



Kravspecifikation

Standardiserad strategi för datainsamling,
simulering och optimering av vårdflöden

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte & mål	1
1.3 Kund.....	2
1.4 Användare	2
1.5 Effekt	3
1.6 Terminologi.....	4
2. Teoretiskt ramverk	6
2.1 Händelstyrd simulering	6
2.2 Flermålsoptimering	6
3. Process- & Systemöversikt	8
3.1 Vårdflöden.....	8
3.2 Arbetsprocess, roller och mjukvarukomponenter i simuleringsprojekt	10
2.3 Avgränsningar	14
4. Krav	15
4.1 Organisatoriska krav.....	15
4.2 Juridiska och regulatoriska krav	16
4.3 Funktionella krav	17
4.4 Tekniska krav	19
4.5 Datakrav	20
5. Referenser	23

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Projektet SOS 1.0 (Simuleringsbaserad optimering av servicekedjor inom specialist-, primär och hemsjukvård) är ett nordiskt samarbete mellan vårdaktörer och akademi i Sverige och Finland med finansiering från Botnia Atlantica under åren 2017-2020. Projektet har under denna tid kartlagt tiotusentals vårdtillfällen i Kust-Österbotten och Västerbotten med syftet att bygga verklighetstroga modeller av komplexa vårdkedjor där flera vårdgivare och vårdnivåer är inblandade. Huvudfokus har legat på ortopediska patienter som genomgått kirurgiska ingrepp vid Lycksele lasarett och Vasa Centralsjukhus, och därefter i varierande omfattning vårdats på lägre vårdnivåer vid sjukstugor i Västerbottens inland och vid bäddavdelning i Närpes primärvård under åren 2016-2018. Information till modellerna har inhämtats från ett stort antal lokala vårdinformationssystem, personalsystem och register och via personliga intervjuer med olika personalkategorier i berörda vårdkedjor i Sverige och Finland.

Ett viktigt syfte med projektet är att öka kunskapen om hur man kan använda simuleringsbaserad optimering i hälso- och sjukvården, ett exempel på en ytterst komplex organisation. I dessa komplexa organisationer fattas dagligen oändligt många beslut på olika nivåer och ibland kommer beslut som ämnar optimera en lokal situation (t.ex. antal vårdplatser på en vårdenhets) att få oönskade konsekvenser för en angränsande enhet. En besparing på ett ställe leder oftare än man tror till ökade kostnader eller längre vårdköer i en annan del av flödet. Det är helt enkelt inte möjligt att intuitivt förstå hur enskilda mikrobeslut påverkar vården i ett makroperspektiv på grund av systemets inneboende komplexitet. Och makrobeslut har oftast ingen som helst förankring i rådande samband på mikronivå.

Genom att bygga modeller och simulera ett antal komplexa vårdprocesser har SOS 1.0 visat att det är möjligt att skapa sig en bättre bild av hur olika enheter och vårdgivare påverkar varandra. Modellerna har applicerats i olika typer av händelsestyrda simuleringsexperiment för att utvärdera effekter av förändringar i vårdkedjan, t.ex. hur antalet vårdplatser vid sjukhus och i primärvård påverkar utfall i form av genomförda operationer och utgifter vs intäkter associerade med denna process. Modellerna har även genomgått flermålsoptimering där ett flertal önskvärda (ibland motsägelsefulla) mål har ställts mot varandra. Denna typ av optimering kan ge beslutsfattare svar på viktiga frågor som hur många operationer man maximalt kommer att kunna genomföra utan att öka antalet vårdplatser, givet olika bemanningsscenariot och enligt ett visst förväntat inflöde av akuta och elektiva patienter. Information av denna karaktär finns helt enkelt inte att tillgå i dag och beslut om investeringar eller besparingar fattas dagligen med bristfälliga informationsunderlag.

1.2 Syfte & mål

Syftet med denna kravspecifikation är att sprida kunskaperna från projektet SOS 1.0 och tydliggöra vilka funktionella, organisatoriska, juridiska och tekniska krav som vi anser behöver uppfyllas för att kunna applicera simuleringsbaserad optimering på komplexa vårdflöden. Förutom dessa krav har vi även sammanfattat vilka data som bör eller skall finnas tillgängliga för att bygga modellerna som ligger till grund för simuleringsarbetet. Självfallet styrs val av data av målet med simuleringsarbetet men vi har specificerat listan utifrån modellerna som byggts i projektet samt lärdomar från aktuell forskning på området. Förutom vårdproduktionsdata, kostnadsdata, enhetsinformation och annan relevant verksamhetsinformation bör vi även ha god patientkunnskap och känna till dennes bostadsort, boendesituation och upplevelse av vården som erbjuds. På detta område finns en oerhört stor förbättringspotential enligt projektets erfarenheter och bör prioriteras när nästa generations

vårdinformationssystem införs. En kostnads- och flödeseffektiv vårdprocess behöver inte gå hand i hand med god vårdkvalitet och nöjda patienter, och det är trots allt med patienten i fokus vi vill bygga framtidens hälso- och sjukvård.

Vidare har vi fokuserat på att beskriva den interna organisationen och det analytiska kunskapsstödet som behöver etableras för att det ska vara möjligt att införa simuleringsbaserade beslutstöd i ordinarie vårdverksamhet. Brister i komplexa organisationers kapacitet att stödja processen med att införa och nyttja nya digitala informationssystem har i otaliga studier utpekats som ett betydande hinder för effektiv implementering. Att en sådan organisation finns på plats är ett absolut måste när det gäller tekniska beslutstöd av denna karaktär.

Målet med specifikationen är att problemägare, domänexperter och användare ska få tillräcklig information och kunskap för att erhålla beställarkompetens och därigenom få en bild av de aktiviteter, strategiska åtaganden och möjligheter som simulering och optimering omfattar. Därmed kan vårdorganisationer ha en övergripande förståelse för dem organisatoriska, juridiska, funktionella, tekniska och datakrav som simulering och optimering av vårdkedjor omfattar.

1.3 Kund

Kravspecifikationen har tagits fram och specificerats utifrån erfarenheterna inom SOS 1.0 och är direkt förankrad i de kartlagda vårdkedjorna. Kunden är därmed i första hand partnerkommunernas och regionernas ledningsskikt, framför allt hälso- och sjukvårdsdirektörerna i Region Västerbotten och vid Vasa Centralsjukhus samt ledningen i Kust-Österbottens samkommun för social- och primärvård och Närpes stad, samt berörda kommuner i södra Lappland. Rapporten kan i dessa regioner användas som underlag för ett konkret utvecklingsuppdrag för att etablera ett simuleringsbaserat beslutstödssystem med optimeringskapacitet.

Vidare är specifikationen medvetet formulerad i bredare termer och kan med fördel användas som vägledning till liknande satsningar och som inspiration till andra organisationer som är intresserade av att satsa på simulering i sina respektive vårdverksamheter.

1.4 Användare

Kravspecifikationen riktar sig till personal på olika beslutsnivåer och kompetensområden. Beslutsnivåerna kan delas upp i tre nivåer, där nivå 1) är ledningspersonal med strategiskt ansvar. Det inbegriper ledningsfunktioner inom olika delar av organisationen. Det kan handla om produktionschefer, vårdenhetschefer, avdelningschefer, chefer för HR, IT support och chefer för utvecklingsprojekt som omfattar eller angränsar till området. Fokus på denna nivå är verksamhetsstrategiskt arbete som inbegriper mer konkreta aktiviteter som inköp av mjuk- och hårdvaror samt beslut om kompetensutbildning inom området. Nivå 1 kan delas in i nivå 1a och 1b, där den första har en mer strategiskt, organisatoriskt fokus och den senare ett IT-tekniskt utvecklingsansvar. Nivå 2) vänder sig till personal i ledningsfunktioner som behöver ha beställarkompetens. Detta kan inkludera ledningspersonal på nivå 1, men berör framförallt de ledningsfunktioner som beställer simuleringsprojekten. Beroende på simuleringsprojektets omfattning kommer olika personer i ledningsfunktion att bli involverade. Dessa individer måste kunna vara med och specificera syfte, mål och förväntade resultat och leveranser från projektet, samt bedöma resursbehovet och sätta upp en projektorganisation. Nivå 3) vänder sig till utförarna, dvs. de anställda som kommer att genomföra simuleringsprojektet. Denna nivå rör främst dem som jobbar med flödes- och processkartläggning, datainsamling och dataanalyser, modellering, simulering samt analys och optimeringsaktiviteterna. Alla resurser som till slut är med och bidrar i ett projekt, är inte nödvändigtvis en del av projektorganisationen, dvs. ett projekt kan behöva andra tillfälliga resurser som

vårdpersonal, IT-personal, processägare och områdesspecialister som kallas in vid behov och utgör viktiga informationskällor.

Kravtabellen är strukturerad inom fem områden; organisatoriska, juridiska, funktionella, tekniska och datakrav. De olika intressentnivåerna kommer att fokusera på olika delar i denna tabell. Nivå 1, dvs. ledningsfunktioner med strategiskt ansvar, kommer att ha fokus på de organisatoriska och juridiska frågeställningarna medan ledningsfunktioner och IT-specialister kommer att vara involverade i inköp av system och behöver titta på alla områden som tabellen lyfter fram. Nivå 2 förväntas ha en översiktlig förståelse för alla krav och alla användare på denna nivå rekommenderas att delta i en grundläggande kurs inom simulering och produktionsledning. Nivå 3-användarna förväntas ha en djupgående förståelse för alla krav och även en mer djupgående utbildning på området. Tabell 1 visar vilka avsnitt i kravspecifikationen som är av störst intresse för de olika intressentnivåerna. Observera att nivå 2 bör ha förståelse på översiktlig nivå av området för att ha beställarkompetens och nivå 3-utförarna och användare bör ha detaljerad kunskap. Detta återspeglas också av det kurspaket som rekommenderas i kravspecifikationen där nivå 2 och 3 bör ta del av en steg 1 kurs och nivå 3 bör även ta del av en fortsättningskurs.

Tabell 1: Läsanvisningar till kravspecifikationen för de olika intressentgrupperna

Intressenter\Kravsektioner	Organisation	Juridik	Funktion	Teknik	Data
Nivå 1a- Strategisk ansvar	x	x			
Nivå 1b - Teknikansvariga	x	x	x	x	x
Nivå 2 - beställarkompetens, översiktlig förståelse	x	x	x	x	x
Nivå 3 - Utförare och användare detaljerad förståelse	x	x	x	x	x

1.5 Effekt

På kort sikt (omedelbar effekt): En omedelbar förväntad effekt av publiceringen av denna rapport är ökad förståelse för vilka komponenter som behöver finnas på plats i en organisation för att göra det möjligt att simulera och optimera komplexa vårdflöden och processer. Därutöver har centrala beslutsfattare, bland annat genom projektets kommunikationsaktiviteter, en god kännedom om fördelarna med detta arbetssätt och det finns en vilja att vidareutveckla arbetsmodellen i den egen organisationen.

På längre sikt (2-5 år): Hälso- och sjukvårdsorganisationerna i respektive land har etablerat en organisation för att införa simulering som en del av planeringsarbetet. Då en betydande del av arbetet med att simulera en process består i kartläggningen av tillgängliga data och alla samband och inbördes förhållanden som existerar i systemet under lupp har vårdpersonalen generellt fått en bättre förståelse för hur lokala beslut påverkar inte bara den egna utan även angränsande vårdverksamhetens arbete och utfall. Detta i sin tur har stimulerat till ökad samverkan mellan olika vårdnivåer och vårdgivare.

På lång sikt (5-15 år): I takt med att kunskaperna och kapaciteten i organisationen ökar förväntas vårdorganisationerna kartlägga och optimera allt fler processer på såväl lokal som regional nivå och vårdinformationssystemen är anpassade att bidra till att effektivisera modellerings- och simuleringsarbetet. Detta förväntas bidra till att göra simuleringsbaserad optimering en naturlig del av beslutsfattarnas vardag och därmed bidra till en stor kapacitetsökning på alla nivåer att fatta beslut med positiva effekter på ekonomi, effektivitet och vårdkvalitet.

1.6 Terminologi

Denna rapport är rik på termer och definitioner specifika för olika specialismråden. För att underlätta läsbarheten och förståelsen sammanfattas här en rad specifika termer som genomgående återfinns i kravspecifikationen (tabell 2).

Tabell 2: Terminologi Simulering, optimering, vårdenheter och vårdflöden

Term	
Analytik	Avancerad dataanalys som är baserad på informationsutvinning, maskininlärning och artificiell intelligens, AI.
Artificiell intelligens - AI	Artificiell intelligens har ingen allmänt accepterad definition, men kan generaliseras till digitala system som likt en människa kan tränas och lära sig, dra slutsatser eller fatta beslut baserat på olika typer av information.
Beslutstödssystem	Beslutstödssystem kallar man ett informationssystem som används för att dokumentera eller presentera information på ett sådant sätt att det underlättar för en person att fatta ett mer informerat beslut i en organisation
Bäddavdelning	En vårdavdelning inom finländsk primärvård. Motsvarigheten som finns i norra Sverige kallas för sjukstuga.
Diagnoskod	Diagnoskoder anges av läkare och representerar en specifik huvuddiagnos och bidiagnos. Huvuddiagnoskoden anger huvudorsaken för besöket/inläggningen medan bidiagnoser kan registreras för mindre centrala kontaktorsaker eller underliggande sjukdomar.
Enhet	Med enhet avses någon form av avgränsad verksamhet inom vården, t.ex ett sjukhus, en vårdcentral, ett särskilt boende eller en bäddavdelning.
Flermålsoptimering	(Eng. Multi-objective optimisation, MOO) Metod som använder sig av genetiska algoritmer för att bestämma största (eller minsta) värdet av flera målparametrar som ofta står i konflikt med varandra. Det är vanligt att man inkluderar 2-4 optimeringsmål i studierna och förhållande mellan experimentvariabler och utfall kan visualiseras exempelvis i form av grafer i 2-4 dimensioner. Metoden är ett beslutstöd.
Genetiska algoritmer	Genetiska algoritmer är en AI metodik för lösning av optimeringsproblem. Den har ett brett användningsområde och kan tillämpas på många olika problem. Integrerad med simulering är den tidskrävande och beroende av snabba simuleringsexekveringar. Den börjar med en slumpvis uppsättning lösningförslag som förfinas för varje ny generation av nya lösningförslag. De nya lösningförslagen genereras genom olika tekniker (slumpvisa förändringar och korsning) från tidigare framgångsrika lösningar, därigenom arbetar algoritmen sig fram till optimala lösningar.
Optimering	Metod för att bestämma största eller minsta värdet av en målparameter (beroende på vad som anses optimalt för just denna parameter). Inom

	projektet har vi tillämpat en AI metod för heuristisk optimering med hjälp av genetiska algoritmer (GA). GA kan inte garantera optimalitet men tillsammans med simulering identifierar den alltid lösningar.
Pareto-front	Vid flermålsoptimering, där flertalet målparametrar står i motsattsförhållande till varandra, kan man visualisera alla resultaten i en graf. Ofta bildas då en s.k. pareto-front eller yta (i fallet med fler än två variabler) med de bästa lösningarna som representerar olika optimala kompromisslösningar mellan målparametrarna. Därefter är det upp till användaren att välja bästa lösningen för just det systemet.
Process mining	Process mining kopplar operationella aktiviteter till nyckeltal. Detta görs genom att använda operationella händelser registrerade inom IT och affärssystem och automatgenererade flödeskartor. Verktöget genererar rapporter som visar de operationella processerna och dess avvikelse och underlättar jämförelser mellan olika enheter.
Replikationer	Varje simulering är uppbyggd av ett antal replikationer eller körningar. Varje körning startar med ett unikt "frö"/slumptal som genererar en unik uppsättning av händelser. Varje körning är därmed ett möjligt händelsescenario av identiska system. Replikationer är nödvändiga eftersom simuleringsmodellerna är stokastiska, vilket betyder att simuleringsresultaten av ett system är ett medelvärde av flera replikationer.
Simulering	En simulering är en exekvering av simuleringsmodellen med en specifik uppsättning system- och experimentparametrar. Eftersom dessa modeller är stokastiska bör varje simuleringskörning bestå av flera replikationer. Som jämförelse kan vi ta exemplet med att räkna ut medelvärdet av att kasta två tärningar – vi skulle aldrig kasta dem endast en gång utan många gånger för att resultatet ska bli representativt.
Simuleringshorisont	Beskriver den simuleringstid som simuleras. Det inkluderar uppvärmningstiden men statistiken som presenteras exkluderar händelserna inom uppvärmningstiden. Det betyder att om en simuleringskörning ska omfatta 4 månader och uppvärmningstiden är 1 månad, då ska simuleringshorisonten väljas till 5 månader.
Simuleringsmodell	En digital modell som beskriver de antaganden och förenklingar som modellen innehåller. Simuleringsmodellen är en abstraktion av verkligheten, inte en perfekt representation. Simuleringsmodellen innehåller objekt, flöden, data och logik för att beskriva och simulera det studerade systemets beteenden. Modellen kan byggas i olika grafiska gränssnitt i två eller tre dimensioner för att visualisera systemet.
Sjukstuga	Utökad primärvårdsenhet som har vårdplatser att tillgå. Sjukstugan motsvarar den finländska bäddavdelningen och återfinns i norra Sverige
Uppvärmningstid	Uppvärmningstid används då många system är intressanta att studera först när de når en nivå som är representativ. Eftersom simuleringsmodeller startar med tomma system är de initialt inte en

	<p>korrekt representation av systemet och behöver därför en viss tid för att börja "fylla" systemet. Inom de studerade systemen i projektet framkom det att det är av vikt att kontrollera både övergångsfaser och stabilt läge. Obs! All statistik nollställs när uppvärmningstiden är nådd. Det betyder att alla resultat från simuleringsexperiment innehåller statistik från tiden efter uppvärmningstiden.</p>
<p>Verifiering & validering (V&v)</p>	<p>Verifiering handlar om att kontrollera och bekräfta att din byggda simuleringsmodells logik, förenklingar och antagande stämmer överens med din konceptuella modell. Validering handlar om att bekräfta att modellens beteende och output stämmer överens med den studerade systemet.</p>

2. Teoretiskt ramverk

2.1 Händelstyrd simulering

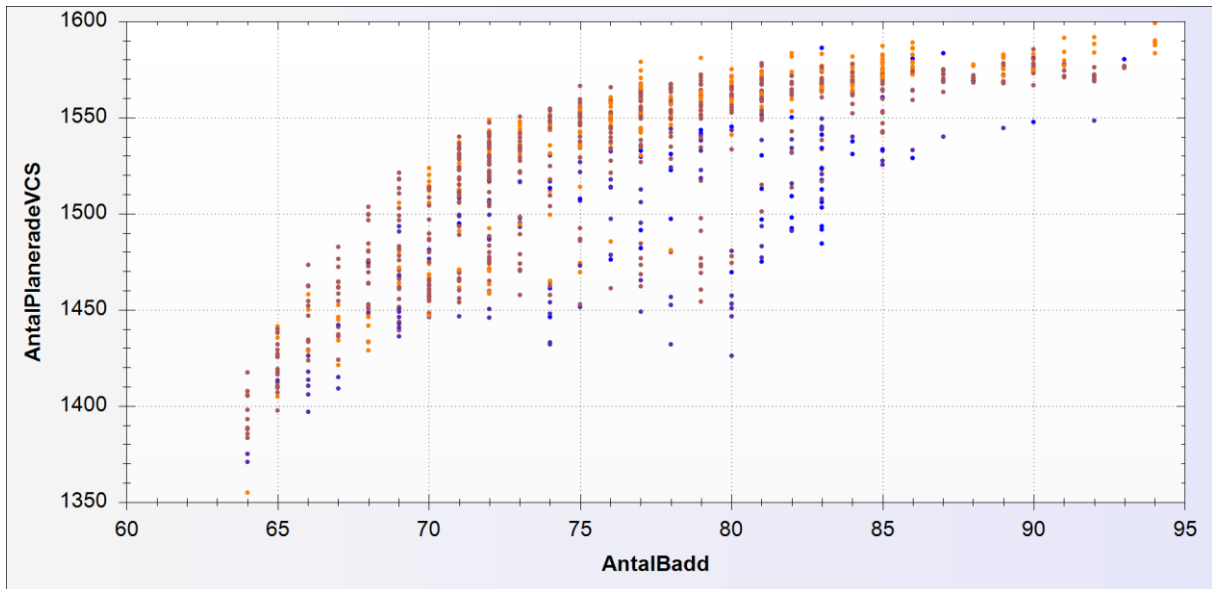
Det finns många olika simuleringstekniker som används idag och inom hälso- och sjukvården kan termen simulering syfta till allt från en patientdockas simulering av sjukdomssymptom till simulering och utvärdering av olika strålningsbehandlingsstrategier. Olika simuleringstekniker är anpassade till att simulera de frågeställningar som är aktuella för varje given teknik. För att simulera olika former av vårdprocesser används framför allt så kallad händelstyrd 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). Händelstyrd 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 händelstyrd 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 försämma 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 den så kallade pareto-fronten (alla optimala lösningar för systemet givet att man inte kan förbättra en parameter utan att det blir på bekostnad av en annan) för en optimering 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.

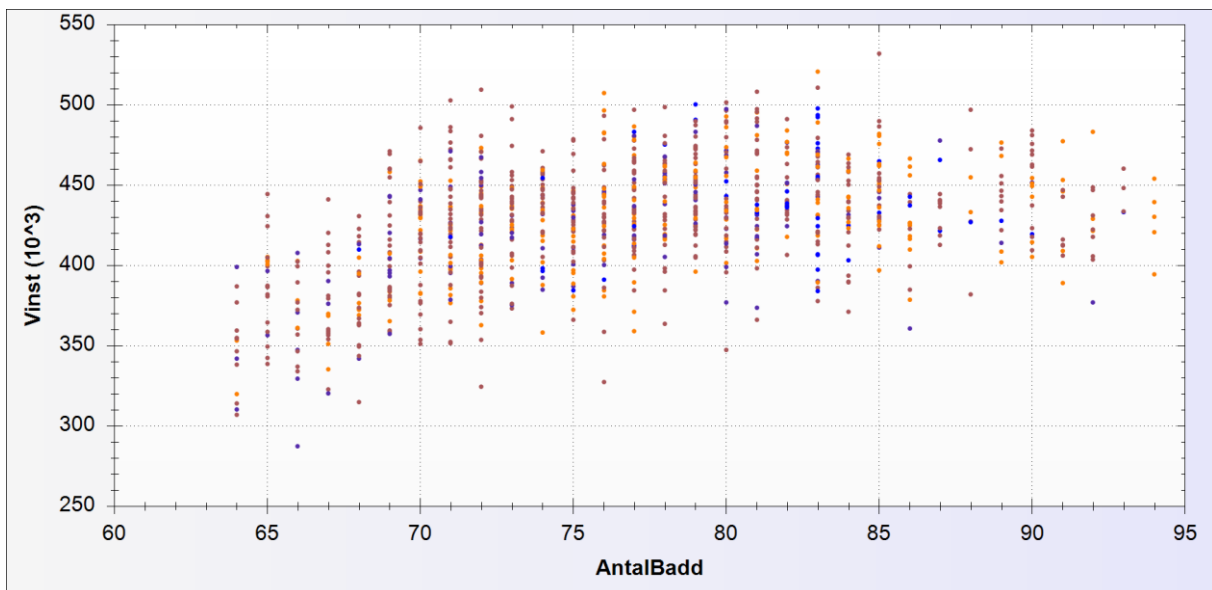
Experimenten gör antagandet att det finns operationsresurser för att öka antalet planerade operationer med upp till 20%. Här gör vi skillnad mellan akuta operationer som står oförändrade och planerade operationer som ökar med 20%. Figuren visar att färre sängplatser kommer att begränsa kapaciteten i 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 utjämna operationsplaneringen och därmed minska den ojämna planeringen som idag leder till stor 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.



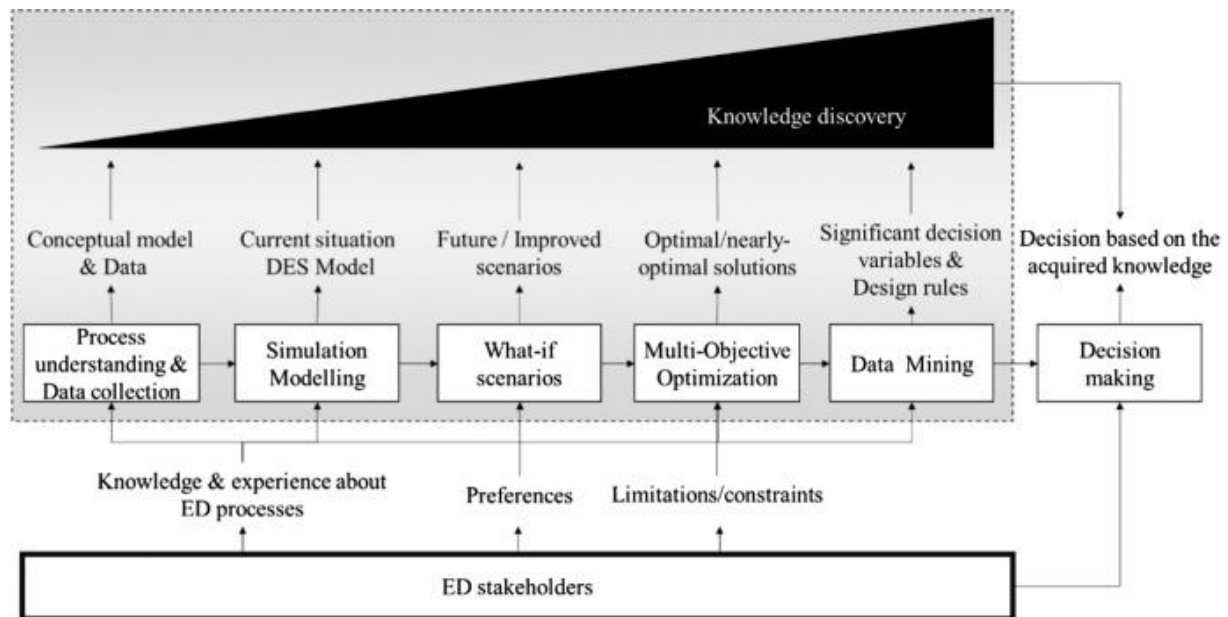
Figur 1. Resultat från studie på VCS som visualiserar två av målen med optimeringen – planerade operationer och antal bäddplatser på avdelningarna T2, T3 och A3.

Figur 1 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 2). 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 2. Resultat från studie på VCS som visualiserar två av målen med optimeringen – vinst och antal bäddplatser på avdelningarna T2, T3 och A3.

Andra exempel på mål som är i konflikt presenteras av Urenda Moris (2010) som tittade på servicenivå på en BB avdelning. Här stod avvägningen, dvs. målen i konflikt, mellan 1) hur många procent av förstföderskor som fick eget rum (som man ville maximera) och 2) antal rum på vårdavdelningen (som man ville minimera). Ytterligare ett exempel på hur flermålsoptimering kan användas inom hälso- och sjukvårdssystem presenteras av Goienetxea Uriarte et al. (2017) där författarna beskriver hur simuleringsbaserad flermålsoptimering används för att identifiera förbättringssteg som förkortar väntetider på en akutmottagning. Artikel visar även hur simuleringsbaserad optimering genom analys av optimeringsresultaten kan identifiera regler och samband som låter användaren extrahera kunskap ur data för att fatta bättre beslut, se figur 3.



Figur 3. Tillvägagångssätt för beslutsfattande inom sjukvården, som kombinerar händelsestyrdsimulering, flermålsoptimering och informationsutvinning (Goienetxea Uriarte et al. 2017).

3. Process- & Systemöversikt

I detta avsnitt beskrivs de system som studerats och de processer som definierat arbetet med att modellera, simulera och flermålsoptimera gränsöverskridande vårdflöden inom projektet SOS 1.0, och därmed ligger till grund för denna kravspecifikation.

Avsnitt 3.1 beskriver översiktligt de delar av det svenska och finländska vårdssystemet som ingått i projektet och de kliniska enheter och patientgrupper som berörs av kartlagda vårdflöden. Avsnitt 3.2 ger en schematisk illustration av arbetsgången som behöver följas för att reproducera och i framtiden automatisera datainsamling, databearbetning, modellbyggande, simulering och optimering.

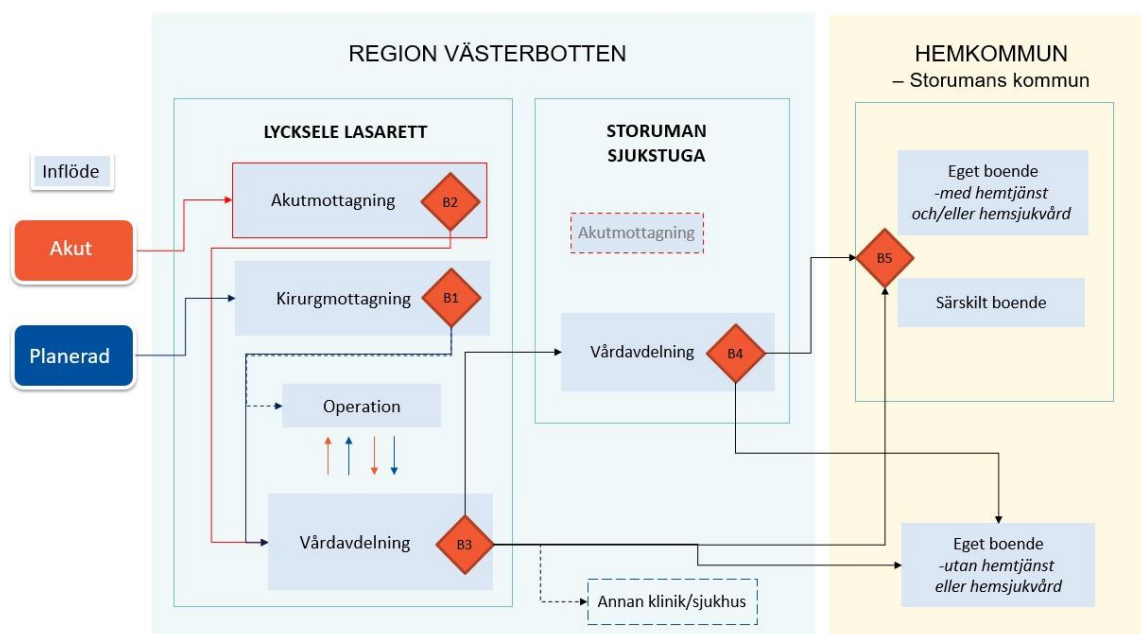
3.1 Vårdflöden

Projektet har fokuserat på de utmaningar och vinster som simulering och optimering av vårdflöden över organisationsgränser ger. Fokus har även legat på att studera hur den svenska och finländska systemet hanterar organisationsgränser och om de olika ländernas vårdsystemsstruktur har för och nackdelar som man kan lära sig av. Utmaningen var därför att hitta motsvarande vårdflöden inom respektive länder och samtidigt flöden som kunde visualisera styrkan och svagheter i respektive länders organisationsindelning. I båda länderna beslutades efter en översyn av data att fokusera på diagnosgrupperna med huvuddiagnos M16 (Höftledsartros), M17 (Knäartros) och S72 (Lårbensfraktur). God dokumentation, liknande processer och jämförbara siffror mellan nordiska

länder och kirurgiska diagnoser (Melin et al. 2013) ger en bra grund för studien. Följande två avsnitt beskriver vårdflödena i de studerade systemen i Sverige och Finland.

3.1.1 Svenska vårdflödet

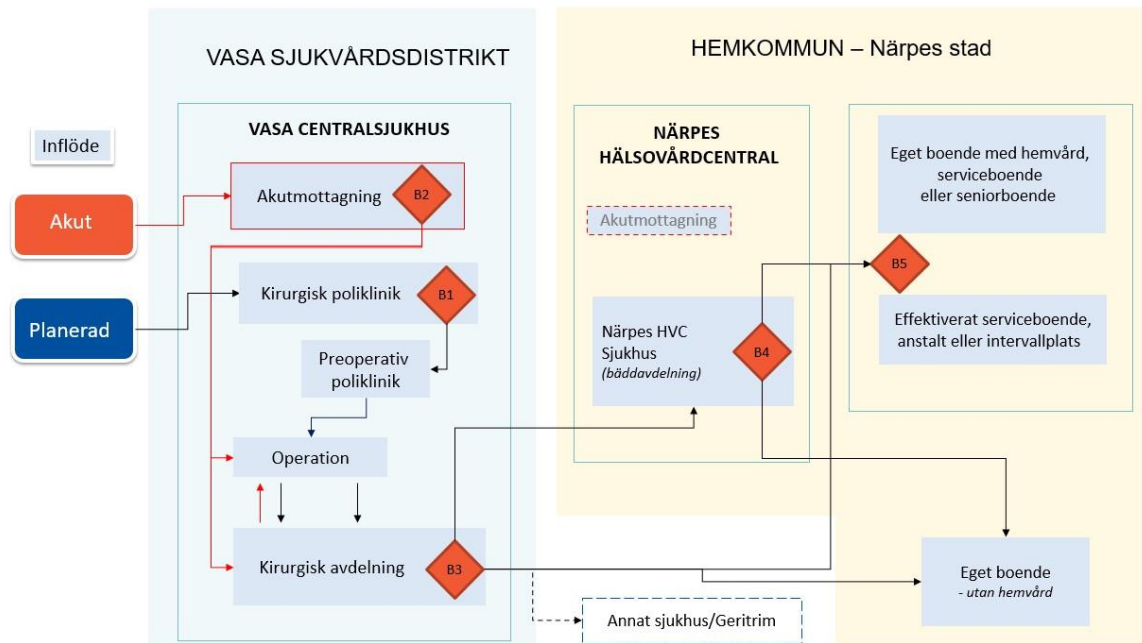
Det svenska vårdflödet startar med ortopediska patienter som antingen på grund av någon typ av fraktur eller planerad höft- eller knäplastik skrivits in vid Lycksele lasarets kirurgortopediska vårdavdelning. Figur 4 beskriver flödet mellan denna enhet och primär- och kommunalvård i Storuman. I de flesta 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 vi endast noterat en utskrivning till annan klinik.



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

3.1.2 Finländska vårdflödet

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 5. 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 HVC sjukhus, 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 5. Finländska vårdflödet med start på kirurgavdelningarna på Vasa Central Sjukhus och vården i Närpes stad.

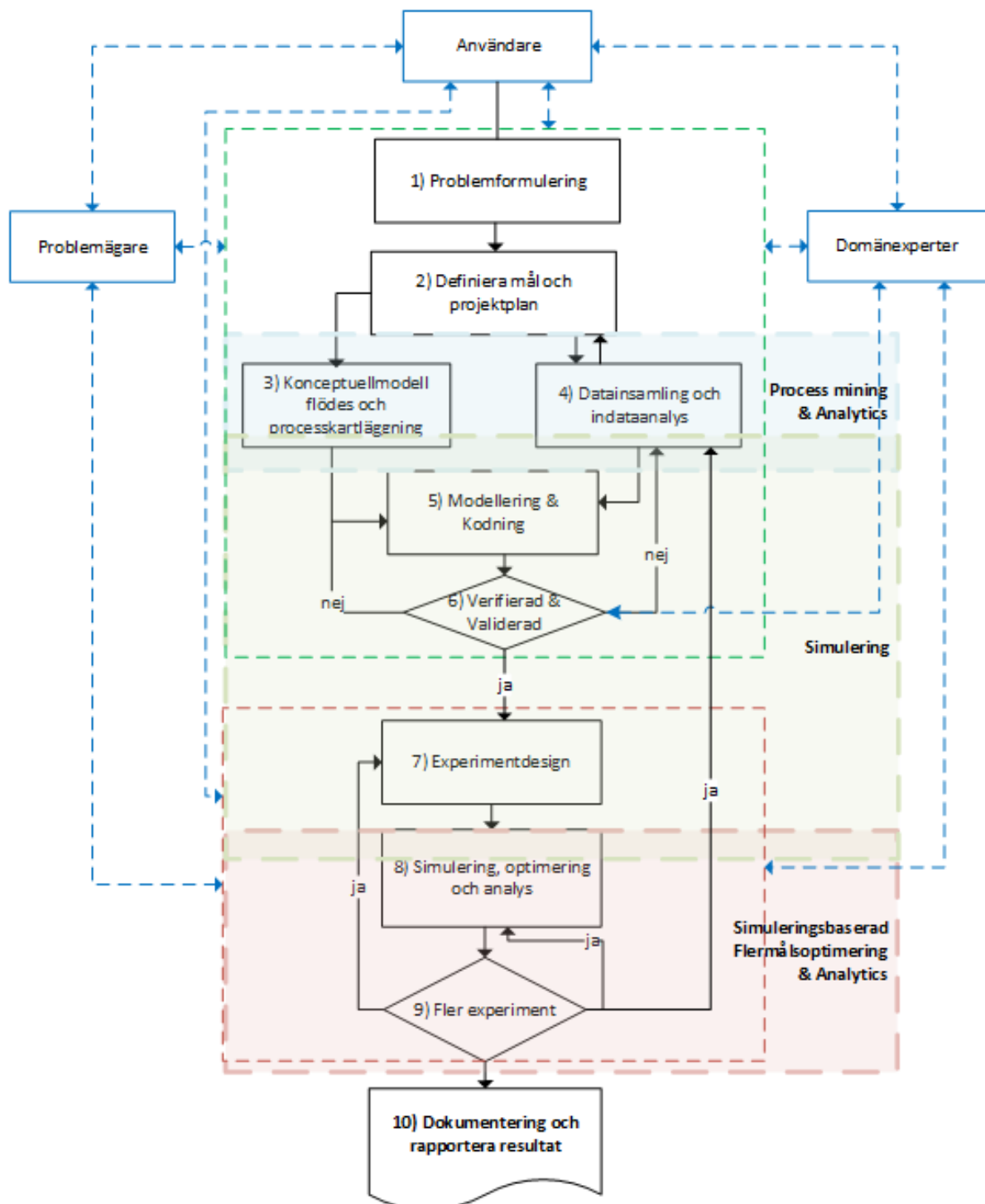
3.2 Arbetsprocess, roller och mjukvarukomponenter i simuleringsprojekt

Detta avsnitt syftar till att introducera läsaren till de olika stegen som ett simuleringsprojekt går igenom. Detta inkluderar det dynamiska och iterativa samarbetet mellan olika intressenter i projektet samt förslag på mjukvarupaket och funktionalitet som kan bidra till en effektiv och framgångsrik studie. Avsnittet innehåller även teori kring simulering och lärdomar från projektet som bör nyttjas i kommande simuleringsprojekt.

Simuleringsprocessen följer en metodisk och iterativ process som tar sin början i en tydlig problemformulering och målsättning. Figur 6 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 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. Problemägare kan därmed ses som nivå 1- och nivå 2-intressenter enligt tidigare definition. 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.

Några skillnader mellan hälso- och sjukvårdssystem och industriella system är att det förstnämnda generellt har mer 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 därför att man behöver lägga tid på en utökad lärandeprocess där detaljerade målsättningar växer fram. Ett viktigt mål är att inkludera alla berörda parterna för att bygga förtroende och insikt i de föreslagna

lösningarna. Simuleringsprojekt inom vården påminner därför i högre utsträckning om lean-strategins stegvisa lärande (Liker, 2006, pp. 463) där varje delsteg leder till bättre förståelse om vägen till målet.



Figur 6. Steg i simuleringsprojekt, intressenter, analytik- och optimeringspaket. Figuren är baserad på (Banks, 2000) (Eldabi et al. 2002)

Enligt simuleringsmodellen ovan krävs att stegen problemformulering (1), mål och projektplan (2) är väldefinierade men det är inte ovanligt i forsknings- och simuleringsprojekt, inte minst de med en tvärvetenskaplig ansats, att det tar tid att nå samsyn i dessa steg. Dessutom kan arbetet med att definiera mål bli en rörlig måltavla eftersom den påverkas av vilka data som är tillgängliga och eventuella samband och korrelationer som data visar. Figur 6 illustrerar detta genom flera iterativa

flöden mellan steg (2) och steg (4). Faktum är att 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 (Robinsson, 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) datainsamling och indat analys är ett mycket tidsödande arbete och antas ta över 30% av tiden för ett industriellt simuleringsprojekt (Skoogh & 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, geografisk område, 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. Ta exemplet med flödet från Lycksele Lasarett; under projektet modellerades vårdavdelningen där ortopedi och frakturpatienter vårdades. Vårdflödet följdes från Lycksele (en datakälla) till sjukstugan i Storuman (en datakälla), men för att fånga hela flödet och hela systemets dynamiska samverkan skulle 7 stycken sjukstugor behövs modelleras och alla patienter som skrivs ut till andra sjukhus eller vårdenheter följas. Därför är indat analysen alltid en kompromiss som styrs av frågeställningen, datatillgång, tid och kostnad.

Med syftet att effektivisera och snabba upp indat analysen genomfördes en konsultfallstudie för att utvärdera ett verktyg inom Process mining och simulering (Synesa, 2020). Process mining är en teknik som läser in information från olika datakällor och snabbt kan visualisera flöden (3) och volymer och presenterar detaljerad statistik över systemet (4). Verktygen identifierar även flöden som inte är officiella dvs. undantag eller beslut som inte följer standard, vilket är viktigt när modellen ska verifieras och valideras (5). Tekniken används inte i någon större omfattning inom simulering men den har många styrkor. Figur 6 beskriver hur den stödjer indat analys och flödeskartläggning. Företaget som genomförde fallstudien har länkat samman sitt verktyg till en simuleringsmjukvara och kan därigenom generera en grundmodell mycket snabbt. Process mining ersätter inte stegen med indat analysen (4) och modelleringsarbetet (3, 5), men den kan snabba upp dessa steg och tidsvinsten är signifikant.

Steg (5), modellering och kodning upplevs av många som det roligaste steget i projektet. Att modellera har definierats som en blandning av konst och vetenskap. Tidigare krävde modelleringen kunskaper i programmering och det tog normalt 6 månader att bli en van användare av en simuleringsmjukvara. Under de senaste 15 åren har dock flera mjukvaruleverantörer lanserat simuleringsmjukvaror som tillåter användaren att bygga ganska avancerade modeller utan programmering. Användarvänligheten i de mjukvarupaket som används dikterar hur tillgänglig simulering blir till en organisation (Brailsford et al., 2013). 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). Alla dessa tre experimentparametrar är speciellt viktiga för simuleringen i vårdsektorn. En vanlig uppdelning av simuleringsystem är system som har ett tydlig slut och sådana som når ett så kallad stabilt tillstånd (Law, 2015, kap 9). Enligt definitionen ska simulering av vårdavdelningar vara av typen stabilt tillstånd. Detta betyder att systemet kommer till en nivå av t.ex. beläggningar som inom vissa gränser kommer att vara stabilt över tiden. Detta innebär att uppgiften blir att bedöma när den kommer till den nivå som representerar det verkliga systemet dvs. beräkna uppvärmningstiden (kom ihåg att simuleringsmodellen startar med tomma avdelningar) och sedan bestämma hur lång simuleringshorisont som studien ska analysera. Ett exempel kan vara 4 månader under våren och 4 månader under hösten och därmed hoppa över de veckorna på året som inte är representativa. Detta är det vanliga sättet att simulera s.k. vårdavdelningar med patienter i slutenvård. Våra studier visar dock att dessa vårdavdelningar har en tendens att få högre och högre beläggning över tid och att de är beroende av veckohelger, storhelger och semesterperioder för att "ta igen sig". Det betyder att systemet beter sig som både *system med tydlig slut* och *system med stabilt tillstånd*.

Händelsestyrd simulering en simuleringsteknik som tar hänsyn till systemvariationer och stokastik. Denna egenskap gör att de verkliga systemförlusterna kan modelleras och kvantifieras av simuleringsmodellen. Men det innebär i sin tur att varje simuleringskörning kommer att visa olika resultat för varje replikation (dvs. en simuleringskörning med en och samma systemparametrar, men med ett unik stokastiskt "frö" - som ger en unik kedja av händelser). Resultaten presenteras därför som ett medelvärde med standardavvikelse. Hur många replikationer som varje experiment bör ha bestäms av hur stor standardavvikelsen är för den målparameter som man är intresserad av. Flera av de system som modellerats visar på en mycket hög variationskoefficient (kvoten av standardavvikelse genom medelvärde) på viktiga målparametrar. Detta betyder att det är viktigt att göra en korrekt avvägning av antal replikationer för att värdera ett framtida systems verkliga prestanda.

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. Mjukvaran använder sig även av informationsutvinning för att identifiera kunskap i form av regler och principer för systemdesign och produktionsledning. Till exempel kunde 3000 olika experiment med 50 replikationer per experiment genomföras utan att ägna mer 10 minuters arbetstid till att rigga experimenten och ca. 50 minuters PC-tid för att exekvera de 150 000 simuleringskörningar experimenten krävde. Resultatet kunde därefter presenteras med hjälp av 4D grafer och identifierade informationsutvinningsregler.

Sammanfattningsvis kan denna 10-steps process med alla dess iterationer skapa lösningar som effektiviserar flöden, identifierar optimala lösningar och bidrar med systemkunskap för användare, experter och problemägare. För att simuleringsprojekt i sin tur ska kunna genomföras effektivt ser vi att den optimala uppsättningen mjukvaror är att integrera Process mining, simulering och flermålsoptimering.

2.3 Avgränsningar

Simuleringsmodellerna som har 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.

4. Krav

Avsnitt 4 kommer att presentera de generella och specifika krav som bör uppfyllas i en simuleringsattsning inom hälso- och sjukvårdssektorn, med speciellt fokus på gränsöverskridande vårdflöden som involverar flera enheter och vårdgivare. De krav som listats har delats upp i fem kategorier, nämligen organisatoriska, juridiska & regulatoriska, funktionella, tekniska och datarelaterade (tabell 3). Varje kategori presenteras under en beskrivning med tillhörande introduktion. Ambitionen har varit att tidigare avsnitt tillsammans med denna beskrivning ska ge läsaren tillräcklig med teoretisk grund att förstå tabellerna.

Det är viktigt att komma ihåg att kraven styrs av projektets specifika syfte och mål, och de krav som listats har delvis styrts av de mål som sattes upp i projektet SOS 1.0. Förutom att ta hänsyn till SOS-projektets egna mål, resultat och lärdomar bygger kravspecifikationen på aktuell forskning inom området och projektmedlemmarnas tidigare erfarenheter från vårdrelaterade och industriella simulerings- och optimeringsattsningar.

Tabell 3: *Sammanfattning av olika typer av krav som behöver ställas för att skapa ett användarvänlig, informationssäkert och kvalitetssäkrat simuleringsbaserat beslutstöd som följer gällande juridiska krav och riktlinjer.*

Kravtyp	Beskrivning
4.1 Organisatoriska krav	Organisatoriska krav berör krav hos olika nivåer av användare och den organisation som behöver upprättas för att ett simuleringsbaserat beslutstöd ska fungera effektivt i en hälso- och sjukvårdsorganisation.
4.2 Juridiska & regulatoriska krav	De juridiska kraven berör de lagar, regelverk och nationella/internationella standards som styr interoperabilitet, hantering, lagring och bearbetning av person- och patientinformation
4.3 Funktionella krav	Dessa krav behandlar önskvärd funktionalitet hos det simuleringsbaserade beslutstödssystemet, dvs. vad vill vi att systemet ska kunna göra och i viss omfattning hur det ska utföras
4.4 Tekniska krav	Sektionen med tekniska krav berör de hårdvaru- och mjukvarukrav som behöver mötas för att kunna genomföra ett simuleringsarbete samt anknäpning till eller beroenden av externa informationssystem
4.5 Datakrav	Sektionen datakrav berör alla indata som krävs för att det ska vara möjligt att bygga en modell av ett vårdflöde som kan nyttjas till simulering och därefter flermålsoptimeras

4.1 Organisatoriska krav

Organisatoriska krav adresserar vad som behövs från organisationens sida för att lyckas med att implementera ett nytt arbetssätt som inkluderar simulering och optimeringsteknik. Simulering och optimering är förstas inte en lösning på alla produktionsrelaterade problem inom vården, utan ska ses som ett kraftfullt verktyg och metod för analys och en del i en digital datadriven strategi. Tabell 4 adresserar tre områden 1) verksamhetsstrategiskt arbete och förändringsledning, 2) support och 3) utbildning och träning. Dessa områden har visat sig viktiga för andra organisationer som gjort denna resa och belyses som centrala för effektivt införande av digitala beslutstödssystem

inom vård- och omsorg enligt omfattande forskning på området. Kraven och beskrivningarna bygger även på projektgruppens erfarenheter och utmaningar som fanns under projektet.

Tabell 4: Organisatoriska krav för lyckad implementering av SBO

Krav	Beskrivning	Prioritet
Verksamhetsstrategisk arbete och förändringsledning		
4.1.1 Uttalad vision och nytta	Ledningen kommunicerar tydligt sitt engagemang och sina krav på en mer analytisk och faktabaserad flödes- och produktionsledning.	Skall
4.1.2 Ledningskompetens	Ledningen vidareutbildar alla vårdenhetschefer och avdelningschefer inom produktionsledning, simulering och produktionsteknik för att uppnå beställarkompetens.	Skall
4.1.3 Management support	Ledningen rekryterar specialister och internrekryterar eldsjälar.	Skall
4.1.4 Management krav	Ledningen har uttalade krav på simuleringsanalyser, inom fördefinierade frågeställningar.	Bör
4.1.5 Management uppföljning	En central enhet följer upp arbetet och dokumenterar lärdomar och sprider bästa praxis inom regionen.	Bör
Support		
4.1.6 Management	Bistår med ett tydligt mål, mandat och en projektgrupp.	Skall
4.1.7 IT och teknisk mjukvarusupport	Bistår med hårdvara, licenser, integrering och installationsstöd av olika mjukvaror.	Skall
4.1.8 IT support plus	Bistår med installation av datorkluster och/eller molnlösningar för tyngre modeller, mer avancerade analyser och tunga optimeringskörningar.	Bör
4.1.9 Specialister	Det ges support från specialister. Dessa ska helst vara en del av organisationen. De bör också ha kontakten med de olika mjukvarornas externa support.	Skall
4.1.10 Användargrupper	Består av eldsjälar inom organisationen som stöttar, hjälper varandra och delger bästa praxis. Det är viktigt att dessa nätverk administreras och hålls levande.	Bör
Utbildning och träning		
4.1.11 Steg 1 utbildning	Grundkurs som ger beställarkompetens och positionerar simuleringsarbetet inom hälso- och sjukvårdsproduktion. Denna kurs riktar sig till vårdenhetschefer, avdelningschefer och personalen som valt att lära sig simulering (eldsjälarna) - Nivå 2 och 3 användare.	Skall
4.1.12 Steg 2 utbildning	Grundkurs inom produktionsteknik, simulering och simuleringsmjukvaran för eldsjälarna - Nivå 3 användare.	Skall
4.1.13 Steg 3 utbildning	Fördjupningskurs som adresserar process mining, grundläggande programmering och flermålsoptimering - Nivå 3 användare.	Bör

4.2 Juridiska och regulatoriska krav

De juridiska och regulatoriska krav som berör informationssäkerhet, hantering av person- och patientinformation och vårdinformationssystem är under ständig utveckling på såväl nationell som internationell nivå. Här nämns några av de viktigaste och övergripande regelverken som reglerar tillgång till och hantering av data i olika simuleringsprojekt.

Tabell 5: Juridiska och regulatoriska krav som simuleringsprojekt måste följa och förhålla sig till

Krav	Beskrivning	Prioritet
4.2.1 Personuppgiftsbehandling	Den europeiska dataskyddsförordningen (GDPR) beaktas i alla steg av utveckling, införande och användning av beslutsstödssystemet	Skall
4.2.2 Personuppgiftsbehandling	Nationella dataskyddslagarna beaktas, t.ex. SFS 2018:218 i Sverige och Lagen om sekundär användning av personuppgifter inom social och hälsovården i Finland.	Skall
4.2.3 Informationssäkerhet	Gällande lagar och standarder beaktas och följs i alla steg av utveckling, införande och användning av beslutstödet. Detta inkluderar ISO 27799:2016 - Ledningssystem för informationssäkerhet i hälso- och sjukvården baserat på ISO/IEC 27002	Skall
4.2.4 Interoperabilitet & digitala gränssnitt	Gällande standarder för interoperabilitet och kommunikation med vårdinformationssystem beaktas – t.ex. SS-EN ISO 13940:2016 (Hälso- och sjukvårdsinformatik - Begreppssystem som stöd för kontinuitet i vården) och om relevant, ISO-serien 13606 som hanterar standarder för kommunikation direkt eller indirekt med patientjournal	Skall

4.3 Funktionella krav

Detta avsnitt redovisar vilka funktionella krav som bör ställas på mjukvarupaket som ska användas för simulering av vårdflöden. Många av dessa krav adresserar direkta behov som användare har när de ska genomföra ett simuleringsprojekt. De krav som angetts är identifierade genom arbetet med att modellera, simulera och optimera vårdflöden i projektet, samt genom tidigare erfarenheter av simuleringsprojekt inom sektorn.

Erfarenheter från Brailsford et al. (2013) och Ng et al. (2007) visar på behovet att förenkla användningen av simulering genom att öka användarvänligheten i mjukvaran och minimera programmeringsbehovet. Mjukvaran bör hjälpa användaren i alla faser dvs. indataanalysen, modelleringen och experimentfasen genom inbyggda funktioner som automatiserar hela eller delar av arbetet. Det är en svår balansgång mellan att öka användarvänligheten i en mjukvara och samtidigt inte begränsa modelleringskapaciteten. En lösning är att en simuleringsmjukvara har olika sätt att modellera beroende på vem den tänkta användaren är. En basanvändare kommer att kunna modellera det mesta genom användargränssnittet utan att programmera, men kommer att behöva ta hjälp av en superanvändare när det är dags att programmera svårare logik och andra skraddarsydda lösningar. Det är därför vanligt att organisationer har två kategorier användare: en basanvändare som jobbar nära operativa verksamheten med process- och flödesförbättringar, och en superanvändare som ingår i en centralfunktion och kan adressera mer komplexa frågeställningar med unika modelleringskrav. Dessa superanvändare är få till antalet och kan vara externa till organisationen.

De allra flesta simuleringsmjukvaror på marknaden är generiska dvs. de kan modellera system inom olika domäner. Det finns några få som är specialutvecklade för hälso- och sjukvårdssimulering t.ex. FlexsimHC (2020), HC Arena (2020) och Scenario Generator (SG) (2020). SG, som bygger på simul8 mjukvaran, ett simuleringspaket som är anpassat till att modellera specifika scenarier eller frågeställningar inom primärvården (Brailsford et al., 2013). Nackdelen med SG:s upplägg är att den har begränsad modelleringskapacitet för att adressera andra frågeställningar. Den tydliga fördelen

med mjukvaror som är specialanpassade för vår sektor är att de har fler inbyggda funktioner som matchar de modelleringsbehov som finns. Projektet använde sig av mjukvaran Facts Analyzer (Evoma, 2020). Mjukvaran hade för projektet nödvändiga specialfunktioner som saknades i andra mjukvaror. Den har möjlighet att modellera in olika flödesvägar som en experimentparameter, den kan snabbt och enkelt modellera hela avdelningar med ett objekt, den klarar av de flesta modelleringsbehov och datainläsning utan programmering och därmed kan användare intuitivt och snabbt börja bygga egna modeller, den är lätt att integrera genom användning av .XLM modellfiler, den har en mycket snabb simuleringsmotor (en stor fördel om man ska använda sig av simuleringsbaserad optimeringstekniken), den har en analysfunktion för flaskhalsar och en flermålsoptimeringsmjukvara inbyggd. Denna mjukvara används av ett flertal högskolor och universitet i landet och kommer med utförliga utbildningspaket.

Alla mjukvaror har starka och svaga sidor, men projektet har inte haft som uppgift att utvärdera olika simuleringsmjukvaror och kraven nedan skall snarare ses som en hjälp vid ett första av möjligen två urvalsteg (Tewoldeberhan et al. 2003). I avsnitt 3.2 diskuteras vilka mjukvarortyper som kan förenkla och effektivisera simuleringsarbetet inom vårdspecifika system. I avsnitt 1.4 presenteras användare av kravtabellen och deras utbildningsbehov. Kravtabellen nedan Tabell 6 konkretiserar dessa diskussioner. Kraven förutsätter att simuleringsmjukvaran är utvecklad för händelsestyrd simulering. Det finns många andra krav som kan ställas på en simuleringsmjukvara (Tewoldeberhan et al. 2003) men dessa krav har mer eller mindre blivit standardfunktioner i dagens simuleringsmjukvaror. Tabell 6 lyfter därför fram krav som inte alltid är standard i de olika mjukvarupaket samt krav som är speciellt viktiga för projekt med komplexa vårdflöden.

Tabell 6: Lista på funktionella krav som ställs på simuleringsmjukvaror

Krav	Beskrivning	Prioritet
4.3.1 Användarvänlighet	Förenklar användningen av simulering genom intuitiva gränssnitt med "drag and drop" modellering och minimera programmeringsbehovet.	Skall
	Den stödjer de krav som en superanvändare har och ger möjligheter till avancerad logikprogrammering och integration till andra system.	Skall
	Mjukvaran tillhandahåller detaljerade användarmanualer och gärna komplettera med instruktionsfilmer.	Skall
	Den hjälper användaren i de olika faserna av ett simuleringsprojekt dvs. indataanalysen, modelleringen och experimentfasen genom inbyggda funktioner som automatiserar hela eller delar av arbetet.	Bör
	Snabb mjukvara ska ge kortare exekvering av simuleringsreplikationer. Nödvändig för SBO.	Bör
4.3.2 Leverantör & Support	Mjukvaruleverantören har en utvecklad supportfunktion, anpassade utbildningspaket och implementationsstöd.	Skall
	Möjligheter för skräddarsydd vidareutveckling av mjukvaran och integration mot andra omkringliggande system kan erbjudas.	Bör
4.3.3 Modelleringskrav	Den kan bygga modeller genom ett grafiskgränssnitt med drag and drop funktion. Den ska enkelt kunna skapa enheter (kliniker/sjukhus/hälsocentraler), målgrupper (ålder, kön, diagnos mm), tidsspänn och vårdtillfällen som ingår i modellen.	Skall
	Den har anpassade objekt för området och/eller ha möjlighet att skapa ett bibliotek med specialobjekt för domänen.	Skall

	Den har för området relevanta statistiska fördelningar, däribland diskreta fördelningar, samt kunna använda empiriska fördelningar.	Skall
4.3.4 Indata krav	Kan läsa och ladda in data från externa källor och filer.	Skall
	Kan ladda in data och flöden från externa mjukvaror.	Bör
4.3.5 Utdata och resultatrapportering	Kan exportera/skriva data till externa källor. Redovisar resultat på system och objektnivå, samt generera experimentrapporter och grafer.	Skall
4.3.6 Animering	Visualiserar layout, animering av flöden och visualiserar systemparametrars dynamiska utfall. Ger goda möjligheter för felsökning.	Skall
	Den kan kopplas in till andra visualiseringsplattformar t.ex. VR/AR	Bör
4.3.7 Integreringskrav	Den kan integreras till process mining eller andra data mjukvaror som kan automatisera dataanalys och datauppdatering.	Bör
	Den kan integreras till avancerade experimentmjukvaror t.ex.(flermåls)optimeringsmjukvaror.	Skall
4.3.8 Beslutstödskrav	Den kan ge stöd och hjälp för att sätta upp experiment och avancerade analyser.	Skall
	Den kan använda sig av flermålsoptimering, för att identifiera optimala lösningar trots flera målkonflikter.	Bör
	Den kan extrahera regler och kunskap genom dataanalys för effektivare design och styrning.	Bör

4.4 Tekniska krav

Med tekniska krav menas krav som berör hårdvara och mjukvara men som har fokus på integration med andra mjukvaror och informationssystem. Tabell 7 lyfter fram områden som berör mestadels mjukvarusidan, men ger indikationer om hårdvara också.

Tabell 7: Tekniska krav

Krav	Beskrivning	Prioritet
4.4.1 Inläsning datakällor	Integreringsmöjlighet till olika datakällor t.ex. textfiler, kalkylprogram, databaser, journalsystem finns.	Skall
4.4.2 API lösningar	Den har API lösningar för att integrera simuleringsmjukvaran till mjukvaror för optimering, process mining, journalsystem m.m.	Skall
4.4.3 Flerkärniga processorer	Simuleringsbaserad optimering som använder genetiska algoritmer kan utvärdera många lösningar parallellt. Detta innebär att en CPU med många kärnor och multi-threading snabbar upp optimeringsexperimenten betydligt. Det förutsätter att mjukvaran kan använda sig av parallellisering av simuleringskörningarna.	Skall
4.4.4 Molnlösningar	Molnlösning för lagring och beräkningar tar delvis bort behovet av mer kraftfulla datorer. Det kan även bidra till en enklare administration av mjukvaror, licenser, resultat. Det förutsätter att mjukvarulösningarna som valts kan möjliggöra detta. Molntjänster erbjuds på tre nivåer s.k. IaaS, PaaS och SaaS. Beroende på modelldata kan dataskyddlager behöva beaktas.	Bör
4.4.5 Dashboard lösningar	Dashboard-lösningar för visualisering av data, resultat, analyser, nyckeltal är önskvärda. Utfallen och analyserna från ett	Bör

	simuleringsprojekt omfattar många intressenter på olika nivåer. Alla intressenter har inte samma informationsbehov, t.ex. kan en problemägare vara mer intresserad av projektutfall på ekonomiska nyckeltal, medan en domänexpert kan vara mer intresserad av detaljer i modellen. Att visualisera rätt information till rätt nivå är av stor vikt för att projektet ska vinna trovärdighet.	
--	--	--

4.5 Datakrav

Kraven på data är omfattande för att det ska vara möjligt att bygga en virtuell modell av ett komplext vårdflöde som ger realistiska utfall vid det fortsatta simulerings- och optimeringsarbetet. Data som markerats som ett bör-krav är information som under projektets gång studerats, men som inte varit möjligt att ta hänsyn till i modelleringsarbetet av olika anledningar. Data som kategoriseras som Skall i tabell 8 är sådan data som normalt alltid behövs, men det är viktigt att komma ihåg att vilka data som anses nödvändiga och önskvärda styrs av de frågeställningar som modellen ska adressera. Det som är **Bör** prioritet i tabellen nedan kan mycket väl vara **Skall** om frågeställningen kräver det och det som angivits som **Skall** kan i vissa sammanhang utgå.

Tabell 8: Datakrav indelade i patientinformation, vårdkvalité, vårdproduktion och enhetsinformation

Krav	Beskrivning	Prioritet
Patientinformation		
4.5.1 Allmän	Aidentifierad information om patientens ålder, kön och bostadsort (er) är tillgänglig för det tidsintervall som modellen bygger på.	Skall
4.5.2 Social situation	Aidentifierad information om patientens sociala situation, närmare bestämt boendeform (hus, lägenhet, kommunalt boende etc.) och tillgång till socialt stöd (partner, make/maka, barn, vänner mm) är tillgänglig för det tidsintervall som modellen bygger på. Av vikt även information om patienten fungerar som närstående/vårdare åt anhörig.	Bör
4.5.3 Transporter	Det finns information om patientens transportmedel och avstånd mellan vårdinrättningarna och hemmet, samt mellan vårdinrättningar i det fall patienten vårdas på flera nivåer i vårdkedjan.	Bör
4.5.4 Aktuella läkemedel	Patientens aktuella läkemedel (som proxy för generell sjuklighet) under de vårdtillfällen som avses är tillgängliga.	Bör
4.5.5 Aktuella hjälpmedel	Information om vilka hjälpmedel patienten har tillgång till/använder finns att tillgå.	Bör
4.5.6 Bakgrundsinformation	Det finns bakgrundsinformation om patienten, som berättar om hur patienten klarat sig innan operation, om dagligt hjälpbehov, om tiden på vårdavdelning m.m.	Bör
4.5.7 Riskbedömning	Det finns information om gjorda riskbedömningar som t.ex. fall, nutrition och trycksår.	Bör
Vårdkvalitet		

4.5.8 Patientnöjdhet	Patientens uppfattning om den vård som levererats under respektive vårdtillfälle är tillgängligt.	Bör
4.5.9 Övrigt	Avvikelse som rapporterats är tillgängliga.	Bör
Vårdproduktion		
4.5.10 Inskrivningsinformation	Patientens inskrivningsinformation för alla vårdtillfällen och enheter som ingår i urvalet finns tillgängligt. Detta inkluderar datum, tid på dygnet, inskrivningstyp, inskrivningsklinik, akut vs. planerad m.m.	Skall
4.5.10 Utskrivningsinformation	Patientens utskrivningsinformation för alla vårdtillfällen och alla enheter finns tillgängliga. Detta inkluderar datum då patienten är färdigbehandlad, datum för utskrivning, tid på dygnet, utskrivningstyp (om det har betydelse för processen) och utskrivningsklinik.	Skall
4.5.11 Huvuddiagnos	Information om patientens huvuddiagnos vid inskrivning är känd för alla berörda vårdtillfällen.	Skall
4.5.12 Bidiagnoser	Information om patientens eventuella bidiagnoser vid inskrivning är tillgänglig för alla berörda vårdtillfällen.	Bör
4.5.13 Vårdtyngd	Vårdtyngdsmätningar för de vårdtillfällen som ingår i urvalet är tillgängliga. Viktiga när bemanningsnivåer ingår i frågeställningarna.	Bör
4.5.14 Kostnadsdata	Information om vilka kostnader som uppstår vid varje vårdtillfälle och för alla kliniker som ingår i urvalet finns att tillgå.	Skall
4.5.15 Beviljade insatser per vårdprofession	Det finns information om vilka insatser som är beviljade och vilken vårdprofession som ska utföra insatserna samt omfattningen/när på dygnet, hur ofta och planerat slutdatum.	Bör
4.5.16 Ledtider - Remisser	Information om tiden mellan remiss och faktiskt besök/inskrivning finns tillgänglig.	Bör
4.5.17 Ledtider - Vårdtider	Tidpunkt för när patienten är färdigbehandlad och tidpunkt för verklig utskrivning finns att tillgå separat.	Skall
4.5.18 Komplikationer och avvikelserapportering, återinläggningsdata	Information om vad som inte följt planeringen t.ex. operationer som blev inställda, utskrivningar som inte genomfördes i tid, tillfällig nedstängning av platser finns tillgängligt.	Skall
	Återinläggningsdata finns tillgängligt.	Bör
Enhetsinformation		
4.5.19 Vårdplatser	Det finns information om antal tillgängliga vårdplatser, per dag, specificera eventuella satellitplatser, antal överbeläggningsplatser för alla ingående vårdenheter och för det tidsintervall som identifierats. .	Skall
4.5.20 Bemanning öppenvård	Det finns information om personal, personalkategorier, arbetsscheman, arbetsuppgifter.	Skall

	Tidsstämplar för när aktiviteter har skett finns tillgängligt.	Bör
4.5.21 Bemanning slutenvård	Personal, personalkategorier, arbetsscheman, arbetsuppgifter finns att tillgå.	Skall
	Noggrann frekvensstudie och vårdtidsmätning finns tillgängligt.	Bör
4.5.22 Serviceutbud	Det finns information om hurudan vårdplats som erbjuds hos vårdgivaren, vilka tjänster vårdgivaren kan erbjuda (ex. Finns det sjukskötare på plats nattetid).	Bör
4.5.23 Kontaktvägar	Det finns information om telefonnummer eller annan typ av direkt kommunikation till enheter för att vid behov för planeringen för patienten snabbt få svar. Viktigt för att förstå processer på enheten.	Bör

5. 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 Hälsa 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 Hälsa– Och Sjukvårdsanalys, report nr. 3, ISBN 91-974223-2-0.

HC_Arena (2020) <https://www.arenasimulation.com/industry-solutions/industry/healthcare-simulation-software> - hämtad december 2020

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.

Evoma - Facts Analyzer (2020) www.evoma.se - hämtad december 2020

FlexsimHC (2020) <https://healthcare.flexsim.com/> - hämtad december 2020

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

Medin E., Häkkinen U., Linna M., Anthun K.S., Kittelsen S. and C. Rehnberg, (2013) International hospital productivity comparison: Experiences from the Nordic countries, *Health Policy*, Volume 112, Issues 1–2, 2013, Pages 80-87, ISSN 0168-8510, <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2013.02.004>.

Ng, A. & Urenda Moris, M. & Bernedixen, J.,Skoog, A. & Johansson, B. (2007). FACTS Analyser: An innovative tool for factory conceptual design using simulation. *Swedish Production Symposium*, Gothenburg, 2007

Ng, A & Bernedixen, J & Pehrsson, L. (2014). What does multi-objective optimization have to do with bottleneck improvement of production systems? *The 6th Swedish Production Symposium*, Göteborg 2014

SG, Scenario Generator (2020) <https://www.simul8healthcare.com/scenario-generator-v-5> hämtad december 2020

Synesa (2020) <https://synesa.com/en/?cn-reloaded=1> hämtad december 2020

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.

Tewoldeberhan, T.W. & Verbraeck, Alexander & Valentin, Edwin & Bardonnnet, Gilles. (2003). An evaluation and selection methodology for discrete-event simulation software. 1. 67- 75 vol.1. 10.1109/WSC.2002.1172870.

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.