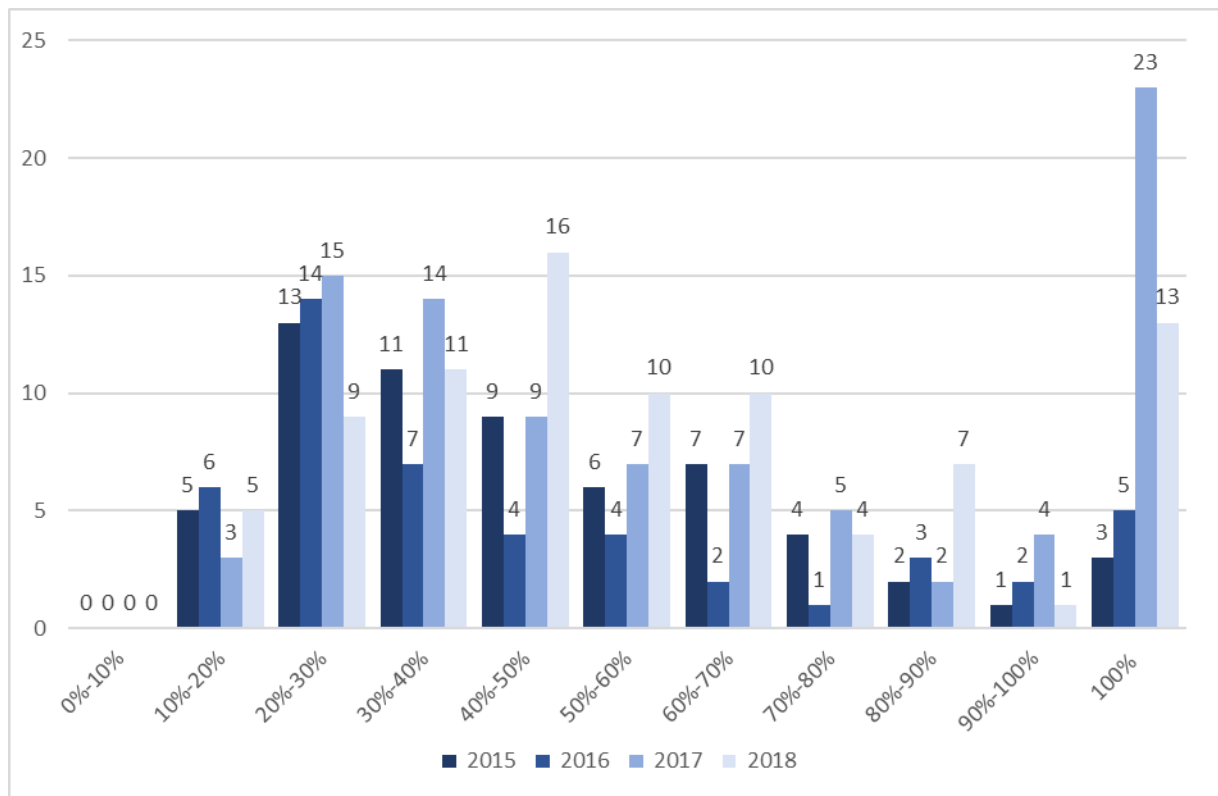
Tabell 6 – Resultater teknisk effektivitet DRS-modell

	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minst
Slagenhet	0,231	0,215	0,016
Slagenhet og rehabilitering	0,541	0,277	0,125

De to påfølgende figurene viser fordelingen av effektivitetsscorene per år oppdelt i 10%, for hver av gruppene i analysen. Figurene viser om pasientene kommer nærmere den effektive fronten i årene hvor trombektomi var innført som slagbehandlingsmetode.



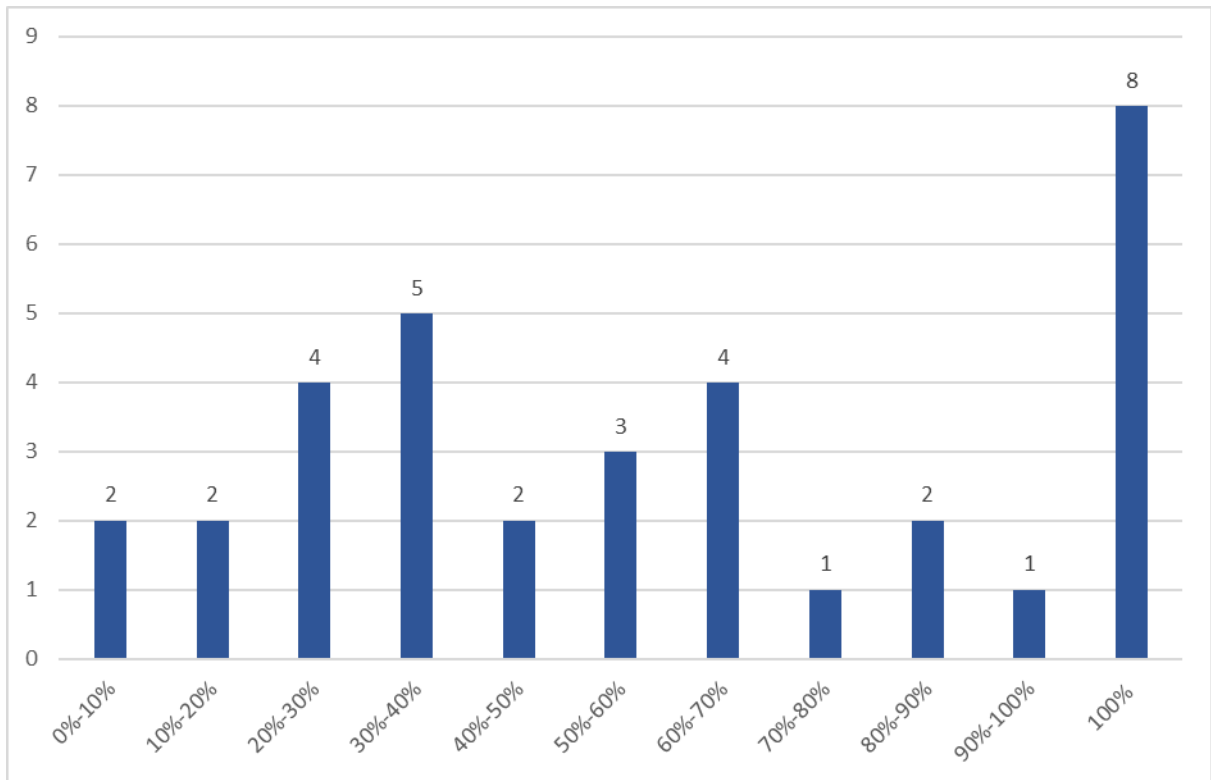
Figur 9 – Fordeling effektivitetsscore 2015-2018. Kun slagenhet



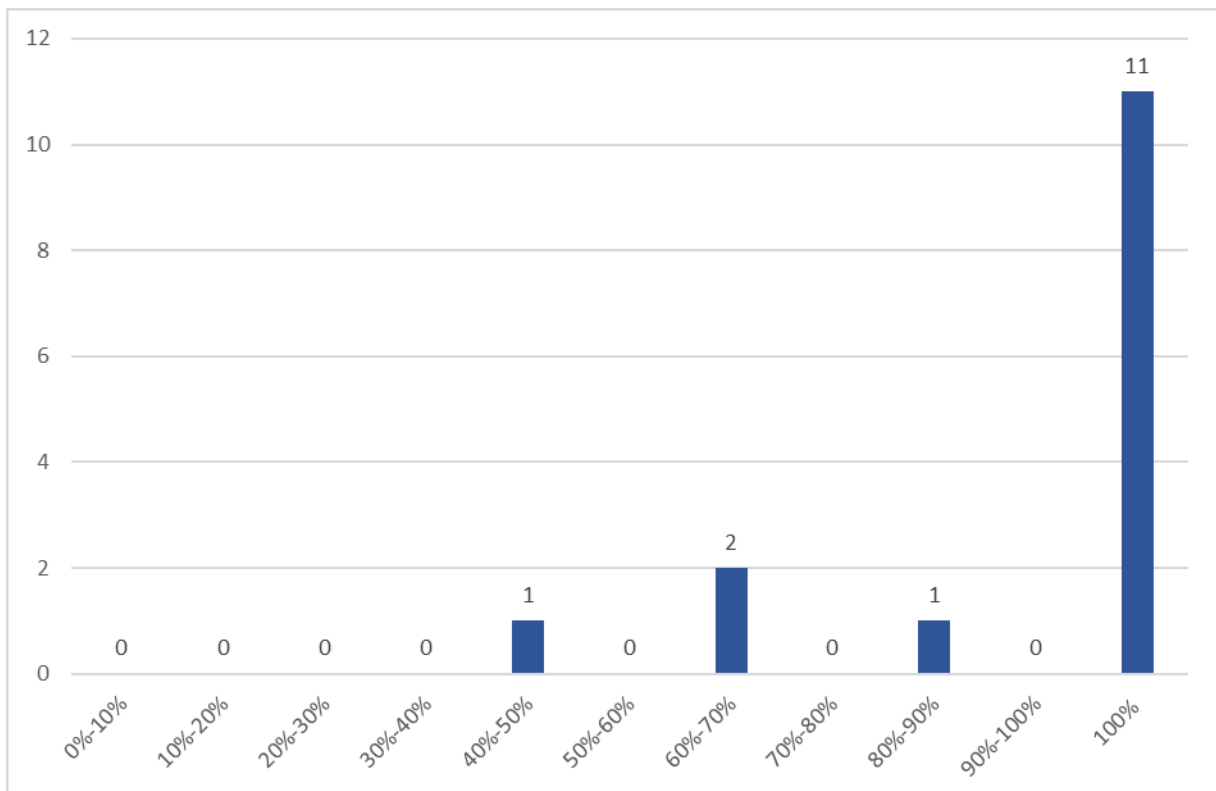
Figur 10 – Fordeling effektivitetsscore 2015-2018. Slagenhet og rehabiliteringsavdeling

Figur 9 viser at blant de innlagt på kun slagenheten har færre pasienter de laveste effektivitetsscorene mellom 0%-10%, og at flere pasienter kommer nærmere fronten i årene 2017 og 2018. At så relativt få ligger nært fronten kan bl.a. forklares med at de som ligger nærmest er de som i stor grad fikk reversert sitt hjerneslag i akuttbehandlingen (Lund et al., 2018). De som i noen grad eller liten grad fikk reversert hjerneslaget ender opp på de lavere effektivitetsscorene. Et skift mot fronten blant de med lavere effektivitetsscore anses dermed her også som en fremgang. Figur 10 viser at også pasientene innlagt slagenhet og rehabiliteringsavdeling nærmer seg fronten, og at det er en nedgang blant laveste effektivitetsscore på 10%-20%. Dermed ser man at ressurser er noe frigjort i 2017 og 2018, hvor denne effekten ses tydeligst på gruppen som er innlagt slagenhet og rehabiliteringsavdeling.

Figur 11 og 12 viser fordelingen av effektivitetsscore blant de pasientene som mottok trombektomi i datasettet, hvor alle årene ses samlet:



Figur 11 – Fordeling effektivitetsscore blant pasienter som mottok trombektomi. Kun slagenhet



Figur 12 – Fordeling effektivitetsscore blant pasienter som mottok trombektomi. Slagenhet og rehabilitering

Av effektivitetsscorefordelingene mellom de som mottok trombektomi fremkommer det at flere er nær eller på den teknisk effektive fronten. Av pasientene kun innlagt slagenheten som er 100% effektive har åtte av dem mottatt trombektomi, noe som utgjør 20,5% av pasientene på fronten. Av pasientene innlagt slagenhet og rehabiliteringsavdeling som er 100% effektive har elleve av dem mottatt trombektomi, noe som utgjør 25,0% av pasientene på fronten.

Effektivitetsscoren fra DEA-analysen forklarer om pasientene bruker minst mulig output per input. De effektive i datasettet bruker minst output per input, og de øvrige pasientene sammenlignes med og får en effektivitetsscore ut fra hvor mye output de bruker i forhold til disse. Her er det tatt hensyn til at eldre pasienter og sykere pasienter har et avtakende skalautbytte og dermed ikke vil ha samme forutsetninger til å benytte like lite output som yngre og friskere pasienter (Kabboord et al., 2018). Gjennom å bruke terapeutressurser i rehabiliteringsfasen som output, fremkommer et bilde av pasientens funksjonsstatus og dermed også helse. Ettersom Millstein og Irwin (1987) poengterer at funksjonsstatus indikerer helse hos pasienten, og at fravær av sykdom også kan indikere helse, gir reduksjonen i bruken av terapeutressurser inntrykk av at pasientene oppnår bedre helse når de kommer nærmere fronten. De pasientene som fikk trombektomi og ligger nært fronten, kan det dermed antas at disse har oppnådd helsefordeler.

DEA som metode ble valgt ettersom den har blitt brukt i tidligere studier av effektivitet i pasientbehandling og sykehusproduksjon (Kittelsen et al., 2017; Kittelsen et al., 2007; Thanassoulis et al., 2016). Metoden er godt egnet til å analysere multifaktorproduktivitet, og dermed kan flere input og flere output inkluderes i analysen. Dermed kan flere variabler fra pasientbehandlingsprosessen inkluderes. Metoden er godt anvendelig når disse faktorene ikke er priser, men av forskjellige enheter. Dermed inkluderer modellen at flere input-faktorer påvirker utfallet av pasientbehandling, noe som gjenspeiler realiteten i pasientbehandling noe bedre enn å kun se på singelfaktorer i studien. DEA i seg selv gir dermed ikke svar på om trombektomi har hatt effekt på ressursbruken i rehabiliteringsfasen til slagpasienter. DEA gir et svar på hvilke pasienter som er effektive og hvilke som ikke er det.

En svakhet med analysen er at bidiagnosene til pasientene ikke vektet, men teller likt. Årsaken til dette er at det ikke finnes vektning blant diagnosekoder etter ICD-10-systemet på samme måte som DRG-systemet. Dermed teller bidiagnoser likt selv om de kan ha forskjellig

alvorlighetsgrad og påvirke slagbehandlingen forskjellig. Likevel er de inkludert, ettersom det antas at en pasient med bidiagnoser i form av flere diagnosekoder har dårligere forutsetninger for å være effektive enn pasienter med færre diagnosekoder. Det er heller ikke mulig å utelukke at andre faktorer har påvirket effektiviteten. Dette kan være informasjonskampanjer om hjerneslag som kan føre til at flere oppsøker hjelp forttere, og dermed får akutt slagbehandling tidligere og trenger mindre rehabilitering som følge av tidlig kontakt med helsevesenet. En annen svakhet er den store spredningen blant observasjonene i datasettet.

5.2 Resultater fra totrinnsanalysen

I dette kapitlet presenteres resultatene fra totrinnsanalysen, hvor det er foretatt en OLS-regresjon på grupper basert på dummyvariabler. Hensikten er å påvise hvorvidt trombektomi gjør pasientene friskere, om det er forskjell i effektivitet på perioden før og etter trombektomi ble innført, om pasientens kjønn påvirker effektiviteten, samt kvalitetsindikatoren reinnleggelse 30 dager tas med for å se om de pasientene som reinnlegges har et mer ineffektivt forløp når de er inneliggende første gang. Hvis effektive pasienter reinnlegges, kan dette tyde på at de skrives ut for fort. Resultatene og diskusjonen presenteres samlet.

Totrinnsanalysen tester dermed hvilke variabler som påvirker effektiviteten til pasientene, ved å gjøre en OLS-regresjon på effektivitetsscoren og teste om valgte forklaringsvariabler påvirker effektivitetsscoren (Banker & Natarajan, 2011). Totrinnsanalysen som gjøres i denne oppgavene er en OLS-analyse hvor det brukes dummyvariabler, og benytter effektivitetsscoren fra DEA-analysen som avhengig variabel. Det kjøres statistiske tester vha. dummyvariablene på hva som gjør noen pasienter mer effektiv med et 95% konfidensintervall. Banker og Natarajan (2011) presenterer dette som en metode for å sammenligne effektivitet mellom grupper. Det er her trombektomi brukes som forklaringsvariabel, samt årstallene før og etter innføringen av trombektomi for å se om trombektomi frigjør ressursene som brukes som output i DEA-analysen ved at pasientene er mer effektive. Det sjekkes også om pasienter som blir reinnlagt i løpet av 30 dager påvirker effektiviteten, hvor det at denne variabelen trekker opp effektiviteten kan være argument for at slagpasienter skrives ut for fort (Clarke, 2004). Det foretas en OLS-regresjon for hver enkelt forklaringsvariabel for å unngå Omitted Variable Bias.

Resultatene fra totrinnsanalysen av gruppen kun innlagt slagenhet og gruppen innlagt slagenhet og rehabiliteringsavdeling er presentert i følgende tabeller:

Tabell 7 – Resultater OLS-regresjon for forskjeller mellom grupper. Kun slagenhet

Slagenhet	Koeffisient	Standardavvik	t-verdi	p-verdi
Konstant	0,2214	0,0060	36,94	0,00
Trombektomi	0,3580	0,0360	9,93	0,00
Konstant	0,1981	0,0087	22,76	0,00
År 2017-2018	0,0649	0,0122	5,34	0,00
Konstant	0,2629	0,0085	31,00	0,00
År 2015-2016	-0,0649	0,0122	-5,34	0,00
Konstant	0,2330	0,0063	36,71	0,00
Reinnlagt ila. 30 dager	-0,0268	0,0250	-1,07	0,29
Konstant	0,2222	0,0082	27,17	0,00
Kvinne	0,0208	0,0124	1,68	0,09
Mann	NA	NA	NA	NA

Tabell 8 – Resultater OLS-regresjon for forskjeller mellom grupper. Slagenhet og rehabilitering

Slagenhet og rehabilitering	Koeffisient	Standardavvik	t-verdi	p-verdi
Konstant	0,5208	0,0161	32,38	0,00
Trombektomi	0,3857	0,0700	5,51	0,00
Konstant	0,4694	0,0260	18,03	0,00
År 2017-2018	0,1165	0,0332	3,51	0,00
Konstant	0,5859	0,0206	28,52	0,00
År 2015-2016	-0,1165	0,0332	-3,51	0,00
Konstant	0,5391	0,0168	32,04	0,00
Reinnlagt ila. 30 dager	0,0482	0,0819	0,59	0,56
Konstant	1,0000	0,2763	3,92	0,00
Kvinne	-0,4395	0,2775	-1,58	0,11
Mann	-0,4738	0,2771	-1,71	0,09

OLS-regresjonen for grupper viste at trombektomi hadde en positiv effekt på effektivitetsscoren til pasientene. Dette er i tråd med medisinsk forskningslitteratur (Badhiwala et al., 2015). Denne analysen viser at pasientene som har fått trombektomi er mer effektive. Det vil si at pasienter som har fått trombektomi er kortere innlagt på slagenheten, intensivavdelingen og rehabiliteringsavdelingen, og de har mindre behov for fysioterapi, ergoterapi og logoped. Dette resultatet lar seg forklare av medisinsk forskning på effekten av trombektomi for pasienter, som viser at trombektomi er godt egnet til å reversere slag (Badhiwala et al., 2015). Funnene samsvarer også med figurene 11 og 12, hvor det fremkommer at de som får trombektomi ligger nærmere fronten og utgjør en stor del av de effektive pasientene. I denne oppgaven kommer det også frem at pasienter som får trombektomi har mindre behov for ressurser i form av liggetid og rehabiliteringsterapeuter, noe som kan forklares ved at de har oppnådd bedre helse som følge av å ha fått trombektomi

(Millstein & Irwin, 1987). Ved at målet med akutt slagbehandling er å redusere omfanget og funksjonstapet fra slaget, kan det argumenteres for at trombektomi bidrar til denne måloppnåelsen og fører til bedre «effectiveness» i akutt slagbehandling på UNN (Kittelsen & Førsvund, 2001).

Ved å sjekke hvilken betydning årstall har for om pasientene er effektive, testes det om slagpasienter som helhet krever mindre ressurser etter at trombektomi ble innført. Ved test på om årene 2017 og 2018 påvirker effektiviteten, ses det på både de pasientene som fikk og de som ikke fikk trombektomi under ett. På den måten ses det om ressurser blant slagpasienter som helhet er frigjort etter innføringen av trombektomi. Analysen viser i begge gruppene at de som fikk slag i år 2017 eller 2018 var mer effektive. Dermed kan det konkluderes med at ressurser blant slagpasienter er frigjort etter at trombektomi ble innført, ved at slagpasienter har mindre behov for liggetid og terapeuter etter at trombektomi ble innført. Dette betyr at driften i årene 2017 og 2018 har blitt mer kostnadseffektiv ved at slagpasienter krever færre liggedøgn og terapeutressurser, noe som medfører at ressursene har kommet sykehuset til gode (Henri, 2006; Thanassoulis et al., 2016).

En svakhet med å sammenligne årstall er at det kan være flere variabler som ikke er inkludert i analysen som kan forklare en forbedring eller forverring i effektivitet. Flere faktorer kan forklare hvorfor ressurser ble frigjort i 2017 og 2018 og hvorfor de ikke var det 2015 og 2016, eksempelvis nye rutiner i akutt slagbehandling eller rehabilitering av slagpasienter, ny rutiner for pasientsikkerhet under innleggelse, reduksjon av sykehusinfeksjoner m.m. Slike årsaker er ikke kartlagt i denne oppgaven, men kan bidra til å forklare andre aspekter ved pasientenes effektivitetsscore (Pettersen & Nyland, 2006).

Kvalitetsindikatoren reinnleggelse ilt. 30 dager har ikke signifikant effekt på effektiviteten. Blant pasientene som reinnlegges i løpet av 30 dager er det ikke påvisbart at reinnleggelsen påvirker effektivitetsscoren under nåværende innleggelse. Etersom denne variabelen sjekker for hvorvidt reinnlagte pasienter ikke har blitt skrevet ut for tidlig, kan dette resultatet tolkes som at reinnleggelse av pasienter ikke skyldes systematisk for lite behandling av pasienter under nåværende innleggelse. Clarke (2004) presiserer at reinnleggelse kan ha mange forklaringsvariabler, og at reinnleggelse ikke nødvendigvis indikerer kvalitet eller mangel på kvalitet. Dette funnet dermed i tråd med denne forskningen.

Pasientenes kjønn har heller ingen signifikant betydning på effektivitetsscoren. For pasientene innlagt slagenheten har det ikke signifikant betydning at pasienten er kvinne ut fra hvor mye rehabilitering og liggetid den trenger, og hvorvidt pasienten er mann er ikke signifikant forskjellig fra om den er kvinne. For pasientene innlagt slagenheten og rehabiliteringsavdelingen er det heller ikke pasientens kjønn av signifikant betydning. Disse funnene er forskjellige fra Thanassoulis et al. (2016), som fant at kjønn hadde innvirkning på hvor effektive KOLS-pasienter var med tanke på pasientens liggedøgn på sykehus. Selv om 55% av pasientene i Norge som fikk slag i 2017 var menn, har dette dermed ingen betydning på bruk av rehabiliteringsressurser og liggedøgn etter akuttbehandlingen (Hjerneslagregisteret, 2019).

Det bemerkes at for de signifikante variablene er multippel R^2 mellom 0,0227 og 0,0744 og adjusted R^2 er mellom 0,0219 og 0,0736 for datasettet med kun slagenheten, og for datasettet med slagenheten og rehabiliteringsavdelingen er multippel R^2 mellom 0,0419 og 0,0971 og adjusted R^2 er mellom 0,0385 og 0,0939. Dette indikerer at variablene i tottrinnsanalysen forklarer nokså lite av variasjonene i effektivitet. Det antas at data knyttet til pasientenes sykdomsforløp, herunder bl.a. hjerneslagets omfang og plassering i hjernen kunne bidratt til å forklare effektivitetsscorene. Den svake forklaringsgraden ses derfor i sammenheng med at denne analysen ikke har fokusert på sykdomsforløpene, og dermed ikke forklarer resultatet i lys av sykdomsforløpene til pasientene (Pettersen & Nyland, 2006).

5.3 Produksjon og ressursstyring som hybrid system

Dette kapittelet drøfter hva som gjør produksjon og ressursstyring i sykehus til et hybrid system. Til å forklare svarene fra DEA- og tottrinnsanalysen er rammeverket MCS (Malmi & Brown, 2008) benyttet, og herunder brukes hybride systemer som forklaringsmodell for at endring i produksjonen medfører endring i ressursstyringen og beviser koblingen som illustreres i figur 2. Hybride systemer karakteriseres av at finansielle og ikke-finansielle systemer eksisterer sammen og påvirker hverandre.

DEA-analysen og den påfølgende tottrinnsanalysen viser at årene 2017 og 2018 er mer effektive enn årene 2015 og 2016. Tottrinnsanalysen viser også at pasientene som har fått trombektomi er mer effektive, dermed kan man anta at innføringen av trombektomi er medvirkende årsak til hvorfor årene 2017 og 2018 er mer effektive. At pasientene er mer

effektive betyr at pasienter er kortere innlagt både på slagenheten, intensivavdelingen og rehabiliteringsavdelingen i tiden etter at trombektomi ble innført enn før, noe som frigjør ressurser i form av liggedøgn. I tillegg behøver de færre rehabiliteringsressurser i form av fysioterapeuter, ergoterapeuter og logopeder. Ressursstyring kan ses på som et finansielt system ettersom menneskelige ressurser og sengeplasser fungerer som surrogat for kapital, og at en reduksjon i ressursbruken medfører en mer kostnadseffektiv drift (Belciug & Gorunescu, 2015; Henri, 2006; Thanassoulis et al., 2016).

Ettersom en ny behandlingsmetode endrer produksjonen og medfører at pasientene blir friskere, er dette en ikke-finansiell verdi ettersom friskere pasienter er en ikke-kvantifiserbar verdi. Pasientbehandling blir et tilhørende ikke-finansielt system ettersom det er en produksjon som produserer bedre helse for pasienter (Byford, 2000; Millstein & Irwin, 1987). Produksjonen og konsumet anses å foregå simultant gjennom møtet mellom helsepersonellet og pasienten, og produktet av dette møtet vil være pasientens forbedrede helse (Pettersen & Nyland, 2006). Selv om helse er svært vanskelig å kvantifisere, kan helse likevel indirekte måles gjennom fravær av behov for ressurser, og i denne oppgaven er mindre behov for rehabiliteringsressurser brukt som indikasjon på at behandlingen har hatt positive helsefordeler for pasienten (Millstein & Irwin, 1987). Ved at endring i produksjonen gjennom innføring av en ny behandlingsmetode viser seg å frigjøre ressurser i form av terapeuter og liggedøgn, er dette argument for at produksjon og ressursstyring i sykehus henger sammen i et hybrid system (Malmi & Brown, 2008).

Prioriteringsforskriften (2001) vektlegger at innføringen av tiltak skal både ha nytte for pasientens helse, og også være kostnadseffektivt for at ressursene skal gå dit det er mest behov for helsetjenester. Denne oppgaven har sett på hvordan innføringen av tiltak frigjør ressurser som kommer sykehusets drift til gode. Ut fra Prioriteringsforskriften (2001) kan MCS som økonomistyringsrammeverk brukes som et styringssystem til å fokusere på mål i helsevesenet. Hybride systemer som rammeverk belyser både de kriteriene om pasientens behov for behandling og forventede nytte av den samt avveiningen mot tiltakets kostnadseffektivitet. Her vil man anse tilstandens alvorlighetsgrad og forventet nytte som ikke-finansielle faktorer, og tiltakets kostnadseffektivitet som finansiell faktor. Ved å studere investeringer i helsevesenet som et hybrid system ut fra MCS (Malmi & Brown, 2008) med

mål om å vurdere tiltakets kostnadseffektivitet og nytte, vil informasjonen kunne brukes til styringsformål (Nyland et al., 2017).

Med utgangspunkt i hybride systemer som rammeverk vil benchmarking være en metode til bruk som styringsverktøy. Meyer et al. (2012) analyserte hvordan benchmarking av liggedøgn medførte en reduksjon av pasientenes liggedøgn uten at kvaliteten på pasientbehandlingen ble redusert. Dette medførte frigjorte ressurser for avdelingen i studien. Denne studien brukte benchmarking som styringsverktøy til å frigjøre ressurser. Denne oppgaven identifiserer i likhet med Meyer et al. (2012) vha. benchmarking at liggedøgn og terapeutressurser er frigjort og at dette har kommet sykehuset til gode, som igjen kan brukes som grunnlag for styring av sykehuset (Pettersen & Nyland, 2006).

Ved å innføre en behandlingsmetode som medfører friskere pasienter, frigjøres ressurser som kan komme sykehuset til gode. Ut fra figur 2 har dermed denne oppgaven funnet bevis for at pasientbehandlingen påvirker ressursstyringen. En måte å omformulere modellen i figur 2 på, er at pasientbehandlingen er av pasienten vi har nå, som er produksjonen og konsumet som skjer simultant. Ressursstyringen i sykehus bidrar til å legge forholdene til rette for alle påfølgende pasienter. Sykehusledelsen har et felles ansvar for både den nåværende pasienten og de neste pasientene. Hybride systemer som rammeverk for økonomistyring i sykehus muliggjør ivaretagelse av dette ansvaret (Nyland et al., 2017).

Selv om fokuset på kostnadseffektivitet har blitt kritisert for å kunne gå på bekostning av kvalitet i helsesektoren (Kittelsen et al., 2017), er et fokus på kostnadseffektivitet og benchmarking i helsevesenet likevel rimelig. Benchmarking blir et styringsverktøy som sikrer at investeringer foretas der det oppnås best effekt samt at behandling gis når den har forholdsvis god nytte. Ved bruk av benchmarking som styringsverktøy kan det sikres at behandling og investering gis der det trengs mest, og at sløsing reduseres slik at kapital kan brukes der det er størst behov for tiltak. Overforbruk av ressurser på et område i helsevesenet medfører at andre områder får mindre ressurser (Abernethy, 1996). Ved at trombektomi medfører et mindre behov for ressurser til de slagpasientene som mottar denne behandlingen, oppstår frigjorte ressurser som kommer sykehuset til gode og kan eventuelt omfordres til andre områder i sykehuset og medføre mer kostnadseffektiv drift (Meyer et al., 2012).

6 Konklusjon

Formålet med denne oppgaven er å teste om produksjonen påvirker ressursstyringen i sykehus gjennom problemstillingen «*Innføringen av trombektomi ved UNN – på hvilken måte ble ressursene i rehabiliteringen av slagpasienter påvirket?*». Som resultat av innføringen av trombektomi har rehabiliteringsressurser i form av liggedøgn og terapeuter blitt frigjort. Pasienter som får trombektomi benytter mindre rehabiliteringsressurser i form av fysioterapi, ergoterapi og logoped, samt at de er kortere innlagt på slagenhet, rehabiliteringsavdeling og intensivavdeling. Frigjøringen av ressurser finnes også ved å sammenligne ressursbruken før og etter behandlingsmetoden ble tatt i bruk. Etter at trombektomi ble innført er bruken av disse rehabiliteringsressursene blant slagpasientene redusert, og ressursene kan anses dermed som å ha kommet sykehuset til gode. Dermed konkluderes det med at innføringen av trombektomi har medført frigjorte ressurser i rehabiliteringen av slagpasienter ved UNN.

Produksjonen og ressursstyringen fungerer som et hybrid system i sykehus ettersom endringer i produksjonen medfører endringer i ressursstyringen. Bevis for dette er at en endring i produksjonen gjennom innføringen av trombektomi frigjør ressurser i pasientbehandlingen. At produksjon og ressursstyring i sykehus er et hybride systemet forklarer dermed hvorfor endringer i produksjonen i sykehus medfører frigjorte ressurser.

Videre forskning bør se på om innføringen av medisinske metoder har medført endringer i sykehusets økonomistyring, og benytte variabler fra pasientens sykdomsforløp i analysen. Fremtidig forskning på ressursbruk i sykehus bør ta høyde for at endringer i medisinsk behandling kan frigjøre ressurser. Forskning på ressursbruk i sykehus bør se på hvordan frigjorte ressurser fra endringer i medisinsk behandling blir omfordelt i sykehus. Dette for å øke bevissthet om at frigjorte ressurser i sykehus kan komme sykehuset og pasienter til gode, og bidra til kostnadseffektiv drift i sykehus.

Referanseliste

- Abernethy, M. A. (1996). Physicians and resource management: The role of accounting and non-accounting controls. *Financial accountability & management in governments, public services, and charities*, 12(2), 141-156. 10.1111/j.1468-0408.1996.tb00419.x
- Anthony, R. N. (1965). *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis [by]*. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard.
- Badhiwala, J. H., Nassiri, F., Alhazzani, W., Selim, M. H., Farrokhyar, F., Spears, J., . . . Almenawer, S. A. (2015). Endovascular Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke: A Meta-analysis. *JAMA*, 314(17), 1832-1843. 10.1001/jama.2015.13767
- Banker, R. D. (1993). Maximum Likelihood, Consistency and Data Envelopment Analysis: A Statistical Foundation. *Management Science*, 39(10), 1265-1273. 10.1287/mnsc.39.10.1265
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. 10.1287/mnsc.30.9.1078
- Banker, R. D. & Natarajan, R. (2008). Evaluating Contextual Variables Affecting Productivity Using Data Envelopment Analysis. *Operations Research*, 56(1), 48-58. 10.1287/opre.1070.0460
- Banker, R. D. & Natarajan, R. (2011). Statistical Tests Based on DEA Efficiency Scores. I W. Cooper, L. M. Seiford & J. Zhu (Red.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (2 utg., bd. 164, s. 273-295). New York: Springer.
- Belciug, S. & Gorunescu, F. (2015). Improving hospital bed occupancy and resource utilization through queuing modeling and evolutionary computation. *Journal of Biomedical Informatics*, 53, 261-269. 10.1016/j.jbi.2014.11.010
- Bertheussen, G. (2017). *Årsregnskap og styrets årsberetning for 2016*. unn.no: UNN. Hentet fra <https://unn.no/Documents/Styrem%C3%B8ter%20dokumenter/2017/28-290317/Sak%2022-2017%20%C3%85rsregnskap%20og%20styrets%20%C3%A5rsberetning%20for%202016.pdf>
- Bjorvatn, A. (2018). *Sykehuslegers holdninger til økonomiske styringsinstrumenter i spesialisthelsetjenesten*: Cappelen Damm Akademisk.

- Bjorvatn, A. & Nilssen, E. (2018). Rettslig regulering og faglig skjønnsutøvelse i prioritering av spesialisthelsetjenester. *Tidsskrift for Velferdsforskning*, 21(1), 18-38.
10.18261/issn.2464-3076-2018-01-02
- Bustnes, H. (2011, 30.03.). *Helsefabrikken*. I NRK: NRK.
- Byford, S. (2000). Economic Note: Cost of illness studies. *British medical journal*, 320(7245), 1335-1335. 10.1136/bmj.320.7245.1335
- Camp, R. C. (1989). Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance. *Quality progress*, 22(5), 66-68.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
10.1016/0377-2217(78)90138-8
- Chilingerian, J. A. & Sherman, H. D. (2011). Health-Care Applications: From Hospitals to Physicians, from Productive Efficiency to Quality Frontiers. I W. W. Cooper, L. M. Seiford & J. Zhu (Red.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (2 utg. Operations Research & Management Science, bd. 164, s. 445-493). New York: Springer.
- Clarke, A. (2004). Readmission to Hospital: A Measure of Quality or Outcome? *Quality and Safety in Health Care*, 13(1), 10. 10.1136/qshc.2003.008789
- Clay-Williams, R., Ludlow, K., Testa, L., Li, Z., Braithwaite, J. & Clay-Williams, R. (2017). Medical leadership, a systematic narrative review: do hospitals and healthcare organisations perform better when led by doctors? *BMJ open*, 7(9), e014474-e014474.
10.1136/bmjopen-2016-014474
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*: Springer Science & Business Media.
- de Harlez, Y. & Malagueño, R. (2016). Examining the joint effects of strategic priorities, use of management control systems, and personal background on hospital performance. *Management accounting research*, 30, 2-17. 10.1016/j.mar.2015.07.001
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290. 10.2307/2343100
- Gjerberg, E., Bjørndal, A. & Fretheim, A. (2006). *Effekt av geriatriske tiltak til eldre pasienter innlagt på sykehus: Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten*. Hentet fra https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2484852/NOKCrapport_14_2006.pdf?sequence=1

- Hagen, T. P. & Kaarbøe, O. M. (2006). The Norwegian hospital reform of 2002: Central government takes over ownership of public hospitals. *Health policy*, 76(3), 320-333. 10.1016/j.healthpol.2005.06.014
- Hamermesh, D. S. (2004). *Subjective outcomes in economics* (10361): National Bureau of Economic Research. Hentet fra <http://www.nber.org/papers/w10361>
- Helsedirektoratet. (2012). *Prioriteringer i helsesektoren. Verdigrunnlag, status og utfordringer* helsedirektoratet.no. Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/80/Prioriteringer-i-helsesektoren-verdigrunnlag-stauts-og-utfordringer-IS-1967.pdf>
- Helsedirektoratet. (2018). *Liggedager og reinnleggelser for utskrivningsklare pasienter 2012-17* (Analysenotat i SAMDATA kommune). Helsedirektoratet.no: Helsedirektoratet. Hentet fra https://helsedirektoratet.no/Documents/Statistikk%20og%20analyse/Samdata/Filer%20til%20WEB_Dundas/2018%20Analysenotater/2018-5%20Liggedager%20og%20reinnleggelser%20for%20utskrivningsklare%20pasienter%202012-2017.pdf
- Helsedirektoratet. (2019a). *Innsatsstyrt finansiering - regelverk 2019* (IS-2791). Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/1490/ISF-regelverket%202019%20IS-2791.pdf>
- Helsedirektoratet. (2019b). Rehabilitering etter hjerneslag. Hentet 15.04. fra <https://helsedirektoratet.no/retningslinjer/hjerneslag/seksjon?Tittel=rehabilitering-etter-hjerneslag-10734>
- Helsedirektoratet. (2019c, 19.02.2019). Utskrivningsklare pasienter. Hentet 08.05. fra <https://www.helsedirektoratet.no/tema/finansiering/andre-finansieringsordninger/utskrivningsklare-pasienter>
- Helseforetaksloven. (2013). *Lov om helseforetak m.m.* (LOV-2001-06-15-93). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2001-06-15-93>
- Helsepersonelloven. (2001). *Lov om helsepersonell m.v.* (LOV-1999-07-02-64). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1999-07-02-64/KAPITTEL_2#%C2%A74
- Henri, J.-F. (2006). Management control systems and strategy: A resource-based perspective. *Accounting, organizations and society*, 31(6), 529-558. 10.1016/j.aos.2005.07.001

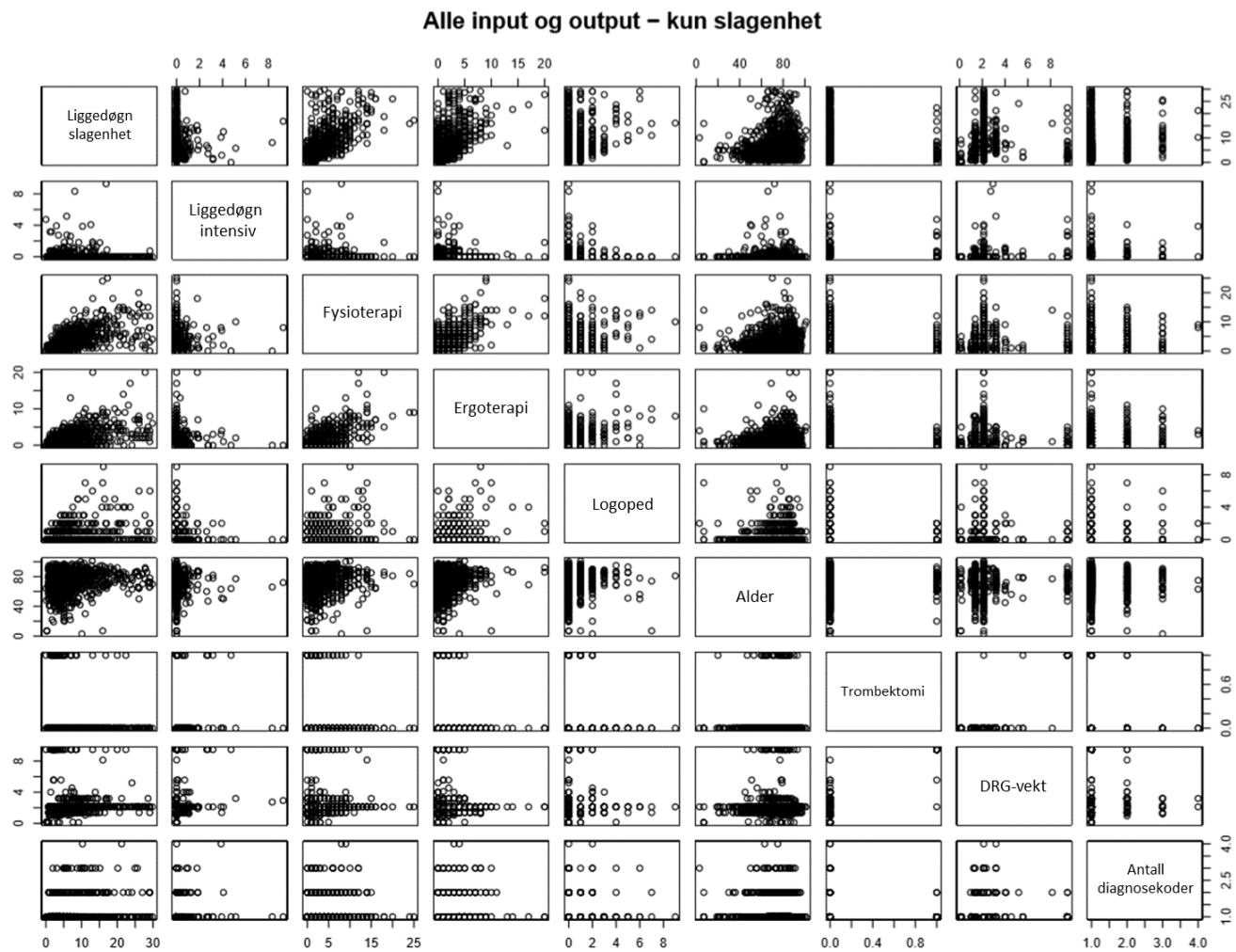
- Hjerneslagregisteret. (2019). Resultater. Hentet 27.05 fra <https://www.kvalitetsregistre.no/registers/353/resultater>
- Hood, C. (1995). The “new public management” in the 1980s: Variations on a theme. *Accounting, Organizations and Society*, 20(2-3), 93-109. 10.1016/0361-3682(93)E0001-W
- Hubbard, G. (2009). Measuring organizational performance: beyond the triple bottom line. *Business strategy and the environment*, 18(3), 177-191. 10.1002/bse.564
- Kabboord, A. D., Van Eijk, M., Buijck, B. I., Koopmans, R. T., van Balen, R. & Achterberg, W. P. J. E. g. m. (2018). Comorbidity and intercurrent diseases in geriatric stroke rehabilitation: a multicentre observational study in skilled nursing facilities. *European Geriatric Medicine*, 9(3), 347-353. 10.1007/s41999-018-0043-5
- Kittelsen, Anthun, K. S. & Huitfeldt, I. M. S. (2017). Kvalitet og produktivitet i norske sykehus. *Michael*, 14(Supplement 19), 75-85.
- Kittelsen & Førsvund, F. R. (2001). Empiriske forskningsresultater om effektivitet i offentlig tjenesteproduksjon. *Økonomisk forum*, 6, 22-29.
- Kittelsen, Magnussen, J. & Anthun, K. S. (2007). *Sykehusproduktivitet etter statlig overtakelse: en nordisk komparativ analyse* Working paper (Helseøkonomisk forskningsprogram : online), bd. 2007:1.
- Kvernmo, N. (2015, 30.09.2015). Kronikk: Sykehusene har ikke nok penger. Hentet 26.05. fra <https://www.aftenposten.no/meninger/kronikk/i/Ozn3/Kronikk-Sykehusene-har-ikke-nok-penger--Sykehusdirektor-Nils-Kvernmo>
- LHL. (2019). Hva skjer ved utskrivning fra sykehuset etter hjerneslag? Hentet 20.03 fra <https://www.lhl.no/lhl-hjerneslag/rettigheter/hva-skjer-ved-utskrivning-fra-sykehuset-etter-hjerneslag/>
- Liu, F.-H. F. & Chen, C.-L. (2009). The worst-practice DEA model with slack-based measurement. *Computers & Industrial Engineering*, 57(2), 496-505. 10.1016/j.cie.2007.12.021
- Lund, C., Tveiten, A., Ljøstad, U. & Mygland, Å. (2018). Hjerneslag - akutt håndtering Hentet fra <http://nevro.legehandboka.no/handboken/sykdommer/cerebrovaskulare-sykdommer/sykdommer-og-symptomer/hjerneslag-akutt-handtering/>. fra Norsk Helseinformatikk AS

- <http://nevro.legehandboka.no/handboken/sykdommer/cerebrovaskulare-sykdommer/sykdommer-og-symptomer/hjerneslag-akutt-handtering/>
- Løvhøiden, I. & Welhaven, I. L. (2015, 28.10.2015). Rehabilitering etter hjerneslag. Hentet 14.05 fra <https://www.lhl.no/lhl-hjerneslag/livet-etter/rehabilitering-etter-hjerneslag/>
- Malmi, T. & Brown, D. A. (2008). Management Control Systems as a Package— Opportunities, Challenges and Research Directions. *Management Accounting Research*, 19(4), 287-300. 10.1016/j.mar.2008.09.003
- Meyer, M., Britt, E., McHale, H. A. & Teasell, R. (2012). Length of Stay Benchmarks for Inpatient Rehabilitation After Stroke. *Disability and Rehabilitation*, 34(13), 1077-1081. 10.3109/09638288.2011.631681
- Millstein, S. G. & Irwin, C. E. (1987). Concepts of health and illness: Different constructs or variations on a theme? *Health psychology : the official journal of the Division of Health Psychology of the American Psychological Association*, 6(6), 515-524. 10.1037/0278-6133.6.6.515
- Morelli, M. & Lecci, F. (2014). Management control systems (MCS) change and the impact of top management characteristics: the case of healthcare organisations. *Zeitschrift für Planung und Unternehmenssteuerung*, 24(3), 267-298. 10.1007/s00187-013-0182-2
- NHI. (2018). Hjerneslag. Hentet 09.12. fra <https://nhi.no/sykdommer/hjernenesystem/hjerneslag-og-blodninger/hjerneslag/>
- Nyland, K., Morland, C. & Burns, J. (2017). The interplay of managerial and non-managerial controls, institutional work, and the coordination of laterally dependent hospital activities. *Qualitative research in accounting & management*, 14(4), 467-495. 10.1108/QRAM-08-2017-0076
- Nyland, K. & Pettersen, I. J. (2004). The Control Gap: The Role of Budgets, Accounting Information and (Non-) Decisions in Hospital Settings. *Financial accountability & management in governments, public services, and charities*, 20(4), 77-102. 10.1111/j.1468-0408.2004.00187.x
- O'Neill, L. (1998). Multifactor efficiency in data envelopment analysis with an application to urban hospitals. *Health care management science*, 1(1), 19-27. 10.1023/A:1019030215768
- Pantall, J. (2001). Benchmarking in healthcare. *Nursing times research*, 6(2), 568-580. 10.1177/136140960100600203

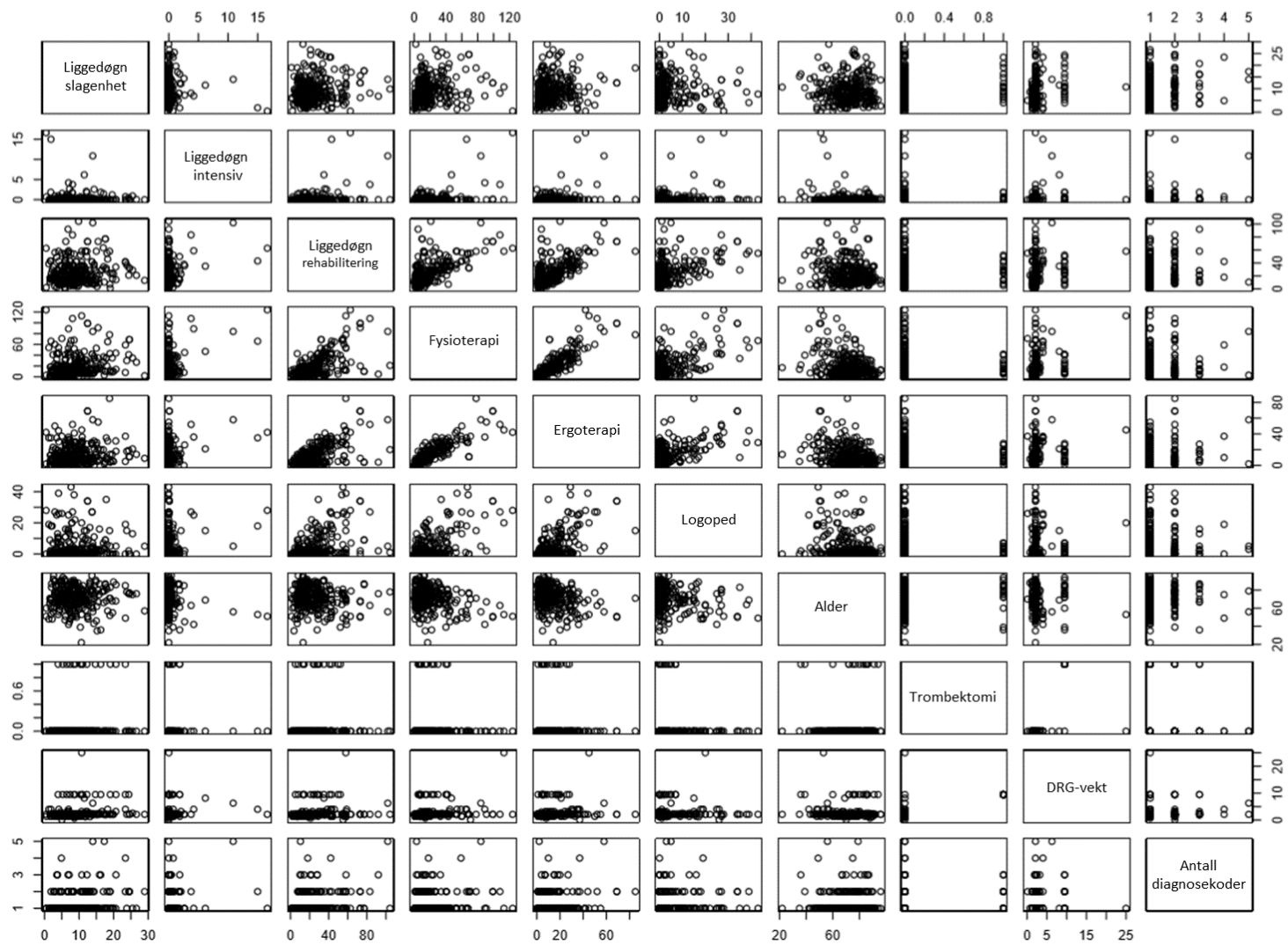
- Paradi, J., Asmild, M. & Simak, P. (2004). Using DEA and Worst Practice DEA in Credit Risk Evaluation. *Journal of Productivity Analysis*, 21(2), 153-165.
10.1023/B:PROD.0000016870.47060.0b
- Pettersen, I. J. (1995). Budgetary control of hospitals? Ritual rhetorics and rationalized myths? *Financial Accountability & Management*, 11(3), 207-221. 10.1111/j.1468-0408.1995.tb00405.x
- Pettersen, I. J. & Nyland, K. (2006). Management and control of public hospitals—the use of performance measures in Norwegian hospitals. A case-study. *The International Journal of Health Planning and Management*, 21(2), 133-149. 10.1002/hpm.835
- Pettersen, I. J. & Solstad, E. (2014). Managerialism and Profession-Based Logic: The Use of Accounting Information in Changing Hospitals. *Financial Accountability & Management*, 30(4), 363-382. 10.1111/faam.12043
- Prioriteringsforskriften. (2001). *Forskrift om prioritering av helsetjenester, rett til nødvendig helsehjelp fra spesialisthelsetjenesten, rett til behandling i utlandet og om klagenemnd* (FOR-2000-12-01-1208). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1208/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1
- Rowe, A. K., de Savigny, D., Lanata, C. F. & Victora, C. G. (2005). How can we achieve and maintain high-quality performance of health workers in low-resource settings? *The Lancet*, 366(9490), 1026-1035. 10.1016/S0140-6736(05)67028-6
- Simonet, D. (2008). The New Public Management theory and European health-care reforms. *Canadian Public Administration*, 51(4), 617-635. 10.1111/j.1754-7121.2008.00044.x
- Simons, R. (1990). The role of management control systems in creating competitive advantage: New perspectives. *Accounting, organizations and society*, 15(1-2), 127-143. 10.1016/0361-3682(90)90018-P
- Skiphamn, S. (2017, 07.02.2017). Derfor må sykehusene gå med overskudd, VG. Hentet fra <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/52zgm/derfor-maa-sykehusene-gaa-med-overskudd>
- Skiphamn, S. & Hansen, F. (2017). Norske sykehus klarer ikke holde budsjettene. VG. Hentet fra <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/g8OG5/norske-sykehus-klarere-ikke-holde-budsjettene>
- SSB. (2019a, 01.03.2019). Helse- og sosialpersonell. Hentet 09.04. fra <https://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/hesospers>

- SSB. (2019b, 14.03.2019). Helseregnskap. Hentet 09.04. fra <https://www.ssb.no/helsesat>
- Thanassoulis, E., Silva Portela, M. & Graveney, M. (2016). Identifying the Scope for Savings at Inpatient Episode Level: An Illustration Applying DEA to Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 570-582. 10.1016/j.ejor.2016.05.028
- Tweya, H., Ben-Smith, A., Kalulu, M., Jahn, A., Ngambi, W., Mkandawire, E., . . . Phiri, S. (2014). Timing of Antiretroviral Therapy and Regimen for HIV-infected Patients with Tuberculosis: The Effect of Revised HIV Guidelines in Malawi. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 14(1), 183. 10.1186/1471-2458-14-183
- UNN. (2018). *Trombektomi-tjenester ved UNN*. unn.no: UNN. Hentet fra <https://unn.no/Documents/Styrem%C3%B8ter%20dokumenter/2018/240418/Sak%2034-2018%20Trombektomi-tjenester%20ved%20UNN.pdf>
- UNN. (2019). Om oss. Hentet 14.04. fra <https://unn.no/om-oss>
- Weigl, M., Hornung, S., Glaser, J. & Angerer, P. (2012). Reduction of Hospital Physicians' Workflow Interruptions: A Controlled Unit-Based Intervention Study. *Journal of Healthcare Engineering*, 3(4), 605-620. 10.1260/2040-2295.3.4.605

Vedlegg 1 – Scatterplotmatriser



Alle input og output – slagenhet og rehabilitering



Vedlegg 2 – Script til RStudio

```
require(pacman)
p_load(mosaic,stargazer,Benchmarking,AER,car,ggplot2,dplyr,tidyr,openxlsx)
```

```
Trombektomi<-Trombektomi_2015_2018
remove(Trombektomi_2015_2018)
rehabTrombektomi<-Trombektomi_2015_2018
remove(Trombektomi_2015_2018)
```

```
#DEA-analyse
x=as.matrix(Trombektomi[,c(21,22,23,24,26)])
y=as.matrix(Trombektomi[,c(15,17,20,30)])
x1=as.matrix(rehabTrombektomi[,c(21,22,23,24,25,26)])
y1=as.matrix(rehabTrombektomi[,c(15,17,20,30)])
```

```
dea(x,y, RTS="drs", ORIENTATION="in")
```

```
dea(x1,y1, RTS="drs", ORIENTATION="in")
```

```
e_drs <- dea(x,y, RTS="drs", ORIENTATION="in")#solve LP problem
eff(e_drs) #select efficiency scores from the results in e
print(e_drs)
summary(e_drs)
Edrs<-eff(e_drs)
summary(Edrs)
sd(Edrs)
```

```
e_drs1 <- dea(x1,y1, RTS="drs", ORIENTATION="in")#solve LP problem
eff(e_drs1) #select efficiency scores from the results in e
print(e_drs1)
summary(e_drs1)
Edrs1<-eff(e_drs1)
summary(Edrs1)
sd(Edrs1)
```

```
e_vrs <- dea(x,y, RTS="vrs", ORIENTATION="in")#solve LP problem
eff(e_vrs) #select efficiency scores from the results in e
print(e_vrs)
summary(e_vrs)
```

```
e_vrs1 <- dea(x1,y1, RTS="vrs", ORIENTATION="in")#solve LP problem
eff(e_vrs1) #select efficiency scores from the results in e
print(e_vrs1)
summary(e_vrs1)
```

```
e_crs <- dea(x,y, RTS="crs", ORIENTATION="in")#solve LP problem
```

```

eff(e_crs) #select efficiency scores from the results in e
print(e_crs)
summary(e_crs)

e_crs1 <- dea(x1,y1, RTS="crs", ORIENTATION="in")#solve LP problem
eff(e_crs1) #select efficiency scores from the results in e
print(e_crs1)
summary(e_crs1)

#Asymptotical tests
F1 <- eff(dea(x,y, RTS="crs", ORIENTATION="out"))
F2 <- eff(dea(x,y, RTS="drs", ORIENTATION="out"))
F3 <- eff(dea(x,y, RTS="vrs", ORIENTATION="out"))

TEX <- sum(F1-1)/length(F1) / (sum(F2-1)/length(F2))
TEX
qf(.95, 2*length(F1), 2*length(F2))
pf(TEX, 2*length(F1), 2*length(F2))

THN <- sum((F1-1)^2)/length(F1) / (sum((F2-1)^2)/length(F2))
THN
qf(.95, length(F1), length(F2))
pf(THN, length(F1), length(F2))

# Kolmogorov-Smirnov test
ks.test(F1, F2, alternative = "less")

# Kruskal--Wallis
kruskal.test(list(F1, F2))

#For VRS
TEX1 <- sum(F2-1)/length(F2) / (sum(F3-1)/length(F3))
TEX1
qf(.95, 2*length(F2), 2*length(F3))
pf(TEX, 2*length(F2), 2*length(F3))

THN1 <- sum((F2-1)^2)/length(F2) / (sum((F3-1)^2)/length(F3))
THN1
qf(.95, length(F2), length(F3))
pf(THN, length(F2), length(F3))

# Kolmogorov-Smirnov test
ks.test(F2, F3, alternative = "less")

# Kruskal--Wallis
kruskal.test(list(F2, F3))

```

```

#OLS
E<- eff(dea(x,y, RTS="drs", ORIENTATION="in"))
eOls <- lm(E ~ `Trombektomi`, data=Trombektomi)
eOls0 <- lm(E ~ `Årsgruppe1516`, data=Trombektomi)
eOls01 <- lm(E ~ `Årsgruppe1718`, data=Trombektomi)
eOls02 <- lm(E ~ `Kvinne`+`Mann`, data=Trombektomi)
eOls03 <- lm(E ~ `Reinnlagt etter 30 dager`, data=Trombektomi)
summary(eOls)
summary(eOls0)
summary(eOls01)
summary(eOls02)
summary(eOls03)

#OLS ved rehab
E1<- eff(dea(x1,y1, RTS="drs", ORIENTATION="in"))
eOls1 <- lm(E1 ~ `Trombektomi`, data=rehabTrombektomi)
eOls12 <- lm(E1 ~ `Årsgruppe1516`, data=rehabTrombektomi)
eOls13 <- lm(E1 ~ `Årsgruppe1718`, data=rehabTrombektomi)
eOls14 <- lm(E1 ~ `Reinnlagt etter 30 dager`, data=rehabTrombektomi)
eOls15 <- lm(E1 ~ `Kvinne`+`Mann`, data=rehabTrombektomi)
summary(eOls1)
summary(eOls12)
summary(eOls13)
summary(eOls14)
summary(eOls15)

testTromb <- Trombektomi
testTromb <- testTromb%>% mutate(Edrs)

testrehab <- rehabTrombektomi
testrehab <- testrehab%>% mutate(Edrs1)

effscoreT=as.matrix(testTromb[,c(1,32)])
effscoreR=as.matrix(testrehab[,c(1,31)])
effscoreTT=as.matrix(testTromb[,c(20,32)])
effscoreTR=as.matrix(testrehab[,c(20,31)])

effscoreT <- write.csv2(effscoreT,file="effscore")
effscoreR <- write.csv2(effscoreR,file="effscoreR")
effscoreTT <- write.csv2(effscoreTT,file="effscoreTT")
effscoreTR <- write.csv2(effscoreTR,file="effscoreTR")

```

