



# Master's degree thesis

**LOG950 Logistics**

## **Etterspørselsprognostisering i Forsvaret:**

en kvalitativ analyse av Forsvarets evne til generering og  
prosessering av etterspørselsdata av tilstrekkelig kvalitet for  
prognostisering av reservedeler

Ingrid Ajer Olsen og Carina Bøthun

Number of pages including this page: 189

Rena/Oslo, November 2018



## MANDATORY STATEMENT

Each student is responsible for complying with rules and regulations that relate to examinations and to academic work in general. The purpose of the mandatory statement is to make students aware of their responsibility and the consequences of cheating. Failure to complete the statement does not excuse students from their responsibility.

Please complete the mandatory statement by placing a mark <u>in each box</u> for statements 1-6 below.		
1.	We hereby declare that our paper/assignment is our own work, and that we have not used other sources or received other help than mentioned in the paper/assignment.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	<p>We hereby declare that this paper</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Has not been used in any other exam at another department/university/university college</li> <li>2. Is not referring to the work of others without acknowledgement</li> <li>3. Is not referring to our previous work without acknowledgement</li> <li>4. Has acknowledged all sources of literature in the text and in the list of references</li> <li>5. Is not a copy, duplicate or transcript of other work</li> </ol>	<p>Mark each box:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>2. <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>3. <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>4. <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>5. <input checked="" type="checkbox"/></li> </ol>
3.	We are aware that any breach of the above will be considered as cheating, and may result in annulment of the examination and exclusion from all universities and university colleges in Norway for up to one year, according to the <a href="#">Act relating to Norwegian Universities and University Colleges, section 4-7 and 4-8</a> and <a href="#">Examination regulations</a> section 14 and 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	We are aware that all papers/assignments may be checked for plagiarism by a software assisted plagiarism check	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	We are aware that Molde University College will handle all cases of suspected cheating according to prevailing guidelines.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	We are aware of the University College's <a href="#">rules and regulation for using sources</a>	<input checked="" type="checkbox"/>

## PUBLICATION AGREEMENT

**Title:** Etterspørselsprognostisering i Forsvaret: en kvalitativ analyse av Forsvarets evne til generering og prosessering av etterspørselsdata av tilstrekkelig kvalitet for prognostisering av reservedeler

**Authors:** Ingrid Ajer Olsen og Carina Bøthun

**Subject code:** LOG950

**ECTS credits:** 90

**Year:** 2018

**Supervisor:** Berit Irene Helgheim

### Agreement on electronic publication of master thesis

Author(s) have copyright to the thesis, including the exclusive right to publish the document (The Copyright Act §2).

All theses fulfilling the requirements will be registered and published in Brage HiM, with the approval of the author(s).

Theses with a confidentiality agreement will not be published.

**We hereby give Molde University College the right to, free of charge, make the thesis available for electronic publication:** yes no

**Is there an agreement of confidentiality?** yes no

(A supplementary confidentiality agreement must be filled in)

- If yes: **Can the thesis be online published when the period of confidentiality is expired?** yes no

**Date:** 16<sup>th</sup> of November 2018

## FORORD

Denne oppgaven er skrevet som en del av det treårige erfaringsbaserte masterstudiet i logistikk ved Høgskolen i Molde. Ettersom studiet er gjennomført parallelt med jobb i Forsvaret er masteroppgaven relatert til en problemstilling relevant for Forsvaret: reservedelslogistikk med fokus på etterspørselsprognostisering. Oppgaven representerer avslutningen på det som for oss har vært en videreutdanning innenfor logistikk, og som bygger på en tidligere gjennomført bachelorgrad i logistikk- og ressursstyring fra Sjøkrigsskolen. Masterstudiet har vært både givende og utfordrende, og arbeidet med oppgaven har bidratt til dypere innsikt, verdifull kunnskap og ny erfaring, som forhåpentligvis vil være relevant både på og utenfor nåværende arbeidsplass.

Det understrekes at alle vurderinger, slutninger og konklusjoner i denne oppgaven er forskernes egne.

Det er mange som har bidratt inn i dette studiet, og som har gjort det mulig for oss til slutt å kunne levere et ferdig produkt. Disse ønsker vi å rette en stor takk til. Først og fremst ønsker vi å takke vår største bidragsyter, som til tross for eget arbeid har bidratt med kunnskap, ærlige betraktninger og verdifull tid, og som med stor tålmodighet gitt oss nødvendige forutsetninger for å skrive denne oppgaven. Videre ønsker vi å takke alle øvrige respondenter fra Forsvarets logistikkorganisasjon og Hæren som har bidratt med egne erfaringer gjennom intervjuer, samtaler og mailkorrespondanse. Vi vil takke vår arbeidsgiver Hæren, og spesielt Telemark bataljon og Hans Majestet Kongens Garde, for å ha lagt til rette for gjennomføring av masterstudiet generelt og oppgaven spesielt. Studiet har vært svært krevende, og uten tilpasninger hva angår arbeidstid og studiepermisjon hadde det ikke vært mulig å gjennomføre. Vi vil også takke vår veileder ved Høgskolen i Molde, Berit Irene Helgheim, for god veiledning underveis i prosessen. Avslutningsvis ønsker vi å rette en spesiell takk til våre tålmodige og oppofrende samboere og sparringspartnere, som har bidratt med både verdifulle innspill, egen kunnskap og erfaring, og timevis med korrekturlesning. Dere har gjort hengemyr til fast underlag, og for det er vi svært takknemlige.

Rena/Oslo, november 2018

Carina Bøthun og Ingrid Ajer Olsen

## **SAMMENDRAG**

Forsvaret har over tid hatt utfordringer relatert til operativ tilgjengelighet på materiell som en følge av nedprioriteringer knyttet til vedlikehold og logistisk understøttelse. Basert på en generell og uttalt oppfatning i Forsvaret av at nedetid ofte skyldes mangel på reservedeler, har denne oppgaven satt søkelys på etterspørselsprognostisering i den hensikt å avklare hvorvidt Forsvarets metode og praksis for generering og prosessering av etterspørselsdata muliggjør presise etterspørselsprognoser. En grunnleggende forutsetning for reservedelstilgjengelighet er bruk av riktige dataparametere, at dataene aggregeres til representative datasett, og at kvaliteten på dataene er tilstrekkelig som utgangspunkt for valg av modeller for etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering. Studiet er bygget på kvalitativ forskningsmetode og er gjennomført som en casestudie med Forsvaret som analyseenhet. Datainnhenting er gjennomført med ett av Hærens kritiske kampsystemer i fokus, og har søkt å besvare følgende problemstilling:

**Evner Forsvaret å generere og prosessere nødvendige data med tilstrekkelig kvalitet for presis etterspørselsprognostisering av reservedeler?**

Studiet konkluderer med at Forsvarets prognoser generelt må antas å være upresise, og at lav prognosekvalitet, foruten til dels lav etterspørsel etter reservedeler som følge av en statistisk sett liten materiellpark, kan årsaksforklares med forringelse av datakvaliteten innenfor alle relevante datakvalitetsdimensjoner i forbindelse med både dokumentasjon og prosessering av etterspørselsdata. Oppgaven antyder at bakgrunnen for at Forsvaret ikke i tilstrekkelig grad lykkes med etterspørselsprognostisering i praksis skyldes både menneskelig og strukturelle aspekter, herunder utilstrekkelige prosedyrebeskrivelser, for lav grad av integrasjon mellom vedlikeholds- og forsyningsdomenet og mellom respektive datasystemer, samt manglende kompetanse hos involvert personell. Oppgaven antyder også manglende organisatorisk fokus på reservedelslogistikk, og generelt manglende forståelse for viktigheten av datakvalitet i forbindelse med etterspørselsprognostisering.

## **ABSTRACT**

The Norwegian Armed Forces has over time had challenges with maintaining the necessary operational availability on material systems due to marginalization of maintenance and logistical support. Based on a general and stated perception in the Armed Forces of downtime being a result of lack of spare parts, this research has focused on demand forecasting for the purpose of clarifying whether the methods and practice for generating and processing demand data enables accurate forecasts. A basic prerequisite for availability of spare parts is using the right type of input parameters, aggregation of data into representative sets of data, and adequate data quality for choosing the best suited models for forecasting and optimization of spare parts inventories. The study is based on the qualitative research method, and is conducted as a case study with the Armed Forces as a research case. The data collection has been conducted with on one of the Army's critical combat systems in focus. Based on the above, the problem statement is formulated as follows:

**Does the Armed Forces manage to generate and process the necessary demand data of adequate quality for accurate demand forecasting of spare parts?**

The research concludes that the Armed Forces' forecasts in general are assumed to be inaccurate, and that low forecast quality, besides low demand due to a statistically small materials stock, can be explained with deterioration of data quality within all relevant data quality dimensions in both generation and processing of demand data. The study suggests that the reasons why the Armed Forces does not succeed with forecasting in practice are due to both human and structural aspects, including inadequate procedure manuals, lack of integration between the maintenance and supply domains and between the information systems in use, and lack of competence with involved personnel. The study further suggests lack of organizational focus on spare parts logistics, and a general lack of understanding of the importance of data quality in connection with demand forecasting.

# INNHOLDSFORTEGNELSE

MANDATORY STATEMENT .....	II
PUBLICATION AGREEMENT .....	III
FORORD .....	IV
SAMMENDRAG.....	V
ABSTRACT .....	VI
INNHOLDSFORTEGNELSE.....	VII
OVERSIKT OVER TABELLER OG FIGURER .....	X
AKRONYMER, FORKORTELSER OG DEFINISJONER .....	XI
<b>1    INTRODUKSJON .....</b>	<b>1</b>
1.1    BAKGRUNN FOR OPPGAVEN.....	1
1.2    PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL.....	4
1.3    OPPGAVENS HENSIKT, FORUTSETNINGER OG AVGRENSNING .....	5
1.4    FORSKNINGENS RELEVANS.....	8
1.5    OPPGAVENS STRUKTUR .....	9
<b>2    CASEBESKRIVELSE .....</b>	<b>11</b>
2.1    FORSVARETS ORGANISASJON .....	11
2.2    HÆRENS ROLLE .....	11
2.3    ORGANISERING AV VEDLIKEHOLD I HÆREN.....	12
2.4    FORSVARETS LOGISTIKKORGANISASJON .....	13
2.4.1 <i>FLO Forsyning</i> .....	14
2.4.2 <i>FLO Vedlikehold</i> .....	14
2.5    FORSVARETS ERP-SYSTEMER.....	15
2.5.1 <i>Felles integrert forvaltningssystem (FIF) i Forsvaret</i> .....	15
2.5.2 <i>Syncron – Forsvarets verktøy for etterspørselsprognostisering</i> .....	17
<b>3    TEORETISK RAMMEVERK .....</b>	<b>18</b>
3.1    SYSTEMEFFEKTIVITET.....	19
3.2    OPERATIV TILGJENGELIGHET .....	21
3.3    RESERVEDELSLOGISTIKK .....	24
3.3.1 <i>Etterspørselsprognostisering</i> .....	27
3.3.2 <i>Problemformulering</i> .....	28
3.3.3 <i>Innhenting av data</i> .....	29
3.3.4 <i>Valg av inndataparametere og klassifisering av reservedeler</i> .....	33
3.3.5 <i>Valg av metode/modell for etterspørselsprognostisering</i> .....	37
3.3.6 <i>Evaluering av prognosene</i> .....	38
3.4    INFORMASJONS- OG DATAKVALITET .....	39
3.4.1 <i>Datakvalitetsdimensjoner</i> .....	42
3.4.2 <i>Informasjonssystemet</i> .....	49
3.4.3 <i>Det menneskelige aspektet ved datakvalitet</i> .....	51
<b>4    FORSKNINGSMETODE .....</b>	<b>54</b>

4.1	FORSKNINGENS METODEVALG .....	54
4.1.1	<i>Valg av forskningsmetode</i> .....	54
4.1.2	<i>Valg av forskningsstrategi</i> .....	55
4.1.3	<i>Valg av forskningstilnærming og design</i> .....	56
4.1.4	<i>Forskningens metodevalg oppsummert</i> .....	57
4.2	VEIEN FRA IDÉ TIL ENDELIG PROBLEMSTILLING .....	57
4.3	DATAINNHENTING OG ANALYSE .....	60
4.3.1	<i>Innhenting og analyse av intervjudata</i> .....	60
4.3.2	<i>Innhenting og analyse av dokumentdata</i> .....	67
4.3.3	<i>Uthenting og analyse av data fra Forsvarets systemer</i> .....	68
4.4	PRINSIPPER FOR EVALUERING AV FORSKNINGSKVALITET .....	71
4.4.1	<i>Forskningens troverdighet (intern validitet)</i> .....	71
4.4.2	<i>Forskningens overførbarhet (ekstern validitet)</i> .....	74
4.4.3	<i>Forskningens pålitelighet (reliabilitet)</i> .....	74
4.4.4	<i>Forskningens bekreftbarhet (objektivitet)</i> .....	75
4.5	FORSKERENS ETISKE OG JURIDISKE ANSVAR .....	75
4.6	REFLEKSJON OVER ROLLEN SOM FORSKER OG EGET STÅSTED .....	77
4.6.1	<i>Forskernes bakgrunn</i> .....	77
4.6.2	<i>Å studere egen organisasjon</i> .....	78
<b>5</b>	<b>PRESENTASJON OG DRØFTING AV FUNN .....</b>	<b>80</b>
5.1	STATUS PÅ MATERIELL I HÆREN – MANGLER DET RESERVEDELER? .....	80
5.1.1	<i>Operativ tilgjengelighet, systemeffektivitet og reservedeler</i> .....	80
5.1.2	<i>Delkonklusjon</i> .....	83
5.2	ER ETTERSPORELSPROGNOSENE RIKTIGE? .....	84
5.2.1	<i>Sammenligning av prognoser og reell etterspørsel</i> .....	84
5.2.2	<i>Delkonklusjon</i> .....	89
5.3	FORSVARETS TILNÆRMING TIL ETTERSPORELSPROGNOSTISERING .....	90
5.3.1	<i>FLOs styringssystem</i> .....	90
5.3.2	<i>Delkonklusjon</i> .....	94
5.4	FORELIGGER NØDVENDIGE DATA FOR ETTERSPORELSPROGNOSTISERING? .....	95
5.4.1	<i>Innhenting av data</i> .....	95
5.4.2	<i>Valg av inndataparametere og klassifisering av reservedeler</i> .....	96
5.4.3	<i>Valg av modell for etterspørselsprognostisering</i> .....	97
5.4.4	<i>Delkonklusjon</i> .....	97
5.5	HVA SÅ MED DATAKVALITETEN? .....	97
5.5.1	<i>Det har oppstått behov for reparasjon – hva nå?</i> .....	98
5.5.2	<i>Dokumentasjon av reservedelsbehov</i> .....	99
5.5.3	<i>Overføring av data mellom SAP og DW1P</i> .....	117
5.5.4	<i>Prosessering av data i DW1P</i> .....	118
5.5.5	<i>Overføring av data mellom DW1P og Synchron</i> .....	119
5.5.6	<i>Prognostisering i Synchron</i> .....	119
5.5.7	<i>Informasjonssystemet i et datakvalitetsperspektiv</i> .....	124
5.5.8	<i>Det menneskelige aspektet – kompetanse og kultur</i> .....	126
5.5.9	<i>Evaluering av etterspørselsprognosene</i> .....	131
5.5.10	<i>Delkonklusjon</i> .....	133



5.6	SVAR PÅ PROBLEMSTILLINGEN .....	134
<b>6</b>	<b>KONKLUSJON .....</b>	<b>138</b>
6.1	PROBLEMSTILLINGEN I PERSPEKTIV – ENDELIG KONKLUSJON.....	138
6.2	FORSKNINGENS BEGRENSNINGER .....	143
6.3	ANBEFALING TIL VIDERE FORSKNING .....	144
	<b>LITTERATURLISTE.....</b>	<b>147</b>
	<b>VEDLEGG A – INTERVJUGUIDER.....</b>	<b>155</b>
	<b>VEDLEGG B – INFORMASJONSSKRIV TIL RESPONDENTER .....</b>	<b>167</b>
	<b>VEDLEGG C – PROSESSBESKRIVELSER .....</b>	<b>171</b>
	<b>VEDLEGG D – TILLATELSE TIL BRUK AV FORSVARET I FORSKNING .....</b>	<b>175</b>

# OVERSIKT OVER TABELLER OG FIGURER

## TABELLER

TABELL 4-1 FORSKNINGENS METODEVALG OPPSUMMERT .....	57
---	----

## FIGURER

FIGUR 2-1	FORSVARETS DRIFTSSENHETER .....	11
FIGUR 2-2	ORGANISERING AV VEDLIKEHOLD AV LANDMATERIELL (FORSVARET, 2017A) .....	13
FIGUR 2-3	FORSVARETS LOGISTIKKORGANISASJONS ORGANISERING .....	14
FIGUR 2-4	INNFØRING AV FIF I FORSVARET (FORSVARET, 2016) .....	15
FIGUR 2-5	FORSVARETS PROSESSMODELL (JUSTERT FRA FORSVARET, 2016) .....	16
FIGUR 3-1	TEORIKOBLINGER .....	18
FIGUR 3-2	SYSTEMEFFEKTIVITET SOM FUNKSJON AV SYSTEMMYTELSE, DRIFTSSIKKERHET OG TILJENGELIGHET (MODIFISERT FRA DAU-MODELL (2016)) .....	19
FIGUR 3-3	OPERATIV TILJENGELIGHET (UTLEDET FRA KUMAR ET AL. (2000, s. 251) OG UTP-MODELL (2017)) .....	23
FIGUR 3-4	GRUNNLEGGENDE ELEMENTER INNEN RESERVEDELSLOGISTIKK .....	27
FIGUR 3-5	TYPEN AV ETTERSØRSELSPROFILER (COSTANTINO ET AL., 2017, s. 3) .....	35
FIGUR 3-6	INFORMASJONSVERDIKJEDEN (GRESHAM OG ANDRULIS, 2002, s. 3) .....	40
FIGUR 3-7	RAMMEVERK FOR DATAKVALITET (WANG OG STRONG, 1996, s. 20) .....	48
FIGUR 3-8	NIVÅ AV DIGITALISERING SOM EN DATAKVALITETSDIMENSJON (BØ, 2012, s. 28) .....	50
FIGUR 4-1	DEN SIRKULÆRE KVALITATIVE FORSKNINGSPROSSESEN (MEHMETOGLU, 2004, s. 52) .....	55
FIGUR 4-2	DATAANALYSEPROSSESEN (UTLEDET FRA MERRIAM, 1988, GJENGITT I MEHMETOGLU, 2004) .....	65
FIGUR 5-1	SAMSVAR MELLOM PROGNOSE OG FAKTISK ETTERSØRSEL FOR RESERVEDEL 40607490: SKU 10117492_P40607490 OG 10117142_P40607490 .....	85
FIGUR 5-2	SAMSVAR MELLOM PROGNOSE OG FAKTISK ETTERSØRSEL FOR RESERVEDEL 40608808: SKU 10117492_P40608808 OG 10117142_P40608808 .....	86
FIGUR 5-3	SAMSVAR MELLOM PROGNOSE OG FAKTISK ETTERSØRSEL FOR RESERVEDEL 40608808: SKU 10117492_P30082586 OG 10117142_P30082586 .....	87
FIGUR 5-4	FORSVARETS LOGISTIKKORGANISASJONS STYRINGSSYSTEM (FORSVARETS INTRANETT, 2017) .....	91
FIGUR 5-5	GRAD AV DIGITALISERING I FORSVARET (BASERT PÅ BØ, 2012, s.28) .....	124

## AKRONYMER, FORKORTELSER OG DEFINISJONER

A <sub>o</sub>	Operativ tilgjengelighet (operational availability)
ADT	Administrativ ventetid ( <i>administrative delay time</i> )
ALDT	Gjennomsnittlig administrativ og logistisk ventetid (mean administrative logistics delay time)
Beredskapsklar	Organisering, struktur og ressursoppfylingsgrad for respektive enheter i daglig drift
CTO	Cybertjenester og -operasjoner
DAU	Defence Acquisition University (USA)
DIF	Driftsenhet i Forsvaret
DoD	Department of Defence (Forsvarsdept, USA)
DQAF	Data Quality Assessment Framework
DVU	Avdeling for drift og videreutvikling (avdeling i Cyberforsvaret)
DW1P	Uavhengig standard orakeldatabase på FISBasis-plattformen
Echelon	Organisatorisk nivå som i Forsvaret blant annet relateres til vedlikeholds- og reservedelslagerstruktur
EDBVT	Elektronisk databehandling i vedlikeholdstjenesten (Forsvarets første databaserte vedlikeholdssystem)
ERP	Enterprise Resource Planning
FD	Forsvarsdepartementet
FFI	Forsvarets Forskningsinstitutt
FHS	Forsvarets Høgskole
FIF	Felles integrert forvaltningssystem
FISBasis	Forsvarets standardiserte IKT-plattform for informasjonsforvaltning på graderingsnivåene Ugradert og Begrenset
FKL	Forsvarets kompetansesenter for logistikk
FLO	Forsvarets Logistikkorganisasjon
FLO FORS	FLO Forsyning
FLO FORS MSA	FLO Forsyning Materiellstyringsavdelingen
FLO VEDL	FLO Vedlikehold
FMA	Forsvarsmateriell
FOM	Ytelsesparameter ( <i>figure of merit</i> )
FSJ	Forsvarssjefen

HRM	Human Resource Management
ILS	Integrert logistikkstøtte
INTOPS	Internasjonale operasjoner
ISO	International Organization for Standardization
KLAR	Organisering, struktur og ressursoppfyllingsgrad etter at styrkeoppbygging er gjennomført og respektive enheter er klare for oppdragsløsning i henhold til operative krav og KOP i et krise-/krigsscenario.
Klartider	Spesifiserte tider respektive enheter er gitt til styrkeoppbygging; delta mellom ”beredskapsklar” og ”klar”.
KOP	Komplett operativ organisasjonsplan; Forsvarets hjemmelsgrunnlag for disponering av personell og materiell i Forsvarets styrkestruktur <sup>1</sup> (jfr. KLAR).
LDT	Logistisk ventetid (logistics delay time)
LOPH	Logistikkprognoseverktøy for Hæren
LTP	Langtidsplan for forsvarssektoren
$\bar{M}$	Gjennomsnittlig aktiv vedlikeholdstid ( <i>mean active maintenance time</i> )
$\bar{M}_{ct}$	Gjennomsnittlig korrektiv vedlikeholdstid ( <i>mean corrective maintenance time</i> )
MDT	Gjennomsnittlig nedetid ( <i>mean maintenance downtime</i> )
MFU	Militærfaglig utredning
$\bar{M}_{pt}$	Gjennomsnittlig preventiv vedlikeholdstid ( <i>mean preventive maintenance time</i> )
MRP-område	Materialrekvisisjonsplanleggingsområde; organisatorisk enhet for forsyningsplanlegging; forsyningstilordning for respektive verksteder/driftslagre.
MSRT	Gjennomsnittlig ventetid for reservedeler ( <i>mean supply response time</i> )
MTBF	Gjennomsnittlig tid mellom feil ( <i>mean time between failure</i> )
MTBM	Gjennomsnittlig tid mellom alle vedlikeholdsaktiviteter ( <i>mean time between maintenance</i> )
MTBR	Gjennomsnittlig tid mellom utskiftning/reparasjon ( <i>mean time between replacement/repair</i> )

---

<sup>1</sup> Håndbok for strukturforvaltning (Forsvarsstaben, 2017).

MTTR	Gjennomsnittlig tid til reparasjon ( <i>mean time to repair</i> )
NAP	National Academies Press
NRF	NATO Response Force
OPSSSTØ	Operasjonsstøtteavdelingen i Hæren; har egne verksteder der hovedvekten av nivå 2-vedlikehold på Hærens materiell gjennomføres.
PBL	Performance Based Logistics
Prop.	Stortingsproposisjon
RFID	Radio Frequency Identification
SAP	Forsvarets valgte ERP-system for ressursforvaltning; som del av FIF.
SKU	Stock Keeping Unit. I Forsvaret en kombinasjon av materialnummer og MRP-område.
STALLO	Strukturanalyse- og logistikkrammeverk for landoperasjoner
Syncron	Forsvarets valgte system for etterspørselsprognostisering og lagernivåberegninger.
System	Sammensetningen av deler og komponenter til en del- eller hovedgjenstand med spesifikke ytelseskrav, hvis hensikt er å utføre funksjoner i henhold til gitte operasjonelle krav.
TDQM	Total Data Quality Management
UNSD	United Nations Statistics Division
UTP	Universiti Teknologi Petronas (Malaysia)
VP	Virksomhetsplan
Nivå 1-3 vedlikehold	Inndeling av vedlikeholdsaktiviteter basert på omfang og alvorlighetsgrad, og derigjennom ansvar for utførelse og gjennomføringslokasjon (avdeling eller tyngre verksteder).

# 1 INTRODUKSJON

## 1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

Forsvaret definerer logistikk som den virksomheten som planlegger og gjennomfører flytting, støtte og vedlikehold av militære styrker. Logistikk i denne sammenheng omfatter blant annet planlegging og utvikling, anskaffelse, lagring, distribusjon, vedlikehold, fordeling og avhending av materiell og forsyninger, samt anskaffelse eller levering av forsynings-, base- og administrative tjenester (inkludert blant annet tekniske tjenester); i Forsvaret ofte omtalt som *logistikkunderstøttelse*. Hensikten med militær logistikk er å bidra til styrkeproduksjon, styrkeoppbygging og opprettholdelse av styrkenes stridsevne i operasjoner for å gi utholdenhet under gjennomføringen av operasjoner (Forsvaret, 2014). Definisjonen gjelder i så vel daglig drift, som i konflikt, krise og krig.

Grunnstammen i Forsvaret består av operativt personell og materiell. Avhengig av organisering, struktur og omkringliggende faktorer foreligger det konkrete krav til tilgjengelighet og reaksjonsevne for disse ressursene<sup>2</sup>. Kravene er basert på sikkerhetspolitiske forhold, rådende trusselbilde og de konkrete oppdragene Forsvaret er satt til å løse i hele konfliktspekteret; fra daglig drift og bistandsoppdrag i fred, til konflikt, krise og krig. Forsvarets oppdrag, og utledet fra dette; struktur, personell og materiell, er definert i det som kalles komplett operativ organisasjonsplan (KOP), som beskriver Forsvaret ved *KLAR*<sup>3</sup>. KOP representerer således Forsvarets egne krav til operative evne (stridsevne), ned til enkeltindivider og -systemer. Implisitt i dette ligger at alle KOP-ressurser som er utilgjengelige når det er behov for dem reduserer Forsvarets stridsevne.

Etter den kalde krigen og frem til i dag har Forsvaret gjennomgått en rekke omstillinger, og gradvis blitt omgjort fra et stort mobiliseringsforsvar til et lite, modernisert og delvis profesjonalisert innsatsforsvar. Utviklingen har vært i tråd med sikkerhetspolitiske og militærteknologiske endringer, og en del av omfattende reformer i det norske statsapparatet (Bogen og Håkenstad, 2015).

---

<sup>2</sup> Disse kravene er gradert informasjon og kan således ikke gjengis i denne oppgaven.

<sup>3</sup> KLAR: Definisjon på når Forsvarets ressurser med utgangspunkt i BEREDSKAPSKLAR (daglig drift) har alt materiell i strukturen klar til oppdragsløsning for/i et stridsscenario.

I desember 2003 publiserte daværende Forsvarssjef, Sigurd Frisvold, en militærfaglig utredning (MFU) der det fremgikk at Forsvarets operative evne gradvis ble bygget ned som en konsekvens av strammere økonomi. Hovedgrepet for bedre balanse mellom oppgaver, struktur og ressurstilgang innenfor gjeldende rammer skulle ligge ”i summen av en meget betydelig reduksjon i, og vridning av, ressurstildelingen fra logistikk- og støttevirksomhet over til operativ virksomhet” (Forsvaret, 2003). Den militærfaglige utredningen fra 2003 dannet grunnlaget for Stortingsproposisjon 42 (2003-2004) (FD, 2004). Denne stilte krav til omlegging av forsvarsstrukturen, der konkretisering og realisering av omfattende innsparingsmål i stor grad ble rettet mot effektivisering av virksomheten innen logistikk- og støttestrukturen. Stortingsprop. 42 synes å ha vært startskuddet for en rekke omfattende omstillinger og nedskjæringer innenfor logistikdomenet i Forsvaret.

Ovennevnte proposisjon og påfølgende omstillinger og innsparinger har over tid ført til en gradvis nedprioritering av ressurser knyttet til beredskap, vedlikehold og logistikkstøtte i Forsvaret. Flere viktige materielltyper har også tallmessig blitt kuttet til et kritisk minimum som følge av økonomiske prioriteringer knyttet til effektivisering av virksomheten (St.prop 151 S; FD, 2016). Som et resultat av nedprioriteringen har man over tid sett at Forsvaret har hatt utfordringer med å ivareta tilgjengelighet på viktig materiell.

Redusert operativ tilgjengelighet på Forsvarets materiellsystemer skyldes ofte lang nedetid forbundet med vedlikehold, reparasjoner og logistisk understøttelse. Det finnes mange eksempler på materiell som har blitt stående på verksted i uker eller måneder – i noen tilfeller år – før det returnerer til avdelingen. Blant flere årsaker viser erfaring at den lange nedetiden ofte skyldes at nødvendige deler og komponenter ikke er tilgjengelige når det er behov for dem. Dette har hatt direkte innvirkning på Forsvarets reelle stridsevne. Spesielt gjelder dette for Hæren, der blant annet flere kritiske kampsystemer<sup>4</sup> ofte har blitt stående, og står, på verksted lenger enn planlagt som følge av manglende reservedeler.

Med en gradvis redusert materiellportefølje og derigjennom færre materiellsystemer i reserve, er det desto viktigere at materialet er tilgjengelig når det kreves. En forutsetning for å ivareta materielltilgjengelighet og operativ evne er nettopp logistisk understøttelse. Når logistikkstøtten over tid har blitt redusert til et minimum stilles det skjerpene krav til innretning av støttestrukturen og gjennomføring av vedlikehold og understøttelse for å

---

<sup>4</sup> Kritiske kampsystemer i Hæren: Et kampsystem er en plattform som i Forsvaret representerer en kritisk kapabilitet i en helhetlig kampkraftvurdering for landoperasjoner.

tilfredsstillende de samme kravene til operativ tilgjengelighet og stridsevne. Under forutsetning av at den mest hensiktsmessige systemunderstøttelsen oppnås gjennom bruk av teoretisk godt forankrede prinsipper og metoder, er det interessant å se på hvorvidt reservedelsproblemene kan knyttes til hvordan Forsvaret omsetter teori til praksis. I denne sammenheng kan det settes spørsmålsteget ved Forsvarets evne til å avgjøre hvilke reservedeler det faktisk er behov for, og videre hvordan reservedelsbeholdningene skal dimensjoneres; mer spesifikt: Forsvarets evne til å gjennomføre god *etterspørselsprognostisering* og *reservedelsoptimalisering*.

Internasjonalt er det gjennomført mange studier og analyser relatert til effektivisering av reservedelslogistikk, og mange av dem har hatt et direkte fokus på etterspørselsprognostisering. Spesielt er dette tilfellet i USA, der både Department of Defence (DoD), United States Government Accountability Office (GAO), Institute for Defense Analyses (IDA) og RAND Arroyo Center (U.S. Army's forsknings- og utviklingscenter) har utarbeidet en rekke rapporter, håndbøker og modeller knyttet til temaet. Basert på teoretisk anerkjente prinsipper og metoder må flere av disse antas å ha relevans også for norsk forsvarssektor. I Norge har Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) de siste tiårene gjennomført flere prosjekter i den hensikt å utarbeide rammeverk og verktøy for bedre logistikkplanlegging for og understøttelse av Forsvarets styrker. Eksempler på slike prosjekter er FFI-prosjektene 811 "Logistikk i krise og krig", 318601 "Kritiske nasjonale lagerstørrelser" og 1214 "Stridseffektivitet i landoperasjoner". Som ledd i disse prosjektene er det blant annet gjennomført analyse av feilhyppigheter og vedlikeholdsbehov for noen militære kjøretøytyper (FFI, 2004), samt utviklet *Logistikkprognoseverktøy for Hæren* (LOPH) (FFI, 2005) og *Strukturanalyse- og logistikkrammeverk for landoperasjoner* (STALLO) (FFI, 2016). Disse omfatter i ulik grad reservedelslogistikk, men har i beste fall kun indirekte relevans for etterspørselsprognostisering.

Utover disse prosjektene er det gjennomført svært lite forskning og få studier direkte relatert til etterspørselsprognostisering av reservedeler i Forsvaret. Den eneste som synes relevant i denne sammenheng er Bernt E. Tysseland's doktorgradsavhandling *System Supportability and Life Cycle Cost based Decisions* (2008), der etterspørselsprognostisering inngår som ledd i analyse av reservedelsoptimaliseringsprosessen i anskaffelsesprosjekter, i den hensikt å avdekke



forskjeller i tilnærmingen til planlegging og bruk av metoder og verktøy for systemunderstøttelse i ulike organisasjoner, herunder Forsvaret. Studiet fokuserer imidlertid primært på initialopplegg for reservedeler (i forbindelse med anskaffelse og driftssetting) i relasjon til levetidskostnader, og den faller således på utsiden av denne oppgavens fokus på etterspørselsprognostisering for systemer som allerede er satt i drift.

Hva angår datakvalitet i relasjon til etterspørselsprognostisering i Forsvaret foreligger det tilsynelatende ingen studier som setter disse i sammenheng. Lav datakvalitet påpekes imidlertid både i tidligere nevnte FFI-rapport om sammenhenger mellom feilhyppigheter og vedlikeholdsbehov for noen militære kjøretøytyper (FFI, 2004), og i en FFI-rapport om effektivitet i logistikkprosessen basert på norske styrkers erfaringer fra Afghanistan (FFI, 2011). Videre settes lav datakvalitet i sammenheng med redusert kosteffektiv logistikk i en kronikk i Norsk Militært Tidsskrift (Nilsen, 2012). Også i FLOs egen prosedyrebeskrivelse for vedlikehold av masterdata for etterforsyning (FLO, 2016)<sup>5</sup> pekes det på utfordringer som følge av lav datakvalitet. Det er imidlertid ikke kjent at det eksisterer studier med et direkte fokus på effekten av datakvalitet på presisjonen i etterspørselsprognoser. Denne oppgaven representerer således det som synes å være et uutforsket felt innenfor logistikkfaget i Forsvaret.

## **1.2 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL**

Selv om etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering er interrelatert og må sees i sammenheng for å kunne sikre tilstrekkelig tilgjengelighet på reservedeler, vil nødvendigvis kunnskap om historisk etterspørsel og prediksjon av fremtidige reservedelsbehov ligge til grunn for alle vurderinger og tiltak relatert til optimalisering av lagerbeholdninger for materiellsystemer i drift. Sagt på en annen måte; alle forhold (og begrensninger) knyttet til dimensjonering av reservedelsbeholdninger er irrelevante hvis man ikke vet hvilke deler det vil være behov for i utgangspunktet. Denne oppgaven vil fokusere på *etterspørselsprognostisering*, med utgangspunkt i analyse av to sentrale forhold; (1) hvorvidt Forsvaret evner å generere de nødvendige dataene for etterspørselsprognostisering; (2) i hvilken grad kvaliteten på dataene er tilstrekkelig for den tiltenkte bruken av dem. Analysen er kvalitativ og tar utgangspunkt i Forsvarets praksis for generering og prosessering av etterspørselsdata til prognoseformål.

---

<sup>5</sup> FLO-FOR-PRO-266

Basert på det ovenstående blir problemstillingen formulert på følgende måte:

***Evner Forsvaret å generere og prosessere nødvendige etterspørselsdata av tilstrekkelig kvalitet for presis etterspørselsprognostisering av reservedeler?***

For å svare på problemstillingen legger oppgaven til grunn relevant teori og litteratur relatert til etterspørselsprognostisering og datakvalitet. Det teoretiske rammeverket vil nyttes som sammenligningsgrunnlag ved analyse av Forsvarets metode for innhenting og prosessering av etterspørselsdata, og i drøfting av eventuelle avvik mellom teori og praksis.

For å svare på den overordnede problemstillingen defineres følgende forskningsspørsmål:

- 1. Er det sammenheng mellom redusert operativ tilgjengelighet på Forsvarets materiell og mangel på reservedeler?**
- 2. I hvilken grad samsvarer Forsvarets etterspørselsprognoser med reell etterspørsel?**
- 3. Hva er Forsvarets teoretiske tilnærming til etterspørselsprognostisering?**
- 4. Hvordan genererer og prosesser Forsvaret etterspørselsdata i praksis?**
- 5. I hvilken grad oppfyller Forsvaret nødvendige datakvalitetsdimensjoner i forbindelse med generering og prosessering av etterspørselsdata?**

Forskningsspørsmålene søkes besvart i delkapittel 5.1 – 5.5 respektivt. Analysen tar sikte på å avgjøre hvorvidt utfordringene relatert til reservedelstilgjengelighet kan skyldes fravikelse fra teoretisk anerkjente metoder og prinsipper for etterspørselsprognostisering og datakvalitet. Analysen vil til slutt lede til et endelig svar på den overordnede problemstillingen for oppgaven. Dette presenteres i delkapittel 5.6.

### **1.3 OPPGAVENS HENSIKT, FORUTSETNINGER OG AVGRENSNING**

Den overordnede hensikten med denne studien er å avklare om Forsvarets etablerte metode for dokumentasjon av reservedelsbehov, med hensyn til datagenerering, dataprosessering og datakvalitet, i tilstrekkelig grad muliggjør presis etterspørselsprognostisering.

En grunnleggende forutsetning for reservedelstilgjengelighet er bruk av riktige dataparametere, at dataene aggregeres til representative datasett, og at kvaliteten på dataene er tilstrekkelig som utgangspunkt for valg av modeller for etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering. Studiet legger således til grunn

at det eksisterer årsakssammenheng mellom type og omfang av, samt kvaliteten på, etterspørselsdata, valg av prognosemodell og sannsynligheten for at de riktige reservedelene i det nødvendige antallet foreligger når det er behov for dem. I tillegg til å vurdere gjeldende metoder for generering og prosessering av data vil oppgaven implisitt også vurdere hvorvidt det foreligger tilstrekkelig forståelse i Forsvaret for hvilke data som er nødvendige for etterspørselsprognostisering, og hvordan kvaliteten på disse innvirker på valg av prediksjonsmodeller og de endelige prognosene.

Det er et ønsket utfall at oppgaven også kan bidra til å belyse relevante forhold forbundet med effektivisering av dokumentasjon av etterspørselsdata og økning av datakvalitet, samt hvorvidt et eventuelt forbedringspotensial ligger i optimalisering av de praktiske datagenererings- og dataprosesseringsmetodene, forståelse for viktigheten og effekten av datakvalitet, eller begge deler. Oppgaven hevder imidlertid ikke at nåværende metode, selv gjennom potensiell effektivisering, kan gi perfekt tilgjengelighet på reservedeler. Til dette er det for mange omkringliggende faktorer som spiller inn, herunder økonomiske forhold, organisering av støttestrukturen, ledetid, kritikalitet og lagerstyringsprinsipper, som denne oppgaven ikke har til hensikt å vurdere effekten av. Oppgaven søker heller ikke å sammenligne eksisterende metode for vedlikehold og understøttelse med alternative metoder som eksempelvis muliggjør diagnose av (kritiske) systemkomponenter som grunnlag for planlagt utskifting av deler før de feiler (tilstandsstyrt vedlikehold). Dette er metoder som legger til grunn helt andre konsepter for vedlikehold og understøttelse, herunder reservedelslogistikk.

Selv om det i styrende dokumenter for Forsvarets virksomhet er stilt konkrete krav til operativ tilgjengelighet på materiell i daglig drift og ved KLAR, vil denne oppgaven ikke ta stilling til hvorvidt Forsvaret når eller vil nå disse kravene basert på observert nedetid. Oppgaven søker kun å vurdere Forsvarets metode for dataforvaltning og prognostisering av reservedeler som forutsetning for operativ tilgjengelighet på materiell. Det skilles derfor ikke mellom det som i praksis kan være/er definert som henholdsvis ”kritiske” og ”ikke-kritiske” reservedeler i et etterspørselsperspektiv.

Oppgaven skiller ikke mellom daglig drift, krise og krig, og tilhørende reservedelsbehov, da de samme metodene og prinsippene for etterspørselsprognostisering og datakvalitet i teorien er gjeldende uavhengig av situasjon.

Oppgaven tar videre utgangspunkt i systemer i driftsfasen<sup>6</sup> av livstidssyklusen, og avgrenses dermed mot spesielle etterspørselsforhold relatert til henholdsvis innfasing av systemer på den ene siden og utfasing på den andre. I forlengelsen av dette forutsettes det at materiellet brukes i henhold til kravspesifikasjoner og at det foreligger sammenheng mellom bruksbelastning og vedlikeholdsbehov<sup>7</sup>, som avleder reservedelsbehov det i teorien skal være mulig å prognostisere for.

Av hensyn til oppgavens omfang og gjeldende tidsbegrensninger vil studien ikke skille mellom reparerbare komponenter og ikke-reparerbare reservedeler. Selv om disse teoretisk sett er gjenstand for ulike tilnærminger hva angår etterspørselsprognostisering, forutsettes det at behovet for både reparerbare og ikke-reparerbare deler synliggjøres og dokumenteres på samme måte. Dette understøttes av FLOs gjeldende rutiner for etterspørselsprognostisering, som inntil videre behandler begge typer reservedeler som *forbruksdeler* (ikke-reparerbare; repair parts).

Innenfor rammene av denne oppgaven har det verken vært mulig eller hensiktsmessig å hente ut og analysere mer enn et utvalg av alle prognoser utarbeidet for Hærens materiell. Utvalget forutsettes likefullt tilstrekkelig for å underbygge oppgavens tema og problemstilling.

Det er videre utenfor oppgavens omfang å vurdere og analysere de matematiske modellene for etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering. Alle relevante modeller ligger i Synchron, som er Forsvarets valgte verktøy for etterspørselsprognostisering og dimensjonering av reservedelsbeholdninger. Synchron er en ledende internasjonal leverandør av supply chain management software, som har til hensikt blant annet å ivareta etterspørselsplanlegging, -prognostisering og lageroptimalisering for bedrifter. Det forutsettes således at Forsvaret har et tilstrekkelig godt prognose- og optimeringsverktøy i Synchron til å kunne utarbeide presise prognoser, så lenge nødvendige inndata av tilstrekkelig kvalitet legges til grunn.

---

<sup>6</sup>Normal/useful life

<sup>7</sup>Forutsetning basert på FFI-rapport "Feilhyppigheter og vedlikeholdsbehov for noen militære kjøretøytyper – analyse av EDBVT-data" (Langsæter, Svåsand og Søraas, 2003)

## 1.4 FORSKNINGENS RELEVANS

De siste årene har Norge vært vitne til større sikkerhetspolitiske endringer enn på mange år. Den sikkerhetspolitiske utviklingen representerer en endring av forutsetningene som lå til grunn for norsk forsvarsplanlegging etter den kalde krigen. Dette reflekteres i Langtidsplanen for forsvarssektoren (LTP) (Prop.151 S; FD, 2016), der det fremgår at regjeringens sikkerhetspolitiske prioriteringer for neste periode er ”å styrke forsvaret av Norge, styrke NATOs kollektive forsvar og å bidra til internasjonal innsats”. Det erkjennes samtidig at Forsvaret, slik det er organisert i dag, ikke er dimensjonert for det nye trusselbildet og at forsvarsevnen må økes. Langtidsplanen peker blant annet på nedprioritering av ressurser knyttet til beredskap, vedlikehold og logistikk, samt et betydelig etterslep på vedlikehold og manglende reservedeler, som årsaker til redusert operativ evne. Spesielt Sjøforsvaret og Hæren fremheves i LTP som skadelidende som følge av mangel på reservedeler, med konsekvenser for både tilgjengelighet, utholdenhet og derigjennom operativ evne for viktige elementer i strukturen (FD, 2016). Et viktig poeng i denne sammenheng er at dette ikke er resultatet av enkelthendelser, men en nedprioritering som har pågått over lang tid, jfr. tidligere nevnte omstillinger og prioriteringer relatert til disse.

Som ledd i arbeidet med å styrke operativ evne har man den siste tiden sett et økt fokus på beredskapsheving og betydelig reduksjon av klartider. Implisitt i dette ligger høyere krav til materielltilgjengelighet. Innfrielse av disse kravene forutsetter nødvendigvis et effektivt logistikkapparat, med nødvendig tilgjengelighet på reservedeler.

Det er utvilsomt mange forhold som påvirker Forsvarets logistikkstøtteapparats evne til å gjennomføre effektivt vedlikehold og logistisk understøttelse. Omorganisering, personellmangel og økonomiske begrensninger er noen av dem. Selv om oppgaven ikke har til hensikt å vurdere effekten av disse på tilgjengeligheten på reservedeler, underbygger forholdene imidlertid viktigheten av god planlegging og maksimal utnyttelse av tilgjengelige ressurser, og at praktiske prosesser og aktiviteter forankres teoretisk for størst mulig grad av måloppnåelse; i denne sammenheng tilgjengelighet på reservedeler. Spesielt økonomi fremheves av mange som en begrensende faktor hva gjelder reservedeler, og det er derfor kritisk at lagerbeholdningene dimensjoneres på bakgrunn av presis etterspørselsprognostisering forankret i reelle og kvantifiserbare behov. Dersom etterspørselsprognosene er dårlige står Forsvaret i fare for å kjøpe feil deler, som kan

resultere i underfinansiering og derigjennom manglende økonomi til å kjøpe deler det faktisk er behov for. I så måte synes det relevant å se Forsvarets metode for generering og prosessering av etterspørselsdata i lys av relevant teori knyttet til etterspørselsprognostisering og datakvalitet, i den hensikt å avgjøre hvorvidt dataene er både av riktig type og tilstrekkelig kvalitet for presise etterspørselsprognoser. Til tross for at oppgaven legger til grunn etterspørselsdata for reservedeler tilknyttet ett enkelt system i Hæren, er dette i all hovedsak for å underbygge og rasjonalisere oppgavens fokus på Forsvarets valgte *metode* for etterspørselsprognostisering. Det forutsettes derfor at alle funn representerer svakheter ved måten Forsvaret utfører datagenerering og -prosessering til prognoseformål i praksis, heller enn utfallet av enkelte uforutsette og dimensjonerende begivenheter uten prosessrelevans for øvrig. Oppgavens fokus synes således relevant både i egenskap av seg selv, og som grunnlag for videre forskning innenfor temaet reservedelslogistikk i Forsvaret.

## **1.5 OPPGAVENS STRUKTUR**

Oppgaven består av fire hoveddeler som er satt sammen av totalt seks kapitler. Foruten bakgrunnen for studiet, presentert i kapittel 1, består den første delen av en casebeskrivelse, i den hensikt å sette oppgaven inn i en håndgripelig kontekst. Denne fremgår i kapittel 2. Sammen har de to første kapitlene til hensikt å definere rammene for studiet.

Del to omfatter teoretiske perspektiver og litteratur relevant for problemstillingen. Disse plasserer reservedeler i rammen av begrepene operativ tilgjengelighet og systemeffektivitet, og presenterer viktige prinsipper relatert til etterspørselsprognostisering og datakvalitet, som forutsetning for tilgjengelighet på reservedeler. Del to presenteres i sin helhet i kapittel 3.

Del tre forklarer den metodiske tilnærmingen til studiet; presentert i kapittel 4. Dette kapittelet skildrer bakgrunnen for og valg av metode, hvordan forskningen er gjennomført og hvilke data som er lagt til grunn for forskningen. Kapittelet omfatter også evaluering av forskningens kvalitet, sett sammen med forskerens etiske ansvar og dens plass i forskningen.

I studiens fjerde del presenteres og drøftes relevante funn som er gjort på bakgrunn av den metodiske tilnærmingen. Ettersom temaet for oppgaven er svært komplekst knyttes funn og drøfting sammen i ett og samme kapittel, kapittel 5. Dette kapittelet har til hensikt å belyse og analysere hvordan Forsvaret gjennomfører etterspørselsprognostisering i praksis i lys av relevant teori presentert i kapittel 3, og besvarer således samtlige forskningsspørsmål. I tillegg besvares oppgavens overordnede problemstilling. I kapittel 6 presenteres en endelig konklusjon, samt anbefaling til videre forskning.

## 2 CASEBESKRIVELSE

Hensikten med dette kapittelet er å gi en introduksjon til Forsvaret og de av Forsvarets driftsenheter som er gjenstand for denne oppgaven. Fokus er på avdelinger tilhørende Hæren og Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO). Vi vil kort belyse deres oppdrag og rolle i Forsvaret og i forhold til hverandre, innenfor rammen av vedlikehold og reservedelslogistikk. Vi vil også presentere ERP-systemene i Forsvaret som har en spesifikk rolle i denne casestudien.

### 2.1 FORSVARETS ORGANISASJON

Forsvaret utgjør, sammen med Forsvarsmateriell, Forsvarets forskningsinstitutt, Forsvarsbygg og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, forsvarssektoren. Forsvaret alene består av 14 driftsenheter, hvor Hæren og FLO er blant dem. Disse er illustrert i figur 2-1:

<b>Forsvaret</b>	Forsvarsstaben
	Forsvarets operative hovedkvarter
	Etterretningstjenesten
	<b>Hæren</b>
	Sjøforsvaret
	Luftforsvaret
	Heimevernet
	<b>Forsvarets logistikkorganisasjon</b>
	Forsvarets spesialstyrker
	Forsvarets sanitet
	Forsvarets høgskole
	Forsvarets personell- og vernepliktssenter
	Forsvarets fellestjenester
	Cyberforsvaret

Figur 2-1 Forsvarets driftsenheter

### 2.2 HÆRENS ROLLE

Hæren utgjør et sentralt element i det norske terskelforsvaret og er premissleverandør for suverenitetshevdelse over norske landområder. Hæren løser oppdrag hver dag med soldater på grensen til Russland<sup>8</sup> og vakt av Kongehuset i Oslo<sup>9</sup>. I tillegg har Hæren til enhver tid styrker på nasjonal beredskap. Hæren fyller videre rollen som en garantist for at Norge kan

<sup>8</sup> Garnisonen i Sør-Varanger har kontinuerlig soldater på vakt langs grensen til Russland

<sup>9</sup> Hans Majestetets Kongens Garde ivaretar kontinuerlig vakt av Kongehuset



oppretholde sine internasjonale forpliktelser overfor NATO og FN, gjennom å være hovedleverandør av styrker til internasjonale operasjoner (Forsvaret, 2018). Kjernen i Hæren er Brigade Nord – Norges eneste brigade. Brigaden består av ni bataljoner og et militærpolitikompani, som fullt oppsatt utgjør totalt ca. 4500 vernepliktige og militært tilsatte. Brigade nord representerer Hærens spydspiss med flest soldater og størst ildkraft. Materiellparken inkluderer blant annet moderne CV9030 kampvogner, Leopard 2 stridsvogner og M109 artillerisystem.

Hæren har ved flere anledninger stilt bidrag inn i NATO Response Force (NRF), og Norge har i 2019 en bataljonsstridsgruppe<sup>10</sup> på beredskap som utgjør en del av en tyskledet, multinasjonal NRF-brigade. NRF-styrkens oppdrag er å «sikre, avskrekke og bidra til å motvirke trusler mot alliansens territorium og befolkning» (Forsvaret, 2017). Deler av NRF-brigaden er i 2019 på en kortere beredskap på henholdsvis to og tre dager, og skal kunne operere selvstendig i et gitt tidsrom inntil de blir forsterket med personell, materiell, forsyninger og støtteressurser (Presseportal, 2018).

Å stille enheter på kort beredskap fordrer naturligvis at man har operativt materiell tilgjengelig og personell som står klart for å løse oppdrag. Det norske materiellet som har en dedikert rolle i beredskapssammenheng er det samme materiellet som også er i daglig bruk under utdanning og trening. Alt materiell som er i daglig virke er naturligvis utsatt for nedetid utløst av behov for både korrektivt og preventivt vedlikehold. For å holde materiellet operativt er man dermed avhengig av blant annet tilgjengelig teknisk personell, verkstedkapasitet og reservedeler. For det utvalgte systemet vårt, system X, har avdelingene opplevd mye nedetid som følge nasjonale reservedelsmangler, og i nyere tid at så mye som 20 % av systemindividene har vært utilgjengelige.

## **2.3 ORGANISERING AV VEDLIKEHOLD I HÆREN**

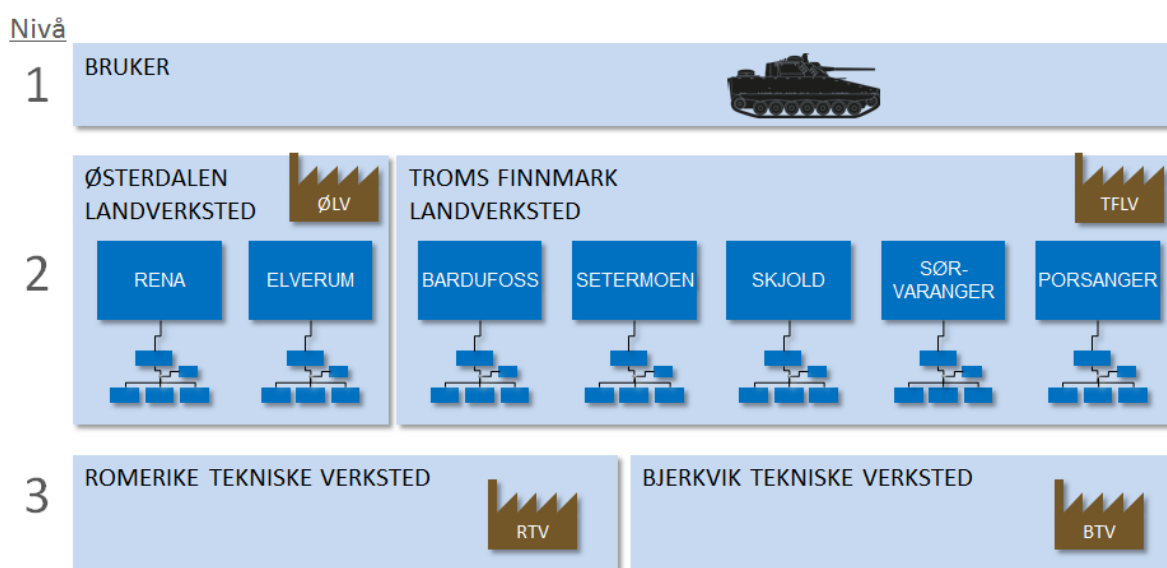
Flere avdelinger i Hæren har teknisk personell i strukturen. I tillegg har Hæren også en dedikert avdeling med primæransvar for å levere basetjenester, vedlikeholdstjenester og bedriftshelsetjenester: Operasjonsstøtteavdelingen (OPSSTØ). Formålet med OPSSTØ er å levere stasjonær logistikkstøtte, slik at Hærens øvrige avdelinger kan fokusere på kjernevirksomhet. OPSSTØ holder til i alle Hærens garnisoner og har baseverksteder i de

---

<sup>10</sup> Bataljonsstridsgruppe: En kampbataljon med støtteavdelinger

største basene i Norge; her gjennomføres teknisk ettersyn og vedlikehold av Hærens materiell.

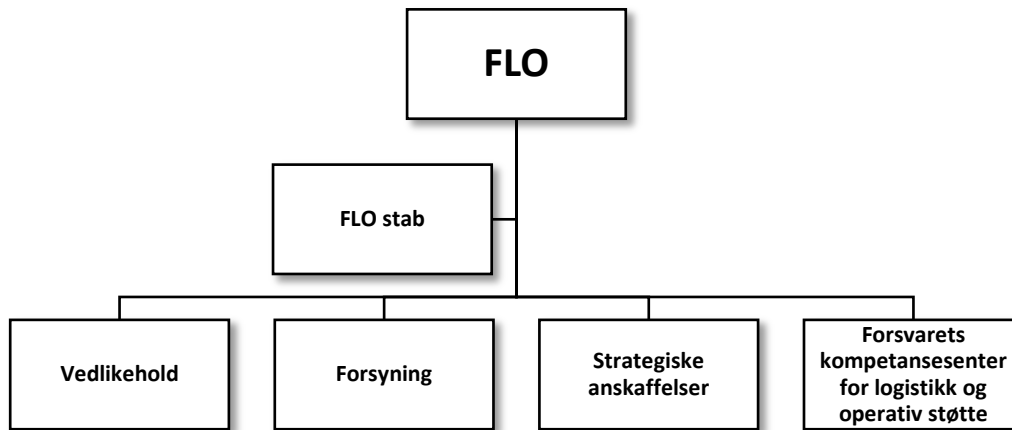
Vedlikehold i Forsvaret er brutt opp i tre nivåer, der respektive nivå avgjøres av vedlikeholdets kompleksitet. Tilgang på kompetanse og ressurser er større jo høyere nivå. Første nivå omfatter daglig og periodisk vedlikehold, krever ingen teknisk utdanning og utføres av materiellets bruker med den dokumentasjonen og verktøyet som inngår i systemets respektive materiellsats. Nivå 2-vedlikehold omfatter teknisk ettersyn, reparasjon og utskifting av deler. Arbeidet på nivå 2 utføres av teknisk utdannet personell med tilgang på egnet verktøy og gjennomføres ved Hærens lokale OPSSTØ-verksteder. Vedlikehold på nivå 3 gjennomføres ved FLOs verksteder og omfatter komponentvedlikehold, modifikasjoner og oppgraderinger. Organisering av vedlikehold i Hæren er illustrert i figur 2-2:



Figur 2-2 Organisering av vedlikehold av landmateriell (Forsvaret, 2017a)

## 2.4 FORSVARETS LOGISTIKKORGANISASJON

FLO har ansvaret for å levere logistikkjenester til forsvarssektoren, og er således fagmyndighet innenfor logistikk i Forsvaret. FLO utarbeider blant annet logistikkonsept for Forsvarets operative avdelinger, anskaffer materiell til Forsvaret, og inngår beredskapsavtaler med sivile leverandører for logistikkjenester. FLO består av om lag 2000 ansatte, fordelt på ledelse/stab og fire underavdelinger, som hver har dedikerte ansvarsområder innenfor logistikkdomenet. FLOs organisering er illustrert i figur 2-3:



Figur 2-3 Forsvarets logistikkorganisasjons organisering

### 2.4.1 FLO FORSYNING

FLO forsyning (FLO FORS) er organisert i ni underavdelinger og har ansvar for leveranser til Forsvaret av forsynings-, transport- og renholdstjenester. Dette innebærer blant annet materiellstyring og –etterforsyning i Norge og til operasjoner i utlandet. FLOs forsyningsavdeling skal sikre lagerbeholdninger som imøtekommer Forsvarets behov i daglig drift, i forbindelse med beredskap og ved styrkeoppbygging (fra beredskapsklar til KLAR). Materiellstyringsavdelingen (MSA) i FLO FORS har ansvaret for forsynings- og etterspørselsplanlegging i Forsvaret, og har prosessansvar for lager- og forsyningsprosessen. MSA er FLOs verktøy i strategisk og langsiktig materiellplanlegging, og gjennomfører det praktiske prognosearbeidet som skal sikre materielltilgjengelighet og god lagerøkonomi. FLO FORS sin oppdragsportefølje inkluderer anskaffelse, lagerhold og forsyning av reservedeler til blant annet Hærens materiellpark. FLO FORS har driftslager tilknyttet og samlokalisert med samtlige landverksteder tilhørende FLO og Hæren, og ivaretar forsyning av reservedeler til alle vedlikeholdsoppdrag.

### 2.4.2 FLO VEDLIKEHOLD

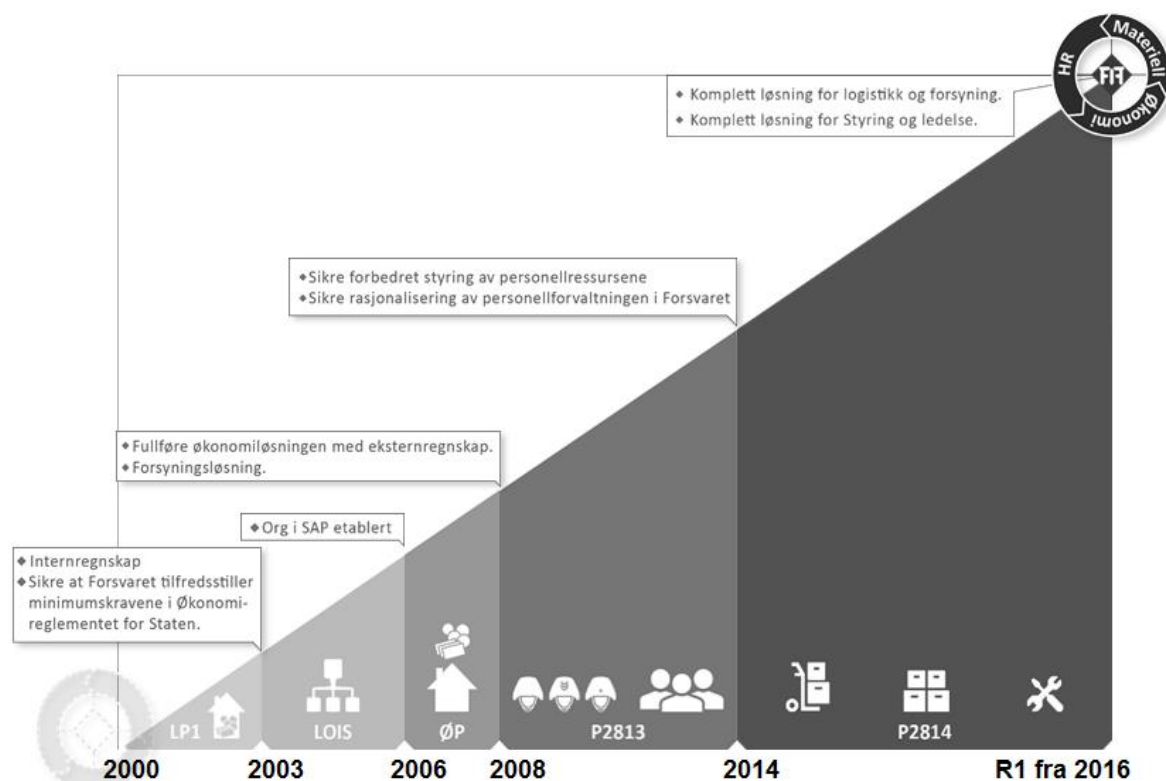
FLO Vedlikehold (FLO VEDL) er FLO sin verkstedorganisasjon og skal ivareta større materiell- og systemvedlikehold som forsvarsgrenene ikke utfører selv. I tillegg gjennomfører avdelingen komponentvedlikehold<sup>11</sup>, samt oppgraderinger og modifisering av Forsvarets materiell. FLO VEDL består av fem større verksteder og Forsvarets laboratorietjeneste, som blant annet gjennomfører kalibrering av utstyr. To av FLOs verksteder er dedikert til landmateriell, henholdsvis Bjerkvik og Romerike tekniske verksted. FLO VEDL har fag- og prosessansvaret for vedlikeholdstjenester i Forsvaret.

<sup>11</sup> Komponentvedlikehold: Rekondisjonering av gjenvinnbare, brukte reservedeler

## 2.5 FORSVARETS ERP-SYSTEMER

### 2.5.1 FELLES INTEGRERT FORVALTNINGSSYSTEM (FIF) I FORSVARET

Forsvaret benytter et SAP-basert ERP-system<sup>12</sup> under navnet Felles Integrert Forvaltningssystem (FIF). Systemet ble besluttet innført i 2000 som et felles system for styring og kontroll av personell-, materiell- og økonomifunksjoner, og har siden innføringen blitt oppgradert og utvidet til å favne om stadig flere styrings- og forvaltningsområder.

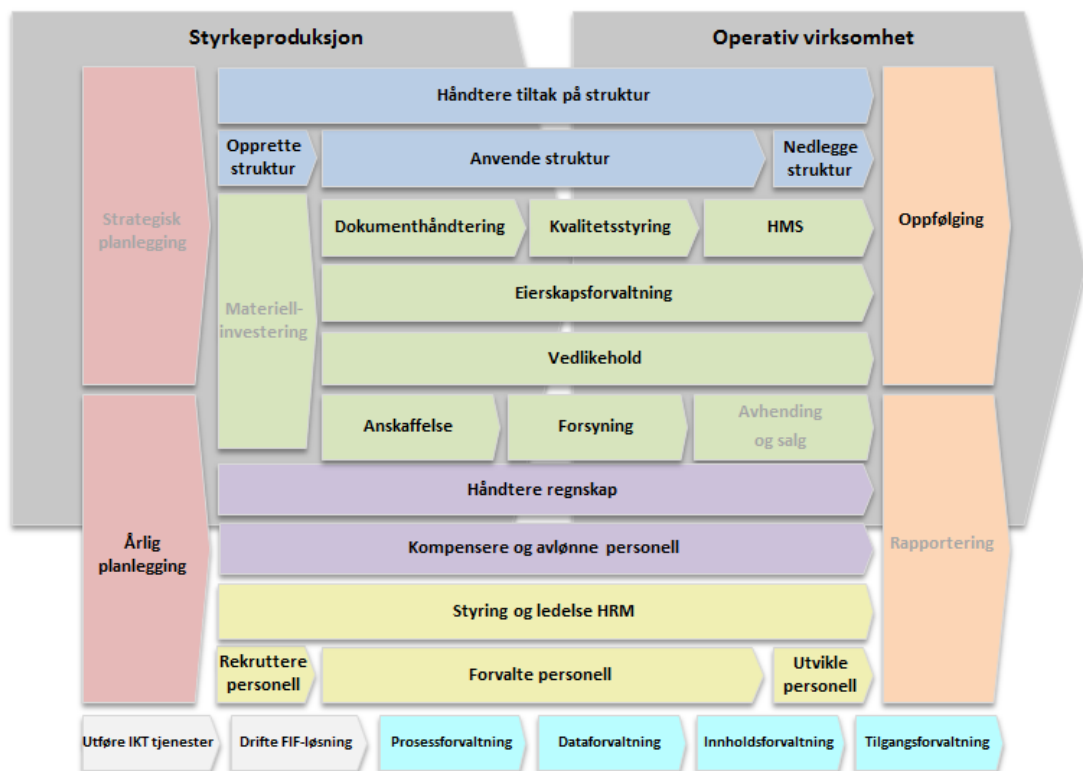


Figur 2-4 Innføring av FIF i Forsvaret (Forsvaret, 2016)

FIF-prosjektet ble først startet i 2000, og innføringsløpet er skissert i Figur 2-4. FIF ble innført for bruk i Forsvaret første gang høsten 2003 og leverte da funksjonalitet knyttet til lønn og internregnskap. I 2008 kom versjon 2.0, som la til funksjonalitet innenfor økonomi, styring og forsyning. I 2014 ble prosjekt P2813 driftssatt, med en omfattende modul innenfor Human Resource Management (HRM). Det såkalte logistikkprosjektet, også omtalt som P2814 og FIF 3.0, ble implementert i Forsvaret i forbindelse med delleveranse 1 i 2016. FIF 3.0 besto opprinnelig av tre såkalte «releaser», rettet mot ytterligere understøttelse og integrasjon av blant annet vedlikehold, forsyning og forvaltning av materiell. En av intensjonene med FIF 3.0 var blant annet å redusere antallet

<sup>12</sup> ERP-system: Enterprise Resource Planning, system for integrerte forretningsprosesser i en bedrift

undersystemer i FIF gjennom i større grad å basere systemet på SAP. Dette ble gjort i den hensikt å oppnå et mer integrert og helhetlig styrings- og forvaltningssystem for Forsvarets daglige drift og operasjoner. Samme år som leveranse 1 ble innført ble det imidlertid besluttet å avvente videre arbeid med release 2 og 3, grunnet blant annet forsinkelser og økonomi. Prosjektet ble så avsluttet og overført til drift i Forsvaret, og release 2 og 3 er terminert i sin originale form. Flertallet av funksjonene vil likevel innføres gradvis i løpet av driftsløpet. Prosessene og fagområdene som inngår i FIF-løsningen er illustrert i figur 2-5.



Figur 2-5 Forsvarets prosessmodell (justert fra Forsvaret, 2016)

### ***Bruk av FIF i vedlikeholds- og forsyningstjeneste***

Alt vedlikehold utført på Forsvarets materiell, inkludert uttak og bruk av reservedeler, registreres i FIF. Både preventive og korrektive vedlikeholdsaktiviteter, samt tilhørende delebehov registreres i egne tekniske arbeidsordre, som knyttes til det enkelte materiellsystem/individnummer. Hensikten med dette er at all vedlikeholds- og forbrukshistorikk skal være tilgjengelig for respektive materiellsystemer, blant annet til vedlikeholdsplanleggings- og prognoseformål. Vedlikehold på nivå 2 og 3 har lenge blitt registrert av FLO/OPSSSTØ i FIF, og med FIF 3.0 ble det innført at også brukere av materiellet skal registrere mangler og tellerdata i FIF ved utført nivå 1 vedlikehold.

Intensjonen er å skape et mer presist bilde av tilgjengelig materiell, gjennom å synliggjøre alle typer feil og mangler, samt individer som er inne til vedlikehold. Dette bildet skal være tilgjengelig for ulike ledelselementer på taktisk og operasjonelt nivå, slik at man til enhver tid har oversikt over operativt tilgjengelige kapasiteter og kapabiliteter. Løsningen er under utvikling, men er per tid ikke fullt ut implementert. FIF inneholder data omkring Forsvarets materiell- og forsyningsbeholdninger på landsbasis. Alle verksteder på nivå 2 og 3 har tilknyttede lokale driftslager som driftes av FLO FORS. FLO FORS forsyner dermed alle reservedeler til FLO VEDL og OPSSTØ. Reservedelsbehov fremmes i FIF gjennom den elektroniske løsningen for registrering av arbeidsordre.

### **2.5.2 SYNCRON – FORSVARETS VERKTØY FOR ETTERSØRSELSPROGNOSTISERING**

Syncron International AB er et svensk, privateid selskap som tilbyr programvareløsninger for after sales<sup>13</sup> og håndtering av komplekse, globale verdikjeder (Syncron, 2014). Syncron er en anerkjent leverandør som baserer seg på velprøvde og teoretisk godt forankrede modeller for prognostisering og lagerstyring. Programvaren til Syncron er implementert i bedrifter i over 90 land, og kan integreres med andre ERP-løsninger, som blant annet SAP.

Syncron ble innført i Forsvaret tidlig på 2000-tallet for å fylle behovet for et verktøy for lagerdimensjonering i Luftforsvaret. FLO FORS har benyttet Syncron siden 2005, da den ble tatt i bruk også for land- og fellesmateriell. I 2014 ble det besluttet å iverksette oppgradering av Syncron, ettersom man da benyttet en versjon som ikke lenger var støttet av leverandøren. Dette ble gjennomført selv om det eksisterte planer om implementering av løsninger for prognostisering og lagerstyring i FIF 3.0. Forsvaret benytter kun prognosemodulen i Syncron, og den benyttes som et verktøy for å dimensjonere lager, med mål om å oppnå best mulig leveringspålitelighet til lavest mulig kostnader.

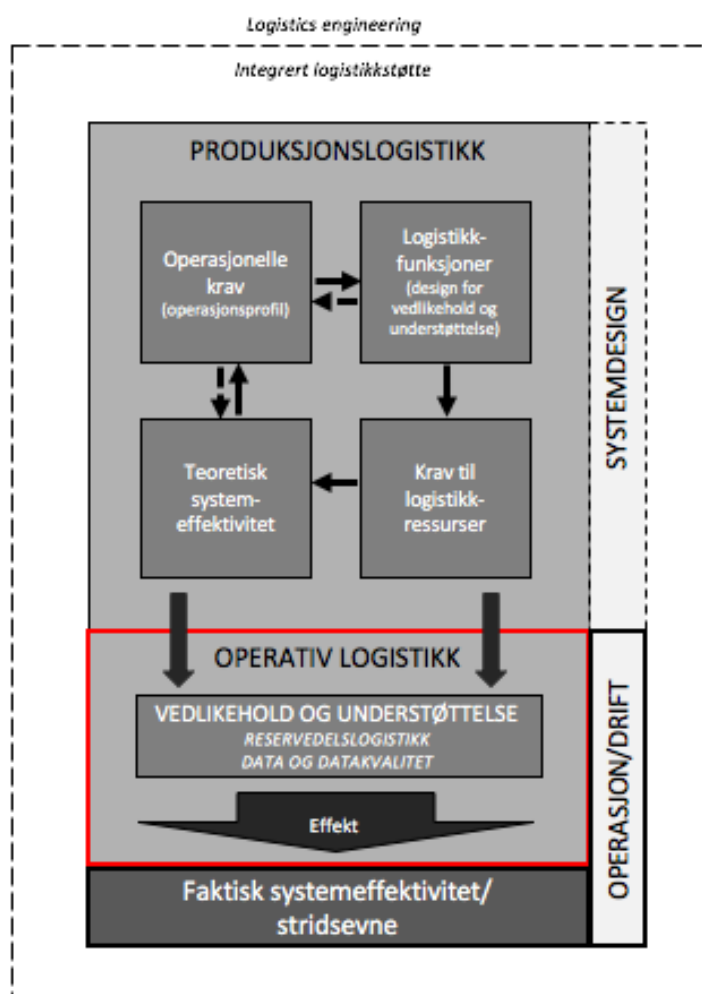
---

<sup>13</sup> After-sales solutions: Løsning for tjenester, support og reservedelsanskaffelser etter gjennomført salg.

### 3 TEORETISK RAMMEVERK

Hensikten med dette kapitlet er å plassere reservedeler i rammen av begrepene *operativ tilgjengelighet* og *systemeffektivitet*, og i detalj belyse hvilke inndataparametere og kvalitetsdimensjoner som teori og relevant forskning legger til grunn for presis etterspørselsprognostisering.

Innenfor rammene av *logistics engineering*<sup>14</sup> som fagfelt, og integrert logistikkstøtte (ILS)<sup>15</sup> som konsept, tar denne oppgaven utgangspunkt i teori knyttet til logistikk i et operasjonelt/driftsperspektiv, slik figur 3-1 viser:



Figur 3-1 Teorikoblinger

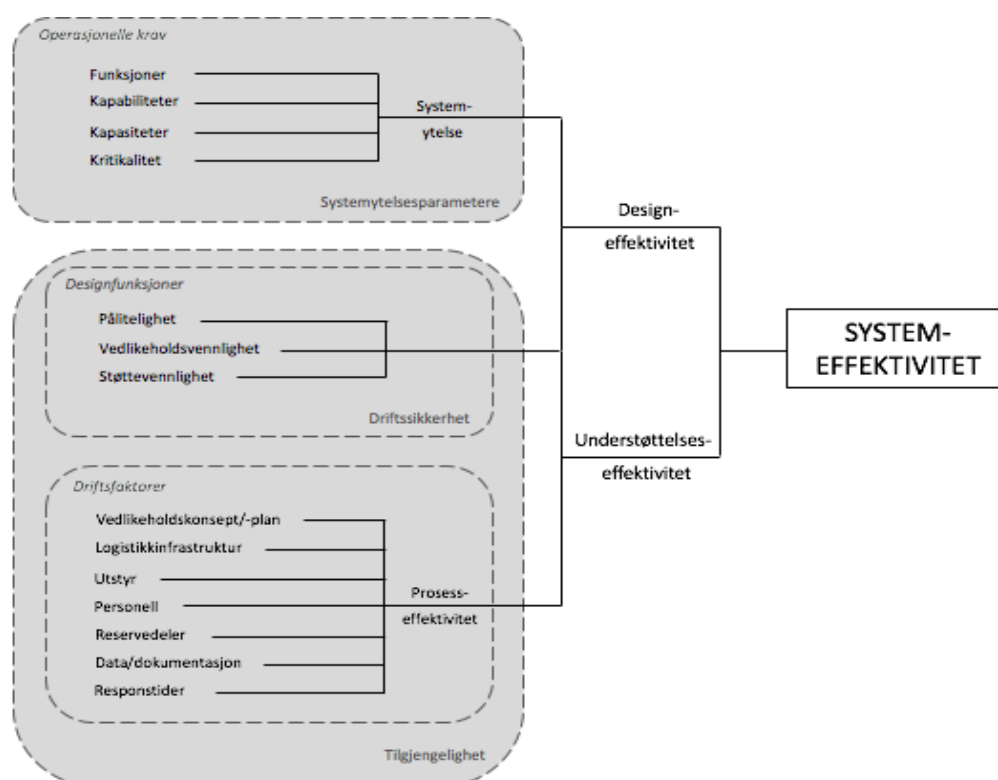
<sup>14</sup> Det foreligger ingen dekkende norsk oversettelse av begrepet *logistics engineering*. Disiplinen omfatter prosjektering og drift av systemer og tilhørende logistikelementer/-funksjoner i den hensikt å sikre kravstilt systemfunksjonalitet til lavest mulig kostnad.

<sup>15</sup> ILS er et konsept utviklet av og for forsvarssektoren som legger til grunn en levetidstilnærming til planlegging, utvikling, anskaffelse og operasjon av systemer og utstyr for maksimal beredskap til lavest mulig kostnad (Blanchard, 2015).

### 3.1 SYSTEMEFFEKTIVITET

Enhver virksomhets suksess avhenger av effektiviteten til prosessene og produktene som virksomheten produserer (Kumar, Crocker, Knezevic og El-Haram, 2000). Det samme kan sies om Forsvaret og dets operative systemer i et beredskaps- og kampkraftperspektiv. Systemeffektivitet relateres til et systems evne til å utføre tiltenkte funksjoner og operasjoner, og er en funksjon av designegenskaper og driftsfaktorer. I en militær kontekst må systemeffektivitet forstås som *stridsevne*. Selv om begrepet stridsevne legger opp til en tolkning av et materiellsystems funksjonalitet i en *stridssituasjon*, legges begrepet i denne sammenheng til grunn for både daglig drift og operasjoner. Dette med bakgrunn i at materiellsystemer uavhengig av situasjon må forutsettes å vedlikeholdes og understøttes i henhold til kravsatt funksjonalitet, som i Forsvaret nødvendigvis er dimensjonert for strid.

I følge Blanchard (2015) kan systemeffektivitet defineres som en funksjon av tre sentrale elementer; *systemytelsesparametere*<sup>16</sup>, *driftssikkerhet*<sup>17</sup> og *tilgjengelighet*<sup>18</sup>, illustrert i modellen under.



Figur 3-2 Systemeffektivitet som funksjon av systemytelse, driftssikkerhet og tilgjengelighet (modifisert fra DAU-modell (2016))

<sup>16</sup> Systemytelsesparametere: System performance parameters

<sup>17</sup> Driftssikkerhet: Dependability

<sup>18</sup> Tilgjengelighet: Availability



Systemytelsesparameterne utledes fra en analyse av de operasjonelle kravene og omfatter tekniske faktorer i form av funksjoner, kapabiliteter, kapasiteter og kritiske ytelseskrav. Disse sier noe om hva systemet skal kunne gjøre/yte med utgangspunkt i gitte oppdragsscenarier, og avleder sannsynligheten for at et system vil yte hensiktsmessig under oppdragsløsning (Blanchard, 2015).

Selv om et system tilfredsstillende gir krav til ytelse er det ikke gitt at det vil fungere over tid i henhold til behov. Forventningen om systempålitelighet over en gitt periode (eksempelvis en operasjon) betegnes som *driftssikkerhet*. I følge Blanchard (2015) kan driftssikkerhet defineres som sannsynligheten for at et system vil fullføre et oppdrag uten å feile, gitt systemets tilstand når oppdraget starter. Driftssikkerhet er dermed en funksjon av *operasjonstid* (tilgjengelighet og pålitelighet) og *nedetid* (vedlikehold og understøttelse). Det er i denne sammenheng avgjørende hvor hyppig feil oppstår og hvor enkelt de kan utbedres. *Pålitelighet*, *vedlikeholdsvennlighet*<sup>19</sup> og *støttevennlighet*<sup>20</sup> er designfaktorer som påvirker både egenkapasiteten til systemet og understøttelsen av systemet når det er i drift, og som således har stor innvirkning på systemets tilgjengelighet og effektivitet (Blanchard, 2015).

Pålitelighet kan defineres som sannsynligheten for at et system vil fungere tilfredsstillende over en gitt periode når operert under spesifiserte driftsforhold. Pålitelighet uttrykkes ofte i form av *gjennomsnittlig tid mellom vedlikehold* (*MTBM*)<sup>21</sup>, *feilrate* ( $\lambda$ ), *gjennomsnittlig tid mellom feil* (*MTBF*)<sup>22</sup> eller *gjennomsnittlig tid til feil oppstår* (*MTTF*)<sup>23</sup>. Disse parameterne er avgjørende for frekvensen av korrekt vedlikehold (Blanchard, 2015; DoD, 2003). Hvor enkelt vedlikehold og understøttelse lar seg gjennomføre når det er behov for det kan påvirkes i utviklingen av systemet, og omtales som *design for vedlikehold*<sup>24</sup> og *design for understøttelse*<sup>25</sup>. Resultatet uttrykkes i litteraturen som systemets *vedlikeholdsvennlighet* og *støttevennlighet*. Vedlikeholdsvennlighet handler om hvor enkelt og (kost)effektivt det er mulig både å forhindre feil (opprettholde kravstilt systemfunksjonalitet) og rette feil (tilbakeføre et system til kravstilt funksjonalitet) gjennom spesifiserte vedlikeholdsaktiviteter, og uttrykkes ved *gjennomsnittlig tid til*

---

<sup>19</sup> Vedlikeholdsvennlighet: Maintainability

<sup>20</sup> Støttevennlighet: Supportability

<sup>21</sup> MTBM: Mean time between maintenance

<sup>22</sup> MTBF: Mean time between failure (på systemnivå og for reparerbare komponenter)

<sup>23</sup> MTTF: Mean time to failure (for ikke-reparerbare komponenter)

<sup>24</sup> Design for vedlikehold: Design for maintainability

<sup>25</sup> Design for understøttelse: Design for supportability

reparasjon (MTTR)<sup>26</sup> (DoD, 2003; og Blanchard, 2015). Støttevennlighet handler på sin side om hvor (kost)effektivt et system kan understøttes logistisk med utgangspunkt i tilgjengelige fasiliteter, utstyr og andre logistikkressurser (Blanchard, 2015). Støttevennlighet uttrykkes ved *gjennomsnittlig logistisk ventetid*: MLDT<sup>27</sup> (DoD, 2003).

### 3.2 OPERATIV TILGJENGELIGHET

Dersom et system både kan utføre kravstilte funksjoner, har høy sannsynlighet for å fullføre oppdrag uten å feile, og i tillegg har høy vedlikeholds- og støttevennlighet kan man si at *designeffektiviteten* (egenkapasiteten), er høy, slik Figur 3-2 viser. Denne sier imidlertid lite om vedlikehold og understøttelse av systemet når det er satt i drift, og virkningen av slike aktiviteter på den totale systemeffektiviteten. Dette er operasjonelle faktorer som kan uttrykkes gjennom *understøttelseeffektiviteten*, som vist i Figur 3-2. Understøttelseeffektiviteten sier noe om effekten av systemets iboende pålitelighet, vedlikeholdsvennlighet og støttevennlighet på logistikkonseptet, og med hvilken effektivitet vedlikeholds- og understøttelsesaktiviteter kan og vil realiseres i operasjonsfasen. Understøttelseeffektiviteten er således en funksjon av både design og driftsforhold, og utgjør det andre avgjørende elementet for systemeffektivitet (Blanchard, 2015). I Figur 3-2 er understøttelseeffektiviteten vist som *pålitelighet, vedlikeholds- og støttevennlighet* kombinert med *prosesseffektivitet*<sup>28</sup>.

Prosesseffektivitet har å gjøre med hvor effektivt (målt i tid<sup>29</sup>) et system kan vedlikeholdes og understøttes. Det er en rekke faktorer som vil innvirke på prosesseffektiviteten. Disse finner vi igjen i Figur 3-2 som blant annet vedlikeholdskonsept/-plan, logistikkinfrastruktur, utstyr, personell, data/dokumentasjon, responstider, og ikke minst; *tilgangen på reservedeler*. Den totale nedetiden avhenger av at den nødvendige støtten forbundet med å opprettholde eller tilbakeføre systemet til operativ stand er koordinert i tid og rom (prosesseffektivitet). Ettersom nedetid innebærer at et system ikke er tilgjengelig for operativ drift, kan prosesseffektiviteten dermed måles som sannsynligheten for at

---

<sup>26</sup> MTTR: Mean time to repair

<sup>27</sup> MLDT: Mean logistics delay time

<sup>28</sup> Prosesseffektivitet: Process efficiency

<sup>29</sup> *Efficiently*. På engelsk opererer man med hhv. *efficiency* og *effectiveness*, som begge oversettes til *effektivitet* på norsk. *Efficiency* handler om å utføre noe på den beste måten uten bortkastet tid og innsats, mens *effectiveness* har å gjøre med evnen til å oppnå en overordnet hensikt, i form av å levere ønsket eller forventet resultat.

systemet er *tilgjengelig* for oppdragsløsning når det er behov for det (Blanchard, 2015). *Tilgjengelighet* er således det siste av de tre elementene i systemeffektivitet.

*Operativ tilgjengelighet;  $A_o$* , er en teoretisk godt dokumentert ytelsesparameter<sup>30</sup> som kan defineres som sannsynligheten for at et system, når operert under gitte forhold i et *faktisk driftsmiljø* (støttemiljø), vil fungere tilfredsstillende på et hvilket som helst tidspunkt det måtte være behov for det (Blanchard, 2015). Dette må forstås som sannsynligheten for at systemet ikke bare er klart når behovet oppstår, men også vil fullføre oppdraget på en tilfredsstillende måte. I følge Blanchard (2015) uttrykkes operativ tilgjengelighet som forholdet mellom den tiden systemet er operativt (MTBM) og den totale operasjonstiden (MTBM + MDT<sup>31</sup>). Oppetiden bestemmes hovedsakelig av systemets designeffektivitet, som funksjon av pålitelighet, vedlikeholds- og støttevennlighet. Nedetiden avhenger av behovet for preventivt og korrektivt vedlikehold, og tiden det tar å sette systemet tilbake i operativ stand. Operativ tilgjengelighet er altså en funksjon av både oppetid og nedetid. Tid brukt på vedlikehold og understøttelse har således en stor innvirkning på den operative tilgjengeligheten, og dermed systemeffektiviteten (Koehn, Macheret og Sparrow, 2005).

Den totale tiden det tar å opprettholde systemfunksjonalitet eller feilrette et system er i funksjonen over definert som *gjennomsnittlig vedlikeholdsnedetid; MDT*. MDT er en funksjon av alle aktiviteter som medfører at systemet ikke er tilgjengelig for oppdragsløsning, og inkluderer både *gjennomsnittlig aktiv vedlikeholdstid;  $\bar{M}$* <sup>32</sup>, *administrativ ventetid; ADT*<sup>33</sup>, og *logistisk ventetid; LDT*<sup>34</sup> (Blanchard, 2015).

Den gjennomsnittlige aktive vedlikeholdstiden ( $\bar{M}$ ) er den tiden det i snitt tar å gjennomføre alle typer vedlikehold. Den omfatter således både *gjennomsnittlig preventivt vedlikehold* (målt i tid);  $\bar{M}_{pt}$ <sup>35</sup>, og *gjennomsnittlig korrektivt vedlikehold* (målt i tid);  $\bar{M}_{ct}$ <sup>36</sup> (Blanchard, 2015). Preventivt vedlikehold er alle aktiviteter forbundet med å opprettholde systemfunksjonalitet, mens korrektivt vedlikehold handler om å gjenopprette funksjonalitet ved system-/delesvikt. ( $\bar{M}_{ct}$ ) kan også betegnes MTTR (Blanchard, 2015).

---

<sup>30</sup> Ytelsesparameter: Figure of Merit (FOM)

<sup>31</sup> MDT: Mean maintenance downtime

<sup>32</sup>  $\bar{M}$ : Mean active maintenance time

<sup>33</sup> ADT: Administrative delay time

<sup>34</sup> LDT: Logistics delay time

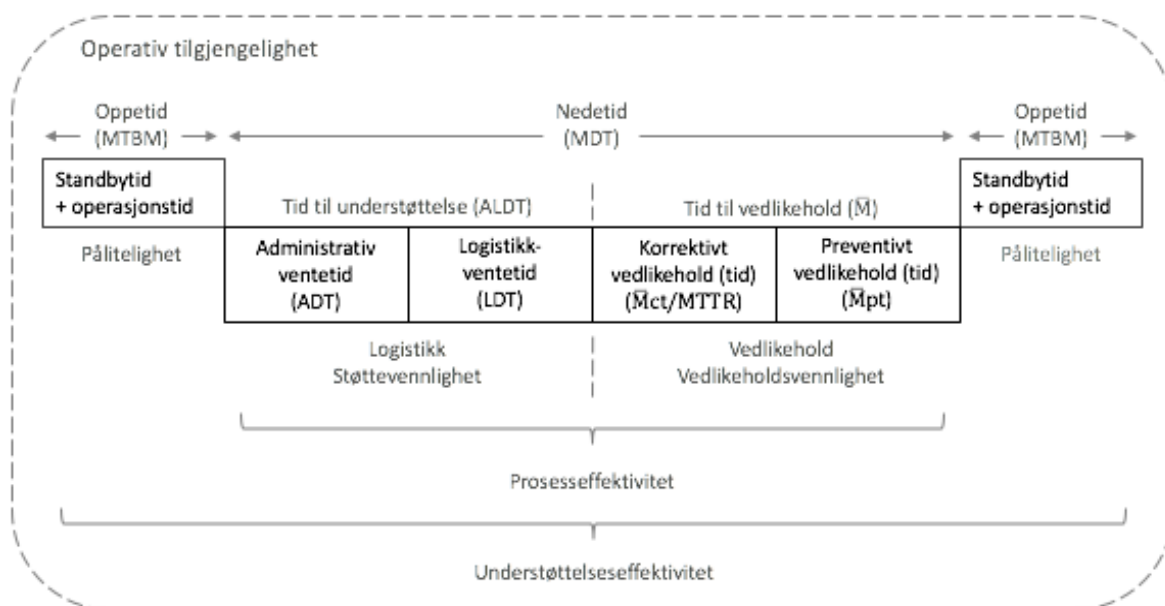
<sup>35</sup>  $\bar{M}_{pt}$ : Mean preventive maintenance time

<sup>36</sup>  $\bar{M}_{ct}$ : Mean corrective maintenance time

Den administrative ventetiden (ADT) er den delen av MDT hvor vedlikehold er forsinket som følge av administrative forhold. Dette kan være mangel på kvalifisert personell, organisatoriske begrensninger eller tilsvarende (Blanchard, 2015).

Den logistiske ventetiden (LDT) er den tiden et system er utilgjengelig grunnet forsinkelser av logistikkmessig art, som eksempelvis mangel på fasiliteter og utstyr (Blanchard, 2015). Den viktigste årsaken til logistiske forsinkelser er imidlertid *mangel på reservedeler*. I følge DoD (2003) er den gjennomsnittlige tiden knyttet til venting på reservedeler; MSRT<sup>37</sup>, *alene* den største driveren i LDT. På grunn av sin effekt på operativ tilgjengelighet er LDT ofte brukt som et mål på et systems understøttelseeffektivitet (DoD, 2003).

Operativ tilgjengelighet som funksjon av oppetid og nedetid kan visualiseres gjennom en skjematisk oppstilling med de ulike tidsdriverne og vedlikeholds- og logistikkfaktorene utledet, slik Figur 3-3 viser<sup>38</sup>:



Figur 3-3 Operativ tilgjengelighet (utledet fra Kumar et al. (2000, s. 251) og UTP-modell (2017))

Både ADT, LDT,  $\bar{M}_{pt}$  og  $\bar{M}_{ct}$  avhenger av vedlikeholdskonsept, vedlikeholds- og forsyningsstøtteplan, prosestider og tilgjengeligheten på logistikkressurser, med særlig vekt på tilgjengeligheten på reservedeler.

<sup>37</sup> MSRT: Mean supply response time

<sup>38</sup> ADT og LDT kan sammenstilles til ett uttrykk: ALDT – Administrative logistics delay time

Denne oppgaven tar utgangspunkt i materiell som er i operativ drift. For systemer som allerede er driftssatt er designeffektiviteten (systemytelse og driftssikkerhet), slik den er beskrevet i Figur 3-2, allerede definert. Dermed er det, i henhold til teorien og figur 3-2, primært gjennom *prosesseffektiviteten* at det er mulig å påvirke og avgjøre den faktiske tilgjengeligheten og effektiviteten til systemene når de opererer i et reelt driftsmiljø – innenfor rammene gitt av systemets pålitelighet, vedlikeholds- og støttevennlighet. Prosesseffektiviteten er som beskrevet en funksjon av tilgjengeligheten til nødvendige logistikkressurser, herunder reservedeler, og respektive prosestider forbundet med å opprettholde eller gjenopprette systemfunksjon når feil har oppstått. Operativ tilgjengelighet blir i denne sammenheng dermed et mål på faktisk prosesseffektivitet, målt i tid (Koehn et al., 2005). Dersom man forutsetter at selve vedlikeholdet kan gjennomføres uten unødig tap av tid, som er en realistisk forutsetning gitt at alle forsinkelser knyttet til administrative og logistiske forhold i henhold til teorien skal være omfattet av ADT og LDT (før vedlikeholdet starter), er det i utgangspunktet kun gjennom *reduksjon av ADT og LDT* at man kan påvirke tilgjengelighet og effektivitet for systemer i drift. Ettersom tid brukt på å vente på reservedeler (MSRT) alene er den største driveren i LDT er det svært relevant å se på hvilke forhold som kan bidra til å redusere ventetiden på reservedeler som utgangspunkt for økt operativ tilgjengelighet og systemeffektivitet. Et sentralt element i denne sammenheng er nettopp *etterspørselsprognostisering* som utgangspunkt for tilgjengelighet på reservedeler.

### **3.3 RESERVEDELSLOGISTIKK**

Prognostisering, anskaffelse og styring av reservedeler ivaretas gjennom det som i teorien omtales som *reservedelslogistikk*. Reservedelslogistikk kan defineres som etterspørselsstyrt og kostnadsminimal forsyning av reservedeler til preventivt og korrektivt vedlikehold i den hensikt å sikre optimal systemtilgjengelighet og -pålitelighet (Wagner, Jönke og Eisingerich, 2012). Reservedeler kan defineres som utskiftbare deler/komponenter identiske med de delene de har til hensikt å erstatte (Business Dictionary, 2018). Reservedelslogistikk er godt teoretisk forankret og litteraturen viser til utstrakt forskning og en rekke studier og bøker relatert til temaet (se f.eks Eaves, 2002; Hyndman og Athanasopoulos, 2014; Kennedy, Patterson og Fredendall, 2002; Boylan og Syntetos, 2008; Wagner et al., 2012; Huiskonen, 2001; Bacchetti, Perona og Saccani, 2009).

Med utgangspunkt i definisjonen over omfatter reservedelslogistikk kontinuerlige avveininger og beslutninger relatert til fire grunnleggende spørsmål (Kennedy et al., 2002; Kovač-Striko, Spudić og Ivanković, 2001; Molenaers, Baets, Pintelon og Waeyenbergh, 2012):

1. Hvilke reservedeler er det behov for, og når er det behov for dem?
2. Når skal reservedelene bestilles, og hvor mange enheter skal bestilles hver gang?
3. Hvor skal reservedelene lagres? (Lagerstruktur; *echelon*<sup>39</sup>.)
4. Hva er den optimale lagerbeholdningen? (Med hensyn til lagerkostnader og reservedelstilgjengelighet (servicegrad).)

Spørsmålene kan synes simple, men krever imidlertid inngående analyser og vurderinger relatert til flere forhold som er spesifikke for reservedeler (Huiskonen, 2001; Molenaers et al., 2012; Mikalsen, 2015). For det første er kravene til servicegrad ofte høyere for reservedeler (enn for andre typer artikler), fordi konsekvensene forbundet med å ikke ha dem på lager kan være betydelige – økonomisk, og, i en militær kontekst, med hensyn til reell stridsevne. For det andre kan etterspørselen etter reservedeler være ekstremt sporadisk, varierende og vanskelig å forutse – både i tid og omfang. For det tredje krever ulike typer reservedeler ulik tilnærming. For det fjerde kan prisene/verdien på individuelle deler og kostnaden forbundet med å ha dem på lager være svært høye. I tillegg opererer både produsenter og leverandører innenfor strenge rammer relatert til egen profittmaksimering, noe som har resultert i stadig mindre fleksibilitet i form av både materiell- og tidsbuffer. Dette stiller ytterligere krav til etterspørselsprognostisering, reservedelsplanlegging og -styring, også på operasjonelt nivå (Huiskonen, 2001). Disse forholdene lagt til grunn kan utfordringene knyttet til reservedeler derfor oppsummeres i følgende risikoforhold; finansielle ressurser låst til feil-/overdimensjonerte varelagre versus faren for at reservedeler ikke er tilgjengelige når det er behov for dem, og derigjennom at (kritisk) materiell blir utilgjengelig for oppdragsløsning. Målet med effektiv reservedelslogistikk er å finne balansegangen mellom disse. Ettersom begge forholdene kan medføre betydelige konsekvenser for en bedrifts operative virksomhet er det viktig at beslutningsgrunnlaget til enhver tid er forankret i reelle og kvantifiserbare behov.

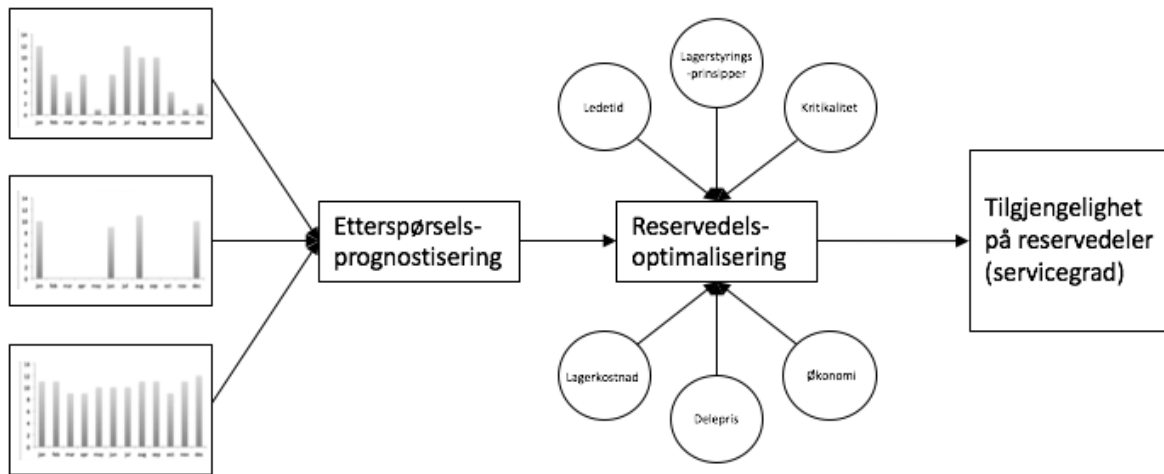
---

<sup>39</sup> Echelon: Organisatorisk nivå – i dette tilfellet relatert til vedlikeholds- og reservedelslagerstruktur

Reservedelslogistikk kan teoretisk og praktisk deles inn i to hovedelementer. Den første delen omfatter alle aspekter knyttet til beregninger av reservedelsbehov: *etterspørselsprognostisering*. Slik behovsprediksjon tar utgangspunkt i data relatert til bruk og vedlikehold av aktuelle systemer og etterspørselen etter reservedeler forbundet med dette. Dataene baseres primært på historikk, simuleringer og/eller tekniske spesifikasjoner fra leverandør knyttet til eksempelvis service-/levetid og feilrater. Etterspørselsprognostisering kan relateres til spørsmål 1 i det ovenstående; *Hvilke reservedeler er det behov for, og når er det behov for dem?* Den andre delen omhandler vurderinger og avgjørelser knyttet til sammensetning, omfang og plassering (lagernivåer og echelon) av reservedelsbeholdninger: *reservedelsoptimalisering*. Reservedelsoptimalisering søker å besvare spørsmål 2-4 over; *Når skal reservedelene bestilles, og hvor mange enheter skal bestilles hver gang? Hvor skal reservedelene lagres? Hva er den optimale lagerbeholdningen?* Reservedelsoptimalisering omfatter således aspekter som blant annet økonomi, delepris, lagerkostnader, ledetid, kritikalitet og generelle lagerstyringsprinsipper.

Gitt oppgavens problemstilling er det nødvendig å trekke et skille mellom faktorer og dataparametere relatert til henholdsvis *etterspørselsprognostisering* og *reservedelsoptimalisering*. Selv om begge er avgjørende for tilgjengelighet på reservedeler er det nødvendig å se på disse som suksessive prosesser, i form av etterspørselsprognostisering som *forutsetning for* dimensjonering og optimalisering av lagerbeholdninger. Denne distinksjonen legger til grunn at det ikke vil være mulig å gjennomføre reservedelsoptimalisering uten kunnskap/antagelser om hvilke deler det er behov for i utgangspunktet.

Figur 3-4 viser sammenhengen mellom etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering, som til sammen avgjør tilgjengeligheten på reservedeler (servicegrad):



Figur 3-4 Grunnleggende elementer innen reservedelslogistikk

### 3.3.1 ETTERSSPØRSELSPROGNOSTISERING

Etterspørselsprognostisering handler om å forutsi fremtidig etterspørsel av et produkt, eller i dette tilfellet en reservedel, så presist som mulig. Etterspørselsprognostisering er en forutsetning for effektiv planlegging og styring, og beslutningstaking relatert både til administrative og strategiske målsetninger (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). Utgangspunktet for etterspørselsprognostisering er at det som søkes predikert er et utfall av en tilfeldig hendelse; dersom etterspørselen hadde vært forutsigbar og kjent ville behovet for prognostisering i prinsippet ikke vært tilstede. Videre er det normalt å forutsette at måten omgivelsene endres på vil fortsette i fremtiden (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). Forutsigbarheten til en hendelse (f.eks reservedelsbehov) eller mengde (hvor mange reservedeler det er behov for) avhenger av flere forhold. Disse omfatter blant annet forståelse for de faktorer som bidrar til hendelsen/behovet, mengden av tilgjengelige data, herunder historikk og trender, og kunnskap om alle fremtidige forhold som kan påvirke prognosene (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). Hvor presis en prognostiseringsmetode/-modell for en spesifikk variabel er avhenger av karakteristikk relatert til variabelens etterspørselshistorikk (Kostenko og Hyndman, 2006).

En bedrifts reservedelsbeholdning skal ideelt sett være dimensjonert for både preventivt og korrektivt vedlikehold. Summen av reservedelsbehov forbundet med preventivt og korrektivt vedlikehold skal i utgangspunktet dekkes av det som kan betegnes som det ordinære omsetningslageret, som er nødvendig for å understøtte normal systemoperasjon (Blanchard, 2015). Der preventivt vedlikehold og behovet for reservedeler utledet fra dette i prinsippet er deterministisk og kan planlegges med (Boylan og Syntetos, 2008), representerer etterspørselsprognostisering knyttet til korrektivt vedlikehold en betydelig



usikkerhetsfaktor. Det vil derfor være nødvendig å bygge opp et ytterligere sikkerhetslager som kan kompensere for uforutsette hendelser og forhold, og derigjennom mitigere risiko og konsekvenser forbundet med å ikke ha deler på lager når det er behov for dem (Bø, 2000; Blanchard, 2015). Sikkerhetslageret bør omfatte deler som kan kompensere for vedlikehold og kondemnering av reparerbare komponenter, lang ledetid, og plutselig feil på deler med i utgangspunktet betydelig lenger levetid. Sikkerhetslageret påvirkes av kvaliteten på prognoser, ledetid, ordrestørrelse og riktig registrering (datakvalitet), og må dimensjoneres med hensyn til operasjonelle krav og servicegraden utledet fra disse (Bø, 2000).

Servicegraden kan defineres som sannsynligheten for å ha en spesifikk del på lager når det er behov for den (Blanchard, 2015), og må i utgangspunktet bestemmes for hver enkelt reservedel. Etersom det er kostbart å ha deler på sikkerhetslager til en hver tid, og delene også risikerer å bli utdaterte mens de lagres, er det svært viktig at omfanget av sikkerhetslageret holdes til et minimum. Implisitt i dette ligger at *en så stor andel som mulig* av reservedelsbehovet knyttet til korrektivt vedlikehold bør dekkes av det ordinære omsetningslageret. Dette er kun mulig gjennom *presis etterspørselsprognostisering*.

Prosessen relatert til etterspørselsprognostisering kan grovt deles inn i fem faser (Hyndman og Athanasopoulos, 2014; Armstrong, 2002; Mikalsen, 2015):

1. Problemformulering
2. Innhenting av data
3. Valg av inndataparametere og klassifisering av reservedeler
4. Valg av metode og modell for etterspørselsprognostisering (og reservedels-optimalisering)
5. Evaluering av prognosene

### **3.3.2 PROBLEMFOMULERING**

Å definere ”problemet” kan være en vanskelig del i prognostiseringsammenheng. Denne prosessen krever forståelse for hvordan prognosen skal gjennomføres og brukes, hvem som etterspør prognosen, og hvilke prinsipper, metoder og modeller som er best egnet basert på tilgjengelige data. Denne prosessen omfatter blant annet spesifisering av mål, vurdering av hva som kan og bør prognostiseres, valg av frekvens og tidshorisont, forståelsen for de

faktorer som kan og potensielt vil påvirke prognosen (historiske og fremtidige hendelser), og valg av og enighet om metode (Hyndman og Athanasopoulos, 2014; Armstrong, 2002).

### **3.3.3 INNHENTING AV DATA**

Etterspørselsprognostisering kan overordnet deles inn i to kategorier basert på datatilgjengelighet og -omfang (Bø, 2000; Garg, 2013; Hyndman og Athanasopoulos, 2014; Boylan og Syntetos, 2008):

1. Kvalitativ prediksjon
2. Kvantitativ prediksjon

Dersom data ikke eksisterer, eller hvis dataene som finnes ikke er relevante for prognostiseringen, nyttes *kvalitativ* prognostisering. Dette involverer metoder for prediksjon basert på kvalifiserte vurderinger og erfaring, uten bruk av kvantifiserbare historiske data. Der data eksisterer brukes hovedsakelig *kvantitativ* prognostisering. Denne metoden forutsetter imidlertid oppfyllelse av to viktige kriterier: at tallfestet informasjon om fortiden er tilgjengelig i nødvendig omfang; og at det er rimelig å anta at enkelte aspekter ved historiske mønstre vil være representative også for fremtiden (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). Kvantitativ prognostisering baserer seg tungt på matematiske beregninger. Forskning viser imidlertid at de mest optimale løsningene baserer seg på en kombinasjon av statistiske data og konvensjonell dataprosessering (der data foreligger), og kunnskap/erfaring, i form av den akkumulerte ekspertisen til personellet som samler data (kvalifiserte kvalitative vurderinger relatert til etterspørsel) (Hyndman og Athanasopoulos, 2014; Kennedy et al., 2002). De fleste kvantitative metoder er enten *pålitelighetsbasert* (Arts, 2013), eller tar utgangspunkt i *kausale data* eller *tidsseriedata*, eventuelt en kombinasjon av sistnevnte (Arts, 2013; Boylan og Syntetos, 2008; Hyndman og Athanasopoulos, 2014).

#### **Pålitelighetsbasert prognostisering**

Vedlikeholdsfrekvens er avgjørende i fastsettelse av krav til logistikkstøtte, og utledet fra dette: *behovet for reservedeler*. Vedlikeholdsfrekvensen, og spesielt frekvensen på korrektivt vedlikehold, avhenger av systemets/delens *pålitelighet*. Pålitelighetsbasert prognostisering<sup>40</sup> fokuserer på nettopp påliteligheten til variablene (delene) det skal prognostiseres for, i den hensikt å utlede behovet for en gitt periode basert på ulike

---

<sup>40</sup> Pålitelighetsbasert prognostisering: Reliability based forecasting

pålitelighetsparametere. De viktigste er henholdsvis *feilrate*;  $\lambda$ , *gjennomsnittlig tid mellom feil*; MTBF, og *gjennomsnittlig tid til feil oppstår*; MTTF (Blanchard, 2015).

*Feilraten* er den raten feil oppstår med over et visst tidsintervall, og uttrykkes som forholdet mellom antall feil og total operasjonstid (Blanchard, 2015). Ved bestemmelse av den generelle feilraten, spesielt ved estimering av frekvensen av korrektivt vedlikehold, er det nødvendig å adressere alle systemfeil. Feilraten må omfatte alle faktorer som kan forårsake svikt og derigjennom systemutilgjengelighet på et tidspunkt der tilfredsstillende systemoperativitet og -funksjonalitet er påkrevet (Blanchard, 2015).

*Gjennomsnittlig tid mellom feil*; MTBF, og *gjennomsnittlig tid til feil*; MTTF er pålitelighetsfaktorer som brukes for å uttrykke gjennomsnittlig tid mellom feil/til første feil for henholdsvis *reparerbare* komponenter/systemer og *ikke-reparerbare* deler. Disse har imidlertid ingen nytteverdi uten en klar definisjon av hva som er å regne som en *feil*. I følge Torell og Avelar (2004) kan det argumenteres for følgende to definisjoner av feil:

1. Når et system eller delsystem ikke lenger kan utføre sin tiltenkte funksjon.
2. Når en del ikke lenger kan utføre sin tiltenkte funksjon, men systemet/delsystemet fortsatt fungerer i henhold til fastsatte krav.

Selv om ovenstående pålitelighetsparametere kan synes å uttrykke det forventede antallet operasjonstimer før et system eller en del feiler; den forventede levetiden, bør det imidlertid ikke konstateres noen direkte korrelasjon mellom levetiden, og henholdsvis feilrate og MTBF/MTTF for systemet/delen (Torell og Avelar, 2004). Dette fordi ulike verdier for respektive pålitelighetsfaktor sterkt avhenger av hvordan de er beregnet, og hvilket datagrunnlag beregningene er basert på. Det er mange variabler som kan påvirke systemers/delers levetid, og som derigjennom potensielt vil begrense den praktiske bruken av pålitelighetsfaktorer som måleparametere. Som allerede nevnt er definisjonen av feil en av dem. En annen er tid. Som for alle statistiske beregninger gjelder det også for  $\lambda$ , MTBF og MTTF at nøyaktigheten i beregningene avhenger av mengden data lagt til grunn for beregningene. Ofte beregnes pålitelighetsfaktorene med utgangspunkt i tester og simuleringer utført på et utvalg av systemer/deler over en begrenset tidsperiode, sammenlignet med den faktiske levetiden. Dette fordi det ofte vil ta for lang tid å vente til hele utvalget feiler før beregningene/prognoser gjennomføres, selv om dette ville gitt langt mer presise utfall. Denne måten å gjennomføre beregninger på resulterer ofte i langt høyere

verdier for pålitelighetsparameterne enn det som faktisk vil være tilfellet, og åpner således for feilaktige forventninger om systemers/delers levetid. Skulle det imidlertid være mulig å vente ut hele utvalget før beregningene ble gjort ville uansett den teknologiske utviklingen i mellomtiden ofte ha gjort verdiene utdaterte og irrelevante (Torell og Avelar, 2004).

En annen ”vanlig” feil er at MTBF og MTTF ofte nyttes istedenfor feilrate, da uttrykt ved henholdsvis MTBF (eller)  $MTTF = 1/\lambda$ , ettersom tid mellom feil gir mer mening fra et operativt perspektiv og således er lettere å forholde seg til enn en feilrate per tidsenhet (Torell og Avelar, 2004; Blanchard, 2015). Dette er imidlertid en gyldig konvertering kun hvis feilraten kan forutsettes *konstant*, som er tilfellet ved en eksponentiell distribusjon for et system i *operasjonsfasen* (Blanchard, 2015). Eksponentielle distribusjoner, og dermed konstant feilrate, er ofte, om enn diskutabelt, forutsatt for komplekse systemer innenfor eksempelvis forsvar og luftfart, selv om systemenes individuelle deler kan operere i henhold til andre typer feilfordelinger respektivt (Drenick, 1960). På grunn av avgrensningen mot operasjonsfasen vil en ekstrapolering av MTBF/MTTF basert på konstant feilrate i den hensikt å gi estimert servicelevetid for systemer/deler bli feil. Fordi feilraten for systemer/deler ofte er langt høyere både i innkjørings- og slutfasen av levetiden enn i operasjonsfasen vil en MTBF basert kun på konstant feilrate potensielt være langt høyere enn det som faktisk er tilfellet for hele livssyklusen sett under ett (Torell og Avelar, 2004).

På grunn av alle variabler som innvirker på et systems/komponents pålitelighet og de åpenbare begrensningene som kan relateres til det ovenstående, forutsetter presise estimater og prognoser basert på pålitelighetsparametere et ofte svært omfattende sett med data basert på historikk, produsentspesifikasjoner og/eller tester og simuleringer. I tillegg kreves kompetanse på og forståelse for de forhold som innvirker på pålitelighet; både for å kunne legge til grunn relevante forutsetninger i beregningene av pålitelighet, og for å tolke utfallet av beregningene i den praktiske applikasjonen av dem. Pålitelighetsfaktorene vil derfor i mange tilfeller være vanskelige parametere å bruke i praksis ved beregninger knyttet til korrektivt vedlikehold og reservedelsbehov.

### ***Kausale metoder***

Kausale metoder forutsetter at variablene det predikeres kan forklares av øvrige variabler, og baserer (etterspørsels)prognosene på dette. Kausale modeller kan være nyttige fordi de inkorporerer informasjon om andre relaterte variabler, heller enn kun isolerte historiske

verdier for variablene som skal predikeres (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). I dette ligger at man i tillegg til data knyttet til *hva* vil kunne få verdifull informasjon om *hvorfor*. Dette muliggjør en rekke nyttige analyser i prognosesammenheng. Kausale modeller kan også være hensiktsmessige i systemers/delers initielle operasjonsfase, ettersom mangel på en adekvat etterspørselshistorikk utelukker bruk av ekstrapolative metoder basert på nettopp historiske data (Boylan og Syntetos, 2008; Mikalsen, 2015). Det foreligger imidlertid en rekke grunner til at kausale metoder velges bort til fordel for andre metoder. For det første kan det være vanskelig å forstå variabelen som skal predikeres; og dersom man gjør det kan det være ekstremt vanskelig å måle de interrelaterte forholdene som antas å bestemme variabelens karakteristikker. For det andre kan det være ekstremt vanskelig å predikere fremtidige verdier for respektive årsaksvariabler i den hensikt å kunne prognostisere for den ønskede variabelen. For det tredje kan det være at hensikten kun er å predikere nettopp *hva* som vil skje og ikke *hvorfor* det skjer. Disse forholdene vil i mange tilfeller gi mer upresise prognoser enn ved bruk av andre modeller (Hyndman og Athanasopoulos, 2014).

### ***Tidsseriemetoder***

Tidsseriemetodikken er en vanlig tilnærming til prognostisering. Tidsserier er alle verdier knyttet til respektive variabler som er observert sekvensielt over tid (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). I følge Duncan, Gorr og Szczypula er tidsserieprognostisering den best dokumenterte og mest anvendelige av alle tilnærminger til prognostisering (gjengitt i Armstrong, 2002). Tidsseriemodellene er nyttige ved prediksjon av noe som endrer seg over tid, og er spesielt anvendbare i systemers normale operasjonsfase, når systemene og delene de består av er ”innkjørt” (forbi introduksjonsfasen) og det foreligger data om dem. Modellene legger til grunn historiske data (for reservedeler; etterspørselshistorikk), og søker å forutse fremtiden basert på underliggende mønstre og karakteristikker i disse (Boylan og Syntetos, 2008; Garg, 2013; Kostenko og Hyndman, 2006).

Enkle tidsseriemodeller tar kun utgangspunkt i data relatert til variabelen som skal predikeres, og omfatter ikke faktorer som kan forklare variablenes oppførsel. De vil riktignok ekstrapolere trender og sesongvariasjoner, men ignorerer all annen forklarende informasjon. Forklarende variabler er imidlertid ofte nyttige i tidsserieprognostisering, og kausale og tidsseriedata kan derfor kombineres i såkalte forklarende modeller<sup>41</sup> (Hyndman

---

<sup>41</sup> Forklarende modeller: Mixed/explanatory models

og Athanasopoulos, 2014). En relevant parameter i relasjon til tidsserieprognostisering er *gjennomsnittlig tid mellom utskiftning* (for ikke-reparerbare deler) eller *gjennomsnittlig tid mellom reparasjon* (for reparerbare komponenter): MTBR<sup>42</sup>. Dette er en parameter som i praksis kan estimeres på bakgrunn av nettopp etterspørsel etter reservedeler målt over tid (tidsseriedata). Selv om MTBR kan brukes i relasjon til både korrektivt og preventivt vedlikehold er det ikke alle vedlikeholdsaktiviteter som innebærer utskiftning av deler. MTBR vil således alene ikke gi tilstrekkelig presise estimater for generell *vedlikeholdsfrekvens*. MTBR er imidlertid en svært relevant parameter i forbindelse med *etterspørselsprognostisering*, fordi den kan si noe om både typer reservedeler som etterspørres og utskiftningsfrekvens (Blanchard, 2015).

### **3.3.4 VALG AV INNDATAPARAMETERE OG KLASSIFISERING AV RESERVEDELER**

Der data foreligger er det nødvendig å avgjøre hvilke *inndatavariabler/parametere* som skal nyttes. Uavhengig av teknikk og metode vil nøyaktigheten i enhver etterspørselsprognose avhenge av dataene som legges til grunn (Eguasa, 2016). En studie gjennomført av Ballou og Pazer (1985) viser at datafeil har en sterk innvirkning på valg av prognosemodell, og utdataene (beslutningsgrunnlaget) fra denne (gjengitt i Klein og Rossin, 1999).

*Klassifisering* av reservedeler er et teoretisk godt forankret prinsipp, og et essensielt element i prognostiseringssammenheng (Huiskonen, 2001; Bacchetti et al., 2009; Mikalsen, 2015; Kennedy et al., 2002; Boylan og Syntetos, 2008; Kostenko og Hyndman, 2006; Costantino, Di Gravio, Patriarca og Petrella, 2017). Klassifisering gjøres med hensyn til ulike faktorer, i den hensikt å kategorisere reservedeler basert på spesifikke karakteristikk. Slik klassifisering muliggjør således spesifiserte prognose- og styringstilnæringer for hver enkelt reservedel, eventuelt for hvert segment av homogene grupper av reservedeler, for mer presise prognoser og beslutningsgrunnlag (Kostenko og Hyndman, 2006; Mikalsen, 2015). Klassifisering av reservedeler er imidlertid ingen enkel oppgave. Ettersom variasjonen av relevante inndatavariabler og kontrollkarakteristikk forbundet med respektive typer av reservedeler øker i omfang har det etterhvert blitt tydelig at flere av de vanligste klassifiseringsmetodene ikke er dimensjonert for å hensynta flere relevante kriterier samtidig. Dette har resultert i utviklingen av ulike typer av såkalte

---

<sup>42</sup> MTBR: Mean time between replacement/repair

multidimensjonale metoder og modeller for klassifisering (Mikalsen, 2015; Huiskonen, 2001; Molenaers et al., 2012).

I henhold til litteraturen kan de mest relevante parameterne for klassifisering, og derigjennom etterspørselsprognostisering, oppsummeres i følgende hovedkategorier (Huiskonen, 2001; Mikalsen, 2015):

1. Etterspørselskarakteristikk
2. Kritikalitet
3. Forsyningsbetingelser

Gitt oppgavens fokus på etterspørselsprognostisering er det kun klassifisering med hensyn til etterspørselskarakteristikker som vil utledes i det følgende. Det må likevel understrekes at både kritikalitet og forsyningsbetingelser er essensielle faktorer for den endelige tilgjengeligheten på reservedeler, men da hovedsakelig i tilknytning til reservedelsoptimalisering og ikke etterspørselsprognostisering.

### ***Etterspørselskarakteristikker***

Valg av prognosemodell, og derigjennom nøyaktigheten på en etterspørselsprognose, er først og fremst avhengig av data relatert til nettopp *etterspørsel*, og karakteristikker tilknyttet denne. Med utgangspunkt i tidsseriedata kan etterspørsel deles inn i flere diskrete kategorier av etterspørselskarakteristikker. Litteraturen viser at to helt sentrale parametere kan brukes til å måle uregelmessigheten i etterspørselsprofiler, og dermed avgjøre hvilken etterspørselskarakteristikk som er gjeldende som utgangspunkt for valg av prognosemodell. Disse parameterne er representert ved *gjennomsnittlig tidsintervall mellom etterspørsel*: ADI<sup>43</sup> og *variasjonskoeffisienten*: CV<sup>44</sup> (Kostenko og Hyndman, 2006; Boylan og Syntetos, 2008; Eaves, 2002; Arts, 2013; Garg, 2013; Costantino et al., 2017; Mikalsen, 2015).

ADI er det gjennomsnittlige intervallet mellom to etterspørsler av den samme *i*'ende reservedelen, mens CV er standardavviket for etterspørselen av den *i*'ende delen, delt på den gjennomsnittlige etterspørselen (Costantino et al., 2017).

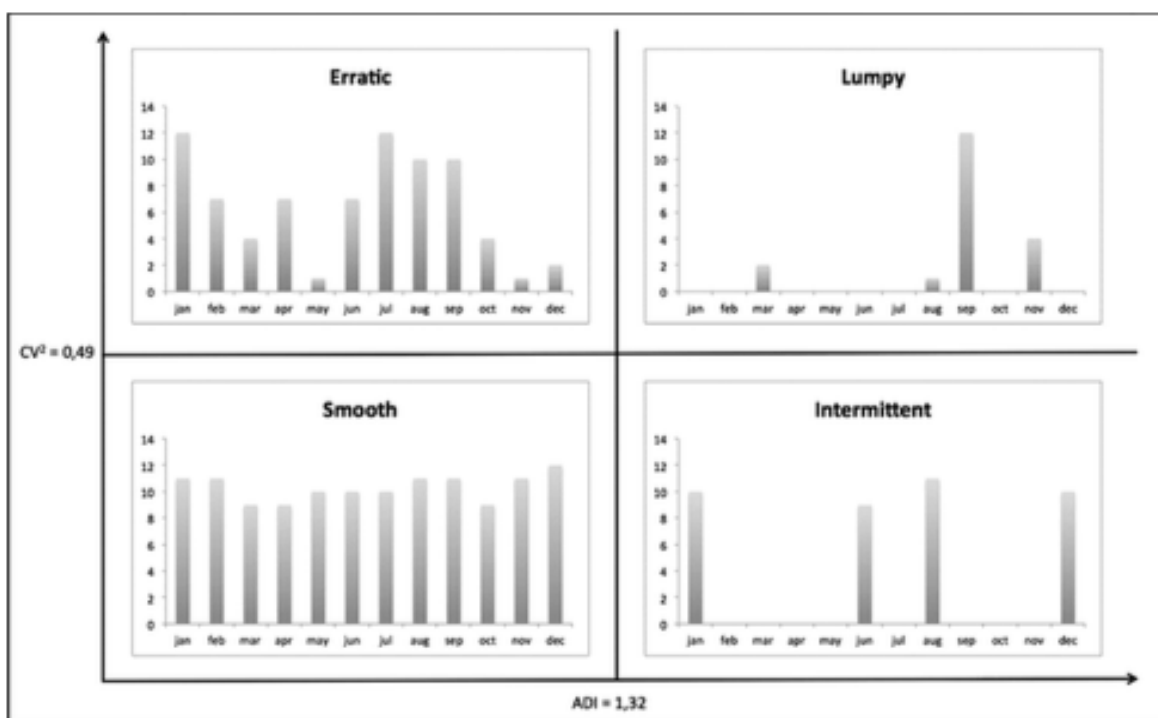
---

<sup>43</sup> ADI: Average demand interval

<sup>44</sup> CV: Coefficient of variation; uttrykkes noen ganger som den kvadrerte variasjonskoeffisienten; CV2 (Boylan og Syntetos, 2008).

Med utgangspunkt i definerte terskelverdier for ADI og CV (som regel gitt ved  $CV^2 = 0,49$  og  $ADI = 1,32$ ), skiller litteraturen tradisjonelt mellom fire diskrete (kvantifiserbare) kategorier (Costantino, et al., 2017; Kostenko og Hyndman, 2006; Boylan og Syntetos, 2008; Mikalsen, 2015):

1. Jevn (*smooth*)
2. Uregelmessig (*erratic*)
3. Klumpete (*lumpy*)
4. Periodevis (*intermittent*)



Figur 3-5 Typer av etterspørselsprofiler (Costantino et al., 2017, s. 3)

Jevn (*smooth*) etterspørsel er regelmessig over tid med begrenset variasjon i etterspørselsmengde (Costantino et al., 2017). Denne typen etterspørsel er derfor relativt enkel å predikere, med forholdsvis lave prognosefeil. Typiske forbruksdeler karakteriseres ofte av denne etterspørselsprofilen.

Periodisk (*intermittent*) etterspørsel kan være ekstremt sporadisk, ofte uten fremhevet variabilitet i mengden forbundet med respektive etterspørsler (Costantino et al., 2017). Saktegående (*slow-moving*) etterspørsel er en type periodisk etterspørsel karakterisert av svært store tidsintervaller og lav mengde. Utfordringen knyttet til saktegående reservedeler er at de ofte mangler historiske data som kan gi en indikasjon på forbruk og



feilkarakteristikker. Denne typen deler kjennetegnes ofte av ikke-eksisterende forbruk over en periode som normalt ville vært adekvat for analyse. Saktegående reservedeler er derfor primært holdt på lager som forsikring mot de store konsekvensene det kan få at en del feiler uten at det foreligger en reservedel (Eaves, 2002). Periodisk etterspørsel er vanskeligere å predikere og prognosefeilene vil derfor ofte være høyere.

*Uregelmessig (erratic)* etterspørsel har jevn distribusjon over tid, men store variasjoner i mengde (Costantino et al., 2017). På lik linje med periodisk etterspørsel er den uregelmessige etterspørselen vanskelig å predikere, og med potensielt høyere prognosefeil.

*Klumpete (lumpy)* etterspørsel er (ekstremt) sporadisk, med et stort antall perioder uten etterspørsel i det hele tatt og store variasjoner i mengde (Costantino et al., 2017). Klumpete etterspørsel er en særegen kombinasjon av periodisk og uregelmessig etterspørsel (Boylan og Syntetos, 2008). Det er svært vanskelig å predikere slike reservedelsbehov presist.

#### ***Aggregering/disaggregering og justering av data***

Et viktig aspekt i forbindelse med etterspørselsprognostisering er *aggregering/disaggregering*. Aggregering er en form for ”transformasjon” av data, gjennom sammenstilling av ulike typer etterspørselssegmenter som enkeltprodukter, enkeltlokasjoner eller gitte tidsperioder til større grupper eller lengre tidsperioder/-intervaller; motsatt for disaggregering. Aggregering kan gjøres med hensyn til både etterspørselsdata som grunnlag for prognoser, og for prognosene i seg selv. De ulike typene av segmentspesifikk aggregering betegnes som henholdsvis *produktaggregering* (artikkel), *spatial aggregering* (rom), og *temporal aggregering* (tid). Valg av aggregeringsnivå avhenger av hva som skal prognostiseres, kompleksiteten i prognosene, tilgjengelig informasjon, tidsperspektiv (kortsiktige vs. langsiktige prognoser) og på hvilket detalj- og beslutningsnivå prognosene skal evalueres. Fordi aggregering innvirker på etterspørselskarakteristikkene med hensyn på etterspørselsfrekvens og -mengde for ulike aggregeringsnivåer, kan aggregering/disaggregering gjemme eller synliggjøre egenskaper ved etterspørselskarakteristikkene sammenlignet med opprinnelig aggregeringsnivå, i den hensikt å gi bedre prognoser (Petropoulos og Kourentzes, 2014; Zotteri, Kalchsmidt og Caniato, 2005). Implisitt i dette ligger at når egenskapene ved tidsseriedataene forsterkes eller utjevnes med hensyn til etterspørselsfrekvens og -mengde (aggregeringsnivå), vil ulike prognosemetoder og -modeller identifiseres som optimale. Disse vil da gi ulike prognoser, som igjen vil avlede ulike beslutningsgrunnlag for aktuelt

etterspørselssegment (Petropoulos og Kourentzes, 2014). Det er imidlertid viktig å være klar over at aggregering (opp) medfører en utjevning av variasjonene ved de opprinnelige karakteristikkene, og derigjennom lavere detaljeringsgrad. Dette er i mange tilfeller nettopp det man ønsker å oppnå, men det er likefullt en viktig konsekvens av en slik sammenstilling av data.

Selv om aggregering kan medvirke i identifiseringen av respektive etterspørselskarakteristikker (Petropoulos og Kourentzes, 2014), vil valg av hensiktsmessig aggregeringsnivå også avhenge av driverne av etterspørselsvariasjoner (både regulære svingninger og kausale variabler), og hensikten med prognostiseringen (Zotteri et al., 2005). Etterspørselskarakteristikker og aggregeringsnivå må således forstås som gjensidig avhengige. I den hensikt å sikre nødvendig informasjon for hver enkelt beslutningsprosess har det vært nødvendig å identifisere prognostiseringsprosesser for å sikre at prognostisering for ulike aggregeringsnivåer er konsistente. Disse prosessene kan typisk betegnes som *bottom-up-* og *top-down-*prediksjon. I bottom-up-tilnærmingen er individuelle etterspørsler eller prognoser for hvert etterspørselssegment respektivt (artikkel, rom, tid) kombinert for å gi en prognose for aggregert etterspørsel. Dette kalles *kumulativ prognose*, ettersom den summerer individuelle lavere nivåer av etterspørsler eller prognoser. I top-down-prosessen er aggregerte etterspørselsdata brukt til å predikere samlet etterspørsel, og deretter disaggregert for å avlede det som kalles *deriverte prognoser* for hvert etterspørselssegment (Petropoulos og Kourentzes, 2014; Zotteri et al., 2005). Det finnes en rekke modeller for aggregering/disaggregering, men det er utenfor denne oppgavens omfang å vurdere deres respektive applikasjon.

Justering av historiske data er ofte nødvendig for å forenkle etterspørselsprognostiseringen. Vanlige justeringsmetoder omfatter blant annet matematiske transformasjoner og kalender-, populasjons- og inflasjonsjusteringer. Hensikten med disse er å forenkle de underliggende mønstrene og karakteristikkene representert i de historiske dataene ved å fjerne kjente kilder til variasjon eller for å gjøre mønstrene mer konsistente over det totale datasettet. Enklere mønstre vil som regel føre til mer presise prognoser (Hyndman og Athanasopoulos, 2014).

### **3.3.5 VALG AV METODE/MODELL FOR ETTERSPORSLESPROGNOSTISERING**

Valg av riktig modell for etterspørselsprognostisering er avgjørende for å kunne ivareta høy tilgjengelighet på reservedeler (servicegrad) til lavest mulig kostnad. Valg av

metode/prinsipper og modeller for etterspørselsprognostisering må tilpasses de ulike typene etterspørselsfordelinger, og avhenger sterkt av hvilke data som er tilgjengelige og legges til grunn for prognosene, graden av relasjon/sammenheng mellom prognosevariabelen og eventuelle forklarende variabler, nøyaktigheten i respektive modeller og hvordan prognosene er tiltenkt brukt (hensikt og ønsket utfall) (Boylan og Syntetos, 2008; Hyndman og Athanasopoulos, 2014). Som tidligere nevnt er det i teorien uproblematisk å sikre høy grad av tilgjengelighet for reservedeler med forutsigbare og lite varierende etterspørselsprofiler (jevn etterspørsel). Det er derimot betydelig vanskeligere å gjennomføre presis prediksjon av reservedeler karakterisert av uregelmessige (erratic), klumpete (lumpy) og periodisk (intermittent) etterspørsel.

Utviklingen innen reservedelsstyring har avstedkommet en rekke metoder og modeller for prognostisering og optimalisering av reservedelsbeholdninger gitt ulike forutsetninger, begrensninger og inndata (Kennedy et al, 2002). Disse har også gjort det mulig å legge til grunn mer realistiske forutsetninger for lageroptimalisering enn det som tidligere var tilfelle (Huiskonen, 2001). Forskning har imidlertid vist at det tilsynelatende er vanskelig å omsette teori til praksis (Huiskonen, 2001; Bachetti et al., 2009; Molenaers et al., 2012). Eksempelvis kan sofistikerte optimeringsmodeller med strikte forutsetninger bli så komplekse at de blir vanskelige å forstå og bruke (Huiskonen, 2001). Tilsvarende kan metoder basert på hypoteser overforenkle virkeligheten og gi upresise beregninger. I tillegg finnes det en rekke andre praktiske hindre, som blant annet omfatter manglende kompetanse eller kunnskap om de forhold som skaper forutsetning for god beslutningstaking, og mangel på personell eller økonomiske ressurser nødvendige for implementering av komplekse beslutningsmodeller eller realisering av de anbefalinger de gir. Videre er beslutningstakere ofte tilbøyelige til å basere beslutninger på erfaring og fornuft, heller enn beregninger fra tilgjengelige beslutningsverktøy (Bachetti et al., 2009). Det er derfor svært viktig at involverte parter innehar nødvendig kompetanse og forståelse for hvilke forhold som innvirker på etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering, som utgangspunkt for generering og prosessering av inndataparametere, og derigjennom valg av riktig prognose-/optimeringsmodell.

### **3.3.6 EVALUERING AV PROGNOSENE**

Når nødvendige inndataparametere foreligger og beste prognosemodell er valgt, vil verktøyet gjennomføre selve prognostiseringen. Resultatet av prognosen og derigjennom

prestasjonen til modellen kan nødvendigvis kun evalueres *etter* at dataene for prognoseperioden er tilgjengelig; altså når man kan avgjøre hvorvidt prognosen samsvarer med den reelle etterspørselen. En rekke metoder er utviklet for å muliggjøre evaluering av presisjonen i prognoser. I tillegg til potensielle feilkilder relatert til både inndata og prognosemodellene i seg selv, er det viktig å bemerke seg at organisatoriske forhold kan påvirke evnen og viljen til å bruke og agere på prognosene, som igjen kan innvirke på resultatene (Hyndman og Athanasopoulos, 2014). Evaluering av prognosene er likefullt svært viktig i den hensikt å eventuelt kunne forbedre presisjonen i og utfallet av dem.

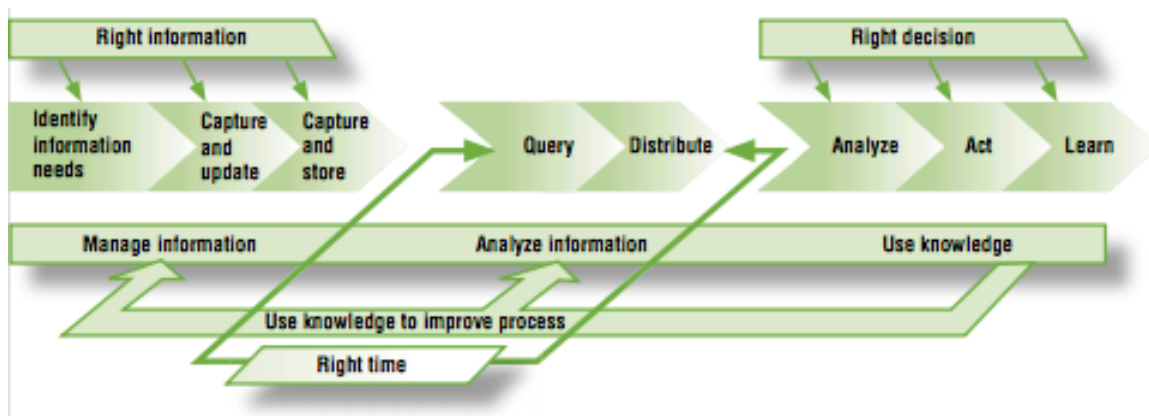
### 3.4 INFORMASJONS- OG DATAKVALITET

En av de viktigste og samtidig vanskeligste oppgavene for en bedrift er nettopp etterspørselsplanlegging. Identifikasjon og analyse av faktorer som påvirker presisjonen i etterspørselsplanleggingsprosesser i en forsyningskjede er derfor et av de mest sentrale aspektene relatert til effektivisering av material- og informasjonsflyt. Ettersom enhver logistikkjede defineres av sluttbrukers behov for varer og tjenester som utgangspunkt for materialflyt, kan effektiv etterspørselsplanlegging ikke gjennomføres uten tilgjengelig og pålitelig informasjon om den faktiske etterspørselen og kravene stilt til produktet eller tjenesten (Szozda og Werbińska-Wojciechowska, 2013). Informasjonsstyring er derfor et svært viktig element innenfor logistikk og supply chain management (SCM).

Informasjonsstyring, IM<sup>45</sup>, kan defineres som alle aktiviteter relatert til administrasjon, styring og ledelse av de prosesser og systemer som genererer, tilegner seg, organiserer, lagrer, distribuerer og bruker informasjon. Hensikten med IM er å hjelpe individer og bedrifter med å ta gode operasjonelle og strategiske beslutninger basert på tilgjengelig informasjon. Fundamentalt i det organisatoriske perspektivet på IM er derfor forvaltning av informasjon som en *strategisk* ressurs, på linje med personell, materiell og kapital (Ballou, Madnick og Wang, 2004; Detlor, 2010). *Informasjonsverdikjeden* er en adaptasjon av verdikjedeprikkene, og utgjør et rammeverk som har til hensikt å integrere prosessene, organisasjonsenheter og teknologien som er nødvendig for å forvalte informasjon for best mulig beslutningstaking (Gresham og Andrulis, 2002):

---

<sup>45</sup> IM: Information management



Figur 3-6 Informasjonsverdikjeden (Gresham og Andrulis, 2002, s. 3)

En rekke studier viser at evnen til å fatte korrekte beslutninger avhenger av informasjon av god kvalitet. Forskning relatert til effekten av informasjonskvalitet, IQ<sup>46</sup>, på beslutningstaking viser at økt informasjonskvalitet fremmer beslutningseffektivitet, beslutningsprestasjon og beslutningskvalitet (Ge og Helfert, 2013). Å sikre høy IQ er imidlertid en vanskelig oppgave, ettersom det fortsatt ikke fullt ut er forstått *hvordan* informasjonskvalitet påvirker beslutningstaking, og hva som er å regne som måloppnåelse i så henseende (Ge og Helfert, 2013; Ballou et al., 2004). Informasjonskvalitet er like fullt et kritisk anliggende for moderne organisasjoner og bedrifter, ettersom konsekvensene av manglende eller utilstrekkelig informasjon kan være alvorlig.

Fundamentet i all informasjon er *data*. I følge Lillrank kan data defineres som en tolkbar symbolsk representasjon av enheter, egenskaper og deres tilstand (siteret i Bø, 2012). Sagt på en annen måte er data registrerte separate kvantitative eller kvalitative enheter uten kontekst, egnet for kommunikasjon, tolkning eller prosessering (ISO, 2015). Hva gjelder grensesnittet mellom data og informasjon vil *data* konverteres til *informasjon* når de blir koblet til andre data og gitt en *kontekst*, og derigjennom en *mening*. (Bø, 2012; ISO, 2015):

Data er et reelt objekt som virksomheter kan generere, transformere, lagre og bruke i daglige taktiske, operasjonelle, og kort- og langsiktige strategiske aktiviteter (Eguasa, 2016). Informasjonsverdikjeden er således direkte overførbar til data, forutsatt at dataene konverteres til nyttig informasjon underveis i kjeden som grunnlag for beslutningstaking.

På samme måte som data er essensielt for alle virksomheter utgjør data grunnlaget for alle beslutninger relatert til logistikk og understøttelse av systemer. Dette gjelder ikke minst for

<sup>46</sup> IQ: Information quality

etterspørselsprognostisering. Ofte skyldes problemer relatert til optimalisering av lagerbeholdninger at etterspørselsprognosene er for unøyaktige, som kan få store konsekvenser for en organisasjons forsyningsfunksjon, operasjonelle virksomhet og finansielle struktur (Eguasa, 2016). I reservedelssammenheng må dette forstås som henholdsvis overskuddslagre som binder kapital, eller utilgjengelige reservedeler når det er behov for dem. Uavhengig av prognostiseringsteknikk og metode vil nøyaktigheten i enhver etterspørselsprognose, og derigjennom tilgjengeligheten på reservedeler, avhenge av dataene som legges til grunn for prognosene (Eguasa, 2016). På samme måte som evnen til å fatte gode og korrekte beslutninger avhenger av informasjon av god kvalitet, er også *datakvalitet* kritisk for beslutningskvalitet og prediksjonsnøyaktighet, gitt informasjon som en funksjon av data (Ge og Helfert, 2013; Szozda og Werbińska-Wojciechowska, 2013; Eguasa, 2016; Hazen, Weigel, Ezell, Boehmke og Bradley, 2017). I følge Eguasa (2016) kan lav datakvalitet på prognostiseringsparametere signifikant påvirke servicenivåer, i tillegg til at sensitiviteten viser seg å være typespesifikk. Dette understøttes av Ballou og Pazer (1985) som, gjennom bruk av en modell for analyse av effekten av datafeil på utfallet av informasjonssystemer, viser at datafeil har en sterk innvirkning på valg av prognosemodell og utdataene (beslutningsgrunnlaget) fra denne (gjengitt i Klein og Rossin, 1999). Crié og Micheaux (2006) peker på en rekke faktorer som kan begrense den potensielle verdien av data. Spesielt fremheves at datasett/-baser ikke nødvendigvis inneholder riktige data/informasjon; at datakvalitetskontroll og -styring i praksis ofte ikke er implementert i en rekke organisasjoner; at for få ansatte er trent i å håndtere og analysere data, eller i å bruke informasjonssystemet; at ansatte ikke er tilstrekkelig bemyndiget til å bruke data/informasjon de blir gitt; og at ledelsen ikke er tilstrekkelig motivert til å støtte innsats for å forbedre dataverdikjeden, grunnet manglende måleparametere for å måle effekten av datakvalitet. Det er derfor svært viktig å øke bevisstheten rundt og anerkjenne datakvalitet som et viktig og potensielt avgjørende virksomhetsaspekt. For å kunne ivareta tilstrekkelig datakvalitet er det imidlertid nødvendig å forstå hva begrepet betyr for forbrukere av data (Wang og Strong, 1996).

Det første steget mot (tilstrekkelig) datakvalitet er å generere og/eller hente inn riktige data (Crié og Micheaux, 2006). Dette krever en forståelse for inndatavariabler og at disse må identifiseres og vurderes med utgangspunkt i relevans og validitet for et definert problem og gjeldende kontekst. Det er imidlertid en balansegang mellom for mye og for lite data. Begge deler kan føre til tidkrevende prosessering og potensielt upresise eller feilaktige

beslutningsgrunnlag, som igjen kan gi økonomiske eller operasjonelle konsekvenser. For å avgjøre hva som er riktige data i en hvilken som helst sammenheng vil det være nyttig å stille seg følgende fire spørsmål (Crié og Micheaux, 2006);

1. Hvilke data er potensielt tilgjengelige?
2. Hvilke data er nødvendige for å oppnå ønsket utfall (riktig beslutning)?
3. Hvilke data mangler?
4. Hvilke data vil være nødvendige i fremtiden for å møte sluttbrukerens behov?

Når relevante inndataparametere er valgt må disse registreres så korrekt og uttømmende som mulig (Crié og Micheaux, 2006). Videre må dataene tilflyte nødvendige og relevante parter på en måte som ikke forringer verdien av dem. Det er i denne todelte prosessen at datakvalitet i praksis genereres (eller forringes).

### **3.4.1 DATAKVALITETSDIMENSJONER**

Datakvalitet har blitt studert inngående over mange tiår. Det foreligger imidlertid ingen akademisk akseptert definisjon av begrepet (Klein og Rossin, 1999). Det er likevel en generell oppfatning og enighet blant akademikere og forskere om at datakvalitet avhenger av den faktiske bruken av data (Wand og Wang, 1996), eller mer presist: i hvilken grad data er *egnet for en spesifikk bruk* (fit for use) (Ballou et al., 2004; Wang og Strong, 1996; Jesiļevska, 2017). Egnethet avhenger av applikasjonen av data, kvalitetskarakteristikkene nødvendige for den spesifikke brukshensikten, og brukerens forventninger og vurderinger knyttet til hva som er å anse som nyttig informasjon (Jesiļevska, 2017). Ettersom det er en rekke faktorer som innvirker på den subjektive vurderingen av nytthet kan datakvalitet beskrives som et multidimensjonalt konsept (Jesiļevska, 2017; Wand og Wang, 1996; Wang og Strong, 1996). Implisitt i dette ligger at perfekt datakvalitet er svært vanskelig, om ikke umulig, å oppnå, men at det heller ikke er nødvendig så lenge fokuset er å oppnå et kvalitetsnivå som er tilstrekkelig fra den individuelle brukers perspektiv (Ballou et al., 2004).

Datakvalitet som konsept kan brytes ned i det som i teorien kalles *datakvalitetsdimensjoner*<sup>47</sup>. Datakvalitetsdimensjonene danner grunnlaget for praksis, strategier og systemer for å definere, måle, analysere og forbedre datakvalitet, eksempelvis

---

<sup>47</sup> Det må anmerkes at kvalitetsdimensjonene brukes om både data og informasjon, ettersom disse begrepene ofte brukes synonymt i litteraturen.

gjennom Total Data Quality Management (TDQM) utviklet av Madnick og Wang (1992), og Data Quality Assessment Framework (DQAF) utviklet av International Monetary Fund (UNSD, 2010). Datakvalitetsdimensjonene kan defineres som ulike sett med attributter ved data som gir dem relevans og verdi for et bestemt formål (Wang og Strong, 1996), og som kan brukes til å definere, måle og administrere datakvalitet på tvers av ulike domener (Eguasa, 2016).

I litteraturen er det hovedsakelig tre tilnærminger til forskning vedrørende datakvalitet og -dimensjoner som gjør seg gjeldende (Wang og Strong, 1996); *intuitiv*, *teoretisk*, og *empirisk*. Den intuitive tilnærmingen legger til grunn et utvalg av datakvalitetsdimensjoner for en bestemt studie basert på forskerens erfaring eller intuitive forståelse av hvilke aspekter som er viktige. Mange datakvalitetsstudier faller innenfor denne kategorien, og viser som regel til et avgrenset utvalg av nøkkeldimensjoner. Fordelen med slike studier er at de enkelt kan manipuleres til å underbygge bestemte mål med respektive studier. Det er imidlertid også deres åpenbare begrensning, ettersom de ofte feiler i å vise den reelle bredden og/eller dybden innenfor forskningsfeltet, herunder både teoretiske prinsipper og empiriske slutninger. Det teoretiske perspektivet fokuserer i stor grad på hvordan data mister verdi gjennom dataproduksjon og prosessering, med en åpenbar mulighet for å utlede omfattende sett av intrinsiske/iboende kvalitetsattributter. Selv om den teoretiske tilnærmingen ofte anbefales, foreligger det få eksempler på dette. Til tross for nevnte fordeler forbundet med bruken av både intuitiv og teoretisk tilnærming, er disse hovedsakelig begrenset til dataproduktet i form av utviklingskarakteristikker heller enn brukskarakteristikker. Det er imidlertid vanskelig både å måle og forbedre noe som ikke er tilstrekkelig teoretisk definert. Det vil derfor, fra et fitness-for-use-perspektiv, være både hensiktsmessig og nødvendig å legge til grunn en empirisk tilnærming til datakvalitet, som i større grad gjenspeiler databrukernes vurdering av hvilke dimensjoner som gjør dataene egnet for bestemte formål (Wang og Strong, 1996; Ballou et al, 2004). Ettersom datakvalitet som nevnt er et mangefasettert konsept som legger til grunn en subjektiv og kontekstavhengig persepsjon av hva som er nyttige data for en bestemt bruk, foreligger det en rekke kvalitetsdimensjoner (Wang og Wang, 1996; Wang og Strong, 1996; Lee, Strong, Kahn og Wang, 2002; Jesiļevska, 2017).

I den hensikt å konseptualisere de underliggende aspektene ved datakvalitet har Wang og Strong (1996), understøttet av ytterligere forskning av Lee et al.,(2002), utviklet et



hierarkisk rammeverk basert på empirisk tilnærming til datakvalitet. Gjennom flere studier er alle relevante datakvalitetsattributter som er viktige for forbrukere av data samlet og gjengitt i et mellomliggende sett av dimensjoner. Disse er videre organisert og klassifisert i et sett av fire overordnede kvalitetsaspekter (se Figur 3-7):

1. Intrinsisk datakvalitet
2. Kontekstuell datakvalitet
3. Representasjonskvalitet
4. Tilgjengelighetskvalitet

*Intrinsisk datakvalitet* betyr at data innehar kvalitetsattributter i kraft av seg selv. Dette innebærer at dataene alene og satt i sammenheng med andre data samsvarer med de faktiske og sanne verdiene de representerer, uavhengig av av kontekst og formål. Implisitt i dette ligger at dataene er plausible; det foreligger tilstrekkelig grunn for brukeren av data til å tro på dataenes troverdighet og ekthet (integritet). Denne kategorien korrelerer med det ISO (2015) definerer som *semantisk kvalitet*.

*Kontekstuell datakvalitet* fremhever at aktualiteten, relevansen og nytteverdien til ulike datakvalitetsdimensjoner må vurderes ut fra det bestemte formålet som søkes oppnådd, og den til enhver tid gjeldende kontekst. Dette inkluderer organisatoriske prosesser der personell i ulike roller genererer, prosesserer, deler og bruker data (Bø, 2012), og i hvilken grad disse prosessene og det involverte personellet øker eller reduserer verdien av dataene (Sebastian-Coleman, 2013). Dette samsvarer med *pragmatisk kvalitet* (ISO, 2015).

*Representasjonskvalitet* innebærer at data presenteres på en forståelig og konsistent måte, og i et format som gir mening i en større strukturell sammenheng. Dette er ekvivalent med både *semantisk* og *syntaktisk kvalitet* (ISO, 2015).

*Tilgjengelighetskvalitet* gjenspeiler i hvilken grad nødvendige data er tilgjengelig og oppnåelige for bruk. Dette er en fundamental og svært viktig dimensjon; er dataene utilgjengelige i utgangspunktet er alle andre kvalitetsdimensjoner irrelevante (Bovee, Srivastava og Mak, 2003).

Samtlige kategorier er tilknyttet flere dimensjoner av datakvalitet. Selv om teorien anerkjenner datakvalitet som et multidimensjonalt konsept, er det imidlertid ingen enighet om hva som utgjør et dekkende sett av kvalitetsdimensjoner, eller mulig å utlede fra

litteraturen et definert sett av ikke-overlappende dimensjoner som kan knyttes spesifikt til overordnede kategorier (Wand og Wang, 1996; Wang og Strong, 1996; Lee et al, 2002). Utfordringen forsterkes av at overlappende og i utgangspunktet like dimensjoner har ulike navn, og at dimensjoner med like navn defineres forskjellig og dermed plasseres i flere ulike kategorier (Wand og Wang, 1996). Rammeverket presentert av Wang og Strong (1996) må således forstås som en prinsipiell tilnærming med det formålet å sikre datakvalitet nettopp på tross av utfordringene relatert til semantikk og mangel på definisjoner. På denne måten omfattes alle empirisk relevante dimensjoner av en avgrenset konseptualisering av datakvalitetsdomenet, og forvirringen relatert til mangelfull teoretisk forankring og potensielle konsekvenser av dette kan således begrenses.

Til tross for at datakvalitet er et flytende konsept er det likefullt noen spesifikke kvalitetsdimensjoner som oftere fremheves enn andre (Madnick og Wang, 1992; Wang, Storey og Firth, 1995; Wand og Wang, 1996; Wang og Strong, 1996; Bovee et al., 2003; Ballou et al., 2004; Ge og Helfert, 2013; Sebastian-Coleman, 2013). Disse omfatter

1. Nøyaktighet (*accuracy*),
2. Kompletthet (*completeness*),
3. Konsistens (*consistency*), og
4. Tidsriktighet/rettidighet (*timeliness*)

*Nøyaktighet* kan uformelt defineres som i hvilken grad data er korrekte, pålitelige og feilfri (Ge og Helfert, 2013, Bovee et al., 2003). Selv om litteraturen etterhvert viser til en rekke kvalitetsaspekter og -dimensjoner, er det fortsatt mange virksomheter som primært fokuserer på nøyaktighet (Wang og Strong, 1996). Dette er kanskje spesielt tilfellet innenfor prognostisering, der *prediksjonsnøyaktighet* ofte fremheves. For å forklare begrepet ytterligere kan nøyaktighet defineres som i hvilken grad registrerte verdier samsvarer med de faktiske verdiene de representerer (Ballou og Pazer, 1985; sitert i Ge og Helfert, 2013). Denne beskrivelsen omfatter to aspekter; *innhold og form*. I dette ligger at nøyaktig informasjon består av korrekte, presise og utvetydige verdier presentert på en håndgripelig og forståelig måte. Nøyaktighet spiller en viktig rolle i de fleste datakvalitetsmodeller (Wang et al., 1995), som en intrinsisk (iboende) dimensjon relatert til selvstendige dataenheter (Wand og Wang, 1996; Bovee et al., 2003; Fan, 2012; Ge og Helfert, 2013; Eguasa, 2016). Dette samsvarer med Wang og Strong (1996) som plasserer nøyaktighet i kategorien *intrinsisk datakvalitet* i sitt rammeverk.

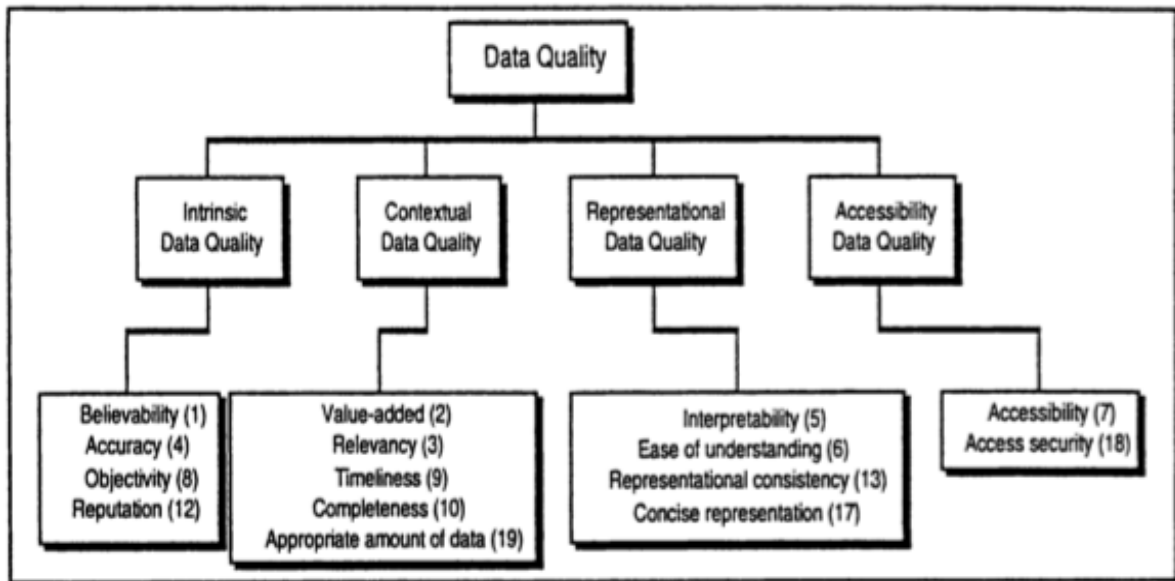
*Kompletthet* kan beskrives som i hvilken grad data er av tilstrekkelig bredde, dybde og omfang for den aktuelle oppgaven (Ge og Helfert, 2013). Sagt på en annen måte er et datasett komplett når alle nødvendige verdier er inkludert og registrert og representerer de faktiske verdiene på en meningsfull måte (Wang et al., 1995; Wand og Wang, 1996). I dette ligger at kompletthet må relateres til dataenes statistiske egenskaper; hvor representative datauttrekkene er, hvorvidt de inkluderer et tilstrekkelig antall data, og hvorvidt perioden dataene representerer er adekvat for utjevning av normale svingninger (Weidema og Wesnæs, 1996). Fra ovenstående karakteristikker kan to komponenter trekkes ut som avgjørende for kompletthet; *innhold og struktur*. Komplette data oppnås når innhold og struktur begge er av høy kvalitet, eller sagt på en annen måte; når dataene inneholder den fulle betydningen for en oppgave og ingen nullverdier (Ge og Helfert, 2013). Kompletthet er således både relatert til dataenes iboende egenskaper i form av deres statistiske attributter, og oppgavesentrert med hensyn til den tiltenkte bruken av dataene. Dette innebærer at kompletthet som kvalitetsdimensjon kan plasseres både i kategorien *intrinsisk* kvalitet (Bovee et al., 2003; Weidema og Wesnæs, 1996; Eguasa, 2016), og, i henhold til rammeverket foreslått av Wang og Strong (1996), i *kontekstuell* kvalitet. Sistnevnte understøttes av Fan (2012), Ballou et al. (2004) og Wand og Wang (1996).

*Konsistens* refererer til flere aspekter ved data, og kan defineres som i hvilken grad (flere) data er motstridende i form av *visning, verdi og format*. Visningskonsistens refererer til konsistens mellom ulike attributter blant dataenheter. Verdikonsistens handler om hvorvidt dataverdier i samme brukssituasjon samsvarer, og inkluderer konsistens i innhold blant overlappende enheter. Representasjonskonsistens defineres som dataverdiforformat som er like for alle enhetene i alle tilfeller av gjengivelse (Ge og Helfert, 2013; Wand og Wang, 1996). Med utgangspunkt i dimensjonens iboende og representasjonskarakteristikker kan konsistens relateres både til *intrinsisk* kvalitet (Wand og Wang, 1996; Bovee et al., 2003; Fan, 2012; Eguasa 2016) og til *representasjonskvalitet* (Wand og Wang, 1996; Wang og Strong, 1996). Wang og Strong (1996) legger konsistens til kategorien *representasjonskvalitet*.

*Tidsriktighet* kan defineres som (1) i hvilken grad data er oppdaterte, og (2) som tilgjengelighet på tidsriktige utfall (beslutningsgrunnlag) (Wand og Wang, 1996). Tidsriktighet påvirkes av to faktorer; *alder (currency)* og *flyktighet (volatility)*. Alder er et mål på hvor gamle dataene er, basert på når de ble registrert i forhold til når de faktisk blir

brukt. I utgangspunktet gjelder at dess ferskere dataene er, dess større er sannsynligheten for at de er relevante. Dette er imidlertid en sannhet med modifikasjoner. I prognostiseringssammenheng er historikk en avgjørende faktor for å kunne avgjøre etterspørselskarakteristikker, og definisjonen av alder blir således situasjons-/kontekstavhengig. Alder kan også relateres til informasjonssystemet, herunder prediksjonsmodellene, og hvor raskt dette/disse oppdateres i forhold til endringer i den målte virkeligheten (*system currency*). Systemer og modeller som reagerer sterkt (eller raskt) på etterspørselsendringer omtales som *responsive*. I motsatt fall karakteriseres de som *stabile*. En kritisk faktor i valg av prediksjonsmodell avhenger således av graden av stabilitet versus responsivitet i modellene som en funksjon av den historiske flyktigheten i etterspørselskarakteristikkene (Garg, 2013). *Flyktigheten* til dataene er et mål på ustabilitet; endringsfrekvensen relatert til de faktiske verdiene for dataenhetene av interesse ("kildeværdiene"). Dess flyktigere dataene er, dess raskere vil de registrerte verdiene bli utdaterte. Ikke-flyktige data er stabile, i den forstand at de ikke endres eller blir utdaterte. Dersom dataene oppdateres hyppig nok med hensyn til den tiltenkte bruken av dem er de *tidsriktige*. Hvis ikke vil dataene raskt bli irrelevante og potensielt kunne gi utilstrekkelige beslutningsgrunnlag (Wand og Wang, 1996; Bovee et al., 2003). Eguasa (2016) plasserer tidsriktighet blant de intrinsiske dimensjonene, mens Wand og Wang (1996), Crié og Micheaux (2006) og Fan (2012) relaterer dimensjonen til kontekstuelle forhold. Det gjør også Wang og Strong (1996), som plasserer tidsriktighet i kategorien *kontekstuell* kvalitet.

Selv om dimensjonen *tilgjengelighet* (*accessibility*) ikke er gjengitt i litteraturen like hyppig som dimensjonene nevnt over, fremgår den i henhold til rammeverket til Wang og Strong (1996), og generell logikk, som en forutsetning for øvrige datakvalitetsdimensjoner. Tilgjengelighet er nødvendigvis plassert i kategorien *tilgjengelighets*kvalitet.



Figur 3-7 Rammeverk for datakvalitet (Wang og Strong, 1996, s. 20)

Nøyaktighet, kompletthet, konsistens og tidsriktighet er utledet fra alle de tidligere nevnte forskningstilnærmingene; intuitiv forståelse, gjennomgang av litteratur (teori) og industriell erfaring (empiri) (Wang og Wang, 1996), og må således antas å være tilstrekkelig representative. Dette underbygges av Ge og Helfert (2013), som i et forsøk på å dekke gapet i litteraturen vedrørende hvordan data- og informasjonskvalitet påvirker beslutningstaking, har studert effekten av nøyaktighet, kompletthet og konsistens på beslutningskvalitet. Resultatene av deres forskning viser at kompletthet og nøyaktighet begge er avgjørende faktorer for beslutningstaking. Selv om konsistens fremkom som ikke-signifikant i seg selv, viser det seg imidlertid at interaksjonen mellom nøyaktighet og konsistens har en effekt på beslutningskvalitet når de gjensidig forsterker hverandre; de positive effektene av å øke nøyaktigheten gjennom høy konsistens ble funnet å være høyere enn tilsvarende med lav konsistens. Det betyr at selv om effekten av konsistens på beslutningskvalitet ikke er avgjørende i seg selv, kan det å øke konsistensen intensivere effekten av nøyaktighet på beslutningstaking. Selv om studien gir innsikt i effekten av datakvalitet på beslutningstaking har den sine begrensninger. Kvalitet er et relativt og subjektivt konsept, ettersom de respektive dimensjonene defineres og fremheves av den tiltenkte bruken av data og ulike organisatoriske kontekster. Basert på dette kan forholdet og sammenhengen mellom de respektive dimensjonene variere avhengig av situasjon og kompleksitet. Tidsriktighet er ikke nevnt i denne sammenheng, men vil som nevnt kunne ha en stor innvirkning på beslutningsgrunnlaget, da oppdatert og tidsriktig informasjon er en essensiell faktor i det å kunne fatte korrekte beslutninger.

Til tross for at teori og forskning relatert til datakvalitet i stor grad vektlegger brukerperspektivet, er dette ingen garanti for kvalitet. Eksempelvis viser Bø (2012) at databrukere alltid vil forsøke å gjøre de beste ut av det de har tilgjengelig, uten nødvendigvis å være klar over hva de overser eller hva som kunne vært gjort tilgjengelig gjennom eksempelvis økt bruk av informasjonsteknologi. I tillegg kan brukers oppfatning av kvalitetsutfordringer ofte være tvetydige med hensyn til de grunnleggende årsakene til problemene de står overfor. Dette er viktige forhold å ta i betraktning ved vurdering av både effekten av datakvalitet på beslutningstaking, og eventuelle forbedringstiltak.

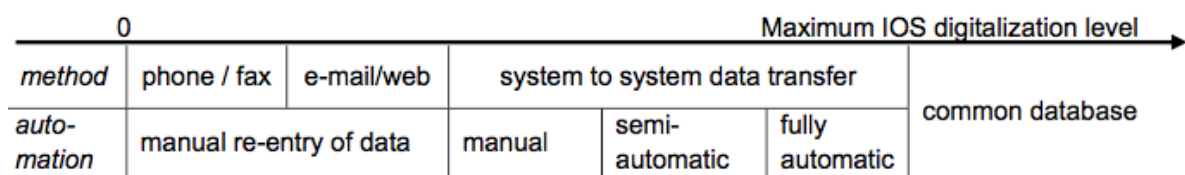
### **3.4.2 INFORMASJONSSYSTEMET**

Beslutningsstøtte for logistikk fokuserer på å muliggjøre beslutningstaking på alle nivåer gitt tilgjengelig informasjon. Beslutningene kan være svært komplekse og avhenger ofte av store mengder data. Uavhengig av nivå er det derfor utfordrende å ta kvalifiserte avgjørelser uten støtte fra en eller annen form for analyse. Den mest effektive bruken av data krever at de kobles til beslutningsstøttesystemer kapable til å oppta, analysere og presentere forståelige alternativer for beslutningstakere. Både verktøyene for å gjøre dette, fra helt enkle applikasjoner til komplekse modelleringer og simuleringer, og menneskene som bruker dem, er nødvendig for å ekstrahere det nødvendige innholdet fra dataene slik at de beste beslutningene kan tas (NAP, 2014).

Et informasjonssystem er et system som samler, prosesserer og distribuerer informasjon om tilstanden til en variabel eller et domene. Informasjonen er representert og formalisert som data, og presentert ved bruk av ulike verktøy og gjennom ulike brukergrensesnitt (ISO, 2015). Informasjonssystemene gir imidlertid ingen nytteverdi uten at dataene som legges inn er *fit-for-use*; for at bedrifter best skal kunne nyttiggjøre seg av systemene er høy datakvalitet en nødvendighet (Wang et al., 1995). Det er imidlertid også en risiko forbundet med bruk av nettopp slike systemer. Sebastian-Coleman (2013) peker på tekniske prosesser som produserer, transformere, distribuerer og lagrer data som potensielle *hindre* for datakvalitet. I dette ligger at dersom prosessene genererer uventede resultater eller gjør uventede ting med dataene vil de ikke lenger møte forventningene til kvalitet, tiltenkt bruk og utfall. Sagt på en annen måte; brukers forventninger omfatter ikke bare hva dataene bør representere og hvordan strukturen som effektuerer denne representasjonen bør være, men også det som fysisk skjer med dataene underveis: hvordan

de samles inn, lagres og flyttes. Det er derfor viktig å identifisere potensiell risiko assosiert med prosessering og flytting av data.

En potensiell feilkilde relatert til informasjonssystemet kan knyttes til det Bø (2012) omtaler som *graden av digitalisering*. Som utgangspunkt er automatisert dataoverføring forbundet med signifikant økt informasjonskvalitet sammenlignet med manuell informasjonsutveksling. Dette fordi manuelle rutiner krever betydelig dataprosessering før reell nytteverdi oppnås. I følge Bø (2012) er imidlertid informasjonsintegrasjon gjennom full elektronisk utveksling av data utilstrekkelig implementert i mange forsyningskjeder. Dette skyldes i mange tilfeller at informasjonssystemer utgjøres av ulike applikasjoner med separate, overflødige og potensielt inkonsistente databaser (Cappiello, Francalanci og Pernici, 2003). For å synliggjøre viktigheten av det digitale aspektet ved data- og informasjonskvalitet foreslår Bø (2012) å utvide Wang og Strongs (1996) rammeverk for datakvalitet til også å omfatte *digitaliseringsnivået* som en egen datakvalitetsdimensjon. I Figur 3-8 er ulike metoder for dataoverføring listet opp med tilhørende grad av automatisering:



Figur 3-8 Nivå av digitalisering som en datakvalitetsdimensjon (Bø, 2012, s. 28)

Som figuren viser er laveste nivå på skalaen representert ved henholdsvis telefon-/fax- og email-/web-basert dataoverføring. I slike tilfeller må alle data både genereres i og overføres mellom ulike verktøy/formater (og personell) uten noen form for automatikk. Slike prosedyrer krever derfor betydelige ressurser forbundet med bearbeidelse og tolkning av data for å oppnå nødvendig datakvalitet. Selv der ressursene foreligger er faren for forringelse av datakvalitet høyst reell. Dette vil i stor grad kunne påvirke både kvaliteten på beslutningsgrunnlaget og tidsvinduet for når beslutninger må tas, som igjen vil innvirke på utfallet av beslutningene.

Overføring av data mellom digitale systemer er neste nivå. Graden av digitalisering på denne delen av skalaen er representert ved manuell, semiautomatisk og fullautomatisk utveksling, der høyere nivå av digitalisering og verdiøkning nødvendigvis oppnås gjennom bruk av systemer som selv ivaretar overføring av data uten manuell påvirkning.

Den høyeste graden av digital datakvalitet representeres ideelt sett ved en felles database og et felles digitalt informasjonssystem for alle nivåer og aktører i forsyningskjeden, som eliminerer behovet for ”tvungen” datautveksling mellom verktøy, systemer og personell. Et slikt system er gjerne et ERP-system, som gjennom fullintegrasjon av ulike ressurs- og forvaltningsområder øker data- og informasjonstilfanget og muliggjør bedre kontroll og styring, og derigjennom potensielt betydelige operasjonelle og strategiske fordeler. Slike systemer krever imidlertid høy datalagrings- og prosesseringskapasitet på grunn av ofte svært store og detaljerte datasett, i tillegg til høy brukerkompetanse for effektiv utnyttelse. Der dette foreligger, vil høy grad av digitalisering positivt kunne innvirke på øvrige datakvalitetsdimensjoner, fordi tidsriktighetsproblematikk, prosesseringsfeil og datatap kan reduseres betraktelig sammenlignet med løsninger på lavere nivåer av skalaen (Bø, 2012).

### **3.4.3 DET MENNESKELIGE ASPEKTET VED DATAKVALITET**

Begrepet informasjonssystem er hyppig gjengitt i litteraturen, om enn noe misvisende. Dette fordi datasystemer i seg selv kun kan håndtere *data* og ikke *informasjon*. Som tidligere nevnt er informasjon data som er gitt en mening og en kontekst gjennom tolkning gjennomført av brukerne av data, og forståelsen av begrepet informasjonssystem må derfor også omfatte nettopp *brukerperspektivet* (Bø, 2012). Dette understøttes av Madenas, Tiwari, Turner og Woodward (2014) som viser til flere studier som, ikke overraskende, peker på at informasjonsflyten i en forsyningskjede i stor grad avhenger av menneskene som er involvert. I tillegg til å forstå de ulike dimensjonene relatert til data- og informasjonskvalitet og deres effekt på beslutningstaking, er det en forutsetning for å kunne forbedre kvaliteten at det foreligger forståelse for hvor, hvorfor og hvordan utfordringer relatert til data- og informasjonskvalitet kan oppstå. Foruten tidligere nevnte (potensielle) utfordringer relatert til selve informasjonssystemet, kan kvalitetsproblemer ha sitt utspring i prosessene utført av personellet som gjennom ulike roller genererer, administrerer, analyserer, deler og bruker data innenfor rammene av informasjonssystemet (Bø, 2012; Szozda og Werbińska-Wojciechowska, 2013; Hazen et al., 2017).

Litteraturen relatert til datakvalitet skiller mellom tre kategorier aktører (Bø, 2012): *datafangere* (det personellet som er involvert i å generere/samle inn data), *dataforvaltere* (personell relatert til lagring, forvaltning og prosessering av data), og *dataforbrukere* (personell som tolker data i den hensikt å gi dem mening i en større kontekstuell sammenheng). Datafangere observerer og oppfatter den faktiske virkeligheten, og gjengir



den etter beste evne ved å legge representative data inn i informasjonssystemet. Datafangere må forstå hvilke data de skal generere, samt hvordan og hvorfor de skal gjøre det. Denne prosessen kan imidlertid være kilde til en rekke kvalitetsfeil. Ukorrekte eller upresise data kan bli lagt inn som følge av manglende forståelse og ”ærlige” feil, eller bevisst feiltolkning av virkeligheten. Ukorrekte data kan også bli lagt til grunn i tilfeller der man søker å kompensere for at systemet ikke samsvarer med brukerkrav. Det kan også være tilfeller av at personell velger å ikke legge inn komplett informasjon fordi de av ulike årsaker prioriterer ikke å gjøre det. Tidsriktighet kan også representere en feilkilde der det er forsinkelse mellom når endringer oppstår og oppdaterte eller nye data manuelt legges inn i eller overføres mellom systemer (Bø, 2012).

Dataforvaltere er ansvarlige for å prosessere data, i den hensikt å redusere ofte svært store datamasser og sammenstille relevant informasjon til komplette, konsistente og forståelige datasett for videre bruk. Disse må forstå hvilke data de skal prosessere, samt hvordan de skal gjøre det. Feil i denne sammenheng kan kobles til redusert datatilgjengelighet som følge av ukomplette, feilaktige eller unøyaktige data i seleksjonsprosessen; redusert kompletthet basert på feil i filtreringsprosessen relatert til datarelevans; feil i mekanismen som samler data fra ulike datasett/-baser i sammenstillingsprosessen; redusert tidsriktighet som følge av forsinkelser knyttet til oppdatering av data; eller feilaktige datasammendrag som følge av manglende eller ukorrekte dataverdier relatert til aggregeringsprosessen (Bø, 2012). Mange av disse feilkildene vil imidlertid primært gjøre seg gjeldende i systemer som helt eller delvis baserer seg på manuell utveksling av data. I fullautomatiserte informasjonssystemer vil dataforvaltningen i stor grad være ivaretatt av systemet i seg selv, men tilsvarende feilkilder kan i slike systemer relateres til design eller konfigurasjon/innstillinger.

Når de prosesserte dataene presenteres for forbrukeren av data er det opp til denne å tolke dataene i den hensikt å tillegge dem den nødvendige meningen som utgangspunkt for beslutningstaking. Disse må forstå hensikten med bruken av dataene de blir presentert. Uten å ha vært delaktig i den foregående dataprosesseringen er vedkommende avhengig av at datakvaliteten er ivaretatt i foregående ledd for å kunne presentere et adekvat beslutningsgrunnlag (Bø, 2012).

Med utgangspunkt i det ovenstående vil det være et viktig tiltak for forbedring av datakvalitet å øke bevisstheten hos relevant personell vedrørende utfordringer relatert til

datakvalitet, og sikre at trening, kvalifikasjoner, kompetanse og motivasjon er tilstrekkelig ivaretatt og tilstede (Wang et al., 1995; Crié og Micheaux, 2006).

## 4 FORSKNINGSMETODE

Dette kapittelet har innledningsvis til hensikt å redegjøre for metodevalgene forskningen er tuftet på. Deretter presenteres et narrativ om den lange ferden fra idé til endelig problemstilling. Dernest gjennomgås prosess for datainnhenting og analyse, herunder hvilke verktøy som er benyttet i forskningen. Videre redegjøres det for prinsipper for vurdering av forskningens kvalitet, før forskernes etiske ansvar gjennomgås. Avslutningsvis i kapittelet presenteres en refleksjon omkring forskernes bakgrunn og det å studere egen organisasjon.

### 4.1 FORSKNINGENS METODEVALG

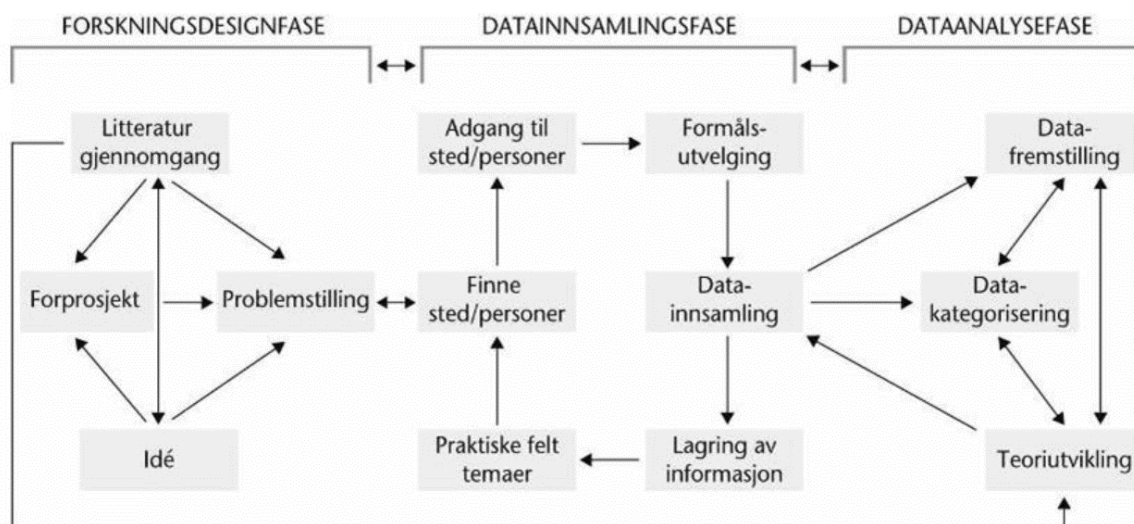
I dette kapittelet presenterer metodevalgene forskningen er bygget på og avslutter med en tabellarisk oppsummering av forskningens metodevalg.

#### 4.1.1 VALG AV FORSKNINGSMETODE

Denne studien har basert seg på ønsket om å erverve kunnskap og forståelse omkring et fenomen: hvordan prognostisering av reservedeler gjennomføres i Forsvaret, og hvorvidt Forsvarets evne til generering og prosessering av data muliggjør presis etterspørselsprognostisering av reservedeler. Litteraturen beskriver at det ideelt sett er forskningens problemstilling som skal være avgjørende for valg av metode (Mehmetoglu, 2004). Forskningsoppgavens problemstilling er ontologisk av natur, det vil si at man er interessert i hvordan virkeligheten ser ut (Johannessen, Tuft og Christoffersen, 2010). Det anses som fornuftig at problemstillingen besvares gjennom en fenomenologisk tilnærming fra et interpretivistisk ståsted. Fenomenologiens utgangspunkt er at virkeligheten er slik aktørene fra sitt perspektiv oppfatter den, og det er denne oppfatningen som er grunnlag for analyse (Grønmo, 2016). Derigjennom bygger forskerens forståelse nettopp på aktørens egen forståelse. Begrepet interpretivisme innebærer å *forstå* et fenomen, og representerer alle kvalitative forskningsmetoder som er basert på Max Webers metode fra 1986 (Mehmetoglu, 2004).

Denzin & Lincoln (1994/2000) beskriver at kvalitative studier ble skapt ut fra ønsket om å forstå «den andre» (gjengitt i Postholm, 2010). Både kvantitativ og kvalitativ forskning består i hovedsak av tre faser: Forskningsdesignfasen, datainnsamlingsfasen og dataanalysefasen. I motsetning til den kvantitative forskningsprosessen som karakteriseres

av en lineær prosess, er den kvalitative forskningsprosessen preget av å være sirkulær (Mehmetoglu, 2004). Forskningsprosessen er illustrert i Mehmetoglus (2004) modell «Den sirkulære kvalitative forskningsprosessen», gjengitt i figur 4-1.



Figur 4-1 Den sirkulære kvalitative forskningsprosessen (Mehmetoglu, 2004, s. 52)

Den sirkulære prosessen innebærer at man gjennom forskningen flere ganger er innom de forskjellige fasene. Fordelen med en slik prosess er at forskerne hele tiden kan evaluere og revidere alle deler av forskningen, og gjennom dette kan produsere en helhetlig og konsekvent forskning (Flick, 2002, gjengitt i Mehmetoglu, 2004). En sirkulær prosess kan også være en ulempe, ettersom det vil være vanskeligere å se konturene av den ferdige forskningen i tidlige faser. Sirkulariteten gjør også at det kan være vanskelig å ha en ren dyrket strukturert tilnærming til forskningen, noe som kommer til syne når den innledende fasen av forskningen presenteres i kapittel 4.2

#### 4.1.2 VALG AV FORSKNINGSSTRATEGI

Det finnes mange forskjellige typer strategier innen kvalitativ forskning. Blant de vanligste forskningsstrategiene som benyttes finner vi empiribasert teori, etnografi og casestudie. I henhold til Mehmetoglu (2004) egner disse seg godt i forskning innenfor merkantile fag. Basert på ønsket om å forstå et spesielt fenomen i Forsvaret anses casestudie som den best egnede forskningsstrategien. En casestudie vil kunne gi en nyansert beskrivelse av fenomenet. Merriam (2009, s. 203, egen oversettelse) beskriver casestudien som «en intensiv, holistisk beskrivelse og analyse av en enslig, begrenset enhet». Begrensningen relaterer seg til at casestudien er avgrenset i både tid og rom, relatert til henholdsvis analyseenhet og gjennomføringsperioden for forskningen.

En casestudie kan ha en eller flere analyseenheter som fokusområde. Denne oppgave har til hensikt å vurdere metoden for reservedelsprognostisering i Forsvaret, og flere underenheter er involvert. Selv om det praktiske arbeidet gjennomføres i én av Forsvarets underavdelinger, er det flere andre underavdelinger i Forsvaret som bidrar inn i arbeidet. Derfor er Forsvaret valgt som analyseenhet, ettersom det er *Forsvarets metode* som er gjenstand for analyse. Forskningen er dermed å betegne som en singelcasestudie. Postholm (2010) beskriver at singelcasestudier er hensiktsmessig i mindre forskningsarbeid, og dette underbygger således avgrensningen til en analyseenhet, ettersom tid til rådighet for forskningen er avgrenset. I tillegg vil en singelcasestudie skape et større handlingsrom når det kommer til å gå i dybden på casen enn en studie av flere caser ville gjort (Postholm, 2010).

Forskningen baserer seg på data fra en avgrenset periode, der datainnhenting primært er gjennomført i perioden desember 2017 til august 2018, og kan således betegnes som en tverrsnittsundersøkelse (Johannessen et al., 2010). Johannessen et al. (2010) understreker at tverrsnittsundersøkelse sier noe om en tilstand på et gitt tidspunkt, hvilket medfører at tilstanden ikke nødvendigvis er overførbar til andre perioder. I studien er respondentene stilt spørsmål om hendelser tilbake i tid, dette innebærer imidlertid ikke en fravikelse fra en tverrsnittsundersøkelse, da selve datainnsamlingen er gjennomført i en avgrenset periode.

#### **4.1.3 VALG AV FORSKNINGSTILNÆRMING OG DESIGN**

Merriam (1988, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) foreslår fire hovedkarakteristikker som kjennetegner casestudie som metode: Partikularistisk, deskriptiv, heuristisk og induktiv. Partikularistisk innebærer at casestudier fokuserer på et spesielt fenomen, hvilket gjør det til godt egnet som design for praktiske problemer som oppstår i dagliglivet (Merriam, 2009). Med deskriptiv menes at det endelige produktet er en omfattende beskrivelse av det som studeres (Merriam, 2009). Merriam (1988, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) beskriver at heuristisk innebærer at casestudien utvider forståelsen av fenomenet ved å kaste nytt lys på det og presentere vinklinger som tidligere var ukjente; dette gjøres ved bruk av litterære teknikker. Mehmetoglu (2004) forklarer at induktiv innebærer at casestudiene er avhengige av en tilnærming hvor teorien utvikles på bakgrunn av dataene.

Flere forskere trekker særlig frem en induktiv tilnærming som en viktig karakteristikk ved casestudier. Med Jacobsens (2016, s. 22). ord innebærer en induktiv tilnærming at man «søker å gå fra empiri (virkelighet) til teori, det vil si at all teori bør være fundert i

virkeligheten». Merriam (2009) beskriver at nettopp det at prosessen er induktiv er en viktig karakteristikk ved kvalitative studier generelt, og at forskeren samler data for å etablere konsepter, hypoteser og intuitive forståelser fra felten.

Yin (1989, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) beskriver at det finnes tre ulike typer casestudier vi kan bruke: utforskende, forklarende og deskriptive. Gjennom grundig søk og gjennomgang av teori og tidligere forskning innenfor tematikken har vi ikke identifisert forskning som er direkte overførbart til denne problemstillingen, og med høy grad av sikkerhet kan det sies at denne typen forskning ikke tidligere har blitt gjennomført i eller om Forsvaret. Johannessen et al. (2010) beskriver at eksplorative undersøkelser har til formål å utforske fenomener eller forhold som hittil er ukjent eller mindre kjent, og det er derfor valgt et utforskende eller eksplorativt design for forskningen. Forskningstilnærmingen er dermed en induktiv eksploreringsstrategi med mål om et svært beskrivende sluttprodukt (Merriam, 2009).

#### 4.1.4 FORSKNINGENS METODEVALG OPPSUMMERT

Tabellen under oppsummerer oppgavens metodevalg:

Tabell 4-1 Forskningens metodevalg oppsummert

FORSKNINGENS METODEVALG	
Metode	Kvalitativ metode
Strategi	Singelcasestudie
Tidshorisont	Tverrsnittstudie
Tilnærming	Induktiv tilnærming
Design	Eksplorerende design

## 4.2 VEIEN FRA IDÉ TIL ENDELIG PROBLEMSTILLING

Mastersamarbeidet startet med å diskutere utfordringer på egen arbeidsplass knyttet til logistikkdomenet, og vi ble tidlig enige om at forhold omkring manglende reservedelstilgjengelighet var noe vi ønsket å utforske. Gjennom vår tilsetning i logistikkstillinger i Hærens bataljoner hadde vi begge erfart utfordringer knyttet til nedetid på materiell grunnet manglende reservedelstilgjengelighet.

Forskningsdesignfasen begynte for vår del med å gjennomføre litteratursøk og -gjennomgang, i den hensikt å finne relevant litteratur for å kunne tematisere

forskningsidéen vår, samt for å undersøke om det fantes tidligere forskning som var nærliggende egen tematikk. Litteratursøket besto av både databasert og manuelt søk. Vi benyttet oss av aktuelle databaser tilgjengelig gjennom Oria via høgskolen i Molde og Forsvarets Høgskole, samt gjennomførte noen søk i Google Scholar. Samtidig søkte vi også etter tidligere forskning nærliggende til forskningsidéen vår. I denne sammenheng hadde vi et spesielt fokus rettet på forskningsoppgaver skrevet ved Forsvarets Høgskole (FHS), samt publikasjoner og forskning fra Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI). Vi gjennomførte også manuelt litteratursøk på FHS' bibliotek, men fant ingen fagbøker innen militær logistikk med relevans for vår forskning. Resultatet av litteratursøket var et knippe militærfaglige publikasjoner med en viss relevans for egen forskning, noen «sivile» fagbøker og et flertall publikasjoner funnet primært med bruk av Oria.

Som en del av tidlig forskningsdesignfase etablerte vi et hierarkisk arbeidsområde på en nettskyløsning (Dropbox), hvilket tillot oss å jobbe på samme filområde og effektivt dele informasjon oss imellom. Dette fikk høy verdi da vi etter hvert fikk en stor samling med publikasjoner. I tillegg forenklet nettskyløsningen samarbeid og dialog på tross av stor geografisk avstand.

Vi gjennomførte møter med personell tilknyttet FHS som primært omhandlet å benytte Forsvaret i forskningsøyemed, og om forhold relatert til gradert informasjon. Deretter utarbeidet vi en prosjektbeskrivelse for forskningen vår. Denne ble grunnlag for arbeidet med å hente inn nødvendige godkjenninger fra aktuelle instanser i Forsvaret, for å sikre at vi hadde nødvendig tilgang til avdelingene og personellet som hadde kunnskap og informasjon om fenomenet vi ønsket å studere. For å holde muligheten åpen for data som kunne gi oss ytterligere dybde i forskningen vår hentet vi også inn tillatelse til å trekke ut elektroniske data fra Forsvarets systemer. Disse tillatelsene ble så grunnlaget for en søknad til FHS. Innvilget søknad er en forutsetning dersom Forsvaret skal være gjenstand for forskning.

Som ledd i utviklingen av forskningsdesign og problemformulering gjennomførte vi en større forstudie. Dette ble gjort med en blanding av uformelle samtaler, korrespondanse og semistrukturerte intervjuer med det vi anså som nøkkelpersoner innenfor det aktuelle temaet. Sentrale skikkelser innenfor FLO FORS og FLO VEDL, Hærstaben og Hærens verksteder bidro til å gi oss økt innsikt i fenomenet vi ønsket å studere. Dette gjorde vi for å få bekreftet at dette var en aktuell tematikk å basere oppgaven og forskningen på og for å

finne endelig retning for forskningen vår. Videre ønsket vi å konkretisere tematikken så godt som mulig før vi gikk videre med utviklingen av forskningsspørsmål og tok en beslutning på valg av forskningsdesign. Vi opprettet deretter en forenklet forskningsprotokoll som etter hvert formet seg til å bli utgangspunktet for selve forskningsrapporten vår.

I forskningsdesignfasen utførte vi blant annet et arbeid for bedre å forstå systemet som benyttes for registrering av vedlikehold og etterspørsel etter reservedeler. Vi gjorde søk på Forsvarets intranett og tilhørende databaser etter interne reglementer, prosedyrebeskrivelser og dokumentasjon blant annet knyttet til internopplæring i Forsvarets primære ERP-system; FIF. Vi fikk også tilsendt omfattende dokumentasjon knyttet til Synchron. Der hvor dokumentasjonen opplevdes som utilstrekkelig for å etablere tilstrekkelig forståelse ble dette supplert med samtaler med personell som bruker verktøyene i sitt daglige virke. Dette har vært gjennomført som uformelle samtaler både per telefon og gjennom epostkorrespondanse, men også som uformelle møter og intervjuer. Disse har gitt oss informasjon som har vært essensiell for å gi oss den rette kunnskapen om vedlikeholds- og reservedelssituasjonen, og ikke minst systemene som står sentralt i dette. Dette har vært svært omfattende og tidkrevende, men likevel helt nødvendig for utvikling av problemstilling og forskningsspørsmål, samt for å avgrense forskningens fokus. Det har også skapt den tilstrekkelige forståelsen for temaet som forutsetning for stille riktige og relevante spørsmål i intervjuer og for fokuset i datainnhenting for øvrig.

Vi startet innledningsvis med en alt for bred og omfattende problemstilling som favnet om for mange teoretiske perspektiver. Da omfanget av og kompleksiteten i forskningsemnet etter hvert ble klart for oss, så vi behovet for å bryte ned foreløpig problemstilling og spisse forskningsspørsmål ytterligere. Vi utarbeidet en hierarkisk matrise i Excel, hvor problemstilling og forskningsspørsmål ble utledet i flere underordnede spørsmål. Dette gjorde oss i stand til en videre konkretisering av både problemstilling og forskningsspørsmål, og ga oss svært håndfaste spørsmål som hver for seg måtte besvares for å kunne besvare problemstillingen. Denne forskningsmatrisen viste seg som et essensielt verktøy og var en verdifull arbeidsmetodikk, som ga oss gode inngangsverdier til datainnsamlingsfasen, samt konkrete oppgaver vi måtte utføre som ledd i forskningen. Spørsmålene ga oss også retning for hvilke respondenter vi måtte nå ut til. Matrisen har



også blitt med inn noen av intervjuguidene, og den har således vist seg som et nyttig verktøy i møtet responderer.

Oppsummert var den innledende fasen av forskningen vår svært krevende, og det ble tydelig at temaet vårt var svært komplekst. En omfattende forstudie ga oss mye essensiell informasjon som var helt nødvendig for fremdrift og videre forskning. Ny læring gjennom datainnhenting, blant annet relatert til sammenhenger som ikke initialt var åpenbare for oss, har hele tiden gitt oss grunnlag for ytterligere og nødvendig nedbryting og spissing av tema. Utvikling av problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål har vært en levende prosess gjennom hele forskningsforløpet, og hele forskningsprosessen har for oss vært en bekreftelse på den kvalitative forskningens sirkularitet.

### **4.3 DATAINNHENTING OG ANALYSE**

Kvalitative casestudier, som andre kvalitative metoder, er ute etter å finne mening og forståelse, hvor forskeren er hovedinstrumentet for datainnhenting og analyse (Merriam, 2009). Det som oftest styrer en forsker i caseforskning er spørsmål som berører prosess og som søker forståelse; hva, hvorfor eller hvordan noe skjer (Johannessen et al., 2010). All empirisk forskning er avhengig av data for å argumentere for sine funn, hvilket innebærer at kvaliteten på og omfanget av det som innhentes er avgjørende for kvaliteten på selve forskningen. I følge Johannessen et al. består casestudier av «å samle så mye informasjon (data) som mulig om et avgrenset fenomen» (2010). I motsetning til andre forskningsstrategier krever ikke casestudier at forskeren følger bestemte prosedyrer for datainnsamling og analyse (Merriam, 1988, gjengitt i Mehmetoglu, 2004). Valgt forskningstilnærming åpner for å hente inn data med bruk av flere ulike metoder, og selv om hovedmetoden er kvalitativ, kan det også benyttes kvantitative data og teknikker. Hovedvekten av datainnsamlingen har vært gjennomført som kvalitative forskningsintervjuer og innhenting og analyse av dokumentdata fra/om organisasjonen som studeres. I tillegg er det hentet ut kvantitative data fra Forsvarets systemer. Tanken med disse er likevel en kvalitativ tilnærming til analysen av disse dataene.

#### **4.3.1 INNHENTING OG ANALYSE AV INTERVJUDATA**

Intervju er kanskje den vanligste kilden til datainnhenting for kvalitative forskere. I dette forskningsprosjektet har intervjuer vært en uvurderlig metode for datainnhenting, innenfor et tema forskerne har hatt lite kunnskap om fra tidligere. Her beskrives forskernes

tilnærming til kildekritikk, valg av respondenter, gjennomføring av intervjuer og transkribering, og til slutt hvordan intervjudata er analysert.

### ***Kildekritikk***

Kildekritikk må ligge til grunn for en hver datainnhenting i forskning. Grønmo (2016) foreslår fire parametere for kritisk vurdering av kilder som er benyttet i utvelging og vurdering av respondenter og øvrige datakilder: tilgjengelighet, relevans, autentisitet og troverdighet. Tilgjengelighet dreier seg om hvorvidt personene vil la seg intervjuer eller hvorvidt organisasjonene vil gi forskerne innsyn i arkiver/dokumenter. Relevans omhandler kildens relevans for forskningens problemstilling og forskningsspørsmål. Autentisitet sier noe om hvorvidt kilden er ekte, i form av at respondenten eller datamaterialet er hva det gir seg ut for å være. Kildens troverdighet handler om hvorvidt man kan ha tillit til informasjonen, enten den kommer fra respondenter eller gjennom innholdsanalyse av dokumenter. Disse parameterne har hatt sentral rolle i selve datainnhentingsarbeidet, men også naturligvis i den påfølgende analysen.

### ***Valg av respondenter***

Basert på fenomenets art ble det vurdert som nødvendig å benytte formålsutvalg som metode for utvelging av respondenter. Slik kunne informasjonen om fenomenet innhentes fra de som besitter den riktige kunnskapen. Forståelse for fenomenet er essensielt for kvalitative forskere, og for å oppnå den nødvendige graden av forståelse var ønsket å studere kun de som kunne gi den nødvendige informasjonen om fenomenet.

Innhenting startet med en respondent som beskrives som kritisk case i teorien om formålsutvalg (Mehmetoglu, 2004). Aktuelle respondenter eller grupper av respondenter har deretter krystallisert seg underveis i datainnsamlingen. Uformelle samtaler, intervjuer og/eller øvrig korrespondanse har ledet oss videre til nye respondenter. Litteraturen omtaler dette som snøballrekruttering (Johannessen et al., 2010). Samlet sett er det dermed benyttet kombinert utvelging som formålsutvelgingsstrategi i forskningen.

Oppgaven har til hensikt å vurdere metoden for reservedelsprognostisering i Forsvaret, med Forsvaret som oppgavens analyseenhet. Det praktiske prognosearbeidet gjennomføres imidlertid i Forsvarets logistikkorganisasjon, og alle Forsvarets verksteder er med på å etablere datagrunnlaget som dette tar utgangspunkt i. Dette innebærer at respondentutvalget primært har hatt tilhørighet til Forsvarets logistikkorganisasjon og i

Hæren. Hæren er også hovedbruker av materiellsystemet forskningen har tatt utgangspunkt i.

Et interessant aspekt er at samtaler og møter med svært mange personer og mulige respondenter gjentatte ganger har ledet tilbake til én og samme person. En person har utpekt seg å være nøkkelen innenfor den praktiske utførelsen av selve reservedelsprognostiseringen, dette er også samme person som over ble beskrevet som kritisk case. Det har altså vist seg at det er svært få som har førstehåndskunnskap om selve metoden for reservedelsprognostisering i Forsvaret.

### ***Gjennomføring av kvalitative forskningsintervju***

Nærhet til fenomenet er en forutsetning for kvalitative forskere for å oppnå nødvendig forståelse for det. Det ble derfor tidlig avgjort at intervjuene måtte gjennomføres som ansikt-til-ansikt-intervju så langt dette var mulig. Dette ble gjort for å oppnå tilstrekkelig nærhet til respondenten og dermed også til fenomenet. Intervjuene ble gjennomført som semistrukturerte intervju, i den hensikt å sikre en åpen samtale, som tillot forfølgelse av nye vinklinger som måtte dukke opp underveis. Forut for alle intervjuer ble det utarbeidet intervjuguider med fokus på en del tematikk med tilhørende spørsmål som var vurdert som vesentlige for å belyse problemstillingen. Å komme frem til de riktige spørsmålene og dermed også de riktige respondentene har vært en tidkrevende prosess, ettersom gode og relevante spørsmål i seg selv krever en viss forståelse for tematikk og aktuelle sammenhenger. Det tok derfor lang tid før nødvendige intervjuer var gjennomført og det samlede datagrunnlaget hadde tilstrekkelig dybde og omfang.

Etter hvert som respektive intervjuguider var fullstendige ble intervjuer avtalt suksessivt. Intervjuene ble avtalt per telefon, understøttet av korrespondanse på epost, der informasjonsskrivet ble fremsendt til respondentene. I tidlige tilfeller ble også forskningsmatrisen vår og en informasjonspresentasjon vedlagt for å sette respondenten inn i konteksten for oppgaven. Imidlertid satte de færreste seg inn i dette på forhånd, og det ble deretter begrenset til primært informasjonsskrivet (vedlegg B).

Det var viktig å ha tilstrekkelig opphold mellom intervjuene, både for å gjennomføre etterarbeid og for å bearbeide ny informasjon. Samtlige intervju ga naturligvis mye ny kunnskap som skapte forutsetninger for hele tiden å stille mer reflekterte og «bedre» spørsmål i møte med nye respondenter. Det var dessverre ikke alle de identifiserte

respondentene som hadde anledning til å sette av tid til intervju, hvilket naturligvis er uheldig, ettersom det er begrenset hvem som har kunnskap som er relevant for forskningen. Som Mehmetoglu (2004) skriver, vil de fleste foretrekke å prioritere noe annet enn å bli intervjuet av forskere, noe vi også har erfart. I et tilfelle var det identifisert tre mulige respondenter, hvorpå ingen hadde tid eller anledning til å møte for et intervju. På en intervjuforespørsel ble spørsmålene i vedlagt intervjuguide besvart per epost, oppfulgt av korrespondanse på samme medium. Dette er ikke en optimal måte å gjennomføre kvalitativ datainnhenting på, ettersom det ikke gir den ønskede nærheten til respondenten og fenomenet for øvrig, men er samtidig bedre enn ingenting. Denne typen korrespondanse medfører blant annet til fravær av dialogen som naturlig ville eksistert i et ansikt-til-ansikt-intervju, og som ville skapt mulighet for oppklarende spørsmål underveis.

Intervjuene ble gjennomført på steder valgt av respondenten, og samtlige intervjuer ble dermed gjennomført på møterom på respondentens arbeidsplass. Intensjonen med å la respondenten velge sted var todelt: redusere tiden respondenten måtte sette av til intervjuet av respekt for den enkeltes tid, samt å gjennomføre intervjuet på et sted som ble oppfattet som både naturlig og trygt for respondentene. De uformelle samtaler og intervjuene i forstudien ble annotert for hånd eller på datamaskin fortløpende under samtalerne. Forut for datainnhentingsfasen var en diktafon anskaffet, og gjennom datainnhentingsfasen ble de muntlige intervjuene tatt opp med etter samtykke fra respondentene, i den hensikt å kunne fokusere på interaksjonen med respondenten. Med unntak av et uformelt intervju i forstudien, og et intervju i datainnhentingsfasen ble alle intervjuer gjennomført med begge forskere til stede.

### ***Transkribering av intervju***

Intervjuene ble transkribert så snart som mulig etter gjennomføring av selve intervjuet, og for hvert intervju var transkribering ferdigstilt senest dagen etter gjennomført intervju. Dette ble gjort av to årsaker: gjennomføre transkribering mens intervjuet var ferskt i minnet, og gjennomføre transkribering raskt av hensyn til respondenten. Opptakene ble deretter slettet fra opptakeren umiddelbart etter transkribering var fullført og verifisert. Transkriberingen ble gjennomført på bokmål, gjengitt så ordrett som mulig. Dette ble gjort som et ledd i anonymisering av data, da dialekt og talemåte kan være personidentifiserende i mindre miljøer. Dette gjorde også at det ikke ville være nødvendig å skrive om transkriberte uttalelser på et senere tidspunkt, som også kan hindre en eventuell fremtidig

feiltolkning av egne transkriberinger. Ordstokking og nøling ble ikke nedskrevet med mindre det ble oppfattet som å ha betydning for budskapet som ble presentert.

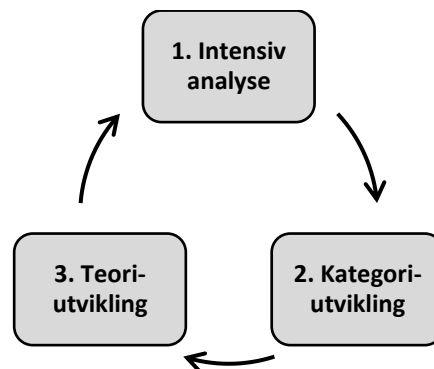
### ***Utspørring per epost***

Sent i datainnhentesfasen ble det vurdert som nødvendig å gjennomføre utspørring av ytterligere respondenter, da behovet for å underbygge og nyansere det datamaterialet som allerede var hentet inn ble klart. Grunnet tidspress og geografisk avstand til respondentene var det formålstjenlig å gjennomføre disse intervjuene per epost gjennom Forsvarets interne datasystem. Dette var også i perioden tett opp mot Forsvarets hovedperiode for ferieavvikling, og ønsket var derfor hurtig å nå ut til flest mulig. Det ble plukket ut henholdsvis seks og ti nøkkelspørsmål som var vurdert som mest relevant for de to personellkategoriene innenfor målgruppen. Dette var dels også for å gjøre omfanget håndterbart for respondenten, som et tiltak for å øke sannsynligheten for å få svar. Deretter sendte vi ut tre eposter med disse spørsmålene til personell i nøkkelstillinger innenfor casen. Informasjonsskriv til respondenter ble også lagt ved, slik at respondentene kunne få informasjon om forskerne og oppgaven, og kunne føle seg tryggere på eget personvern. Respondentene som ikke hadde vært involvert i forskningen tidligere ble oppringt på forhånd, og det ble avtalt at de ville motta en epost. Forskernes erfaring tilsier at graden av personlig involvering ofte henger sammen med graden av forpliktelse andre føler for å stille opp, og jo mer man krever av den enkeltes tid og innsats, jo mindre fremstår sannsynligheten for å få svar.

Utspørring per epost har sine naturlige svakheter. I motsetning til et intervju, som foregår i møte mellom mennesker, er ikke epost en kanal for dialog. Det er naturligvis rom for oppklarende spørsmål, enten per epost eller telefon i etterkant, men man kan gå glipp av viktige nyanser som kunne vært tydelige gjennom kroppsspråk og fyldigere ordbruk i et intervju. Det er sannsynlig at en respondent i et skriftlig svar vil være mer opptatt av å uttrykke seg kortfattet og nøyaktig, da både relatert til politisk og språklig korrekthet. Svarene er trolig mer gjennomtenkt og konsise, slik at viktige nyanser kan bli borte. Kanskje kan vedkommende også være mer redd for at andre får innsyn i hva vedkommende har skrevet og modererer seg deretter, ettersom dialogen foregår på en av primærplattformene for informasjonsutveksling i jobben for øvrig.

### **Analyse av intervjudata**

Dataanalyse går i følge Merriam (2009) ut på å konsolidere, redusere og tolke hva respondenter har sagt og hva forskeren har sett og lest, og skape mening av dette. Som forskningsmetoden for øvrig, er dataanalyse en sirkulær prosess og en viktig del av den kvalitative forskningsprosessen (Mehmetoglu, 2004). Merriam (2009) er av den oppfatning at analyse av kvalitative data primært er en induktiv og komparativ prosess. Det finnes flere metoder for dataanalyse og Merriam (1988, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) har utviklet en tilnærming til dataanalyse som egner seg godt til casestudier. Denne tilnærmingen innebærer tre hovedprosedyrer, og er illustrert i figur 4-2: intensiv analyse, kategoriutvikling og teoriutvikling. I Merriams (1988, gjengitt Mehmetoglu, 2004) analysemetode er det et viktig aspekt at forskeren bruker fortolkning gjennom hele analyseprosessen. Vi har benyttet oss av fortolkningslæren – hermeneutikk, for å analysere data vi har samlet inn. I henhold til Johannessen et al. (2010) går det hermeneutiske paradigme ut på at meningsfulle fenomener kun er forståelige i den konteksten de forekommer i.



Figur 4-2 Dataanalyseprosessen  
(utledet fra Merriam, 1988, gjengitt i Mehmetoglu, 2004)

Dataanalyse i kvalitative studier begynner med det første intervjuet og er dynamiske og gjentatte prosesser (Postholm, 2010). I forskningen ble det gjennomførte analyser på all ny data når den var hentet inn, og det ble deretter kjørt nye prosesser basert på nytt datagrunnlag og så videre. Således er det samlet kjørt flere analyseprosesser på det totale datagrunnlaget. Det ble vurdert å benytte programvare for koding av intervjudata, men tanken ble forkastet, da omfanget, basert på et begrenset antall respondenter, var håndterbart uten dedikert programvare. Dette ga også mer tid til å gjennomføre selve analysearbeidet, fremfor å bruke tid på å fremskaffe og lære et nytt og fremmed dataverktøy.

I et intervju kan det fremgå en del selvfølgeligheter som åpenbart ikke får en rolle i oppgaven, og momenter som faller utenfor oppgavens avgrensning, og for å forenkle prosessen gjennomførte vi datareduksjon som første ledd i analysearbeidet for å gjøre datamengden mer håndterlig. Datareduksjonen gjorde det mulig kun å fokusere på den informasjonen som hadde verdi for forskningen. Etter det var gjennomført tilstrekkelig datareduksjon ble problemstilling og forskningsspørsmål reorganisert, som utgangspunktet for analysens neste steg som var intensiv analyse. I dette steget ble datagrunnlaget gjennomgått med problemstilling og forskningsspørsmål i fokus, og det ble knyttet merknader til datagrunnlaget underveis i gjennomgangen. Her begynte det allerede å krystallisere seg en del kategorier som var aktuelle i neste steg: kategoriutvikling.

Kategoriutviklingen kan sammenlignes med åpen koding fra teorien om analyse av empiribasert teori (Mehmetoglu, 2004), og er en induktiv prosess. Denne fasen besto i en systematisk sortering av intervjudata i et utvalg kategorier, med forarbeidet fra intensiv analyse til grunn. Merriam (2009, s. 185) beskriver fem kriterier for kategoriene man utvikler, som har vært nyttige i analysearbeidet: (1) kategoriene skal bidra til å besvare forskningsspørsmålene (*responsive*), (2) kategorinavnet skal være beskrivende for innholdet (*sensitive*), (3) det skal være nok kategorier til å favne om all relevant data (*exhaustive*), (4) kategoriene skal være gjensidig utelukkende (data skal bare passe i én kategori – *mutually exclusive*), og (5) de skal være konseptuelt kongruente (kategoriene er etablert på samme nivå – *conceptually congruent*). Noen kategorier var knyttet til tema eller kriterier som var hentet fra forskningsspørsmålene, noen fra teorien, og noen var basert på tematikk som hyppig dukket opp i innsamlingsarbeidet eller som fremsto særskilt relevant for forskningen. Ettersom dette arbeidet ble gjort primært i Word ble utsagnene plassert i egnede kategorier under egne overskrifter. Disse ble etter hvert samlet under nye egnede overskrifter/temaer. Resultatet etter analyse av første intervju ble utgangspunktet for det som etter hvert skulle bli en database med samling av all innhentet og etter hvert kategorisert data.

Det tredje steget i Merriams (1988, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) tilnærming til dataanalyse går ut på teoriutvikling. Merriam (2009) beskriver dette som å linke de konseptuelle elementene (kategoriene) sammen på en meningsfull måte. Hun beskriver videre at «når kategorier og deres egenskaper er redusert og raffinert, og deretter sammenstilt, går analysen mot utviklingen av en modell eller en teori for å forklare

dataenes betydning» (Merriam, 2009, s. 192, egen oversettelse). Dette var en komparativ prosess, der kategoriene og deres innhold ble inngående vurdert. Uttalelser fra respondenter ble sett opp i mot hverandre, det ble lett etter relasjoner og sammenhenger mellom kategorier og uttalelser. Dette ble gjort etter hvert nye intervju, og har stått helt sentralt i arbeidet med å komme frem til studiens konklusjoner.

#### **4.3.2 INNHENTING OG ANALYSE AV DOKUMENTDATA**

Innhenting av data ved hjelp av dokumentmetoden innebærer å samle data og informasjon ved å studere dokumenter som er relevant for problemstillingen, være seg offentlig eller private dokumenter (Mehmetoglu, 2004). Dokumentene som er samlet har primært vært skriftlig, ikke-teknisk, sekundær dokumentdata av kvalitativ art (Mehmetoglu, 2004). Deler av dokumentene er hentet fra internett, det være seg Forsvarets årsrapporter, pressemeldinger og stortingsproposisjoner som er tilgjengelig via regjeringens og Forsvarets internettsider, i tillegg til rapport fra McKinsey (2015) som ble produsert på oppdrag av Forsvaret. Hovedvekten av dokumentdata er imidlertid hentet fra Forsvarets intranett.

Innhenting av dokumenter fra Forsvarets intranett har vært en noe tidkrevende og tungvint prosess, ettersom Forsvaret ikke har felles filarkiv eller en søkemotor som gir tilgang til alle publiserte filer. Det er derimot søkt etter og klikket frem til informasjon fra flere kilder på intranett. Filene som er benyttet har vært tilgjengelige for alle som har tilgang til Forsvarets intranett. Selv om det har vært krevende vurderes arbeidet med å identifisere de av Forsvarets internt publiserte dokumenter som har størst relevans for forskningen som vellykket. Resultatet av arbeidet består av artikler, reglementer og prosessbeskrivelser som er relatert til fenomenet, samt bakgrunns-, bruker- og kursdokumentasjon for FIF og Synchron.

All dokumentdata som er vurdert har vært kvalitative produkter og har primært vært tekstdokumenter, men også presentasjoner utarbeidet i Microsoft PowerPoint. Sistnevnte har vært noe mer komplisert i et kildekritikkperspektiv, ettersom slike presentasjoner sjelden er uttømmende i sin informasjon, da de normalt er tiltenkt fremlagt muntlig, og således forventes å bli supplert muntlig med ytterligere informasjon. Her må man også være mer kritisk til gyldigheten i informasjonen som presenteres, ettersom de færreste presentasjoner i Forsvarets systemer har kildehenvisninger. Ettersom tilgjengelige



dokumenter har vært noe begrenset, er disse presentasjonene likevel vurdert som viktige kilder til informasjon.

Grønmo (2016) bruker ordet innholdsanalyse om systematiske undersøkelser av innholdet i dokumenter. Innholdsanalysen går ut på systematisk å gjennomgå dokumentene med hensikt å kategorisere, registrere og analysere innholdet (Grønmo, 2016). Ettersom analysen har blitt gjennomført på tekstbaserte dokumenter, kan vi kalle vår analyse av dokumentdata for en kvalitativ innholdsanalyse (Grønmo, 2016).

I følge Grønmo (2016) er kildekritikk i kvalitativ innholdsanalyse særskilt viktig, og han understreker videre at disse kildekritiske vurderingene forutsetter at tekstene sees i sammenheng med andre kilder og øvrig eksisterende kunnskap. Ikke minst er det viktig at dokumenter vurderes i lys av konteksten de ble utarbeidet, dette kaller Grønmo (2016) for kontekstuell vurdering. Konteksten er særlig viktig å ta med seg når man benytter dokumenter til andre formål enn det de var tiltenkt.

Dokumentene hentet fra internett har vi samlet primært på dedikert fildelingsområde, mens vi i stort har basert oss på papirutskrifter av dokumenter fra Forsvarets intranett. Dette ble gjort da det ikke var et ønske å kopiere disse over til ugraderte plattformer, tross de ikke nødvendigvis var av gradert karakter. Relevante tekstutdrag ble samlet i et dokument med tydelige henvisninger til hvor informasjonen var hentet fra. Dette ble senere slått sammen med casedatabasen, og kategorisert på lik linje med intervjudata. Benyttet metode for kvalitativ innholdsanalyse har således ikke avviket mye fra metoden benyttet for analyse av intervjudata for øvrig. Gjennomgangen av dokumentdata må også sies å ha vært en vesentlig del av forberedelsene til kvalitative intervjuer.

#### **4.3.3 UTHENTING OG ANALYSE AV DATA FRA FORSVARETS SYSTEMER**

Det ble identifisert et behov for å ta ut data fra Forsvarets systemer, herunder etterspørselshistorikk og -prognoser, for å se hvordan dataene så ut og hvilken oppløselighet de hadde. Dette ble gjort for å vurdere de aktuelle datasettene mot gjeldende teori innenfor datakvalitet. Samtidig eksisterte det også et sterkt ønske om å sammenligne prognostisert etterspørsel med faktisk etterspørsel for å kunne vurdere hvorvidt prognosene traff.

### *Uthenting av datasett fra Forsvarets systemer*

Underveis i datainnhentingfasen ble det etablert dialog med flere instanser for å få tilgang til etterspørselshistorikk, forskernes muligheter til selv å ta ut disse rapportene i SAP ble også utforsket. Begrensningene på å ta ut denne typen og så store datasett så ut til å være knyttet til både roller i systemet og lokal datakapasitet, da dette ville være en både stor og tung operasjon for SAP. Muligheten for andre rapporter ble også undersøkt, primært knyttet til å avdekke perioder med reservedelsmangel. Undersøkelser viste derimot at det verken finnes en dedikert rapport for dette eller noe nærliggende. Imidlertid ga undersøkelser indikasjoner på at det kunne være en teoretisk mulighet for å søke opp beholdningsinformasjon dag for dag. Dette ville vært et stort prosjekt og ville ikke vært gjennomførbart innenfor prosjektperioden eller med tilgjengelige ressurser, og ble dermed vurdert som ikke aktuelt. Etter hvert ble det imidlertid klart at innslagspunktet for datauthenting av både etterspørselshistorikk og -prognoser var en av forskningens tidlige respondenter, med tilgang både til Synchron og SAP.

I dialog omkring datasett knyttet til system X ble det klart at det måtte gjøres avgrensninger innenfor hvilke reservedeler som skulle vurderes. System X alene hadde tilordnet tusenvis av ulike reservedeler, alt fra småskruer til skrogdeler, og et slikt utdrag ville generere flere millioner linjer med data. Dette ville vi ikke klart å håndtere, verken med tilgjengelige verktøy eller egen kompetanse på området. I dialog med respondenten ble det avgjort å avgrense omfanget med et mindre utvalg av reservedeler. For å identifisere et egnet og representativt utvalg av reservedeler ble det initiert en dialog med OPSSTØ. Det viste seg at det i 2017, som et ledd i et internt prosjekt og på forespørsel fra FLO, var blitt utarbeidet en liste som inneholdt reservedeler som Hærens verksteder definerte som kritiske for operativiteten til et utvalg landsystemer. Denne listen besto blant annet av 58 materialnummer knyttet til system X, hvorav syv representerte erstatningsmaterialer<sup>48</sup> for noen av de andre reservedelene. Denne listen med 58 materialnumrene tilhørende system X ble dermed fremsendt, med forespørsel om etterspørselshistorikk og -prognoser for gjeldende materialer. Den spesifikke bestillingen besto i etterspørselshistorikk fra SAP for perioden 2011-2017, og etterspørselsprognoser fra Synchron for 2015-2017. Datapakkene som ble overført fra SAP til Synchron for perioden 2011-2014 som grunnlaget for etterspurte prognoser ble også etterspurt.

---

<sup>48</sup> Erstatningsmaterial: en reservedel med annet materialnummer som kan oppfylle samme funksjon

### ***Sammensetning, bruk og analyse av datasett fra Forsvarets systemer***

Kort tid etter kom en epost med et fyldig datasett i form av et Microsoft Excel-ark, som var sammensatt av seks arkfaner, hvor etterspørselshistorikk og -prognoser var delt opp i hver sine to respektive ark for perioden 2010-15 og 2015-18. De to siste arkfanene besto av masterdata for materialnumrene som var etterspurt. Dataene var opprinnelig fra henholdsvis SAP og Synchron, men var tatt ut via en ekstern database kalt DW1P, en forutsetning for overføring mellom systemene. Datapakkene som gikk fra SAP og inn i denne databasen var også etterspurt, men basert på samtaler med respondenten ble det klart at det ikke var hensiktsmessig, da dataene fra SAP var sammensatt av mange individuelle spørringer som ble sammenstilt i denne databasen. Dataene fra SAP ville også være i et data-/filformat som ikke var egnet til ønsket formål. Informasjonen slik den var presentert i datasettet fra DW1P var også gjenkjennbar sammenlignet med slik informasjon er presentert i SAP for øvrig. Basert på den samlede informasjonen vi fikk om databasen vurderte vi det dithen at dataene slik de forelå fra DW1P vil være mest komplett og egnet for bruk og analyse i forskningen.

Intervjuene som var avholdt frem til dette tidspunktet hadde gitt indikasjoner på tiltak som var innført i prognosearbeidet i 2015, og som hadde innvirkning på både prognoser og dataformat. Det ble dermed vurdert som ikke relevant å se på perioder før disse tiltakene ble implementert, ettersom prognosene fra før 2015 ikke lenger var representative for metoden som var i bruk i dag. Datagrunnlaget for perioden etter tiltaket ble innført ble dermed grunnlag for videre analyse; perioden juli 2015 til og med desember 2017. Datagrunnlaget for 2018 ble satt til side, ettersom dette besto av svært lite data både når det gjaldt prognoser og etterspørsel, mye grunnet faktiske delemangler i perioden, og ble dermed vurdert som svært mangelfullt.

Det gikk med en del tid initialt på å forstå hvordan dataene var satt sammen, til dette arbeidet ble også respondenten benyttet som støtte til å tolke og forstå informasjonen datasettet det var satt sammen av. Deretter ble arbeidet med å vurdere dataenes kvalitet igangsatt. Parallelt, med noe teknisk støtte fra en bekjent, ble det utviklet en makro i Excel som tillot enkel håndtering og grafisk presentasjon det store datagrunnlaget. Resultatet ble et verktøy hvor man enkelt kunne velge *stock keeping unit (SKU)*<sup>49</sup>, og sammenstille den

---

<sup>49</sup> SKU: Betegnelse på en lagerenhet. Sammensatt av tilknyttet lager og reservedelens materialnummer.

aktuelle SKUens etterspørselsprognoser med faktisk etterspørsel. Dette gjorde det blant annet mulig å kunne vurdere prognosekvaliteten sammenlignet med faktisk etterspørsel.

#### **4.4 PRINSIPPER FOR EVALUERING AV FORSKNINGSKVALITET**

Dette underkapittelet har til hensikt å presentere aspekter knyttet til forskningens kvalitet, og utdype tiltak som er gjort som ledd i å styrke denne. Flere kvalitative forskere, deriblant Lincoln og Guba (1985), er av den oppfatning at vurderingskriteriene for kvantitativ forskning ikke er direkte overførbare til kvalitativ forskning (Mehmetoglu, 2004). De mener derimot at vurderingskriteriene må tilpasses den kvalitative forskningsmetoden. Vi vil ta utgangspunkt Lincoln og Guba (1985) sine anbefalte kriterier til bruk i kvalitativ forskning og vurdere forskningskvaliteten etter deres fire vurderingskriterier: troverdighet, overførbarhet, pålitelighet og bekreftbarhet (gjengitt i Mehmetoglu, 2004). Den kvantitative metodens kvalitetskriterier er anmerket i parenteser i kapittelets overskrifter, da disse tidvis vil nevnes for å underbygge vurderingen av enkelte kvalitetsaspekter.

##### **4.4.1 FORSKNINGENS TROVERDIGHET (INTERN VALIDITET)**

Ved å gjennomføre en validitetsvurdering etter den kvantitative forskningens parametere vil ikke kvalitative studier være valide (Johannessen et al., 2010). Dette henger sammen med at validitet i kvalitative studier er vanskeligere å vurdere, ettersom resultatene ikke i samme grad er kvantifiserbare eller målbare. Imidlertid påstås det at validitet kan handle om «hvorvidt en metode undersøker det den har til hensikt å undersøke» (Johannessen et al., 2010, s. 230). Å øke troverdigheten til kvalitativ forskning innebærer derfor å skape tillit til at forskningens fremgangsmåte, resultater og funn representerer virkeligheten, og således til at man kan stole på at studiens konklusjoner er troverdige (Mehmetoglu, 2004). Lincoln og Guba (1985) presenterer noen strategier som kan benyttes for å imøtese kravet til troverdighet i kvalitativ forskning (Mehmetoglu, 2004).

En av disse strategiene er triangulering. Denzin (1989, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) foreslår fire typer triangulering: metode-, data-, forsker- og teoritriangulering. Mehmetoglu (2004) skriver at å kombinere disse i datainnsamlingen i samme studie vil bidra til å øke resultatenes troverdighet. Av disse har vi helt eller delvis benyttet tre typer triangulering i vår oppgave. Metodetriangulering kan ifølge Grønmo (2016, s. 68) «bidra til å styrke tilliten til både metodene og resultatene i en bestemt studie». Som metoder har vi gjennomført intervjuer, benyttet dokumentdata og i tillegg hentet inn data fra Forsvarets

systemer. Dataene fra dokumentdata er tatt med inn i intervjuene, og all data er sammenlignet som en del av analysearbeidet. I følge Mehmetoglu (2004) handler datatriangulering om å benytte data fra flere kilder i forskningen. Vi har benyttet både primær- og sekundærdata i forskningen vår; primærdata er hentet inn gjennom intervjuer, og sekundærdata er hentet inn som dokumentdata og datasett fra Forsvarets systemer. Ettersom vi har vært to forskere om denne oppgaven kan vi si, til en viss grad, å ha gjennomført forskertriangulering. Begrensningen ligger imidlertid i at forskerne, på papiret, kan oppfattes som ganske like; begge forskerne er kvinner, er i samme aldersgruppe og har lignende logistikerfaring fra Forsvaret. Likevel har det vært en styrke for oss i forskningsarbeidet å kunne spille på hverandres ulike erfaringer, idéer og ferdigheter, og vi mener at dette har vært med på å styrke forskningen vår. Forskernes opplevelse er at triangulering har vært en gjennomgående del av forskningsarbeidet, og således er med på å styrke forskningens troverdighet.

Som en annen strategi foreslår Lincoln & Guba (1985, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) å diskutere forskningen med fagpersoner som ikke er direkte involvert i forskningsarbeidet. Vi har aktivt benyttet et flertall kollegaer med annen erfaring enn oss selv innenfor logistikkjeneste i Forsvaret som sparringspartnere. Vi har diskutert forskningen, dens strategier og funn, og de har bidratt med nye perspektiver, viktig erfaring og tanker omkring tematikken. Vi har erfart at det er fort gjort å se seg blind på egen forskning, denne sparringen har dermed vært svært nyttig og verdiskapende i forskningsprosessen. Grønmo (2016) beskriver dette som *kommunikativ validitet*.

Lincoln og Guba (1985, gjengitt i Mehmetoglu, 2004) fremmer den viktigste strategien i troverdighetsanalysen som å vise rådata og/eller bearbejdede data til de som dataene er hentet fra, i den hensikt å gi de mulighet til å uttale seg om hvordan dataene blir tolket eller presentert. Grønmo (2016) kaller dette *aktørvalidering* og Mehmetoglu (2004) omtaler dette som «medlemssjekk»-teknikken. Aktørvalidering er imidlertid et aspekt vi ikke i så stor grad som ønskelig har lyktes med. Blant annet presenterte vi den grafiske sammenstillingen av etterspørselshistorikk og faktisk forbruk for respondenten som forsynte oss med datasettet; vedkommende studerte grafene, men ikke hvorvidt dataenes presentasjon var representativ. Dette var ikke av manglende vilje, men et resultat av tid tilgjengelig for å understøtte vår forskning, hvilket dessverre har vært gjennomgående for mange av våre respondenter. For å begrense effekten av redusert aktørvalidering, har vi

hatt løpende dialog med flere av våre respondenter og øvrige fagpersoner for å sikre at vår forståelse og tolkning av uttalelser og øvrig data faktisk er forankret i virkeligheten. Som et ledd i å unngå misforståelser underveis i datainnhenting har det vært nyttig også å være to intervjuere til stede på intervjuer. Dette har vært viktig både under intervjuer, ved å stille kontroll- og oppfølgingsspørsmål, og i etterarbeidet, for å sikre at vi har korrekt og felles forståelse av datagrunnlaget.

En tredje strategi består i å søke etter negative caser (Lincoln & Guba, 1985, gjengitt i Mehmetoglu, 2004). Dette innebærer å revurdere egen forståelse gjennom hele prosessen, ved å se etter indikasjoner på at andre utfall eller forklaringer gjeldende. Bruk av intervjuer har her vært verdifullt, og har latt oss utforske uventede og nye vinklinger der de har dukket opp. Relatert til analysen av datasettet fra Forsvarets systemer hadde vi forventninger om at sammenstillingen av datasettet ville gi oss både positive og negative caser, imidlertid var trenden relativt jevn i vår analyse. Her må vi naturligvis stille spørsmål ved om utvalget og antallet materialnummer er en begrensende faktor, og hvorvidt dette ville vært annerledes hadde vi sett på materialer med høyere etterspørsel. Dette ville imidlertid ikke endre det faktum at Forsvarets reservedeler har svært ulik etterspørsel, og at benyttet metode for etterspørselsprognostisering må ta høyde for alle etterspørselskarakteristikker.

Lincoln og Guba (1985, gjengitt i Johannessen et al., 2010) foreslår også at å bli godt kjent med felten vil øke troverdigheten i forskningen, i den hensikt å kunne identifisere hvilken informasjon som er relevant og ikke. I vårt tilfelle kan vi dermed argumentere at vår tilknytning til Forsvaret og således vår nærhet til fenomenet er en av styrkene i vår forskning. Vi er godt kjent med konteksten fenomenet studeres i og dette har gjort oss bedre i stand til blant annet å gjenkjenne informasjon relevant for egen forskning. Dette er med på å øke troverdigheten i forskningen vår. Imidlertid må vi trekke frem at deler av fenomenet er tuftet på svært tekniske løsninger med høy detaljoppløsning og høye brukerkrav. Vi har lagt en stor innsats i å bli kjent med disse tekniske løsningene, men det kan likevel være aspekter vi ikke fullt har forstått eller til og med kan ha misforstått. Videre har det vist seg komplisert å trekke åpenbare skiller innenfor et fenomen der alt later til å henge sammen. Eksempelvis har det vært krevende å skulle trekke ut kun etterspørselsprognoser fra reservedelslogistikken, når det henger så tett sammen med reservedelsoptimalisering for øvrig.

Selv om tematikken vi har tatt for oss har vist seg mer komplisert enn forventet, og vi har også observert, i vår interaksjon med flere respondenter, at virkeligheten som presenteres er formet av øynene som ser den, har dette til gjengjeld bidratt til å skape et nyansert bilde av virkeligheten. Dette er momenter som må sies å ha vært med på å styrke troverdigheten i studien vår.

#### **4.4.2 FORSKNINGENS OVERFØRBARHET (EKSTERN VALIDITET)**

Et av kvalitetskriteriene i kvantitative studier, ekstern validitet, handler om hvorvidt forskningens konklusjoner også kan gjelde andre kontekster, og er et aspekt av generaliseringsprinsippet (Mehmetoglu, 2004). Kvalitativ forskning opererer med formålstjenlige og små utvalg, hvilket kan vanskeliggjøre generalisering utover det utvalget og fenomenet som er gjenstand for forskningen. Kvalitativ forskning generelt, og vår forskning spesielt, har ikke til hensikt å generalisere, imidlertid beskrives begrepet *overførbarhet* som den kvalitative forskningens ekvivalent til ekstern validitet. Overførbarhet som kvalitetsaspekt har til hensikt å vurdere hvorvidt forskningens resultater er overførbare til lignende kontekster. Dette inkluderer hvorvidt man lykkes i å etablere fortolkninger, forklaringer, beskrivelser og begreper som kan ha nytteverdi utover det området som studeres (Johannessen et al., 2010). For at fremtidige forskere kan vurdere vår forsknings overførbarhet til andre kontekster har vi gått inn for å gi en fyldig beskrivelse av casen som studeres, herunder involverte underenheter i analyseenheten og dens datasystemer.

#### **4.4.3 FORSKNINGENS PÅLITELIGHET (RELIABILITET)**

Reliabilitet er basert på den forutsetning om at forskjellige kvantitative forskere vil komme frem til samme resultat basert på det samme datasettet (Mehmetoglu, 2004). Johannessen et al. (2010) er av den oppfatning at det vil være vanskelig for forskere å kopiere kvalitativ forskning. Dette er knyttet til at forskeren bruker seg selv som instrument i forskningen, og ettersom ingen forskere er like kan man ikke anta at man vil tolke samme datasett på lik måte (Johannessen et al., 2010). Derimot kan kvalitative studiers pålitelighet vurderes i om hvorvidt studiens konklusjoner er konsistente og kan reproduseres (Mehmetoglu, 2004). Johannessen et al. (2010) mener at forskeren kan styrke forskningens pålitelighet ved å presentere leseren for en inngående beskrivelse av konteksten og en detaljert og åpen beskrivelse av fremgangsmåten som er brukt i forskningen. Forskningens troverdighet og pålitelighet har ligget til grunn når vi i forskningsrapporten har presentert en fyldig

casebeskrivelse og en detaljert beskrivelse av hvordan vi har gått frem i alle ledd av forskningsprosessen, herunder har lagt ved respektive intervjuguider. Pålitelighet er også en sentral årsak til at vi, senere i kapittelet, vil presentere leseren for forskernes bakgrunn. Slik kan leseren følge forskernes motivasjon, bakgrunn og standpunkt, i tillegg til metodene og prosessene som har ledet frem til forskningens konklusjoner.

#### **4.4.4 FORSKNINGENS BEKREFTBARHET (OBJEKTIVITET)**

Bekreftbarhet tilsvarende den kvantitative forskningens objektivitetskriterium, og har til hensikt å vurdere hvorvidt funnene er et resultat av forskningen og ikke forskerens subjektive holdninger (Johannessen et al., 2010). Johannessen et al. (2010) skriver at det er viktig at forskeren vektlegger å presentere alle beslutninger som er tatt gjennom forskningsprosessen. Det beskrives også at det er et vesentlig aspekt å være selvkritisk til hvordan egen forskning er gjennomført, og presentere egne fordommer som kan være med på å påvirke tilnærmingen til forskningen (Johannessen et al., 2010), dette kommer vi ytterligere inn på senere i kapittelet. Mehmetoglu (2004) beskriver den tidligere omtalte aktørvalideringen som et tiltak for også å undersøke forskningens bekreftbarhet, der man inviterer respondentene til å vurdere forskernes fortolkninger. Også hva angår forskningens bekreftbarhet har det hatt stor verdi for oss å sparre med kollegaer i andre stillinger innenfor logistikdomenet i Forsvaret.

#### **4.5 FORSKERENS ETISKE OG JURIDISKE ANSVAR**

Vi har gjort oss kjent med og søkt å etterleve *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi* i alle faser av forskningen (Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora, 2016). I følge Nerdrum (1998, gjengitt i Johannessen et al., 2010) kan disse retningslinjene sammenfattes i tre hensyn som en forsker må reflektere over: (1) informantens rett til selvbestemmelse, (2) forskerens plikt til å respektere informantens privatliv, og (3) forskerens ansvar for å unngå skade.

*Informantens rett til selvbestemmelse* (1) innebærer å ha sikret informert og uttrykt samtykke til å delta i undersøkelse. For vår del er dette uttrykt og innhentet i forkant av intervjuene, og er også kvalitetssikret i oppstarten av intervjuene. Samtykke var for oss en todelt sak, hvor vi ikke bare var avhengig av individuelt samtykke til den som deltar i intervjuet, men også samtykke fra involvert organisasjon. Vi var avhengig av godkjenning



fra samtlige involverte driftsenheter og av tillatelse fra FHS til å bruke Forsvaret til forskningsformål.

*Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv* (2) tar for seg konfidensialitet og anonymisering av respondentene, slik at de ikke skal kunne identifiseres. Analyseenheten er relativt liten og utsagn kan få konsekvenser for den som ytrer dem, noe som understreker viktigheten av å ivareta fortrolighet for våre respondenter. Dette har vi videre ivaretatt gjennom blant annet å håndtere lydopptak forsvarlig, og slette dem umiddelbart etter gjennomført transkribering. Hensynet til respondenten og dens anonymitet har stått høyt hos oss gjennom hele forskningen, og av den grunn er transkriberingene heller ikke vedlagt oppgaven.

*Forskerens ansvar for å unngå skade* (3) gjør seg gyldig for vår del først og fremst i måten vi håndterer informasjon på. Som ansatte i Forsvaret, og med Forsvaret som analyseenhet, måtte vi være årvåkne på hvilken informasjon vi håndterte. Vi har hele tiden hatt til hensikt å skrive en ugradert oppgave, men som forsvarsansatte i møtet med våre respondenter har vi ikke kunnet ta for gitt at informasjonen vi mottok var ugradert. Det har vært svært viktig at vi var dette bevisst og at vi i utførelsen sikret at gradert informasjon ble håndtert i samsvar med sikkerhetslovens (2016) kapittel 4. Anonymiseringen av system X ble gjort for å sikre at forskningsoppgaven vår ikke ville resultere i en gradert forskningsrapport. Det er en kjensgjerning at summen av ugradert informasjon ikke nødvendigvis fortsatt er ugradert. Dette ville også medført at vi ville vært avhengig av å gjøre det meste av forskningsarbeidet på et gradert datasystem, noe som ville komplisert og potensielt begrenset forskningen betraktelig.

De etiske retningslinjene har vært med i møte med våre respondenter. Det har vært viktig både i utviklingen av intervjuguider, men også under intervjuet, der det har vært viktig å sikre at respondenten er informert om intensjon med oppgaven og de omkringliggende rammene, og ikke minst at de føler seg trygg på eget personvern.

Basert på at forskningen er kun presenterer anonymt datamateriale og på ingen måte tar for seg personopplysninger eller annen personidentifiserende informasjon, er oppgaven ikke meldt til Norsk senter for forskningsdata (NSD).

Forskningsoppgaven er uavhengig, og det understrekes at forskerne har eneansvar for forskningsoppgaven, herunder alle vurderinger, slutninger og anvendte metoder.

## **4.6 REFLEKSJON OVER ROLLEN SOM FORSKER OG EGET STÅSTED**

Dette underkapittelet har til hensikt å presentere forskernes bakgrunn, for å gi leseren et innsyn i hvilket ståsted forskerne har gjennomført forskningen fra. Ettersom vi har studert organisasjonen vi er ansatt i har vi også sett behovet for å vurdere hvordan dette påvirker forskningen.

### **4.6.1 FORSKERNES BAKGRUNN**

Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem forskerens rolle som et fjerde aspekt av etiske retningslinjer som forskeren må forholde seg til i møte med sine informanter. De vektlegger hvordan forskerens integritet og rolle som person er avgjørende for flere aspekter av kvaliteten i forskningen, og presiserer videre hvordan betydningen av forskerens integritet øker i et intervju-scenarior (Kvale og Brinkmann, 2015). Også Postholm (2010) poengterer i sin bok at i kvalitativ forskning er forskeren det viktigste forskningsinstrumentet. Dette skyldes at forskere har med seg en forforståelse inn i forskningen, som kan være med på å farge måten forskeren leser dataene sine på. Dette innebærer at forskerens subjektive standpunkt og erfaringsbakgrunn må fremgå, slik at det er tydelig hvilket standpunkt forskeren har gjort forskningen sin fra. Under presenteres derfor forskerne, deres bakgrunn og erfaring med denne forskningsrapportens tematikk.

Denne studien er gjennomført som masteroppgave ved studiet Erfaringsbasert master i logistikk, og er gjennomført som deltidsstudium ved Høgskolen i Molde. Begge forskerne er fulltidsansatt i Forsvaret, og har Bachelor i militære studier innenfor ledelse, med fordypning i logistikk og ressursstyring. Dette studiet ble gjennomført ved Sjøkrigsskolen i perioden 2009 til 2012. Forskerne har til sammen 24 år i Forsvaret, hvorav hovedvekten av erfaringen er innenfor logistikkfaget, både fra tjeneste i Norge og i internasjonale operasjoner. Under oppgavens gjennomføringstid har forskerne jobbet i logistikkstillinger på bataljonsnivå i henholdsvis Hans Majestet Kongens Garde i Oslo og i Telemark Bataljon på Rena.

Forskernes erfaring innenfor tematikken er gjennom rollen som kunder ved Forsvarets logistikkorganisasjon og Hærens verksteder. Dette har vært i anledning ansettelsesforhold i logistikkstillinger både på kompani- og bataljonsnivå i avdelinger i Hæren, og gjelder erfaringer både fra tjeneste i Norge og fra internasjonale operasjoner. Problematikken omkring og opplevelsen av manglende reservedelsbeholdninger er selverfart gjennom flere

år. Problemstillingen med manglende reservedeler har lenge vært og er fortsatt et frustrasjonsmoment for Hærens kampavdelinger. Forskernes forståelse har vært at FLO ikke har vært i stand til å stille med de nødvendige reservedeler for å ivareta materielltilgjengelighet på deler av Hærens kjøretøypark.

Forskerne har reflektert over egen rolle i forskningen og omkring vår forforståelse, og har forsøkt å være denne bevisst gjennom alle faser i forskningen. Likevel, i en metode som baserer seg på intervjuer og kvalitativ tolkning av data har forskeren en stor rolle i fortolkningen av data, og forskerens bakgrunn og erfaring vil kunne påvirke resultatet. Med dette til grunn er det vanskelig å argumentere for at forskeren alltid vil være fullstendig objektiv i forskningen.

#### **4.6.2 Å STUDERE EGEN ORGANISASJON**

Jacobsen (2016) beskriver flere fordeler og ulemper knyttet til å studere egen organisasjon. Selv om Forsvaret som organisasjon er stor og forskerne studerer organisasjoner i Forsvaret som ikke er direkte tilknyttet egen arbeidsplass, er det viktig å være oppmerksom på potensielle fallgruver. Forskerne er ansatt i logistikkstillinger i Hæren og har direkte eller indirekte møtt utfordringer knyttet til reservedelsmangler. Forskeren må derfor, til en hver tid, være bevisst på faren for å bli en part i egen forskning. Generelt må forskeren vokte seg for ikke å bli fanget av egen forventning om virkeligheten, men derimot være åpen for ny informasjon som kan belyse fenomenet, selv om den ikke står i overensstemmelse med egne forventninger.

I møtet med respondentene kan det å være en del av samme organisasjon blant annet skape en større grad av nærhet mellom forsker og intervjuobjekt, hvilket er en fordel i kvalitative studier. Det er også en klar fordel at forskeren kjenner sjargongen og kan relatere seg til det å jobbe i Forsvaret, slik at man sparer tid på selvfølgeligheter og unngår potensielle kulturelle forhold som kan skape misforståelser. En annen fordel som kan trekkes frem er at ettersom respondenten kjenner forskerne som militært ansatte kan vedkommende i større grad snakke fritt, og dermed slipper å frykte lekkning av sikkerhetsgradert informasjon til utenforstående. Creswell (1998, gjengitt i Postholm, 2010) hevder derimot at kjennskap til forskningsfeltet kan være med på å redusere verdien av forskerens observasjoner. Nærheten kan dermed også være en ulempe og man kan ende opp med å måle noe forskeren selv har skapt gjennom måten man kommuniseres og formulerer spørsmål i et intervju. Som forsker må man også være bevisst at det kan være en utfordring å

opprettholde profesjonell avstand når man kommer fra samme organisasjon og kultur, og således i større grad kan identifisere seg med respondentene enn om forskerne var eksterne.

## **5 PRESENTASJON OG DRØFTING AV FUNN**

Dette kapittelet presenterer og drøfter de empiriske funnene som er gjort, og betydningen av dem i relasjon til oppgavens forskningsspørsmål og problemstilling. Funnene presenteres i fem respektive underkapitler. Disse omfatter henholdsvis funn knyttet til sammenhengen mellom nedetid og mangel på reservedeler i Forsvaret, funn relatert til FLOs styringssystem og interne prosedyrebeskrivelser for vedlikehold og etterspørselsprognostisering, funn tilknyttet den praktiske prosessen for datagenerering og etterspørselsprognostisering i Forsvaret, og funn tilknyttet metoden for generering og prosessering av data i lys av anerkjente prinsipper for etterspørselsprognostisering og relevante datakvalitetsdimensjoner. Hvert av underkapitlene har således til hensikt å besvare respektive forskningsspørsmål suksessivt. Underkapittel 6 sammenfatter og oppsummerer analysen, og søker å besvare den overordnede problemstillingen for oppgaven, altså hvorvidt Forsvaret evner å generere og prosessere nødvendige data av tilstrekkelig kvalitet for presis etterspørselsprognostisering av reservedeler.

### **5.1 STATUS PÅ MATERIELL I HÆREN – MANGLER DET RESERVEDELER?**

I den hensikt å rasjonalisere oppgavens fokus og underbygge relevansen i problemstillingen var det sentralt å påvise reell årsakssammenheng mellom nedetid og mangel på reservedeler. I så henseende var det nødvendig å avgjøre hvorvidt det finnes historikk på nedetid på individuelle systemer, og om det er mulig å knytte manglende reservedeler som årsak til (forlenget) nedetid for disse.

#### **5.1.1 OPERATIV TILGJENGELIGHET, SYSTEMEFFEKTIVITET OG RESERVEDELER**

Alt vedlikehold skal dokumenteres i såkalte arbeidsordrer i SAP. Arbeidsordrene er FLOs elektroniske dokumentasjon på pågående og gjennomført vedlikehold, som blant annet omfatter eventuelle reservedelsbehov. I henhold til Respondent 8 (FLO VEDL) har SAP en rapportfunksjonalitet som viser gjennomførte ettersyn (preventivt vedlikehold) og reparasjoner (korrektivt vedlikehold) med tidsforbruk (MDT), basert på data fra arbeidsordrene. Rapporten gir ulike visninger avhengig av søkekriterier, og gjør det mulig å regne på operativ tilgjengelighet i form av forholdet mellom den tiden systemer er operative (MTBM) og den totale operasjonstiden (MTBM + MDT). Man kan også ta ut rapporter som viser etterspørsel av reservedeler (såkalt deleforbruk) for alt registrert

vedlikehold. Det er således mulig å knytte reservedelsbehov til gjennomført/pågående vedlikehold for respektive materiellsystemer.

For å synliggjøre *tilgjengelighet* på reservedeler (eller mangel på sådan) har SAP en funksjonalitet som genererer såkalte mangelrapporter. Dette er rapporter som blant annet viser om det er en kobling mellom et materialbehov og en forsyningsartikkel i systemet, eller sagt på en annen måte; hvorvidt reservedelsbehovene kan dekkes av lokalt forsyningslager. Dersom det ikke foreligger beholdning på lokalt lager vises dette med et rødt lys i et felt i visningen som heter ”mangelstatus”. Dette trenger imidlertid ikke bety at det mangler reservedeler i hele Forsvaret, men ettersom FLO FORS utarbeider etterspørselsprognoser for hvert MRP-område<sup>50</sup> respektivt vil alle røde lys i alle tilfeller representere en sammenheng mellom nedetid og mangel på reservedeler for respektive forsyningslagre. For verkstedene kan slike rapporter kun tas ut for respektive arbeidsordrer, mens FLO FORS har en egen funksjon for uttak av rapporter som viser alle åpne (udekkede) behov.

I forlengelsen av dette finnes det en forhåndsdefinert kode i arbeidsordren: ”MATL”, som indikerer faktisk delemangel. Det er ingen automatikk i at arbeidsordren gis denne statusen ved manglende beholdning på lokalt driftslager, og den må derfor velges for gjeldende arbeidsordre manuelt. Selv om denne koden kan gi svært verdifull informasjon i et reservedelslogistisk perspektiv, er det ulik praksis ved verkstedene i Forsvaret når det kommer til den praktiske bruken av den. Respondent 5 (OPSSTØ) melder på sin side at koden brukes aktivt ved vedkommendes seksjon, mens Respondent 4 (OPSSTØ) vedgår at de *ikke* har vært flinke til å bruke den. Ettersom koden ikke brukes konsekvent gir den heller ingen merverdi hva gjelder muligheten til å søke opp åpne arbeidsordrer som ikke kan lukkes som følge av mangel på reservedeler, eksempelvis for analyseformål. I den hensikt å synliggjøre *mangel* på reservedeler som *årsak til* forlenget nedetid, er man således tilbake til mangelrapportene, og analyse av mangelstatusen i disse.

Per 3. oktober 2018 viser en oversikt hentet ut fra FLO FORS omlag 2700 åpne arbeidsordrer i Forsvaret med reservedelsbehov som ikke har blitt dekket som følge av manglende beholdning på lokalt driftslager. Antallet omfatter alle åpne arbeidsordrer med behovsdato for respektive deler frem til og med uttrekksdato (3. oktober 2018) innenfor

---

<sup>50</sup> MRP: Material Requirements Planning. I Forsvaret representerer et MRP-område en organisatorisk enhet for forsyningsplanlegging, og utgjør forsyningstilordning for respektive verksteder/driftslagre i Forsvaret.

både land-, sjø-, luft- og felleskapasiteter, med unntak av enkelte arbeidsordrer tilknyttet ikke-representative kategorier (i oppgavesammenheng), herunder håndvåpen, ammunisjon, avdelingsutrustning, sanitetsforbruk, personlig og flygerutrustning, samt olje- og smøremidler. Av disse er omlag 700 arbeidsordre tilknyttet den overordnede systemkategorien system X er tilordnet. Dette beviser således at det foreligger årsakssammenheng mellom forlenget nedetid for Forsvarets materiellsystemer og mangel på reservedeler.

Hva angår dokumentasjon av *historisk* manglende beholdning gir både mangelrapporter og MATL-koden svært tidsbegrenset informasjon. Alle etterspørsler etter reservedeler dokumenteres initialt som såkalte reservasjoner med et eget unikt reservasjonsnummer i arbeidsordren, men dette nummeret overskrives av et materialdokumentnummer så snart reservedelene blir levert. Selv om datoene opprettholdes slettes dermed informasjonen om et eventuelt udekket behov, og med denne; informasjonen om kausale sammenhenger mellom nedetid og mangel på reservedeler i fortiden. Informasjonen representert ved mangelrapportene og MATL-koden er således ferskvare, som kun kan synliggjøre relevante forhold og kausale sammenhenger i sanntid. Selv om det i prinsippet skal være mulig å ta ut en lagerbeholdningsoversikt i SAP på en hvilken som helst dato vil heller ikke denne kunne gi et tilstrekkelig presist bilde på historisk tilgjengelighet på respektive reservedeler, eller mangel på sådan, da kvaliteten på dataene har blitt, og fortsatt til dels er, ansett å være for dårlig. Dette underbygges både av Respondent 2 (FLO FORS) og McKinseys rapport vedrørende modernisering og effektivisering av stabs-, støtte- og forvaltningsfunksjoner i forsvarssektoren (McKinsey, 2015).

På tross av manglende muligheter til å kvantitativt påvise historisk årsakssammenheng mellom nedetid og mangel på reservedeler, fremholder nøkkelpersonell i FLO mangel på reservedeler som et betydelig problem som bidrar til forlenget nedetid. Respondent 3 (OPSSTØ) beskriver mangelen på reservedeler som ”det største problemet vi har”; som omfatter så vel nyere som eldre, samt både prioriterte<sup>51</sup> og ikke-prioriterte, systemer. I flere tilfeller står vognene i flere måneder som følge av delemangel, herunder mangel på såkalte slidedeler som erfaringsmessig må skiftes med jevne mellomrom. Det finnes sågar eksempler på individer som har stått over et år av samme årsak. Sistnevnte utgjør riktignok unntakstilfeller, men representerer like fullt en potensielt betydelig operativ utfordring gitt

---

<sup>51</sup> I Hæren omfatter prioriterte systemer fem spesifiserte kampsystemer.

Forsvarets, og Hærens, relativt sett begrensede materiellpark, spesielt hva angår kritiske systemer.

I følge Respondent 4 (OPSSTØ) knyttes delemangel i all hovedsak til korrektivt vedlikehold, da vedlikeholdsplanene for det preventive ettersynet gjør det mulig å bestille opp typiske servicedeler på forhånd. Unntak har imidlertid forekommet. Dette underbygges av Respondent 5 (OPSSTØ), men synes å ha mer å gjøre med vedlikeholdsplanlegging og lagernivåsetting, enn etterspørselsprognostisering. Dette samsvarer med teorien om at det er delebehovet knyttet til det uforutsette korrektive vedlikeholdet som må/skal prognostiseres, og som representerer det mest utfordrende aspektet ved systemunderstøttelse.

### **5.1.2 DELKONKLUSJON**

Med ovenstående funn lagt til grunn foreligger det klare bevis på den påståtte sammenhengen mellom nedetid og mangel på reservedeler, til tross for at ikke alle relevante funksjonaliteter i SAP nyttes konsekvent til å synliggjøre denne. Selv om kvantitative data kun kan underbygge en slik sammenheng i sanntid, viser erfaringsbaserte bekreftelser fra nøkkelpersonell i FLO/OPSSTØ at det også historisk sett har foreligget en slik årsakssammenheng. Det kan således konkluderes med at forlenget nedetid i mange tilfeller kan årsaksforklares med manglende reservedeler. Dette medfører nødvendigvis redusert operativ tilgjengelighet for gjeldende materiellsystemer.

Fra et effektiviseringsperspektiv er det imidlertid problematisk både at man ikke i tilstrekkelig grad nytter tilgjengelige funksjoner i SAP til å gi et så entydig sanntidsbilde som mulig av mangel på deler som årsak til nedetid, og det faktum at nåværende funksjonalitet/konfigurasjon ikke genererer sporbar og etterprøvbar historikk for denne sammenhengen. Dette gjør det nødvendigvis svært vanskelig å måle den faktiske effekten av manglende reservedeler på operativ tilgjengelighet på respektive materielltyper og individer. Som en følge av begrensede muligheter for å dokumentere og isolere signifikante tidsdrivere og mulige årsaker til disse, blir det også betydelig mer krevende å utarbeide og iverksette målrettede tiltak for å redusere LDT og øke den operative tilgjengeligheten.



## 5.2 ER ETTERSPOØRSELSPROGNOSENE RIKTIGE?

Med faktisk årsakssammenheng mellom nedetid og mangel på reservedeler lagt til grunn, var det videre nødvendig å avklare i hvilket omfang det utarbeides og foreligger etterspørselsprognoser for respektive reservedeler, og hvorvidt disse samsvarer med reell etterspørsel. Dette som utgangspunkt for en mer målrettet analyse av potensielt utslagsgivende forhold knyttet til generering og prosessering av etterspørselsdata.

### 5.2.1 SAMMENLIGNING AV PROGNOSE OG REELL ETTERSPOØRSEL

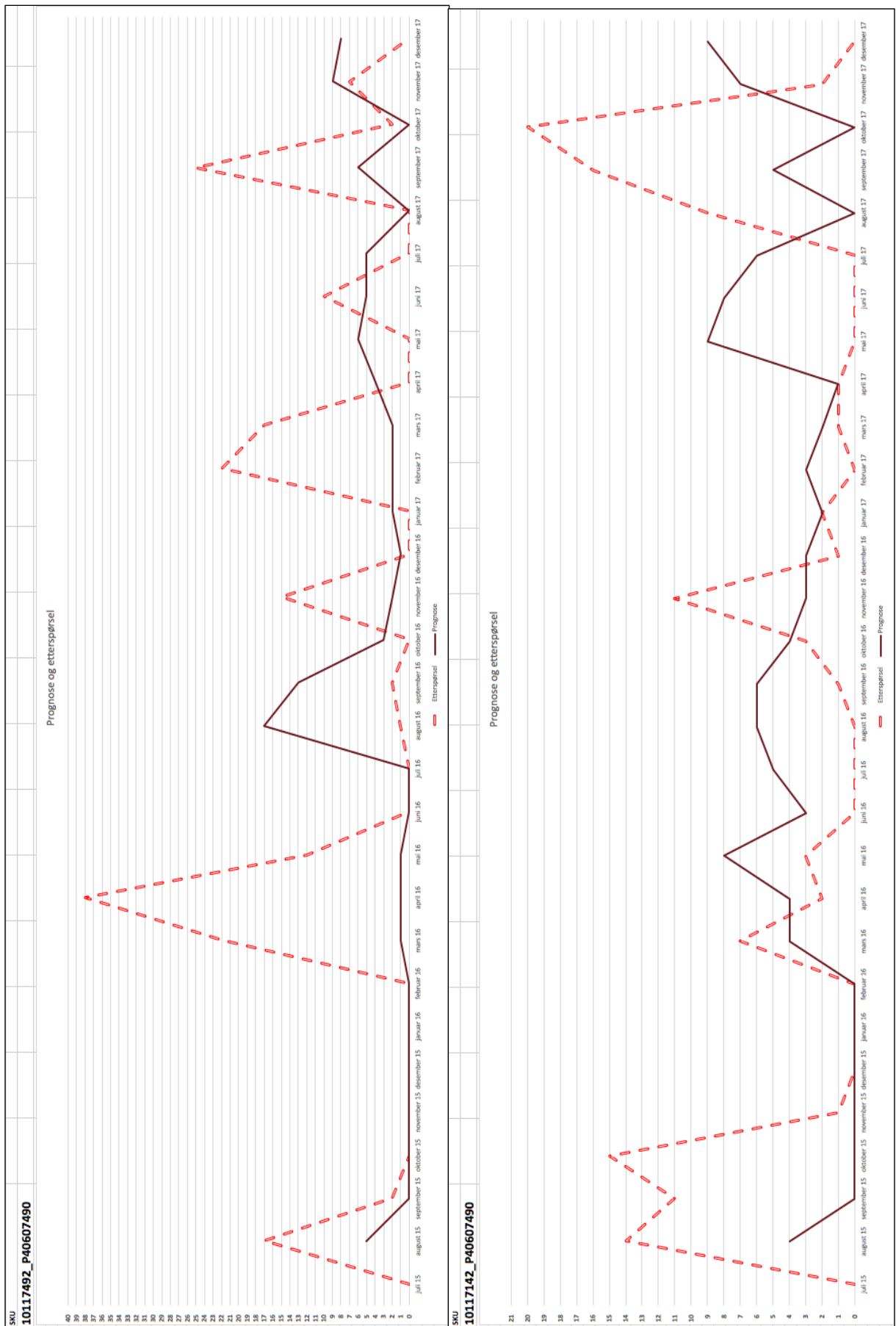
I følge Respondent 1 (FLO FORS) omfatter Forsvarets materiellsystemer totalt ca. 126 000 forbruks- og reservedeler, fordelt på 37 tekniske driftslagre. Synchron utarbeider etterspørselsprognoser og forslag til lagerbeholdninger for 232 000 *stock keeping units* (SKU)<sup>52</sup> respektivt. Alle prognosene utarbeidet av Synchron kan gjendrives for respektive SKU.

Figurene på de neste sidene viser en grafisk fremstilling av prognoser (heltrukket svart linje) og reell etterspørsel (stiplet rød linje) for tre ulike typer av reservedeler tilhørende system X, herunder seks individuelle SKUer. Hver figur viser den enkelte reservedel representert ved to SKU respektivt. X-aksen viser tid målt i måneder, fra juli 2015 – desember 2017. Y-aksen viser antallet SKU, representert ved én enhet per punkt på aksene<sup>53</sup>.

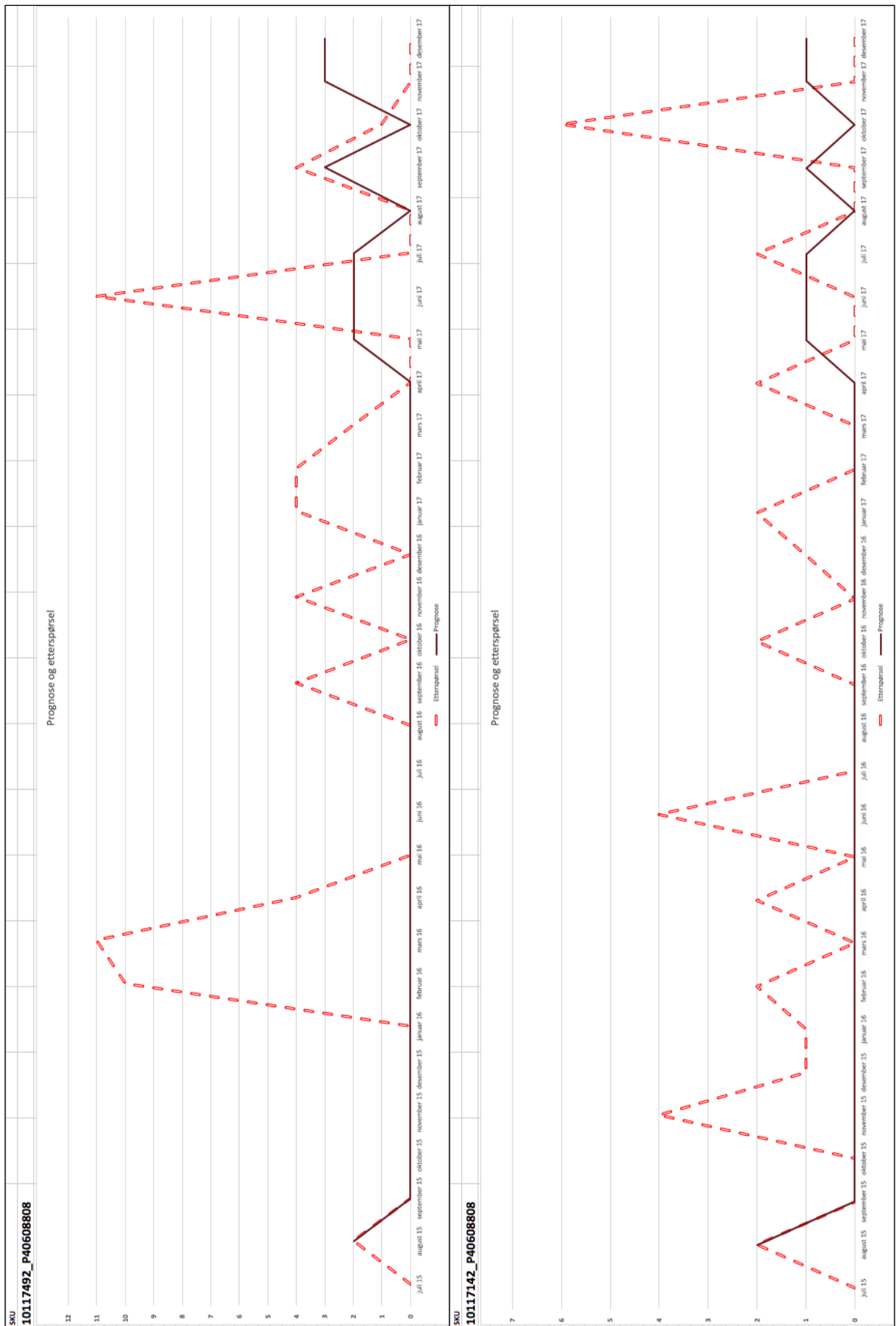
---

<sup>52</sup> SKU er satt sammen av henholdsvis MRP-område og materialnummer bestående av åtte siffer.

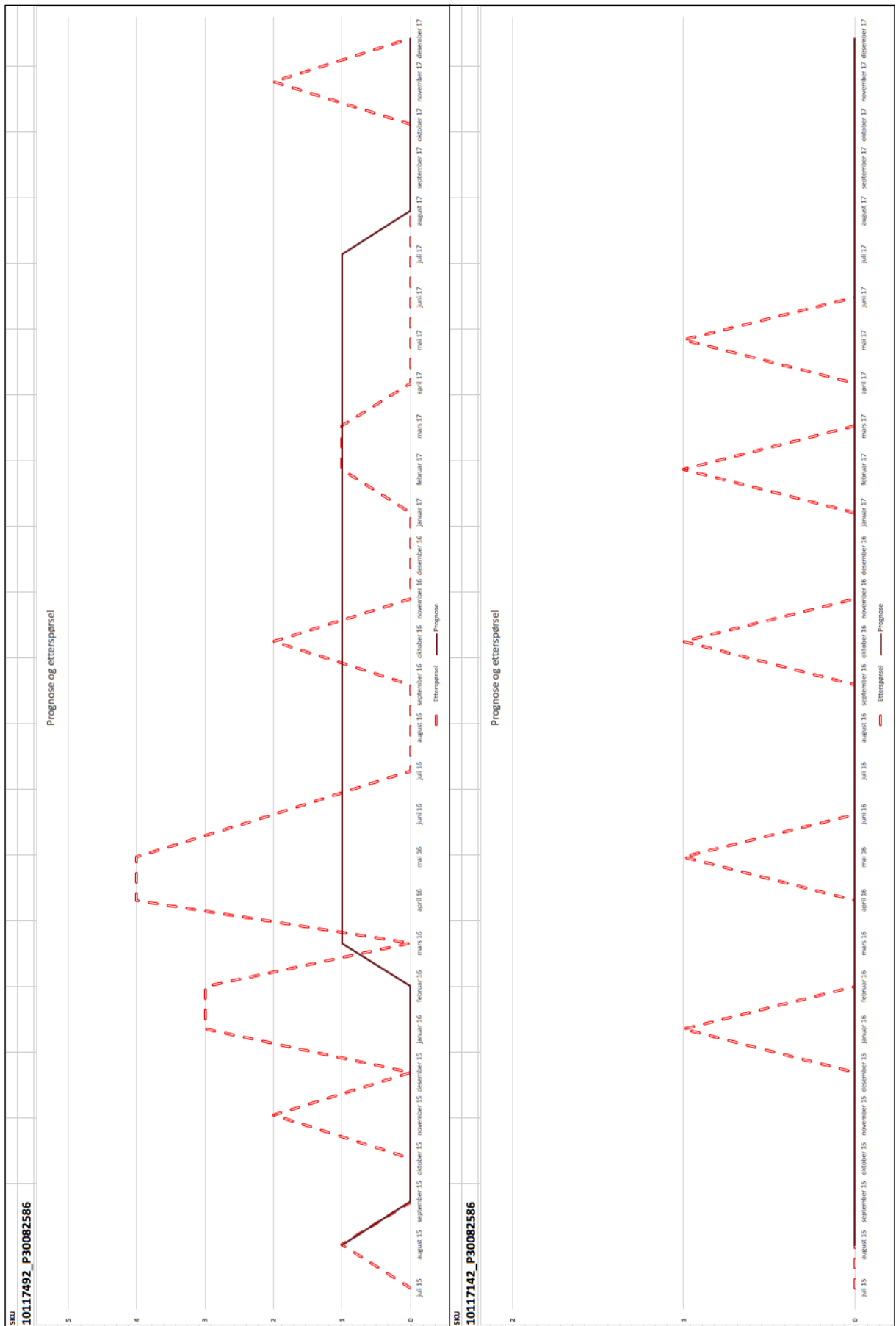
<sup>53</sup> Se kapittel 4 for redegjørelse for uttrekk og analyse av data som grunnlag for sammenligning.



Figur 5-1 Samsvar mellom prognoser og faktisk etterspørsel for reserverdel 40607490: SKU 10117492\_P40607490 og 10117142\_P40607490



Figur 5-2 Samsvar mellom prognoser og faktisk etterspørsel for reservedel 40608808: SKU 10117492\_P40608808 og 10117142\_P40608808



Figur 5-3 Samsvar mellom prognoser og faktisk etterspørsel for reservedel 40608808: SKU 10117492\_P30082586 og 10117142\_P30082586

Som grafene viser foreligger det til dels betydelige avvik mellom prognoser og etterspørsel. Selv om grafene kun viser et utvalg SKU for én enkelt plattform, er det nærliggende å forutsette at disse prognoserresultatene er representative for måten FLO gjennomfører etterspørselsprognostisering på, herunder dataforvaltning. Dette ettersom grafene er utarbeidet på bakgrunn av datauttrekk basert på den samme metoden for generering og prosessering av etterspørselsdata som analyseres og drøftes senere i dette kapittelet, og således må antas å være gjenstand for de samme påviste og sannsynlige avvikene relatert til datakvalitet. Det er dermed naturlig å tro at funnene er overførbare også til andre plattformer og materiellsystemer både i Hæren og Forsvaret for øvrig, og ikke kun et resultat av dimensjonerende enkelthendelser relatert utelukkende til system X. Det synes derfor rimelig å forutsette til dels store prognoseavvik generelt i Forsvaret.

I tillegg til de tradisjonelle diskrete klassifiseringskategoriene *erratic* og *lumpy*, opererer Synchron med *new*, *dying/non-moving*, *obsolete*, *fast/slow mover* og *positive/negative trend*. En analyse av etterspørselsfordelingen for 56 717 materialtyper gjennomført av FLO FORS i 2012, viser en desidert overvekt av karakteristikkene *slow mover* (39 %), *dying* (20 %) og *lumpy* (19 %), og deretter et betydelig innslag av *fast mover* (10 %) og *obsolete* (7 %). Til slutt følger *erratic* (3 %) og *trendy* (1 %) <sup>54</sup>. I følge Respondent 1 (FLO FORS) er det naturlig å anta at en analyse av alle Forsvarets reservedeler (som det utarbeides prognoser for <sup>55</sup>) ville gitt en ikke helt ulik prosentvis fordeling. Gitt dette har Forsvaret en prosentvis høy andel av reservedeler med etterspørselsfordelinger som i henhold til teorien kan gi upresise prognoser med til dels store standardavvik, ettersom det er vanskelig å definere karakteristikk og trender for reservedeler som ofte har svært lavt og ujevnt forbruk. Dette har ikke nødvendigvis noe med lav datakvalitet å gjøre, men kan skyldes at materiellparken i Forsvaret rett og slett ikke er stor nok til å generere etterspørsel med karakteristikk som muliggjør presise prognoser.

Synchron definerer karakteristikkene automatisk basert på den dokumenterte etterspørselen. Selv om det var nærliggende å tro at reservedelene ble klassifisert med bakgrunn i hele etterspørselsperioden, viser analyse av etterspørselsdataene at dette ikke er tilfellet, og at klassifiseringen oppdateres i forbindelse med hver nye prognose (månedlig). I følge Respondent 1 (FLO FORS) begrenses disse oppdateringene av en innebygget funksjon i

---

<sup>54</sup> Karakteristikken ”new” er ikke omtalt, og det er uvisst om denne alene omfatter de gjenværende 4 %.

<sup>55</sup> Med unntak av reservedeler omfattet av eventuelle PBL-avtaler (performance based logistics).

Syncron, en såkalt *trend suppressor*, som legger til grunn for oppdatering av klassifisering at det skal foreligge et mer varig mønster før foregående klassifisering endres. Ved rekategorisering av etterspørselen vil nødvendigvis beregningsmodellen endres, som igjen avleder nye prognoser. Gitt at det ikke foreligger tilstrekkelig gode modeller for presis prognostisering av reservedeler med lav og ujevn etterspørsel, kan en slik kontinuerlig oppdatering av karakteristikkene medføre til dels store avvik i måneder med lav etterspørsel, sammenlignet med om hele perioden hadde blitt sett under ett. Forsvarets relativt sett lille materiellpark og hyppig endrede etterspørselskarakteristikker kan således i seg selv argumenteres for å være en, i stor grad, medvirkende årsak til avvikene som fremkommer i Figur 5-1 – 5-3.

Som den prosentvise fordelingen viser har Forsvaret likevel en rekke reservedeler med tidvis betydelig høyere etterspørsel. I henhold til teorien skal det i prinsippet være enklere å prognostisere for reservedeler med karakteristikk avledet av slike fordelinger. Det var derfor naturlig å anta at SKU'er med høyere etterspørsel ville vise prognoser med større presisjon når sammenlignet med faktisk etterspørsel, enn prognosene for SKU'er med øvrige etterspørselskarakteristikk. Dette er likevel ikke tilfelle for eksempelvis SKU 10117492\_P40607490 og 10117142\_P40607490 i Figur 5-1. Riktignok har heller ikke disse tilstrekkelig høy etterspørsel til entydig å kunne klassifiseres som *smooth* eller *fast*, men de har likefullt betydelig høyere etterspørsel enn øvrige SKU. Ettersom analyseresultatene slik sett ikke samsvarer med akademisk etablerte sannheter for prognostisering (høyere/jevne etterspørsel gir høyere prognosepresisjon), og god datakvalitet i henhold til teorien er en forutsetning for presise prognoser, kan det ovenstående tyde på at manglende presisjon ikke utlukkende skyldes omkringliggende forhold som vanskeliggjør prognostiseringen. Dette underbygger antagelsen om at manglende kvalitet på grunnlagsdataene for prognosene kan være en medvirkende årsak.

## 5.2.2 DELKONKLUSJON

Som det ovenstående viser utarbeides det etterspørselsprognoser for alle typer reservedeler i Forsvaret<sup>56</sup>. Alle prognosene utarbeidet i Syncron er sporbare for ettertiden og kan gjendrikes for respektive SKU. I henhold til Figur 5-1 – 5-3 foreligger det til dels betydelige avvik mellom prognoser og etterspørsel for system X. Det kan riktignok være

---

<sup>56</sup> Med unntak av reservedeler tilhørende enkelte systemer omfattet av PBL-avtaler (*performance based logistics*)

flere årsaker til dette, blant annet det faktum at reservedeler med (svært) lav og ujevn etterspørsel er vanskelig å prognostisere for. Ettersom det også er avvik mellom prognoser og etterspørsel for SKU'er med etterspørselsfordelinger det i henhold til teorien skal være enklere å prognostisere for, synes dette imidlertid å underbygge hypotesen om at upresise prognoser kan årsaksforklares med utilstrekkelig kvalitet på etterspørselsdataene. Dersom man videre legger til grunn antagelsen om at avvikene er overførbare også til andre materiellsystemer i Forsvaret, og således representerer svakheter ved metoden for dokumentasjon og prosessering av data heller enn særskilte forhold kun gjeldende for system X, rasjonaliserer dette oppgavens fokus ytterligere.

Gitt oppgavens tidsmessige begrensninger er det ikke gjennomført noen inngående analyse av nøyaktig hvilke forhold som har eller kan ha resultert i ovenstående avvik respektivt, da dette impliserer en svært tidkrevende manuell prosess. Videre drøfting vil derfor på generelt grunnlag ta for seg alle identifiserte forhold relatert til metoden for generering og prosessering av data som, i lys av anerkjente prinsipper for etterspørselsprognostisering og relevante datakvalitetsdimensjoner, med rimelighet kan antas å i større eller mindre grad innvirke på presisjonen i etterspørselsprognosene, herunder prognosene for reservedeler tilhørende system X.

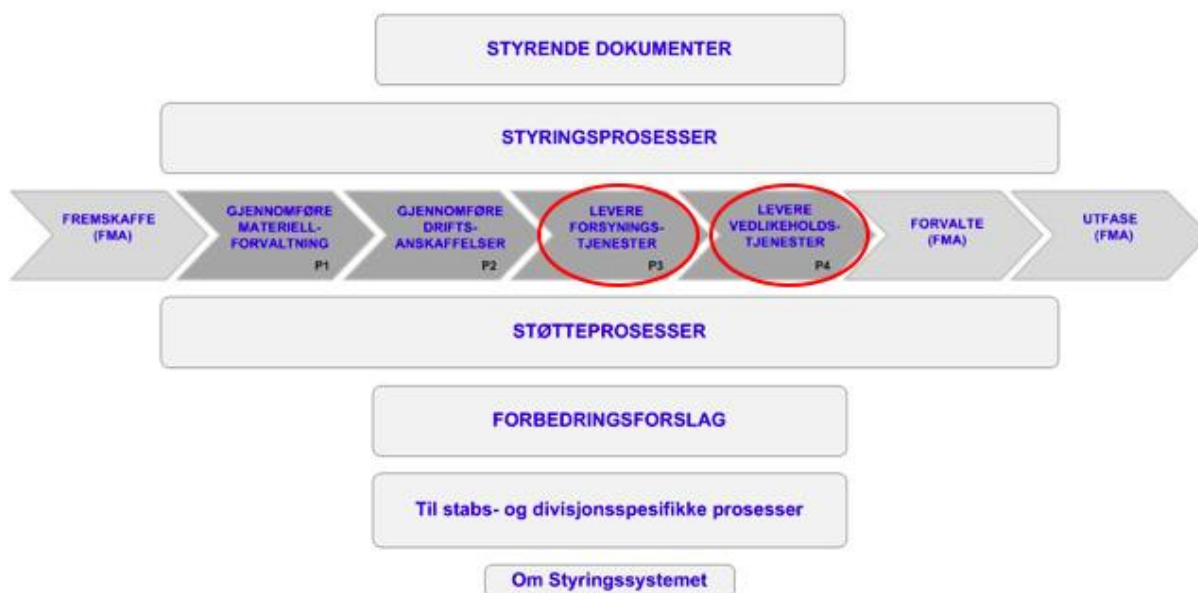
## **5.3 FORSVARETS TILNÆRMING TIL ETTERSPORSLESPROGNOSTISERING**

Hva angår et komplekst tema som etterspørselsprognostisering kan det argumenteres for at et definert rammeverk av styrende dokumenter og detaljerte prosedyrebeskrivelser bør ligge til grunn for en metodisk og korrekt prosesstiltærming, i den hensikt å sette premissene for presis etterspørselsprognostisering. Det var i så henseende naturlig å se nærmere på styringssystemet til FLO, som fagmyndighet innenfor logistikk og det utøvende logistikkelementet i Forsvaret.

### **5.3.1 FLOS STYRINGSSYSTEM**

FLO har utviklet et eget styringssystem som regulerer den praktiske logistikkvirksomheten i Forsvaret (Forsvarets intranett, 2017). Styringssystemet omfatter en hierarkisk og suksessiv oppbygning og beskrivelse av henholdsvis dokumenter og prosesser relatert til fremskaffelse, understøttelse, forvaltning og avhending av materiell. FLOs interaktive løsning på Forsvarets intranett er konstruert i dybden, som gjør det mulig å gå inn på respektive elementer og underelementer, og på den måten navigere gjennom de ulike

dokumentene og prosessbeskrivelsene. Hver prosessbeskrivelse er konstruert som prosesskart tilknyttet relevante styrende dokumenter, alt i den hensikt å etablere og visualisere en struktur for det som ellers kan virke som en uoversiktlig sammenstilling av omfattende og komplekse parallelle, sekvensielle og iterative prosesser. Figur 5-4 viser en overordnet fremstilling av styringssystemet:



Figur 5-4 Forsvarets Logistikkorganisasjons styringssystem (Forsvarets intranett, 2017)

I styringssystemet er det prosessbeskrivelsene P3 – *Levere forsyningstjenester*, og P4 – *Levere vedlikeholdstjenester* som innbefatter etterspørselsprognostisering<sup>57</sup>.

### P3 – Leverer forsyningstjenester

Prosess P3 – *Leverer forsyningstjenester* er beskrevet i et eget prosesskart. I dette er underpunkt P3.1 – *Utføre etterspørsels- og forsyningsplanlegging* det mest relevante for denne oppgaven. Her er det beskrevet hvordan etterspørselsprognoser skal utarbeides (P3.1.1), med utgangspunkt i to suksessive delprosesser; *Koordinere innmelding av fremtidige behov med kunde* og *Prognostisere etterspørsel*. Viktige inndata til disse er blant annet informasjon om historisk forbruk, masterdata og vedlikeholdsbehov.

I prosesskartet for P3.1.1 står det at man skal ”prognostisere etterspørsel”. Som for andre delprosesser i respektive prosesskart er det imidlertid ikke utarbeidet noen trinnvis oversikt over *hvordan* etterspørselsprognostisering skal gjennomføres. Det er derfor nødvendig å se til FLO-FOR-PRO-265 – *Utarbeide etterspørselsprognoser – Teknisk materiell*, for en mer

<sup>57</sup> Prosessbeskrivelsene er vedlagt oppgaven, se vedlegg C.



detaljert prosedyrebeskrivelse. Det viser seg imidlertid at denne prosedyren i all hovedsak beskriver hvordan FLO FORS Materiellstyringsavdelingen (MSA) skal arbeide med etterspørselsprognoser der ”endringer i fremtidig aktivitetsnivå gjør at lagernivåer<sup>58</sup> basert på historisk forbruk ikke vil ivareta estimert fremtidig forbruk”. Om selve prognostiseringen heter det at denne ”vil bestå i å estimere fremtidig forbruk i en gitt periode, basert på informasjonen man sitter på i tillegg til historisk forbruk”, og videre at etterspørselsplanlegger ved beregning av forventet forbruk ”kan analysere tidligere hendelser av samme type og skalere ut fra dette.” Prosedyrebeskrivelsen sier imidlertid ingenting om hvordan etterspørselsprognostisering skal gjennomføres i *utgangspunktet* som grunnlag for nevnte skalering for kommende dimensjonerende aktivitet, verken med hensyn til hvilke spesifikke inndataparametere som er nødvendige, eller hvordan dataene skal genereres og prosesseres for å muliggjøre etterspørselsprognostisering.

#### **P4 – Leverer vedlikeholdstjenester**

Leveranse av vedlikeholdstjenester er beskrevet i prosesskart P4. Dette beskriver utførelsen av vedlikeholdet og til dels bruken av arbeidsordre. Prosessbeskrivelsen for P4 gir imidlertid i seg selv ikke et tilstrekkelig grunnlag for å evaluere hvorvidt arbeidsordreformatet og bruken av det muliggjør generering av de nødvendige dataene for presis etterspørselsprognostisering. Det foreligger heller ingen dedikert prosedyrebeskrivelse for opprettelse og behandling av arbeidsordre i FLOs styringssystem, som sikrer at alle nødvendige data for etterspørselsprognostisering blir dokumentert, og at de blir dokumentert på riktig måte. Det er således vanskelig å avgjøre, basert på prosesskartet og prosedyrebeskrivelsen alene, *hvordan* reservedelsbehov skal dokumenteres som utgangspunkt for presise prognoser.

Basert på gjennomførte intervjuer synes det rimelig klart at styringssystemet i all hovedsak etterleves, både i FLO VEDL og FLO FORS. Dette henger trolig sammen med at seksjonene selv har skrevet prosedyrebeskrivelsene som omhandler vedlikehold og etterforsyning, basert på den praktiske utførelsen av respektive prosesser. Nettopp det praktiske tilsnittet i prosedyrebeskrivelsene gjør dem høyst relevante, men samtidig tilsynelatende også upresise og suboptimale – i alle fall hva angår etterspørselsprognostisering. *Upresise* i den forstand at de ikke er tilstrekkelig detaljerte til

---

<sup>58</sup> Lagernivåer er styringsdata som fastsetter hvilke beholdningsmengder FLO bør ha på lager og som sørger for initiering av reanskaffelse. Lagernivåer kan fastsettes manuelt ut ifra erfaring/skjønn, og automatisk basert på historikk (FLO, XX)

å fange alle stegene i prosessen, eksempelvis hvordan etterspørsel etter reservedeler skal dokumenteres korrekt, eller hvordan etterspørselsprognostiseringen i seg selv skal gjennomføres. Dette kan skyldes at enkelte delprosesser er så godt innarbeidet at de enten er glemt omtalt, eller oppleves irrelevante å beskrive ytterligere, sammenlignet med mer spesielle forhold som avviker fra en opplevd normaltilstand eller grunnleggende prosedyrer for øvrig. *Suboptimale* på den måten at de beskriver isolerte prosedyrer, men ikke i tilstrekkelig grad kommuniserer *sammenhengen* mellom interrelaterte prosesser, eksempelvis hvordan etterspørselsdata skal genereres og prosesseres av FLO VEDL som utgangspunkt for presis etterspørselsprognostisering gjennomført av FLO FORS. Denne sammenhengen synes spesielt viktig i et prognoseperspektiv, ettersom det er vedlikeholdsaktiviteter som genererer forbrukshistorikken som legges til grunn for etterspørselsprognosene, som igjen danner grunnlaget for lagernivåene verkstedene er avhengige av for å kunne gjennomføre vedlikehold. Sagt på en annen måte kan manglende presisering av, og forståelse for, eksempelvis hvordan etterspørselsdata skal genereres og prosesseres få konsekvenser for FLOs evne til utarbeide presise etterspørselsprognoser. Riktignok har FLO VEDL og FLO FORS respektivt ansvar for utarbeidelsen av prosesskart og prosedyrebeskrivelser innenfor hvert sitt domene, men ettersom vedlikehold og etterforsyning er tett integrerte prosesser som sterkt innvirker på hverandre bør relevante sammenhenger synliggjøres ikke bare i prosesskartene, men også i prosedyrebeskrivelsene.

Gitt til dels mangelfulle prosedyrebeskrivelser, innenfor både vedlikehold og etterspørselsprognostisering, var det naturlig å anta at disse suppleres av relevante og spesifikke kurs, i den hensikt å sikre at den *praktiske* utførelsen likevel blir riktig. I følge Respondent 1 (FLO FORS) foreligger det imidlertid ingen kurs verken for personellet som jobber i Synchron, eller for etterspørsels- og forsyningsplanleggerne i FLO FORS for øvrig. Riktignok ble det utarbeidet kurs i forbindelse med innføringen av FIF 3.0, men disse ble opplevd å være så utilstrekkelige at de ikke kunne brukes. Dette henger høyst sannsynlig sammen med at SAP og Synchron er to separate systemer, der Synchron ikke omfattes av FIF-løsningen. Verkstedpersonell på sin side gis kurs gjennomført av i regi av Forsvarets kompetansesenter for logistikk (FKL)<sup>59</sup>, som er basert blant annet på kursprogrammer og leksjoner utarbeidet som en del av prosjektene som står bak FIF, i tillegg til internt utviklede kurs. Utover dette er det internopplæring som, i tillegg til

---

<sup>59</sup> Forsvarets kompetansesenter for logistikk (FKL): avdeling underlagt FLO.

prosedyrebeskrivelsene, skal ivareta tilstrekkelig kompetanse innenfor respektive domener og arbeidsoppgaver. Kurspakkene fra FKL innebefatter en rekke leksjoner som tar for seg blant annet opprettelse og behandling av arbeidsordre, samt lagernivåsetting, men tilsynelatende fortsatt uten den nødvendige *integrasjonen* mellom vedlikehold og forsyning, og den nødvendige synliggjøringen av relevante sammenhenger og forholdet mellom årsak og virkning. Det ovenstående forholdet understøttes av Respondent 3 (OPSSTØ), som uttaler at:

”samspillet og samordningen av disse prosessene er dårlig. Og det bar det jo veldig preg av når vi innførte FIF 3.0 også, at det er ikke tenkt helt på helheten og samvirket mellom vedlikehold og forsyning. Og det bar jo hele innføringsløpet preg av, at det var ingen som koordinerte hvordan dette skulle virke sammen.”

Det samme forholdet omtales av McKinsey (2015), som peker på ”mangelfullt samarbeid mellom FLO Divisjon for Forsyning og Vedlikehold om planlegging av behov, styring av lagerbeholdning og bestilling av reservedeler” som en årsak til det de omtaler som ”ineffektiv logistikkjede for reservedeler med lav tilgjengelighet og/eller lange leveransetider”.

I tillegg til å øke sannsynligheten for dårlige inndata til prognosearbeidet, gir mangelfulle (del-)prosessbeskrivelser en svært uheldig avhengighet til det personellet som innehar kompetansen i dag. Hva angår kunnskap om bruk av Synchron i Forsvaret er dette begrenset til kun tre personer. I en situasjon der disse av ulike årsaker ikke lenger kan ivareta kontinuiteten innen prognosearbeidet vil nytt personell i liten grad være i stand til å overta basert på eksisterende grunnlagsdokumenter, i alle fall ikke uten en betydelig opplærings- og overgangsfase. Dette underbygger viktigheten av utførlige prosedyrebeskrivelser innenfor både dokumentasjon av reservedelsbehov og etterspørselsprognostisering, og en tydelig forbindelse mellom prosedyrebeskrivelser og relaterte interne leksjoner, som grunnlag for presise prognoser og beslutningsgrunnlag.

### **5.3.2 DELKONKLUSJON**

FLO har gjennom eget styringssystem forsøkt å beskrive hvordan både vedlikehold og etterspørselsprognostisering skal utføres i praksis, både gjennom dedikerte prosedyrebeskrivelser og supplerende enkeltleksjoner. Selv om det skal understrekes at enkeltseksjoner og -individer har nedlagt et betydelig arbeid i dette, forekommer

prosedyrebeskrivelsene og leksjonene likefullt noe upresise og ufullstendige med hensyn til hvordan dokumentasjon av etterspørsel og etterspørselsprognostisering skal gjennomføres i et helhetlig perspektiv, fra reservedelsbehovet oppstår til prognosen er utarbeidet. I tillegg synes det å mangle den nødvendige integrasjonen mellom vedlikehold og forsyning, gitt avdelingenes høyst interrelaterte og gjensidig avhengige prosesser. Dette trenger imidlertid ikke bety at prognosene faktisk blir feil, forutsatt at den etablerte *praksisen* knyttet til vedlikehold og etterspørselsprognostisering er hensiktsmessig og korrekt utført. Dette vil drøftes videre i det følgende. Det må likefullt antas at utførlige prosedyrebeskrivelser, samt tett integrasjon mellom avdelingene, vil øke sannsynligheten for presis prognostisering av reservedelsbehov, gjennom å legge forholdene til rette for en metodisk og strukturert tilnærming til respektive delprosesser i en helhetlig kontekst. I tillegg til å gi nåværende personell økte forutsetninger, vil det også kunne bidra til at nytt personell raskere vil kunne erverve nødvendig kompetanse.

## **5.4 FORELIGGER NØDVENDIGE DATA FOR ETTERSPORSLESPROGNOSTISERING?**

I den hensikt å avgjøre på hvilket datagrunnlag Forsvaret utarbeider etterspørselsprognoser var det nødvendig å avklare den overordnede prosessen relatert til innhenting av data og valg av inndataparametere som grunnlag for valg av prognosemodell.

### **5.4.1 INNHENTING AV DATA**

For systemer i drift, herunder system X, skal det i utgangspunktet foreligge relevante og kvantifiserbare vedlikeholds- og etterspørselsdata. Alt vedlikehold som FLO og OPSSTØ gjennomfører dokumenteres som nevnt i arbeidsordrer i SAP. Arbeidsordre er en standardisert elektronisk beskrivelse av vedlikeholdsaktiviteter (preventive og korrektive), og skal opprettes og behandles for hvert enkelt vedlikehold for respektive systemer/individer. Arbeidsordrene skal tilordnes informasjon om blant annet arbeidsstasjon, som beskriver hvor vedlikeholdet gjennomføres, samt detaljer om alt planlagt/utført arbeid, forbruks- og reservedelsbehov, estimert tid, og start- og sluttdatoer, og representerer sporbar dokumentasjonen på alt utført og pågående vedlikehold. Det er således arbeidsordren som i praksis genererer dataene som er nødvendig for å kunne gjennomføre etterspørselsprognostisering, og den er dermed svært viktig. Dette favoriserer bruk av kvantitative metoder for etterspørselsprognostisering, og skal i prinsippet redusere behovet for kvalitativ prognostisering basert på erfaring og/eller intuisjon. Som teorien

viser er de fleste kvantitative metoder enten pålitelighetsbasert, eller tar utgangspunkt i kausale data eller tidsseriedata. Pålitelighetsfaktorer som eksempelvis feilrate og MTBF/MTTF nyttes i Forsvaret primært i forbindelse med anskaffelsesprosjekter, i den hensikt å etablere initialbeholdning av reservedeler for respektive systemer for to år fra driftssetting.<sup>60</sup> Dette er hovedsakelig data fra produsent/leverandør, utledet fra ulike simuleringer under gitte forutsetninger, som muliggjør dimensjonering av vedlikeholds- og støttestrukturen, og opplegg nettopp for reservedeler før systemet settes i drift. Selv om pålitelighetsfaktorene i *driftsfasen* av et systems levetid kan utledes fra dokumentasjon på gjennomført vedlikehold, brukes ikke disse parameterne aktivt i prognosesammenheng i Forsvaret. Dette til tross for at disse kunne muliggjort estimering også av fremtidig behov for reservedeler. For Forsvarets systemer i operasjonsfasen baserer imidlertid prognosene seg direkte på etterspørselshistorikk. Selv om det i prinsippet er etterspørsel etter reservedeler forbundet med det korrektive vedlikeholdet som skal prognostiseres, og det i all hovedsak skilles mellom korrektivt og preventivt vedlikehold i arbeidsordrene gjennom ulike koder, legges etterspørselsdata forbundet med *både* korrektivt og preventivt vedlikehold til grunn for etterspørselsprognosene i Synchron. Dataene representerer reservedelsbehov observert sekvensielt over tid, som i henhold til teorien er definert som *tidsseriedata*.

#### **5.4.2 VALG AV INNDATAPARAMETERE OG KLASSIFISERING AV RESERVEDELER**

Som nevnt i teorikapittelet er klassifisering av reservedeler basert på etterspørselskarakteristikker en vanlig metode for valg av matematiske beregningsmodeller for etterspørselsprognoser. Dette gjelder også for Synchron. Etterspørselsdataene omfatter *materialnummer*, *kvantum*, *tidspunkt for etterspørsel* og *MRP-område*, som når sammenstilt gir blant annet etterspørselsfrekvens og –mengde for respektive SKU. Etterspørselsdataene, samt masterdata i form av pris og ledetid for respektive variabler, overføres fra SAP via en uavhengig database til Synchron månedlig. Det gjøres alltid for 36 måneder tilbake i tid, i den hensikt å fange historiske karakteristikker og trender. I Synchron vil etterspørselsfrekvens og –mengde avlede ADI og CV. Basert på disse parameterne klassifiserer Synchron reservedelene automatisk med hensyn til respektive etterspørselskarakteristikker.

---

<sup>60</sup> Initialbeholdninger beregnes av OPUS10 (Logistic Support and Spares Optimisation; EDB-verktøy/programvare).

### 5.4.3 VALG AV MODELL FOR ETTERSSPØRSELSPROGNOSTISERING

Etterspørselskarakteristikkene legges så til grunn for valg og bruk av de mest hensiktsmessige modellene for prognostisering og lagernivåberegninger i Synchron. Modellene er basert på akademisk anerkjente matematiske prinsipper og beregningsmetoder, og antas dermed å representere *best practice* også for Forsvaret. Det er imidlertid utenfor oppgavens omfang å analysere modellene og deres applikasjon. Utfallet av prosessen i Synchron er forslag til lagernivåsetting, med deloutput i form av blant annet etterspørselsprognoser, bestillingspunkt og -mengde, samt sikkerhetslager, for 13 måneder frem i tid. Ettersom forslaget til nivåsetting skal analyseres og eventuelt overprøves av forsyningsplanleggere i form av såkalte overrides<sup>61</sup>, og eventuelle endringer ikke vil behandles av Synchron før ved neste månedlige kjøring, vil prognosene til enhver tid regnes som "effektive" først påfølgende måned. I praksis representerer denne prosedyren en kontinuerlig prosess av oppdateringer, der den mest oppdaterte og antatt riktigste prognosen og lagernivåsettingen for en 13-måneders periode, er den fra foregående måned.

### 5.4.4 DELKONKLUSJON

Basert på gjennomgang av den praktiske prosessen knyttet til datagenerering, -prosessering og etterspørselsprognostisering, samt analyse av etterspørselsdata for system X, synes det rimelig å konkludere med at Forsvarets metode, samt arbeidsordreformattet, prinsipielt muliggjør generering og prosessering av de *riktige* inndataparameterne, altså *materialnummer, kvantum, tidspunkt for etterspørsel* og *MRP-område*, som utgangspunkt for etterspørselsprognostisering basert på tidsseriemetodikken. Dette gir således en foreløpig konklusjon på første del av oppgavens problemstilling: hvorvidt Forsvaret evner å generere og prosessere de *nødvendige* dataene for etterspørselsprognostisering.

## 5.5 HVA SÅ MED DATAKVALITETEN?

Som teorien viser foreligger det en rekke dimensjoner av datakvalitet. Disse omfatter dataene i seg selv, deres egenskaper og tilstand – både alene og satt i sammenheng. Til sammen dekker dimensjonene alle relevante aspekter knyttet til den faktiske bruken av dataene, eller sagt på en annen måte: dataene i et *fitness for use*-perspektiv, med utgangspunkt i hva man til enhver tid ønsker å bruke dataene til i den til enhver tid

---

<sup>61</sup> Overstyring av foreslåtte lagernivåer fra Synchron, med hensyn til lagerleggingsstrategi (lagerlegge/ikke lagerlegge), bestillingspunkt og –mengde (FLO, 2018)

gjeldende kontekst. Gitt det akademisk anerkjente faktum at nøyaktigheten i enhver etterspørselsprognose avhenger av dataene som legges til grunn, er det således essensielt at etterspørselsdataene ikke bare er av riktig type, men også av tilstrekkelig *kvalitet* – gjennom hele data-/informasjonsverdikjeden.

I det følgende vil prosedyren relatert til generering og prosessering av etterspørselsdata analyseres og drøftes i lys av anerkjente prinsipper for etterspørselsprognostisering og relevante datakvalitetsdimensjoner – i hele kjeden fra reservedelsbehovet oppstår og til etterspørselsprognosene foreligger.

### **5.5.1 DET HAR OPPSTÅTT BEHOV FOR REPARASJON – HVA NÅ?**

Selv om en oppstått systemfeil kan sies å generere en umiddelbar etterspørsel etter reservedeler, vil vedlikeholdet som medfører utskiftning av ødelagte deler av naturlige og administrative årsaker aldri kunne gjennomføres med én gang. Det er derfor helt urealistisk, i prognosesammenheng, å sette tidspunktet for oppstått feil som etterspørselstidspunktet som legges til grunn for prognosene. I Forsvarets modell for etterspørselsprognostisering er det derfor tidspunktet for når FLO/OPSSTØ *trenger* reservedelene i forbindelse med vedlikehold, som representerer det *reelle* etterspørselstidspunktet som dokumenteres i arbeidsordren, og dermed inngår i etterspørselshistorikken. Ettersom det er i arbeidsordren at etterspørselen dokumenteres første gang, kan man i prinsippet si at det er her dataflyten i et verdikjedeperspektiv starter. I praksis medfører dette at det ikke foreligger tilgjengelige etterspørselsdata til prognoseformål før arbeidsordren er opprettet og utført, til tross for at feilen kan ha oppstått betydelig tidligere. Det er dette som er utgangspunktet for analyse og drøfting av datakvalitet i denne oppgaven.

Det kan imidlertid argumenteres for at tidligere tilgjengeliggjøring av etterspørselsdata ville vært hensiktsmessig i prognosesammenheng, under den rimelige forutsetning at dess tidligere FLO/OPSSTØ får kunnskap om systemfeil som medfører behov for reservedeler, dess tidligere vil de kunne iverksette nødvendig vedlikehold. Selv om denne kunnskapen ikke ville medført noen endring i måten FLO/OPSSTØ dokumenterer etterspørsel på, gitt gjeldende prosedyre for dokumentasjon av reservedelsbehov, ville det likevel hatt betydning for etterspørselsprognosene. I de tilfellene der lang ALDT medfører at det i perioder er en viss prosentandel av de samme materielle typene som konstant står til vedlikehold, vil den totale etterspørselen etter reservedeler i det samme tidsrommet

påvirkes. Dette fordi det i prinsippet kun er operativt materiell i drift som genererer etterspørsel. Forlenget nedetid som følge av administrative eller logistiske forhold som omfatter de samme materiellsystemene, må derfor antas å gi ikke-representative og derigjennom upresise prognoser over tid for flere typer av reservedeler, under forutsetning av at etterspørselen etter reservedeler øker i takt med antallet driftstimer. Forlenget nedetid, og derigjennom redusert etterspørsel etter reservedeler, kan dermed i verste fall medføre nedbygging av lagerbeholdningene. Dette lagt til grunn vil det derfor være hensiktsmessig også å vurdere prosessen knyttet til registrering av *oppståtte feil* i lys av relevante datakvalitetsdimensjoner. Det vil imidlertid ikke gjøres utfyllende i det følgende, gitt oppgavens fokus og avgrensninger. Det skal likevel understrekes at det gjennom prosessanalyse og intervjuer er identifisert forhold relatert til metoden for å melde inn, fange opp og registrere feil i såkalte vedlikeholdsrapporter som utgangspunkt for opprettelse av arbeidsordre og dokumentasjon av reservedelsbehov, som medfører forringelse av datakvaliteten med hensyn til samtlige av de tidligere omtalte datakvalitetsdimensjonene. Konsekvensen av dette er at det ofte tar uforholdsmessig lang tid fra feilen oppstår og til arbeidsordren opprettes (som grunnlag for etterspørselsprognosene), som medfører at materiell kan, og i mange tilfeller vil, være utilgjengelig lenger enn nødvendig i påvente av nødvendig vedlikehold.

### **5.5.2 DOKUMENTASJON AV RESERVEDELSBEHOV**

Arbeidsordrer opprettes så snart aktuelle systemfeil er registrert, og vedlikeholdsrapportene er opprettet og behandlet av OPSSTØ/FLO. Arbeidsordre for planlagt ettersyn (preventivt) etableres i utgangspunktet for flere måneder frem i tid, mens arbeidsordre for korrektivt vedlikehold opprettes fortløpende etter at feilen er oppdaget av eller gjort kjent for verkstedet. Arbeidsordre skal opprettes og alle delebehov registreres *uavhengig av* om delen(e) er tilgjengelig eller ikke på tidspunktet for etterspørsel. Kvalitetsmessig korrekt dokumentasjon av reservedelsbehov, og derigjennom fullstendig etterspørselshistorikk, innebærer at *enhver etterspørsel* etter *respektive reservedeler* må dokumenteres korrekt, presist og feilfritt, og gjengi de faktiske verdiene de representerer på en utvetydig måte, altså: riktig *materialnummer*, *kvantum* og *tidspunkt* for når behovet oppstod. Dette avleder som nevnt etterspørselsfrekvens (ADI) og –mengde (CV), for respektive reservedeler. Ettersom FLO prognostiserer for samtlige driftslagre respektivt er det i tillegg behov for knytning av reservedelsbehov til respektive MRP-områder. Ovenstående data vil i prinsippet, når dokumentert og sammenstilt, sikre det nødvendige datagrunnlaget for



etterspørselsprognosene, og derigjennom skape de nødvendige forutsetningene for tilgjengelighet på reservedeler.

### ***Dokumentasjon av typer reservedeler***

Effektiv behandling og effektivering av et reservedelsbehov i SAP forutsetter for det første at reservedelene er kodifisert. Dette innebærer at hver reservedel er gitt et eget materialnummer, som utgangspunkt for forsyning gjennom FLOs forsyningssystem og opplegg av reservedelsbeholdninger. Tidligere representerte manglende kodifisering et til dels betydelig problem, som også er omtalt i McKinseys rapport (2015). Dette fordi etterspørsel etter reservedeler med manglende materialnummer må dokumenteres i form av fritekst, som representerer et dataformat som SAP ikke er konfigurert for å håndtere automatisk. Basert på tilbakemeldinger fra Respondent 1 (FLO FORS) og 3 (OPSSTØ) er dette opplevd å ikke være en stor utfordring for system X, som et helmilitært system brukt av mange nasjoner. Respondent 3 påpeker imidlertid at dette fortsatt er en ”gjenganger” for enkelte andre materielltyper, og at det er ”en utfordring at man stadig får nye behov [for reservedeler] som ikke er kodifisert”. Dette medfører at det må opprettes såkalte kodifiseringsanmodninger mot Forsvarsmateriell (FMA), som kan være tidkrevende å få behandlet. Manglende kodifisering kan skyldes ”at man skal spare noen kroner i å la være å kodifisere hele bredden”, eller outsourcing av vedlikeholdet for enkelte materielltyper gjennom eksempelvis PBL-avtaler. Så lenge materiell omfattet av denne typen avtaler kun brukes hjemme i Norge vil manglende kodifisering ikke utgjøre noe problem. Utfordringene oppstår imidlertid når militært materiell besluttes brukt i internasjonale operasjoner, der slike vedlikeholdsavtaler ikke lenger gjelder og man er avhengig av feltlagerbeholdninger<sup>62</sup>. Da vil det kreve et arbeid å få alle aktuelle artikler kodifisert, som igjen kan medføre at det tar tid fra behov identifiseres og til reservedelene foreligger. For disse artiklene foreligger det heller ikke lett tilgjengelig etterspørselshistorikk å basere etterspørselsprognoser og beregninger av feltlagre på. Man kan også oppleve tilfeller av manglende kodifisering i forbindelse med innfasing av nye systemer, der FMA ikke har rukket å kodifisere alle artikler før materialet tas i bruk. I alle tilfeller kan forholdet knyttes til *representasjonskvalitet*, gjennom *konsistensdimensjonen*. Dette fordi dokumentasjon av etterspørsel etter ulike typer av reservedeler gjennom bruk av både

---

<sup>62</sup> Feltlager: Et fremskutt forsyningslager som ikke driftes av FLO-personell, men av avdelinger som er ute og opererer, enten på øvelse eller på operasjoner, i Norge eller i utlandet.

materialnummer og fritekst er *inkonsistent* og *motstridende* med hensyn til attributtene *visning*, *verdi* og *format*, og som dermed kan gi upresise prognoser.

For det andre må materialnummeret være gyldig. I henhold til Respondent 7 (FLO driftslager) er en årsak til manglende reservedelstilgjengelighet ”utdaterte delekataloger som gjør at det bestilles [deler] på feil nummer” og at det ”ikke [er] lagt inn erstatningsnummer”. Dette kan knyttes til *nøyaktighetsdimensjonen*, som forutsetter at verdiene det skal prognostiseres for gjengis korrekt. Foruten forlenget ledetid på gjeldende reservedel, og derigjennom forlenget nedetid på materiellet til vedlikehold, vil tilfeller av dokumentasjon av feil materialnummer medføre at etterspørselshistorikken baseres på unøyaktige data som gir prognoser for materiell som teknisk sett ikke finnes. Dette fører igjen til at historikken for samme reservedel, der denne er dokumentert med *korrekt* materialnummer, vil bli *ukomplett* i henhold til *komplethetsdimensjonen*, ettersom ikke alle nødvendige verdier er inkludert. Begge deler gir upresise prognoser.

#### ***Dokumentasjon av antall reservedeler***

Hva angår dokumentasjon av *antallet* reservedeler av respektive typer det er behov for per påbegynte vedlikehold er dette ikke gjenstand for betydelige avvik, under den rimelige forutsetning at det i hvert enkelt vedlikeholdstilfelle er klart for teknikerne hvor mange deler som kreves.

#### ***Dokumentasjon av tidspunkt for etterspørsel***

Det samme kan imidlertid ikke sies om *tidsangivelsene* for respektive etterspørsler. Inntil medio 2017 ble alt deleforbruk registrert og forbruksført på den datoen *utleveringen* av reservedelene fysisk skjedde. Implisitt i dette ligger at reservedelene måtte være tilgjengelige for at etterspørselen skulle kunne dokumenteres til prognoseformål. Dette innebar forringelse av kvaliteten på etterspørselsdataene på flere måter. For det første impliserte registrering av utleveringsdato, fremfor det faktiske *behovstidspunktet* (når verkstedet trengte delene i forbindelse med vedlikeholdet), redusert *kontekstuell* datakvalitet, med utgangspunkt i relevansen og nytteverdien til dataene som grunnlag for det formålet som søktes nådd: presise etterspørselsprognoser. Dette spesielt innenfor *komplethets-* og *tidsriktighetsdimensjonene*. Komplethet kan beskrives som i hvilken grad data er av tilstrekkelig bredde, dybde og omfang for den aktuelle oppgaven, eller sagt på en annen måte: i hvilken grad alle nødvendige verdier er inkludert og registrert, og representerer den fulle betydningen for gjeldende oppgave. Ettersom dokumentasjon av

etterspørselsdata i form av utleveringsdato forutsatte *faktisk tilgjengelighet* (lagerbeholdning) på reservedelene som ble etterspurt, ble dermed alle behov for reservedeler som *ikke* var tilgjengelige på behovstidspunktet (ingen lagerbeholdning) *ikke* dokumentert, selv om behovet var høyst reelt. Det kan dermed i høyeste grad argumenteres for at dataene ikke tilfredstilte vilkårene i kompletthetsdimensjonen. Datasettene som disse etterspørselsdataene aggregert sett representerte var rett og slett ikke komplette i det at de kun omfattet data knyttet til *oppfyllelse* av behovet i de tilfellene dette var mulig, og ikke den fulle og hele *etterspørselen* i seg selv, som tross alt representerer etterspørselshistorikken som skal legges til grunn for nettopp etterspørselsprognosene.

I forlengelsen av det ovenstående innebar bruken av utleveringsdato fremfor behovstidspunktet i de tilfellene der reservedelene ikke var umiddelbart tilgjengelige at det nødvendigvis ofte gikk tid fra reservedelsbehovet oppstod og ble registrert i arbeidsordren (behovstidspunkt), og til reservedelen fysisk forelå på verkstedet og tidspunktet ble dokumentert for prognoseformål (utleveringsdato). Avhengig av plasseringen av reservedelene i forsyningskjeden (andre forsyningslagre vs. leverandør), kunne tidsforskjellen mellom behovstidspunktet og utleveringsdatoen være betydelig. Denne måten å dokumentere etterspørsel på medførte i alle tilfeller der utleveringsdato var *senere* enn faktisk etterspørselsdato en prognosemessig *forsinkelse* av etterspørselen, i den forstand at tidspunktet for utlevering kunne være betydelig forskjøvet sammenlignet med det faktiske behovstidspunktet. Foruten tidsforsinkelsen i seg selv, innebar bruk av utleveringsdato fremfor behovsdato også at dataene som ble lagt til grunn for etterspørselsprognosene ofte ikke ble frigitt og gjort *tilgjengelig* for FLO FORS for prognostisering før potensielt lenge etter at behovet faktisk hadde oppstått. Gitt potensielt lang ledetid på gjeldende reservedeler kunne dette forverre problemet ytterligere. Begge deler kan således relateres til *tidsriktighetsdimensjonen*, i form av dataenes tidsmessige relevans, og hvorvidt bruken av dem vil gi tidsriktige utfall. Konsekvensen av det ovenstående medførte i denne sammenheng potensielt manglende tilgjengelighet på reservedeler i perioden prognosene skulle ha omfattet dersom det reelle behovstidspunktet hadde blitt lagt til grunn for prognosene.

Dette medførte videre en reduksjon av den *intrinsiske* datakvaliteten. Selv om utleveringsdatoene teknisk sett samsvarte med de faktiske og sanne verdiene de representerte (utlevering) og slik sett var plausible, kan det også argumenteres for det

motsatte, ettersom etterspørselsdataene, med utleveringsdatoene lagt til grunn, ofte ikke samsvarte med de faktiske og sanne verdiene de *skulle* og *burde* representert i prognosesammenheng, nemlig *etterspørselstidspunktet*. Dette fordi henholdsvis etterspørsels- og utleveringsdato ofte ikke var den *samme* datoen, gitt at reservedelene ikke alltid var umiddelbart gripbare på lokalt forsyningslager og kunne leveres samme dag som de ble etterspurt, men ofte dager, uker eller måneder senere, avhengig av ledetid. Dette blir tydeligere om man legger til grunn *nøyaktighetsdimensjonen*, som forutsetter at data gjengis korrekt, pålitelig og feilfritt. I dette tilfellet representerte utleveringsdato i alle tilfeller samme *type data*, men likefullt ofte *andre* data sammenlignet med behovsdato – hva gjelder *verdien* av informasjonen i innholdet gitt dataenes tiltenkte bruk i prognosesammenheng. Sagt på en annen måte var ofte dataene som ble lagt til grunn for prognosene verken korrekte, pålitelige eller feilfri med hensyn til ønsket formål.

Ovenstående forringelse av kvaliteten på etterspørselsdataene fikk betydelige konsekvenser for etterspørselsprognosene. Ettersom dataene som ble dokumentert var både unøyaktige, ukomplette og utilgjengelige på tidspunktet reservedelsbehovene faktisk oppstod ble nødvendigvis også etterspørselshistorikken, og derigjennom prognosene, signifikant påvirket. Fordi det var den til enhver tid gjeldende *tilgjengeligheten* av reservedeler som var dimensjonerende for dokumentasjon av etterspørselsdata, medførte alle tilfeller av manglende beholdning av reservedeler på behovstidspunktet at etterspørselen *ikke* ble registrert, eller sagt på en annen måte: at det høyst reelle behovet i praksis var å regne som *ikke-eksisterende* på behovstidspunktet. "Ikke-eksisterende" behov inngår nødvendigvis ikke i etterspørselshistorikken, og vil dermed heller ikke inngå i prognosene for fremtidig etterspørsel. Fordi grunnleggende prinsipper for prognostisering tilsier at det ikke foreligger noen grunn til å tro at den fremtidige etterspørselen vil være annerledes enn den historiske, alt annet like, tilsa disse prognosene et tilsvarende lavt forbruk i fremtiden. Fordi reservedelsbeholdningene gradvis ble forbrukt og det ble færre reservedeler å levere ut, ble det også dokumentert stadig færre etterspørsler til prognoseformål. Resultatet av etterhvert svært reduserte eller ikke-eksisterende beholdninger var at det til slutt nesten ikke ble dokumentert etterspørselsdata i det hele tatt. Konsekvensen av at prognosene over tid hadde blitt basert på gradvis reduserte, og etterhvert manglende, lagerbeholdninger, var en uunngåelig suksessiv nedbygging av lagerbeholdningene – til tross for skrikende behov etter reservedeler. De gangene FLO FORS imidlertid gjorde nødvendige tiltak og bestilte reservedeler basert på skjønn og kvalitative vurderinger, heller enn misvisende eller ikke-

eksisterende kvantitative prognoser, fikk man i enkelte tilfeller nødvendigvis en kvantitativt konsentrert, og dermed betydelig, utlevering av reservedeler når disse endelig forelå. Med samme prosedyre for dokumentasjon av etterspørselshistorikk som tidligere, altså *utleveringsdato*, fikk man i disse tilfellene en dokumentert etterspørsel som Synchron automatisk valgte å se bort fra som et unormalt avvik, ettersom den nødvendigvis, sammenlignet med tidligere etterspørsel, var unormalt høy. Selv om det er mulig å overprøve Synchrons automatiske ”sletting” av avvik fra prognosegrunnlaget gjennom manuelt å angi avvikene som gjeldende etterspørsel, ble dette ikke nødvendigvis alltid gjort. Dermed ble heller ikke denne etterspørselen grunnlag for prognostisering, og nedbyggingen av lagerbeholdningene fortsatte. Det skal imidlertid sies at *om* den konsentrerte etterspørselen hadde blitt hensyntatt i prognosene ville etterspørselshistorikken da likefullt ha reflektert en ikke-representativ etterspørsel, i den forstand at den var tidsmessig svært konsentrert, og det fortsatt var *utleveringstidspunktet* som ville blitt dokumentert for prognoseformål. Fra et nøyaktighets- og tidsriktighetsperspektiv ville dette uansett gitt upresise prognoser for fremtidig behov, all den tid den reelle etterspørselen i realiteten var fordelt over en lengre tidsperiode, noe prognosene ikke ville gjenspeilet med utleveringstidspunktet lagt til grunn.

Da FLO FORS sommeren 2017 forstod konsekvensene og omfanget av denne måten å dokumentere etterspørsel etter reservedeler på, ble rutinene for registrering av etterspørselsdata endret. Målet var å dokumentere den *faktiske etterspørselen*, og ikke bare tidspunktet for utlevering. For å bøte på manglene i den tidligere prosedyren og sikre korrekt gjengivelse av den faktiske etterspørselen i prognosesammenheng var det nødvendig, i tillegg til dokumentasjon av alle behov som kan dekkes med tilgjengelige reservedeler, å registrere alle behov for reservedeler som *ikke* finnes på lager på behovstidspunktet. I henhold til Respondent 1 (FLO FORS) ble dette løst ved en ombygging av hele etterspørselsmetodikken, gjennom å endre de tekniske forutsetningene for hvilke data som overføres fra SAP til Synchron. I stedet for *utlevering* skulle man heller legge til grunn tidligere nevnte reservasjoner og tilhørende reservasjonsnummer, som registreres i arbeidsordren uavhengig av om reservedelen er tilgjengelig eller ikke på behovstidspunktet. Dette er en betydelig forbedring sammenlignet med foregående prosedyre, som sikrer en langt mer komplett etterspørselshistorikk enn tidligere i det at det er *etterspørselsdata* i ordets rette forstand som nå dokumenteres. Imidlertid er heller ikke denne metoden kvalitetsmessig feilfri. Prosedyren for opprettelse og behandling av

arbeidsordre innebærer flere tidsregistreringer. Én er *planlagt start/slutt*, som gir teknikerens antatte tidsforbruk for gjeldende vedlikeholdsaktivitet; en annen er *faktisk start/slutt*, som er nettopp det faktiske tidsforbruket. Disse er hovedsakelig relevante i forbindelse med selve vedlikeholdet, og har lite med etterspørselsprognostisering å gjøre. En tredje, og interessant, tidsangivelse er imidlertid den som kalles *basisstart/-slutt*. Denne indikerer perioden verkstedene har respektive materiellsystemer tilgjengelig for vedlikehold. Når teknikerne dokumenterer reservedelsbehov i arbeidsordren skal det settes et *ønsket behovstidspunkt* for reservasjonen (reservedelsbehovet). Ønsket behovstidspunkt settes automatisk til basisstart, dersom datoen ikke overprøves manuelt. I henhold til respondent 1 (FLO FORS) skjer slik overprøving imidlertid sjeldent. Uavhengig av når et reservedelsbehov oppdages og registreres i arbeidsordren gjøres arbeidsordren, og de relevante etterspørselsdataene i dem, tilgjengelig for FLO FORS først på den såkalte frigivelsesdatoen; når arbeidsordrene og dataene frigis i SAP for videre behandling og prosessering. Arbeidsordrene frigis når alt ligger til rette for oppstart av selve vedlikeholdsarbeidet. Ved frigivelse er det, i henhold til den nye prosedyren, nettopp *ønsket behovstidspunkt*, altså som regel *basisstart*, som representerer etterspørselsdatoen som legges til grunn for prognosene, uavhengig av når verkstedet faktisk påbegynner vedlikeholdsarbeidet og slik sett har behov for reservedelene. I følge Respondent 1 (FLO FORS) er dette et "kjempeproblem" i prognosesammenheng. Fordi verkstedtid forutsetter en rekke faktorer, som eksempelvis tilgjengelig personell som ikke er prioritert til annet vedlikehold, vil basisstart ofte ikke tilsvare tidspunktet for det faktiske reservedelsbehovet i vedlikeholdssammenheng. Det betyr at tidspunktet for etterspørsel etter reservedeler som legges til grunn for prognosene (basisstart) ofte ikke vil samsvare med det reelle behovstidspunktet. For det første vil dette, gitt at det svært sjelden tar nøyaktig like lang tid for FLO å opprette og frigi arbeidsordre for samme type feil hver gang, gi en etterspørselshistorikk som sjelden vil samsvare presist med den faktiske etterspørselen for perioden det prognostiseres for. For det andre vil denne praksisen innebære en *tilbakedatering* av etterspørselen i alle tilfeller der vedlikeholdet påbegynnes på en senere dato enn basisstart, noe som ofte skjer. I slike tilfeller er det nærliggende å argumentere for det "positive" i at reservedelene da i teorien må antas å foreligge på et tidligere tidspunkt enn når neste tilsvarende etterspørsel faktisk inntreffer. Enhver forskyvning av den dokumenterte etterspørselen i forhold til den faktiske etterspørselen, både frem eller tilbake i tid, medfører imidlertid forringelse av datakvaliteten med hensyn til *nøyaktighets-* og *tidsriktighetsdimensjonen*, som gir redusert prognosepresisjon og -kvalitet. Dette vil igjen

kunne øke sannsynligheten for at reservedeler likevel ikke er tilgjengelig på tidspunktet de etterspørres, ettersom etterspørselsdataene feiler i å gjengi de faktiske etterspørslene på en korrekt, feilfri og tidsriktig måte. En risiko forbundet med dette er at reservedeler som er prognostisert på feil datagrunnlag, og dermed forskyves i tid, kan bli nyttet til å dekke etterspørsler som de, dersom prognosene hadde vært basert på korrekt tidsangivelse, ikke egentlig var ment å dekke. Gitt at en slik tidsmessig forskyvning skjer oftere enn ikke, vil man over tid få prognoser som konsekvent ikke samsvarer med faktisk etterspørsel. I de tilfellene der det kun er snakk om en forskyvning på noen dager eller uker innvirker forholdet ikke nødvendigvis signifikant på operativ tilgjengelighet på involverte materiellsystemer. Legger man imidlertid til grunn prognoser som involverer større vedlikehold, eksempelvis mid-life updates på kritiske kampsystemer, kan forholdet medføre at reservedelene ikke er tilgjengelig når det er behov for dem, og at funksjonskritisk vedlikehold eller oppgraderinger må utsettes. Dette kan i verste fall medføre betydelige operative konsekvenser.

Selv om den nye prosedyren øker datakvaliteten innenfor dimensjonene tilgjengelighet og kompletthet, synes den fortsatt å implisere utfordringer hva angår nøyaktighet, da tidsangivelsen som regel ikke gjengir det korrekte behovstidspunktet og dermed ikke samsvarer med de faktiske verdiene som skulle vært lagt til grunn for prognosene. Gitt den korte tiden fra den nye prosedyren ble implementert er det imidlertid for tidlig å vurdere den reelle innvirkningen, både i positiv og eventuelt negativ forstand, som endringene har medført for datakvaliteten og derigjennom presisjonen i etterspørselsprognosene. Lagt til grunn ovenstående drøfting og effekten av datakvalitet på presisjonen i enhver prognose, er det likefullt nærliggende å anta at den nye prosedyren også vil gi avvik mellom prognoser og faktisk etterspørsel i fremtiden i noen grad. Ettersom Synchron legger til grunn 36 måneders etterspørselshistorikk vil uansett effekten av kvalitetsavvikene som følge av den tidligere prosedyren gjøre seg gjeldende i inntil 36 måneder fra datoen for implementeringen av den nye prosedyren. Det betyr at alle gjeldende prognoser, herunder prognosene for system X (Figur 5-1 – 5-3), omfatter etterspørselsdata der alle ovenstående kvalitetsavvik må antas i større eller mindre grad å ha innvirket negativt på datagrunnlaget for, og dermed presisjonen i, prognosene.

### ***Omfanget av dokumentasjonen***

Hvorvidt alle reservedelsbehov faktisk blir dokumentert representerer et annet forhold av kvalitetsmessig art, med stor relevans for etterspørselshistorikken og dermed presisjonen i etterspørselsprognosene. I henhold til teorien er det i utgangspunktet kun etterspørsel etter reservedeler i forbindelse med korrektivt vedlikehold som krever prognostisering, ettersom denne variabelen er stokastisk. Selv om forbruksdelene forbundet med planlagt preventivt ettersyn både kunne blitt og til dels blir bestilt med utgangspunkt i vedlikeholdsplanene, prognostiseres det likevel for en betydelig del av dem. Selv om man i prinsippet kunne argumentert for at etterspørselen etter disse delene burde vært fjernet fra prognosegrunnlaget ettersom forbruket ikke er stokastisk og dermed kan planlegges med, tilsier situasjonen i Forsvaret at en slik ”sammenslåing” faktisk er positivt. Som tidligere nevnt foreligger det omlag 232 000 SKU i dagens forsyningssystem. I følge Respondent 1 (FLO FORS) er det kun ca. 30 000-40 000 av dem som har en viss etterspørselshistorikk, og en enda mindre andel av disse igjen som faktisk har ”mye” etterspørsel. Etterspørselen etter øvrige reservedeler gir erfaringsmessig etterspørselsfordelinger som i henhold til litteraturen karakteriseres som til dels svært vanskelige å prognostisere for. Med en antagelse om at typiske reservedeler forbundet med planlagt ettersyn fordeler seg over hele spekteret av etterspørselsfordelinger, blir det tydelig at man ved å fjerne disse delene fra prognosegrunnlaget samtidig vil redusere det som i mange tilfeller er et i utgangspunktet tynt statistisk datagrunnlag for prognostiseringsformål ytterligere. For alle reservedeler som erfaringsmessig etterspørres i forbindelse med både korrektivt og preventivt typene vedlikehold, representerer dette forholdet dermed et argument for faktisk å prognostisere også for den andelen av etterspørselen som kan planlegges med, selv om teorien egentlig sier noe annet. Dette kan relateres til *kompletthetsdimensjonen*, som i henhold til teorien omfatter nettopp dataenes statistiske egenskaper i form av representativiteten i datauttrekkene og omfanget av datapunkter<sup>63</sup>, som forutsetning for adekvat klassifisering og valg av riktig prognosemodell.

Selv om det ovenstående indikerer at det i enkelte tilfeller prognostiseres for *mer* enn teorien prinsipielt legger opp til, er det grunn til å tro at det foreligger tilfeller av etterspørsel som *ikke* blir dokumentert. Som tidligere nevnt tilsier gjeldende prosedyre at enhver etterspørsel etter reservedeler skal dokumenteres, uavhengig av om reservedelen er tilgjengelig når behovet oppstår eller ikke. I enkelte tilfeller kan det imidlertid være slik at

---

<sup>63</sup> Datapunkt: Enkeltverdi for en gitt variabel.



delen som ønskes byttet ennå ikke er så slitt eller ødelagt at den medfører umiddelbar systeminoperabilitet, eller at den faktisk ødelagte delen er å regne som ikke-kritisk hva angår materiellsystemets funksjonalitet. Dersom reservedelen ikke er tilgjengelig, og eksempelvis lang ledetid eller andre forhold tilsier at erstatningsdelen heller ikke vil foreligge innen rimelig tid, kan det være aktuelt å levere materiellsystemet tilbake til avdeling for å ivareta dets operative tilgjengelighet, inntil erstatningsdelen er på plass. I henhold til Respondent 3 (OPSSTØ) skjer dette med jevne mellomrom. Dette innebærer imidlertid at den aktuelle arbeidsordren blir lukket, selv om den opprinnelig inneholdt et udekket behov. For å unngå at behovet for reservedelen, som fortsatt er gjeldende, blir slettet fra etterspørselshistorikken, tilsier prosedyren at det skal opprettes en ny arbeidsordre for dette vedlikeholdsbehovet spesifikt. Denne vil da ligge i systemet til neste vedlikehold. utfordringene oppstår dersom etterspørselen derimot *ikke* overføres til en ny arbeidsordre, og reservasjonen dermed slettes. Behovet er der fortsatt, men det er nå ikke dokumentert noe sted, og vil da heller ikke inngå i etterspørselshistorikken. Dette er nok et tilfelle av forringelse av den *kontekstuelle* datakvaliteten i form av at prognosegrunnlaget gjøres *ukomplett*. Hvorvidt dette er et reelt problem er imidlertid uklart. Ettersom det, basert på uttalelser fra Respondent 3 (OPSSTØ), synes å foreligge en forståelse blant vedlikeholdspersonell om at reservedelsbehov som ikke dokumenteres i slike tilfeller heller ikke vil bli prognostisert, kan det antas at omfanget av dette er relativt lite. Det er likevel grunn til å tro at det i noen grad skjer, dersom man skal legge til grunn Respondent 1 (FLO FORS) sin opplevelse av den samme saken. Nettopp derfor, og fordi konsekvensene kan bli store, spesielt for kritiske reservedeler og/eller deler med svært lav og uregelmessig etterspørsel, synes forholdet verdt å poengtere.

Et annet forhold som vil innvirke på prognosene er kjøp av reservedeler direkte fra leverandør – altså *utenom* Forsvarets forsyningsssystem. Dette kan forekomme når nødvendige reservedeler ikke foreligger i forsyningsssystemet og ledetiden er lang. I de tilfellene der behovet som trigger det direkte innkjøpet ikke først har blitt dokumentert på normal måte i SAP, vil det heller ikke inngå i etterspørselshistorikken som grunnlag for prognostisering. Muligheten for direkte innkjøp er imidlertid avhengig av type materiellsystem og omfanget av standarddeler som også brukes sivilt. Er omfanget av standarddeler stort er muligheten for direkte innkjøp større, i motsetning til militært spesifiserte deler som i all hovedsak fordrer anskaffelse gjennom nettopp et militært forsyningsssystem. For system X er mulighetene for direkte innkjøp svært begrenset, og

forholdet derfor ikke relevant. Respondent 4 (OPSSTØ) bekrefter imidlertid at direkte innkjøp i noen grad gjøres på andre verksteder for andre materiellsystemer i Hæren, uten at behovet registreres i SAP. Dette både kan og vil innvirke på presisjonen i etterspørselsprognosene, også her gjennom potensielt betydelig forringelse av datakvaliteten med hensyn til *komplethetsdimensjonen*.

Et tredje forhold er kannibalisering eller såkalt feilkonsentrering, som innebærer at man ved mangel på reservedeler, eller for å spare kostnader, gjenbraker reservedeler fra utvalgte systemer (såkalte donorobjekter) for å dekke etterspørselen av de samme reservedelene hos øvrige operative systemer. Donorobjektene kan omfatte både materiell med betydelige feil som, eksempelvis grunnet lang ledetid på etterspurte reservedeler, ikke vil kunne repareres innen rimelig tid, samt avhendet materiell, som av ulike årsaker er besluttet kassert. En åpenbar positiv effekt av dette er at man nettopp kan *konsentrere* et tidvis stort antall feil som i utgangspunktet er fordelt over flere materiellsystemer til et begrenset antall objekter, og derigjennom sikre en høyere operativ tilgjengelighet totalt sett enn om feilkonsentreringen ikke hadde blitt gjennomført. Ettersom tilgangen på nødvendige reservedeler i mange tilfeller er svært lav, forekommer det i henhold til både FLO VEDL og OPSSTØ et betydelig antall tilfeller av kannibalisering. Dette gjelder også for system X. I relasjon til feilkonsentrering uttalte Respondent 3 (OPSSTØ):

«Jeg tror vi har fire [system X] på bruksforbud nå, men det er kanskje ti-tolv komponenter som mangler på ti [system X], så da flytter vi over (...) så samler vi feilene på tre [system X] så ruller resten fordi vi har tatt deler, for den står for (...) så den kan ikke kjøre uansett, ja da tar vi [deler] (...) og flytter over til de andre».

Kannibalisering er i seg selv ikke et problem i prognosesammenheng, forutsatt at alle reservedelsbehov, også de som ”overføres” fra et i utgangspunktet operativt materiellsystem til et donorobjekt, dokumenteres. utfordringene oppstår imidlertid i alle tilfeller der delene plukkes og brukes *uten* at man følger de normale prosedyrene for opprettelse av arbeidsordre og derigjennom dokumentasjon av etterspørsel. I tilfeller av overføring av feil mellom to i utgangspunktet operative systemer (i daglig bruk; altså ikke fra avhendede individer) oppfattes prosedyrene fulgt i de aller fleste tilfeller hva angår *serienummerstyrte* komponenter, som det er flere av i en rekke av Forsvarets materiellsystemer. Disse er det knyttet spesielle tekniske forbehold til, som krever oppfølging og oppdatering i SAP. I et materialregnskapsmessig og økonomisk perspektiv

kan man således ikke tillate seg å *ikke* dokumentere ombytting av slike komponenter mellom systemer, selv om prosessen er både teknisk omstendelig og tidkrevende. Hva angår øvrige komponenter og deler synes det imidlertid som at unntak fra gjeldende prosedyrer både har forekommet og fortsatt forekommer. På spørsmål om i hvilken grad brukbare, ikke-serienummerstyrte deler registreres ut/inn av materiellsystemer i forbindelse med kannibalisering, uttaler Respondent 5 (OPSSTØ) at ”vi [må] manuelt holde kontroll på [ikke-serienummerstyrte komponenter], og dette vises ikke i SAP annet enn at vi kan legge inn informasjon om dette på arbeidsordre og/eller i vedlikeholdsrapporter”. Respondent 3 (OPSSTØ) uttaler på sin side ”sikkert ikke alltid”. Begge må kunne tolkes som bekreftelser på manglende dokumentasjon av etterspørsel etter reservedeler i flere tilfeller av bytte av deler mellom to i utgangspunktet operative systemer. Det samme synes å være tilfellet ved plukk av reservedeler fra avhendede objekter. På spørsmål om hvorvidt delene overføres fra donorobjektet over på driftslageret (både fysisk og i SAP), som implisitt vil medføre korrekt dokumentasjon av reservedelsbehov, svarer Respondent 3 (OPSSTØ) at ”nå skal det være det, men i starten var det mer uregistrert”. Ettersom Synchron opererer med 36 måneders historikk, må det antas at slike avvik fortsatt kan innvirke på prognosene, selv om forholdet tilsynelatende er utbedret.

Begge typer avvik innebærer, som i tilfellet med dokumentasjon av *utlevering* fremfor *etterspørsel* av reservedeler, en gradvis nedjustering av det dokumenterte reservedelsbehovet og derigjennom en lavere forbrukshistorikk. Fordi den dokumenterte etterspørselshistorikken i et datakvalitetsperspektiv da verken er *nøyaktig* eller *komplett*, og data relatert til deler av den faktiske etterspørselen ikke er *tilgjengelig* fordi den ikke er dokumentert, vil etterspørselsprognosene reflektere en til dels urealistisk etterspørsel som vil være lavere enn i virkeligheten. Dette representerer en negativ spiral som resulterer i den tidligere nevnte uunngåelige nedbyggingen av lagerbeholdningene, samt flere materiellsystemer som blir stående på delevnet, og derigjennom lavere operativ tilgjengelighet på gjeldende systemer.

I tillegg kommer tilfeller av manglende dokumentasjon som følge av at det i liten grad etterspørres reservedeler. Det er dermed ikke sagt at det ikke er behov for dem. I enkelte tilfeller kan svært lav etterspørsel skyldes lang levetid på deler og komponenter og derigjennom svært lav MTBF/MTTF/MTBR, eller lange ettersynsintervaller. Slike

etterspørselsfordelinger vil gi karakteristikker det er svært vanskelig å prognostisere for. Alternativt er behovet for enkelte reservedeler så lavt at det innenfor Syncrons 36 måneders historikk ikke foreligger etterspørsel *i det hele tatt*. Forholdet bekreftes av både Respondent 1 (FLO FORS) og 3 (OPSSTØ). Ovenstående vil kunne være tilfellet for typer av reservedeler som i litteraturen og av Synchron karakteriseres som *slow movers*, *dying*, *lumpy* og *erratic*, og som Forsvaret har et betydelig antall av. I slike situasjoner vil Syncrons prognoser, om noen i det hele tatt, kunne medføre en gradvis reduksjon av beholdningene for gjeldende reservedeler, selv om etterspørselen er dokumentert riktig. Her kommer god og tidlig planlegging av vedlikehold inn som et mulig sikkerhetsnett, og som muliggjør overprøving av manglende prognoser eller lagernivåsetting for reservedeler man erfaringsmessig vet at det vil bli bruk for i fremtiden, selv om etterspørselshistorikken og prognosene sier noe annet. Det faller imidlertid utenfor oppgaven å vurdere omfanget av og kvaliteten på langtidsplanlegging av vedlikehold i Forsvaret.

Oppsummert vil alle tilfeller av reduksjon av reservedelsbeholdninger som resulterer i delevnet og derigjennom økt nedetid på materiellsystemer, representere et selvforsterkende problem. Dette fordi materiellsystemer som står til vedlikehold ikke vil generere bruksrelaterte reservedelsbehov utover de som var årsak til nedetiden i utgangspunktet, eller sagt på en annen måte: det er i prinsippet kun operativt materiell som vil generere etterspørsel. Dess lenger et materiellsystem står til vedlikehold, dess lavere vil etterspørselen etter reservedeler være, sammenlignet med det som må antas å være tilfellet dersom systemet var operativt tilgjengelig i samme periode. I de tilfellene der lang ALDT medfører at det i perioder er en viss prosentandel av de samme materielltypene, herunder eventuelle donorobjekter, som tilnærmet kontinuerlig står til vedlikehold, vil dette påvirke den totale etterspørselen etter reservedeler over det samme tidsrommet. Dersom prognosene legger til grunn at man til enhver tid kun har en viss andel av respektive systemer operativt tilgjengelig og i drift, må dette antas å gi ikke-representative og upresise prognoser over tid, forutsatt en forventning om flere operativt tilgjengelige systemer i fremtiden. Dette vil i verste fall medføre en ytterligere nedbygging av lagerbeholdningene. Som litteraturen viser er mangel på reservedeler alene den største driveren av LDT, og sirkelen er dermed sluttet. Som tidligere nevnt har også system X vist seg å være en av typene materiellsystemer som tidvis er gjenstand for forlenget nedetid som følge av mangel på reservedeler. Ovenstående årsak-virkning-forhold må således antas å gjelde for

prognosene for dette systemet, og er sannsynligvis en medvirkende årsak til avvikene mellom prognoser og faktisk etterspørsel i Figur 5-1 – 5-3.

### ***Dokumentasjon av transaksjonskoder***

Alle varebevegelser i SAP skal dokumenteres gjennom bruk av såkalte transaksjonskoder eller varebevegelseskoder, slik at alle transaksjoner og posterings i Forsvarets materiellregnskap registreres på en korrekt og ensartet måte. Dette gjelder også for reservedeler. Implisitt i dette ligger at det finnes en rekke unike koder for forbruk alene. I tillegg kommer egne koder for blant annet lageroverføring, innkjøp, samt for uttak av gjenvinnbare komponenter. Felles for alle kodene er at de beskriver nettopp en forsyningstransaksjon eller *varebevegelse*. Hver kode for overføring har i tillegg tilknyttet en kode for tilbakeføring (bruk av de respektive kodene resulterer i henholdsvis negative og positive tallverdier), slik at begge kodene tilsammen fanger alle både inn- og utgående transaksjoner tilknyttet de involverte lagrene. Kodene er forhåndsdefinerte, og den tekniske forsyningsløsningen er konfigurert slik at det kun er disse spesifikke kodene som genererer teknisk/fysisk forsyning og derigjennom etterspørselshistorikk. Etersom SAP er et komplekst verktøy med overlappende funksjonalitet med hensyn til ulike, dog integrerte, forvaltningsområder, vil også varebevegelseskodene være til dels overlappende. Det innebærer at man ikke kan sperre koder som i seg selv er irrelevante for prognostisering og effektivering av reservedelsbehov, uten samtidig å påvirke muligheten for bruk av samme transaksjonskoder til andre formål. Dette åpner imidlertid for feil bruk av koder i forbindelse med dokumentasjon av reservedelsbehov som grunnlag for etterspørselsprognostisering. Dokumentasjon av varebevegelseskodene omfattes dermed av både det *intrinsiske* og *kontekstuelle* datakvalitetsaspektet gjennom henholdsvis *nøyaktighets-* og *kompletthetsdimensjonen*. Unøyaktig føring av varebevegelseskodene i forbindelse med vedlikehold kan medføre at det blir brukt transaksjonskoder som ikke er definert til forsyningsformål, og dermed at etterspørselen ikke vil inngå i etterspørselshistorikken Synchron legger til grunn for prognosene i det hele tatt. Alternativt vil feil bruk av varebevegelseskoder definert for forsyning kunne medføre at etterspørselen blir dokumentert, men som feil forsyningstransaksjon. Datagrunnlaget blir i begge tilfeller dermed *ukomplett*.. I andre tilfeller kan transaksjonskoder knyttes mot feil driftslager, eller mot driftslagre som fysisk har reservedeler, men som av ulike årsaker ikke ønsker eller skal ha lagerbeholdning. Dersom sistnevnte ikke rettes opp i vil det medføre at gjeldende etterspørsel vil synliggjøres i etterspørselshistorikken til uriktig driftslager, og dermed

representere usanne etterspørselsverdier for *to* lagerlokasjoner: manglende etterspørsel fra riktig driftslager, og dokumentert etterspørsel fra galt driftslager. Ettersom FLO prognostiserer for respektive driftslagre separat vil dette medføre ukomplett etterspørselshistorikk for de to MRP-områdene som er involvert, og dermed upresise prognoser for begge. Selv om det foreligger en egen prosedyrebeskrivelse for bruk av varebevegelseskoder, er en av de største utfordringene hva angår datakvalitet i prognosesammenheng i følge Respondent 1 (FLO FORS) nettopp feil bruk av varebevegelseskoder.

### ***Unormal etterspørsel etter reservedeler***

Dokumentasjon av alle reservedelsbehov i forbindelse med vedlikehold medfører at også det som kan karakteriseres som unormal etterspørsel blir registrert i arbeidsordre. Aktiviteter som vil kunne avlede et mer eller mindre unormalt reservedelsforbruk omfatter blant annet unormal øvingsaktivitet, større tekniske oppgraderinger og modifisering av materiell, samt internasjonale operasjoner (INTOPS). Dette er aktiviteter som beviselig skjer i perioder, av kortere eller lengre varighet. I tillegg til etterspørsel i form av tidsseriedata vil slik aktivitet i både vedlikeholdsplanleggings- og prognosesammenheng kunne sies å representere ulike former for kausale forhold, som i henhold til teorien kan gi verdifull informasjon som kan årsaksforklare de ulike, i dette tilfellet, avvikende etterspørslene. Like viktig som det er å kunne utarbeide prognoser med hensyn til det FLO FORS beskriver som ”endringer i fremtidig aktivitetsnivå [som] gjør at lagernivåer basert på historisk forbruk ikke vil ivareta estimert fremtidig forbruk” (ref. FLO-FOR\_PRO-265), er det viktig å utarbeide presise prognoser for fremtiden *etter* at slik dimensjonerende aktivitet har funnet sted. Begge deler forutsetter imidlertid at man kan ”skille forbruket til de ulike vedlikeholdene eller øvelsene” (FLO-FOR\_PRO-265). Implisitt i dette ligger det at det kun er gjennom informasjon om spesifikke aktiviteter som enten vil få eller har hatt ”betydelig påvirkning på fremtidig forbruk” at det er mulig å prognostisere særskilt i den hensikt enten å sikre presise prognoser for *endring* i fremtidig i aktivitetsnivå, eller unngå at historisk unormalt høyt forbruk benyttes i fremtidige prognoser og nivåsetting for ordinær aktivitet. Dette er nok et forhold med innvirkning på *nøyaktighets-* og *komplekthetsdimensjonen* innenfor kategoriene *intrinsisk* og *kontekstuell* datakvalitet. Ettersom *all* etterspørsel skal dokumenteres, uavhengig av hvorvidt vedlikeholdsarbeidet som genererer etterspørselen er normalt eller ikke, er det prinsipielt ingen fare for at etterspørselshistorikken i slike tilfeller ikke gjenspeiler det faktiske reservedelsbehovet.

Prognosene vil derfor ta høyde for den samme etterspørselen i fremtiden. Kvalitetsaspektene gjør seg imidlertid gjeldende i de tilfellene der tilsvarende etterspørsel *ikke* forventes i prognoseperioden, men likevel er prognostisert for. Dette er en form for unøyaktighet i genereringen og prosesseringen av data som vil innvirke på datagrunnlagets kompletthet til prognoseformål, og derigjennom på presisjonen i prognosene. Selv om det kan argumenteres for det positive i at denne typen feil om ikke annet fører til flere reservedeler enn det er behov for, representerer det likevel en forringelse av datakvaliteten. Fra et optimaliseringsperspektiv vil denne typen prognoseavvik kunne medføre at kapital bindes opp i feil-/overdimensjonerte reservedelsbeholdninger, som igjen kan resultere i manglende midler til anskaffelse av andre typer reservedeler som det faktisk er behov for. Dess større omfanget av dette er, dess lavere tilgjengelighet på reservedeler kan man totalt sett forvente.

Selv om det ikke er bevist i arbeidet med denne studien, kan prognostisering basert på unormal etterspørsel antas å være årsaken til enkelte av avvikene i Figur 5-1 – 5-3. Dette samsvarer med Respondent 6 (FLO driftslager) sin opplevelse av at større vedlikeholdsarbeider i enkelte tilfeller danner "unormalt stort forbruk av enkelte artikler som Synchron drar med seg og hever lagernivåene unormalt høyt". Forholdet underbygges og sannsynliggjøres av det faktum at det, i henhold til Respondent 1 (FLO FORS), per nå ikke foreligger noen måte å nettopp skille *mellom* eller skille *ut* ekstraordinære aktiviteter og tilhørende etterspørsel etter reservedeler i SAP, som både prosedyrebeskrivelsen og teorien relatert til datakvalitet setter som en forutsetning for presise prognoser. Dermed blir slik etterspørsel overført til Synchron, uten nødvendig beskrivelse av eller forklaring på hva som er årsaken til den unormale etterspørselen.

For SKU'ene i Figur 5-1 ser man etterspørselssvingninger med signifikante topper, som tidvis etterfølges av nye og oppdaterte prognoser som reflekterer betydelig høyere etterspørsler enn de foregående prognosene. Avhengig av etterspørselsfordelingen for respektive reservedeler basert på de 36 foregående månedene, som jo er det som legges til grunn for prognosene, må man kunne anta at slike topper fører til en større eller mindre økning i den prognostiserte etterspørselen for fremtiden, og at det er dette man ser effekten av i de ovenstående sammenligningene. Synchron er imidlertid, som tidligere nevnt, konfigurert for automatisk å fjerne slike unormale avvik fra prognosegrunnlaget, forutsatt at gjeldende etterspørsel er tilstrekkelig konsentrert til å forme en statistisk signifikant

uregelmessighet. Dersom dette av ulike årsaker manuelt overprøves og etterspørselen likevel gjøres gjeldende, vil en da ikke-representativ etterspørsel legges til grunn for prognosene, og man vil få prognoser som reflekterer en forventet høyere etterspørsel enn det som ellers ville vært tilfelle. Dersom man på et senere tidspunkt imidlertid finner ut at avviket likevel ikke skulle vært gjort gjeldende, kan man fjerne det igjen fra prognosegrunnlaget. Da vil neste prognose automatisk oppdateres i henhold, fordi den unormale etterspørselen ikke lenger inngår i etterspørselshistorikken. Det er muligens dette som er årsaken til at man i sammenligningene over, midt i det som i utgangspunktet er "høye" prognoser, ser oppdaterte prognoser med betydelig lavere forventet etterspørsel for til dels samme prognoseperioder (13 måneder). Selv om fornuften tilsier noe annet, er det å avdekke og rette opp i unøyaktig etterspørselshistorikk ikke udelt positivt. Gitt nettopp muligheten til feilretting og, i Forsvaret, månedlige oppdateringer av prognosene, vil de mest oppdaterte og antatt riktigste prognosene til enhver tid være de som foreligger måneden før en hvilken som helst prognoseperiode. Med ofte manglende reservedelsbeholdninger og lange ledetider lagt til grunn vil FLO FORS agere på nivåsettingen som utledes av etterspørselsprognosene, og om nødvendig effektivere bestillinger *før* prognosene er antatt å være mest presise, i den hensikt å sikre tilstrekkelige reservedelsbeholdninger i henhold til forventet etterspørsel og med bakgrunn i gjeldende ledetider. I tilfeller der det grunnet ikke-representativ etterspørselshistorikk er utarbeidet til dels svært upresise prognoser, vil disse upresise prognosene ofte være utgangspunktet for anskaffelse, selv om prognosene skulle bli mer presise etterhvert. En potensiell konsekvens av dette er som nevnt over: feildimensjonerte lagerbeholdninger, og det som i utgangspunktet er begrensede økonomiske ressurser bundet opp i feil typer reservedeler. Dette understreker viktigheten av presisjon i prognosene, selv om det i enkelte tilfeller kan argumenteres for at denne unøyaktigheten må forventes å foreslå høyere lagerverdier for gjeldende reservedeler enn det sannsynligvis er behov for.

Foruten konsekvenser som anført i avsnittet over, medfører manglende merking av særskilt aktivitet og tilhørende etterspørsel med kausale faktorer en redusert mulighet til å kunne gjennomføre spesifikke analyser med hensyn til slik aktivitet respektivt i de tilfeller der dette kunne vært hensiktsmessig. Selv om det kan argumenteres for at det kanskje ikke er like relevant å gjennomføre prognostisering basert på forklarende modeller for store øvelser og oppgraderinger, som ofte er både forutsett og i stor grad avgrenset i tid, kan det være svært aktuelt eksempelvis i forbindelse med INTOPS. Gitt Forsvarets tidligere,



nåværende og antatt fremtidige oppdragsportefølje i denne sammenheng, medfører denne typen operasjoner bruk av materiell i helt andre klimaforhold enn det som er representativt for Norge. I enkelte tilfeller kan det også være snakk om bruk av materielltyper som stort sett kun nyttes i INTOPS. Foruten økt bruksbelastning og avhengighet til materiellets operative tilgjengelighet i faktiske stridsscenarioer, gir både klima og andre miljømessige forhold en helt annen bruksprofil enn det som er/ville vært tilfellet hjemme. Dette innvirker nødvendigvis også på etterspørselen etter reservedeler. Ovenstående, i tillegg til varigheten på slike operasjoner og det faktum at forsyningslinjene ofte er svært lange, medfører et behov for økt tilgjengelighet på reservedeler, som igjen forutsetter prognoser med høy kvalitet<sup>64</sup>.

I Bestemmelse for integrert logistikkstøtte, systemteknikk og informasjonshåndtering i Forsvaret (FLO, 2010) heter det at:

”Ved bruk av materiellet i andre klimasoner enn hva som opprinnelig var planlagt, skal det gjennomføres nye analyser av behov for reservedeler. Tiltaket gjelder spesielt for bruk i klimasoner hvor temperatur, fuktighet, sand og støv antas å redusere materiellets driftssikkerhet.”

Denne bestemmelsen har til hensikt å sikre nettopp tilgjengelige reservedeler under en rekke forutsetninger og begrensninger som ikke har samme gyldighet hjemme, og som derfor krever spesiell oppmerksomhet. I en teknisk løsning som SAP ville slike analyser antatt vært mulige gjennom å knytte nettopp kausale faktorer i form av ulike typer metadata om geografiske, miljø-, klima- og bruksforhold til hver enkelt etterspørsel for respektive materielltyper. På denne måten kan forsyningsplanleggere skape representative datasett med bakgrunn i respektive, eller kombinasjoner av, metadata og variabler. Dette muliggjør både dedikerte vedlikeholdsanalyser og derivasjon av etterspørsel fra disse, samt rene etterspørselsanalyser basert på ulike forhold som må antas direkte å innvirke på, og derigjennom årsaksforklare, de ulike etterspørselsfordelingene. Norge har det siste tiåret gjennomført internasjonale operasjoner i en rekke land med tilnærmet like klima- og bruksforhold, der bidraget i Afghanistan utvilsomt har avledet størst etterspørsel etter reservedeler. Ettersom svært mye av det samme materiellet har blitt brukt over det som har vært kontinuerlig oppdragsløsning i landet i 17 år, og deler av materiellet senere er tatt i

---

<sup>64</sup> I internasjonale operasjoner vil Forsvaret i større grad enn hjemme basere tilgjengelighet på en større medbrakt feltlagerbeholdning, men dette endrer ikke behovet for prognoser med en viss presisjon som utgangspunkt for beregning av disse beholdningene.

bruk i operasjoner i Irak, må det antas å foreligge mye etterspørselsdata for dette materiellet. I følge Respondent 1 (FLO FORS) har de likevel ikke ”noe bevisst tilnærming til det i prognosearbeidet i dag”. Dette må forstås som at det *ikke* gjennomføres slike ”nye analyser av behov for reservedeler”, selv om det, gitt oppdragenes egenart sammenlignet med bruk av det samme eller lignende materiell under norske bruksforhold, må kunne antas å gi langt mer presist prognosegrunnlag. Riktignok prognostiseres det for driftslagrene i FLO som understøtter INTOPS, samt for de såkalte feltlagrene som brukes til den faktiske understøttelsen i operasjonsområdene. Disse prognosene er imidlertid basert på de samme premissene som for øvrige driftslagre som understøtter nasjonal drift, og hensyntar i liten grad kausale forhold som nevnt over. Eksempelvis settes det i følge Respondent 1 (FLO FORS) aldri lagernivåer for reservedeler tilknyttet slike operasjoner, og de faktiske lagerbeholdningene baserer seg i all hovedsak på erfaring. Dette kan tyde på at reelle lagerbeholdninger for understøttelse av INTOPS dimensjoneres uten kvantitativ forankring verken i gjeldende prognoser eller relevante forklarende variabler. I følge uttalelser fra Respondent 4 (OPSSTØ) finnes det spesifikke vedlikeholdsprogrammer der vedlikehold kan styres etter bruksmoduser, men disse er foreløpig kun testet ut på lastevogner og er tilsynelatende ikke tatt i bruk enda.

### **5.5.3 OVERFØRING AV DATA MELLOM SAP OG DW1P**

Etterspørselshistorikk og masterdata (materialdata, ledetid, artikkelpris med mer) for til enhver tid siste 36 måneder overføres fra SAP til en frittstående database kalt DW1P på døgnbasis. Bakgrunnen for bruken av denne mellomliggende databasen er at verken SAP eller Synchron er i stand til å transformere og konvertere dataene Synchron trenger for etterspørselsprognostisering og lagernivåsetting. DW1P er en uavhengig standard Oracle-database på FISBasis-plattformen som er konfigurert og programmert av FLO FORS i samarbeid med Cybertjenester og -operasjoner (CTO) sin avdeling for Drift og videreutvikling (DVU). Dataene overføres fra SAP til databasen ved hjelp av omlag ti sammensatte spørringer definert av FLO FORS. Resultatet er en avgrensning av rådata i SAP til uttrekk som kun omfatter forbrukshistorikken og masterdataene som Synchron trenger for å utarbeide etterspørselsprognoser og forslag til lagernivåer. I tillegg konverterer og transformerer DW1P automatisk master- og etterspørselsdataene fra SAP til et format og en struktur som Synchron kan forstå og anvende.

I denne uttrekksprosessen er reglene definert slik at de utelukker unødvendige data. Blant annet filtreres etterspørselsdata basert på hvilke varebevegelseskoder som er benyttet i arbeidsordrene i SAP. Etersom DW1P er konfigurert med hensyn til etterspørselsprognostisering og lagernivåsetting, og under forutsetning av at kun de *riktige* transaksjonskodene blir brukt for dokumentasjon og teknisk realisering av reservedelsbehov, vil eventuell etterspørselshistorikk basert på feil transaksjonskoder aldri overføres fra SAP til DW1P, og deretter Synchron. Det er altså regelsettene anvendt i DW1P som er årsaken til at tidligere omtalte bruk av feil varebevegelseskoder medfører at etterspørselen, selv om den teknisk sett er dokumentert, ikke blir registrert som gyldig historikk for prognoseformål i Synchron. Selv om *datakvaliteten* på etterspørselshistorikken i henhold til tidligere drøfting synes utilstrekkelig, viser analyse av kvantitative data og det faktum at Synchron faktisk genererer prognoser, at uttrekkene fra SAP i utgangspunktet inneholder de *nødvendige* dataparameterne som Synchron trenger: *type reservedel* (materialnummer), *kvantum*, *tidsangivelse* og *MRP-område*. Utover at uttrekket avgrenses til kun å omfatte etterspørselshistorikk og nødvendige masterdata, foreligger det ingen grunn til å tro at etterspørselshistorikken fra SAP manipuleres ytterligere før overføring til DW1P. Det er dermed rimelig å konkludere med at kvaliteten på dataene ikke forringes i denne fasen av prosesseringen isolert sett.

#### **5.5.4 PROSESSERING AV DATA I DW1P**

Utover å representere en plattform som muliggjør uttrekk, transformering og analyse av data til ulike formål (eksempelvis økonomiske analyser), nyttes DW1P også til ulike former for kontroll av etterspørselshistorikken, i den hensikt å avdekke feil eller uregelmessigheter i prognosesammenheng. I følge Respondent 1 (FLO FORS) pågår det et kontinuerlig arbeid knyttet til justeringer av logikken som ligger til grunn for uthenting av etterspørselshistorikk fra SAP. Dette er imidlertid ingen garanti for at alle feil oppdages og rettes, og det foreligger således en fare for at ovenstående datakvalitetsavvik består og videreføres til Synchron som gyldig etterspørselshistorikk, med de konsekvensene det får for presisjonen i etterspørselsprognosene. Dette omfatter også feil bruk av varebevegelseskoder, som tidligere nevnt. Til tross for at databasen er konfigurert spesifikt for Forsvarets forsynings- og prognostiseringsmetodikk, foreligger det imidlertid ingen konkrete grunner til å mistenke manipulasjon eller ytterligere kvalitetsforringelse av dataene i forbindelse med prosesseringen av dem i DW1P. Heller motsatt, gitt at DW1P

representerer nettopp en mulighet for å analysere og kvalitetssikre dataene før de overføres til Synchron.

### **5.5.5 OVERFØRING AV DATA MELLOM DW1P OG SYNCRON**

Når etterspørsels- og masterdataene er ferdig sammenstilt og konvertert overføres de til Synchron. Der overføringen av data mellom SAP og DW1P skjer på døgnbasis, overføres data mellom DW1P og Synchron månedlig. Heller ikke i denne delprosessen er det nærliggende å mistenke manipulasjon eller tap av etterspørselshistorikk, og derigjennom ytterligere kvalitetsforringelse. Dette med bakgrunn i at det ikke gjøres ytterligere endringer i dataene i denne overføringen, da alt er basert på spørringene fra DW1P, og eventuelle analyser. Overføringen fra DW1P til Synchron skjer uten videre justering av data eller format, og Synchron får de dataene applikasjonen trenger i det nødvendig formatet for å kunne lese og benytte informasjonen.

### **5.5.6 PROGNOTISERING I SYNCRON**

Når etterspørselshistorikken er overført til Synchron vil Synchron automatisk klassifisere reservedelene med utgangspunkt i de respektive etterspørselsfordelingene og karakteristikker ved disse. Etterspørselskarakteristikkene legges så til grunn for valg og applisering av de mest hensiktsmessige modellene for etterspørselsprognoser og lagernivåberegninger.

#### ***Aggregering***

Som teorien viser er et viktig aspekt i forbindelse med etterspørselsprognostisering *aggregering* av etterspørselsdata. Aggregering med hensyn til produkter, tid (temporal) og/eller lokasjoner (spatial) kan gjemme eller fremheve forhold ved og informasjon knyttet til etterspørselskarakteristikker for respektive etterspørselsfordelinger sammenlignet med opprinnelig aggregeringsnivå, fordi etterspørselsfrekvensen endres. Aggregering kan således bidra til å identifisere og/eller tydeliggjøre etterspørselskarakteristikker, i den hensikt å øke presisjonen i prognosene. Valg av aggregeringsnivå avhenger som tidligere nevnt av en rekke forhold, herunder tilgjengeligheten på data og antallet datapunkter. I Forsvaret kan aggregering gjøres både i DW1P og i Synchron. Begge mulighetene er basert på innebygde forutsetninger og avgrensninger i den tekniske løsningen med hensyn til *tid* (temporal aggregering), *rom* (spatial aggregering) og *typer* reservedeler (produktaggregering).

Forsvarets valgte aggregeringsnivå gir månedlige prognoser for alle reservedeler (*produkter*) og driftslager (*spatial; rom*) respektivt, med utgangspunkt i månedlig etterspørselshistorikk (*temporal; tid*). Produkt- og rom-dimensjonen er lagt på lavest mulige aggregeringsnivå (enkeltartikler og –lager), mens tidsdimensjonen er aggregert opp i en form for *bottom-up*-tilnærming fra daglig etterspørsel til akkumulert etterspørsel innenfor respektive måneder (totalt 36 måneder). I følge Respondent 1 (FLO FORS) hadde man inntil oppgraderingen av Synchron i 2015 lagt seg på et ytterligere høyere aggregeringsnivå hva angår tid, med *kvartalsvis* akkumulert etterspørsel over totalt 13 kvartaler som grunnlag for prognoser. Grunnet en begrensning i den gamle Synchron-versjonen knyttet til manglende mulighet for å relatere etterspørsel til arbeidsordrer og derigjennom konkrete etterspørselstidspunkter innenfor respektive kvartaler, gikk man over til *måneder* i den hensikt å antatt forbedre kvaliteten på og etterretteligheten i etterspørselshistorikken. Gitt Forsvarets overvekt av reservedeler med lav og ujevn etterspørsel, og derigjennom få datapunkter, kan denne endringen imidlertid argumenteres for å være kontraproduktiv. Mange SKU har ikke etterspørsel i det hele tatt innenfor rammene av enkeltmåneder, tidvis heller ikke innenfor flere påfølgende måneder (se Figur 5-1 – 5-3). I tillegg kan, som tidligere nevnt, både lang levetid på deler og/eller lange vedlikeholdssykluser medføre at etterspørsel etter enkelte typer reservedeler faller utenfor 36-månedersintervallet i sin helhet. Som teori knyttet til temporal aggregering viser kan det å gå fra kortere til lengre tidsintervaller, eller sagt på en annen måte: fra høyere til lavere datafrekvens (eksempelvis fra dager til måneder, kvartaler eller år), medvirke til identifiseringen av seriekarakteristikker, ettersom disse forsterkes over ulike tidsfrekvenser. Selv om dataene når aggregert opp fra kortere til lengre tidsintervaller ikke inneholder samme detaljeringsnivå fordi karakteristikkene utjevnes, vil likevel lengre tidsintervaller synliggjøre den langsiktige oppførselen til etterspørselsfordelingene med hensyn til underliggende karakteristikker på en bedre måte. I tillegg vil temporal aggregering også bidra til å redusere antallet perioder uten etterspørsel i det hele tatt, spesielt i tilfellene av periodisk (*intermittent*) etterspørsel. Til tross for at variasjonen blir mindre sammenlignet med aggregering på lavere nivåer, vil prognosene likevel kunne bli bedre. Ser man Forsvarets høye andel av reservedeler med lav og ujevn etterspørsel, samt tilsynelatende lave prognosepresisjon i lys av ovenstående drøfting, kan det argumenteres for at upresise prognoser til en viss grad kan årsaksforklares med et for lavt aggregeringsnivå med hensyn til tidsdimensjonen.

I forlengelsen av det ovenstående, og i den hensikt å også fange etterspørsel etter deler med lang levetid og/eller lange vedlikeholdssykluser, kan det videre argumenteres for at 36 måneder er utilstrekkelig for å fange den faktiske etterspørselen på en god måte (eller i det hele tatt), uavhengig av aggregeringsnivå. I forbindelse med oppgraderingen av Synchron i 2015 og overgangen fra kvartalsvis til månedlig akkumulert etterspørselshistorikk, gjennomførte FLO FORS en ny analyse av lengden på etterspørselsperioden som ble lagt til grunn for prognosene. Til tross for kunnskap om at enkelte reservedeler falt utenfor gjeldende etterspørselsperiode (13 kvartaler), opprettholdt de en tilnærmet lik etterspørselshorisont som tidligere (36 måneder), basert på en formening om at dette er "et hensiktsmessig nivå" (Respondent 1, FLO FORS). For reservedeler med høy og/eller jevn etterspørsel kan det argumenteres for at 36 måneder er tilstrekkelig, da etterspørselen etter disse reservedelene i prinsippet skal avlede relativt tydelige karakteristikk, selv over kortere tidsperioder. Dette er imidlertid, som nevnt, ikke tilfelle for en overvekt av Forsvarets reservedeler. Riktignok kan det argumenteres for at en ytterligere utvidelse av tidsperioden ikke ville gitt signifikante utslag på etterspørselskarakteristikkene, under den forutsetning at Synchrons konfigurasjon og innebygde modeller uansett ikke vil kunne gi presise prognoser for etterspørselsfordelinger under et visst antall datapunkter. Legger man derimot til grunn at ethvert tilført datapunkt til en i utgangspunktet liten mengde av datapunkter vil medføre en signifikant styrking av datagrunnlaget, og man bevisst søker å innlemme så mange som mulig av disse datapunktene som i utgangspunktet ikke treffer innenfor 36-månedersintervallet, kan dette representere et argument for å gjøre nettopp det. Dette gjelder spesielt for reservedeler som ikke har etterspørsel *i det hele tatt* innenfor gjeldende intervall, i den hensikt å synliggjøre et tidvis høyst reelt behov for reservedeler selv om etterspørselen med nåværende konfigurasjon ikke alltid synes. Det faktum at mange av reservedelene som sjelden etterspørres er kritiske reservedeler for systemfunksjonalitet underbygger poenget. Det samme gjør manglende presisjon i prognosene for reservedeler med i utgangspunktet langt *tydeligere* etterspørselskarakteristikk.

En annen utfordring med gjeldende etterspørselsaggregering kan knyttes til *rom-*dimensjonen, i den forstand at prognosene kun omfatter etterspørsel mot hvert driftslager respektivt. Spatial aggregering er i seg selv verken nødvendig eller en forutsetning for presise prognoser, dersom etterspørselen etter gjeldende variabler er tilstrekkelig høy på respektive lokasjoner til å avlede fordelinger det i teorien skal være enkelt å prognostisere

for. Som nevnt er den ofte ikke det. Selv om både Hærens isolerte og Forsvarets samlede materiellportefølje omfatter svært mange reservedeler, og mange av disse reservedelene også inngår i flere materiellsystemer, er forbruket i mange tilfeller fordelt mellom verksteder og tilhørende driftslagre over hele landet. Spesielt er dette tilfellet for Hærens materiell. Fordi Hærens materiellpark i seg selv er relativt liten innebærer en slik både geografisk og teknisk fragmentering av etterspørselen at man ofte vil få både lav og uregelmessig etterspørsel på SKU-nivå, selv for reservedeler som det totalt sett etterspørres potensielt mye av. Dette underbygges av tidligere omtalte prosentvise fordeling av typer etterspørselskarakteristikker, som viser en overvekt av reservedeler i de prognosemessig utfordrende kategoriene. En sammenslåing av ofte lav og uregelmessig etterspørsel på respektive verksteder/driftslagre ville imidlertid gi en samlet høyere etterspørsel etter reservedeler og derigjennom potensielt nye karakteristikk, som da ville vært nærmere den typen fordelinger som i henhold til teorien skal gi mer presise prognoser. Dette taler således for spatial aggregering. Ved slik aggregering vil det likevel fortsatt være behov for å synliggjøre reservedelsbehovet for respektive lagerlokasjoner, i den hensikt å sikre lokalt tilgjengelige reservedeler. Dette innebærer *disaggregering* eller *derivasjon* av den i utgangspunktet aggregerte prognosen, eller en såkalt *top-down*-aggregering. Presise utfall av en slik nedbrytning forutsetter ideelt sett egne moduler i Synchron, spesifikt de såkalte *multi echelon* og *point of sales*-modulene, som er utviklet nettopp for automatisk allokering av reservedeler med etterspørsel på flere lokasjoner. I følge Respondent 1 (FLO FORS) er disse modulene ikke tatt i bruk i Forsvaret, blant annet fordi Synchron som leverandør anser Forsvaret som en for umoden organisasjon til å lykkes med disse. Dette kan også ha noe å gjøre med at Forsvaret siden 2005 ikke har hatt sentrale forsyningslagre, noe som ville gjort spatial aggregering ytterligere relevant og aktuelt. Sentrale lagre er imidlertid ingen forutsetning for å bruke aggregeringsmodulene i Synchron. Det er likefullt ingen grunn til å tro at modulene vil implementeres med det første. Dette ettersom de involverer bruk av en rekke masterdataparametere som ikke nyttes til lagernivåsetting i dag, og ville videre fordre en betydelig innsats for å kvalitetssikre masterdata. FLO FORS har likevel, på eget initiativ, gjennomført *simuleringer* av spatial aggregering for enkelte reservedeler med fragmentert etterspørsel. Av samme årsak som beskrevet over taler resultatene av simuleringene, ikke overraskende, for en slik løsning. Lagt til grunn den tilsynelatende gode erfaringen med disse simuleringene synes det derfor mulig å gjennomføre erfaringsbasert og kvalitativ disaggregering innenfor rammene av nåværende prosedyre, som må kunne antas å gi bedre prognoserresultater og høyere tilgjengelighet på

reservedeler enn det som er tilfellet i dag. Dette sannsynliggjør at Forsvaret ville vært tjent med en moderert og *tilpasset* form for spatial aggregering, selv uten spesialmodulene i Synchron og etablering av sentrale forsyningslagre.

Ovenstående drøfting lagt til grunn kan det argumenteres for at gjeldende aggregeringsnivå innenfor både tids- og romdimensjonen må antas å i større eller mindre grad innvirke negativt på presisjonen i Forsvarets prognoser. Selv om alle etterspørsel, med unntak som beskrevet over, dokumenteres, kan det likefullt argumenteres for at dataene likevel ikke er av tilstrekkelig *bredde*, *dybde* og *omfang* for presis etterspørselsprognostisering for respektive reservedeler, så lenge prognosene både for reservedeler med lav og/eller uregelmessig og, noe overraskende, også høyere og jevnere etterspørsel beviselig ikke samsvarer med faktisk etterspørsel (Figur 5-1 – 5-3). Det er dermed rimelig å konkludere med at gjeldende aggregeringsnivå medfører en potensielt betydelig forringelse av datakvaliteten med hensyn til *komplethetsdimensjonen*, som i henhold til teorien legger til grunn nettopp dataenes statistiske egenskaper i form av representativiteten i datauttrekkene, hvorvidt de inkluderer et tilstrekkelig antall datapunkter, og hvorvidt perioden dataene representerer er adekvat for utjevning av svingninger.

### ***Reparerbare komponenter***

I Synchron prognostiseres alle reservedeler som *forbruksmaterieell*, eller det som i teorien omtales som *repair parts*. Det gjelder også reparerbare komponenter: *spares*. Dette medfører en rekke utfordringer for sistnevnte, ettersom komponenter i kraft av å være nettopp reparerbare krever en annen teknisk løsning for prognostisering enn den som ligger til grunn for prognostisering av forbruksartikler. Det finnes en såkalt *rotables*-funksjon for reparerbare komponenter i Synchron, men Forsvaret har ikke kjøpt lisenser for denne løsningen. I følge Respondent 1 (FLO FORS) er de klar over at det å beregne reparerbare komponenter på lik linje som annet materieell ”gir feil output, men bedre enn å ikke ha noe i det hele tatt.” I tillegg til at det er for få komponenter i rotasjon og at vedlikeholdssyklusen for disse er for dårlig, medfører dette store utfordringer knyttet til tilgjengelighet på slike deler. Selv om det er utenfor oppgavens fokus å vurdere gjenvinnbare komponenter spesifikt, er det verdt å anmerke, som tidligere nevnt, at all nedetid som følge av delevnet, på både forbruksartikler og gjenvinnbare komponenter, vil innvirke på forbruket av og dermed etterspørselen etter deler, som ville/kunne oppstått dersom materiellsystemet hadde vært operativt tilgjengelig og i drift. I verste fall kan slik nedetid medføre nedbygging av

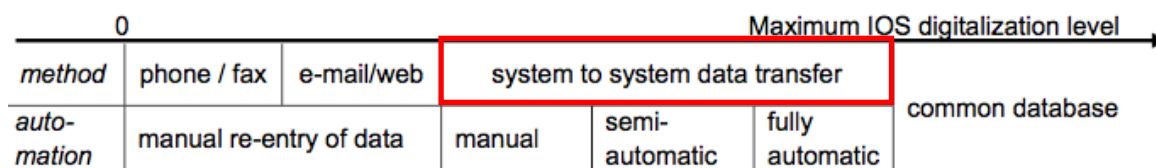


reservedelsbeholdningene. Dette forholdet omfattes således hovedsakelig av *kompletthetsdimensjonen* i det *kontekstuelle* datakvalitetsaspektet, som stiller krav til tilstrekkelig bredde, dybde og, for dette tilfellet *omfang*, for den aktuelle oppgaven datasettet skal brukes til.

### 5.5.7 INFORMASJONSSYSTEMET I ET DATAKVALITETSPERSPEKTIV

I ovenstående drøfting er det pekt på en rekke forhold knyttet til generering og prosessering av etterspørselsdata, som i større eller mindre grad bidrar til forringelse av dataene med hensyn til de, i henhold til litteraturen, vanligste datakvalitetsaspektene og -dimensjonene. I tillegg til datakvalitetsavvikene som kan relateres til gjeldende prosedyrer foreligger det ytterligere en kilde til potensielle kvalitetsavvik som kan knyttes til *informasjonssystemet* som helhet, gjennom det Bø (2012) omtaler som *graden av digitalisering* (jfr. Figur 3-8). Ytterpunktene er representert ved henholdsvis *manuell* og *fullautomatisert* dataoverføring, med utgangspunkt i at manuelle rutiner (lav grad av digitalisering) medfører betydelig prosessering av dataene før reell nytteverdi oppnås, sammenlignet med full informasjonsintegrasjon i en felles database (høyeste digitaliseringsnivå). Med bakgrunn i dette foreslår Bø en utvidelse av Wang og Strongs (1996) rammeverk for datakvalitet, med graden av digitalisering som en *egen* datakvalitetsdimensjon.

Som det ovenstående viser bruker Forsvaret i dag SAP blant annet til dokumentasjon av vedlikehold og etterspørsel etter reservedeler, og Synchron til etterspørselsprognostisering og lagernivåsetting. Bakgrunnen for bruken av *begge* er at SAP, slik systemet er konfigurert i Forsvaret, aldri har hatt tilfredsstillende funksjonalitet til å håndtere prognostisering. Derfor er Synchron, i kraft av sine egenskaper som nettopp prognoseverktøy, valgt til dette formålet. I tillegg brukes den frittstående databasen DWIP. Gjennom bruk av tre datasystemer faller prosessen relatert til etterspørselsprognostisering inn i det Bø omtaler som *system-til-system-dataoverføring*:



Figur 5-5 Grad av digitalisering i Forsvaret (basert på Bø, 2012, s.28)

Ettersom Synchron er et tredjepartsverktøy til SAP er det i seg selv ikke et problem at Forsvaret benytter flere systemer, fordi Synchron med sitt standardgrensesnitt kan fullkonfigureres med SAP. Dette innebærer en mulighet for *fullautomatisert* dataoverføring, som ifølge Bø er nest høyeste nivå av digitalisering. Ettersom Synchron per i dag ligger på en ekstern og ugradert server forutsetter en slik konfigurasjon imidlertid en tilordning av Synchron til den graderte FISBasis-plattformen, der både SAP og DW1P er installert. Selv om FLO FORS lenge har arbeidet for dette, basert på kjennskap til Synchron og synergiene en slik fullintegrasjon ville medført, er løsningen ikke implementert. Beslutningen har vært politisk motivert, og er i stor grad basert på et frem til nå sterkt ønske om at FIF 3.0 skulle levere en tilstrekkelig god prognoseløsning i SAP, slik at man kunne gå bort fra Synchron i sin helhet. Med termineringen av FIF 3.0s release 2 og 3 i sin originale form er det imidlertid ingen grunn til å tro at Synchron vil utgå fra datasystemporteføljen med det første. Hvorvidt man i fremtiden vil gå for en fullstendig integrasjon mellom Synchron og SAP er per nå uvisst. Dagens løsning innebærer derfor delvis manuell dataoverføring av SAP-data til Synchron. I dette ligger at data overføres automatisk fra SAP til DW1P på døgnbasis, og derfra *manuelt* til Synchron månedlig (i alt åtte grensesnitt). Dette plasserer prosessen i det *semiautomatiske* nivået av system-til-system-overføring i Figur 5-5, som nødvendigvis innebærer en noe lavere grad av digitalisering. Dersom man legger til grunn at informasjonsintegrasjon, og derigjennom utnyttelse av data i et *fitness-for-use*-perspektiv, avhenger av digitaliseringsnivået, vil alle tilfeller av manuell dataprosessering, og dermed lavere digitaliseringsnivå, kunne medføre forringelse av datakvaliteten i noen grad.

Grunnet begrensningene knyttet til den manglende integrasjonen mellom SAP og Synchron har FLO FORS konfigurert grensesnittet i både DW1P og Synchron selv, og tilpasset det til Forsvarets behov med hensyn til hvilke artikler som skal forbruksregistreres og prognostiseres, og, basert på dette, hvilke data som skal flyttes mellom SAP og Synchron. Dette innebærer i seg selv risiko for forringelse av datakvaliteten, gjennom de åpenbare mulighetene for datamanipulasjon og/eller tap av data som ligger i overstyring av forhåndsdefinerte innstillinger og overføring av data mellom det som i praksis er separate systemer. Det må riktignok antas at selv en fullintegrasjon mellom SAP og Synchron ville krevd enkelte justeringer for å ivareta datakvaliteten i alle ledd i et verdikjedeperspektiv (Figur 3-6). Det er likefullt, basert på det ovenstående, grunnlag for å konkludere med at egenkonfigurerte innstillinger og grensesnitt av omfanget som det her er snakk om

impliserer en risiko for utilsiktede feil og derigjennom forringelse av datakvaliteten. Dette lagt til grunn kan det således argumenteres for at Forsvarets informasjonssystem totalt sett ligger i sjiktet *manuell* system-til-system-overføring, slik Figur 5-5 viser.

Videre har Syncron aldri vært tilknyttet mer enn én enkelt datamaskin på en frittstående server. At man ikke har hatt større ressurser i relasjon til bruken av Syncron må antas å henge sammen med det tilsynelatende sterke ønsket i Forsvarets ledelse om leveranse av prognosefunksjonalitet i SAP. På grunn av dette er antallet personell som jobber direkte i Syncron begrenset til *tre*<sup>65</sup>. Tatt i betraktning det store antallet av typer reservedeler i Forsvaret, og derigjennom omfanget av både etterspørsels- og masterdata (36 måneders historikk), representerer dette forholdet i seg selv en begrensende faktor hva angår etterspørselsprognostisering. For det første må dagens løsning kunne beskrives som svært lite redundant, både teknisk og kompetansemessig. Det er en svakhet ved systemet at all reservedelslogistikk i Forsvaret er avhengig av én enkelt datamaskin operert av tre mennesker, uten reservesystemer for selve etterspørselsprognostiseringen. For det andre må det antas at dagens løsning medfører fare for tregere prosessering og dårligere oppfølging av prognosedata, med bakgrunn i omfanget av data og at ansvaret for all etterspørselsprognostisering i Forsvaret ikke kan fordeles mellom flere avdelinger og et høyere antall personell.

### **5.5.8 DET MENNESKELIGE ASPEKTET – KOMPETANSE OG KULTUR**

Ved drøfting av datakvalitet i et verdikjedeperspektiv er det ikke tilstrekkelig å kun vurdere gjeldende datasystemer isolert. Fordi data og informasjonsflyt i en forsyningskjede nødvendigvis også involverer personellet som gjennom ulike roller genererer, administrerer, analyserer, deler og bruker data innenfor rammene av informasjonssystemet, er *brukerperspektivet* sentralt. På samme måte som kvalitetsavvik kan skyldes feil og mangler ved data-/informasjonssystemet i seg selv, kan de også ha sitt utspring i de manuelle prosessene utført av personellet som bruker det. I denne sammenheng spiller både kompetanse, forutsetninger og kultur en viktig rolle. I forbindelse med etterspørselsprognostisering, og arbeidet med å generere og prosessere data av tilstrekkelig kvalitet for mest mulig presise prognoser, er det naturlig å fokusere på *datafangere* og

---

<sup>65</sup> Det er riktignok langt flere som jobber med lagernivåsetting, men ettersom lagernivåer er output basert på etterspørselsprognosene og dette arbeidet gjøres utenfor Syncron, er forholdet ikke relevant i denne sammenheng.

*dataforvaltere* som de mest sentrale aktørene. Disse omfatter i denne sammenheng vedlikeholdspersonell i FLO og OPSSTØ (datafanger) og personell med ansvar for utarbeidelse av prognoser i FLO FORS (dataforvaltere). Etersom data-/informasjonsflyt i henhold til informasjonsverdikjeden representerer en suksessiv prosess, er det kritisk at både datafangerne og dataforvalterne, som påfølgende verdiskapende aktører, forstår viktigheten av presisjon i eget arbeid som utgangspunkt for nettopp verdiskapning på både eget og neste nivå. Dette krever kompetanse på og forståelse for ikke bare egne arbeidsoppgaver og ansvarsområder, men også for hvordan dataene er tenkt brukt i en større kontekst. I forlengelsen av dette er det viktig at både avdelings- og organisasjonskulturen reflekterer et fokus på datakvalitet i hele kjeden som en forutsetning for presise prognoser og gode beslutningsgrunnlag, gjennom både dialog omkring, tilrettelegging for og krav til korrekt dataforvaltning.

### ***Kompetanse***

Som tidligere omtalt foreligger det både et overordnet styringssystem, samt prosedyrebeskrivelser, leksjoner og interne kurs relatert til delprosesser innenfor vedlikehold og prognostisering/forsyning respektivt. Som tidligere drøfting antyder kan det imidlertid synes som at ikke alle prosedyrebeskrivelser/leksjoner er tilstrekkelig omfangsrike og/eller presise til å fange alle nødvendige detaljer omkring respektive delprosesser. Intervjuer med OPSSTØ og FLO FORS, samt allerede påpekte datakvalitetsavvik, gir også grunnlag for å påstå at det per i dag verken foreligger tilstrekkelig kompetanse på, forståelse for eller samordning av alle relevante forhold knyttet til vedlikehold og prognostisering, som i realiteten er høyst interrelaterte prosesser. Trolig ikke som et resultat av at man ikke vil forstå, men fordi man ikke nødvendigvis har tilstrekkelig informasjon eller kunnskap som *datafanger* om hvilke data som skal genereres, samt *hvordan* og *hvorfor* man skal gjøre det i et *prognoseperspektiv* (kontekst); eller som *dataforvalter* om hvordan dataene skal prosesseres og informasjonssystemene konfigureres for å sikre tilstrekkelige datagrunnlag for presis etterspørselsprognostisering.

I følge Bø (2012) kan typiske kvalitetsavvik knyttet til datafangerne skyldes at ukorrekte eller upresise data blir lagt inn som følge av feil, eller som et resultat av at man søker å kompensere for at systemet oppleves å ikke samsvare med brukerkrav, dog uten full forståelse for konsekvensene av dette. Det kan også være tilfeller av at ikke alle nødvendige data dokumenteres, fordi personellet som følge av manglende kunnskap velger

å la være. Manglende kompetanse kan også gi kvalitetsavvik med hensyn til tidsriktighet, fordi man mangler forståelse for nettopp tid og korrekte tidsangivelser som en kritisk prognoseparameter. Av flere typiske feil Bø (2012) knytter til dataforvalterne er det spesielt to som synes å ha særskilt relevans i denne sammenheng: feil i mekanismen som samler data fra ulike datasett og databaser i sammenstillingsprosessen, og feilaktige datasammendrag som følge av manglende eller ukorrekte dataverdier relatert til aggregeringsprosessen. Flere av de tidligere omtalte datakvalitetsavvikene synes å samsvare med denne typen følgefeil, både hva angår generering og prosessering av data, og konfigurasjon av Forsvarets datasystemer i prognosesammenheng. Det er således rimelig å knytte upresise prognoser til en viss grad av manglende kompetanse/forståelse hos både FLO VEDL som *datafangere* og FLO FORS som *dataforvaltere*. Dette underbygges av Respondent 1 (FLO FORS) som påpeker at ”bedre kompetanse ville naturligvis gitt bedre resultater i hele rekka”. Dette må således kunne tolkes som en erkjennelse av mangelfull kompetanse – både internt i respektive avdelinger, og ikke minst knyttet til forhold som går på tvers av divisjonene. Riktignok finnes det mange dyktige enkeltindivider, som også i mange tilfeller evner å ”dra med seg” sine medarbeidere lokalt hva angår kompetansedeling, men dersom prosedyrene og ansvaret ikke konsekvent etterleves alle steder vil det kunne gi til dels store utslag på presisjonen i etterspørselsprognosene. Dette spesielt tatt i betraktning Forsvarets relativt sett lille materiellpark og til dels lav og ujevn, og ikke minste *fragmentert*, etterspørsel etter reservedeler, som medfører at hver eneste feil vil innvirke på, og i verste fall, kan bli utslagsgivende for etterspørselshistorikken og prognosene.

### ***Forutsetninger***

Kvalitetsavvikene kan imidlertid også skyldes manglende *forutsetninger* for god dataforvaltning i et verdikjede- og *fitness-for-use*-perspektiv. Selv om logistikkprosjektets målsetning gjennom stadige oppgraderinger av FIF har vært å integrere ulike forvaltningsområder og tilføre ny funksjonalitet, blant annet for mer effektive vedlikeholds- og forsyningsprosesser og derigjennom økt operativ evne, har det ikke lyktes helt. Dette i stor grad fordi nettopp forutsetningene for å innfri ønsket effektivitet tilsynelatende ikke foreligger i tilstrekkelig grad. Som tidligere nevnt medførte en stor tro på og ønske om fullstendig leveranse av FIF 3.0 til et bevisst valg på toppnivå i organisasjonen om ikke å fullintegrere Syncron og SAP. Forsvaret har heller ikke kjøpt

lisenser til alle funksjoner for optimal bruk av Synchron, antatt av samme årsak. Dette kan argumenteres for å representere et kvalitetsavvik i seg selv.

Selv om oppgraderingen av Synchron i 2015 medførte, ifølge Respondent 1 (FLO FORS), en forbedring av prognosene, synes nevnte mangel på forutsetninger fortsatt å utgjøre en betydelig risiko for kvalitetsforringelse, og derigjennom presisjonen i prognosene. Dette underbygges av tidligere drøfting. Også for FLO VEDL har implementeringen av FIF 3.0 gitt seg utslag i flere forhold som oppleves som negative. For det første ble mye av arbeidet, som FLO og OPSSTØ tidligere hadde vært ansvarlige for, knyttet til både etterspørsels- og forsyningsplanlegging sentralisert<sup>66</sup>. For det andre påpeker flere av respondentene at mange av de nye løsningene oppleves å være dårligere enn de som ble benyttet tidligere. For det tredje medførte FIF 3.0 en forventning om at tilnærmet alt teknisk personell skulle gjøre funksjonsspesifikt arbeid i SAP, og for det fjerde innebattet det innføringen av flere delprosesser som viste seg mer omfattende og tidkrevende enn tidligere. Foruten et implisitt behov for ytterligere opplæring og kompetanse, krever dette tilgjengelighet på ressurser på den lokasjonen jobben faktisk skal utføres på. Streng restriksjoner forbundet med bruk av graderte systemer medfører imidlertid begrenset tilgang på og fleksibilitet ved bruk av datamaskiner, som igjen medfører redusert evne og mulighet til å gjennomføre all nødvendig registrering av vedlikeholdsarbeid på en tidseffektiv måte. Dette har ført til at løsningen, som riktignok både var ment og forventet å øke effektiviteten og gi bedre vedlikeholds- og forbrukshistorikk, i stedet oppleves av vedlikeholdspersonell å ta fokuset bort fra det praktiske vedlikeholdet. Konsekvensene av dette kan i verste fall være både forlenget nedetid på materiell og dårligere dokumentasjon av gjennomført vedlikehold og reservedelsbehov.

Som tidligere drøfting viser kan begge deler innvirke på presisjonen i prognosene. Det må likevel poengteres at dette stedvis søkes motvirket gjennom å dedikere enkeltindivider til mye av det SAP-tekniske arbeidet på vegne av øvrig personell. Selv om dette totalt sett kan være mer effektivt, gi mer tid til praktisk vedlikehold og i prinsippet kan øke datakvaliteten, skal man ikke undervurdere omfanget av det administrative arbeidet i SAP. Man må derfor være oppmerksom på risikoen for at viktig dokumentasjon kan utebli som en følge av overbelastning og/eller at den som utfører og den som registrerer ikke er den samme.

---

<sup>66</sup> Dette gjaldt imidlertid kun lagernivåsetting, ikke etterspørselsprognostiseringen.

### ***Motivasjon og vilje***

Selv om manglende forutsetninger i seg selv utgjør en potensielt betydelig risiko for datakvaliteten, kan det også medføre et annet og ytterligere forsterkende problem: manglende *motivasjon* og/eller *vilje*. Ikke til å utføre selve vedlikeholdet, men til å gjennomføre nødvendig dokumentasjon i henhold til gjeldende rutiner og prosedyrer, herunder registrering av reservedelsbehov. Som tidligere drøfting vedrørende dokumentasjon av etterspørsel viser, kan det synes som at spesielt tilfeller av kannibalisering og uttak av forbruksdeler fra donorobjekter ikke alltid har blitt eller blir dokumentert slik de skal for å sikre fullstendig etterspørselshistorikk. Dette kan skyldes at prosessene forbundet med denne typen ”reservedelstransaksjoner” og dokumentasjonen av dem av enkelte oppleves som merarbeid sammenlignet med dokumentasjon av etterspørsel i forbindelse med reservasjoner eller uttak av deler fra driftslager – og at de derfor har latt være. Sammenhengen underbygges av Respondent 3 og 5 (OPSSTØ), som antyder at manglende dokumentasjon av etterspørsel spesielt i forbindelse med nettopp deleplukk fra avhendede vogner har forekommet i en viss utstrekning. I følge Respondent 3 har det foreligget en form for skyggeregnskap for dette, men det var i all hovedsak i den hensikt å synliggjøre verdien av deler i donorobjektene overfor FMA, og tilsynelatende ikke for å dokumentere historikk til prognoseformål. Selv om vedkommende påpeker at rutinene for dette har blitt endret, kan det ikke utelukkes at manglende vilje til korrekt dokumentasjon av etterspørsel fortsatt forekommer, muligens som en konsekvens av mer omstendelige og tidkrevende prosesser. Forutsatt tilfeller av manglende etterspørsel innenfor siste 36 måneder, må forholdet imidlertid uansett antas å ha innvirket på nåværende prognoser til en viss grad.

I tillegg fremkommer det i intervjuer med vedlikeholdspersonell at enkelte ikke har villet gjennomføre nødvendig opplæring i SAP. Nevnte tilfeller omfatter personell som i utgangspunktet forutsettes å legge inn reservedelsbehov, og som således har et direkte ansvar for etterspørselshistorikk som grunnlag for prognoser. Dette var i det spesifikke tilfellet løst ved at man dedikerte personell til å foreta registrering i SAP. I tilfeller der personellet likevel må utføre dette arbeidet i SAP, vil resultatet av eventuell manglende kompetanse kunne medføre ulike typer feil som kan føre til forringelse av datakvaliteten og derigjennom presisjonen i prognosene. Det er videre en kjensgjerning at implementeringen av FIF 3.0, og med den, sentraliseringen av funksjoner relatert til etterspørsels- og forsyningsplanlegging, har ført til stedvis stor misnøye. Det kan i den

forbindelse ikke utelukkes at enkelte til en viss grad har søkt å undergrave systemet med et ønske om at det kunne ”reversere” prosessen, og medføre en tilbakeføring til lokalt nivå direkte innflytelse over forsyning og lagernivåer. Forutsatt at dette har vært/er tilfelle kan dette ha medvirket til lavere datakvalitet, også med hensyn til etterspørselshistorikk og prognoser.

Samtlige av de tidligere påpekte at avvikene relatert til generering og prosessering av data medfører på ulike måter forringelse av datakvaliteten innenfor alle relevante datakvalitetsaspekter og -dimensjoner. Dersom man legger til grunn at alle avvikene i større eller mindre grad kan knyttes til manglende kompetanse og forutsetninger for ivaretagelse av respektive ansvarsoppgaver for forvaltning av data i et *fitness-for-use*-perspektiv, kan dette tyde på et manglende fokus i organisasjonen på nettopp datakvalitet som en forutsetning for effektiv reservedelslogistikk, herunder presise etterspørselsprognoser. Dette fordi verken kompetanse eller tilstrekkelige ressurser kommer av seg selv – det må motiveres til og tilføres. Forholdet underbygges av det faktum at det både i Forsvaret og på politisk nivå erkjennes at det mangler reservedeler, attpåtil med en uttalt ambisjon om å hente inn etterslepet, men uten at det per nå synes å foreligge konkrete krav til effektivisering og forbedring av gjeldende prosesser. Dette kan imidlertid skyldes en manglende forståelse i hele organisasjonen for hva datakvalitet er, hvordan den kan måles, samt hvor, hvorfor og hvordan utfordringer relatert til data- og informasjonskvalitet oppstår. Selv om datakvalitet er vanskelig å definere, er identifikasjon og analyse av faktorer som påvirker presisjonen i etterspørselsplanleggingsprosesser i en forsyningskjede ikke desto mindre et av de mest sentrale aspektene relatert til effektivisering av material- og informasjonsflyt. Spesielt i forsvarssammenheng, der operativ tilgjengelighet er en forutsetning for stridsevne. Opplevelsen av manglende organisatorisk fokus på reservedelslogistikk underbygges, som tidligere nevnt, av at Synchron, som en utenforstående leverandør av prognoseverktøy, karakteriserer Forsvaret som en for umoden organisasjon til å ta i bruk enkelte av Synchrons tyngre prognosemoduler.

#### **5.5.9 EVALUERING AV ETTERSSPØRSELSPROGNOSENE**

Evaluering av etterspørselsprognosene er det siste av de fem overordnede stegene i prognostiseringsprosessen. Kanskje også det viktigste, ettersom det er i denne fasen presisjonen i og prestasjonen til prognosene kan måles mot faktisk etterspørsel i



prognoseperioden, som utgangspunkt for analyse av potensielle feilkilder og målrettet arbeid for å fjerne eller redusere effekten av disse på prognosekvaliteten. Selv om det kan sies å være noe på utsiden av oppgaven, gitt gjeldende problemstilling og avgrensninger, er det fortsatt et høyst relevant punkt ettersom prognoseevaluering har til hensikt nettopp å muliggjøre ytterligere *presise* prognoser. Det finnes mange metoder for å gjøre dette. Til tross for det høyst akademiske tilsnittet i tilnærmingen, og uten særskilt teoretisk forankring for øvrig, er det på mange måter dette denne oppgaven har hatt til hensikt å gjøre. Et høyst relevant funn i denne sammenheng er det faktum at Forsvaret i svært liten grad måler kvalitet og presisjon i prognosene de utarbeider. Dette til tross for de til dels store utfordringene med hensyn til tilgjengelighet på reservedeler. Riktignok har det blitt gjort på enkeltartikler, men i henhold til Respondent 1 (FLO FORS), generelt sett ”i veldig liten grad (...) ikke på den måten vi ønsker å gjøre det”.

Et eksempel på de potensielt store konsekvensene forbundet med manglende evaluering av prognoser i Forsvaret ble avdekket i forbindelse med analysen av etterspørselsdata for sammenligningen av prognoser med faktisk etterspørsel. Som tidligere nevnt utarbeider Synchron prognoser for 13 måneder frem i tid, basert på 36 måneders historikk. I datasettet fra FLO FORS (overført til Excel) fremgår prognosene fra Synchron månedsvis, der hver månedlige prognose er representert ved et antall deler av respektive SKU i separate kolonner (01 – 13). Det viser seg imidlertid at ingen av SKUene i datasettet har prognostiserte verdier høyere enn 0 i de tre siste månedene. Det foreligger altså data kun for 10 av 13 måneder for samtlige SKU i datagrunnlaget. Gitt det relativt høye antallet SKU i utvalget må det antas at dette vil være tilfellet for flere, om ikke alle, SKU Synchron utarbeider prognoser for. På spørsmål om hvorfor disse kolonnene er tomme kunne Respondent 1 (FLO FORS) ikke gi noe godt svar, ettersom vedkommende selv tilsynelatende ikke var klar over avviket. I senere korrespondanse med respondenten kunne han opplyse om at det er sendt en forespørsel til Synchron med anmodning om at forholdet avklares. Dette er imidlertid et avvik som vil kunne ha stor innvirkning på presisjonen i prognosene, under den rimelige forutsetning – gitt det totale fraværet av verdier over 0 i alle de tre siste månedene – at det faktisk foreligger etterspørsel i som ikke inngår i prognosegrunnlaget. Dette er således nok et avvik som kan relateres til kompletthetsdimensjonen i det at etterspørselshistorikken høyst sannsynlig ikke omfatter all dokumentert etterspørsel av respektive reservedeler.

I forbindelse med prosjekteringen av den oppgraderte versjonen av Synchron etterspurte Forsvaret en KPI (*key performance indicator*/ytelsesparameter) på prognosekvalitet, men uten at Synchron kunne levere dette. Hvorvidt dette gjelder for alle prognoseløsninger Synchron leverer vites ikke. Situasjonen i Forsvaret er likefullt at valgte prognoseløsninger fra Synchron, som en global leverandør av programvare for prognostisering og lagerstyring, *ikke* understøttes av nødvendig funksjonalitet for evaluering av egne prognoser. I den hensikt likevel å kunne gjennomføre slik evaluering på sikt har FLO FORS planer om å gjennomføre nødvendig programmering på eget initiativ. Målet er, ifølge Respondent 1 (FLO FORS), evaluering av prognoser med ”en mer systemmessig tilnærming” enn de enkeltevalueringene som hittil er gjennomført. Gitt det svært lave antallet personell med nødvendig kompetanse på Synchron er det imidlertid et spørsmål om tid og kapasitet. Selv om manglende evaluering av prognosene ikke kan knyttes direkte til noen av de tidligere omtalte datakvalitetsdimensjonene, kan det i høyeste grad argumenteres for å være et kvalitetsavvik i seg selv, ettersom man da mangler en svært viktig mulighet for kontinuerlige analyser av mulige årsaker til avvik og lukking av disse.

#### **5.5.10 DELKONKLUSJON**

Basert på det ovenstående synes det rimelig å konkludere med forringelse av datakvaliteten i forbindelse med både *generering* og *prosessering* av etterspørselsdata som grunnlag for etterspørselsprognosene.

Hva angår generering av etterspørselsdata peker oppgaven på avvik knyttet til både nøyaktigheten i og omfanget av dokumentasjonen av etterspørsel. For det første kommer tilfeller av manglende kodifisering og utdaterte materialnumre, som medfører utfordringer knyttet til korrekt dokumentasjon av etterspørsel. For det andre representerer sletting av reservasjoner, kjøp av reservedeler utenom forsyningssystemet, manglende dokumentasjon av etterspørsel i forbindelse med kannibalisering, og feil bruk av transaksjonskoder forhold som i en viss utstrekning både har forekommet og til en viss grad må antas å fortsatt forekomme. Disse innvirker direkte på omfanget av etterspørselshistorikken. Hva angår prosessering av data er det nærliggende å knytte forringelse av datakvalitet hovedsakelig til den tekniske konfigurasjonen av datasystemene. For det første vil bruk av basisstart (tidspunktet for når materiellet gjøres tilgjengelig for vedlikehold) i alle tilfeller der denne kommer *før* det faktiske etterspørselstidspunktet medføre en tilbakedatering av behovstidspunktet og derigjennom en forskyvning av etterspørselen sammenlignet med

den faktiske virkeligheten dataene ideelt sett skal gjenspeile. For det andre kan dokumentasjon av unormal etterspørsel medføre ikke-representative datagrunnlag som utgangspunkt for prognosene. For det tredje innvirker uhensiktsmessig aggregering med hensyn til både tid og rom negativt på et, i utgangspunktet, statistisk tynt datagrunnlag avledet av en relativt liten materiellpark. Manglende funksjonalitet for prognostisering av reparerbare komponenter medfører også en utfordring for presisjonen i prognosene, gitt at disse i dagens løsning prognostiseres som forbruksmateriell til tross for sine særegenheter i prognosesammenheng. Samlet medfører avvikene forringelse av datakvaliteten innenfor alle kvalitetsdimensjonene, og medfører således redusert presisjon i prognosene.

Gitt omfanget av manuelle prosesser i forbindelse med generering og prosessering av data synes det rimelig å sette datakvalitetsavvikene i sammenheng med manglende integrasjon av respektive delprosesser, som premissleverandør for en metodisk og helhetlig tilnærming til etterspørselsprognostisering. Videre kan det konkluderes med til dels manglende kompetanse innenfor FLO VEDL på korrekt dokumentasjon av reservedeler som grunnlag for komplett og nøyaktig prognosegrunnlag, og FLO FORS vedrørende hvordan data skal prosesseres, herunder forståelse for effekten av den egendefinerte konfigurasjonen av datasystemene på prognosekvaliteten. Avvikene kan også til dels skyldes manglende forutsetninger i form av tilgjengelige ressurser. Avslutningsvis kan det synes som at det generelt mangler tilstrekkelig organisatorisk fokus på reservedelslogistikk, og kunnskap om datakvalitet som en forutsetning for presis etterspørselsprognostisering.

## **5.6 SVAR PÅ PROBLEMSTILLINGEN**

Hensikten med dette studiet har vært å avklare om Forsvarets etablerte metoder for dokumentasjon av reservedelsbehov, med hensyn til datagenerering, dataprosessering og datakvalitet, i tilstrekkelig grad muliggjør presis etterspørselsprognostisering. Gjennom intervjuer, gjennomgang av relevante dokumenter og prosedyrebeskrivelser, samt analyse av kvantitative data knyttet til system X i Hærens materiellportefølje, har oppgaven søkt å besvare følgende problemstilling:

**Evner Forsvaret å generere og prosessere nødvendige data av tilstrekkelig kvalitet for presis etterspørselsprognostisering av reservedeler?**

Under forutsetning av at den mest hensiktsmessige systemunderstøttelsen oppnås gjennom bruk av teoretisk godt forankrede prinsipper og metoder har Forsvarets prosedyre for generering og prosessering av etterspørselsdata blitt analysert og drøftet i lys av sentrale prinsipper for etterspørselsprognostisering og relevante datakvalitetsdimensjoner. Dette er gjort i den hensikt å avgjøre hvorvidt feil inndata eller inndata av lav kvalitet er en medvirkende årsak til manglende reservedeler i Forsvaret.

Oppgavens problemstilling er todelt. For det første har det vært nødvendig å avklare hvorvidt de *riktige* inndataparameterne legges til grunn for etterspørselsprognosene, som en forutsetning for i det hele tatt å kunne utarbeide prognoser. Disse omfatter *materialnummer*, *kvantum* og *tidspunkt* for når behovet oppstod. I tillegg kommer knytning av reservedeler mot respektive MRP-områder, ettersom Forsvaret prognostiserer for hvert av disse respektivt. Parameterne avleder etterspørselsfrekvens (ADI) og -mengde (CV) for respektive reservedeler, som utgangspunkt for klassifisering av reservedeler og derigjennom valg av hensiktsmessig beregningsmodell. Parameterne vil i prinsippet, når dokumentert og satt i kontekst, sikre det nødvendige datagrunnlaget for etterspørselsprognosene, og derigjennom skape de nødvendige forutsetningene for tilgjengelighet på reservedeler og operativ tilgjengelighet på Forsvarets materiell. Basert på gjennomgang av den praktiske prosessen knyttet til datagenerering, -prosessering og etterspørselsprognostisering, samt analyse av det kvantitative datasettet for system X, kan det konkluderes med at Forsvaret prinsipielt sett har *mulighet* til å generere de *riktige* inndataene som utgangspunkt for etterspørselsprognostisering.

Bruk av korrekte parametere er imidlertid ingen garanti for *presise* prognoser. Prognosepresisjon fordrer at dataene, i tillegg til å være av riktig type, er av en viss *kvalitet* med hensyn til den tiltenkte bruken av dem. Ser man på forholdene som har fremkommet av analysen synes det som at den største begrensningen for presis etterspørselsprognostisering er det faktum at både Forsvaret generelt, og Hæren som leverandør av kvalitative og kvantitative data til denne oppgaven, har en relativt sett liten materiellpark. Implisitt i dette ligger at etterspørselen etter reservedeler i mange tilfeller er for lav til å gi statistisk representative datagrunnlag for teoretisk presise prognoser. Dette representerer et omkringliggende forhold som i aller høyeste grad innvirker på prognostiseringen, men som det i seg selv er vanskelig å gjøre noe med. Gitt det faktum at lav og ujevn etterspørsel er til dels svært vanskelig å prognostisere for, og det

tilsynelatende ikke foreligger tilstrekkelig gode og akademisk anerkjente matematiske modeller for, med høy presisjon, å beregne fremtidig etterspørsel etter reservedeler med slike etterspørselsfordelinger, vil dette forholdet i mange tilfeller kunne medføre at det ikke er reservedeler tilgjengelig når det er behov for dem. Alle tilfeller av manglende reservedelsbeholdninger som resulterer i delevnet og derigjennom forlenget nedetid representerer et selvforsterkende problem. Dette fordi materiellsystemer som blir stående uforholdsmessig lenge til vedlikehold ikke vil gi realistisk etterspørsel etter reservedeler, under den rimelige forutsetning at det kun er operativt materiell i drift som genererer etterspørsel. Dersom prognosene legger til grunn at man til enhver tid kun har en *viss andel* av respektive systemer operativt tilgjengelig og i drift, må dette antas å gi ikke-representative og upresise prognoser over tid. Dette vil i verste fall medføre en ytterligere nedbygging av lagerbeholdningene, på tross av et faktisk behov for reservedeler. Selv om dette i seg selv må antas å være en høyst reell medvirkende årsak til manglende presisjon i prognosene for system X, og derigjennom antatt i flere av Forsvarets prognoser, er det ikke dermed sagt at det er den eneste årsaken til manglende prognosekvalitet. Slike forhold underbygger viktigheten av at det datagrunnlaget man har, om enn statistisk tynt, forvaltes på best mulig måte i et datakvalitetsperspektiv. Ser man alle funn i denne studien i sammenheng foreligger det både klare bevis og sterke indikasjoner på forringelse av datakvaliteten i prosessen knyttet til generering og prosessering av etterspørselsdata, som en ytterligere medvirkende årsak til lav prognosepresisjon.

For det første synes det rimelig å konkludere med en viss grad av kvalitetsforringelse knyttet til dokumentasjon av etterspørsel. Dette forklares med at omfanget av etterspørselshistorikken ikke alltid virker å være verken tilstrekkelig nøyaktig eller komplett for prognoseformål. Manglende kodifisering og utdaterte materialnumre, sletting av reservasjoner, kjøp av reservedeler utenom forsyningssystemet, manglende dokumentasjon av etterspørsel i forbindelse med kannibalisering, og feil bruk av transaksjonskoder er alle forhold som både har forekommet og i en viss utstrekning må antas å fortsatt forekomme.

For det andre synes uhensiktsmessig konfigurering av datasystemene, med hensyn til de tekniske begrensninger som er lagt til grunn for *prosesseringen* av etterspørselsdata, i noen grad å forringe datakvaliteten. Her kan bruk av basisstart fremfor behovstidspunkt, manglende mulighet for synliggjøring av unormal etterspørselsdrivende aktivitet, og

uhensiktsmessig aggregering med hensyn til *tid* og *rom* fremheves som tilsynelatende utslagsgivende forhold for prognosepresisjonen. I tillegg kommer manglende tekniske løsninger for prognostisering av reparerbare komponenter. Sistnevnte er imidlertid ikke et spørsmål om konfigurasjon, men heller om manglende tilgjengelighet på nødvendig funksjonalitet i Synchron som følge av at Forsvaret ikke har kjøpt lisenser. Det samme kan til dels sies om spatial aggregering, der optimale resultater forutsetter spesialmoduler i Synchron som Forsvaret heller ikke har anskaffet. Det må likevel kunne argumenteres for at slik aggregering, dersom tilpasset og gjennomført erfaringsbasert og kvalitativt innenfor rammene av nåværende løsning, vil kunne gi høyere presisjon på Forsvarets prognoser selv uten nevnte moduler.

De nevnte avvikene medfører forringelse av datakvaliteten innenfor alle de, i henhold til teorien, vanligste kvalitetsdimensjonene, og gir i større eller mindre grad redusert prognosekvalitet og -presisjon.

Ettersom tidsbegrensninger ikke har gjort det mulig å analysere utbredelsen og omfanget av de påpekte avvikene respektivt, har det heller ikke vært mulig å kvantifisere den reelle effekten av dem på et større utvalg av utarbeidede prognoser. Gitt overvekten av reservedeler med lav og ujevn etterspørsel må det likevel understrekes at selv om påpekte avvik ikke nødvendigvis forekommer i stor utstrekning, vil de kunne ha stor effekt på prognosegrunnlaget og derigjennom på presisjonen i prognosene, *utover* effekten lav og ujevn etterspørsel har på prognosekvaliteten i seg selv.

Oppsummert kan det konkluderes med at Forsvarets metode for generering og prosessering av etterspørselsdata til prognoseformål muliggjør *etterspørselsprognostisering*, men at Forsvaret ikke evner å ivareta tilstrekkelig datakvalitet for *presise* etterspørselsprognoser, innenfor rammene av omkringliggende forhold som i seg selv reduserer forutsetningene for høy prognosekvalitet og -presisjon.

## **6 KONKLUSJON**

Dette kapitlet har til hensikt å relatere svaret på problemstillingen til relevant forskningslitteratur og teori presentert i kapittel 3, for en endelig og kontekstuell konklusjon på utredningen. Deretter presenteres forskningens begrensninger før kapitlet avslutningsvis presenterer forslag til videre forskning, avledet gjennom forskningsarbeidet.

### **6.1 PROBLEMSTILLINGEN I PERSPEKTIV – ENDELIG KONKLUSJON**

Oppgaven har satt søkelys på hvorvidt Forsvarets metode for generering og prosessering av etterspørselsdata sikrer at både de nødvendige inndataene og data av tilstrekkelig kvalitet legges til grunn for etterspørselsprognoser. Oppgavens fokus og problemstilling er utledet av en arbeidshypotese om at forlenget nedetid ofte skyldes manglende reservedeler, at manglende reservedeler kan være et resultat av dårlige prognoser, og at dårlige prognoser kan årsaksforklares med feil inndata eller inndata av dårlig kvalitet. Studien har således lagt til grunn et klart skille mellom henholdsvis etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering, under forutsetning av at disse er suksessive prosesser som til sammen avleder sannsynligheten for å ha en spesifikk del på lager når det er behov for den. Implisitt i dette ligger at etterspørselsprognostisering er utgangspunktet for alle faktorer og beslutninger som innvirker på den endelige lagerbeholdningen. Denne distinksjonen har avledet en naturlig og nødvendig avgrensning mot korrekt dokumentasjon av etterspørsel som forutsetning for presise prognoser, og derigjennom et fokus på generering og prosessering av inndataparametere og kvaliteten på disse i et verdikjedeperspektiv, som omfatter både prosedyrer, datasystemer og menneskene som bruker dem. Oppgaven legger altså til grunn at det eksisterer årsakssammenheng mellom type og omfang av etterspørselsdata og kvaliteten på datagrunnlaget, valg av prognosemodell og sannsynligheten for at de riktige reservedelene i det nødvendige antallet foreligger når det er behov for dem.

Oppgaven er tuftet på kvalitativ metode, der Forsvaret er valgt som case. Til å underbygge de kvalitative vurderingene er det gjennomført intervjuer og dokumentstudier, samt analyse av kvantitative etterspørselsdata tilknyttet ett av Hærens kritiske kampsystemer.

Oppgaven har pekt på en rekke konkrete funn relatert til datagenerering og prosessering, og drøftet disse i lys av relevante prinsipper for etterspørselsprognostisering og

datakvalitet. Konklusjonen på problemstillingen er at Forsvarets metode muliggjør dokumentasjon og prosessering av *riktig* type inndataparametere for etterspørselsprognostisering, men at det både beviselig og med høy sannsynlighet forekommer avvik i utarbeidelsen av prognosegrunnlaget som forringer *kvaliteten* på dataene, og derigjennom reduserer både forutsetningene for og den faktiske *presisjonen* i prognosene, innenfor rammene av det Forsvarets materiellpark avleder av ofte statistisk tunne prognosegrunnlag. I all hovedsak synes funnene å årsaksforklare manglende prognosepresisjon med til dels manglende *evne* til korrekt datagenerering og prosessering, og derigjennom forringelse av kvaliteten på etterspørselsdataene innenfor alle relevante datakvalitetsdimensjoner.

Ser man funnene i sammenheng med studier relatert til det menneskelige aspektet ved dataforvaltning (Bø, 2012; Szozda og Werbińska-Wojciechowska, 2013; Hazen et al., 2017), samt forskning knyttet til informasjonssystemer som hinder for datakvalitet (Coleman, 2013; Bø, 2012), kan det videre konkluderes med tre faktorer som synes å innvirke på nettopp Forsvarets evne til å generere og prosessere de nødvendige data av tilstrekkelig kvalitet for presis etterspørselsprognostisering: *prosedyrer og kompetanse, graden av digitalisering, og fokus og kultur*. Disse kan altså sees på som forhold som kan forklare *hvorfor* Forsvaret har vanskeligheter med den praktiske utarbeidelsen av presise prognoser.

Begrepet *informasjonssystem* involverer nødvendigvis også *brukeren* av det. Dette fordi det er brukeren av data som vurderer og tolker dataene med utgangspunkt i en subjektiv vurdering av hva som er å anse som nyttig informasjon i en større kontekst (Ballou et al., 2004; Wang og Strong, 1996; Jesiļevska, 2017). En rekke studier viser, ikke overraskende, at informasjonsflyten i en forsyningskjede i stor grad avhenger av menneskene som er involvert (Madenas et al., 2014). Brukerne i relasjon til dette studiet omfatter det litteraturen omtaler som *datafangere* og *dataforvaltere* (Bø, 2012), som i Forsvaret representeres ved henholdsvis vedlikeholdspersonell i FLO og OPSSTØ, og FLO FORS. Som nevnt synes det som at FLOs interne prosedyrebeskrivelser og kursleksjoner ikke er tilstrekkelig presise og utfyllende i beskrivelsen av alle delprosesser knyttet til dokumentasjon av etterspørsel og etterspørselsprognostisering, og heller ikke på en god måte synliggjør sammenhengen mellom vedlikeholds- og prognoseprosesser i et større reservedelslogistisk perspektiv. Det synes heller ikke som at den praktiske integrasjonen



mellom avdelingene er tilstrekkelig ivaretatt. Ettersom prosessene for vedlikehold og forsyning er sterkt interrelaterte og gjensidig avhengige, synes dette å redusere forutsetningene for presise prognoser, gjennom at forholdene ikke i tilstrekkelig grad legges til rette for en metodisk og strukturert tilnærming til respektive delprosesser i en helhetlig kontekst.

Til tross for at det synes å foreligge en generell forståelse for hvordan etterspørselsprognostisering prinsipielt skal gjennomføres, kan det konkluderes med at kompetansen hos involvert personell likefullt synes utilstrekkelig. Legger man til grunn det Bø (2012) omtaler som typiske feil forårsaket av datafangerne, ser man at de fleste av de omtalte avvikene knyttet til dokumentasjon av etterspørselsdata samsvarer med disse. Gitt at Forsvaret evner å generere riktig *type* inndata til prognoseformål skyldes avvikene tilsynelatende i mindre grad manglende forståelse for *hvilke* data som skal genereres og *hvordan* det skal gjøres, men heller *hvorfor*. Det synes derfor rimelig å forklare avvikene knyttet til datafangst med til dels manglende kompetanse hos datafangerne om korrekt og fullstendig dokumentasjon av etterspørselsdata som en forutsetning for etterspørselsprognostisering, og implisitt i dette: forståelse for effekten av *manglende* dokumentasjon på presisjonen i prognosene.

Hva angår dataforvalterne er disse ansvarlige for å prosessere data, i den hensikt å redusere ofte svært store datamasser og sammenstille relevant informasjon til komplette, konsistente og forståelige datasett for videre bruk. Av flere typiske feil Bø (2012) knytter til dataforvalterne, er det spesielt to som synes å ha spesiell relevans i denne sammenheng: feil i mekanismen som samler data fra ulike datasett/-baser i sammenstillingsprosessen, og feilaktige datasammendrag som følge av manglende eller ukorrekte dataverdier relatert til aggregeringsprosessen. Disse oppleves å samsvare med avvikene knyttet til den egendefinerte konfigurasjonen i gjeldende informasjonssystemer hva gjelder regelsettene for tidsangivelse, utskilling av unormal aktivitet, samt spatial og temporal aggregering. Det er således nærliggende å forklare avvikene knyttet til dataprosessering med til dels manglende kompetanse hos dataforvalterne, relatert til både *hvilke* data som skal prosesseres og *hvordan* det skal gjøres, herunder forståelse for effekten av valgte konfigurasjon og begrensninger på datagrunnlaget, og derigjennom på presisjonen i prognosene.

SAP og Synchron er til dels svært komplekse verktøy med høyt brukergrensesnitt. Bakgrunnen for at manglende kompetanse hos FLO FORS som dataforvaltere synes utslagsgivende i denne sammenheng er knyttet til den andre av de tre rammefaktorene: *graden av digitalisering*. Som Bø (2012) påpeker gjennom graden av digitalisering som en separat datakvalitetsdimensjon, må risiko og sannsynlighet for forringelse av datakvalitet sees i forhold til omfanget av manuell bearbeidelse av data. Med SAP, DW1P og Synchron som frittstående, dog gjensidig avhengige, datasystemer i prognosesammenheng fordrer overføring av data mellom SAP og Synchron et ikke ubetydelig omfang av nettopp manuell systemkonfigurasjon og datalasting, tilpasset Forsvarets prosedyrer for etterspørselsprognostisering. Datakvalitetsaspektet i relasjon til *digitalisering* knyttes i så måte til risikoen for feil som manuelle prosesser i et ikke-fullkonfigurert informasjonssystem åpner for. Dess større omfang av manuell intervensjon, dess høyere kompetanse på etterspørselsprognostisering, systemkonfigurasjon og datasystemene i seg selv kreves for å minimere sannsynligheten for feil og datakvalitetsforringelse i prosesseringen av data. Selv om det må antas at selv fullintegrasjon ville krevd enkelte tilpasninger til Forsvarets prosedyrer, er det naturlig å tro at fullintegrasjon likevel ville redusert flere av datakvalitetsutfordringene drøftet i denne oppgaven, og også redusert behovet for kompetanse til hovedsakelig å omfatte korrekt dokumentasjon av data som forutsetning for presise prognoser.

Etterspørselsplanlegging regnes av mange for å være en av de viktigste og samtidig vanskeligste oppgavene for en bedrift. Gitt at informasjon, herunder data, bør forvaltes som en *strategisk* ressurs i organisasjoner (Ballou et al., 2004; Detlor, 2010), bør således etterspørselsplanlegging og reservedelsstyring være et *organisatorisk* anliggende, med et tilsvarende organisatorisk fokus. Selv om det må understrekes at både FLO VEDL, OPSSTØ og FLO FORS, foruten enkelte unntak som nevnt i denne oppgaven, synes å gjøre så godt de kan, kan det likefullt konkluderes med et tilsynelatende fravær av en kultur med tilstrekkelig fokus på reservedelslogistikk i Forsvaret som organisasjon. Forholdet underbygges av det faktum at det både i Forsvaret og på politisk nivå erkjennes at det mangler reservedeler, attpåtil med en uttalt ambisjon om å hente inn etterslepet, men uten at det per nå synes å foreligge konkrete krav til effektivisering og forbedring av gjeldende prosesser, eller den avgjørende viljen til å sikre tilstrekkelige ressurser for å gi involvert personell nødvendige forutsetninger for å sikre presise prognoser. Dette understøttes spesielt av den manglende viljen til å fullintegrere SAP og Synchron, samt

legge til rette for anskaffelse av nødvendige lisenser for maksimal utnyttelse av Synchron som Forsvarets (om noe motvillig) valgte prognoseverktøy.

Det ovenstående kan i sin tur skyldes manglende forståelse i hele organisasjonen for viktigheten av datakvalitet, herunder hva datakvalitet er, hva de ulike datakvalitetsdimensjonene representerer, hvordan datakvalitet kan måles, samt hvor, hvorfor og hvordan utfordringer relatert til data- og informasjonskvalitet oppstår. Selv om datakvalitet er vanskelig å definere, er identifikasjon og analyse av faktorer som påvirker presisjonen i etterspørselsplanleggingsprosesser i en forsyningskjede ikke desto mindre et av de mest sentrale aspektene relatert til effektivisering av material- og informasjonsflyt. Spesielt i forsvarssammenheng der tilgjengelighet på reservedeler er en forutsetning for operativ tilgjengelighet og derigjennom for stridsevne og beredskap.

Funnene i studien lagt til grunn er oppgavens endelige konklusjon at Forsvarets prognoser generelt må kunne antas å være upresise, og at lav prognosekvalitet, foruten til dels lav etterspørsel etter reservedeler som følge av en statistisk sett liten materiellpark, kan årsaksforklares med forringelse av datakvaliteten innenfor alle relevante datakvalitetsdimensjoner i forbindelse med både dokumentasjon og prosessering av data. Oppgaven antyder at bakgrunnen for at Forsvaret ikke i tilstrekkelig grad lykkes med etterspørselsprognostisering i praksis skyldes både menneskelige og strukturelle aspekter, herunder utilstrekkelige prosedyrebeskrivelser, for liten grad av integrasjon mellom vedlikeholds- og forsyningsdomenet, og mellom respektive datasystemer, samt manglende kompetanse hos involvert personell. Oppgaven antyder også manglende organisatorisk fokus på reservedelslogistikk, og generelt manglende forståelse for viktigheten av datakvalitet i forbindelse med etterspørselsprognostisering som en ytterligere, og muligens forsterkende, årsak.

Selv om Forsvaret representerer en særegen organisasjon som ikke på alle områder kan sammenlignes med sivil industri eller andre offentlige/private bedrifter, finnes det likevel fellesnevne. Spesielt gjelder dette innenfor logistikkdomenet. Til tross for at Forsvaret legger til grunn en noe utvidet tolkning av begrepet logistikk sammenlignet med generell teori, er én av nevnte fellesnevne nettopp dataforvaltning – særlig i relasjon til etterspørselsprognostisering. Riktignok har Forsvaret tilpasset både metoder og verktøy for etterspørselsprognostisering til egen organisasjon, men prinsippene for både prognostisering og datakvalitet som forutsetning for *presise* prognoser er allmenngyldige

for alle forsyningskjeder. Implisitt i dette ligger at mange av funnene som presenteres i denne oppgaven har ekstern overføringsverdi. Lagt til grunn dagens høyteknologiske forsyningskjeder gjelder dette spesielt alle forhold relatert til bruken av digitale informasjonssystemer (ERP-systemer) som forutsetning for effektiv generering og prosessering av (etterspørsels)data. Som Bø (2012) påpeker er informasjonsintegrasjon gjennom full elektronisk utveksling av data utilstrekkelig implementert i mange forsyningskjeder, så også i Forsvaret, som følge av at informasjonssystemer i mange tilfeller utgjøres av ulike applikasjoner med separate, overflødige og potensielt inkonsistente databaser (Cappiello, Francalanci og Pernici, 2014). I forlengelsen av dette kommer *brukerne* av data som en egen og viktig faktor, herunder deres forståelse for både dataenes *fitness for use* og relevante kvalitetsaspekter, samt kompetanse på dataforvaltning på eget nivå. Brukeraspektet aktualiseres ytterligere i forsyningskjeder bestående av nettopp flere ERP-systemer, ettersom manglende systemintegrasjon ofte krever større grad av manuell databehandling og systemkonfigurasjon som representerer risiko for manipulasjon av data og derigjennom innvirkning på presisjonen i etterspørselsprognosene. Oppgaven peker på disse forholdene som hindringer for presis etterspørselsprognostisering i Forsvaret. Dersom man legger til grunn at Forsvaret, som en relativt kompleks organisasjon, kan sammenlignes med forsyningskjeder både med flere verdiskapende aktører og forskjellige ERP-systemer, synes den eksterne overførbarheten høyst relevant.

## **6.2 FORSKNINGENS BEGRENSNINGER**

Komplisert tematikk har gjort det krevende å finne frem til de riktige spørsmålene i forbindelse med intervjuer og dataauthenting, og selv om vi selv føler vi har klart å fange essensen, er det, basert på denne kompleksiteten, ikke gitt at alle områder er fullstendig belyst. Vi har blant annet opplevd det som krevende å isolere forhold relatert til kun etterspørselsprognostisering, ettersom disse er tett interrelaterte med reservedelsoptimaliseringen for øvrig. Området vi har studert har vist seg som et nisjefelt i Forsvaret med svært få involverte, hvilket, for studiens hovedfokus, har vært avhengig av et knippe mennesker med kompetanse innenfor fagfeltet. Videre har vi også opplevd at ikke alle identifiserte respondenter har hatt anledning til å sette av tid til oss. Disse to sett i sammenheng kan således ha gitt et mindre nyansert datagrunnlag enn ønskelig. Dette er imidlertid søkt motvirket ved å nå ut til et bredere spekter av respondenter, samt ved bevisst og utbredt bruk av triangulering i forskningsprosessen.

Videre må det legges til at aktørvalidering av varierende årsaker er benyttet kun i begrenset grad. Dette kan være en svakhet i forskningen, men som er forsøkt motvirket blant annet ved begge forskernes involvering og tilstedeværelse særlig i intervjusituasjoner, samt ved løpende dialog med respondenter så vel som med sparring med øvrige fagpersoner innenfor logistikkfaget i Forsvaret.

Eksempelcasen vi har benyttet (system X) har vist seg som potensielt å være helt i ytterkanten hva gjelder omfanget av problemet med manglende reservedeler, likevel er vi av den oppfatning av at å studere en annen eksempelcase med høy sannsynlighet ville ledet frem til samme konklusjoner. Dette kan underbygges med at det primært er Forsvarets metode for generering og prosessering av etterspørselsdata til prognoseformål som er hovedfokus, og at forhold relatert til datakvalitet og -grunnlag vil være de samme uavhengig av hvilke reservedeler det er snakk om.

Det at begge forskerne har tilhørighet i Forsvaret og således har en relativ grad av nærhet til fenomenet har i mange tilfeller styrket forskningen vår, imidlertid kan denne graden av nærhet også ha bidratt til å svekke forskningens troverdighet. Dette er imidlertid noe vi har vært bevisst og har påminnet hverandre gjennom forskningsprosessen, og hvor det helt klart har vært en fordel å ha hverandre å spille på. I kvalitativ forskning finnes det imidlertid ingen garanti for at forskeren alltid er helt objektiv.

### **6.3 ANBEFALING TIL VIDERE FORSKNING**

Bakgrunnen for denne oppgaven kan i seg selv danne grunnlaget for omfattende studier av så vel organisatoriske og operasjonelle forhold, som forhold knyttet til prosjektering, økonomi og metoder relatert til vedlikehold, etterspørselsprognostisering og reservedelsstyring. Dette i den hensikt å sikre større tilgjengelighet på reservedeler, og derigjennom øke den operative tilgjengeligheten på Forsvarets materiell. I arbeidet med oppgaven er det identifisert en rekke både interessante og relevante temaer innen reservedelslogistikk som kan danne grunnlag for videre forskning.

Foruten ytterligere forskning på etterspørselsprognostisering isolert, herunder utførlige analyser av forekomsten og omfanget av avvikene knyttet til datakvalitet som er belyst i denne oppgaven og deres direkte effekt på presisjonen i et større utvalg av Forsvarets prognoser, anbefales følgende temaer som grunnlag for videre forskning:

### **Parametere som pris, ledetid og kritikalitet i et optimaliseringsperspektiv**

Denne oppgaven har hatt fokus på etterspørselsprognostisering isolert, og er dermed avgrenset fra alle forhold relatert til lagernivåsetting, eller mer presist reservedelsoptimalisering. Etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering er likefullt tett integrerte prosesser, og arbeidet med oppgaven har i mange tilfeller berørt aspekter knyttet til sistnevnte. Det er i den sammenheng identifisert at parametere (masterdata) som pris, ledetid og kritikalitet representerer potensielt store feilkilder og utfordringer relatert til optimalisering av reservedelsbeholdninger, som i mange tilfeller synes å medføre manglende tilgjengelighet på reservedeler på tidspunktet for etterspørsel.

### **Tilstandsstyrt vedlikehold for økt operativ tilgjengelighet**

Forsvarets eksisterende konsept for preventivt vedlikehold baserer seg hovedsakelig på intervallstyrt ettersyn innenfor tre ulike nivåer (A, B, C) avhengig av omfang. I den hensikt å sikre økt operativ tilgjengelighet kan det være relevant å studere andre konsepter for preventivt vedlikehold, herunder pålitelighetsbasert vedlikehold<sup>67</sup>, kritikalitetsbasert vedlikehold<sup>68</sup>, simultanutskiftning av deler<sup>69</sup> og prognosebasert vedlikehold<sup>70</sup> – strategier som omhandler tilstandsstyrt oppfølging av funksjonskritiske deler og utskiftning av disse før de feiler.

### **Organisering av vedlikeholds- og støttesystemet**

Selv om denne oppgaven er avgrenset fra organiseringen av vedlikeholds- og støttestrukturen i Forsvaret, vil måten organisasjonen er bygget opp på kunne være avgjørende for reservedelslogistikken, herunder både etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering. Oppgaven har antydnet en ikke-optimal struktur, som det fra et reservedelslogistisk perspektiv kan være relevant å studere nærmere.

### **Bruk av RFID**

Opggaven har i all hovedsak analysert dagens metode for etterspørselsprognostisering i lys av relevant teori, uten ambisjon om å vurdere alternative metoder eller hjelpemidler for

---

<sup>67</sup> *Pålitelighetsbasert vedlikehold: Reliability centered maintenance*

<sup>68</sup> *Kritikalitetsbasert vedlikehold: Criticality based maintenance*

<sup>69</sup> *Simultanutskiftning av deler: Simultaneous replacement*

<sup>70</sup> *Prognosebasert vedlikehold: Prognostics based maintenance*

bedre resultat. Et høyst relevant forskningstema i denne sammenheng er bruk av RFID (radio frequency identification) og effekten av dette på reservedelslogistikk i Forsvaret.

### **Reservedelslogistikk på tvers av nasjoner med samme typer materiell**

Forsvaret har en relativt liten materiellpark, som i mange tilfeller resulterer i lav og ujevn etterspørsel etter reservedeler og upresise prognoser. Dette, i tillegg til ofte lange ledetider, medfører ofte at reservedeler er utilgjengelige på tidspunktet for etterspørsel. I den hensikt å sikre økt operativ tilgjengelighet på Forsvarets materiell, kan det være relevant å studere mulighetene for og effekten av reservedelslogistisk samarbeid med andre nasjoner som bruker samme type materiell.

## LITTERATURLISTE

- Armstrong, J. (2002). Standards and Practices for Forecasting. I: J. Armstrong, ed., *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, 1.utg. [e-bok]. Norwell: Kluwer Academic Publishers, s. 680-709.. Tilgjengelig på: <https://www.gwern.net/docs/predictions/2001-armstrong-principlesforecasting.pdf> [Lest 16.apr 2018].
- Arts, J. (2013). *Spare Parts Planning and Control for Maintenance Operations*. PhD. Eindhoven University of Technology.
- Bacchetti, A., Perona, M. og Saccani, N. (2009). Spare Parts Inventory and Demand Management. Comparing Theoretical Approaches with Managerial Practice. I: *International Annual EurOMA Conference*. [internett] Gøteborg: ResearchGate, ss. 1-10. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/254864424\\_Spare\\_parts\\_inventory\\_and\\_demand\\_management\\_Comparing\\_theoretical\\_approaches\\_with\\_managerial\\_practice](https://www.researchgate.net/publication/254864424_Spare_parts_inventory_and_demand_management_Comparing_theoretical_approaches_with_managerial_practice) [Lest 20.feb. 2018].
- Ballou, D., Madnick, S. og Wang, R. (2004). Special Section: Assuring Information Quality. *Journal of Management Information Systems*, [internett] Volum 20(3), ss. 10-11. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/220591297\\_Special\\_Section\\_Assuring\\_Information\\_Quality](https://www.researchgate.net/publication/220591297_Special_Section_Assuring_Information_Quality) [Lest 17.mar. 2018].
- Blanchard, B. (2015). *Logistics Engineering and Management*. 6. utg. Noida: Pearson India Education Services Pvt. Ltd., ss. 7-80, 102-106.
- Bogen, O. og Håkenstad, M. (2015). *Balansegang: Forsvarets omstilling etter den kalde krigen*. Oslo: Dreyers Forlag AS.
- Bovee, M., Srivastava, R. og Mak, B. (2003). A Conceptual Framework and Belief-Function Approach to Assessing Overall Information Quality. *International Journal of Intelligent Systems*, [internett] Volum 18(1), ss. 9- 13. Tilgjengelig på: <https://pdfs.semanticscholar.org/036e/d018847901a8d308fc3a740e36e95170155d.pdf> [Lest 17.mar. 2018].
- Boylan, J. og Syntetos, A. (2008). Forecasting for Inventory Management of Service Parts. I: K. Kobbacy og D. Murthy, ed., *Complex System Maintenance Handbook*, 1. utg. [internett] London: Springer, ss. 482, 485. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/225861808\\_Forecasting\\_for\\_Inventory\\_Management\\_of\\_Service\\_Parts](https://www.researchgate.net/publication/225861808_Forecasting_for_Inventory_Management_of_Service_Parts) [Lest 3.mar. 2017].
- Bø, E. (2000). *Prognoser og lagerstyring*. [internett] Tilgjengelig på: <http://home.bi.no/fg191014/SIV7401/Prognoseretc.pdf> [Lest 6.des 2017].
- Bø, O. (2012). *Aspects of Product Tracking Systems in the Supply Network for Caught Seafood*. PhD. Høgskolen i Molde.



- Cappiello, C., Francalanci, C. og Pernici, B. (2003). Time Related Factors of Data Accuracy, Completeness, and Currency in Multi-Channel Information Systems. I: *The 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE '03)*. [internett] Klagenfurt/Velden: CAiSE, s. 1. Tilgjengelig på: <https://pdfs.semanticscholar.org/bbe1/55154f9268b48346f6f7a172b4b946d4ada4.pdf> [Lest 18.mar. 2018].
- Costantino, F., Di Gravio, G., Patriarca, R. og Petrella, L. (2017). Spare Parts Management for Irregular Demand Items. *Omega: The Interantional Journal of Management Science*, [internett] Volum 81(-), s. 2. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048316309161> [Lest 3.mar. 2018].
- Crié, D. og Micheaux, A. (2006). From Customer Data to Value: What is Lacking in the Information Chain? *Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management*, [internett] Volum 13(4), ss. 283-295. Tilgjengelig på: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1057%2Fpalgrave.dbm.3240306.pdf> [Lest 22.mar. 2018].
- Defence Aquisition University. (2016). Affordable System Operational Effectiveness (ASOE) Model. I: *DAU Acquisition Encyclopedia*, 1.utg. [internett] Fort Belvoir: DAU. Tilgjengelig på: <https://www.dau.mil/acquipedia/Pages/ArticleDetails.aspx?aid=63db32bb-5ca2-4862-92bf-80c51021a36c> [Lest 4.jan. 2018].
- Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) (2016) *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. 4. utg. Oslo: De nasjonale forskningsetiske komiteene.
- Department of Defence. (2003). *Operational Availability Handbook: A Practical Guide for Military Systems, Sub-Systems and Equipment*. Washington D.C.: Pentagon, ss. 6, 47, 51.
- Detlor, B. (2010). Information Management. *International Journal of Information Management*, [internett] Volum 30(2), s. 104. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401209001510> [Lest 20.mar. 2018].
- Drenick, R. (1960). The Failure Law of Complex Equipment. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, [internett]. Volum 8(4), s. 680. Tilgjengelig på: <https://epubs.siam.org/doi/pdf/10.1137/0108051> [Lest 18.des 2017].
- Duncan, G., Gorr, W. og Szczypula, J. (2002). Forecasting Analogous Time Series. I: J. Armstrong, ed., *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practioners.*, 1.utg. [e-bok]. Norwell: Kluwer Academic Publishers, s. 196. Tilgjengelig på: <https://www.gwern.net/docs/predictions/2001-armstrong-principlesforecasting.pdf> [Lest 16.apr 2018].
- Eaves, A. (2002). *Forecasting for the Ordering and Stock-holding of Consumable Spare Parts*. PhD. Lancaster University.
- Eguasa, U. (2016). *Strategies to Improve Data Quality for Forcasting Repairable Spare Parts*. PhD. Walden University.

- Fan, W. (2012). Data Quality: Theory and Practice. I: *International Conference on Web-Age Information Management (WAIM)*. [internett] Harbin: ACM SIGMOD Record. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/261614114\\_Data\\_Quality\\_Theory\\_and\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/261614114_Data_Quality_Theory_and_Practice) [Lest 20.mar. 2018].
- Forsvaret. (2003). *Forsvarssjefens militærfaglige utredning 2003*. Oslo: Forsvaret, s. 7.
- Forsvaret (2016) *Dette er FIF 3.0* [intern presentasjon]
- Forsvaret (2017a) *Brukerveiledning 1805 – Reglement for Verksteddrift og Vedlikeholdstjenester*. Oslo: Forsvaret.
- Forsvaret (2017b) *Imponerer i NATO-spydspiss* [Internett], 15. juni 2017. Oslo: Forsvaret. Tilgjengelig fra: <https://forsvaret.no/aktuelt/natos-oeyne-og-oerer> [lest 30.7.2018]
- Forsvarets Forskningsinstitutt. (2004). *Analyse av feilhyppigheter og vedlikeholdsbehov for noen militære kjøretøytyper – Analyse av EDBVT-data*. Kjeller: FFI.<sup>71</sup>
- Forsvarets Forskningsinstitutt. (2005). *LOPH 1.1 – Logistikkprognoseverktøy for Hæren, teknisk dokumentasjon*. Kjeller: FFI.
- Forsvarets Forskningsinstitutt. (2011). *Effektivitet i logistikkprosessen – Erfaringer fra den logistiske understøttelsen av de norske styrkene i Afghanistan*. Kjeller: FFI.<sup>72</sup>
- Forsvarets Forskningsinstitutt. (2016). *STALLO – et rammeverk for utholdenhetsmodellering av landoperasjoner*. Kjeller: FFI.<sup>73</sup>
- Forsvarets Forskningsinstitutt. (2016). *Test av landoperasjonsmodell i STALLO – fremføring og understøttelse av brigade*. Kjeller: FFI.<sup>74</sup>
- Forsvarets Logistikkorganisasjon. (2016). *Prosedyre: Vedlikeholde masterdata for etterforsyning*.
- Forsvarets Logistikkorganisasjon. (2017). *Levere forsyningstjenester*. [bilde]. Tilgjengelig på: Forsvarets Intranett. [Lest 21.mar. 2018].
- Forsvarets Logistikkorganisasjon. (2017). *Levere vedlikeholdstjenester*. [bilde]. Tilgjengelig på: Forsvarets Intranett. [Lest 21.mar. 2018].
- Forsvarets Logistikkorganisasjon. (2017). *Styringssystemet*. [bilde]. Tilgjengelig på: Forsvarets Intranett. [Lest 21.mar. 2018].
- Forsvarets Logistikkorganisasjon. (2018). *Utarbeide etterspørselsprognoser*. [bilde]. Tilgjengelig på: Forsvarets Intranett. [Lest 21.mar. 2018].
- Forsvarets Logistikkorganisasjon. (2018). *Utføre etterspørsels- og forsyningsplanlegging*. [bilde]. Tilgjengelig på: Forsvarets Intranett. [Lest 21.mar. 2018].
- Forsvarets stabsskole og Forsvarets høgskole. (2014). *Forsvarets fellesoperative doktrine*. Oslo: Forsvarsstaben, ss. 144-145.
- Forsvarsdepartementet. (2004). *St.prp. nr. 42 (2003-2004): Den videre moderniseringen av Forsvaret i perioden 2005-2008*. Oslo: Forsvarsdepartementet, ss. 10-12

---

<sup>71</sup> Gradert

<sup>72</sup> Gradert

<sup>73</sup> Gradert

<sup>74</sup> Gradert

- Forsvarsdepartementet. (2016). *Prop. 151 S (2015-2016) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak): Kampkraft og bærekraft, Langtidsplan for forsvarssektoren*. Oslo: Forsvarsdepartementet, ss. 3-6, 56-58.
- Garg, J. (2013). *Maintenance: Spare Parts Optimization*. Master. Ecole Centrale Paris.
- Ge, M. og Helfert, M. (2013). Impact of Information Quality on Supply Chain Decisions. *The Journal of Computer Information Systems*, [internett] Volum 53(4), ss. 59-65. Tilgjengelig på: <https://search.proquest.com/docview/1429691450/fulltextPDF/5E73C3DFB5A14054PQ/5?accountid=40814> [Lest 5.mar. 2018].
- Gresham, M. og Andrulis, J. (2002). *Optimization of Information to Improve Decision Making in Government: The Information Value Chain Way*. [internett] IBM. Tilgjengelig på: <https://www-935.ibm.com/services/au/igs/pdf/g510-1687-00-adopting-no-wrong-door-mindset-in-government.pdf> [Lest 18.mar. 2018].
- Grønmo, S. (2016) *Samfunnsvitenskapelige metoder*. 2. utg. Bergen: Fagbokforlaget, s. 68-393.
- Harrison, A., van Hoek, R. og Skipworth, H. *Logistics Management and Strategy: Competing Through the Supply Chain*. 5.utg. Harlow: Pearson Education Limited, s. 9.
- Hazen, B., Weigel, F., Ezell, J., Boehmke, B. og Bradley, R. (2017). Toward Understanding Outcomes Associated with Data Quality Improvement. *International Journal of Production Economics*, [internett] Volum 193(-), s. 738. Tilgjengelig på: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0925527317302803> [Lest 19.mar. 2018].
- Huiskonen, J. (2001). Maintenance Spare Parts Logistics: Special Characteristics and Strategic Choices. *International Journal of Production Economics*. [internett] Volum 71(1-3), ss. 125-129. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527300001122> [Lest 16.feb. 2018].
- Hyndman, R. og Athanasopoulos, G. (2014). *Forecasting: Principles and Practice*. 1.utg. [e-bok] Otexts, ss. 13-23, 50. Tilgjengelig på: <https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=bBhDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Forecasting:+principles+and+practice&ots> [Lest 3.mar. 2018].
- Iso.org, (2015). *Data quality — Part 8: Information and Data Quality: Concepts and Measuring*. [internett] Tilgjengelig på: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8000:-8:ed-1:v1:en> [Lest 13.mar. 2018].
- Jacobsen, D. I. (2015) *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* 3. utg. Oslo: Cappelen Damm, s. 22-56.
- Jesiļevska, S. (2017). Data Quality Dimensions to Ensure Optimal Data Quality. *The Romanian Economic Journal*, [internett] Volum –(63), ss. 89-93. Tilgjengelig på: <http://www.rejournal.eu/sites/rejournal.versatech.ro/files/articole/2017-04-02/3443/6jesilevska.pdf> [Lest 17.mar. 2018].
- Johannessen, A., Tuftte, P. A. og Christoffersen, L. (2010) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 4. utg. Oslo: Abstrakt forlag AS, s. 45-232.

- Kennedy, W., Patterson, J. Og Fredendall, L. (2002). An Overview of Recent Literature on Spare Parts Inventories. *International Journal of Production Economics*, [internett] Volum 76(2), ss. 201-213. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527301001748> [Lest 24.feb. 2018].
- Klein, B. og Rossin, D. (1999). Data Quality in Linear Regression Models: Effect of Errors in Test Data and Errors in Training Data on Predictive Accuracy. *Informing Science*, [internett] Volum 2(2), s. 34. Tilgjengelig på: <http://inform.nu/Articles/Vol2/v2n2p33-43.pdf> [Lest 17.mar. 2018].
- Koehn, P., Macheret, Y. og Sparrow, D. (2005). Improving Reliability and Operational Availability of Military Systems. I: *Aerospace Conference*. [internett] Virginia: IEEE Aerospace Conference Proceedings, ss. II-1, IV-2. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/224624994\\_Improving\\_Reliability\\_and\\_Operational\\_Availability\\_of\\_Military\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/224624994_Improving_Reliability_and_Operational_Availability_of_Military_Systems) [16.des. 2017].
- Kostenko, A. og Hyndman, R. (2006). *A Note on the Categorization of Demand Patterns*. 1.utg. [pdf] Melbourne: Rob J. Hyndman, s. 1. Tilgjengelig på: <https://robjhyndman.com/papers/idcat.pdf> [Lest 3.mar. 2018].
- Kovač-Striko, E., Spudić, R. og Ivankovic, B. (2001). Inventory Management Models in the Supply System of Spare Parts for Military Vehicles. *Promet – Traffic & Transportation*, [internett] Volum 13(4), s. 224. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/297841482\\_Inventory\\_Management\\_Models\\_in\\_the\\_Supply\\_System\\_of\\_Spare\\_Parts\\_for\\_Military\\_Vehicles](https://www.researchgate.net/publication/297841482_Inventory_Management_Models_in_the_Supply_System_of_Spare_Parts_for_Military_Vehicles) [Lest 23.feb. 2018].
- Kumar, U., Crocker, J. Knezevic, M. og El-Haram, M. (2000). *Reliability, Maintenance and Logistic Support: - A Life Cycle Approach*. [e-bok] Kluwer Academic Publishers, ss. 2, 251. Tilgjengelig på: <https://books.google.no/books?id=ud7vBwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=no#v=onepage&q=succes&f=false> [Lest 6.jan. 2018].
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2015) *Det kvalitative forskningsintervju*. 3. utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS, s. 102-113.
- Lee, Y., Strong, D., Kahn, B. og Wang, R. (2002). AIMQ: a Methodology for Information Quality Assessment. *Information & Management*, [internett] Volum 40(2), ss. 133-135. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378720602000435> [Lest 26.mar. 2018].
- Madenas, N., Tiwari, A., Turner, C. og Woodward, J. (2014). Information Flow in Supply Chain Management: A Review Across the Product Lifecycle. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, [internett] Volum 7(4), s. 335-344. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1755581714000327> [Lest 18.mar. 2018].
- Madnick, S. og Wang, R. (1992). *Introduction to the TDQM Research Program*. [internett] Cambridge: Massachusetts Institute of Technology. Tilgjengelig på: <http://web.mit.edu/tdqm/papers/92/92-01.html> [Lest 17.mar. 2018].

- McKinsey & Company (2015). *Modernisering og effektivisering av stabs-, støtte- og forvaltningsfunksjoner i forsvarssektoren*. [internett] Oslo: Regjeringen, ss. 139-140, 147. Tilgjengelig på: <https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/fd/dokumenter/rapporter-og-regelverk/150317modernisering-og-effektivisering-av-forsvarssektoren.pdf> [Lest 21.okt 2017].
- Mehmetoglu, M. (2004) *Kvalitativ metode for merkantile fag*. Bergen: Fagbokforlaget, s. 26-148.
- Merriam, S. B. (2009) *Qualitative Research – A Guide to Design and Implementation*. 2. utg., San Francisco: Jossey-Bass – A Wiley Imprint, s. 15-203.
- Mikalsen, M. (2015). *Managing the Demand for Spare Parts*. 1.utg. [pdf] København: Implement Consulting Group, ss. 1-5. Tilgjengelig på: Implement Consulting Group, ss. 1-5. Tilgjengelig på: <https://implementconsultinggroup.com/media/2843/managing-demand-for-spare-parts.pdf> [Lest 3.mar. 2018].
- Molenaers, A., Baets, H., Pintelon, L. og Waeyenbergh, G. (2012). Criticality Classification of Spare Parts: A Case Study. *International Journal of Production Economics*. [internett] Volum 140(2), s. 570. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311003549> [Lest 17.feb 2018].
- National Research Council. (2014). *Force Multiplying Technologies for Logistics Support to Military Operations*. 1.utg. [e-bok] Washington, DC: The National Academies Press, s. 109. Tilgjengelig på: <https://www.nap.edu/read/18832/chapter/1> [Lest 30.okt. 2017].
- Nilsen, T. (2012). Kosteffektiv logistikk og datakvalitet. *Norsk Militært Tidsskrift*, [internett] Nr 3, ss. 36-37. Tilgjengelig på: <https://issuu.com/ffi-/docs/nmt-3-2012/36> [Lest 22.sept. 2017].
- Petropoulos, F. og Kourentzes, N. (2014). *Improving Forecasting via Multiple Temporal Aggregation*. 1.utg. [pdf] Lancaster: Lancaster Centre for Forecasting, ss. 1-4. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/265069129\\_Improving\\_forecasting\\_via\\_multiple\\_temporal\\_aggregation](https://www.researchgate.net/publication/265069129_Improving_forecasting_via_multiple_temporal_aggregation) [Lest 17.mar. 2018].
- Postholm, M. B. (2010) *Kvalitativ metode*. 2. utg. Oslo: Universitetsforlaget, s. 86-141.
- Presseportal (2018) *VJTF (L) 2019 NATO-Speerspitze nimmt Übungsstadt Schnöggersburg ein* [Internett], 13.6.2018. Hamburg: Presseportal. Tilgjengelig fra: <https://www.presseportal.de/pm/127975/3970044> [lest 30.7.2018]
- Sebastian-Coleman, L. (2013). *Measuring Data Quality for Ongoing Improvement: A Data Quality Assessment Framework*. 1.utg. [pdf] Waltham: Elsevier, Inc, s. xxix-xxxi. Tilgjengelig på: <https://ac.els-cdn.com/B9780123970336000201/3-s2.0-B9780123970336000201-main.pdf?> [Lest 17.mar. 2018].
- Sikkerhetsloven. *Lov 12. aug 2016 nr. 78 om forebyggende sikkerhetstjeneste*.
- Spare Part. (2018). I: *Business Dictionary*. [internett] San Antonia: WebFinance Inc. Tilgjengelig på: <http://www.businessdictionary.com/definition/spare-part.html> [Lest 15.feb. 2018].

- Szozda, N. og Werbińska-Wojciechowska, S. (2013). Influence of the Demand Information Quality on Planning Process Accuracy in Supply Chain. Case Studies. *Scientific Journal of Logistics*, [internett] Volum 9(2), ss. 73-78. Tilgjengelig på: [http://www.logforum.net/pdf/9\\_2\\_2\\_13.pdf](http://www.logforum.net/pdf/9_2_2_13.pdf) [Lest 21.mar. 2018].
- Torell, W. og Avelar, V. (2004). *Mean Time Between Failure: Explanation and Standards*. [internett] Schneider Electric, ss. 2, 4. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/251895269\\_Mean\\_Time\\_Between\\_Failure\\_Explanation\\_and\\_Standards](https://www.researchgate.net/publication/251895269_Mean_Time_Between_Failure_Explanation_and_Standards) [Lest 15.mar. 2018].
- Tysseland, B. (2008). *System Supportability and Life Cycle Cost based Decisions*. PhD. Høgskolen i Molde.
- Universiti Teknologi Petronas. (2017). *Introduccion to Reliability and Maintenance*. [internett] Tilgjengelig på: <http://slideplayer.com/slide/6410908/> [Lest 1.nov. 2017].
- UNSD (2010). IMF's Data Quality Assessment Framework. I: *Conference on Data Quality for International Organizations*. [internett] Helsinki: United Nations Statistics Division, ss. 1-11. Tilgjengelig på: <https://unstats.un.org/unsd/ccsa/cdqio-2010/Ses1-DQAF-IMF.pdf> [Lest 17.mar. 2018].
- Wagner, S., Jönke, R. og Eisingerich, A. (2012). A Strategic Framework for Spare Parts Logistics. *California Management Review*, [internett] Volum 54(4), s. 69. Tilgjengelig på: [https://www.researchgate.net/publication/259729351\\_A\\_Strategic\\_Framework\\_for\\_Spare\\_Parts\\_Logistics](https://www.researchgate.net/publication/259729351_A_Strategic_Framework_for_Spare_Parts_Logistics) [Lest 16.jan. 2018].
- Wand, Y. og Wang, R. (1996). Anchoring Data Quality Dimensions Ontological Foundations. *Communications of the ACM*, [internett] Volum 39(11), ss. 87-94. Tilgjengelig på: <https://pdfs.semanticscholar.org/d96f/2d2d34ea14248a054a474286d60f23b3af01.pdf?> [Lest 17.mar. 2018].
- Wang, R., Storey, V. og Firth, C. (1995). A Framework for Analysis of Data Quality Research. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, [internett] Volum 7(4), ss. 623, 632. Tilgjengelig på: <http://mitiq.mit.edu/Documents/Publications/TDQMpub/SURVEYIEEEKDEAug95.pdf> [Lest 17.mar. 2018].
- Wang, R. og Strong, D. (1996). Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. *Journal of Management Information Systems*, [internett] Volum 12(4), ss. 5-23. Tilgjengelig på: [http://mitiq.mit.edu/Documents/Publications/TDQMpub/14\\_Beyond\\_Accuracy.pdf](http://mitiq.mit.edu/Documents/Publications/TDQMpub/14_Beyond_Accuracy.pdf) [Lest 26.mar. 2017].
- Weidema, B. og Wesnæs, M. (1996). Data Quality Management for Life Cycle Inventories – an Example of Using Data Quality Indicators. *Journal of Cleaner Production*, [internett] Volum 4(3-4), s. 169. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652696000431> [Lest 17.mar. 2018].

Zotteri, G., Kalchschmidt, M. og Caniato, F. (2005). The Impact of Aggregation Level on Forecasting Performance. *International Journal of Production Economics*, [internett] Volum 93-94 (-), ss. 480-481. Tilgjengelig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552730400266X> [Lest 2.apr. 2018].

## VEDLEGG A – INTERVJUGUIDER

**Møte med:** Representanter fra OPSSTØ verksted  
**Sted:** *Bevisst utelatt fra vedlegg*  
**Tidspunkt:** 9. april 2018 kl 10:00  
**Hovedmålsetning:** Primært for utvidet kjennskap til FIF/SAP  
**Gjennomføring:** Uformelt, halvstrukturert intervju/møte

**Fase 1: Sette rammene for møtet** **8-15 min**

- Løs prat og informasjon

**Fase 2: Hoveddel** **45-80 min**

**Del 1: Om reservedelsmangler**

**Del 2: Om bruk av FIF/SAP**

**Fase 3: Avslutning** **5 min**

*Del 1 – Gjennomført med to representanter*

**Hva er deres oppfatning til manglende reservedeler?**

**Hvordan oppleves og benyttes arbeidsordren som verktøy?**

**Årsaker til manglende reservedeler til system X?**

*Del 2 - Gjennomført med én representant*

**Bruk av FIF/SAP**

- Bruk av teknisk plass
- Vedlikeholdsplaner
- Vedlikeholdsrapport
- Bruk av arbeidsordre
- Øvelse powerfull maintenance
- EDBVT versus nye systemer



**Intervju med:** Representant fra OPSSTØ verksted  
**Hvor:** *Bevisst utelatt fra vedlegg*  
**Tidspunkt:** 4. mai 2018  
**Hovedmålsetning:** OPSSTØ perspektiv på tematikken, bl.a. i rollen som kunde hos FLO og som leverandør av verkstedtjenester til Hærens avdelinger.  
**Gjennomføring:** Semistrukturert, individuelt intervju.

**Fase 1: Sette rammene for intervjuet** **8-15 min**

Løst prat 3-5 min

Informasjon 5-10 min

- Informer om tema for samtalen, bakgrunn og formål
- Forklar hva intervjuet skal brukes til, samt si noe om taushetsplikt og anonymitet
- Avklar om det er noe uavklart og spørsmål fra respondenten
- Informer om opptak og innhent samtykke til opptak
- Start opptak

**Fase 2: Overgangsspørsmål** **5-10 min**

- Hvilke erfaringer har du med temaet?
- Avklare stilling/ansvars-/arbeidsoppgaver

**Fase 3: Fokusering og hoveddel** **40-60 min**

- Nøkkelspørsmål
- Oppfølgingsspørsmål
- Kort pause?

**Fase 4: Tilbakeblikk på intervjuet** **5-10 min**

- Oppsummer funn
- Har vi forstått deg riktig?
- Er det noe du vil legge til?
- Stopp lydopptak

## Arbeidsordre og kjøretøyvedlikehold

- Hvordan har overgangen fra FIF 2.0 til FIF 3.0 påvirket jobben dere gjør?
- Hvor langt fremover i tid planlegger dere preventivt vedlikehold? (i SAP)
- Hvordan opplever dere vedlikeholdsplanene som er etablert?
  
- Hvordan opplever dere arbeidsordre som verktøy?
  - o Er den tilstrekkelig for jobben dere gjør?
  - o Hvem, og hvor mange på RETV arbeider i arbeidsordrer i SAP?
  - o Har dere ulike typer arbeidsordrer i bruk?
  
- Eksisterer det prosessbeskrivelser for jobben den enkelte gjør i arbeidsordrene, og oppleves denne som tilstrekkelig?
  - o Er dette overordnede prosessbeskrivelser? Har dere egne?
  - o Opplever du at det er en ensartet praksis for utfylling av arbeidsordrer inkl. bruk av transaksjonskoder (mht. tidsregistrering og dokumentasjon av etterspørsel etter reservedeler) for alle verkstedene?
  
- Hva kan det skyldes at arbeidsordrer ikke kan avsluttes/blir stående åpne?
  - o Hva vil du si er den vanligste årsaken?
  - o I hvor stor andel av tilfellene vil du si det skyldes mangel på reservedeler?
  - o Hva gjøres ved langtidsdelemangel på åpne arbeidsordrer?
  - o Hvor lenge kan en arbeidsordre stå åpen/parkert/utestående som følge av delemangel?
  - o Foreligger det noen rutine for innledende diagnostisering og avklaring vedr reservedelsbehov før materiellet tas inn for vedlikehold?
  - o Finnes det tilfeller der dere hadde planer om å bytte deler, men lar være grunnet delemangel, les; sletter reservasjon og returnerer kjøretøyet til avdeling? (Uten å opprette ny arbeidsordre/reservasjon?) Hvis ja; i hvilket omfang?
  
- Når opprettes arbeidsordrer på korrektivt vedlikehold?
  - o Hvor snart etter avvik blir meldt?
  - o Når «dateres» en arbeidsordre? På tidspunktet for faktisk opprettelse, eller på tidspunktet for når det faktiske vedlikeholdet starter?
  - o Opprettes det arbeidsordrer som normalt på korrektivt vedlikehold selv om dere vet at delen ikke er tilgjengelig?
  
- Rent praktisk, hvordan går dere frem når det blir meldt behov for korrektivt vedlikehold fra avdelingene?
  - o Hvordan løser dere det når dere, basert på feilrapporten, skjønner at det kreves deler som ikke er tilgjengelig?
  - o Finnes det tilfeller der systemet ikke tas inn fordi det mangler deler?
  
- I hvor stor grad gjennomfører dere kannibalisering/feilkonsentrering?
  - o Hvordan løses dette i arbeidsordresammenheng? (kjt som mister del osv)

- Dokumenteres da den reelle etterspørselen (som initierte kannibalisering i utgangspunktet) noe sted?
- Hvordan opplever dere kapasiteten på eget verksted sett opp i mot antallet repoppdrag?
- I hvilke tilfeller sendes system X til nivå 3 for vedlikehold?
- Hvordan rekvireres deler til planlagt ettersyn?
  - Tilflyter disse «automatisk» basert på vedlikeholdsplaner?
  - Eller bestiller dere selv deler til ettersyn fra FLO F?
- Skilles det konsekvent mellom preventivt og korrektivt vedlikehold i arb.ordrer?

### **Hvordan opplever du datakvaliteten i systemet du arbeider i?**

- Mangler på kodifisering av reservedeler?
- Lett å finne frem til nødvendige reservedeler iht. behov?
- Manglende systemidentifisering i SAP, er dette en utfordring for dere med identifisering og deler etc?

### **Hvordan opplever du tilgjengeligheten på reservedeler i ditt daglige virke?**

- Er det forskjell på type plattform og deletilgjengelighet?
- Hvilke plattformer er det oftest mangler til?
- Opplever dere noen forskjell på tilgjengelighet på gjenvinnbare komponenter og reservedeler?
- Gjør dere i noen tilfeller selv innkjøp av reservedeler, altså uten å gå via FLO F?
- For hvilke systemer? System X?
- Hvor mange vogner har dere i deres portefølje nå som står på delevent?
- Hvor mange System X?
- Hva er din oppfatning av årsaken til manglende reservedeletilgjengelighet?
- Hvordan opplever du leveringstiden på reservedeler?
- Er det tilfeller der dere avslutter arbeidsordre selv om nødvendige deler ikke er levert?
- Hvis på noen måte, hvordan kommuniseres konsekvens av delemangler?
  - Opprettes det alltid reservasjoner på deler som ikke er umiddelbart tilgjengelige?

### **Annet:**

- Har dere en dialog med FLO Forsyning på lokale lagernivåer?
- Har dere gjort dere opp noen tanker om hva et sentralt delelager ville hatt å si for dere?
- Er dere kjent med hvordan dokumentasjonen av etterspørsel (reservasjoner/ «forbruksføring») innvirker på etterspørselsprognostiseringen? (Ikke bare ved

forbruksføring når delen er tilgjengelig, men også reservasjon når delen ikke er tilgjengelig?)

- Hvor på livsløpet mht. feilhyppighet vil du si at system X befinner seg sammenlignet med tidligere år? Stabil/stigende feilhyppighet?
- Tanker om vedlikehold og deletilgjengelighet på system X i årene som kommer?
- Noe du vil legge til? Sluttkommentarer?

**Intervju med:** Representant fra FLO FORS  
**Hvor:** *Bevisst utelatt fra vedlegg*  
**Tidspunkt:** 21. juni 2018 0900-1100  
**Hovedmålsetning:** Oppnå kunnskap om hvordan etterspørselsprognostisering gjennomføres i praksis. Avdekke eventuelle opplevde svakheter med systemet og gjeldende prosedyrer. Oppnå forståelse for tilsendt datasett.  
**Gjennomføring:** Semistrukturert individuelt intervju

**Fase 1: Sette rammene for intervjuet** **8-15 min**

Løst prat 3-5 min

Informasjon 5-10 min

- Informer om tema for samtalen, bakgrunn og formål
- Forklar hva intervjuet skal brukes til, samt si noe om taushetsplikt og anonymitet
- Avklar om det er noe uavklart og spørsmål fra respondenten
- Informer om opptak og innhent samtykke til opptak
- Start opptak

**Fase 2: Overgangsspørsmål** **5-10 min**

- Hvilke erfaringer har du med temaet?
- Avklare stilling/ansvars-/arbeidsoppgaver

**Fase 3: Fokusering og hoveddel** **40-60 min**

- Nøkkelspørsmål
- Oppfølgingsspørsmål
- Kort pause?

**Fase 4: Tilbakeblikk på intervjuet** **5-10 min**

- Oppsummer funn
- Har vi forstått deg riktig?
- Er det noe du vil legge til?
- Stopp lydopptak

## **HVA SIER FORSVARET OM HVORDAN RESERVEDELER SKAL SIKRES?**

### **Bestemmelse for integrert logistikkstøtte**

- I hvilken grad vil du si at ILS som metodisk rammeverk og *1510 – Bestemmelse for integrert logistikkstøtte* er implementert og legges til grunn for reservedelslogistikk i FLO?

### **ILS i øvrige styrende dokumenter**

- Opplever du at det er tilstrekkelig fokus på viktigheten av reservedeler i Hæren?
- På hvilken måte vil du si at det hadde innvirket på Forsvarets fokus på reservedeler (evne og vilje) dersom ILS hadde vært mer sentral i overordnede styrende dokumenter for forsvarssektoren?

### **FLOs styringssystem**

- I hvilken grad vil du si at FLO etterlever eget styringssystem og egne prosess-/prosedyrebeskrivelser hva angår etterspørselsprognostisering?
- Opplever du prosedyrebeskrivelsene relatert til etterspørselsprognostisering som tilstrekkelig presise?
  - o Hvis nei; hvorfor ikke?
  - o Konsekvenser?

### **P3: Leverer forsyningstjenester**

*Jfr. FLO-FOR-PRO-265 (Utarbeide etterspørselsprognoser – Teknisk materiell); "Output":*

- Hva menes med "Prognose lagt inn i Synchron"?
- Hva menes med "Prognose lagt inn i SAP"?
- Hva innebærer en "IR opprettet direkte"?
- Innvirker direkteopprettede IR på etterspørselshistorikken og presisjonen i etterspørselsprognosene?
  - o Hvis ja; hvordan? (Jfr. McKinsey-rapport (s.148)).

### **SAP og Synchron**

*Jfr. FLO-FOR\_PRO-012; (Vedlikeholde lagernivå – Teknisk materiell)*

- Hva skiller mellom overrides lagt inn i Synchron vs. excel, jfr. "Månedlig oppdatering av nivåer"?
- Er det kun nivåsettingen som påvirkes av overrides når disse legges inn i Synchron, eller innvirker de på noen måte også på etterspørselsprognosene?
- Hvor mange jobber i Synchron?
- Hvilke funksjoner og hvor mange gjennomfører overrides?
- Hva utløste behovet for oppgradering av Synchron i 2015, og hvilke funksjonaliteter og effekter har dere sett som resultat av denne oppgraderingen?

*Du skriver at databasen DWIP konverterer format mellom Synchron og SAP.*

- Kan du forklare hva den gjør og hvordan den fungerer?
  - o Hvilken PC er denne på?

- Hvordan har overgangen fra FIF 2.0 til 3.0 påvirket deg i jobben du gjør, og har det påvirket forutsetningene for presis etterspørselsprognostisering?
- I hvilken grad kompletteres prosedyrebeskrivelsene av relevante kurs innenfor respektive domener/ansvarsområder?

### **ER ETTERSPORSSELSPROGNOSENE RIKTIGE?**

- Hvilken innvirkning ville det hatt for presisjonen i etterspørselsprognosene dersom Synchron hadde skilt mellom etterspørsel knyttet til preventivt og korrektivt vedlikehold?

### **Inndataparametere og klassifisering av reservedeler**

- Hvilke inndataparametere relatert til selve forbrukshistorikken legger Synchron til grunn for etterspørselsprognosene? (Kun frekvens (tidspunkt) og kvantum (mengde)?)

### **Etterspørselsprognostisering**

- Hvor mange driftslagre prognostiseres det for?
- Der flere verksteder gir fragmentering av forbrukshistorikk og man må kunne anta mer presise prognoser med kun ett verksted/lager; Forutsetter dette allokeringmulighet/echelon-modul i Synchron?

*Du skriver at dere opererer med et MRP-område for å simulere effekten ved levering fra et sentralt lager.*

- Hva ble resultatet av denne simuleringen, og hvorfor ble den gjennomført?
- Er det noen typer teknisk materiell/reservedeler det ikke utarbeides prognoser for, i så fall hvilke?
  - o Hvordan beregnes beholdningen av disse?
- Kan Synchron utarbeide etterspørselsprognoser basert på noe *annet* enn etterspørselshistorikk (f.eks feilrate, MTBF/MTTF)?

*Synchron etablerer ny 12-13 måneders etterspørselsprognose på månedlig basis.*

- Hvilken prognose tar FLO F utgangspunkt i når de rekvirerer deler? (Les; når gjøres prognosen «gjeldende»?)

### **HVA SÅ MED DATAKVALITETEN?**

- Legges det til grunn noen kriterier for å vurdere kvaliteten på inndataene mhp etterspørselsprognostisering?

*Du har tidligere omtalt datakvaliteten i historikken som dårlig.*

- Hvor vil du si det er mest å hente hva angår datakvalitet relatert til etterspørselsprognostisering?

### **Intrinsisk datakvalitet – nøyaktighet**

- I hvilket omfang er back orders et problem for etterspørselshistorikken som utgangspunkt for presise prognoser?

### **Kontekstuell datakvalitet – kompletthet (bredde, dybde, omfang)/tidsriktighet**

- Er forbruksomfanget i Hæren tilstrekkelig for presis etterspørselsprognostisering, gitt Synchron som dataverktøy og gjeldende rutiner?
- I hvor stor grad opplever du at organisasjonen kommuniserer endringer i aktivitetsnivå som kan få innvirkninger på etterspørselen?
  - o Er det mulig å synliggjøre ulike typer dimensjonerende fremtidig aktivitet ("kausale data") på en slik måte at de kan brukes ifm etterspørselsprognostisering? Eller blir slike forhold lagt inn som overrides etter at etterspørselsprognosene er utarbeidet? (Ref "skille forbruket til de ulike vedlikeholdene eller øvelsene" i FLO-FOR-PRO-265)
  - o Dersom slike data brukes ifm etterspørselsprognostisering; er det gode rutiner for å "fjerne" disse kausale dataene til neste prognose?

*I McKinsey-rapporten pekes det på nettopp mangelfull planlegging av vedlikehold, som følge av en "ineffektiv logistikkjede for reservedeler", som gjør planlegging vanskelig da tilgjengeligheten er lav og man ikke kan vite når man får tak i reservedeler (lange leveransetider). Dette fører til at FLO FORS har vanskeligheter med å estimere behovene for reservedeler.*

- Kan dette tyde på at vedlikeholdet til en viss grad har blitt planlagt/planlegges med utgangspunkt i den til en hver tid tilgjengelige eller antatt tilgjengelige beholdningen av reservedeler, og at vedlikehold i enkelte tilfeller utsettes til manglende reservedeler forventes tilgjengelig?
  - o Hvilken effekt har dette på etterspørselsprognostiseringen?

Iflg McKinsey er et resultat av det ovenstående at FLO VEDL selv kjøper en vesentlig andel av reservedelene uten å gå gjennom Forsyning, fordi de ikke er fornøyd med leveransetiden de oppnår ved å følge den ordinære prosessen.

- Stemmer dette med din oppfatning? Hvis ja; i hvilket omfang?

*Videre pekes det på at kjøp utenfor systemet gjør det desto vanskeligere for FLO FORS å benytte historisk forbruk til å planlegge fremtidig lagerhold.*

- På hvilken måte innvirker dette på etterspørselshistorikken?
- Kan dette knyttes til "IR opprettet direkte" (jfr. FLO-FOR-PRO-265 (Utarbeide etterspørselsprognoser – Teknisk materiell))?
- I hvilket omfang innvirker kannibalisering/"feilkonsentrering" på etterspørselshistorikk?
  - o Er dette et problem for system X?
- I hvor stort omfang opplever du utfordringer knyttet til «sletting av reservasjoner», og på hvilken måte innvirker dette på etterspørselsprognosene?

### **Aggregering (som kompletthetsdimensjon)**

- Opplever du at tidsperspektivet dere opererer med for historikk og prognose er riktig og tilstrekkelig for presise prognoser?
- Har det vært vurdert å bruke et lenger tidsperspektiv enn 36 mnd?



- I hvilken grad og evt på hvilken måte justeres data ifm etterspørselsprognostisering med tanke på avvik i data?

### **Representasjonskvalitet – konsistens (visning, verdi, format)**

- Er manglende kodifisering et problem for system X (ref McKinsey)?
- Hvilke konsekvenser får det for presisjonen i etterspørselsprognosene at verken Synchron eller SAP har systemidentifisering?

*Ved bruk av materiellet i andre klimasoner enn hva som opprinnelig var planlagt, skal det gjennomføres nye analyser av behov for reservedeler. Tiltaket gjelder spesielt for bruk i klimasoner hvor temperatur, fuktighet, sand og støv antas å redusere materiellets driftssikkerhet. (jfr. Bestemmelser for ILS, s.15).*

- Er metadata vurdert ifm reservedelslogistikk og etterspørselsprognostisering?

### **Informasjonssystemet – hemmer eller fremmer presise etterspørselsprognoser?**

- Er det noen inndataparametere relatert til etterspørselsprognostisering som kunne gjort etterspørselsprognosene mer presise, men som mangler/ikke kan overføres fra SAP til Synchron? I så fall hvilke(n)?
- I hvilken grad innvirker omfanget av manuelt databehandling på presisjonen i etterspørselsprognosene?
- Hva vil du si om nåværende systemkonfigurasjon (SAP og Synchron) mhp konsekvenser for presis etterspørselsprognostisering?

### **DET MENNESKELIGE ASPEKTET – KULTUR**

- Hvilke menneskelige og/eller kulturelle forhold kan/vil innvirke på etterspørselsprognosene?

### **Evaluerings av etterspørselsprognosene**

- I hvilken grad evalueres etterspørselsprognosene, evt nivåberegningene, når dataene (etterspørselshistorikken) for prognoseperioden er tilgjengelig?

### **ANNET**

#### **Datasettet:**

- Hvilken periode med forbrukshistorikk er lagt til grunn for hvilken prognose (jfr. datasettet)?
- Basert på at det prognostiseres per lager; Hvilken prognose gjelder for hvilket lager? (MRP-område?)
- Transaksjonskode 262; Hvordan virker denne inn på etterspørselshistorikken?
  - o Filtrerer den bort i historikken? (Ref ca 90 linjer med 0-forbruk; Nuller de hverandre ut?)
- Be respondent om å bekrefte relevante kolonner.
- Er ledetid/pris faktorer som vurderes inn i F01-13?
- Er det mulig å få output fra SAP?
  - o Er det dette respondenten sendte på epost initialt? (Transactional demand.txt etc; For sammenligning/datakvalitetsvurdering med øvrig datasett.)

**Intervju med:** Representanter fra FLO FORS driftslager  
**Gjennomføring:** Spørsmål sendt per intern e-post  
**Tidspunkt:** Sendt: 29.6.2018 Besvart: 7.8.18 og 25.7.18  
**Hovedmålsetning:** Få et mer nyansert datagrunnlag

1. Hvordan opplever du leveringstiden på reservedeler?
2. I hvor stor grad er dere involvert ifm. kannibalisering ifm. repoppdrag?
3. Hva er din oppfatning av årsaken til manglende reservedeleteilgjengelighet?
4. Er det noen spesielle forhold som kan trekkes frem ved forsyning av reservedeler til system X som vanskeliggjør deleteilgjengelighet?
5. Hvilken kjennskap har du til arbeidet som gjøres med prognostisering av delebehov og etablering av bestillingspunkt og lagernivåer, og hvordan opplever du denne?
6. Hvordan opplever du datakvaliteten i FIF 3.0, relatert til jobben dere gjør?

**Intervju med:** Representant fra OPSSTØ-verksted  
**Gjennomføring:** Spørsmål sendt per intern e-post  
**Tidspunkt:** Sendt: 29.6.2018 Besvart: 13.8.18  
**Hovedmålsetning:** Få et mer nyansert datagrunnlag

1. Hva kan det skyldes at arbeidsordrer ikke kan avsluttes/blir stående åpne?
2. Opprettes det arbeidsordrer som normalt på korrektivt vedlikehold selv om dere vet at delen ikke er tilgjengelig?
3. Hvordan opplever du leveringstiden på reservedeler?
4. Er det tilfeller der dere avslutter arbeidsordre selv om nødvendige deler ikke er levert?
5. Hvor mange vogner har dere i deres portefølje nå som står på delevnet? Hvor mange system X?
6. I hvor stor grad gjennomfører dere kannibalisering/feilkonsentrering ifm repoppdrag?
7. I hvor stor grad registreres brukbare deler ut/inn av vogn ifm. kannibalisering, i de tilfeller hvor delen/komponenten ikke er serienummerstyrt?
8. Hva er din oppfatning av årsaken til manglende reservedeletilgjengelighet?
9. Hvilken kjennskap har du til arbeidet som gjøres med prognostisering av delebehov og etablering av bestillingspunkt og lagernivåer, og hvordan opplever du denne?
10. Hvordan opplever du datakvaliteten i FIF 3.0, relatert til jobben dere gjør?

## **VEDLEGG B – INFORMASJONSSKRIV TIL RESPONDENTER**

### **OM PROSJEKTET**

Dette prosjektet gjennomføres i forbindelse med undertegneds masteroppgave som siste del av den erfaringsbaserte masteren i logistikk ved Høgskolen i Molde. Studiet er sivilt, og gjennomføres ved siden av fast stilling i Forsvaret. Oppgaven skrives i regi av Høgskolen i Molde, og ikke på oppdrag fra Forsvaret. Det var imidlertid et ønske fra Høgskolen at oppgaven skulle knyttes til en problemstilling fra egen arbeidsplass.

### **BAKGRUNN OG FORMÅL**

Forsvaret har over tid nedprioritert ressurser knyttet til beredskap, vedlikehold og logistikk, herunder gradvis bygget ned beredskapslagre og reservedelsbeholdninger. Som en følge av dette opplever Forsvaret etterslep på vedlikehold og logistisk understøttelse, og ofte lang nedetid på materiell. Det kan synes som at den tidvis lange nedetiden skyldes at nødvendige reservedeler ikke er tilgjengelige når det er behov for dem. Samtidig stilles det konkrete krav til operativ tilgjengelighet som forutsetning for stridsevne, og Forsvaret er således avhengig av at materiellet er tilgjengelig når det er behov for det.

Årsakene til at det ikke finnes reservedeler kan være mange. Gjennom arbeidet med å finne tema og problemstilling for denne oppgaven synes det imidlertid relevant å se på Forsvarets evne til å avgjøre hvilke reservedeler det faktisk er behov for, som utgangspunkt for dimensjonering av reservedelsbeholdninger; mer spesifikt: Forsvarets evne til å gjennomføre presis *etterspørselsprognostisering*.

I denne sammenheng er det to forhold som må analyseres. Det første er om Forsvaret evner å generere nødvendige data for etterspørselsprognostisering. Valg av *riktige* inndata er en forutsetning for valg av prognostiserings- og optimeringsmodeller. Hvorvidt dataene er *brukbare* forutsetter videre at de er av en viss kvalitet. Det andre forholdet som må analyseres er således om kvaliteten på dataene er tilstrekkelig i henhold til den tiltenkte bruken av dem.

Hæren nyttes som referanse i oppgaven, ettersom undertegnede begge har sin arbeidserfaring fra denne forsvarsgrenen.

Oppgavens foreløpige problemstilling er:

### ***Evner Forsvaret å generere, fange og prosessere nødvendige data med tilstrekkelig kvalitet for presis etterspørselsprognostisering?***

Opgavens overordnede hensikt er å belyse forhold som eventuelt kan bidra til bedre reservedelslogistikk i Hæren, og Forsvaret for øvrig.

#### **HVA INNEBÆRER DELTAKELSE I STUDIEN?**

Studiens empiriske grunnlag vil være en kombinasjon av analyse av kvantitative data og kvalitative intervjuer med relevant personell i utvalgte avdelinger i Forsvaret for supplerende og utfyllende informasjon om forhold knyttet til etterspørselsprognostisering i Hæren.

Ledelsen i både HST, FLO og FMA har gitt sin formelle tilslutning til uthenting av data og gjennomføring av intervjuer, men det understrekes at det er frivillig deltakelse fra den enkelte som blir forespurt.

Din deltakelse er svært ønsket med utgangspunkt i din stilling/rolle i tilknytning til dokumentasjon av reservedelsbehov og/eller prognostisering i Hæren/Forsvaret.

Spørsmålene vil omhandle prosessene FLO/Hæren gjennomfører i forbindelse med dokumentasjon av reservedelsbehov og generering av de dataparameterne og datasettene som er nødvendige for valg av riktige prognostiseringsmodeller i Synchron (Forsvarets verktøy for etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering), og videre hvordan disse dataene prosesseres i kjeden fra reservedelsbehovene oppstår til dataene er overført til Synchron som grunnlag for etterspørselsprognostisering og reservedelsoptimalisering.

Hensikten med datainnhenting og intervjuene er å kunne analysere hvorvidt de *riktige* dataene genereres og prosesseres, og hvorvidt *kvaliteten* på dem er tilstrekkelig for å muliggjøre presis etterspørselsprognostisering.

#### **INFORMASJON OM INTERVJUET**

- Intervjuet er semistrukturert. Enkelte spørsmål er bestemt på forhånd med hensyn på respektive respondenters/dennes avdelings rolle og relevans for oppgaven. Ytterligere spørsmål vil kunne avledes av respondenters svar, som supplement til de på forhånd definerte spørsmålene.
- Varigheten på intervjuet er estimert til inntil 2 timer.

- Det vil bli tatt notater under intervjuet, og nyttet diktafon dersom samtykke fra respondent gis. Alle notater og lydfiler vil bli slettet så snart oppgaven er ferdigstilt.
- Utredningen vil i sin helhet være ugradert. Dersom det fremkommer gradert informasjon i forbindelse med intervjuet vil denne generaliseres for bruk (fremkomme på en måte som ikke medfører gradering).
- Kort presentasjon av oppgaven og intervju spørsmålene vil bli tilsendt den enkelte respondent på mail i forkant av intervjuet.
- Den enkelte respondent vil få anledning (på forespørsel) til å lese oppgaven/eventuelle siteringer før oppgaven publiseres.

### **HVA SKJER MED INFORMASJONEN OM DEG?**

- Alle opplysninger om respondenter vil bli behandlet fortrolig. Det er kun undertegnede som vil ha tilgang til navn og eventuelle øvrige opplysninger om respondenter eller respondenters medarbeidere.
- Navn og personopplysninger vil ikke gjengis i oppgaven; kun tilhørighet til avdeling i Forsvaret. Respondenters stilling/rolle vil kun oppgis etter eventuelt samtykke. Dersom samtykke ikke gis vil informasjonen utledet fra gjeldende intervju generaliseres.
- Det vil ikke innhentes personopplysninger eller annen personidentifiserende informasjon fra andre kilder/registre.
- Alle notater og eventuelle lydfiler relatert til intervjuer/samtaler vil slettes så snart oppgaven er ferdigstilt.

### **TIDSPLAN**

Intervjuet ønskes gjennomført snarest mulig, for å muliggjøre nødvendig prosessering og bearbeidelse av data og informasjon i tide for innlevering.

Oppgaven vil etter planen ferdigstilles ultimo juni 2018.

### **FRIVILLIG DELTAKELSE**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du ønsker å bidra i dette prosjektet er det ønskelig at du besvarer denne forespørselen så snart som mulig. Undertegnede vil ta forbindelse for å avtale tid og sted for gjennomføring av intervju.

*(Kontaktinformasjon slettet fra vedlegg av personhensyn)*

Studien er meldt til og godkjent av Forsvarets Høgskole ved Seksjon for utdanning og FoU, i henhold til deres retningslinjer for søknad om tillatelse til å innhente opplysninger i og om Forsvaret til forskningsformål (B1 0592).

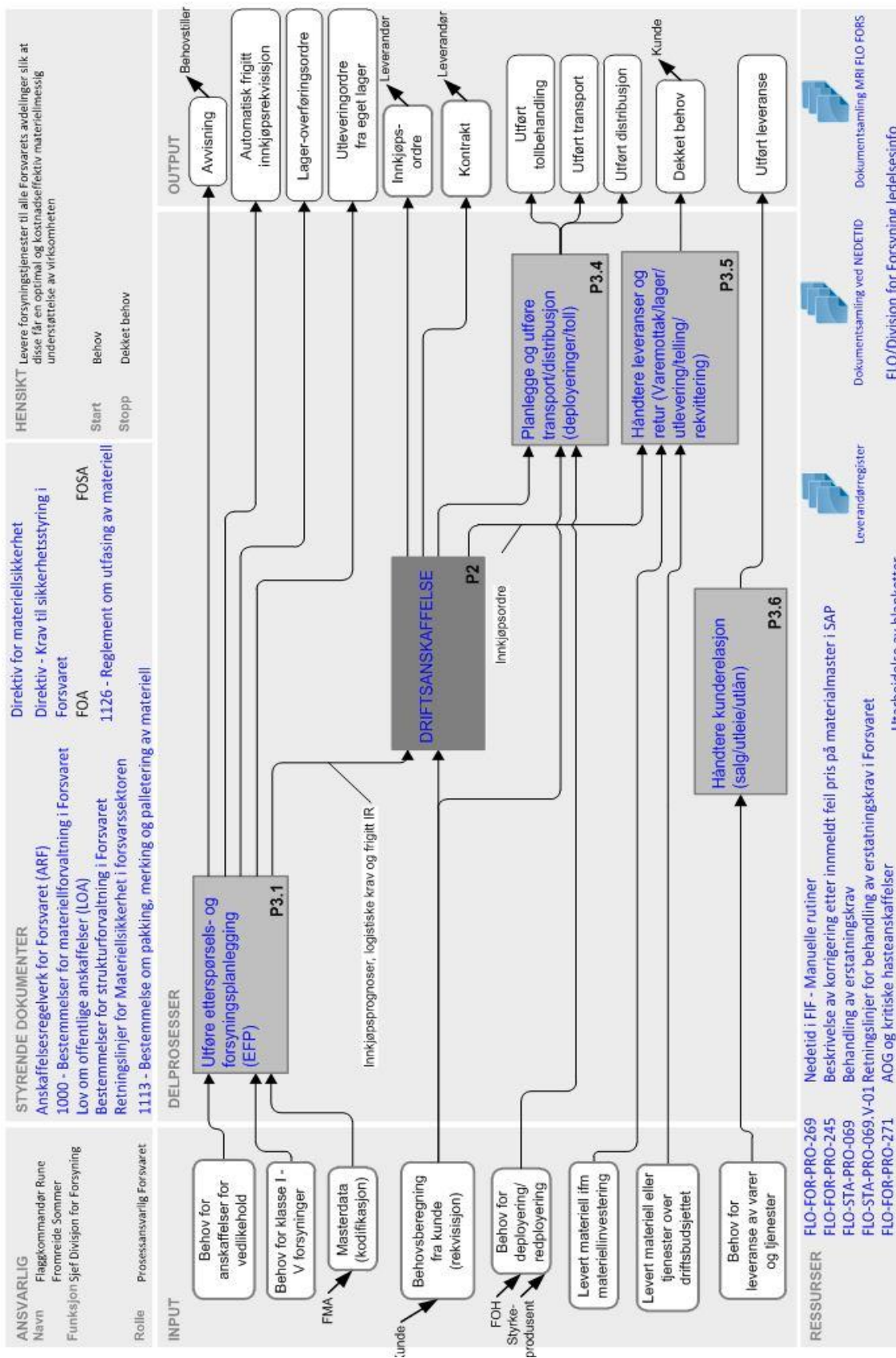
Vi håper på positivt svar!

Med vennlig hilsen,

Carina Bøthun og Ingrid Ajer Olsen

# VEDLEGG C – PROSESSBESKRIVELSER

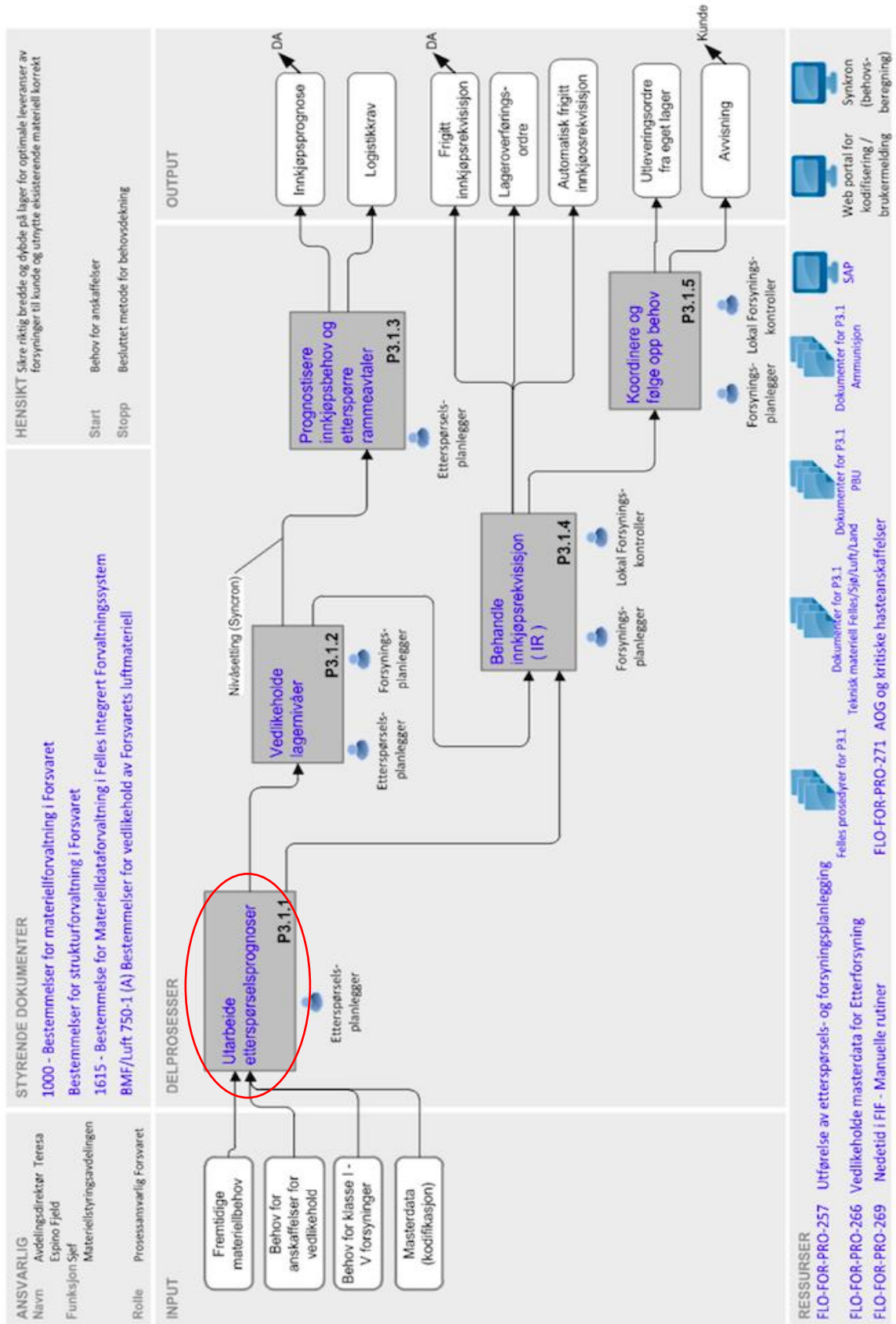
## P3 Levere forsyningstjenester



Prosessbeskrivelse for leveranse av forsyningstjenester (FLO, 2017)

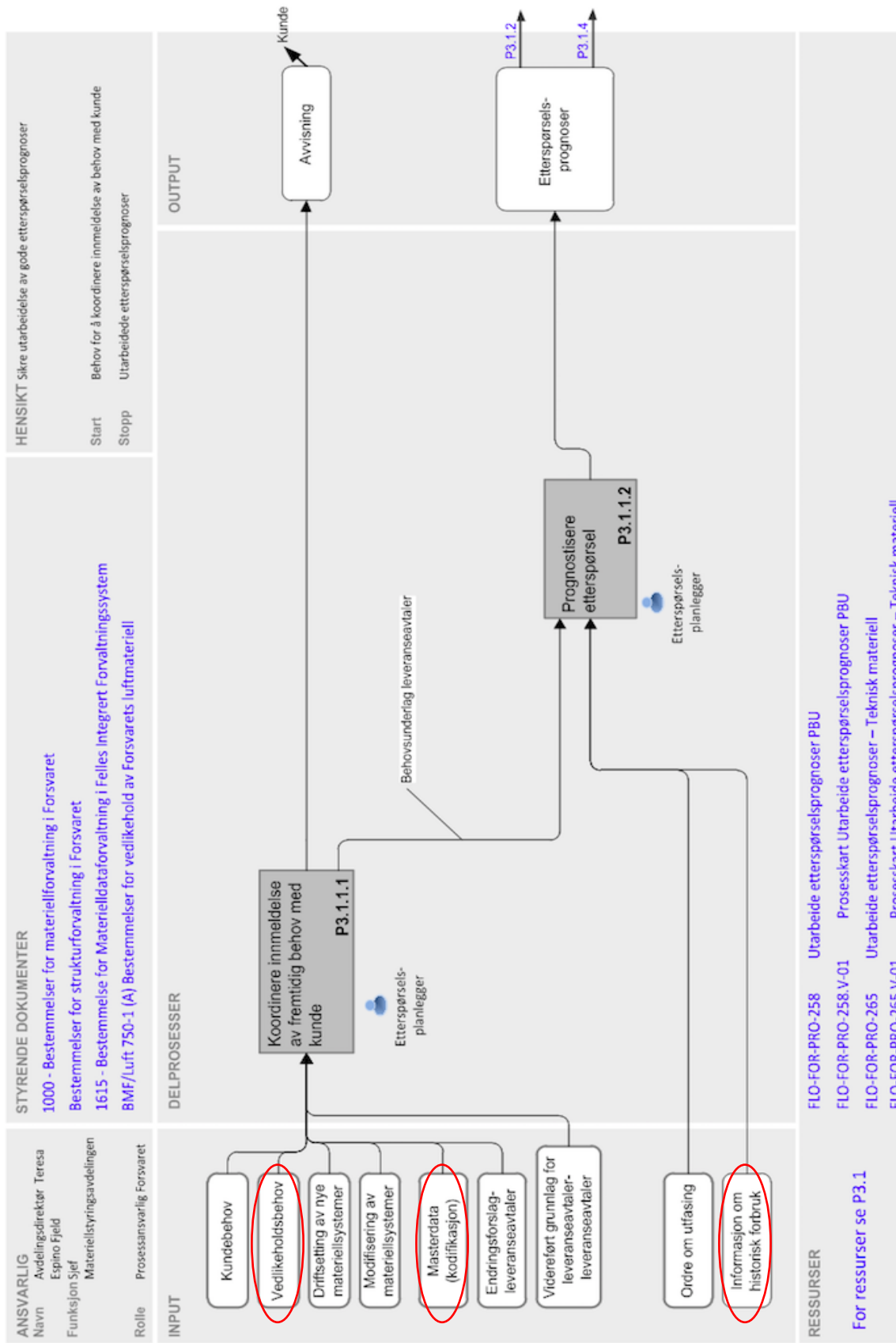


## P3.1 Utføre etterspørsels- og forsyningsplanlegging (EFP)



Prosessbeskrivelse for utførelse av etterspørsels- og forsyningsplanlegging (FLO, 2018)

### P3.1.1 Utarbeide etterspørselsprognoser



Prosessbeskrivelse for utarbeidelse av etterspørselsprognoser (FLO, 2018)



## **VEDLEGG D – TILLATELSE TIL BRUK AV FORSVARET I FORSKNING**

#### **4 Vilkår for tillatelsen**

Det er kun gitt tillatelse til innsamling av de data som er oppgitt i søknaden, og datamaterialet kan ikke benyttes til andre formål enn den aktuelle masteroppgaven. Ved avslutning av prosjektet skal data hentet fra Forsvaret slettes. Det skal sendes sluttmelding til FHS v/Seksjon for utdanning og FoU. Sluttmelding vedlagt masteroppgaven sendes til følgende e-postadresse: [datautlevering@fhs.mil.no](mailto:datautlevering@fhs.mil.no)

Louise K Dedichen  
kontreadmiral  
sjef Forsvarets høyskole