

Fallstudier – Modellering, simulering och optimering av vårdkedjor SOS 1.0

Innehållsförteckning

1	Introduktion och syfte	1
2	Teoretiskt ramverk	1
2.1	Händelsestyrd simulering.....	1
2.2	Flermålsoptimering	2
2.3	Processteg i simuleringsprojekt.....	2
2.4	Avgränsningar.....	4
3	Fallstudie Lycksele	5
3.1	Processkartläggning.....	5
3.2	Dataanalys	6
3.2.1	Patientdata	7
3.2.2	Ankomstfördelning patientgrupper	7
3.2.3	Vårdtidfördelning patientgrupper.....	8
3.3	Modell	10
3.4	Experiment, resultat och analys	10
4	Fallstudie Vasa- Närpes	11
4.1	Processkartläggning.....	11
4.2	Dataanalys	12
4.2.1	Patientdata	12
4.2.2	Ankomstfördelning patientgrupper	13
4.2.3	Vårdtidfördelning patientgrupper	14
4.3	Modell	15
4.4	Experiment, resultat och analys	16
5	Slutsatser	20
	Referenser	20

1 Introduktion och syfte

Ordet simulering skapar helt olika associationer beroende på ens bakgrund och intresse. Att sedan komplettera ordet simulering med målen som projektet SOS 1.0 haft dvs. att använda "simuleringsstödd optimering av servicekedjor inom specialist, primär och hemsjukvård" sätter en kontext där vi tydligare får svar på varför vi simulerar och vad söker optimera. Denna delrapport har till syfte att ge en inblick i hantverken, utmaningarna och belöningarna med att tillämpa simuleringsbaserad flermålsoptimering. Den kommer att belysa några av huvudresultaten från två fallstudier. Den är på inget sätt heltäckande av allt det som gjorts eller alla dem bidrag som gavs. Den ska helst läsas tillsammans med andra delrapporter som projektet genererat, och om du ska välja en av dessa många delrapporter är rapporten skriven av Johansson & Abramowicz (2020) den som bäst beskriver den system data som även denna arbetet bygger på. Även om det finns likheter mellan dataanalyserna i dessa två rapporter finns det även tydliga skillnader, något som diskuteras i avsnitt 3.2 i denna rapport. För att hjälpa läsaren och sätta en bakgrund till arbetet introduceras nyckeldelar från andra delrapporter i hopp om att ge läsaren en röd tråd som gör arbetet mer lättläst och förståelig.

2 Teoretiskt ramverk

Detta kapitel beskriver händelsestyrd simulering och flermålsoptimering. Dessa tekniker användes för att modellera och genomföra experiment under simuleringstudierna. Utöver simulering och flermålsoptimering, kräver modellering av hälso- och sjukvårdssystem system dataanalys, processkartläggning, datainsamling, dataanalys och en stor mått modellering och mjukvarukunskaper. Modellering har träffande beskrivits som en blandning konst och vetenskap. Utfallet påverkas av simulansens modelleringserfarenhet och av mjukvaran. Det sistnämnda skapar både möjligheter och begränsningar. Det som däremot är mer universellt är de steg som ett simuleringprojekt går igenom. Kapitlen beskriver de olika stegen och interaktion mellan olika intressenter och projektgruppen under dessa steg.

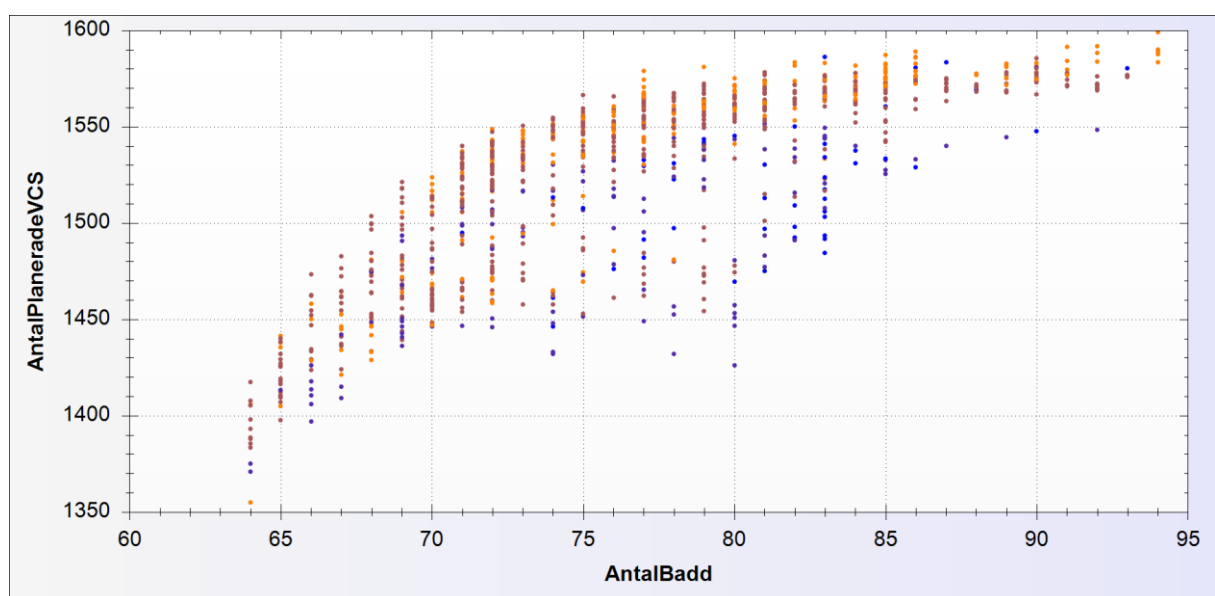
Kommande tre avsnitt är baserade på avsnitt som återfinns i kravspecifikationen men förenklade. De tas med här för att ge läsaren den bakgrund som behövs för att förstå resultaten och, samt ge läsaren möjlighet att läsa denna rapport fristående från den andra. För en fullständig genomgång av det teoretiska ramverket hänvisas läsaren till rapporten Kravspecifikation.

2.1 Händelsestyrd simulering

Det finns olika simuleringstekniker som används idag och inom hälso- och sjukvården kan termen simulering syfta till allt från en patientdockas simulering av sjukdomssymptom till simulering och utvärdering av olika strålningsbehandlingsstrategier. Olika simuleringstekniker är anpassade till att simulera olika frågeställningar med olika modelleringskrav. För att simulera olika typer av vårdprocesser används framför allt händelsestyrd simulering (eng. Discrete Event Simulation – DES) där fördelarna är väldokumenterade (Jacobson et al. 2006; Kopach-Konrad et al. 2007, Urenda Moris, 2010, Brailsford et al., 2013). En anledning till dess popularitet inom vården är att tekniken är bra på att modellera dynamiska och stokastiska system. Den kan samtidigt modellera komplex systemlogik och kräver förhållandevis låg datakraft för arbetet. Detta gör den till ett idealiskt verktyg för design, analys och utvärdering av sjukvårdssystem (Eldabi, 2000). Händelsestyrd simulering ger användaren möjligheterna att modellera vårdflödet med syfte att få en bättre förståelse för systemet och kunna testa olika konfigurationer och produktionsstyrnings-alternativ med målet att förbättra systemets olika nyckeltal. Hädanefter i rapporten hänvisar vi till just händelsestyrd simulering när termen simulering används.

2.2 Flermålsoptimering

Flermålsoptimering syftar till optimering av flera parametrar samtidigt, där två eller flera mål är i konflikt med varandra. Detta betyder att förbättring av ett mål kan komma att försämra ett eller flera av de övriga målen och det går alltså inte att identifiera en enda lösning som optimerar alla mål samtidigt. Denna typ av avvägning är vanligt i många verksamhetsbeslut. Till exempel brukar kortare väntetider och därmed högre servicenivå ofta vara beroende av lägre beläggingsgrad eller innebära ökade kostnader. Figur 1 visar alla optimala lösningar för systemet (den så kallade pareto-fronten) för en fallstudie som genomfördes på Vasa central sjukhus. Denna graf visar två av målen i optimeringen; närmare bestämt 1), att minska antal bäddplatser på avdelningarna T2, T3 och A3 och 2), att öka antalet planerade operationer. Detta scenario ger upphov till en uppsättning optimala kompromisslösningar, kända som pareto-optimala, eller helt enkelt pareto-lösningar. Figur x visar på en tydlig relation mellan bäddkapacitet och det totala systemets kapacitet. Experimenten går igenom i detalj i avsnitt 4.4.



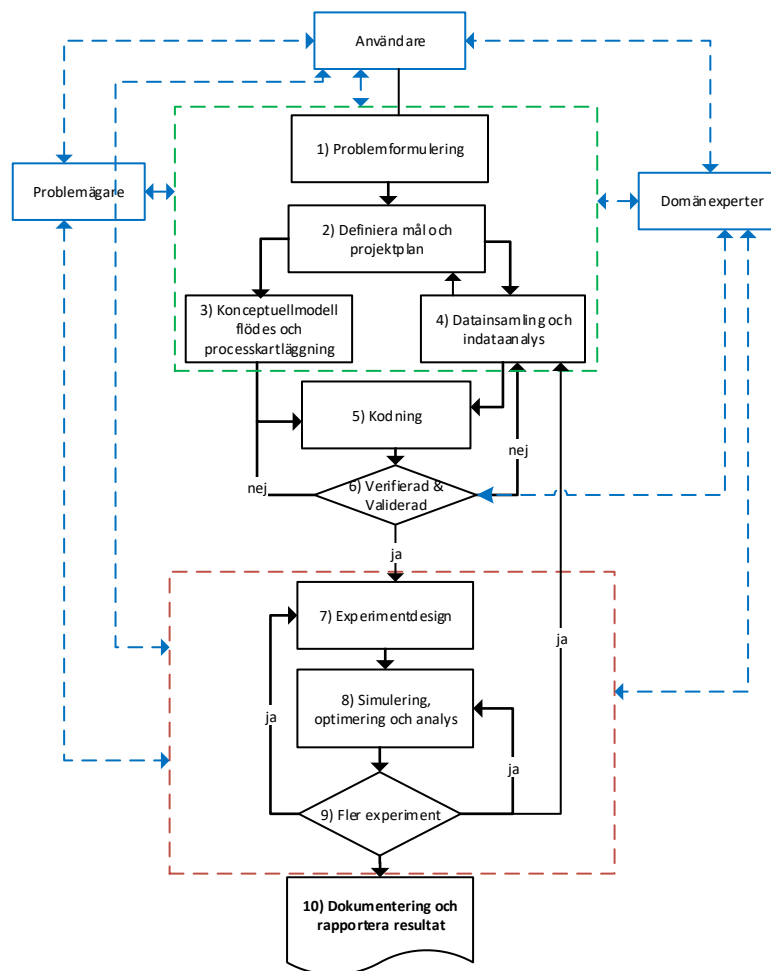
Figur 1. Resultat från studie på VCS som visualiserar två av målen med optimeringen – planerade operationer och antal bäddplatser på avdelningarna T2, T3 och A3.

2.3 Processteg i simuleringsprojekt

Simuleringsprojekt är både en dynamisk och iterativprocess som kräver samarbete mellan olika intressenter. Den tar sin början i en tydlig problemformulering och målsättning. Figur 2 beskriver simuleringsprocessen i 10 steg och deras förväntade ordningsföljd. Modellen är baserad på en industriell metodik presenterad av Banks (2000), men modifierad med förslag från (Eldabi et al., 2002) för att bättre passa vårdsektorn. Förändringarna består främst i en mer uttalad iterativ process, samt i att visualisera olika intressenter och deras aktiva bidrag och påverkan inom projektet. I figur 2 är viktiga intressenter och deras påverkan visualiserad med boxar och streckade pilar i blått. Intressenterna delas in i tre grupper utifrån om de är problemägare, experter eller användare (Eldabi et al., 2002). Problemägare definieras som beslutfattare, beställare och ledningsfunktioner med ett starkt intresse att adressera problemet. Domänexperter definieras som personal med domänkunskap (specialister) och/eller personal med operativt ansvar i det modellerade systemet (nivå 2 användare). Användare (nivå 3 användare) är de som ska jobba med modellen och ansvara för modellens resultat.

Hälso- och sjukvårdssystem har komplexa samband att modellera och ett antal olika intressenter med heterogena eller motstridiga målsättningar att ta hänsyn till (CHSA, 2002, pp.54). Eldabi et al. (2002) föreslår att lägga tid på en process där målsättningar växer fram, vars uppgift är att inkludera alla

berörda parterna, bygga förtroende och förståelse för de föreslagna lösningarna. Simuleringsprojekt inom vården påminner därigenom om lean-strategins stegvisa lärande (Liker, 2006, pp. 463) där varje delsteg leder till bättre förståelse om vägen till målet.



Figur 2. Steg i simuleringsprojekt, intressenter, analytik- och optimeringspaket. Figuren är baserad på (Banks, 2000) (Eldabi et al. 2002)

Modellen ovan startar med behovet av väldefinierade steg för problemformulering (1) och mål och projektpän (2). Det kan ta tid att nå samsyn i dessa steg och dessutom kan definition av mål bli en rörlig måltavla eftersom den påverkas datatillgänglighet. Figur 2 illustrerar detta genom flera iterativa flöden mellan steg (2) och steg (4). Nya frågeställningar kan komma upp under projektets gång vid steg (9) och leda till att nya mål definieras i steg (2).

Under steg (3); konceptuell modell, flödes och processkartläggning, kartläggs flödet för systemet genom intervjuer, platsbesök, dokumentstudier och analys av olika former av data. Detta moment ger en flödes- och logikbild av systemet och skapar grunden för den konceptuella modellen. Den konceptuella modellen är en abstraktion av verkligheten, en förenkling. Den beskriver mål, in- och outputs, omfattning av systemet, antaganden och förenklingar (Robinson, 2013). Den konceptuella modellen kan inte exekveras, dvs. den är endast en beskrivning av hur simuleringsmodellen ska vara uppbyggd och kan inte ingå i ett faktiskt simuleringsförsök. Genom att analysera den konceptuella modellen ska det bli tydligt hur frågeställningarna ska kunna besvaras.

Steg (4) datasamling och indatanalys är ett mycket tidsödande arbete och antas ta över 30% av tiden för ett industriellt simuleringsprojekt (Skooch & Johansson, 2007). Inom vårdsektorn är vår

erfarenhet att det tar en ännu större andel av tiden i anspråk. Patienter är en mycket mer heterogen grupp än industriprodukter. Det betyder att patientgrupper kan brytas ner i diagnosgrupper med både huvud- och bi-diagnoser, kön, ålder, geografiskområde, hemförhållande m.m. Givetvis styrs hur detaljerat detta kan göras av tillgången på data, frågeställningar, tid och kostnad. Problemet blir än mer omfattande när vårdkedjor ska modelleras eftersom datakällor från olika vårdgivare ska hanteras och samordnas. Under denna process växer ofta projektet exponentiellt då alla in- och utflöden av patienter kartläggs.

Steg (5), modellering och kodning beskrivs av många som en blandning av konst och vetenskap. Det är viktigt att lyfta fram att en modell alltid är en förenkling av verkligheten (se steg 3) och ska bara innehålla de nödvändiga detaljerna för att adressera frågeställningarna. Komplexa modeller som söker ett 1:1 förhållande till verklighet är varken önskvärda eller realistiska. Forskning visar att sådana modeller tar alldeles för lång tid att bygga och blir sällan mer noggranna än motsvarande enklare modeller (Robinson, 2013).

Steg (6), verifiering och validering är två steg som genomförs i anslutning till varandra. Verifiering fokuserar på att granska om modellen fungerar i enlighet med den konceptuella modellen i steg (3) dvs. om flöden, förenklingar och logik är rätt implementerade i modellen. Validering granskar istället om modellens output och dynamiska beteende överensstämmer med verkligheten. Det är inte alltid en fullständig validering kan göras, men genom olika valideringstekniker kan modellen ändå antas vara tillräcklig överensstämmande för att användas i den vidare analysen.

Steg (7), (8) och (9) är alla kopplade till experimentfasen. Detta är det mest intressanta stegen i arbetet och dessvärre den som oftast ägnas minst tid. En vanlig anledning till att detta steg missköts är att projektet är försenad och tidsfönstret för att lämna resultaten är på väg att stängas. Steg (7) innefattar beslut om simuleringshorisont, uppvärmningstid och antal replikationer (se 1.5 Terminologi).

Många simuleringsmjukvaror har begränsningar som påverkar experimentfasen (8). De stödjer endast "vad händer om" analyser (eng. "What-if") och enklare visualisering av resultat. Simulering är som bekant inte i sig själv ett optimeringsverktyg. Projektgruppen har dock haft möjligheten att använda sig av en kombinerad simulering- och flermåloptimeringsmjukvara (Evoma, 2020). En styrka hos mjukvaran är att den stöder avancerade optimeringsanalyser som tar hänsyn till en mängd olika systemvariabler, systemkonfigurationer och optimeringsmål. Mjukvaran stödjer i det närmast helt automatiserade experimentkörningar och resultat kan visualiseras med olika grafer och tabeller.

Sammanfattningsvis kan denna 10-stegs process generera förslag på lösningar som effektiviserar flöden, identifierar optimala system konfigurationer och bidrar med systemkunskap för användare, experter och problemägare.

2.4 Avgränsningar

Simuleringsmodellerna som har byggts och studerats har flera avgränsningar eller abstraktioner. En viktig avgränsning i slutenvårdsenheterna är att de inte simulerar vårdpersonalens typiska vårdaktiviteter som t.ex. hygien, mat, patientsamtal, egen tid, administrativa aktiviteter. De aktiviteter som är modellerade är in och utskrivning. För att inkludera vårdpersonalens bemanning som en experimentparameter behövs data i form av vårdtyngdmätning på patienterna och frekvensstudier på avdelningens personal (Urenda Moris, 2010, Kap 6).

Andra avgränsningar är att det fullständiga breddade vårdflödet inte är modellerat dvs. alla primärvårdsenheter som är en del av det utvidgade flödet till specialistvården inte är modellerade. De flöden som inte följdes upp modellerades som ett gemensamt slutkärl.

3 Fallstudie Lycksele

Lycksele fallstudiet är det första fallstudiet som genomförs i projektet. Fallstudiet är därmed en lärande resa för projektgruppen, där många för första gången genomför en simuleringsstudie. Arbetet koncentreras till att modellera flödet genom den kirurg-/ortopediska vårdavdelningen. Den tar hänsyn till både elektiva- och traumaflödet och kartlägger även dem patienter som slussas vidare till Storumans sjukstuga. Fallstudiet identifierar dem diagnoser inom plastikkirurgi och fraktur som utgör huvuddiagnoserna som följs under resterande fallstudier. Fallstudiet indatanaalys klargör 1) en stegvis förbättring av produktiviteten på specialistvården, 2) att det inte går att hitta mer detaljerad data som kan visualisera djupare samband och korrelationer, 3) samt att andelen patienter som slussas vidare till Storumans sjukstuga är förhållandevis lågt för dem valda diagnoserna.

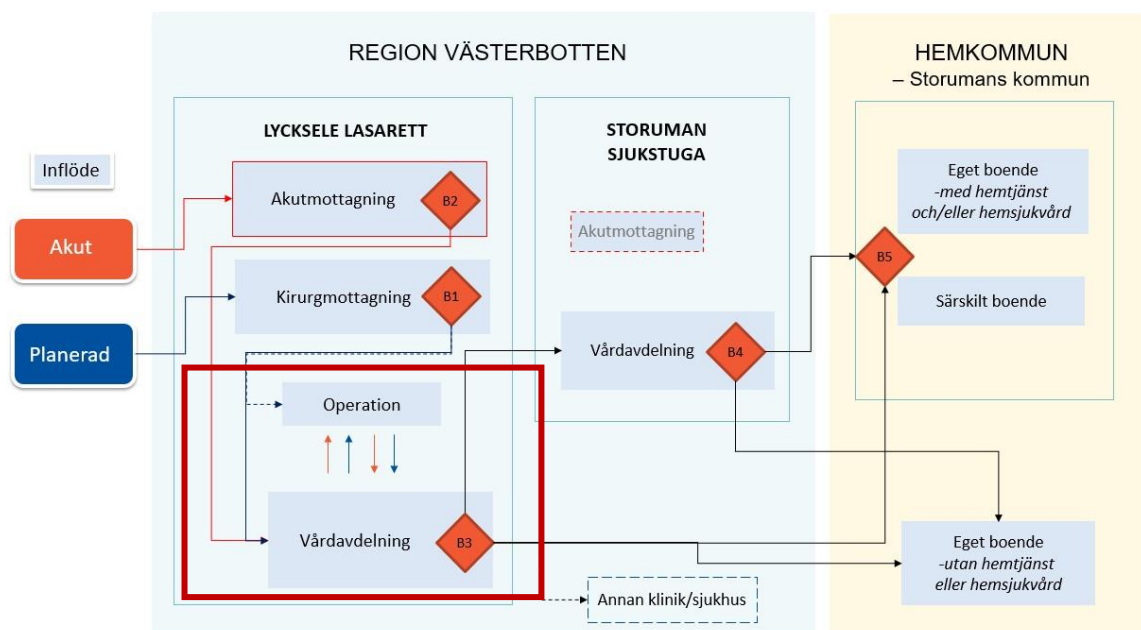
3.1 Processkartläggning

Lyckseles ortopediska vårdavdelning utgör endast en del av hela vårdflödet på svenska sidan. I Figur 4 beskrivs flödet för hela vårdkedjan. Processstegen som visualiseras med en röd numrerad romb beskriver viktiga beslutspunkter i flödet. Under denna fallstudie har dock endast de processerna som ingår i den röda fyrkanten simulerats.

Vårdavdelningen som är huvudenheten tar emot patienter från akutmottagning och operation. Intervjuer med personal i Lycksele och på sjukstugor klargör att i de flesta fall skrivs patienterna ut till hemmet efter vårdtillfället men en andel överflyttas istället till en av länets sjukstugor för fortsatt vård som inte kräver specialistkompetens. En vanlig orsak är fortsatt rehabilitering. En del patienter vårdas här en tid och skrivs sedan ut till hemmet eller till särskilt boende i kommunen, medan andra skrivs tillbaka till Lycksele på grund av komplikationer. Vårdproduktionsdata för det svenska vårdflödet har kunnat följas till och med utskrivning från Region Västerbotten då juridiska regelverk förhindrade vidare koppling till den kommunala vården. I de fall patienten i denna vårdkedja behövt vård vid universitetssjukhuset i Umeå har det endast noterat en utskrivning till annan klinik.

Processkartläggningen visade att operationsplaneringen är integrerad med vårdavdelningens planering. Båda enheterna drivs under samma planering och det möjliggör en skräddarsydd planering som håller ner antalet avbokade operationer. En operation kan bl.a. bli avbokad eller struken på grund av att patienten i sista stund inte är i form för att opereras eller pga. att det saknas vårdplats. I system med högbeläggning eller utnyttjandegrad är det vanligt att detta sker. Lycksele har system för att motverka båda dessa källor. Man minskar på detta genom att 1) i god tid ge utförlig information till patienter om processen och förberedelser, 2) ha listor på patienter som kan med kort varsel ta över ett avbokat operationstillfälle, 3) men framförallt genom att noga anpassa planerade operationer till vårdavdelningens kapacitet. Det sistnämnda sker genom vårdplanering och utskrivningsrutiner, samt genom att strategisk planera in operationer med lägre vårdtid tidigt i veckan. För en detaljerad bild av operationsplaneringen för planerade (elektiva) patienter se tabell xx.

Avdelningen har 21 bäddplatser måndag till fredag. Under helgen stänger den 5 vårdplatser på grund av svårigheter att rekrytera mer personal. Detta utgör en utmaning för verksamheten eftersom det ökar behovet av planering och goda utskrivningsrutiner. För att skapa extra flexibilitet i systemet kan patienter som är 65+ vårdas på Rehab avdelningen och lasarettets andra avdelningar kan ta emot elektiva satellitpatienter vid behov. För närmare detaljer över utskrivningsrutiner och interaktionen med sjukstugorna se rapport (Hemming & Ärlebrant, 2020).



Figur 4. Svenska vårdflödet med start på kirurgavdelningen i Lycksele Lasarett och slut på Storumans kommun.

Projektmedlemmarna genomförde flera platsbesök på Lycksele lasarett och intervjuer med avdelningsföreståndare, operationsplanerare och annan vårdpersonal. Processkartläggningen med både kvalitativa och kvantitativa aktiviteter är viktig för att få en god förståelse för processer och data. Tabell 3.a och 3b visar hur planerade operationer planeras över veckorna. Denna huvudplanering skiljer sig ifrån hur verksamheten bedrevs under 2014 och 2015 och är därför svårt att identifiera om analysen bara baserades på kvantitativa studier.

3.2 Dataanalys

Dataanalysen för simuleringsmodellen skiljer sig från den dataanalys som gjorts inom projektet och som presenteras i rapporten av Johansson & Abramowicz (2020) *Datatillgång och användbarhet – källor, möjligheter, utmaningar och jämförelser*. Skillnaden består främst i att rapporten har en mer aggregerad bild av demografin i systemen, samtidigt som den omfattar områden som inte omfattas av simuleringsmodellen, till exempel innehåller inte simuleringsmodellen transporter mellan olika enheter. En annan skillnad är att simuleringsmodellen främst används för att identifiera flaskhalsar och hur variationer påverkar system. Det betyder att dataanalysen snarare fokuserar på att beskriva de variationer som olika patientgrupper skapar samt dess flöden mellan enheter. För att ha en helhetsyn på vilken data som funnits tillgänglig över vårdflödena, samt nyckeltal mellan svenska och finska sidan rekommenderas att ta del av Johansson & Abramowicz (2020) utmärkta rapport.

Dataanalysen i detta avsnitt har som uppgift att gruppera patienterna i adekvata analysgrupper. Samt i att identifiera ankommande variationer och variationer i vårdtid för dessa grupper. Dessa grupper får inte vara för små eftersom det ger få datapunkter och därmed osäkra statistiska fördelningar. Samtidigt önskar man ge varje "virtuell" patient en uppsättning attribut som har betydelse i vårdflödet och systembeteendet.

Utöver att korrekt gruppera patienter har dataanalys som uppgift att identifiera ankomstfördelningar dvs. när och hur många patienter av olika diagnosgrupper ankommer till systemet. Detta benämns på engelska Internal Arrival Time (IAT). Lika viktigt är att modellera variationen i vårdtid för de olika patientgrupperna, detta görs med hjälp av fördelningar som representerar vårdtiden på avdelningen

och benämns på engelska som – Length of Stay (LoS). Dessa tre dataanalyser beskrivs nedan i var sin sektion.

Data som användes för simuleringen av flödet av Lycksele lasarett bygger på 40 utvalda veckor under året av åren 2014, 2015 och 2016, dvs. 120 veckor allt som allt. Veckorna som valts ska representera typiska veckor på åren och därför har delar av året tagits bort. Under våren är det veckorna 3-24, minus v.10 och v.16 som tagits med. Under hösten är det veckorna 32 t.o.m. 51 som tagits med.

3.2.1 Patientdata

Datafilen innehöll data motsvarande tre års data över patient inläggningar på specialistvården i ortopediska avdelningen i Lycksele. Av dessa 3 års data valdes tre perioder á 40 veckor. En för respektive år. De 40 veckorna representerade typ veckor för verksamheten. Under dessa 40 veckor skedde 5413 patientinläggningar.

Patientdata som används i simuleringsmodellen inkluderar diagnos, kön, fyra geografiska områden (Storuman, Lycksele, Umeå och övrigt) och ålder, se tabell 1. För en detaljerad bild av demografin i systemet se rapport (Johansson & Abramowicz, 2020).

Tabell 1. Beskrivning patientdata

Diagnosgrupper	Ort	Ålder	Kön
M16 - höftprotes	Storuman	1-100 år	Man
M17 - knäprotes	Lycksele		Kvinna
E66 - obesitas	Umeå		
N4 – prostata	Övrigt		
Z4 - colon			
S8 - fraktur			
S7- fraktur höft			
S06 - hjärnskakning			
R1- akut buk			
Övrigt trauma			

3.2.2 Ankomstfördelning patientgrupper

Ankomst av patienter till systemet baseras på historisk data, se en sammanställning av data för akuta/trauma patienter i tabell 2 och sannolikhetfördelningarna som genererar IAT för dessa grupper i tabell 3. För planerade patienter använder modellen det operationsschema som användes 2016. Schemat skiljer sig något mellan jämn och udda vecka. Schemat i tabell 4 visar operationsdagar. Inskrivningsdagen för dessa patienter skiljer sig något beroende om patienten opereras tidigt (inskrivning sker dagen före) eller senare under dagen. Tabell 5 visar skillnaden mellan inskrivning och operationsdag. Tabellen visar också hur länge patienten normalt stannar. Modellen jobbar dock med en empiriskfördelning som bygger på verklig historisk data och tar hänsyn till skillnaderna mellan förväntad vårdtid och verklig vårdtid.

Tabell 2. Inskrivna trauma patienter per dag – 2014, 2015, 2016

Data Characteristic	Value	2014	2015	2016	Måndag	Tisdag	onsdag	torsdag	fredag	lördag	söndag
Number of observations	814	280	280	254	117	117	116	116	116	116	116
Minimum observation	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Maximum observation	12	12	9	10	11	12	10	9	8	10	7
Mean	4.05897	4.45	3.77857	3.93701	5	4.41026	4.10345	4.18103	3.90517	3.31034	3.49138
Median	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3
Variance	4.41718	5.14444	3.80026	4.05926	5.03448	6.00265	4.0066	4.41042	3.59963	3.08546	3.03471
Lexis ratio (var./mean)	1.08825	1.15605	1.00574	1.03105	1.0069	1.36107	0.9764	1.05486	0.92176	0.93207	0.8692
Skewness	0.50452	0.51941	0.4402	0.3849	0.20963	0.78299	0.39815	-0.02594	0.4183	0.71863	0.0649

Tabell 3. Visar ankomsttalen och dem statistiska fördelningar för trauma (akut) patienterna. Alla fördelningarna som används är diskreta fördelningar som modellerar den variation som det verkliga systemet uppvisar.

Veckodag	Fördelning	Medelvärde antal pat/dag
Måndag	Poisson (4.53968, 2)	5
Tisdag	Negative Binomial (17, 0.80466)	4.4
Onsdag	Negative Binomial (227, 0.98388)	4.1
Torsdag	Negative Binomial (227, 0.98388)	4.1
Fredag	Negative Binomial (227, 0.98388)	4.1
Lördag	Binomial (34, 0.09104)	3.1
Söndag	Binomial (34, 0.09104)	3.1

Tabell 4. IAT elektiva patienter ankomstfördelningar

	OP sal	Veckoplanering V1					OP sal	Veckoplanering V2				
		Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag		Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Umeå Ortopeder Ankomst en dag före	1	2 knä	2 knä	2 höft	2 höft		1	2 knä	2 knä	2 höft	2 höft	
Inskrivning Rehab Extra platser	2	2 höft	2 höft	2 GBP			2	2 höft	2 höft	2 GBP		
GBP/Slivar Ankomst en dag före	3	3 GBP					3	3 GBP				
Poliklinisk Gyn	4						4		1-2 cancer			
Tandpol	5						5					

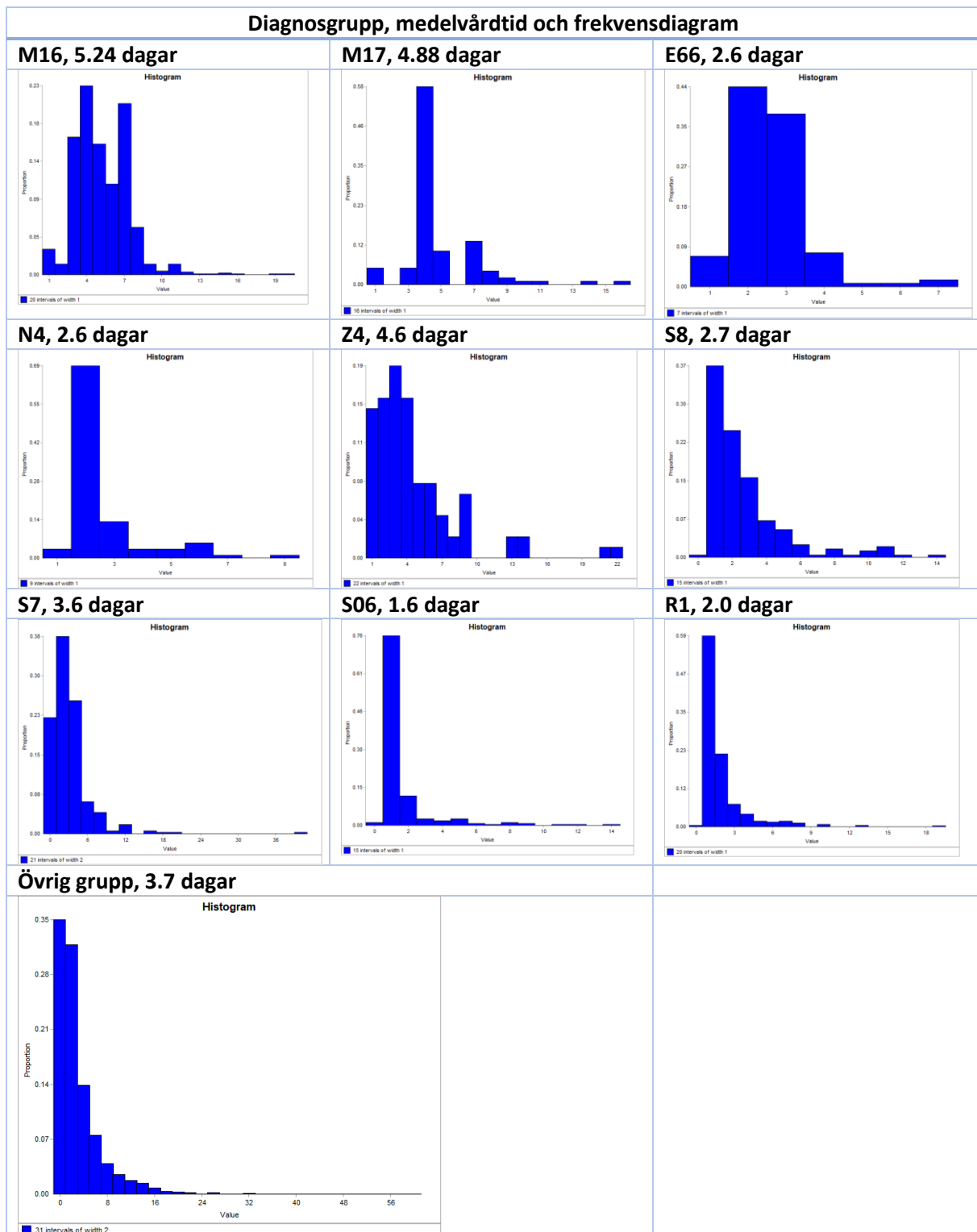
Tabell 5 – Schemaläggning och vårdplanering för elektiva ortopediska operationer i Lycksele. Gantt-scheman visar inskrivningsdag och förväntad utskrivningsdag för ortopediska elektiva patienter.

V0		V1							V2									
Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag
H1 M skrivs in (knä måndag)			H1 M							H1 M								
H2 M skrivs in	Höft Måndag	Skrivsin	H2 M							H2 M								
			H3 T							H3 T								
M16 Knä				H4 T						H4 T								
M17 Höft				H5 O						H5 O								
E66 fetma					H6 O							H6 O						
N40 Prostata					H7 To							H7 To						
K43 bråk						H8 To						H8 To						
Z43 piliostomi						H9 F						H9 F						
Z47 ej operation behandling							H10 F							H10 F				
K1 M skrivs in			K1 M							K1 M								
K2 M skrivs in				K2 M							K2 M							
				K3 T							K3 T							
				K4 T							K4 T							
G1 M skrivs in			G1 M							G1 M								
G2 M skrivs in			G2 M							G2 M								
G3 M skrivs in				G3 M							G3 M							
				G4 T ?							G4 T ?							
				G5 T ?							G5 T ?							
				G6 T ?							G6 T ?							
				G4 O							G4 O							
				G5 O							G5 O							
											Cancer Pat ?							
											Cancer Pat ?							

3.2.3 Vårdtidfördelning patientgrupper

Alla diagnosers vårdtid modellerades med hjälp av empiriska sannolikhetstabeller baserade på data från 2014-2016. Empiriska tabellen slumpar fram LoS genom en slumpvalsgenerator. Tabell 6 visar på frekvensutfallet från data för de olika diagnoserna samt medelvårdtiden för data punkterna. Gruppen med största spridning mellan min och max dagar är övriga gruppen. Det är flera grupper som har ett stort kovariansvärde.

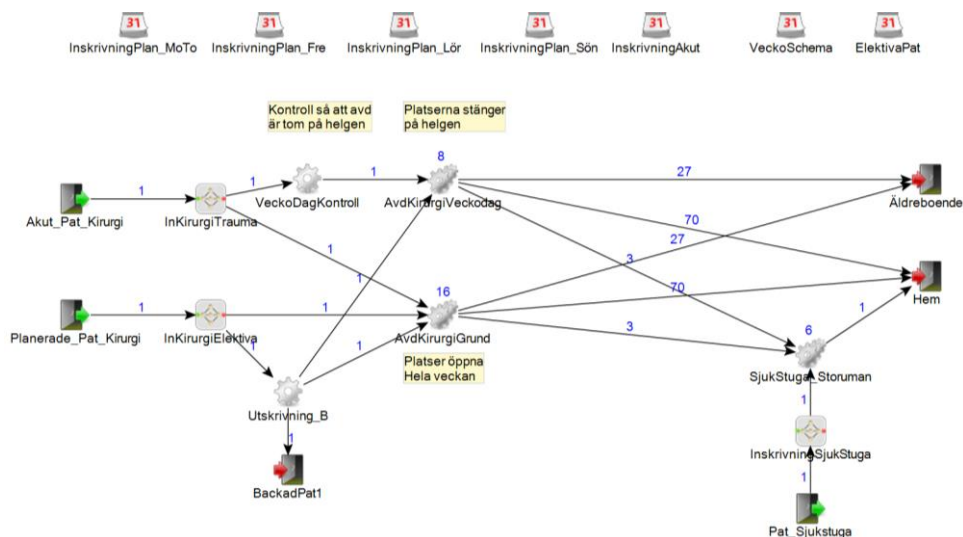
Tabell 6. Identifierade vårdtidfördelningar LoS – empiriska fördelningar



3.3 Modell

Simuleringsmodellen modellerades i två olika mjukvaror. Bilden på modellen i figur 5 visar modellen i simuleringsmjukvaran Facts 3.0. Den åskådliggör att avdelningen är uppdelad i två delar, dels 16 vårdplatser som är öppna hela veckan och dels fem plus tre vårdplatser som stänger under helgen. De tre extra vårdplatserna kan personalen använda för att vårda Lycksele patienter över 65 år.

Svårigheten i modelleringsarbetet bestod i dels i att den initiala datamängden inte innehöll en koppling till Storumans sjukstuga och i komplexiteten att modellera flexibiliteten i utskrivningarna som genomfördes under fredagar. Modellen kommer därför att kompletteras under 2021 och inkludera flödet till Storumans sjukstuga.



Figur 5. Simuleringsmodellen som inkluderar Lycksele vårdavdelning och flödet till bl.a. Storumans sjukstuga

3.4 Experiment, resultat och analys

Simuleringsmodellen verifierades och validerades i två omgångar. Flera detaljer korrigerades bl.a. antal planerade operationer per vecka och hur avdelningen kan använda Rehab platser för Lycksele patienter som är + 65, samt extra platser i andra avdelningar på lasarettet.

Utfallet ledde till att skillnaden i antalet vårdade patienter under en period av 60 dagar var endast 3.2%. Det som också skiljde var att simuleringsmodellen var "sämre" på att skriva ut patienter under fredagen. Det ledde till en 2% högre överbeläggning än i det verkliga systemet och några fler strukna patienter, se tabell 7. Resultaten visar att modellen över Lycksele kirurgiska avdelning är tillräcklig noggrann för att representera verkligheten 2016.

Ett önskemål är att modellera alla sjukstugor som kan ta emot patienter från avdelningen. Detta för att studera hur hela systemet med sjukstugor påverkar flödet för dem patienter som inte kan skrivas ut till hemmet.

Tabell 7. utfall från simuleringsmodell och verkliga systemet. Siffrorna utgör medelvärdet i respektive system för en period av 60 dagar.

3 x 60 dagar, 2016	Elektiva	Trauma	Total inskrivna patienter på avd.
Verkliga systemet	135	224.7	359.8
Simuleringsmodellen	136	212.2	348.2
Skillnad i %	0.7	5.6	3.2

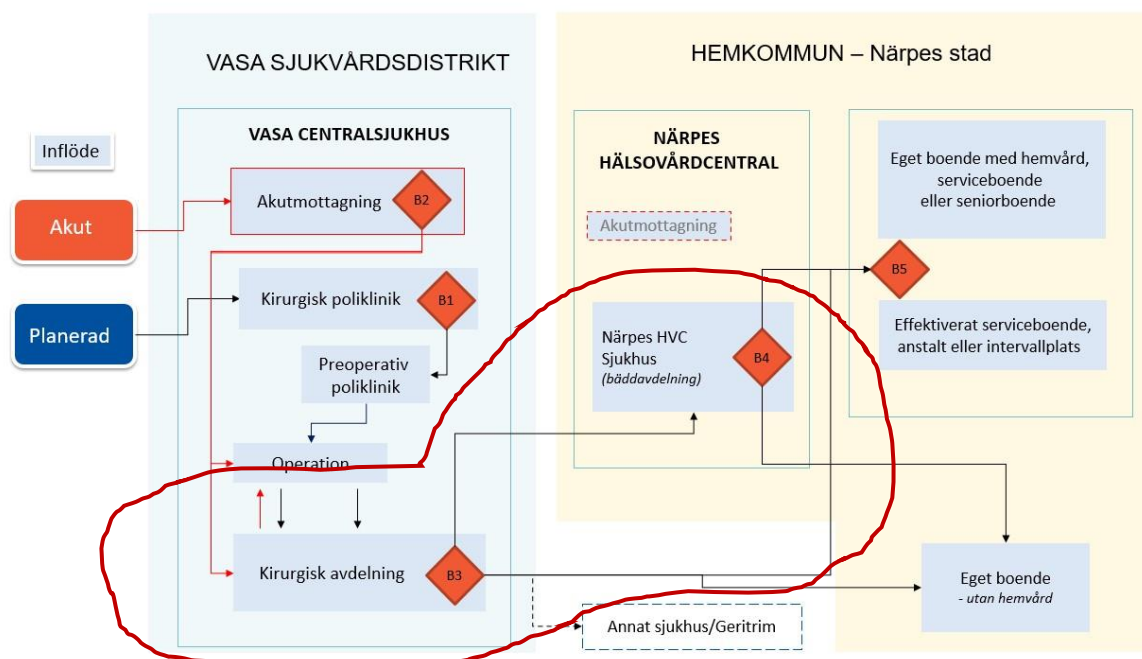
4 Fallstudie Vasa- Närpes

Fallstudiet över Vasa-Närpes bestod av flera delfallstudier och experiment. Arbetet genomgick flera faser där Fas 1 omfattade endast modellering och simulering av tre avdelningar på Vasa central sjukhus (VCS). Fas 2 studera en framtida vårdavdelning på VCS och påverkan av att minska antalet vårdplatser. Fas 3 inkluderade detaljmodellering av Närpes primärvård enhet (Närpes HVC). Denna delrapport kommer att koncentrera sig på det viktigaste i fas 2 och 3 av arbetet och inkluderar inte alla delsteg.

4.1 Processkartläggning

Detta avsnitt är hämtat från projektets rapport Kravspecifikationen. Den återges här för att ge läsaren en bakgrund till systemet.

I Finland har projektet studerat patienter hemmahörande i Närpes kommun som genomgått en ortopedisk operation, antingen på grund av en akut skada eller som en planerad knä- eller höftoperation. Flödet presenteras i figur 6. Patienterna har opererats vid Vasa centralsjukhus och vårdats på kirurgisk avdelning på sjukhuset efter operationen. Därefter har största andelen patienter skrivits ut till sina hem i Närpes, med eller utan hjälp från hemvården. De patienter som haft större vård- och rehabiliteringsbehov har skrivits ut till en bäddavdelning vid Närpes Hälsovårdscentral (HVC), akut- och rehabiliteringsavdelningen i Närpes stad. Efter avslutad vårdtid på HVC sjukhus har patienterna skrivits ut till ett boende eller till sitt eget hem, för att eventuellt fortsätta sin rehabilitering med stöd av den sammanslagna hemvårdens tjänster.



Figur 6. Finländska vårdflödet med start på kirurgavdelningarna på Vasa Central Sjukhus och vården i Närpes stad.

Den fullständiga simuleringsmodellen (fas 3) omfattar det som är innanför den röda markeringen i figur 6. Det som benämns som Kirurgisk avdelning innefattar tre avdelningar T2, T3 och A3. Avdelning T2 har 28 sängplatser, T3 har 30 platser och A3 har 20 platser. Tillsammans kan avdelningarna omhänderta 78 patienter. Avdelningar fungerar som buffertar för varandra och kan ta över en patient om den tänkta avdelningen inte har en tillgänglig sängplats. Även de Närpes HVC tillsammans med andra HVC i regionen har möjlighet att snabbt ta emot färdigbehandlade patienter som inte blir utskrivna direkt till hemmet.

4.2 Dataanalys

Dataanalysen följer samma mönster som i tidigare fallstudie. Skillnaderna är att arbetet inkluderar en större mängd patienter, diagnoser och enheter. Analysen omfattar även en mer detaljerad utskrivningsprocent från VCS per dag och patientgrupp. Den inkluderar flödet mellan VCS och Närpes HVC, samt övriga inskrivna patienter från andra enheter till Närpes HVCs bäddavdelning, se figur xx.

Analysen bygger på data från åren 2016 och 2017. Den använder sig av 40 typ veckor under året, det betyder att i likhet med fallstudiet i Lycksele lasarett tar vi inte hänsyn till sommarveckor och andra helgveckor under året. I snitt skrivs det in 78.6 elektiva patienter per vecka till avdelning T2, A3T3 och 63.9 trauma patienter per vecka till samma avdelningar. Tillströmningen är i genomsnitt 142.5 patienter per vecka, men som studiet kommer att visa finns det stor variation i hur många som skrivs in vecka för vecka.

4.2.1 Patientdata

Patientdata grupperingen och efter följande analys innehåller 26 grupper. Dessa 26 grupper presenteras med i diagnosgrupper och avdelningsgrupper i nedanstående tabell. Grupperna innehåller början på ICD koden för respektive diagnoser, t.ex. grupp M16 grupperar alla patienter med diagnoser som börjar på M16. Gruppen MX grupperar alla patienter med diagnoser som inte är en del av M16 och M17. Flera grupper återkommer och finns i två varianter, en för elektiva och en för trauma patienter, t.ex. SÖP och SÖX. Andra grupperingar visar vilken avdelning som använder sig av diagnosgruppen t.ex. ÖT2_P (övriga patienter avdelning T2 planerade). Grupperna är eftersom dem skiljer sig åt i vårdtid.

Tabell 8 visar att det sker en omgruppering av patienter när dem fortsätter i flödet till exempel bildar grupperna S7S8 och S7 en ny grupp S7S8 när dem kommer till Närpes HVC osv. Anledningen till nya grupperingen är att det statistiska underlaget blir för liten utan grupperingen.

Tabell 8. Diagnosgrupper för VCS elektiva och trauma patienter, samt HVC med nya grupperingar

Elektiva	Trauma	HVC, Ny gruppering
M16	S7	MX (M16, M17, MX, MXA)
M17	S8	NX
MX	SÖX	EX
NX	R1	S7S8 (S7, S8)
EX	RX	SXÖ (SÖX, SÖP)
ZX	ÖT2_A	RX (R1, RX)
SÖP	MXA	ZX
ÖT2_P	ÖAT3_A	ÖVCS (ÖVCS, ÖT2_A, ÖAT3_A, ÖT2_P, ÖAT3_P)
ÖAT3_P		ÖHVC

Att utöka antalet patientgrupper ökar komplexiteten i dataanalysen och också arbetsbördan. Det ska tilläggas att denna inte var den ursprungliga grupperingen utan att den har förfinats vart efter studiet gått från fas 1 till fas 3. Den ökade antalet grupper leder till ett ökat antal vårdtid fördelningar och utskrivningsfördelningar. Komplexiteten växer när även utskrivningsfördelningen skiljer sig mellan veckodagar se (Johansson & Abramowicz, 2020). En viktig parameter som togs med i modellen är andelen patienter från dessa olika grupper som var hemmahörande till Närpes och sedan hur många av dessa som gick vidare i flödet till Närpes HVC.

4.2.2 Ankomstfördelning patientgrupper

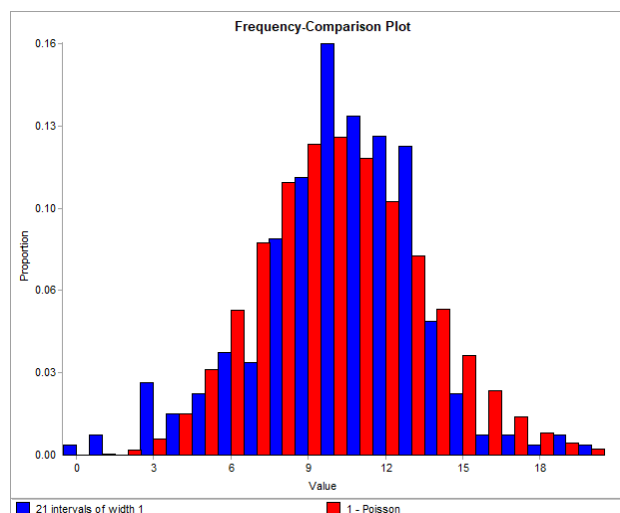
Modelleringen av ankomstflödet till avdelningarna genomförs i flera steg. Steg 1 i processen startar när modellen skapar en inkommande patient med tillhörande patient/diagnosgruppen inför varje dag. Modellen slumpar vilken patientgrupp baserad på den historiska mixen som avdelningen haft. Nästa patient skapas först efter den nuvarande blivit antagen till avdelningen.

Steg 2 i processen antar patienter till avdelningen baserad på en fördelning och medeltalet. Antalet slumpas fram varje dag baserad på historisk data. Tabell 9 presenterar medeltalet för inskrivna patienter till de olika avdelningarna. Siffran kommer från en Poisson fördelning omvandlas till en exponentialfördelning ger därmed en medeltid mellan patient ankomst inom en timme per dag dvs. mellan kl.13 -14. Att tiden 13 till 14 är vald har att göra med att modellen vill undvika krockar mellan in- och utskrivningar, det betyder att utskrivningar sker innan kl.13. Exponentialfördelningen som har ett kovariansvärde på 1 representerar bra den variation som VCS avdelningarna har.

Tabell 9. Ankomstfördelningar – alla är exponentialfördelade och patienterna blir inskrivna mellan kl. 13-14. Siffran anger medelvärdet av antalet patienter.

Avdelning/dag	Mån-Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag
T2 elektiva	6.3	3.9	0.5	0.9
T2 trauma	3.4			
A3T3 elektiva	10.25	4.8	0.7	1.76
A3T3 trauma	5.8			
HVC från T2/T3/A3	0.3			
HVC övrigt	0.37			

Figur 7 visar en av fördelningarna som har presenterats i tabell xx. Figuren visar histogram med antal inskrivna patienter måndag till torsdag till avdelningarna A3T3. Den visar hur en Poisson fördelning med parameter/medelvärde 10.25 kan approximera historiska antalet och variationen. På liknande sätt har data för alla ovanstående avdelningar och dagar beräknats.



Figur 7. Historisk data från avdelningarna A3T3 i dem blåstaplarna, matchas av Poisson fördelningen med lambda värde 10.25.

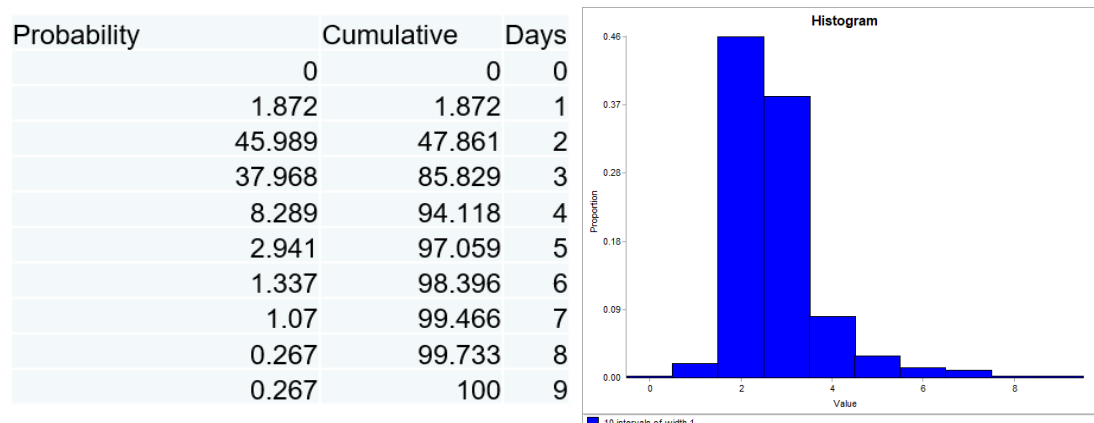
4.2.3 Vårdtidfördelning patientgrupper

Patienters vårdtid på de olika avdelningarna är korrelerat till diagnosgrupperna. Tabell xx. visade att modellen använder sig av 26 stycken patientgrupper. Var och en av dessa grupper har sitt eget LoS fördelning. Varje fördelning är bygg på historisk data som kan visualiseras genom frekvenstabeller. För dokumentation av medelvårdtiden för dem olika empiriska sannolikhetsfördelningarna för elektiva och trauma patienter hänvisas till tabell 10 och 11 nedan. Dessa tabeller innehåller bara nyckeltal kopplade till datamängden. De enskilda datapunkterna används för att ta fram dem empiriska sannolikhetsfördelningarna som simuleringsmodellen använder för att simulera den verkliga avdelningen och dess variationer. Två exempel på detta visas av figur 8 och 9.

Tabell 10. Beskrivning av datagrupperna och dess nyckeltal för elektiva patienter på T2, A3 och T3

Patientgrupp	M16	M17	MX	NX	EX	ZX	SÖT2_P	ÖT2_P	ÖAT3_P
Antal datapunkter	375	480	367	533	297	27	406	681	3117
Min	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Max	9	7	26	15	13	7	20	36	54
Medel	2.7	2.9	2.5	1.6	1.6	1.7	2.3	2.4	2.9
Median	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Varians	1.2	1.0	5.4	2.9	2.7	3.7	8.2	8.3	13.7
Snedhet	2.0	1.1	4.1	3.4	3.9	1.8	3.4	4.4	4.1

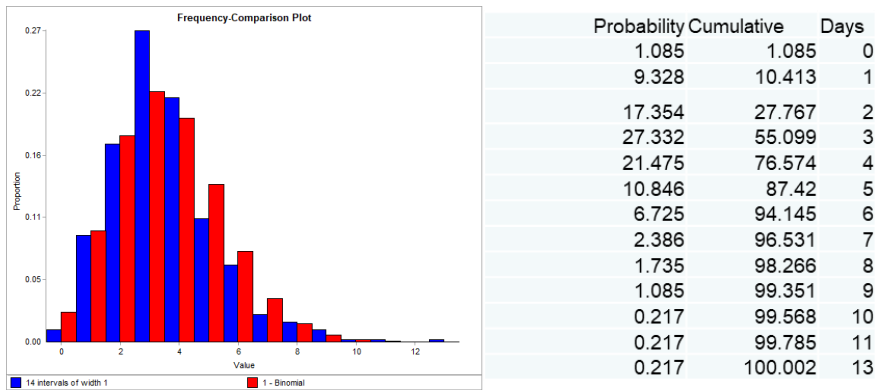
Ett exempel på en sannolikhetsmodell och motsvarande histogram för patientgruppen M16, presenteras nedan i figur 8.



Figur 8. Sannolikhetsmodell och histogram för gruppen M16

Tabell 11. Beskrivning av datagrupperna och dess nyckeltal för trauma patienter på T2, A3 och T3

Patientgrupp	S7	S8	SÖ	R1	RX	ÖT2_A	ÖAT3_A
Antal datapunkter	461	276	805	218	255	437	2961
Min	0	0	0	0	0	0	0
Max	13	45	23	14	17	32	62
Medel	3.5423	3.09058	1.97267	2.04128	2.39608	3.27918	3.6562
Median	3	2	1	1	2	2	3
Varians	3.27919	14.04631	4.34751	3.85543	4.8858	14.11913	14.37838
Snedhet	1.06204	6.18836	3.35742	2.44482	2.60679	3.25896	4.70114



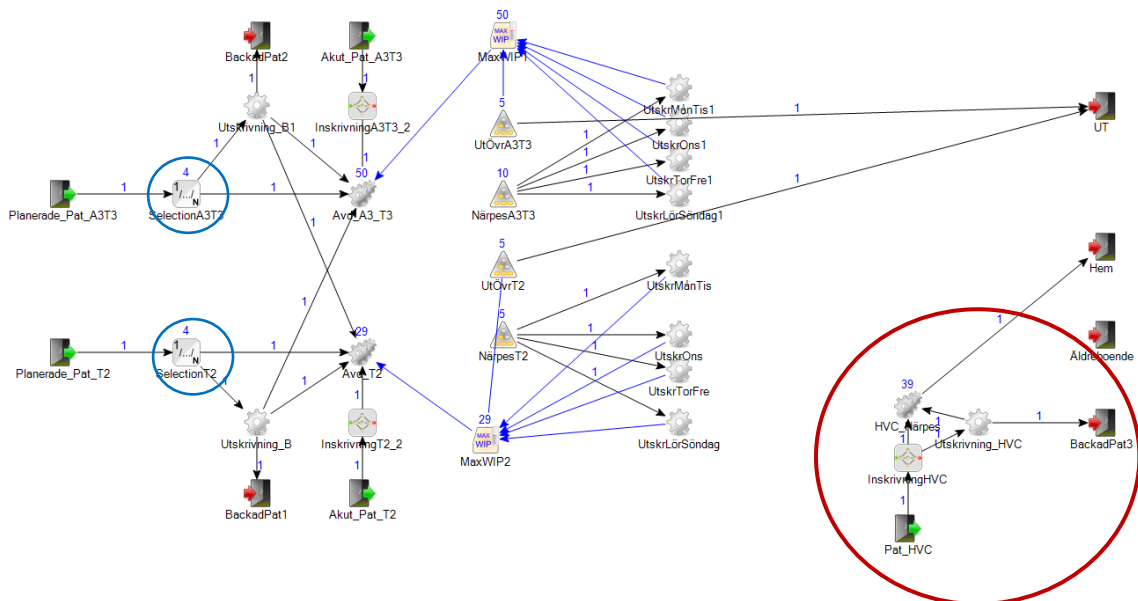
Figur 9. Sannolikhetstabell och histogram för S7, samt passad Binomialfördelning

Det båda tabellerna visar är att vårdtiden på specialistsjukhus i Vasa är relativt låga och som Johansson & Abramowicz (2020) rapport visar ligger det något lägre än motsvarande verksamhet på Lycksele Lasarett.

4.3 Modell

Vasa-Närpes modellen är mer omfattande och data tung än den tidigare Lycksele modellen. Figur 10 visar huvudflödet till vårdavdelningarna T2, A3T3 samt dess fortsatta flöde till Närpes HVC som är markerad med en röd ring.

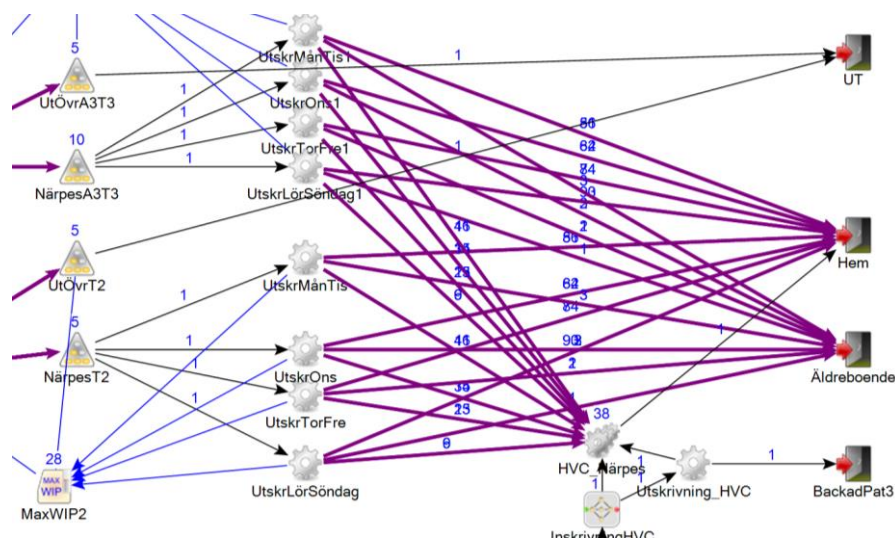
Modellen är byggd med hjälp av användargränssnittet, genom kodning och genom att läsa in data från Excel ark. Den dokumenterar antal patienter som behandlas, ledtid genom systemet, beläggning av avdelningarna och även antal patienter som inte kunde bli inskrivna på grund av sängplatsbrist.



Figur 10. Översiktsbild av VCS-Närpes HVC modellen. Bakom denna enkla fasad döljs en komplex modell med många patientgrupper och kedja av händelser som loggas.

Den använder sig av viktade kopplingar och kö-rutiner för att skicka patienter vidare i flödet. Den har en komplex matris för att skriva ut Närpes patienter från VCS till Närpes HVC, hem eller äldreboende enligt olika sannolikhetsprocent beroende på veckodagen. Sannolikheterna styrs av patientgruppen,

avdelningen inom VCS de kommer från och vilken veckodag dem skriv ut. För att ge en uppfattning av dem olika möjliga kombinationerna hänvisas läsaren till figur 11.



Figur 11. Sannolikhetkopplingar som bestämmer hur en patient går vidare i flödet.

Modellen stämmer väl överens med VCS avdelningar T2, A3 och T3. Valideringsarbetet av Närpes HVC däremot utgjorde en utmaning. Simuleringsmodellen pekade på att Närpes HVCs bäddavdelningar borde ha svårare att klara servicegraden. I simuleringsmodellen blev bäddavdelningen full belagd efter en simuleringshorisont på tre månader, dvs. att systemet aldrig hamnade i det man beskriver som steady state. Än är det oklart varför. Det finns tre hypoteser som vi tittar närmare på. 1) systemet är beroende av kortare semester avbrott på VCS för att minska tillströmningen av patienter och eftersom vi simulerar 4 månader utan avbrott får systemet inte det nödvändiga avbrotten, 2) rutinerna för inskrivning är mer flexibla på bäddavdelningen än i modellen och 3) utskrivningsprocenten från VCS stämmer inte med verkligheten. Redan idag vet vi att dokumenteringen är bristfällig och trots att vi genom korsreferenser försökt att kartlägga exakt antal patienter som går vidare finns det en lucka i datan. Modelleringsdata, experiment och slutsatser för Närpes HVC har presenterats för Närpes, men kommer inte att presenteras i denna utgåva av rapporten.

4.4 Experiment, resultat och analys

Rapporten kommer att redovisa några av dem experiment som genomfördes under fas 2 av projektet. Dessa experiment adresserar en kommande förändring i bäddkapaciteten i avdelning T3, A3 och T3. Eftersom bäddantalet ska minskas ville projektgruppen inom VCS studera vad följderna av detta skulle vara på VCs operations kapacitet och på flödet. Minskningen av antalet sängplatser per avdelning är enligt nedan:

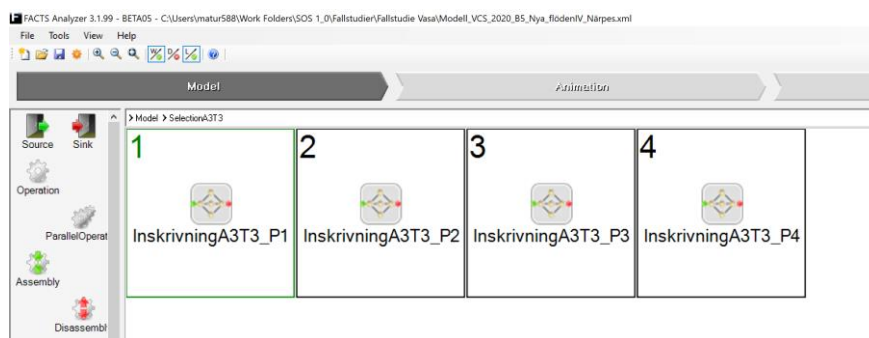
- A3 har nu 20 platser och i nya sjukhuset 16 platser
- T2 har nu 28 platser och i nya sjukhuset 25 platser
- T3 har nu 30 platser och i nya sjukhuset 25 platser
- Från 78 platser till 66 platser

Det som är intressant att optimera är att hitta bästa kompromissen mellan antalet bäddplatser, belägningsgrad, intäkter och antal genomförda operationer. För att nå högbelägningsgrad och utan att behöva stryka för många operationer behöver systemen hålla ner variationerna. En stor del av variationerna kommer från trauma/akuta flödet och är svårare att påverka. Däremot finns det

variation som avdelningen står själva för och den uppkommer genom att ha schemalägga ojämnt över veckan och över veckorna. Datat från VCS visade på att kvoten mellan medelvärdet och variansen för operationsplaneringen har ett Lexus ratio värde på ca. 1. Även om det i sig är en normal variation, är det av intresse att se vad som händer om man minskar variationen som kommer från operationsplaneringen. Modellen innehåller ett objekt som heter Selection och den pekas ut i figur xx, genom dem blåa cirklarna. Selection objektet ger optimeringsmotorn möjlighet att testa olika konfigurationer på flödet. I figur 12 visas vad som händer när man tittar in i objektet. Figuren visar hur det nu finns fyra olika upplägg på operationsplaneringen. Genom att låta optimeringsmotorn välja vilken av dessa som bäst hjälper systemet att nå optimala siffror på målen för systemet öppnar man för intressant analyser. Ett experiment parametrarna för objektet selection är därför enligt följande er:

1. Dagens planering av operationer
2. Planerade måndag – fredag utan variation
3. Måndag – torsdag med en extra patient måndag och tisdag och en färre på onsdag och torsdag
4. Måndag till Fredag med mer utjämnad variation dock fortfarande nära Lexus ratio = 1

Motsvarande selection och val finns för avdelningen T2



Figur 12. Selection objekt för flödet över avdelning A3/T3. Visar på 4 olika konfigurationer på operationsplaneringen för elektiva patienter

Utöver att experimentera med selection kommer optimeringsmotorn att skruva på antalet sängplatser genom att öka/minska antal sängplatser T2, T3/A3. Den kommer att mäta antal patienter som blir behandlade under simuleringsperioden, antal backade eller strukna operationer pga. av brist på sängplats och även inkludera en total kostnadsanalys. Observera att akuta patienter alltid har företräde över planerade patienter.

Utöver dessa parametrar innehåller modellen även kostnads och intäktsparametrar för M16, M17, S7 och S8 patientgrupperna. Tabellen nedan visar kostnad per patient för operation och andra aktiviteterna innan vårdtiden på vårdavdelningen. Den visar även vinst för tid på vårdavdelningen. Modellen tar hänsyn till alla kostnader för dessa grupper och även den intäkt som varje genomförd operation bidrar med. Det som är av intresse är att en struken operation genererar kostnader men ingen intäkt. Det betyder att för hög beläggingsgrad leder visserligen till låga vårdkostnader på avdelning T2, T3 och A3, men det leder även till en högre andel strukna patienter som leder till kostnader. Ett av optimeringsmålen är därför att maximera vinsten.

Tabell 12. Kostnad och intäktstabell för diagnoserna M16, m17, S7 och S8.

Kostnader plockade från KPP med villkoren år 2018, avdelningar T2, T3 och A2.			
Diagnos	Intäkt Index	Kostnader p/p exkl bäddavdelning	Vinst p/p före bäddavdelning
M16 Index	6491	5755	736
M17 Index	5436	3554	1882
S72 Index	5843	3622	2221
S82 Index	3836	2099	1737

Experimenten gör även följande antagande: att det finns operationsresurser för att öka antalet planerade operationer med upp till 20%. Här gör vi skillnad mellan akuta operationer som står oförändrade och planerade operationer som ökar med 20%. Figur 13 visar experiment variabler och optimeringsmålen för experimentet som dem definieras i optimeringsfönstret av simuleringsmjukvaran.

The figure displays two screenshots of the 'Advanced Optimization Settings' window. The top screenshot shows the 'Input Variables' section with a table of variables. The bottom screenshot shows the 'Objectives' section with a table of goals.

Name	Data Type	Set	Lower Bound	Upper Bound	Base (Optional)
HVC_Narpes_NumOPs	INTEGER	{26,42}	26	42	
SelectionT2_ActiveNum	INTEGER	{1,4}	1	4	
SelectionA3T3_ActiveNum	INTEGER	{1,4}	1	4	
A3T3	INTEGER	{44,60}	44	60	
T2	INTEGER	{20,34}	20	34	

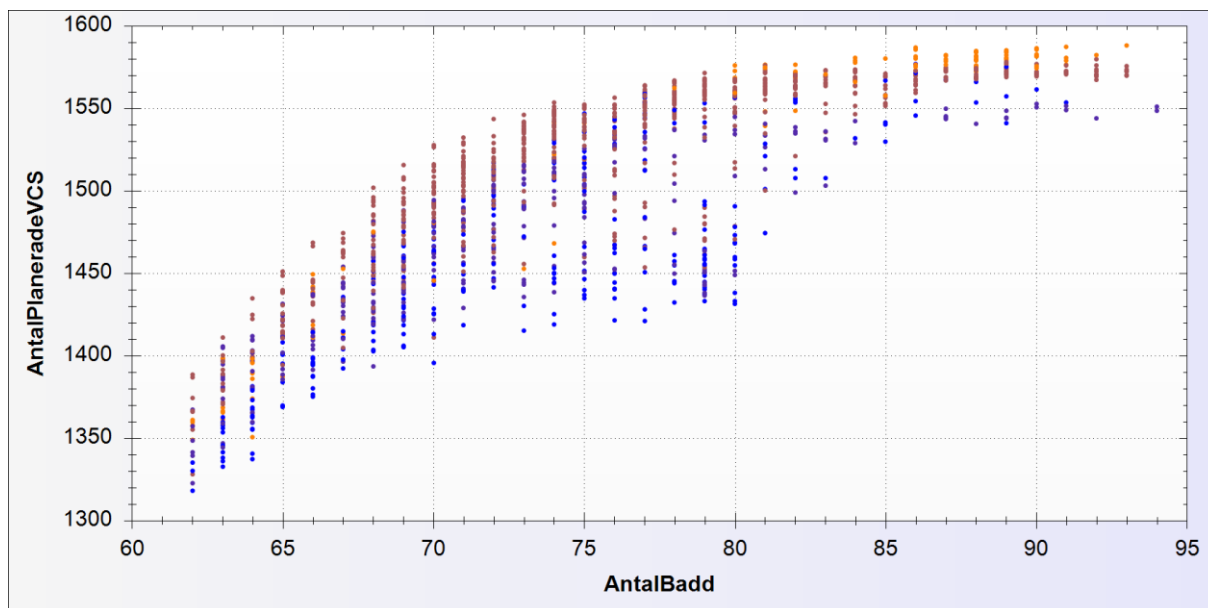
Name	Formula	Goal
AntalBadd	BaddAntalVCS	Minimize
AntalBaddHVC	HVC_Narpes_NumOPs	Minimize
BackadeVCS	BackadPat1_NumberOfExits+BackadPat2_NumberOfExits	Minimize
BackadeHVC	BackadPat3_NumberOfExits	Minimize
AntalPlaneradeV...	BehandladeElektiva	Maximize
Vinst	VinstOpt	Maximize

Name	Formula
BaddAntalVCS	A3T3+T2
AntalElektivaPat	Planerade_Pat_A3T3_NumberOfExits+Planerade_Pat_T2_NumberOfExits
AntalTraumaPat	Akut_Pat_A3T3_NumberOfExits+Akut_Pat_T2_NumberOfExits
BehandladeElekt...	Planerade_Pat_A3T3_NumberOfExits+Planerade_Pat_T2_NumberOfExits-BackadPat1_NumberOfExits-BackadPat2_NumberOfExits

Formula
SelectionT2_ActiveNum==SelectionA3T3_ActiveNum

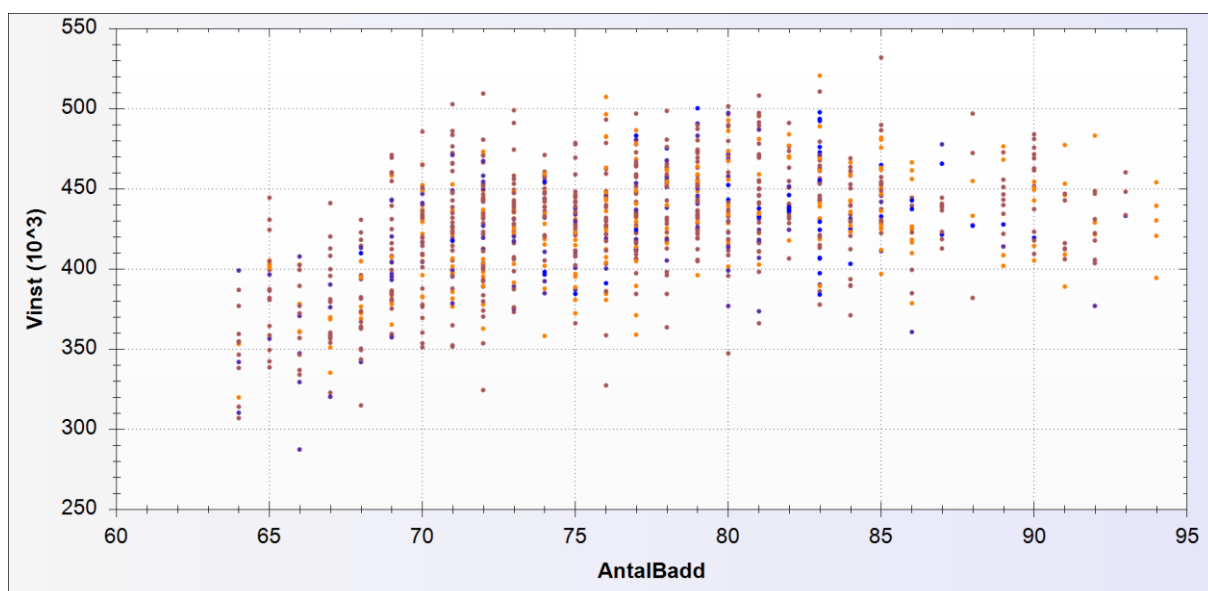
Figur 13. Figuren visar inställningar för experiment variabler och optimeringsmålen

Optimeringen körde 3000 olika experiment och här följer några av dem samband som kan identifieras. Figur 14 visar att färre sängplatser kommer att begränsa kapaciteten i vårdflödet och därmed agera flaskhals. De bästa kompromisslösningarna representeras av de punkter som ligger längst ut på pareto-fronten. Varje punkt representerar en systemkonfiguration, där den strategi som operationsplanering använder visualiseras med olika färger. Dessa strategier söker utjäma operationsplaneringen och därmed minska den ojämna planeringen som idag leder till variation i antal operationer som genomförs från dag till dag och från vecka till vecka. Dessa typer av människoskapta variationer skapar ofta problem längre ner i flödet.



Figur 14. Resultat från studie på VCS som visualiserar två av målen med optimeringen – planerade operationer och antal bäddplatser på avdelningarna T2, T3 och A3. Färgen på dem olika lösningar representerar olika operationsplanerings strategier.

Figur14 visar på en tydlig relation mellan bäddkapacitet och det totala systemets kapacitet. Det är även tydligt att kurvan planar ut efter 75 bäddplatser. Om vi i istället tittar på de två målen *vinst* och *antal bäddplatser* i samma studie ser resultatet lite annorlunda ut (figur 15). Här ser man inte en lika tydlig pareto-front och med vissa undantag visar resultatet att maxvinsten för systemet kan nås redan vid 72 bäddplatser.



Figur 15. Resultat från studie på VCS som visualiserar två av målen med optimeringen – vinst och antal bäddplatser på avdelningarna T2, T3 och A3.

En mer utförlig och detaljerad genomgång av de olika experimenten kommer att publiceras under 2021 och 2022.

5 Slutsatser

Denna är en delrapport för projektet SOS 1.0. den har haft som syfte att ge inblick i modellering, simulering och optimeringsarbetet. Att bygga valida simuleringsmodeller är ett omfattande arbete som dock är väldigt givande och intressant. Behovet av att kombinera vetenskap och konst anses vara av vikt vid all simuleringsarbete.

Simuleringsarbetet skapar alltid utrymme för ytterligare analyser och experiment. SOS 1.0 har använt sig av en tekniken simuleringsbaserad flermålsoptimering som ger möjligheten att studera hur systemet kan nå optimala kompromisser mellan mål som ofta är i direkt konflikt med varandra. Dessa möjligheter ger även möjlighet att identifiera regler för att optimera systemen. Dessa regler baserade på optimala pareto-lösningar är av stort värde för beslutsfattare. Det är vår förhoppning att dessa exempel kan skapa intresse för tekniken och dess möjligheter. Mer utförligare analyser och detaljerade beskrivningar kommer att publiceras under 2021 och 2022.

En simuleringsmodell är alltid en abstraktion av verkligheten. Och även om den kan användas för att identifiera optimala system parametrar kan den aldrig fånga den variation av händelser, stora som små som genomförs varje dag för i våra sjukvårdsystem av kvalificerade sjukvårdspersonal. Handlingar och beslut som räddar människor varje dag och som visar en stor mått på osjälviskhet. Vår önskan är att simulering och optimering kan tjäna dessa professioner och ge de stöd för att fatta beslut som är svåra att överblicka pga. systemets variationer, komplexa flöden och suboptimerade processer. Att kunna modellera helheten, även om det sker på en förenklad nivå ger insikt som är svårt att nå baserad på ren intuition.

Referenser

Brailsford, S.C., Bolt, T.B., Bucci, G., Chausalet, T.M., Connell, N.A., Harper, P.R., Klein, J.H., Pitt, M. & Taylor M. (2013) Overcoming the barriers: a qualitative study of simulation adoption in the NHS, *Journal of the Operational Research Society*, 64:2, 157-168, DOI: 10.1057/jors.2011.130

CHSA, Centrum För Hälso Och Sjukvårdsanalys (Centre for Healthcare Analysis) (2002) *Jakten på den goda styrningen – En kunskapsöversikt kring styrning och organisation inom hälso- och sjukvård* (eng. The hunt for the good management – A knowledge survey around management and organisation within the healthcare system), 2002, Gothenburg. Centrum För Hälso– Och Sjukvårdsanalys, report nr. 3, ISBN 91-974223-2-0.

Eldabi, T., Zahir, I. and Ray, J.P. (2002) A proposed approach for modelling health-care systems for understanding. *Journal of management in Medicine*, 16(2/3), pp. 170-187.

Goienetxea Uriarte, A., Ruiz Zúñiga E., Urenda Moris, M., and Ng, H. C. A. (2017) How can decision makers be supported in the improvement of an emergency department? A simulation, optimization and data mining approach. *Operations Research for Health Care* 15 (2017) 102-122

Hemming, S. & Ärlebrant, L. (2020) kartläggning av kirurg-ortopediska vårdkedjan och dess kvaliteter i Västerbotten och Kust-Österbotten – Analys av intervjuer med vårdpersonal inom specialist-, primär- och kommunvård/socialvård. Region Västerbotten.

Johansson, M. & Abramowicz, K. (2020) Datatillgång och användbarhet – Källor, möjligheter, utmaningar och jämförelser. Delrapport inom Botnia-Atlantica SOS 1.0 – simuleringsstödd optimering av servicekedjor inom specialist, primär och hemsjukvård. Region Västerbotten.

Robinson, S. (2013) *Conceptual modeling for simulation*, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference R. Pasupathy, S.-H. Kim, A. Tolk, R. Hill, and M. E. Kuhl, eds (pp. 377-388) Piscataway, NJ: IEEE.

Urenda Moris, M. (2010) *Dealing with variability in the design, planning and evaluation of Healthcare inpatient units: a modelling methodology for patient dependency variations*, Ph.D. Thesis, Faculty of Computing Sciences and Engineering, De Montfort University, UK.