



FFI Forsvarets
forskningsinstitutt

22/01289

FFI-RAPPORT

Metode for analyse av teknologiske innovasjonssystemer illustrert ved case studie av SISAM oppgradering

Frode Berg Olsen
Line Thorsberg
Else Helene Feet

Metode for analyse av teknologiske innovasjonssystemer illustrert ved case studie av SISAM oppgradering

Frode Berg Olsen
Line Thorsberg
Else Helene Feet

Emneord

Innovasjon
Materiellanskaffelser
Militær teknologi
Teknologisk utvikling
Trekantmodellen

FFI-rapport

22/01289

Prosjektnummer

1646

Elektronisk ISBN

978-82-464-3405-6

Engelsk tittel

A method for analysis of technological innovation systems – Illustrated with case study of the investment project SISAM upgrade

Godkjennerne

Roar Smedsrød, *forskningsleder*
Hanne Marit Bjørk, *forskningsdirektør*

Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.

Opphavsrett

© Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Publikasjonen kan siteres fritt med kildehenvisning.

Sammen drag

Trekantsamarbeidet mellom Forsvaret, industri og FFI har eksistert i mange tiår og fått økt oppmerksomhet de seneste årene. Styrende politiske dokumenter omtaler nå trekantsamarbeidet på en grundig måte, og det er tydelig uttrykt som en villet strategi for å styrke Forsvarets evne til å ta i bruk ny teknologi.

Trekantsamarbeidet kan sees på som et rammeverk hvor den konkrete formen for samarbeid mellom industri, Forsvaret og FFI kan variere fra prosjekt til prosjekt eller gjennom et prosjektløp, avhengig av det faktiske innholdet i prosjektet og den aktuelle rollefordelingene mellom partene.

Denne rapporten er ikke en systematisk undersøkelse av trekantmodellen, men tar for seg et konkret case for å belyse et enkeltstående eksempel på hvordan et slikt samarbeid kan fungere i praksis. Denne rapporten faller således innenfor metodikken casestudie. Det konkrete caset som er valgt, tar utgangspunkt i et FoU-prosjekt (fler-nivå sikker tale) som ble videreført i utviklingsprosjektet Oppgradering SISAM.

En studie av et konkret (trekant)samarbeidsprosjekt kan ha mange ulike perspektiver og nivåer som utgangspunkt (politikk, strategi, organisasjon, mennesker osv.). Hva som er det mest hensiktsmessige nivået for en analyse, avhenger av formålet. I et økosystemperspektiv er det naturlig å studere hvorvidt forsvarssektorens innovasjonssystem er godt tilrettelagt for å realisere de overordnede politiske målsettingene for sektoren generelt, og Forsvarets operative kapasitet og evne spesielt.

Caset er analysert ved å anvende et rammeverk for analyser av såkalte teknologiske innovasjonssystemer. Dette rammeverket benyttes oftest i litteraturen for å analysere gjennomgripende teknologiske endringer og av analytikere for å gi råd til beslutningstagere om hvordan det kan legges til rette for utvikling av teknologiske innovasjonssystemer som støtter en ønsket samfunnsutvikling. Slike systemer har ofte mange aktører (både innen forskning og utvikling og kommersiell produktutvikling), og er koblet til markeder som kan være i ulike stadier av utvikling, men som oftest er åpne og basert på fri konkurranse.

Caset vi har brukt metoden for å studere, er et eksempel fra det norske forsvarsmarkedet. Typisk for slike nasjonale forsvarsmarkeder er at de ofte er kun én kunde og et begrenset antall leverandører i hvert land. I tillegg har markedet ofte begrenset størrelse, få enkeltkontrakter og lange anskaffelsesykluser.

Vår oppfatning er at rammeverket løfter frem sammenhenger som er viktige for innovasjonsevnen, selv for små systemer i ikke-ideelle markeder, slik som det norske forsvarsmarkedet. Vi er dermed at den oppfatning av metoden godt er egnet for videre studier av innovasjonssystemer innenfor det norske trekantsamarbeidet.

Summary

The triangular collaboration between the Armed Forces, industry and FFI has existed for many decades, and has received increased attention in recent years. Governing political documents now discuss the triangular cooperation in a thorough manner, and it clearly expresses the triangular cooperation as a deliberate strategy to strengthen the Norwegian Armed Forces' ability to adopt new technology.

The triangular cooperation can be interpreted as a framework where the specific form of cooperation between industry, the Armed Forces and FFI can vary from project to project or through a project run, depending on the actual content of the project and the current role distributions between the parties.

This report is not a systematic study of the triangular model, but addresses a specific case to illustrate a single example of how such a collaboration can work in practice. This report thus falls within the case study methodology. The specific case chosen is based on an R&D project ("Multi-level safe speech") which was continued in the development project "Upgrading SISAM".

A study of a concrete (triangular) collaborative project can have many different perspectives and levels as a starting point (politics, strategy, organization, people, etc.). What is the most appropriate level for an analysis depends on the purpose. From an ecosystem perspective, it is natural to study whether the defense sector's innovation system is well adapted to realize the overall political objectives.

The case is analyzed using a framework for analyzes of so-called technological innovation systems. This framework is most often used in the literature to analyze radical technological changes and by analysts to advise decision-makers on how to facilitate the development of technological innovation systems that support a desired societal development. Such systems often have many actors (both in research and development and commercial players), and are connected to markets that may be in different stages of development, but are most often open and based on free competition.

The case we have tried to use the method to study is an example from the Norwegian defense market. This market is typical of national defense markets where there is often only one customer and a limited number of suppliers in each country. In addition, the market is often of limited size and with few individual contracts and long procurement cycles.

Our view is that the framework highlights contexts that are important for the ability to innovate, even for small systems in non-ideal markets, such as the Norwegian defense market. We are thus of the opinion that the method is well suited for further studies of innovation systems within the Norwegian triangular collaboration.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	9
1.1 Rapportens organisering	9
2 Teori og litteratur	9
2.1 Introduksjon og avgrensning	9
2.2 Case-studie design	11
2.3 Valg av teoretisk utgangspunkt	12
2.4 Systemperspektiv	14
2.5 Analyse gjennom systemperspektivet	17
3 Beskrivelse av caset	18
3.1 Kilder	18
3.1.1 FFIs arkiv	19
3.1.2 Intervjuer med utvalgte aktører	19
3.2 Aktører	19
3.2.1 Forsvarsdepartementet	19
3.2.2 Forsvarsmateriell	20
3.2.3 Forsvaret	21
3.2.4 FFI	21
3.2.5 Thales Norway AS	22
3.3 Teknologi og produkter	22
3.4 Kronologisk oversikt	23
4 Trinn 1: Avgrensning av fokus-system	26
4.1 Teori og metode	26
4.2 Talking av caset	28
4.2.1 Sammenhengen mellom TIS, politikknivået og konteksten	31

5	Trinn 2: Strukturelle komponenter	33
5.1	Teori og metode	33
5.1.1	Aktører	33
5.1.2	Institusjoner	35
5.1.3	Interaksjoner	35
5.1.4	Infrastruktur	36
5.2	Tolking av caset	36
5.2.1	Aktører	36
5.2.2	Institusjoner	37
5.2.3	Interaksjoner	38
5.2.4	Infrastruktur	38
6	Trinn 3: Funksjoner og oppnådd funksjonsnivå	39
6.1	Teori og metode	39
6.1.1	F1: Entreprenørskap og eksperimentering	40
6.1.2	F2: Kunnskapsutvikling	41
6.1.3	F3: Kunnskapsspredning	41
6.1.4	F4: Insentiver og motiverende faktorer	41
6.1.5	F5: Markedsdannelse	42
6.1.6	F6: Mobilisering av ressurser	43
6.1.7	F7: Legitimering	43
6.2	Tolking av caset	44
6.2.1	Indikatorer og vurderingsskala	44
6.2.2	F1: Entreprenørskap og eksperimentering	46
	6.2.2.1 <i>Evaluering</i>	47
6.2.3	F2 og F3: Kunnskapsutvikling og -spredning	47
	6.2.3.1 <i>Evaluering</i>	48
6.2.4	F4: Insentiver og motiverende faktorer	49
	6.2.4.1 <i>Evaluering</i>	50
6.2.5	F5: Markedsdannelse	50
	6.2.5.1 <i>Evaluering</i>	51
6.2.6	F6: Ressursmobilisering	52
	6.2.6.1 <i>Evaluering</i>	52
6.2.7	F7: Legitimering	53
	6.2.7.1 <i>Evaluering</i>	53

7	Trinn 4: Evaluering av funksjonaliteten og etablering av prosessmål	54
7.1	Teori og metode	54
7.2	Tolking av caset.	55
8	Trinn 5: Identifisere stimulerende og blokkerende mekanismer	58
8.1	Teori og metode	58
8.2	Tolking av caset	58
9	Trinn 6: Sentrale systemiske temaer	60
9.1	Teori og metode	60
9.2	Tolking av caset	61
	9.2.1 Svake og moderate funksjoner	62
	9.2.2 Sterke funksjoner	63
10	Oppsummering og kritikk av metoden	65
10.1	Teori og metode	65
10.2	Tolking av caset	67
	Referanser	69



1 Innledning

FFI-prosjekt 1646 – Innovasjon i forsvarssektoren II har som en av flere målsettinger å høste erfaring fra innovasjonsløp gjennomført innenfor rammene av Trekantmodellen. Hensikten er å gi råd tilbake til partene, det vil si Forsvaret, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og industrien, om hva som er suksessfaktorer for trekantmodellen. På den måten søker prosjektet å bidra til at fremtidige prosjekter og materiellanskaffelser kan gjennomføres raskere og billigere ved hensiktsmessig utnyttelse av tilgjengelig teknologi.

I november 2020 inngikk Forsvaret kontrakt med Thales Norway AS (Thales) om leveranse av oppgradering av SISAM (SISAM: Sikkert Samband). Produktene som Thales skal levere er i hovedsak utviklet innenfor rammen av trekantmodellen, og denne rapporten belyser hvordan samhandlingsmodellen har fungert i praksis fra tidlig FoU til leveransefase.

Hensikten med dette er på den ene siden å bruke et konkret eksempel for å illustrere hvordan trekantsamarbeidet kan fungere. På den andre siden er vi også ute etter å avdekke læringspunkter som kan tas med i en videreutvikling av samarbeidsmodellen, eller som et bidrag til å beskrive "best practice", og derigjennom gi råd til gjennomføring av nye prosjekter.

Til sist håper vi at metodene vi benytter i denne rapporten kan være til nytte og inspirasjon i analyse av flere prosjektløp, og at den kan sees på som et skritt i retning av en enhetlig og strukturert metode for erfaringslæring.

1.1 Rapportens organisering

Rapporten starter i kapittel 2 med en kortfattet diskusjon av rapportens teoretiske utgangspunkt og metode, som enkelt sagt er å benytte en case-studie til å illustrere en metode for analyse av teknologiske innovasjonssystemer. I kapittel 3 beskrives caset som benyttes som eksempel, før vi kapitlene 4-9 diskuterer hvert av de seks stegene i rammeverket. For hvert steg gir vi en kort teoretisk bakgrunn før vi anvender metoden på caset. I kapittel 10 gis en oppsummering og kritikk av metoden.

2 Teori og litteratur

2.1 Introduksjon og avgrensning

Trekantsamarbeidet mellom Forsvaret, industrien og FFI har eksistert over mange tiår, og har fått økt oppmerksomhet de seneste årene. Styrende politiske dokumenter omtaler nå

trekantsamarbeidet på en grundig måte, og det er tydelig uttrykt som en villet strategi for å styrke Forsvarets evne til å ta i bruk ny teknologi («Meld. St. 17 (2020-2021). Samarbeid for sikkerhet» 2021).

Tradisjonelt kjennetegnes trekantmodellen av et tett og langsiktig samarbeid mellom en industripartner, brukermiljøet i Forsvaret og FFI, og er fokusert på brukerdrevet innovasjon (Bjørk mfl. 2020; «Meld. St. 17 (2020-2021). Samarbeid for sikkerhet» 2021). Det vil i praksis si at både forskere og representanter fra industrien samarbeider med brukerne om problemforståelse, kravspesifikasjoner, eksperimentering og innføring i operativ drift. I et slikt prosjektløp kan partenes roller endre seg etter hvert som teknologien modnes og fokuset flyttes fra idé, via forskning og produktutvikling og til slutt et eventuelt leveranseprosjekt¹. For eksempel kan FFI i tidlig fase bidra med forskning og utvikling, men i en senere fase ha en rolle i forbindelse med testing og formell godkjenning av en leveranse fra industripartneren til Forsvaret (Bjørk mfl. 2018, 19). På tilsvarende måte kan Forsvaret i en tidlig fase være en sparringpartner for en bedrift som ønsker å teste ny teknologi. Senere kan Forsvaret ha en rolle som kunde i et formelt leveranseprosjekt.

I en slik konstellasjon er to av partene, Forsvaret og FFI, faste deltagere, mens industriaktøren er forskjellig fra prosjekt til prosjekt. Selv om trekantsamarbeidet ikke er beskrevet som en fast og nedtegnet prosedyre, eksisterer det allikevel i praksis som en etablert modell for innovasjon i forsvarssektoren.

Trekantsamarbeidet kan sees på som et rammeverk hvor den konkrete formen for samarbeid mellom industri, Forsvaret og FFI kan variere fra prosjekt til prosjekt eller gjennom et prosjektløp, avhengig av det faktiske innholdet i prosjektet og den aktuelle rollefordelingen mellom partene. Samhandlingsformen og -innholdet er også avhengig av erfaringsbakgrunnen, kompetansen og egenskapene til de selskapene, organisasjonene (deler av Forsvaret, fagmiljø på FFI) og enkeltpersonene som er involvert.

Hanne Bjørk mfl. (2018) beskriver trekantmodellen versjon 1.0 som det tradisjonelle, langsiktige samarbeidet mellom Forsvaret, FFI og de store aktørene i forsvarsindustrien. Videre påpeker forfatterne et behov for en raskere innovasjonsmodell for å gjøre Forsvaret bedre i stand til å utnytte sivil teknologiutvikling og ta i bruk ny teknologi raskere. En slik ny og hurtigere modell kommer som et supplement til trekantmodellen 1.0 og omtales som trekantmodellen 2.0.

Når nye og ofte mindre industriaktører skal samarbeide med FFI og Forsvaret kan andre utfordringer oppstå enn når de tradisjonelle forsvarsleverandørene er involvert. Nye leverandører har ofte ikke den samme dype kjennskapen til Forsvarets behov, kultur og prosesser, og har i mange tilfeller ikke opparbeidet seg den gjensidige tilliten som karakteriserer samarbeidsklimaet i Trekantmodellen 1.0.

¹ Forståelsen av innovasjonsprosesser hvor innovasjon betraktes som anvendelse av forskningsresultater benevnes som den lineære modellen. Den er «lineær» fordi innovasjon er antatt å gå gjennom definerte faser som *forskning, utvikling, produksjon* og *markedsføring*. Dette er et vanlig, men ifølge studier et feilaktig syn på innovasjon (Fagerberg 2006).

Et effektivt samarbeid krever at partene har sammenfallende, eller i det minste forenlige mål, og at de nødvendige formelle og uformelle rammene for et samarbeid er på plass. Effektiviteten er også knyttet til personlige egenskaper og motivasjon hos de personene som faktisk skal samhandle. En annen viktig faktor er graden av tillit mellom partene, både på organisasjonsnivå og på personnivå (Clegg mfl. 2002; Nooteboom 2013, kap. Trust and Innovation).

Denne rapporten er ikke en systematisk undersøkelse av trekantmodellen, men tar for seg et konkret case for å belyse et enkeltstående eksempel på hvordan et slikt samarbeid kan fungere i praksis. Det konkrete caset som er valgt tar utgangspunkt i et FoU-prosjekt («Fler-nivå sikker tale») gjennomført av Thales Norway AS (heretter Thales) som industripartner og delfinansiert av Forsvarsdepartementet (FD) i tidsrommet 2017-2019². Dette arbeidet faller således innenfor metodikken case-studie.

2.2 Case-studie design

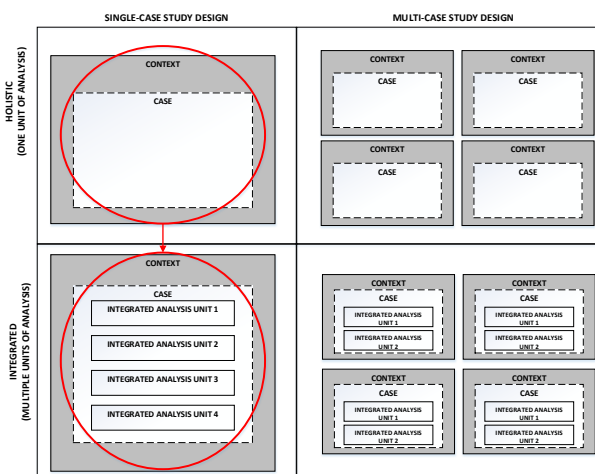
Morland mfl. (1992) definerer en case-studie slik:

[A case study] is an in-depth study of a single phenomenon whose boundaries and content can be made conceptually and empirically clear.

Yin (2018) skiller mellom ulike typer case-studier, og studien vi presenterer nedenfor er av typen som Yin benevner «Holistic, single case». Det betyr at vi studerer et konkret valgt case innenfor en definert kontekst.

Målsettingen er å bruke en metode som tillater at vi senere kan benytte det aktuelle caset og andre lignende case i en senere «Embedded case-studie», dvs. en studie der flere innovasjonsløp studeres innenfor samme kontekst.

Litteraturen om case-studier som metode definerer også andre former for casestudie-design («Case Study» 2021). Lijpart og Eckstein (George og Bennett 2005 i; «Case Study» 2021) nevner for eksempel ateoretisk og fortolkende³ design i tillegg til flere andre. Ateoretiske case-studier har som mål å beskrive et case grundig, men ikke bidra til en teori, mens fortolkende case-studier har som mål å bruke etablert teori til å forklare et konkret case.



Figur 2.1 Ulike case-studie design etter Yin 2018

² Vi bruker en kortform av den opprinnelige prosjektittelen som var «Arkitektur for fler-nivå tale for militære VCS systemer»

³ Oversatt fra engelsk: «interpretative»

Arbeidet som presenteres her har ikke til hensikt å teste eller bidra til ny teori, men snarere beskrive et case grundig. For å gjøre dette har vi valgt å ta utgangspunkt i et spesifikt teoretisk fundament. Vi fokuserer allikevel ikke på stringent anvendelse av noen teori, men bruker teori snarere som et rammeverk som utgangspunkt for diskusjon. Case-studien som presenteres her faller således inn under kategorien *ateoretisk* case-studie.

Vi diskuterer valg av teoretisk utgangspunkt nedenfor.

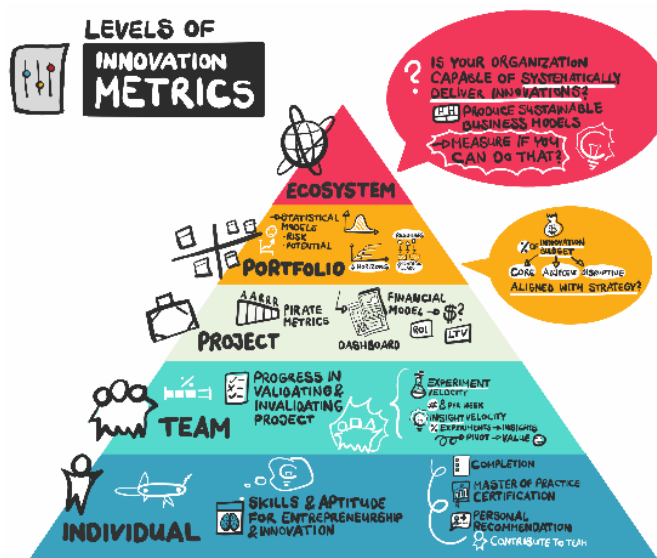
2.3 Valg av teoretisk utgangspunkt

En studie av et konkret (trekant-) samarbeidsprosjekt kan, som nevnt ovenfor, ha mange ulike perspektiver og nivåer som utgangspunkt (politikk, strategi, organisasjon, mennesker). Figur 2.2 («Levels of Innovation Metrics (Poster)» u.å.) viser hvordan ulike betraktningsnivåer kan assosieres med forskjellige parametere for å måle graden eller effekten av innovasjon.

Hva som er det mest hensiktsmessige nivået for en analyse avhenger av formålet. Hvis formålet er å studere hvordan enkeltpersoners egenskaper, kunnskap og kompetanse påvirker utfallet av prosjektet ville vi tatt utgangspunkt i det nederste trinnet i pyramiden i figuren, og kartlagt parametere som utdanningsnivå, sertifiseringer osv.

Vi kunne også valgt å studere det aktuelle utviklingsteamet, og sett på hvordan samarbeidsformer o.l. spilte en rolle. På prosjektnivå kunne vi valgt å studere måloppnåelse og hvordan prosjektet ble gjennomført, målt i forhold til tid og ressurser eller andre relevante parametere.

Sett i fra forsvarssektorens perspektiv kunne det vært interessant å sett det aktuelle prosjektet i sammenheng med andre prosjekter, f.eks. gjennom å studere hvordan prosjektene samhandler og utnytter muligheter for synergier. På toppen av pyramiden i figuren har vi økosystem-perspektiver, og der er det naturlig å studere hvorvidt forsvarssektorens innovasjonssystem er godt tilrettelagt for å realisere de overordnede politiske målsettingene for sektoren generelt, og Forsvarets operative kapasitet og evne spesielt.



Figur 2.2 Hvilke parametere som er egnet til å evaluere et innovasjonsprogram avhenger av hvilket nivå som er av interesse å studere. Figuren er hentet fra www.kromatic.com (Tristan Kromer, Kromatic og Mario Schwery (a.k.a. StartupMario.com))

I vår studie er det det sistnevnte perspektivet vi ønsker å belyse. I denne sammenhengen kan vi velge å velge å se på trekantmodellen både som et verktøy for å gjennomføre utviklingsprosjekter i forsvarssektoren, og som et virkemiddel for å oppnå politisk definerte mål.

I det siste perspektivet kan trekantmodellen betraktes som et innovasjonsprogram etter definisjonen gitt i Oslo Manual (OECD og Eurostat 2018):

Innovation Programmes (IPs) are measures, schemes, initiatives, etc. funded by (any level of) government, aimed at the promotion, support or stimulation of innovation and innovation-related activities. They may operate either directly, through the provision of funding, information or other support; or indirectly, through facilitation of the innovation process (i.e. via fiscal or regulatory reform). Note that some Innovation Programmes may have innovation as a secondary objective, or as a means to an end such as greater energy efficiency, or regional development.

trekantmodellen omtales i styrende politiske dokumenter som en integrert del av den forsvarsindustrielle strategien, og er et virkemiddel til å oppnå politisk definerte mål («Meld. St. 17 (2020-2021). Samarbeid for sikkerhet» 2021, kap. 2.2):

[...] å videreføre og styrke en internasjonalt konkurransedyktig norsk forsvarsindustri, med evne til helt eller delvis å utvikle, produsere og understøtte forsvarsmateriell og -systemer innenfor prioriterte teknologi- og produktområder som er viktige for å ivareta nasjonale sikkerhetsinteresser og Forsvarets behov, jf. Innst. 185 S (2015–2016).

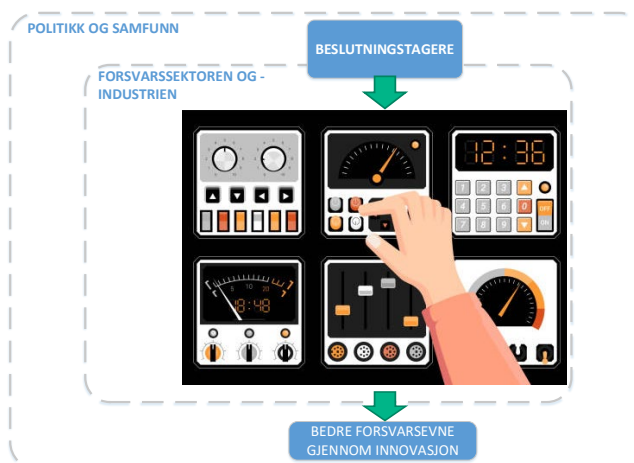
Det vil si at selv om det overordnede formålet i første rekke er å bidra til å styrke Forsvarets kapasitet og kapabiliteter, og ikke innovasjon (eller industriutvikling) i seg selv, så åpner definisjonen av innovasjonsprogrammer ovenfor også for det.

Det finnes en rik litteratur som drøfter hvordan innovasjonsprogrammer kan evalueres⁴, dvs. hvordan effekten av innovasjonsprogrammer kan måles. Denne litteraturen drøfter imidlertid i liten grad metoder som systematisk søker å forklare hvorfor effekten av et innovasjonsprogram ble som det ble. Dette er et tydeligere fokus i litteratur om såkalte innovasjonssystemer, og vi diskuterer systemperspektivet videre nedenfor.

⁴ Se f.eks. Oslo Manual 2018 (OECD og Eurostat 2018, 62) og Copenhagen manual (Lykkebo mfl. 2021)

2.4 Systemperspektiv

I Figur 2.3 forsøker vi å belyse sammenhengen mellom de ulike betraktningsnivåene og valg av rammeverk. Vårt utgangspunkt er at myndighetene gjennom ulike politikk- og strategidokumenter har uttrykt en målsetting om å øke forsvarsevnen gjennom innovasjon. Det er forsvarssektorens ansvar å gjennomføre denne strategien, og et virkemiddel det er pekt på er økt involvering forsvarsindustrien og små og mellomstore bedrifter (SMBer). På politikknivået og i forsvarssektoren i særdeleshet er det beslutningstagere som skal foreslå og gjennomføre tiltak for å iverksette strategien. Hvilke tiltak som vurderes, foreslås og til slutt gjennomføres vil være påvirket av beslutningstagerens forståelse av den komplekse dynamikken i sektoren og mellom forsvarssektoren og -industrien.



Vi kan tenke på dette som en sort boks hvor det skjer komplekse prosesser som gir innovasjonsevne i forsvarssektoren som resultat. For å påvirke disse prosessen har beslutningstagere et sett med brytere å skru på, men sammenhengen mellom bryterne og funksjonene inne i boksen er ikke alltid godt kjent og forstått.

Figur 2.3 Vi kan tenke på et innovasjonssystem som en sort boks hvor det skjer komplekse prosesser som gir innovasjonsevne i forsvarssektoren som resultat.

For å forsøke å forstå hvordan innholdet i boksen kan påvirkes til å gi et bedre resultat ut, kan vi velge mellom ulike modeller for å forklare den komplekse dynamikken som foregår. Ulike modeller vil representeres gjennom ulike knapper som er tilgjengelig for beslutningstagerne. Selv om modellene vi har å velge mellom er forenklinger av et komplekst og dynamisk system, vil de allikevel gi en forutsigbarhet for hvilke knapper det kan skrues på (dvs. hvilke virkemidler som benyttes) og det produserte resultatet (dvs. hvor godt systemet er egnet til å produsere innovasjonsevne til nytte for forsvarsevnen).

I neoklassisk teori sees innovasjon ofte som en sekvens av faser hvor forskningsresultater nesten automatisk ender opp i nye produkter (Chaminade og Edquist 2010). Nyere tenkning, på den andre siden, fremhever at innovasjon ikke foregår i et vakuum, men er et resultat av et komplekst sett av vekselvirkninger mellom bedrifter, universiteter, myndigheter og konsumenter (Botta, McCormick, og Eis 2015). I et slikt systemperspektiv er innovasjon en iterativ, ikke-lineær og evolusjonær læringsprosess (Dahesh mfl. 2020), og det er årsaken til at dyp forståelse ikke kan oppnås basert på en lineær prosess. Denne typen tankegang er motivasjonen for definisjonen og studier av innovasjonssystemer.

Når vi skal forstå et innovasjonsløp innenfor trekantsamarbeidet er det også nærliggende å se til litteratur som omhandler den såkalte trippel heliks-modellen. Dette er en modell som har rot i systemtankegang, og som fokuserer på interaksjoner mellom academia, industri og myndigheter (Etzkowitz 2003). I så måte kan vi betrakte den norske trekantmodellen som et spesialtilfelle, hvor FFI har rollen som academia.

Mange har også argumentert for at det er nyttig å ta med en fjerde aktør i tillegg, nemlig det sivile samfunn inkludert media. En slik modell kalles da kvadrupel heliks (Carayannis og Campbell 2009). Legger vi til ytterligere en gruppe aktører, f.eks. entreprenører og risikokapital, får vi det som omtales som kvindrupel heliks (Larsen, Nesse, og Skogseid 2021).

En kritikk mot trippel-heliks-modellen og dens varianter har vært at den ikke har vært koblet med et eksplisitt rammeverk for å studere interaksjonene mellom aktørene, og i en publikasjon fra 2013 introduseres begrepet «Trippel Helix System» (Ranga og Etzkowitz 2013) i et forsøk på å sette interaksjonene mellom universitet-industri-myndigheter inn i rammen av et såkalt *innovasjonssystem*. I denne sammenhengen har begrepet *innovasjonssystem* en helt spesiell referanse til en gren av litteraturen hvor et innovasjonssystem beskrives «som et nettverk av organisasjoner og institusjoner som utvikler, sprer og bruker innovasjoner» (Oversatt fra Dahesh mfl. 2020).

Tradisjonelt har denne delen av litteraturen fokusert mye på komponentene i systemet, f.eks. organisasjoner og institusjoner. Organisasjoner er i denne sammenheng aktørene i et system, mens institusjonene er systemets skrevne og uskrevne regler, dvs. mekanismer som definerer aktørenes handlingsrom. Dette er en definisjon av institusjoner som benyttes innen sosiologi («Institution» 2021; Tjora 2020), og som peker til at studiene av innovasjonssystemer har blitt en tverrfaglig disiplin. Forskere har i økende grad vært opptatt av hva som skjer inne i systemet (Edquist 2011). Vi utdyper og fortolker begrepet innovasjonssystem i vår kontekst i mer detalj nedenfor.

For å utvikle innovasjonspolitik og virkemidler er det viktig å identifisere og forstå problemene i et innovasjonssystem, og dette kan ifølge Edquist gjøres ved å sammenligne eksisterende innovasjonssystemer med hverandre over både tid og sted (Edquist 2011). Wiczorek og Hekkert (2012) foreslår på sin side at en analyse baseres på en kartlegging av elementene og deres kapasitet til å stimulere innovasjon, heller enn å sammenligne forskjellige systemer.

Vi søker for vårt formål etter et rammeverk som er rikt nok til å være relevant for et bredt utvalg av innovasjonsløp og ulike sammensetninger av spesifikke innovasjonssystemer. Samtidig må rammeverket også være eksplisitt nok til at det gir god mulighet for å sammenligne innovasjonssystemer over både tid og sted slik som Edquist foreslår.

En aktuell modell å benytte er en spesiell form for innovasjonssystem, et såkalt *teknologisk innovasjonssystem*, som er beskrevet av Bergek mfl. (2008). Forfatterne gir en konkret oppskrift på hvordan man kan analysere et *teknologisk innovasjonssystem (TIS)*. Komponentene i et TIS

er aktørene, nettverkene og institusjonene som bidrar til utvikling, spredning og anvendelse av nye produkter (varer og tjenester) og prosesser (Bergek mfl. 2008).

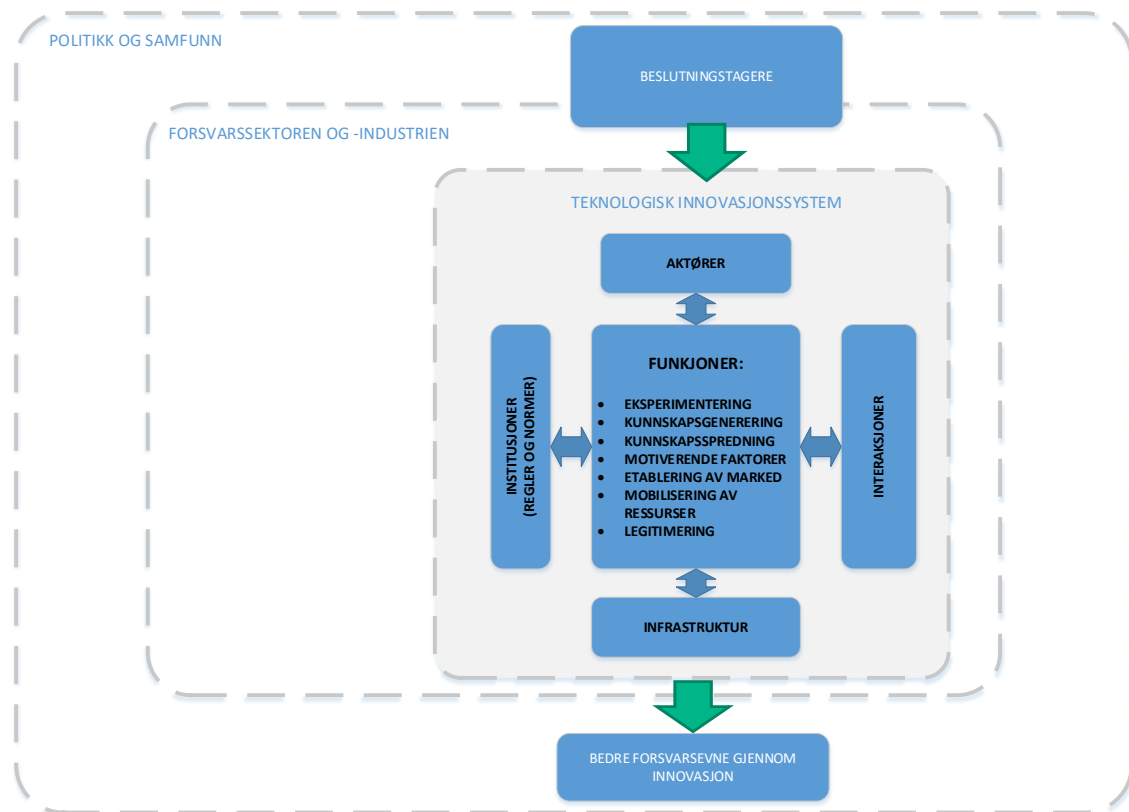
I artikkelen foreslår forfatterne en prosess i seks trinn som illustrert i Figur 2.5 på side 18. Vi vil i kapittel 4-9 beskrive hvert trinn, og samtidig diskutere hvordan trekantmodellen kan betraktes i lys av dette rammeverket. Artikkelens hovedfokus er på et sett av definerte *funksjoner* som bidrar til innovasjon, og artikkelens forfattere gjør et poeng av at dette skiller seg fra tidligere litteratur som ofte har hatt størst fokus på systemets *komponenter*.

Et teknologisk innovasjonssystem karakteriseres av et sett aktører som samhandler og derigjennom utfører et sett med syv definerte funksjoner som sammen bidrar til systemets innovasjonsevne. Rammeverket som Bergek mfl. (2008) presenterer gir en metode for å systematisk analysere et slikt systems innovasjonsevne ved å vurdere funksjonsgraden til hver av de syv definerte funksjonene. Metoden kobler analysen til det som på engelsk omtales som «key policy issues». Slik bidrar rammeverket dermed også til en strukturert metode for å identifisere hindringer i utviklingen av et fungerende (teknologisk) innovasjonssystem, og til å koble hindringer til intervensjoner og politiske strategier (Bergek mfl. 2015).

Wieczorek og Hekkert (2012) foreslår en videreutvikling av Bergek mfl. metode ved å kombinere Bergeks funksjonsperspektiv med et struktur-perspektiv. Forfatterne beskriver en systematisk metode for å koble svakheter som avdekkes i et konkret innovasjonssystem med såkalte systemiske instrumenter. Slike instrumenter har fått økende oppmerksomhet blant akademikere som et verktøy til å stimulere til teknologisk innovasjon. Forfatterne sier videre at instrumentene kalles systemiske fordi det er en forventning om at de skal forbedre funksjonsnivået til et system som helhet. Metodene som forfatterne presenterer er derfor interessante for vårt prosjekt siden vi også skal gi råd til beslutningstagere (politikknivået) for innovasjonssystemet vi studerer.

I sitt arbeid ser Wieczorek og Hekkert på tilnærmet de samme funksjonene som Bergek mfl., men går videre i å foreslå konkrete metoder for å identifisere hvilke funksjoner som ikke fungerer tilfredsstillende og hvilke aktører disse svakhetene er assosiert med. Slik knyttes de identifiserte svakheter og styrker i funksjonene til systemets strukturelle komponenter og deretter til «systemiske virkemidler». Dette er de virkemidler beslutningstagere har til å påvirke innovasjonssystemet, og som vi ovenfor har omtalt som knapper å skru på.

Nedenfor tar vi utgangspunkt i teknologiske innovasjonssystemer som teoretisk fundament, og da er ikke lenger systemet en svart boks slik vi har diskutert ovenfor, men både innholdet, virkemåten og de assosierte knappene for å påvirke systemet kommer til syne. Etter er kort beskrivelse og diskusjon av dette perspektivet går vi videre til å anvende relatert metode og begrepsapparat til å diskutere et konkret case.

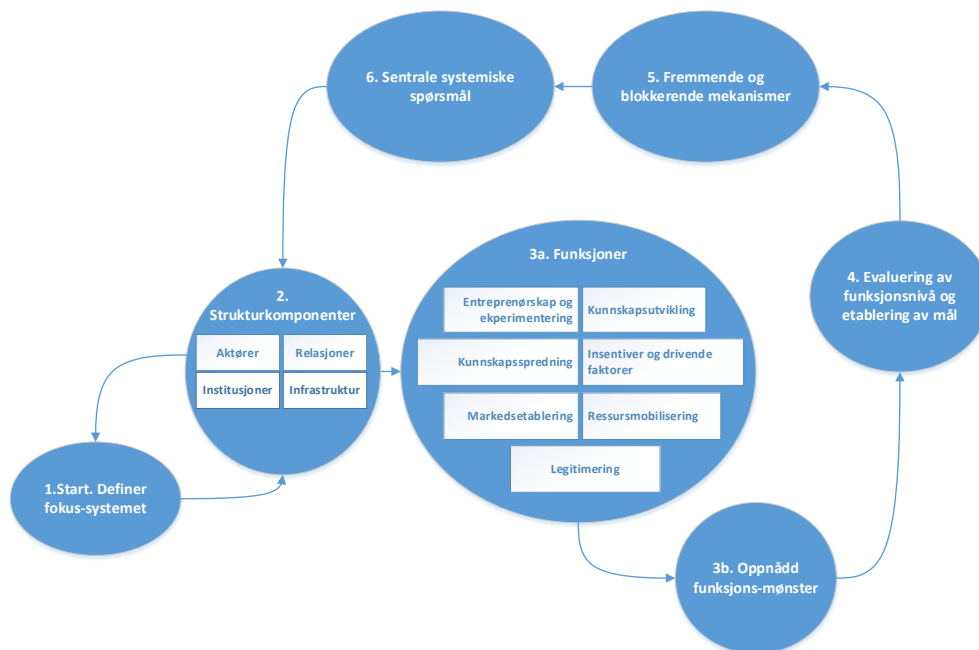


Figur 2.4 Skjematisk sammenheng mellom ulike betraktingsnivåer og rammeverk. På politikk- og samfunnsnivå er det et ønske fra beslutningstagere om å bruke innovasjonsevnen i forsvarssektoren og –industrien til å bedre den samlede forsvarsevnen. En måte å forstå hva som fremmer eller begrenser innovasjonsevnen i sektoren er å benytte rammeverket «teknologiske innovasjonssystemer» (TIS). Trekantmodellen kan i dette bildet sees på både som et spesielt funksjonsmønster i et TIS og som en modell for gjennomføring av konkrete prosjekter.

2.5 Analyse gjennom systemperspektivet

I de følgende kapitlene tar vi utgangspunkt i en metode for analyse av teknologiske innovasjonssystemer som opprinnelig ble presentert av Bergek mfl (2008). Dette rammeverket er siden brukt som utgangspunkt i en rekke case-studier (Bergek 2019), og er sitert i et stort antall forskningsartikler (Liu mfl. 2015, 150). Vi gjør ikke et forsøk på å gi en komplett gjennomgang eller forklaring av modellen, og vi vil heller ikke forholde oss helt stringent til metoden slik den originalt ble foreslått. I stedet bruker vi modellen som et utgangspunkt for å forstå det aktuelle caset.

Modellen til Bergek mfl. er en prosess i seks trinn som illustrert i figuren nedenfor.



Figur 2.5 Metode for analyse av tekniske innovasjonssystemer (etter Bergeek mfl. 2008).

For hver trinn diskuterer vi i kapitlene 4-9 først hva forfatterne av modellen har beskrevet, og vi viser også til annen litteratur for å supplere eller nyansere. Deretter diskuterer vi det konkrete caset «Flernivå sikker tale» før vi går videre til neste trinn i prosessen.

Før vi kommer så langt vil vi imidlertid neste kapittel gi en kort gjennomgang av faktagrunnlaget for caset vi senere skal analysere og tolke innenfor rammene av et teknologisk innovasjonssystem.

3 Beskrivelse av caset

3.1 Kilder

I arbeidet med denne rapporten har vi benyttet FFIs arkiver samt intervjuer med noen av aktørene. I tillegg er enkelte åpne kilder benyttet. Informasjon fra FFIs arkiv er brukt til å dokumentere de formelle sidene ved samarbeidet mellom partene.

3.1.1 FFI's arkiv

I FFIs arkiv finnes rapporter, avtaler og korrespondanse med partene i samarbeidet, og disse dokumentene er i hovedsak benyttet i sammenstillingen av prosjektets tidslinje.

3.1.2 Intervjuer med utvalgte aktører

For å danne en forståelse av de ulike aktørenes erfaringer fra hele innovasjonsløpet har vi gjennomført intervjuer med representanter fra tre av aktørene, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), Thales Norge AS (Thales) og Forsvarsmateriell (FMA).

Forsvarsdepartementet (FD) har hatt besluttende myndighet, og på den måten lagt rammene for det aktuelle trekantsamarbeidet, men ikke hatt en aktivt deltagende rolle underveis. De viktige beslutningspunktene har vært godt dokumentert i FFIs arkiv. Vi har derfor ikke intervjuet representanter fra FD i arbeidet med rapporten. Siden fokuset for analysen har vært på systemnivå har ikke brukerperspektivet og den operative effekten av «Oppgradering SISAM» vært i fokus, og vi har derfor heller ikke intervjuet brukerne.

Vi har vært interessert i å se caset i et lengre tidsperspektiv, og i samtaleene har vi derfor lagt opp til at samtalepartnerne først gis anledning til å fortelle fritt om det langsiktige trekantsamarbeidet mellom partene og hvordan det konkrete caset passer inn i det lange perspektivet. Etter at respondenten i størst mulig grad har forklart seg fritt har vi fulgt opp med spørsmål for å få utfyllende informasjon.

3.2 Aktører

Det tette samarbeidet mellom Forsvaret, FFI og industrien om utvikling av avansert teknologi og forvarsmateriell tilpasset norske behov kalles *trekantsamarbeidet*. Innovasjonsmodellen for Forsvaret har blitt kjent som trekantmodellen (Bjørk mfl. 2018, 3).

Caset vi skal studere, «Oppgradering SISAM», er et eksempel på et samarbeidsprosjekt innenfor Trekantsamarbeidet. Thales Norway AS har en lang historie med samarbeid med FFI og som leverandør til Forsvaret, og er blant Norges største leverandører til Forsvaret.

Delkapitlene nedenfor beskriver aktørene.

3.2.1 Forsvarsdepartementet

Forsvarsdepartementet (FD) er et regjeringskontor med ansvar for utforming og iverksetting av norsk sikkerhets- og forsvarspolitik. FD styrer underlagte etater blant annet gjennom årlige tildelingsbrev med tilhørende budsjetter. Den strategiske styringen av investeringer i forsvarssektoren utføres i FD. Dette benevnes porteføljestyring, som består av to delprosesser; porteføljedefinering og porteføljeleveranse. Forsvaret og Forsvarsmateriell (FMA) gjennomfører materiellanskaffelser i tråd med føringer fra FD.

FD har det overordnede ansvaret for langsiktig og helhetlig policyutvikling for forsvarssektorens næringspolitikk, herunder å gjennomføre den nasjonale forsvarsindustrielle strategi. Med utgangspunkt i nasjonale sikkerhetsinteresser skal FD vurdere behovet for å opprettholde, videreutvikle og eventuelt utvikle ny teknologisk kompetanse i forsvarsindustrien.

Slike vurderinger vil også omfatte behov for generelle tiltak for å styrke bredden i forsvarsindustrien. Som følge av dette kan det bli gitt bindende føringer for det enkelte materiellprosjekt.

FD forvalter også ulike tilskuddsordninger, herunder støtte til FoU-samarbeidsprosjekter mellom Forsvaret og industrien i Norge⁵.

3.2.2 Forsvarsmateriell

Forsvarsmateriell (FMA) er blant annet ansvarlig for å planlegge og gjennomføre materiellprosjekter og inneha rollen prosjektansvarlig for materiellprosjekter og for at materiellet forvaltningsmessig overføres til bruker. FMA ivaretar det materiellfaglige ansvaret i prosjektgjennomføringen, og har det merkantile ansvaret for materiellanskaffelser.

Videre støtter FMA FD i investeringsplanlegging på kort, midlere og lang sikt, blant annet med oversikt over materiellets status og oversikt over fornyelsesbehov på dette. FMA har også ansvar for at føringer fra FD knyttet til nasjonale sikkerhetsinteresser og forsvarsindustrielle hensyn blir fulgt opp i prosjektgjennomføringen, og ivaretar oppfølgingen av strategi for beskyttelse av norskutviklet forsvarsteknologi, samt følger opp industrisamarbeidsavtaler i tråd med gjeldende fremdriftsplaner, jf. Retningslinjer for Investeringer i forsvarssektoren, Forsvarsdepartementet 2019⁶.

I anskaffelsesprosjekter følger FMA PRINSIX-prosjektmodell. PRINSIX rammeverk eies av FD, mens FMA forvalter det på vegne av aktørene i forsvarssektoren.

Figuren nedenfor viser de ulike fasene i PRINSIX-prosjektmodell.

⁵ se <https://www.regjeringen.no/no/tema/forsvar/forsvarsindustri/stotteordninger/stotteordninger-for-forsvarsindustrien/id2363544/>.

⁶ https://www.fma.no/prinsix/_/attachment/download/457de596-7a5d-46f5-937b-a2fee3eb6982:6c892801fe3dd27f5e5999a0d47833491f06d2c3/Retningslinjer-forsvarssektoren-2020.pdf



Figur 3.1 PRINSIX prosjektmodell. Hentet fra www.fma.no/prinsix.

3.2.3 Forsvaret

Forsvaret er ansvarlig for å fremme behov og krav til materiell og eiendom, bygg og anlegg som skal brukes i Forsvaret. For alle fasene i et investeringsprosjekt innehar Forsvaret rollen som prosjekteier (PE) og som brukeransvarlig (BA) i prosjekter som fremskaffer materiell og/eller eiendom, bygg og anlegg. Videre støtter Forsvaret planlegging og gjennomføring av prosjekter med fagpersonell, og FD i investeringsplanleggingen. Som brukeransvarlig ivaretar Forsvaret at den som skal håndtere eller bruke det materiell som anskaffes gjennom prosjekter er forberedt til å etterleve retningslinjer for materiellsikkerhet, og videreutvikler og tilpasser egen virksomhet slik at investeringen oppnår planlagt effekt og gevinst i drift. Forsvaret sørger også for at føringer fra FD knyttet til nasjonale sikkerhetsinteresser og forsvarsindustrielle hensyn blir ivare tatt⁶.

3.2.4 FFI

FFI har til formål å drive forskning og utvikling for å understøtte Forsvarets behov, og skal i tillegg også være Forsvarets politiske og militære ledelses rådgiver i faglige spørsmål innenfor instituttets arbeidsområder. Instituttet driver i hovedsak anvendt forskning, dvs. at hvert prosjekt har klare praktiske formål. FFI gir også råd rundt anskaffelse og bruk av militært materiell, og dette omfatter også utvikling av nye løsninger («FFI er forsvarssektorens egne forskningsinstitusjon» u.å.).

I *Retningslinjer for investeringer i forsvarssektoren*⁶ angis følgende om FFIs rolle: «FFIs formål er å forstå og vurdere betydningen av den teknologiske utviklingen for militære anvendelser, og gi forskningsbaserte råd til forsvarssektoren ved investeringer og bruk av militært materiell. FFI er følgelig den foretrukne bidragsyteren knyttet til militært teknologisk kompetanse og FoU i alle faser av investeringsprosjekter. FFI kan med sin teknologisk kompetanse og tverrfaglighet medvirke til å redusere risiko i investeringsprosjektene. FFI støtter FD i forbindelse med forsvarsindustrielle vurderinger og analyser etter oppdrag. Behov for støtte fra FFI skal vurderes i hele prosjektløpet, fra prosjektid til terminering. FFI støtter også FD og øvrige deler av forsvarssektoren i investeringsplanleggingen.»

3.2.5 Thales Norway AS

Thales Norway AS (Thales) driver utvikling av IKT-teknologi for sivile og militære kunder, og leverer blant annet krypteringsløsninger til NATO og Norge. Innen dette teknologiområdet er Thales en strategisk partner for Forsvaret («Sikkerhet» u.å.).

Thales Norway AS er et heleid datterselskap av Thales Group, som er et fransk forsvars- og elektronikkselskap, men ifølge Thales Norway er det tette skott mellom landene innenfor kryptoteknologi (Kibar 2017). Det vil si at kryptoteknologi utviklet av Thales i Norge blir under norske myndigheters kontroll.

Thales kan spore sin historie tilbake til etableringen av Standard Telefon og Kabel (STK) i 1915. Som navnet indikerer var fokus allerede den gang kommunikasjonsteknologi. Etter hvert ble også sikker kommunikasjon og kryptografi et spesialfelt. Selskapet, som senere ble til Thales Norway AS, startet i 1955 utviklingen av det første kryptoapparatet, og etablerte seg på 1970-tallet som leverandør av systemer for sikker kommunikasjon til Forsvaret.

Selskapet har også en lang historie som leverandør til Forsvaret innen kommunikasjons- og kontrollsentersløsninger. Disse produktene er utviklet av Thales Norway, men selskapet leverer også andre systemer slik som blant annet radarer, som er utviklet av andre enheter i Thales-konsernet.

Thales er en av de største norske forsvarsleverandørene og har ca. 300 ansatte i Norge.

3.3 Teknologi og produkter

Voice Communication Systems (VCS) er systemer for kommunikasjon mellom lufttrafikkoperatører på bakken og piloter og kobler sammen ulike kommunikasjonsteknologier innen radiokommunikasjon, telefoni mm. i ett system. VCS er også kjent som «Voice Communication Control Systems» (VCCS) og «Voice Communication Switching System» (VCSS).

Slike systemer spiller en viktig rolle i luftfartssektoren, men anvendes også i andre sammenhenger slik som skipstrafikk, kystvakt, nødetater, bakkemannskaper på flyplasser osv. I militære anvendelser av VCS er det behov for å koble sammen sivile og militære enheter. Det er derfor et behov for å skille mellom flere skjermingsnivåer; både mellom sivile og militære systemer og mellom ulike militære nasjonale og internasjonale graderingsnivåer, alt i samme system.

Mulighetene den teknologiske overgangen fra analog transmisjon av tale til IP-basert kommunikasjon ga, har vært viktig for fremveksten av et sivil marked for VCS. Etter hvert som markedet har modnet er det også etablert internasjonale standarder for design av slike systemer. Dette har vært spesielt viktig for anvendelser innen luftfartskontroll, dvs. kommunikasjon mellom trafikk-kontrolloperatør og pilot.

Økning i flytrafikk globalt har medført en økning i både oppgradering og bygging av nye flyplasser. Dette har igjen gitt et voksende marked for VCS-systemer. På det sivile markedet er det mange tilbydere, og en markedsanalyse utført av Fortune Business Insights («Voice Communication Control System Market Size | Report [2020-2027]» u.å.) navngir 12 sentrale leverandører, blant annet Thales Group. Den samme rapporten estimerer det totale årlige markedet for VCS til å være ca. 3.5 milliarder dollar i 2019 og til å nå ca. 4.5 milliarder dollar i 2027.

SISAM (sikkert samband) ble levert av Thales og har vært i bruk siden slutten av 90-tallet. Systemet skal bidra til å ivareta militær luftkontroll i Norge. Det er en viktig komponent i taktisk ledelse av luftoperasjoner, f.eks. kommunikasjon mellom militære fly og luftromskontrollører og tilsvarende på sivil side. Det opprinnelige systemet er et to-nivåsystem, hvor de to nivåene er militært/gradert på den ene siden og sivilt/ugradert på den andre siden. I praksis betyr dette at en operatør kan bruke det samme headset og den samme terminalen til å kommunisere i begge domener. Gradert og ugradert kommunikasjon skilles og rutes ved hjelp av spesiallaget hardware. Da denne hardwaren ble utdatert oppsto det et behov for modernisering av system for sikkert samband.

3.4 Kronologisk oversikt

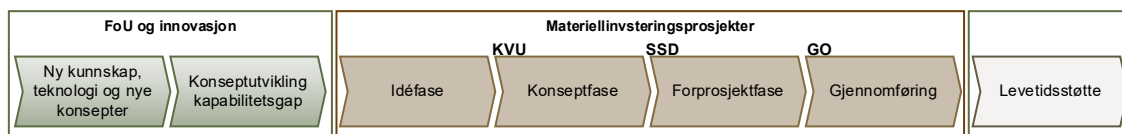
I dette avsnittet gir vi en kronologisk fremstilling av caset basert på prosessen fra prosjektidé via FoU-prosjekt til utviklings- og leveransekontrakt

Idéer om nye materiellanskaffelser kan komme fra mange kilder slik som Forsvarets langtidsplaner, fra industrien eller fra Forsvaret. Slike idéer er første trinn i et materiellanskaffelsesløp, og PRINSIX er forsvarssektorens modell for gjennomføring av alle materiellanskaffelser. Modellen består av fasene:

1. Idéfase
2. Konseptfase
3. Forprosjektfase
4. Gjennomføringsfase
5. Avslutningsfase

I PRINSIX-modellen avsluttes et materiellanskaffelsesprosjekt når materiellet er innfaset i operativ drift. Under materiellets levetid har FMA ansvaret for levetidsstøtte og til slutt avhending.

Figuren nedenfor skisserer fasene fra ny kunnskap utvikles til nytt materiell er i operativ drift. Fasene er fremstilt sekvensielt selv om de i praksis kan være delvis overlappende eller iterative (kan de det?). Forut for et materiellanskaffelsesprosjekt er det gjerne en fase hvor ny teknologi og nye konsepter utvikles. Basert på ny teknologi eller forventning om ny teknologi kan også nye konsepter utvikles og kapabilitetsgap identifiseres.



Figur 3.2 Faser i en materiellanskaffelse fra FoU til operativ drift. PRINSIX prosjektmodell benyttes som verktøy i materiell investeringsprosjekter, dvs. fra idéfase til innfasing i operativ drift.

Prosessmodellen i Figur 4.1 er velegnet til å etablere et bilde av de formelle sidene ved prosjektgjennomføringen og til å beskrive prosjektets tidslinje. I beskrivelsen av milepæler i prosjektløpet vil beskrives i henhold til fasene i figuren over.

På 1990-tallet leverte Thales Norge sammen med Eidsvoll Electronics (EIDEL)⁷ et system for sikkert samband mellom militære luftfartøyer og bakkesystemer, kalt SISAM. Denne kontrakten var viktig for at Thales Norway tidlig på 2000-tallet etablerte seg som hovedleverandør av kryptografi og Voice Communications Systems (VCS) til NATO.

I tidsrommet fra ca. 2000 til ca. 2015 hadde Thales et utstrakt samarbeid med FFI. FFI og Thales støttet hverandre i ulike teknologidemonstrasjoner og prosjekter i regi av NATO og EU (Haakseth mfl. 2007; Haakseth og Andreassen 2009; Haakseth mfl. 2013; 2015).

På høsten i 2016 søkte Thales FD om FoU-midler til et utviklingsprosjekt med tittel «Arkitektur for fler-nivå tale for militære VCS systemer».

Prosjektsøknaden tok utgangspunkt i at SISAM-systemet var blitt tungt å vedlikeholde og teknologisk utdatert. Siden midten av 90-tallet hadde teknologi for transmisjon av tale over nettverk (blant annet Voice over IP, VoIP) gradvis modnet og produkter med akseptabel kvalitet ble kommersielt tilgjengelig. Thales pekte i søknaden på at denne teknologien representerte et teknologiskifte og at det var mer hensiktsmessig å bringe SISAM-systemet over på en ny teknologisk plattform heller enn å vedlikeholde det gamle systemet.

Søknaden om støtte til FoU-prosjektet ble sendt på høring til FFI, Forsvarsstaben og Forsvarsmateriell. Høringsinstansene ble i den forbindelse invitert til en muntlig presentasjon av prosjektet i FD. Frist for høringen var 17. oktober 2016. Søknaden ble deretter innvilget. I forbindelse med tilsagnet (datert 21. desember 2016) ble FFI bedt om å inngå kontrakt og administrere prosjektet på vegne av FD.

FoU-prosjektet startet 1. mai 2017. Det ble holdt syv styringsgruppemøter frem til prosjektets avslutning i desember 2019. I følge referater fra styringsgruppemøtene gikk prosjektet etter den opprinnelige prosjektplanen uten overskridelser i hverken tid eller ressurser.

⁷ EIDEL leverte i hovedsak radiokommunikasjonssystem.

I starten av prosjektet ble det etablert kontakt mellom Thales og ulike brukermiljøer i Forsvaret. I innledende møter mellom Thales og ulike enheter i Forsvaret var FFI normalt tilstede. Oftest ble oppfølgingsmøter og videre kommunikasjon gjennomført uten at FFI var direkte involvert.

Ut over denne formidlingsrollen, var FFIs rolle i prosjektet å følge opp prosjektets fremdrift og økonomi iht. plan på vegne av FD. Dette inkluderte også forhandling og inngåelse av en avtale om royalty-avgift på verdien av fremtidige salg av produkter som helt eller delvis bygger på resultatene fra FoU-prosjektet.

På slutten av FoU-prosjektet (referat fra Styringsgruppemøte nr. 7, 10. desember 2019) tok Thales opp spørsmålet om veien videre til industrialisering. Thales hadde behov for en forpliktelse fra Forsvaret/FMA for selv å legge inn en videre egeninnsats. Det var derfor ønskelig med en dialog om videre samarbeid med Forsvaret og FMA. I referatet fremgår det at Thales allerede på dette tidspunktet var involvert i utarbeidelse av fremskaffelsesløsning (FL) for oppgradering av SISAM. I den anledning fremhevet Thales viktigheten av at industrien får tidlig innsyn i krav og behovsdokumenter. Thales påpekte også at det var andre prosjekter hvor grunnteknologien som ble tatt frem i FoU-prosjektet var relevant.

FoU-prosjektet ble formelt avsluttet med Styringsgruppemøte nr. 7, 10. desember 2019. I forbindelse med avslutningen av prosjektet arrangerte Thales også et frokostseminar. Det ble holdt i Thales' egne lokaler i Oslo sentrum den 20. oktober. Tilstede var deltagere fra flere brukermiljøer i Forsvaret samt fra FD, FMA og FFI.

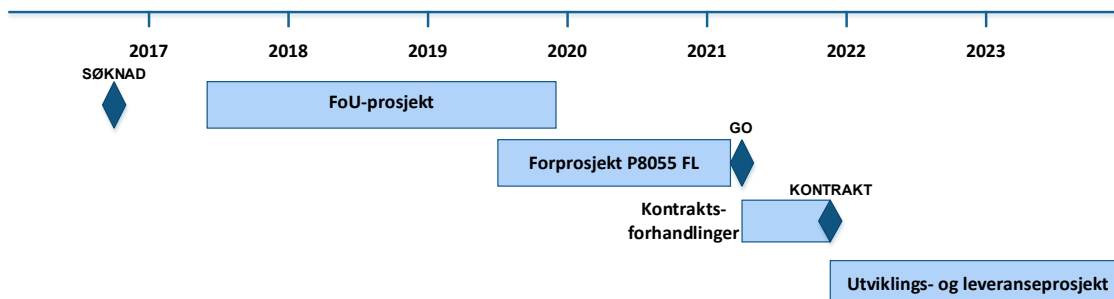
20. mars 2020 ga FD FMA et gjennomføringsoppdrag (GO). Prosjektet gikk da inn i gjennomføringsfasen i PRINSIX-modellen. (FMA offentlig journal 2020-03-16 - 2020-03-22). Kort tid etter at gjennomføringsoppdraget ble mottatt, igangsatte FMA kontraktsforhandlinger med Thales. 21. november 2020 ble det signert kontrakt om oppgradering av SISAM-systemet. Utviklingskontrakten ble fremforhandlet som en direkteanskaffelse i henhold til Anskaffelsesregelverk for forsvarssektoren (ARF) («Kontrakt om viktig oppgradering av luftromskontroll i Norge» u.å.).

Kontrakten som ble inngått var en utviklingskontrakt hvor det er satt av betydelig tid og ressurser til industrialisering av de teknologiske løsningene tatt frem i FoU-prosjektet. Leveranser var planlagt ferdigstilt i 2023 («Kontrakt om viktig oppgradering av luftromskontroll i Norge» u.å.).

Prosjektet er, etter det vi har blitt fortalt av respondentene fra FMA, i rute. Det vil per februar 2022 si at prosjektet fremdeles er i industrialiseringsfasen. Leveransene er planlagt ferdigstilt i løpt av 2023. Det er av leverandørene varslet mulige forsinkelser knyttet til leveranseproblemer som følge av COVID19-pandemien, men om dette blir en reell utfordring er i skrivende stund uvisst.

Varigheten av hele prosjektløpet fra idé til estimert leveranse ser ut til å bli ca. 7 år regnet fra søknad om FoU-støtte i 2016 til ferdig leveranse i ultimo 2023.

Prosjektets viktigste faser og milepæler er vist i Figur 3.3



Figur 3.3 Prosjektets viktigste milepæler og faser

4 Trinn 1: Avgrensning av fokus-system

4.1 Teori og metode

Klein og Sauer (2016) gir en grundig gjennomgang av forskning innen innovasjonssystemer, opphavet til ulike typer systemer og deres likheter og forskjeller. Litteraturen omtaler ulike typer underkategorier av innovasjonssystemer slik som nasjonale, regionale, lokale, teknologiske og sektorielle innovasjonssystemer (Dahesh mfl. 2020; Klein og Sauer 2016), men det er ingen enighet om eksakte definisjoner av disse underbegrepene. Om vi bare overfladisk ser på benevnelsene kan vi se for oss at trekantmodellen kan passe inn i alle underkategoriene avhengig av hvilket tema eller problemstilling vi ønsker å studere.

Trekantmodellen er i utgangspunktet et virkemiddel for å ivareta og styrke Forsvaret gjennom effektiv utnyttelse av ny teknologi og nye konsepter. De ytre rammene som styrer trekantmodellen besluttes på nasjonalt nivå, og tar ikke hensyn til hvor i Norge en industripartner eller Forsvaret har sin virksomhet, så vi kan derfor se på trekantmodellen i konteksten av et *nasjonalt innovasjonssystem*. I et slikt perspektiv vil imidlertid industriaktørene være mange, uensartede, og i varierende grad vekselvirke med hverandre. En leverandør av bekledning vil f.eks. som regel ikke ha behov for å vekselvirke med en leverandør av programvare, selv om begge leverandørene har den samme kunden, tilgang til de samme finanseringsvirkemidlene, de samme brukergruppene, den samme infrastruktur for eksperimentering og de samme ytre rammevilkårene. Det nasjonale perspektivet kan allikevel være svært nyttig for utforming av innovasjonspolitik.

Det *regionale eller lokale nivået*, kan også være relevant i noen sammenhenger. Store (i norsk sammenheng) forsvarsleverandører som Kongsberg Gruppen ASA vil f.eks. ha stor betydning

regionalt eller lokalt, som kontraktør for lokale underleverandører, for lokale undervisningsinstitusjoner, for kommuneøkonomi osv. Også FFI kan få betydelig innvirkning på regionalt og lokalt nivå gjennom etablering av ICE worx innovasjonsarenaer i Troms, på Rena, Rygge og i Horten.

Siden trekantmodellen i tillegg til å styrke Forsvarets operative evne også har som formål å bidra til en levedyktig leverandørbase for kritisk teknologi eller materiell, kan vi også betrakte trekantmodellen som del av et *sektorielt system*, dvs. et innovasjonssystem for forsvarssektoren. Forsvarssektoren skiller seg fra andre sektorer på flere måter, blant annet ved lukkede proteksjonistiske nasjonale markeder, få store leverandører, lange anskaffelsesprosesser osv. (Thorsberg mfl. 2021; Mäkitie mfl. 2018). Dette er en naturlig avgrensning for en analyse av trekantmodellen som helhet, og hvor samspillet mellom alle de vesentlige leverandørene til forsvarsmarkedet tas med i analysen.

En videre avgrensning kan være å se på systemet knyttet til den aktuelle teknologien vi ønsker å studere, dvs. et *teknologisk innovasjonssystem* (TIS). Et slikt system kan også betraktes som et sub-system av et sektorielt system (Bergek mfl. 2008, 409). Et teknologisk innovasjonssystem kan ha en geografisk dimensjon, men er ofte internasjonal av natur.

Et teknologisk innovasjonssystem er definert som et sett av elementer, inkludert teknologier, aktører, nettverk og institusjoner som aktivt bidrar til utvikling av et spesifikt teknologiområde (f.eks. et spesifikt kunnskapsfelt, et produkt og dets anvendelser). TIS-perspektivet understreker systemiske gjensidige avhengigheter mellom disse elementene. Disse gir opphav til ulike former for synergier, for eksempel kollektive ressurser som de ulike aktørene kan trekke på, men som de ikke kunne skape selv eller ha tilgang til hvis de jobbet isolert (lånt fra Bergek mfl. 2015). Eksistensen av slike ressurser på systemnivå innebærer at systemgrenser må være nøye valgt. Et teknologisk innovasjonssystem må også forstås i forhold til rammebetingelser og den konteksten systemet eksisterer innenfor.

Hensikten med en avgrensning av det teknologiske innovasjonssystemet vi skal studere, heretter kalt fokus-systemet, er å bestemme hvilken teknologi og hvilket nivå (et kunnskapsfelt, et produkt eller en eller flere anvendelser av teknologien) som er i fokus (Carlsson mfl. 2002).

Det er grenseflaten til et teknologisk innovasjonssystem (dvs. domenet der de systemiske avhengighetene virker) som skiller det fra konteksten (alle andre strukturer og relevante faktorer på utsiden av systemet), og litteraturen har ansett definisjonen av grenseflatene for å være et analytisk problem, dvs. noe som kan defineres på mange måter, og justeres etter som analysen utvikles (Bergek mfl. 2008; Carlsson mfl. 2002).

I en artikkel (Bergek mfl. 2015) påpeker forfatterne at slike ytre rammebetingelser og interaksjoner over grensene til systemet som studeres ikke har fått tilstrekkelig eksplisitt fokus i TIS-rammeverket. De foreslår derfor å styrke rammeverket ved å inkludere både det de benevner TIS kontekst**strukturer** og kontekst**interaksjoner**, altså fokus-systemets kontekststrukturer og interaksjoner mellom fokus-systemet og kontekststrukturene. Forfatternes utgangspunkt er at en eksplisitt behandling av kontekst vil øke forståelsen av særegenheter ved

individuelle case-studier, og på samme tid fungere som en basis for klassifisering, generalisering og overføring av funn, noe som er viktig når det skal utformes politikk med utgangspunkt i TIS-analyser (Bergek mfl. 2015, 52).

Forfatterne skiller mellom to ulike typer interaksjoner mellom et TIS og konteksten; «eksterne linker» og «strukturelle koblinger». Eksterne linker er slike som ikke påvirkes av TIS-interne prosesser, slik som plutselige prisendringer, katastrofer, fundamentale endringer i politiske prioriteter osv. Med strukturelle koblinger menes elementer som deles mellom TIS og spesifikke kontekst-strukturer.

Vi kan enkelt si at strukturelle koblinger skyldes at elementene i et TIS ikke eksisterer kun for å fremme en aktuell teknologi alene, slik f.eks. tilfellet er for selskaper som har en bred portefølje av produkter. Slike selskaper vil ha en rekke koblinger til sine omgivelser som ikke er utelukkende knyttet til et produkt eller en spesifikk teknologi, men som er felles på tvers av de teknologiske innovasjonssystemer som selskapet er assosiert med.

For å få et bedre grep om ulike typer kontekststrukturer og deres interaksjoner med TIS introduserer Bergek mfl. (2015) noen spesifikke generiske kategorier: Andre TIS, sektor(er), geografiske strukturer og politiske strukturer.

I vår sammenheng kan vi se på trekantmodellen som en politisk kontekst-struktur som er koblet til fokus-systemet. trekantmodellen er i denne sammenheng «politisk» fordi den er beskrevet som et virkemiddel i politiske strategidokumenter. Trekantmodellen virker der er en samordning av institusjoner (dvs. skrevne og uskrevne regler) for hele sektoren og som utløser en bestemt samhandlingsform. Det vil si at vi også kan betrakte trekantmodellen som et praktisk verktøy for å gjennomføre et innovasjonsløp i forsvarssektoren på en mest mulig effektiv måte. I dette perspektivet vil trekantmodellen være en del av innovasjonssystemets såkalte institusjoner (betydningen av dette defineres nedenfor).

Hensikten med å nevne disse perspektivene på trekantmodellen er ikke å konstruere spissfindige problemstillinger, men snarere å belyse at trekantmodellen kan betraktes både som et politisk virkemiddel (kontekst-struktur) og en praktisk samarbeidsform (dvs. en praksis eller institusjon) for gjennomføring av prosjekter, og at begge perspektivene kan ivaretas av TIS-modellen. I det følgende vil vi derfor betrakte trekantmodellen både som en del av den politiske konteksten og som en integrert del av fokussystemet.

4.2 Tolking av caset

Med henvisning til beskrivelsen av caset vi skal studere (kapittel 3) og diskusjonen om avgrensning i foregående avsnitt vil vi i det følgende betrakte caset innenfor rammene til et TIS.

Første steg er å definere om det er et kunnskapsfelt, produkt eller anvendelse av teknologi som er gir den mest hensiktsmessige avgrensningen for vår studie.

Vår case-studie er relatert til teknologi for transmisjon av tale og for sikker utveksling av data over nettverk og anvendelser i såkalte *Voice Communications Systems (VCS)* for militær bruk. Vi har funnet at det er teknologiske koblinger til fremveksten av Voice over IP (VoIP) og til teknologier for kryptering og til sikring av kommunikasjon over nettverk. Elementer av disse teknologiene ble først utviklet for et internasjonalt sivilt marked, mens utvikling av spesifikke applikasjoner basert på grunnteknologien har vært rettet både mot militære applikasjoner og nødetater blant annet gjennom prosjekter finansiert av EU og i NATO-regi.

Som vi skal komme tilbake til senere er utvikling av militære VCS i stor grad avhengig domenekunnskap, dvs. kunnskap om militære brukeres behov, operasjoner og anskaffelsesprosedyrer i tillegg til teknologi. De nasjonale markedene er også ofte lukkede, begrunnet i nasjonale sikkerhetshensyn.

Fordi nødvendig domenekunnskap er så viktig både i sivil og militær sektor, og fordi en rekke teknologier og system-komponenter er involvert, velger vi å definere fokus-systemet til å være mer rettet mot militære VCS som produktgruppe heller enn anvendelse av spesiell teknologi eller utvikling av et teknologifelt. Vi velger derfor å avgrense fokus-systemet til militære VCS.

Det ligger i dette ingen underkjennelse av at det også er nødvendig med utvikling av spesialisert teknologi på høyt nivå. Definisjonen er kun et analytisk grep for å bringe frem betraktninger som er relevante for vår studies formål. Det er også verdt å merke seg i denne sammenheng at TIS generelt og fokus-systemet spesielt ikke er noe som eksisterer per se, men er abstrakte konstruksjoner som er egnet som objekter for en analyse.

Neste steg er å definere hvilke elementer som er internt til systemet vi studerer, og hvilke som kan betraktes som kontekst-strukturer.

Vi har tidligere definert et teknologisk innovasjonssystem som et sett av elementer som aktivt bidrar til utvikling av et spesifikt teknologiområde, og at det er gjensidige avhengigheter mellom disse elementene som gir opphav til ulike former for synergier. Det er altså et poeng at det er gjensidige avhengigheter mellom komponentene innenfor systemet. Dette er en nyttig rettesnor for å definere hvilke komponenter som defineres innenfor og utenfor fokus-systemet.

Siden det norske markedet for militære VCS er beskyttet av hensyn til nasjonale interesser, er det lite interaksjon mellom norske nasjonale og utenlandske aktører. Thales hadde riktignok levert tidligere versjoner av SISAM-systemet internasjonalt, men det konkrete FoU-prosjektet som er utgangspunktet for caset vi studerer ble gjennomført i Norge og med det norske Forsvaret som kunde. Vi avgrenser derfor fokus-systemet geografisk til Norge, men holder det åpent at det over tid kan utvikles til å favne større geografiske områder, f.eks. NATO-landene.

Vi ser dermed for oss en avgrensning av et teknologisk innovasjonssystem for VCS-teknologi anvendt i militære sammenhenger i Norge.

Fokus-systemet er imidlertid ikke helt isolert fra internasjonale aktører, slik som andre leverandører fra sivil- og forsvarsindustri, internasjonale organisasjoner som EU, NATO, luftfartsmyndigheter mfl. Det eksisterer altså i en nasjonal og internasjonalt kontekst.

Her passer det da å ta opp igjen diskusjonen fra det foregående teori-avsnittet, og se nærmere på de fire kategoriene kontekststrukturer som ble nevnt der, nemlig andre TIS, sektor(er), geografiske strukturer og politiske strukturer.

Vekselvirkning mellom fokus-TIS og andre TIS

Som nevnt ovenfor bygger VCS på flere andre komplementære teknologier, og vi har nevnt nettverksteknologi, VoIP, kryptografi og andre teknologier for å sikre datatrafikk som viktige. Alle disse teknologiområdene kan sees på som tilhørende egne tilgrensende TIS. Funksjonsnivået i disse tilgrensende TIS vil kunne ha stor effekt også på fokus-systemet. Nedenfor (avsnitt 6.2.2) diskuterer vi f.eks. hvordan graden av eksperimentering og entreprenørskap innen VoIP har hatt stor innvirkning på fokus-systemet.

Thales har en bred portefølje av produkter som også kan betraktes innenfor egne TIS. Det finnes altså tilgrensende og til dels overlappende TIS i en vertikal dimensjon, dvs. langs VCS-verdikjeden og i en horisontal dimensjon som berører andre tilgrensende produktområder. Det siste gjelder spesielt om andre TIS trekker på de samme ressursene, eller er koblet gjennom felles institusjoner eller nettverk.

Hendelser i disse TIS vil kunne ha innvirkning på fokus-systemet. For å sikre selskapets lønnsomhet vil for eksempel Thales kontinuerlig måtte vurdere hvor selskapet skal allokere sine ressurser. Slike avveininger henger naturlig sammen med modenheten til andre TIS, og kanskje særlig modenheten og størrelsen til det relaterte markedet.

Vekselvirkning mellom fokus-systemet og sektoren

Det er kjent at dynamikken i et TIS er koplet med strukturen og dynamikken til sektoren det er en del av (Ulmanen og Bergek 2021). Sektorer kan også analyseres ved å benytte de samme strukturene og funksjonene som TIS, men er annerledes ved at sektorer involverer en større bredde av teknologier i ulike modenhetsfaser, dvs. inkluderer flere TIS. I tillegg kjennetegnes sektorer ved sterkere institusjoner, mer stabile nettverk, bedre avklarte rollefordelinger mellom ulike leverandører, bedre definerte forhold mellom tilbydere og kjøpere mv. En sektor gir derfor en noenlunde stabil kontekst som TIS enten må tilpasse seg, eller forsøke å endre til sin fordel (Bergek mfl. 2015, 56).

Fordi sektorens aktører, nettverk, institusjoner og infrastruktur er komponenter i flere TIS er det utfordrende å skille mellom hvilke komponenter som skal inngå i fokus-systemet og hvilke som best forstås som en del av konteksten. I noen tilfeller kan fokus-systemet være så integrert i sektoren at det ikke er hensiktsmessig å analysere det som et separat TIS.

Thales har over lang tid har etablert seg som leverandør til Forsvaret innen flere produktområder, og det er dannet sterke koblinger til forsvarssektoren. Koblingene er imidlertid etter vår mening ikke så sterke at caset ikke kan analyseres innenfor TIS-rammeverket. Noe av hensikten med å benytte TIS-rammeverket har da også vært å undersøke i hvilken grad det er egnet til å analysere case innenfor forsvarssektoren.

Vekselvirkning mellom fokus-systemet og geografiske strukturer

Når vi har avgrenset vårt fokus-systemet geografisk til Norge, skyldes dette de nasjonale sikkerhetshensyn som regulerer markedet for VCS og ikke geografiske strukturer slik de er definert i relevant litteratur. Der menes ofte fysiske forhold som knytter et TIS sterkere til et bestemt område eller lokasjon, slik som tilgang til råvarer, arealer, byggeskikker mm. Vi har ikke identifisert slike forhold som er relevante for vår case-studie.

Vekselvirkning mellom fokus-systemet og politiske strukturer

TIS-rammeverket benyttes ofte som utgangspunkt i studier av teknologiske transformasjoner i stor skala, slik som overgang til bærekraftig energiproduksjon og -bruk, og i forbindelse med studier av teknologiske transformasjoner utviklingsland. Det er kjent fra litteraturen at samspillet mellom et TIS og den politiske konteksten er viktig i slike transformasjoner. Teknologiske endringer påvirker normer, oppfatninger og reguleringer på samfunnsnivå, og motsatt, endringer på samfunnsnivå påvirker teknologisk utvikling og utvikling og modning av innovasjonssystemer.

Den politiske konteksten et TIS er omgitt av er derfor avgjørende for dets utvikling. Politisk støtte til et TIS kan f.eks. komme til uttrykk gjennom tilgjengeliggjøring av finansiell støtte til forskning og utvikling, etablering av markeder, og generell støtte til og omtale av et teknologiområde for å tiltrekke nye aktører eller investorer.

Selskaper og politiske nettverk (beslutningstagere) påvirkes gjensidig av logikken som dominerer et TIS og egenskapene ved det politiske systemet. Slik blir de en manifestasjon av strukturelle koblinger mellom TIS og det politiske systemet.

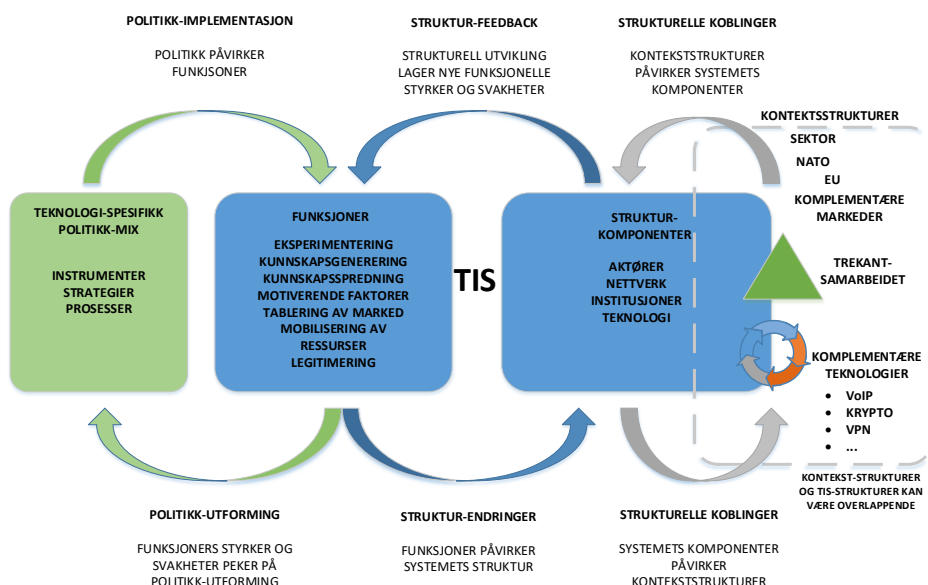
Ser vi til fokus-systemet er det klart at forhistorien til Thales, politiske beslutninger over lang tid, teknologisk utvikling og nasjonale sikkerhetshensyn har påvirket den politiske konteksten som fokus-systemet eksisterer og må forstås innenfor. Som beskrevet i avsnitt 6.2.2 er de politiske rammene som gjelder for teknologiområdet VCS i Forsvaret helt avgjørende for forståelsen av utviklingen og egenskapene til fokus-systemet. Disse koblingene vil bli tydeligere når vi nedenfor diskuterer funksjonsmønsteret til fokus-systemet.

4.2.1 Sammenhengen mellom TIS, politikknivået og konteksten

Vi har ovenfor kun løst skissert en avgrensning av fokus-systemet. Avgrensingen vil avtegnes tydeligere gjennom diskusjonen om aktører i neste avsnitt. Dette er i tråd med Coenen (2015)

som har foreslått at grensesnittene til et TIS kan identifiseres og justeres empirisk og fra case til case. Dette er også i samsvar med å intensjonen i rammeverket (se Figur 2.5).

Figur 4.1 illustrerer den komplekse sammenhengen mellom TIS, kontekststrukturer og politikknivået. Den midterste delen av figuren, i blått, representerer TIS med sine komponenter og funksjoner. Til venstre, i grønt, har vi plassert de ulike måtene beslutningstagere på ulike nivåer kan påvirke et innovasjonssystem. Høyre side visualiserer overlapp mellom TIS-strukturene og ulike kontekststrukturer.



Figur 4.1 Sammenhengen mellom TIS, kontekststrukturer og politikknivået. Basert på (Haley 2018)

En gitt politikk-miks påvirker og aktiverer ulike innovasjonsfunksjoner gjennom implementering av politikk. Disse funksjonene trigger i sin tur strukturelle endringer. Sterke funksjoner vil f.eks. bidra til oppbygging og endringer blant aktørene, etablering av nettverk, etablering av institusjonelle regler, «best practices». Når innovasjonssystemet modnes og utvikles kan nye funksjonelle styrker og svakheter oppstå, og dette vil gi et behov for å formulere ny politikk, og på den måten gjentas syklusen. En drivkraft for endring kan selvsagt oppstå hvor som helst i syklusen, og ikke bare gjennom utforming av politikk og implementering av virkemidler. Systemet kan også gå gjennom kortere utviklingscykluser som ikke involverer politikk.

Når et innovasjonssystem er i endring vil det også møte friksjon eller spenninger fra konteksten ved at systemets strukturkomponenter og konteksten gjensidig påvirker hverandre. Slik påvirkning vil ofte pågå over tid, og vil kunne bremse utviklingstakten til innovasjonssystemet, og dermed skape behov for ny politikkutforming.

Teknologiske innovasjonssystemer utvikler seg i et samspill med en teknologi-spesifikk politikk-miks på den ene siden og krefter i konteksten på den andre siden, og dette samspillet viser behovet for en kontinuerlig analyse av systemets funksjoner og vurdering av effektiviteten til politikk-miksen.

5 Trinn 2: Strukturelle komponenter

5.1 Teori og metode

Bergek mfl. (2008) nevner tre ulike strukturelle komponenter; aktører, nettverk og institusjoner. Wieczorek og Hekkert (2012) bygger på dette arbeidet og foreslår å legge til infrastruktur som en egen, eksplisitt komponent. Vi går ikke inn i begrunnelsene for dette her, men inkluderer infrastruktur i vår diskusjon av strukturelle komponenter nedenfor.

Listen nedenfor viser eksempler på strukturelle komponenter, og vi diskuterer hver hovedgruppe i de følgende avsnittene nedenfor.

Tabell 5.1 Strukturelle komponenter i teknologiske innovasjonssystemer

Aktører	Sivilsamfunnet Selskaper Akademia Myndigheter NGO'er Andre
Institusjoner	Harde (lover, regler, vedtekter osv.) Myke (sedvane, skikker, rutiner)
Interaksjoner	Nettverksnivå Individnivå
Infrastruktur	Fysisk Kunnskap Finans

5.1.1 Aktører

Det er enighet i litteraturen om at aktører spiller en rolle i innovasjonssystemer, selv om akademikere vektlegger og kategoriserer ulike aktører ulikt (Woolthuis, Lankhuizen, og Gilsing 2005). Vi følger i vår diskusjon i hovedsak Wieczorek og Hekkert (2012).

Aktører er de organisasjonene eller personene som bidrar til utviklingen av en teknologi, produkt eller funksjon enten direkte eller indirekte. Det er aktørene som gjennom sine valg og

handlinger som faktisk genererer, sprer og anvender teknologier. Utviklingen av et TIS vil avhenge av interaksjoner mellom disse aktørene.

Dette kan illustreres ved at en entreprenør ofte trenger finansiell støtte fra offentlig virkemiddelapparat, investorer eller banker for å finansiere utvikling eller vekst. Banklån eller kapital fra investorer forutsetter på sin side forretningsplaner som viser til et potensielt lønnsomt marked. Slike markeder eksisterer ofte ikke for nye teknologier, og etableringen av markeder krever risikovillige brukergrupper gjerne i samspill med tilrettelegging fra myndigheter f.eks. gjennom reguleringer eller finansielle insentiver. Et konkret eksempel på det siste kan være hvordan norske myndigheter har lagt til rette for innføring av elbiler gjennom avgiftsreduksjoner og å tillate kjøring i kollektivfelt.

Om vi ser til det tradisjonelle samarbeidet innen trekantmodellen er noen aktører enkle å identifisere, mens andre aktører kan være vanskeligere å få øye på, eller varierer fra prosjekt til prosjekt. Nedenfor diskuteres noen aktører som åpenbart er en del av trekantsamarbeidet, og vi viser samtidig at en organisasjon kan betraktes som flere aktører dersom organisasjonen opptrer med flere roller.

FFI har et bredt mandat, og arbeider med utvikling av ny teknologisk kunnskap, utvikling og utredning av militære konsepter og rådgivning for politikktutforming. Innen politikktutforming har FFI gitt bidrag til definisjonen av viktige såkalte nasjonale teknologiske kompetanseområder, og til utforming av næringsstrategi knyttet til forsvarssektoren⁸. I noen tilfeller administrerer også FFI FoU-prosjekter med industriaktører på oppdrag fra FD. I dette inngår også forhandling av royalty-avtaler, og i denne sammenhengen kan FFI sies å ha en merkantil rolle.

Et annet «hjørne» i det tradisjonelle trekantsamarbeidet er forsvarssektoren unntatt FFI. Bjørk mfl nevner FD, Forsvaret og Forsvarsmateriell (FMA) som aktører her, og beskriver deres roller (Bjørk mfl. 2018, avsn. 3.2). Kort gjenfortalt har FD overordnet ansvar for fremskaffelse av materiell til forsvarssektoren. FD har også ansvar for utvikling og implementering av den nasjonale forsvarsindustrielle strategien, og derigjennom også for utvikling av teknologisk kompetanse i forsvarsindustrien. I tillegg ivaretar FD internasjonalt samarbeid innen felles forskning, utvikling og fremskaffelse av forsvarsmateriell.

Forsvaret er brukeren av materiell og de som stiller krav til nytt materiell. Dette gjøres gjennom bistand til FD i utforming av investeringsplaner og ved å støtte FMA i anskaffelsesprosessen. Forsvarsmateriells oppgave er å sørge for at Forsvaret og andre etater får tilgang til kosteffektivt og sikkert materiell i tråd med vedtatte langtidsplaner, slik at Forsvarets operative evne ivaretas.

Det tredje hjørnet i trekantmodellen er forsvarsindustrien. Deres rolle i samarbeidet er å utvikle og levere materiell og løsninger til forsvarssektoren. Utvikling av nye teknologier og produkter skjer gjerne i et tett samarbeid med de andre aktørene i forsvarssektoren.

⁸ Se blant annet: (Feet og Sendstad 2020; Sendstad og Feet 2020; Bjørk mfl. 2020; Thorsberg mfl. 2021)

Forsvars- og sikkerhetsindustriens forening (FSi) er en uavhengig og selvstendig interesseorganisasjon for industri-, leverandør-, og kompetansevirksomheter som har forretningsmessige interesser knyttet til leveranser av produkter, varer og tjenester mot markeder innenfor forsvar-, sikkerhet og beredskap nasjonalt og internasjonalt («Om FSi» u.å.). FSi bidrar også aktivt til informasjonsformidling både mellom medlemsbedriftene, men også med forsvarssektoren.

Mange av bedriftene i forsvarsindustrien leverer også varer og tjenester til sivil sektor, og det kan derfor også være relevant å inkludere både virkemiddelapparatet (f.eks. Norges forskningsråd, Innovasjon Norge) og academia i fokus-systemet, men dette må gjøres etter en konkret vurdering i hvert tilfelle, avhengig av hvor aktiv rolle de spiller.

5.1.2 Institusjoner

Med institusjoner menes både formelle og uformelle regler som styrer samhandlingen i teknologiske innovasjonssystemer. Eksempler på formelle regler er lover, forskrifter, bransjenormer, tekniske standarder og avtaler. Uformelle regler kan være normer, skikker, sedvaner og rutiner. Ofte er ikke nye teknologier beskrevet eller tatt hensyn til i eksisterende institusjoner, og disse trenger da endring for å tilpasse seg en ny situasjon. Strukturen til et TIS er derfor dynamisk og utvikles over tid (Bach mfl. 2021).

5.1.3 Interaksjoner

Bergek mfl. (2008) kaller dette elementet «nettverk» og skiller mellom formelle og uformelle nettverk. Wieczorek og Hekkert (2012) benevner elementet «interaksjoner», og skiller mellom nettverksnivå og individnivå. De påpeker også at interaksjoner ikke nødvendigvis forgår i nettverk. I tidlige faser av et TIS er det ikke alltid etablerte nettverk, men det kan foregå bilaterale interaksjoner mellom aktører. Vi følger her Wieczorek og Hekkert, og fokuserer på interaksjoner.

Interaksjoner på nettverksnivå er ofte lette å identifisere. Dette kan være nettverk som er etablert for å løse spesielle oppgaver, f.eks. standardisering, eller leverandørgrupper rettet mot en spesiell kundegruppe. Interaksjoner på individnivå er vanskeligere å få øye på siden disse ofte er uformelle.

I konteksten «trekantmodellen» identifiserer vi flere typer interaksjoner. Nettstedet «regjeringen.no» nevner flere dialog- og møteplasser mellom forsvarssektoren og forsvarsindustrien («Dialog og møteplasser - regjeringen.no» u.å.). INFO/ERFA omtales der som «den bredeste møtearenaen mellom forsvarssektoren og forsvarsindustrien», og er en konferanse som vanligvis går over to dager. På konferansen er det deltagelse fra høyt nivå i Forsvaret og forsvarssektoren forøvrig, politikere, representanter fra industrien og academia. Konferansen arrangeres av FSi, men programmet utarbeides i samarbeid med FD.

FD og FSi arrangerer også årlige programkonferanser for hver av forsvarsgrenene, og dette er en arena hvor Forsvaret informerer forsvarsindustrien om sine investeringsplaner, og hvor bedrifter får anledning til å presentere sine teknologier og produkter.

FD har også etablert en egen høynivågruppe hvor representanter fra FD og øverste leder i utvalgte forsvarsindustribedrifter mfl. møtes for å diskutere strategisk samarbeid. Det finnes også andre dialog og møteplasser for forsvarssektoren og forsvarsindustrien (se f.eks. «Dialog og møteplasser - regjeringen.no» u.å.).

5.1.4 Infrastruktur

Infrastruktur nevnes ikke eksplisitt av Bergek mfl. (2008), og det er heller ingen konsensus i litteraturen om hva begrepet «infrastruktur» skal inneholde. Vi velger å følge Wieczorek og Hekkert (2012), som inkluderer dette som et eksplisitt strukturelement. Forfatterne deler infrastruktur inn i kategoriene fysisk infrastruktur, kunnskapsbase og finansiell infrastruktur.

5.2 Tolking av caset

Det foregående avsnittet har diskutert de ulike strukturelementene i et TIS med utgangspunkt i litteratur på området. I avsnittet nedenfor går vi videre til å identifisere og drøfte strukturelementene i caset vi studerer.

5.2.1 Aktører

Thales er hovedaktøren i prosjektløpet vi studerer. Som beskrevet tidligere sendte Thales en søknad til FD om støtte til et FoU-prosjekt. Søknaden ble sendt til FD, og FD ba deretter FFI, Forsvarsstaben og Forsvarsmateriell om høringsuttalelser. I samtaler med Thales kom det også frem at selskapet i forbindelse med utarbeidelsen av søknaden hadde hatt kontakt med NSM for å avklare spørsmål rundt mulig godkjenning av et fremtidig produkt basert på den skisserte tekniske basen.

Etter prosjektets oppstart ble det etablert kontakt med ulike bruker- og kompetansemiljøer i Forsvaret. Selv om det er mulig å betrakte disse miljøene som separate aktører, velger vi her å ikke gjøre det da det etter vår oppfatning ikke har betydning for vår analyse av prosjektet.

I den kronologiske fremstillingen av forløpet i caset nevnte vi også EU og NATO i forbindelse med finansiering av FoU-prosjekter og NATO som kunde av det opprinnelige SISAM-systemet. Informantene fra Thales fremhevet også NATO og NATO-landene som et potensielle markeder for et militært VCS. Det er vår forståelse at både NATO og EU stiller formelle krav til systemer som anvendes i luftkontrollsystemer, herunder VCS. NATO og EU, representert ved sine relevante underorganisasjoner, betrakter vi som en del av konteksten til fokus-systemet.

Det sivile internasjonale markedet for VCS har mange tilbydere og en rapport om markedet peker på tolv produsenter som vurderes å være de viktigste («Voice Communication Control

System Market Size | Report [2020-2027]» u.å.), og Thales Group er på denne listen.⁹ Alle disse tilbyderne kunne i utgangspunktet ansees som aktører i fokus-systemet, men på grunn av den spesielle posisjonen VCS har i norsk militær sammenheng har vi ikke funnet det nødvendig å inkludere disse i vår analyse.

5.2.2 Institusjoner

Institusjoner kan vi forenklet si er «de skrevne og uskrevne regler» som påvirker funksjonene i systemet vi studerer. Trekantmodellen kan betraktes som begge deler. På den ene siden er trekantsamarbeidet et sett med uskrevne regler for hvordan et prosjekt skal gjennomføres og hvilke forventninger det er til partene. Denne samarbeidsformen var godt kjent for Thales som et resultat av deres langvarige samarbeid med FFI og Forsvaret. På den annen side kommer trekantmodellen mer formelt til uttrykk gjennom FDs brev til FFI hvor FFI gis i oppdrag å administrere FoU-prosjektet. Dette står også i FDs beskrivelse av hvordan FoU-prosjekter gjennomføres.¹⁰

I samtaler med respondentene fra FFI ble det nevnt at det fra prosjektets start var en bevissthet om at FFIs rolle var å administrere prosjektet med det mandatet som ble gitt av FD, og at man måtte være varsom med å gi inntrykk av at Thales som kommersiell aktør var foretrukket eller hadde noen særstilling i et eventuelt senere materiellanskaffelsesprosjekt.

De formelle reglene kom også til anvendelse når prosjektet gikk over i anskaffelsesfasen. Reglene for anskaffelser i Forsvaret ble fulgt og prosjektet fulgte prosjektmodellen PRINSIX.

Et produkt av den typen som er beskrevet i caset må godkjennes av NSM før anvendelse i Forsvarets systemer. Dette krever sertifisering iht. et eksisterende, formelt regelverk.

En liste over identifiserte institusjoner er gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 5.2 Liste over identifiserte institusjoner relevante for fokus-TIS

Harde institusjoner
- FDs prosess og regelverk for tildeling av FoU-midler
- Offentlige regler for anskaffelser (Lov om offentlige anskaffelser, mfl.)
- PRINSIX-systemet for gjennomføring av anskaffelsesprosjekter
- Regler for sertifisering av VCS
Myke institusjoner
- Trekantsamarbeidet

⁹ Thales Group er et fransk forsvars- og teknologiselskap. Thales Norway AS er et datterselskap av Thales Group, men teknologi som berører norske sikkerhetsinteresser er kontrollert av norske myndigheter (Kibar 2017).

¹⁰ Se [Støtte til FoU-samarbeidsprosjekter mellom Forsvaret og industrien i Norge - regjeringen.no](#)

5.2.3 Interaksjoner

Thales har en lang historie som leverandør til Forsvaret, og gjennom dette eksisterte det relasjoner, både formelle og uformelle, mellom Thales og Forsvaret. Administrerende direktør i Thales er for eksempel deltager i høynivågruppen (jf., «Dialog og møteplasser - regjeringen.no» u.å.).

På samme måte eksisterte det relasjoner mellom FFI og Thales som resultat av et langvarig samarbeid innen flere teknologiområder, som beskrevet i kapittel 3.4. Vi har allerede nevnt Thales' og FFIs samarbeid i NATO og EU, og felles deltagelse på demonstrasjoner i den sammenheng. Dette er også en arena for utveksling av kunnskap og erfaringer, og kan potensielt være viktig for funksjonsnivået til fokus-systemet.

Respondentene forteller at de ikke kjente til noen eksisterende relasjoner på personnivå mellom Thales' og FFIs representanter i FoU-prosjektet før det startet. Allikevel understrekes det at den gode relasjonen på organisasjonsnivå gjorde det lettere for de involverte personene å bygge tillit.

FDs oppdrag til FFI i FoU-prosjektet var blant annet å etablere kontakt mellom Thales og brukermiljøer i Forsvaret. Denne kontakten blir av respondentene i Thales fremhevet som en suksessfaktor i prosjektet. Respondenten i FFI forteller at det eksisterte relasjoner innen dette fagområdet mellom noen av brukermiljøene og FFI fra tidligere, men at også nye også måtte etableres.

Styringsgruppemøtene fungerte også som en arena hvor relasjoner oppstod både på nettverksnivå og på individnivå. Noen respondenter poengterte at relasjonene på individnivå var avgjørende, og peker på dette som en viktig suksessfaktor i prosjektet. Det å bytte individer kan få uheldige følger for et prosjekt både fordi nye relasjoner må utvikles og fordi personkjemien ikke er en ubetydelig faktor.

Et effektivt samarbeid krever at partene har sammenfallende eller i det minste forenlige mål, og at de nødvendige formelle og uformelle rammene for et samarbeid er på plass. Effektiviteten er også knyttet til personlige egenskaper og motivasjon hos de personene som skal samhandle. En annen viktig faktor er graden av tillit mellom partene, både på organisasjonsnivå og på personnivå (Clegg mfl. 2002; Nooteboom 2013, kap. Trust and Innovation). I caset vi studerer fremhever respondentene at disse faktorene har fungert svært godt og vært viktige for prosjektets gode resultater.

5.2.4 Infrastruktur

Kunnskap

Vi har tidligere beskrevet at kunnskapsgrunnlaget for Thales' virksomhet innen VCS blant annet kommer fra den allment tilgjengelige teknologiske utviklingen innen relaterte områder, og fra et

langvarig samarbeid med FFI. Kunnskapen ble videreutviklet under FoU-prosjektet «Flernivå sikker tale» som danner grunnlaget for Forsvarets anskaffelse av «Oppgradering SISAM».

Finans

FDs midler til finansiering av FoU-prosjekter utgjør generelt en viktig del av den finansielle infrastrukturen, sammen med andre finansielle virkemidler i og utenfor sektoren. I caset vi studerer dekket partene FD og Thales 50% hver av prosjektkostnadene. Selskapets egenfinansiering er dermed en viktig del av den finansielle infrastrukturen, og er et eksempel på hvorfor finansielt robuste selskaper er viktig for innovasjonsevnen i sektoren.

Fysisk

Vi har ikke identifisert at caset vi studerer har vært avhengig av spesifikk fysisk infrastruktur, utover Thales egen infrastruktur.

6 Trinn 3: Funksjoner og oppnådd funksjonsnivå

6.1 Teori og metode

Innovasjonssystemer består, som vi har diskutert, av aktører som vekselvirker og samhandler med hverandre over tid. Det er derfor svært krevende å formulere en modell som tar inn i seg denne kompleksiteten. Bergek mfl (2008) gir en god oppsummering av litteratur på feltet og argumenterer for at de prosessene som er viktige for et velfungerende innovasjonssystem kan grupperes i syv hovedgrupper. Wieczorek og Hekkert (2012) bruker også syv ulike funksjoner selv om rekkefølgen og ordlyden er litt ulik. De ulike funksjonene er gjengitt i tabellen nedenfor sammen med vår norske oversettelse.

Tabell 6.1 Sammenligning av TIS-funksjoner hos Bergek mfl (2008) og Wieczorek og Hekkert (2012). Kolonnen til høyre viser vår norske oversettelse.

Bergek mfl. (2008)	Wieczorek og Hekkert (2012)	Norsk oversettelse
Entrepreneurial experimentation	Entrepreneurial activities	Entreprenørskap og eksperimentering
Knowledge development	Knowledge development	Kunnskapsutvikling
	Knowledge diffusion	Kunnskapsspredning
Influence on the direction of search	Guidance of search	Insentiver og drivende faktorer
Market formation	Market formation	Markedsdannelse
Resource mobilization	Mobilization of resources	Ressursmobilisering
Legitimation	Creation of legitimacy	Legitimering

Development of external economies/externalities	-	-
---	---	---

Som vi ser av tabellen er en forskjell at Wieczorek og Hekkert velger å dele kunnskapsutvikling og -deling i separate funksjoner. Vi ser også at Bergek mfl. har en egen funksjon for utvikling av eksterne økonomier/eksternaliteter. Begrepet positive eksternaliteter handler i denne sammenheng om positive gevinster (materielle og immaterielle) som underbygger komplementariteten til antatt konkurrerende teknologier. De forklarer i artikkelen at denne funksjonen er knyttet til antallet nye selskaper som blir del av innovasjonssystemet, og videre at denne funksjonen er sterkt koblet til de øvrige seks funksjonene.

Vi vurderer det slik at den syvende funksjonen til Bergek mfl. kan ivaretas av de andre funksjonene slik som Wieczorek og Hekkert foreslår. Derfor velger vi i den videre diskusjonen å benytte funksjonene slik de definert av Wieczorek og Hekkert (2012), mens vi følger metoden beskrevet av Bergek mfl (2008).

De syv «innovasjons-funksjonene» gjengitt overfor er kommet frem gjennom omfattende litteraturstudier (Bergek 2019), og har demonstrert sin relevans i en rik litteratur på området. Som Aldersey-Williams mfl. skriver (2020) er det imidlertid få eksempler på forskning som involverer relevante aktører, og undersøker om de syv funksjonene er nødvendige og dekkende. I en studie blant aktører innen fornybar energi i Storbritannia finner forfatterne at alle funksjonene ble betraktet som nødvendige. De fant videre grunnlag for å foreslå en ny funksjon, «demonstrasjon av verdi»¹¹. Denne kan beskrives som «fokus-teknologiens potensial for eller faktisk evne til å konkurrere med relevante eksisterende eller fremvoksende teknologier» (vår oversettelse fra Aldersey-Williams, Strachan, og Broadbent 2020).

Vi mener at den foreslåtte funksjonen til vårt formål kan dekkes av funksjonen «Legitimering». Vi kommer tilbake til dette i avsnittene 6.1.7.

I de følgende avsnittene forklarer vi kort de syv funksjonen enkeltvis før vi i betrakter caset i lys av funksjonene.

6.1.1 F1: Entreprenørskap og eksperimentering

Rollen til en entreprenør er å omsette potensialet i ny kunnskap, nettverk eller markeder i konkrete handlinger som genererer og utnytter nye forretningsmuligheter (Hekkert mfl. 2007). Entreprenørskap er gjerne forbundet med aktiviteter i en tidlig fase av en utvikling. Slike aktiviteter kan favne FoU-aktiviteter, utforskning og utvikling av markedsmuligheter og det å fremme oppmerksomhet omkring en teknologi eller en løsning. En entreprenør blir ofte forbundet med en kommersiell aktør, enten i en etablert bedrift eller i et oppstartsselskap, men

¹¹ Engelsk: demonstrating value

entreprenørskap kan også utøves av brukergrupper (von Hippel 1986), eller av personer eller organisasjoner hos andre interessentgrupper eller aktører.

I litteraturen foreslås at graden av entreprenørskap kan måles ved f.eks. å se på antallet nye selskaper, nye anvendelser eller i hvilken grad nye teknologier benyttes.

6.1.2 F2: Kunnskapsutvikling

Kunnskapsutvikling handler om hvordan kunnskapsbasen til et teknologisk innovasjonssystem er, og hvordan den utvikler seg over tid. Det kan være nyttig å skille mellom ulike typer kunnskap, slik som vitenskapelig, teknologisk, produksjon, design, logistikk, marked. Det kan også være mange ulike kilder til kunnskap som forskning og utvikling eller imitasjon eller kopiering av andre.

Denne funksjonen kan blant annet evalueres ved å betrakte relevante publikasjoner, patenter og FoU-prosjekter.

6.1.3 F3: Kunnskapsspredning

I et integrert innovasjonssystem påvirkes alle funksjonene gjensidig av hverandre. Kunnskap om nye teknologiske fremskritt bør f.eks. reflekteres i politiske strategier og i oppdatering og etablering av standarder og lovverk. Samtidig bør FoU-strategier reflektere endringer i samfunnets normer og verdier.

På et mer konkret nivå så er det viktig at kunnskap om brukergruppers behov blir tilgjengelig for entreprenører og motsatt, at teknologiske muligheter blir formidlet til potensielle kunde grupper.

Relevante faktorer for å forstå graden av kunnskapsspredning kan være antallet workshops, konferanser, master- eller doktorgrader o.l. relatert til en spesifikk teknologi og annen nettverksaktivitet.

6.1.4 F4: Insentiver og motiverende faktorer

Mens funksjonen «kunnskapsutvikling» blant annet handler om å utvikle et mangfold av teknologier, kan vi se på funksjonen «Insentiver og drivende faktorer» som en utvalgsprosess. Sagt på en annen måte: Funksjonene «kunnskapsutvikling» og «kunnskapsspredning» er mekanismer uten sterk styring av prosessenes retning, mens funksjonen «intensiver og drivende faktorer» handler om mekanismer som bidrar til å lede fokus og ressurser i en retning. Funksjonen indikerer også at teknologiske nyvinninger oftest ikke skjer i et vakuum, men i en kontekst. Funksjonen inkluderer derfor også aktiviteter i et innovasjonssystem som positivt påvirker formuleringen og synliggjøringen av behovene til brukerne av en teknologi (Hekkert mfl. 2007).

Funksjonen er ikke alene et spørsmål om påvirkning fra et marked eller fra myndigheter, men det er ofte en prosess med gjensidig utveksling av ideer mellom utviklere av teknologi, brukere og andre aktører. Funksjonen kan således ivaretas av flere aktører, både industri, myndigheter og markedet/brukerne.

Hekkert mfl. (2007) viser også til arbeider av Borup mfl. (2006) som omhandler rollen som forventninger spiller i innovasjonsprosesser. Dette er knyttet til forståelse av innovasjon innen forskning og utvikling som en fremtidsrettet aktivitet med fokus på å skape nye muligheter. Borup mfl. skriver at nye teknologier og fundamentale teknologiske fremskritt ikke kan realiseres uten at de først har oppstått som ideer, forventninger eller visjoner. Slike forventninger ser forfatterne på som «generative i det de guider aktiviteter, gir struktur og legitimering og tiltrekker interesse og fremmer investeringer». Forventninger spiller en rolle også på makronivå, for eksempel i nasjonal politikk, gjennom reguleringer og bruk av virkemidler.

Parametere som er egnet til å si noe om aktiviteten og funksjonsnivået i denne funksjonen er f.eks. politiske strategier og handlingsplaner, uttrykte visjoner, uttrykte forventninger til industri eller sektorer, uttrykt behov hos ledende kunder eller grupper, omtale og oppmerksomhet i media og samfunnet, kriser i eksisterende markeder/sektorer, økonomiske insentiver og reguleringer om minimumskrav.

6.1.5 F5: Markedsdannelse

Funksjonen «Markedsdannelse» beskriver mekanismer og forhold som bidrar til at fremvoksende teknologier kan utvikles. Bergek mfl. (2008) nevner i sin diskusjon av denne funksjonen at markeder kan, enkelt sagt, sies å utvikle seg gjennom tre faser¹².

- Utvikling (Nursing market /learning space)
- Vekst (Bridging market)
- Modent (Mass market)

I en senere artikkel fra 2019, som ser tilbake på mottagelsen Bergek mfl. modell har fått og gjør en analyse av TIS-analyser i litteraturen, peker Bergek (2019) på at mange analyser med utgangspunkt i TIS-rammeverket ser ut til å ikke gjøre tilstrekkelig rede for hvordan markeder etableres. Forfatteren peker videre på at selv om ulike offentlige virkemidler (finansielle, etablering av standarder, direktiver) er viktige, så er de ikke alene nok til å gi en dekkende forklaring av hvordan markeder oppstår, og hvordan kjøpere og brukere ledes til å ta i bruk ny teknologi.

Ny teknologi må ofte overvinne flere typer hindringer for å utkonkurrere eller erstatte eksisterende teknologi. Dette er et tema det er forsket mye på. For eksempel viser Smith mfl. (Smith og Raven 2012; Schot og Geels 2008) i sitt arbeid til viktigheten av å etablere nisjemarkeder, definert som beskyttede områder, for å gi muligheten for innovasjoner å bli

¹² Oversatt til norsk. Originale engelske benevelser i parentes.

levedyktige¹³. Andre forfattere nevner finansielle virkemidler som skatte- eller avgiftslettelser som virkemidler for å hjelpe nye teknologier frem. I Norge er avgiftsfritak på elbiler et slikt eksempel.

Det kan være vanskelig å identifisere hvilke faktorer som fremmer og hindrer markedsdannelse, særlig i tidlig fase. En analyse bør se på faktorer som hvilken fase TIS er i, hvem brukerne er og hvilke anskaffelsesprosesser som gjelder, om brukernes behov er tydelig artikulert, og om det finnes virkemidler som skal stimulere markedsdannelse.

6.1.6 F6: Mobilisering av ressurser

Tilgjengelighet på nødvendige ressurser som kompetanse og menneskelig kapital, finansiering og relevant infrastruktur er en forutsetning for utviklingen av et TIS. Derfor er det viktig å forstå i hvilken grad et TIS er i stand til å mobilisere de nødvendige ressursene. Det kan være snakk om ressurser som kan mobiliseres på (relativt) kort tidshorisont, f.eks. arbeidskraft og finansielle midler, eller ressurser det tar lengre tid å mobilisere slik som oppbygging av kompetanse innen spesialisert teknologiske områder eller kostbar og tidkrevende etablering av infrastruktur. I norsk forvarsindustriell sammenheng kan de teknologiske kompetanseområdene være eksempler på teknologiområder som er bygget opp over lang tid.

Også denne funksjonen henger dermed sammen med andre funksjoner som f.eks. «kunnskapsetablering» og «kunnskapsspredning». Mobilisering av finansielle ressurser henger også ofte sammen med neste funksjon som er «legitimering».

6.1.7 F7: Legitimering

Legitimering kan forstås som et resultat av sosial aksept og samsvar med relevante institusjoner og som en bedømmelse av aksept, behov eller egnethet fra aktører som besitter ressurser. I denne funksjonen ligger også aktiviteter og strukturer som motvirker eller reduserer motstand mot endring.

Zimmermann og Zeit (Zimmerman og Zeitz 2002; i Braun og Galjic 2018) hevder at etablerte firmaer har legitimitet delvis som et resultat av lønnsomhet over tid, men sier ikke noe om hvordan dette ble oppnådd. De indikerer også at legitimitet er essensielt for nye foretak, selv før de blir lønnsomme. Nye foretak eller oppstartsbedrifter opplever typisk knapphet på ressurser slik som likviditet, kunnskap og erfaring. Vi kan også se på legitimitet som en type ressurs som må skaffes, og dette kan skje på mange måter.

Ny teknologi og nye løsninger må anerkjennes som egnet og ønsket av sentrale aktører for at ressurser skal mobiliseres, etterspørsel skapes og markeder etableres. Noen ganger er slike sentrale aktører uformelle, f.eks. en sentral fagperson i et brukermiljø, eller formelle i form av

¹³ Smith og Raven diskuterer nisjer i sammenheng med det de kaller «path-breaking innovations», men vi tolker resultatene av analysen til også å gjelde inkrementelle innovasjoner.

interesseorganisasjoner eller regelverk for godkjenning av en teknologi med tanke på sikkerhet eller andre aspekter.

Legitimitet oppstår ikke av seg selv, men etableres gjennom bevisste handlinger og strategier. Überbacher (2014) har gjort en litteraturstudie av hvordan nye foretak kan bygge legitimitet, og forslår fem distinkte kategorier: et institusjonelt perspektiv, et kulturelt entreprenørskapsperspektiv, et økologisk perspektiv, et omdømmeperspektiv og et perspektiv for sosiale bevegelser eller strømninger. Vi går ikke videre inn i en diskusjon av disse perspektivene her, men nevner de som eksempler på momenter som kan være nyttige i forståelsen og evalueringen av «legitimering» som funksjon i et TIS.

Ovenfor nevnte vi kort arbeidene til Aldersey-Williams mfl. (2020) som foreslår å utvide modellen med en ekstra funksjon, «demonstrere verdi». Som nevnt har vi valgt å inkludere denne funksjonen under «legitimering». Forfatterne foreslår at styrken i den nye funksjonen blant annet kan estimeres gjennom en matematisk utregning som har utgangspunkt i klassiske lønnsomhetsberegninger. I vår kontekst har vi ansett det tilstrekkelig at det kan føres argumenter for den nye teknologiens potensiale til å utkonkurrere eksisterende teknologi og for at lønnsomhet kan oppnås gjennom kostnadsbesparelser, effektivisering eller markedets størrelse. Med dette som bakgrunn inkluderer vi i evalueringen av funksjonen «legitimering» faktorer som handler om i hvilken grad den nye teknologiens potensial er uttrykt, kommunisert og akseptert av sentrale aktører.

6.2 Tolkning av caset

I de foregående avsnittene har vi diskutert syv funksjoner som er viktige for at et teknologisk innovasjonssystem skal fungere. I de neste avsnittene skal vi igjen ta for oss hver enkelt av funksjonene og diskutere caset vi studerer i lys av disse funksjonene.

6.2.1 Indikatorer og vurderingsskala

Vurderingen av hver av funksjonene er basert på indikatorer som er vist i tabellen nedenfor. Vi har for enkelte funksjoner også tatt med indikatorer som vi ikke har informasjon om for dette caset. De er allikevel tatt med fordi vi anser dem som relevante for andre case, noe som gjør overførbarheten av metoden bedre. Avgrensningen av fokus-systemet har betydning for vurderingen av funksjonene. I vår beskrivelse og vurdering av funksjonene har vi valgt å ta med forhold både innen systemet og i konteksten. Dette har vi gjort fordi også konteksten har stor betydning for funksjonsnivået.

Tabell 6.2 *Indikatorer for å vurdere funksjonsnivået i hver av funksjonene. Indikatorene er inspirert av Bergek mfl. (2008) og A. J. Wiczorek og Hekkert (Wiczorek og Hekkert 2012).*

Funksjon	Indikatorer
F1: Entreprenørskap og eksperimentering	Teknologiutvikling sivilt, teknologiutvikling militært, deltagelse fra aktører i vårt case i teknologiutviklingen, antall

	entreprenører og oppstartsbedrifter, antall leverandører (i og utenfor fokus-systemet), grad av eksperimentering, diversifisering i produkter og teknologier
F2: Kunnskapsutvikling	FoU-prosjekter sivilt og militært, investeringer i FoU hos bedrifter, demoer, patenter, publikasjoner, prototyper, utvikling, teknologisk modenhet, antallet professorater
F3: Kunnskapsspredning	Workshops, konferanser, nettverksaktiviteter
F4: Insentiver og drivende faktorer	Utsikter til vekst og lønnsomhet gjennom: Politiske strategier, handlingsplaner og utrykte visjoner, uttrykte forventninger til industri eller sektorer, teknologiske gjennombrudd, uttrykt behov hos ledende kunde(grupper), omtale og oppmerksomhet i media og samfunnet, kriser i eksisterende markeder/sektorer, økonomiske insentiver, reguleringer om minimumskrav, vekst i samme bransje eller domene i andre land, teknologi som blir utdatert skaper nye forretningsmuligheter
F5: Markedsdannelse	Antallet nisjemarkeder, gjennomgående finansiering av prosjekter, avgifts- og skatteregimer, nye standarder f.eks. miljøstandarder
F6: Ressursmobilisering	Menneskelig kapital: Utdanning, spesialiseringsprogrammer, tilgang på personell Finansiell kapital: Risikokapital, offentlige virkemidler, FoU-programmer, private investeringer Fysiske ressurser: Naturressurser, infrastruktur
F7: Legitimering	Antall og vekst i interessegrupper og lobbyaktiviteter, størrrelse på nettverk rundt teknologi, anerkjennelse fra brukere, FoU-miljøer, tillit fra tidligere gjennomførte trekantsamarbeid, godkjenningsinstitusjoner, utstillinger/messer, workshops, teknologiplattformer

Vi har valgt å vurdere hver funksjon på en ordinal skala: fraværende, svak, moderat, sterk. Dette er en forenkling av skalaen som Wiczczonek og Hekkert (2012) benytter.

Som bakgrunn for en vurdering av funksjonsnivået, har vi vurdert de relevante indikatorene i Tabell 6.2 både for fokus-systemet og tilhørende kontekst. I vår samlede vurdering av hver funksjon har vi lagt hovedvekt på forholdene innenfor fokus-systemet. Vurderingen har blitt justert dersom forhold i konteksten kunne ha en positiv betydning for hvordan innovasjonssystemet har fungert. Vi har ikke en presis definisjon av de ulike trinnene i skalaen, men har basert vår vurdering på omfanget av tiltak vi vurderer som nødvendig å innføre eller opprettholde for å ha et godt funksjonsnivå i fokus-systemet.

Det er viktig å merke seg at vi har gjort en vurdering av aktivitets- og funksjonsnivået i funksjonene til systemet og ikke kvaliteten i aktivitetene til aktørene.

Det er ikke nødvendigvis slik at en dårlig vurdering for én funksjon betyr at systemet som helhet fungerer dårlig. Heller ikke at én enkelt funksjon er sterk garanterer at systemet fungerer godt. Særlig vil funksjoner som vurderes som svake rette fokus på spesielle særtrekk ved systemet som det er viktig å ha en oppfatning om, enten systemet er designet slik med en hensikt, eller blitt slik av bestemte årsaker.

6.2.2 F1: Entreprenørskap og eksperimentering

Utviklingen av teknologier som danner grunnlaget for digitale kommunikasjonssystemer og for sikker overføring av tale i nettverk kan følges tilbake til midten av 1990-tallet, til starten på utviklingen av VoIP-systemer¹⁴. På starten av 2000-tallet ble VoIP-funksjonalitet bygget inn i svitsjer, programvare og annet kommunikasjonsutstyr, og allerede i 2003 ble 25% av alle telefonsamtaler overført ved bruk av VoIP-teknologi («The History of VoIP and Business Phone Systems» u.å.). Etter hvert ble det også videreutviklet teknologier for økt sikkerhet, og myndigheter og militære organisasjoner tok gradvis i bruk teknologien. Nettstedet «cybertelex.com» viser en tidslinje over viktige milepæler i utviklingen av VoIP fra 1964 og fremover («Cybertelex :: VoIP History» u.å.). Fra den oversikten er det tydelig at det har vært en høy grad av entreprenørskap og eksperimentering innen teknologi-domenet VoIP.

Det er vår forståelse at Thales tok del av denne teknologiutviklingen, og også bidro til en videreutvikling blant annet gjennom sitt samarbeid med FFI innen relaterte fagområder både i et direkte samarbeid og i NATO- og EU-regi. Denne videreutviklingen og adaptasjonen til militære anvendelser er det krevende for utenforstående å få innblikk i, men det er ingen tvil om at en stor grad av teknologisk videreutvikling har skjedd i og av Thales, spesielt knyttet til anvendelser innen VCS.

Markedet for militære VCS er uoversiktlig, men flere av leverandørene av sivilt rettet VCS oppgir også at de leverer til et militært marked. Thales er dermed ikke uten konkurrenter i det internasjonale markedet for militære VCS, men har en særstilling i Norge gjennom sin leveranse av det opprinnelige SISAM-systemet og som leverandør av VCS til NATO sitt ACCS (Air Command and Control System) fra begynnelsen av 2000-tallet og frem til i dag.

Vi har ikke oversikt over andre norske selskaper som kunne vært aktuelle som tilbydere av «oppgradering SISAM», og har heller ikke gjort en undersøkelse av antallet oppstartsbedrifter innen relevante teknologiområder fordi vi har vurdert små og nyetablerte selskaper som uaktuelle som leverandører innen et teknologiområde som er vurdert å være så viktig for norske sikkerhetsinteresser.

Vi kan se en stor grad av entreprenørskap og eksperimentering i fokus-systemets kontekst, særlig for teknologier knyttet til kommunikasjon av tale over nettverk. Det er vanskeligere å se slik grad av eksperimentering i fokus-systemet, for eksempel har FD kun fått én søknad innen

¹⁴ De grunnleggende metodene for koding av tale kan spores så lang tilbake som 1966. Et annet viktig årstall er 1974 da den første spesifikasjonen på *Transmission Control Protocol TCP* ble publisert. Samme år ble også *Network Voice Protocol* (NPV) beskrevet. (Gray 2005)

VCS-teknologi til vurdering. I hvilken grad ulike teknologiske løsninger har vært vurdert av Thales i forkant av søknaden kjenner vi ikke til.

6.2.2.1 *Evaluering*

På området «Entreprenørskap og eksperimentering» har vi vist at det er og har vært høy aktivitet internasjonalt innenfor tilgrensende teknologiområder som VoIP. En markedsanalyse nevner også en rekke leverandører av VCS-systemer («Voice Communication Control System Market Size | Report [2020-2027]» u.å.). Det er ukjent for oss om disse systemene kan skille flere sikkerhetsnivåer og om de er egnet for militære anvendelser, men etter vår vurdering kan erfaringer som gjøres i dette markedet brukes som en kilde til kunnskap som er relevant også i militære applikasjoner.

Den beskrevne internasjonale teknologiutviklingen er imidlertid aktivitet som involverer aktører vi har definert som en del av konteksten til fokus-systemet. Vi har vist at kunnskapsbasen og entreprenørskapet i konteksten er viktig for dette systemet fordi nye teknologier er utprøvd og modnet der. Vi har imidlertid ikke avdekket at Thales har aktivt samhandlet med aktører i konteksten annet enn de nevnte EU- og NATO-prosjektene hvor Thales har deltatt enten i egen regi eller i samarbeid med FFI.

Selv om mye av aktivitetene i konteksten også kommer fokus-systemet til gode er det ikke nok til at vi kan påstå at det er høy grad av «entreprenørskap» (målt f.eks. i antallet nye aktører, diversifisering, eksperimentering i markedet med ny teknologi) innen det relevante teknologiområdet i Norge.

Når vi bruker de vanlige parameterne for TIS-analyser for å vurdere graden av entreprenørskap som nevnt i tabellen ovenfor, vil en særstilling for en utvalgt nasjonal leverandør trekke i negativ retning. På den andre siden har vi sett at Thales Norway AS bygger på kunnskapene og erfaringene i et stort internasjonalt innovasjonssystem med høy grad av entreprenørskap. Vi kan også anta at Thales sin dype kjennskap til militære VCS-systemer generelt og behovene til Forsvaret spesielt ga en høy grad av treffsikkerhet i sin formulering av FoU-prosjektet.

Kort oppsummert er fokus-systemet preget av den særstillingen teknologiområdet VCS og leverandøren Thales har i det norske markedet. Dette bidrar iht. vanlige indikatorer for teknologiske innovasjonssystemer i negativ retning. På den annen side ser vi at det tette samarbeidet med FFI og Forsvaret over lang tid i noen grad bidrar til oppveie de negative effektene. Vi vurderer også at det høye graden av entreprenørskap og eksperimentering i tilgrensende teknologiområder internasjonalt bidrar positivt.

Vi vurderer funksjonen som **svak**.

6.2.3 **F2 og F3: Kunnskapsutvikling og -spredning**

Som nevnt ovenfor gir nettstedet «cyberte telecom.com» en kronologisk oversikt over viktige milepæler i utviklingen av VoIP-teknologien. I den oversikten finner vi både eksempler på

vitenskapelige publikasjoner og standarder. Referanselisten til Wikipedias side om VoIP («Voice over IP» 2021) viser også det samme. De vitenskapelige artiklene er både publisert av akademikere og av forskere i kommersielle organisasjoner.

Kunnskap om det mer generelle teknologiske fundamentet er også i stor grad spedt gjennom vitenskapelige artikler gjengitt i tidsskrifter og presentert på konferanser. Etter hvert som teknologi har blitt moden er også tekniske standarder publisert. Vi antar at NATO- og EU-prosjektene nevnt tidligere har bidratt til spredning av kunnskap.

I Norge er det flere universiteter og høyskoler som har en høy faglig standard og aktivitet innen nettverkskommunikasjon, sikker kommunikasjon og kryptering. Spesielt ble det i 2016 gjort en ekstra satsning gjennom etableringen av et senter ved Universitetet i Bergen som driver med forskning og utdanning for å øke kompetanse innen datasikkerhet i Norge.

Når det gjelder teknologisk kunnskapsutvikling direkte relatert til caset vi studerer er den mest sentrale aktiviteten gjennomføringen av FoU-prosjektet. Dette prosjektet bygget også på tidligere FoU-prosjekter sammen med FFI og i EU- og NATO-regi slik som nevnt tidligere. Spesialisert teknologisk kunnskap har Thales både utviklet selv og i samarbeid med FFI over tid. Dette har vært mulig fordi Thales har investert egne midler i FoU, men også fordi Thales' leveranse av det opprinnelige SISAM-systemet i Norge og NATO hadde gitt svært verdifull kunnskap om militære VCS-systemer i praksis og hvilke behov brukerne hadde. Etablering av kunnskap om brukernes behov og krav var også en sentral del av målsettingen for FoU-prosjektet «Flernivå sikker tale».

6.2.3.1 *Evaluering*

Kunnskapsutviklingen og -spredningen innen sivile teknologiområder som transmisjon av tale i nettverk og sikker nettverkskommunikasjon har vært omfattende. Siden markedet for VCS for både sivile og militære applikasjoner delvis er underlagt nasjonale sikkerhetsmessige hensyn, slik som tilfellet er i Norge, er det ikke fri informasjonsutveksling, og det trekker evalueringen noe ned. På den annen side vurderer vi den sterke koblingen mellom sivile og militære anvendelser og koblingen til andre teknologiområder som viktig. Samarbeidet mellom Thales og FFI både direkte og i prosjekter i regi av NATO- og EU-fora har også vært viktig for at relevant informasjon om teknologisk utvikling og potensielle brukeres behov har tilkommet Thales. Dette har også bidratt til at Thales kan hevde seg i internasjonal konkurranse.

Oppsummert kan vi si at Thales hadde god kjennskap til teknologibasen og hvordan omsette den i produkter. De hadde også kjennskap til Forsvarets nåværende og fremtidige behov. Nødvendig spesialkunnskap ble utviklet i FoU-prosjektet. Alle disse faktorene bidrar til en positiv vurdering av funksjonene «kunnskapsutvikling og -spredning», mens beskyttelse av nasjonale interesser hindrer (i et innovasjonsperspektiv) ideell utveskling av informasjon både mellom landene og nasjonalt.

Funksjonene **kunnskapsutvikling og -spredning** vurderer vi samlet som **moderat**.

6.2.4 F4: Insentiver og motiverende faktorer

For at et teknologisk innovasjonssystem skal fungere må flere selskaper og andre organisasjoner velge å bli en del av det (Bergek mfl. 2008, 415). For at det skal skje må det finnes tilstrekkelige insentiver eller press for at organisasjoner skal velge dette.

Ser vi på teknologiområdet er det klart at utviklingen av markedet for VoIP var drevet av teknologiske gjennombrudd og etterfølgende aksept for teknologi hos nye brukere. Som vi har beskrevet fikk sikker VoIP også etter hvert anvendelse både i store sivile og militære organisasjoner («Voice over IP» 2021). Denne utviklingen var et resultat av at en positiv spiral: Tekniske gjennombrudd ga muligheter for et marked. Et voksende marked trakk til seg et økende antall leverandører. Etter hvert som teknologien og produktene fikk større anvendelse og dermed legitimitet ble den tatt i bruk i enda større grad. Krav til sikker kommunikasjon hos krevende brukergrupper i sivil og militær sektor førte til utvikling av teknologier for sikker transmisjon av tale basert på VoIP-teknologi.

For VCS-systemer var også utviklingen av teknologi for sikker kommunikasjon og digitale radioer avgjørende.

For det konkrete caset vi studerer oppga respondentene at Thales så en mulighet for å bruke ny teknologi til å oppdatere eksisterende SISAM-systemer. De så også en mulighet for at den nye teknologien kunne få anvendelse i nye bruksområder og hos nye kunder. Vår oppfatning er at utsiktene til lønnsomhet og vekst på bakgrunn av de ovenstående forholdene var vesentlige for at Thales gikk inn i dette «systemet».

Respondentene fra Thales oppga i samtaler at selskapet på forhånd hadde kjennskap til Forsvarets behov, og vi oppfatter det slik at ledende kundegrupper på et tidlig stadium bekreftet eller ytret et behov for nye løsninger innen sikker kommunikasjon generelt og flernivå tale spesielt. Så vidt vi kjenner til ble dette behovet imidlertid ikke gjort allment kjent. Det fantes heller ingen finansielle programmer eller insentiver fra myndighetenes side direkte innrettet mot å tiltrekke tilbydere av aktuelle produkter og tekniske løsninger for VCS. Initiativet til FoU-prosjektet kom fra Thales og ikke som en åpen utlysning i markedet eller til utvalgte tilbydere. Selv om FoU-prosjektet endte opp med å få finansiering, var dette fra midler som ikke var øremerket noe særskilt teknologiområde.

I etterkant av FoU-prosjektet, ble prosjektet tatt inn i sektorenes materiellanskaffelsesprosess (se Figur 4.2), og en utviklingskontrakt ble etter hvert inngått med Thales Norway AS som en direkteanskaffelse. Prosjektet ble unntatt offentlig anbudskonkurranse iht. EØS-avtalens artikkel 123 med henvisning til nasjonale sikkerhetsinteresser («Kontrakt om viktig oppgradering av luftromskontroll i Norge» u.å.). Det godkjente prosjektet hadde først en industrialiseringsfase hvor teknologien fra FoU-prosjektet skulle videreutvikles til et ferdig produkt, og deretter en leveransefase hvor produktene skulle inn i operativ drift.

Beslutningen om at EØS artikkel 123 kom til anvendelse ble tatt av FD, som er den som har beslutningsmyndighet knyttet til denne bestemmelsen, jf. anskaffelsesregelverk for

forsvarssektoren. Et slikt valg baseres blant annet på vurdering av anskaffelsens betydning for vesentlige nasjonale sikkerhetsinteresser. I et TIS-perspektiv vil en direkteanskaffelse kunne virke hemmende på funksjonen «Insentiver og drivende faktorer» fordi andre potensielle tilbydere ikke vil vurdere markedet som attraktivt.

6.2.4.1 Evaluering

I det store bildet er den sterkeste drivende faktoren for teknologiutviklingen på dette feltet utsikten til store markeder for selskapene som kunne kapitalisere på overgangen fra analog til digital transmisjon av tale. Vi har tidligere nevnt FoU-initiativer i både EU og NATO som var rettet mot systemer for kommunikasjon i og mellom ulike domener (sivilt/militært) og innen sikkerhetsnivåer. Dette gir tydelige signaler til entreprenører om at det er et markedspotensial under utvikling.

Innen dette området hadde Thales i tillegg kunnskap om et fremtidig behov i Forsvaret. Denne teknologien er innenfor de prioriterte teknologiske kompetanseområdene hvor myndighetene vektlegger at det skal opprettholdes nasjonal forsvarsindustriell kompetanse. Dette tilsier at det ikke ble vurdert som aktuelt med internasjonal konkurranse i prosjektet.

Det var altså store utsikter til vekst og lønnsomhet, samtidig som det var en politisk strategi om å opprettholde en langsiktig kompetanseutvikling nasjonalt, og følgelig manglende insentiver for nye leverandører. Thales hadde et sterkt insentiv gjennom sin kjennskap til fornyelsesbehovet i Forsvaret. Vi vurderer funksjonen «insentiver og drivende faktorer» som **svak**.

6.2.5 F5: Markedsdannelse

For at tilbydere skal finne et marked attraktivt må enten et marked allerede eksistere eller det må være utsikter til fremtidige salg, dvs. at et marked vil utvikles over tid. For å vurdere hvordan et teknologisk innovasjonssystem fungerer er det derfor viktig å forstå dannelsen og utviklingen av et marked.

For et innovasjonssystem som er under fremvekst er det ikke sikkert at et marked eksisterer, eller det kan være underutviklet eller svært lite. I en tidlig fase er det viktig at det finnes risikovillige kjøpere slik at det skapes et rom for læring og eksperimentering. Dersom eksperimenteringen er tilstrekkelig vellykket vil flere kunder være villige til å ta risiko og markedet kan vokse. Et slikt voksende, men fortsatt lite marked, kan så skape bro over til et mer modent marked der tilfanget av både tilbydere og kunder er større (Moore og McKenna 1999).

I caset vi undersøkte eksisterte det et potensielt marked for Thales i og med at de tidligere leverte SISAM-systemene trengte oppgradering. Fremvekst og modning av ny teknologi og etablering av nye standarder for tekniske løsninger har derfor vært en viktig faktor i markedsdannelsen.

Selv om kontrakten som ble inngått i etterkant av FoU-prosjektet var relativt stor i norsk sammenheng, utgjorde den ikke et marked som var stort nok til å understøtte kontinuerlig drift hos leverandøren over en lengre tidsperiode. Respondentene i Thales fortalte at Thales hadde håpet at den første kontrakten skulle være mer omfattende, men at de jobbet mot andre konkrete kontrakter i Forsvaret.

Varigheten av hele prosjektløpet fra FoU-søknad til estimert leveranse har tatt ca. 7 år regnet fra søknad om FoU-støtte i 2016 til ferdig leveranse ultimo 2023.

Thales og andre (Dalløkken 2019) fremhever viktigheten av et hjemmemarked selv om det er relativt lite. Respondentene fra Thales fortalte at det at SISAM-systemet var solgt og hadde gode resultater i Norge var én viktig faktor for at Thales kunne etablere seg som en hovedleverandør til NATO, i tillegg til at Thales Norway hadde utviklet en løsning for tonivå sikkerhet som ingen andre kunne tilby. På denne måten kan det norske markedet i en tidlig fase fungere både som et marked som gir muligheter til å prøve ut nye produkter («utviklende marked») og i en senere fase som et marked som bygger bro til større internasjonale markeder («vekstmarked»).

6.2.5.1 Evaluering

For funksjonen «Markedsdannelse» ser vi at det norske markedet for VCS, selv med sin begrensede størrelse, har en viktig rolle gjennom å fungere som en bro til et større og modnere internasjonalt marked. Sett fra leverandørens perspektiv er det kanskje meningsfylt å betrakte det norske markedet som en slags pilotkunde eller «early adopters» (Moore og McKenna 1999). Sett i denne sammenhengen kan vi gi fokus-systemet høy score på dette funksjonsområdet.

Et marked med kun én enkelt kunde er spesielt krevende for leverandører fordi det er vanskelig å ha mange salgsprosesser i ulike faser i gang samtidig. Dette gjør inntektsstrømmen både svært usikker og ujevnt fordelt i tid. Dette omtalte respondentene i Thales som utfordrende. Vi kan i vår sammenheng betrakte dette som en svakhet ved funksjonen «markedsdannelse».

Samtidig har vi argumentert for at det norske markedet er en del av et større marked både for sivile og militære VCS-systemer. Både norske myndigheter og myndigheter i flere andre land vurderer VCS-systemer som så kritiske for både sivil og militær luftkontroll at de velger leverandør helt eller delvis ut fra nasjonale hensyn. Markedet er derfor ikke helt fritt og åpent. På den andre siden er dette et bevisst politisk valg og vi kan hevde at markedet i så måte fungerer etter hensikten.

Teknologiområdet «flernivå sikker tale» har anvendelser også utenfor luftkontroll, som er hovedanvendelsen for «SISAM». Så vidt vi kjenner til har Thales så langt bare blitt tildelt kontrakt på «Oppgradering SISAM». Det er med andre ord et potensial for ytterligere kontrakter i andre nisjemarkeder militært og sivilt.

Vi vurderer derfor funksjonen «markedsdannelse» som **moderat**. Denne vurderingen er basert på at det tross størrelsen finnes et nasjonalt marked for VCS, og at historien har vist at det er et marked i NATO, tross betydelige nasjonale interesser som begrenser et fritt marked.

6.2.6 F6: Ressursmobilisering

For at et teknologisk innovasjonssystem skal være eller utvikles til å bli velfungerende må det være tilgang på relevante ressurser. Relevante ressurser kan være tilgjengelig arbeidskraft og menneskelig kapital, kunnskap, infrastruktur eller tilgang på kapital. Siden teknologiområdet vi studerer i hovedsak er spesialisert programvare som anvendes på standard tilgjengelig maskinvare er ikke tilgangen til fysiske ressurser og infrastruktur vurdert som viktig.

Respondentene i Thales oppga at den finansielle støtten som ble gjort tilgjengelig gjennom prosjektstøtten fra FD var avgjørende for gjennomføringen av prosjektet. Respondentene fortalte at Thales kunne hatt kapital og nødvendig kunnskap til å gjennomføre prosjektet på egenhånd, men uten FDs FoU-støtte ville den totale risikoen i prosjektet ville ha vært slik at Thales hadde valgt å bruke ressursene på andre områder.

Gjennom finansieringen fra FD kunne også FFI gjøre tilgjengelig personell med riktig kompetanse og nettverk i Forsvaret. Dette er som tidligere nevnt fremhevet av respondentene fra Thales som en suksessfaktor for prosjektet. Videre ga prosjektilsagnet nødvendig legitimitet til prosjektet til at FFI og Thales kunne trekke på sentrale brukermiljøer i Forsvaret. Vi diskuterer legitimitet videre nedenfor.

Utviklingen av produkter innen «flernivå sikker tale» bygger på avansert teknologi. Det er viktig for opprettholdelsen av en evne til å levere at Thales og andre aktører kan rekruttere medarbeidere med riktig kompetanse. I 2016 ble det derfor etablert et senter ved Universitetet i Bergen som skal drive med forskning og utdanning for å øke kompetanse innen datasikkerhet i Norge. Senteret, som er et samarbeid mellom UiB og Simula, har som en målsetting å utdanne kryptologer som kan sikkerhetsklares («Skal gi Norge flere kryptologer» 2019). Senteret er med på å sikre at den nødvendige kompetansen er tilgjengelig nasjonalt, og er en viktig rekrutteringsarena for Thales, FFI og andre aktører i forsvarssektoren.

6.2.6.1 Evaluering

Når vi skal vurdere funksjonen «Ressursmobilisering», er det nyttig å se på situasjonen både i et internasjonalt og et nasjonalt perspektiv. I det internasjonale perspektivet har vi vist at det har vært en moderat til høy grad av entreprenørskap, kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling og at det er etablert et betydelig marked for VCS. Dette er tegn på at det har vært en høy grad av ressursmobilisering både innen forskning og utviklingen og fra eiere og investorer. Informantene fra Thales har i samtaler pekt på utfordringen med finansiering, spesielt i overgangen mellom FoU-prosjekt og anskaffelse, men dette ser vi på som et spørsmål om tilrettelegging av en prosess mer enn en utfordring knyttet til tilgangen på ressurser.

Nasjonalt ser vi at det har blitt avsatt ressurser til hele forløpet fra tidlig FoU til anskaffelse av systemer. Vi har også vist at problemstillingene rundt tilfanget av fagmiljøer og arbeidstagere med kompetanse innen kryptografi for militære anvendelser har blitt adressert gjennom etablering av et forsknings- og utviklingscenter.

Vi vurderer funksjonen «**Ressursmobilisering**» som **sterk**.

6.2.7 F7: Legitimering

Legitimering er i denne sammenheng knyttet til aksept, og at teknologien er samsvar med relevante institusjoner (se avsnitt 5.1.2). Ny teknologi og nye løsninger må anerkjennes av sentrale aktører for at ressurser skal mobiliseres, etterspørsel skapes og markeder etableres. Noen ganger er slike sentrale aktører uformelle, f.eks. en sentral fagperson i et brukermiljø, eller formelle i form av regelverk for godkjenning av en teknologi med tanke på sikkerhet eller andre aspekter. Andre arenaer som bidrar til legitimering gjennom synliggjøring av teknologiske muligheter, kunders behov og myndigheters strategier er utstillinger, messer eller workshops. Også interessegrupper kan drive lobbyvirksomhet for å etablere legitimitet for et teknologiområde.

Som tidligere nevnt hadde Thales en lang forhistorie som leverandør til forsvarskunder i Norge og i NATO. Da FD godkjente FoU-søknaden ga dette legitimitet til prosjektet og til Thales som leverandør. FFIs bidrag til prosjektet ga også ifølge respondentene ytterligere legitimitet til prosjektet.

Thales hadde på forhånd forankret FoU-prosjektet hos brukergrupper i Forsvaret. I søknaden om støtte til FoU-prosjektet viser Thales også til teknologisk utvikling innen VoIP, Air Control Systems (ACS) mfl. og til mange tidligere meritter som leverandør til forsvarskunder nasjonalt og i NATO.

Respondentene forteller også at Thales i forbindelse med utarbeidelse av søknaden søkte råd hos NSM for å sjekke ut om det kunne ligge formelle hindringer i veien for en senere sertifisering av produktene som var planlagt. Det er her viktig å presisere at NSM på ingen måte er hevdet å ha gitt forhåndsgodkjenning, men det gir god mening at Thales undersøkte hvorvidt NSM kunne ha betenkeligheter med den underliggende teknologien som ble valgt for prosjektet. NSM var også deltager i styringsgruppen, og hadde således mulighet til å gi innspill underveis.

6.2.7.1 Evaluering

I et overordnet perspektiv har etableringen av standarder for VoIP-teknologi og andre relaterte teknologier i sivil sektor vært avgjørende for legitimering av teknologien i «air traffic management» (ATM) og VCS. Thales har, både nasjonalt og internasjonalt, høy anseelse som leverandør av VCS-systemer til Norge og NATO blant annet gjennom leveranse av første generasjon SISAM.

Innvilgelsen av søknaden om FoU-midler til utvikling av neste generasjon teknologi ga, etter vår vurdering, ytterligere legitimitet til både valg av teknologisk fundament og til Thales Norway som leverandør. Vi kan også anta at allierte nasjoner og kanskje spesielt de som hadde anskaffet SISAM-systemet på tidlig 2000-tallet også ser til Norge på dette feltet, og at Norges oppgradering av SISAM gir en signaleffekt eller legitimitet til teknologien og leverandøren ovenfor andre potensielle kunder. Salg på hjemmemarkedet er generelt et sterkt signal til andre kunder/nasjoner, og er noe som andre norske forsvarsleverandører også peker på som viktig.

Teknologisk modenhet på underliggende teknologiske områder i sivil sektor har bidratt til legitimering av et teknologisk skifte innen VCS også til militære anvendelser. I tillegg veier Thales sin historie som en suksessrik leverandør til forsvarskunder sterkt. Fra myndighetenes side bidrar de første kontraktene i Norge, etter vårt syn, også til en legitimering både av Thales som leverandør og av det teknologiske fundamentet som Thales sin løsning bygger på.

Vi vurderer derfor funksjonen «**legitimering**» som **sterk**.

7 Trinn 4: Evaluering av funksjonaliteten og etablering av prosessmål

7.1 Teori og metode

I de foregående avsnittene har vi diskutert de syv funksjonene i et innovasjonssystem, og forsøkt å belyse caset ved hjelp av disse. Vi har dermed etablert en beskrivelse av hvordan fokus-systemet fungerer med utgangspunkt i de syv funksjonene, og gitt en vurdering av funksjonsnivået til hver av innovasjonsfunksjonene.

I dette trinnet av prosessen er oppgaven iht. rammeverket å vurdere det oppnådde funksjonsnivået, og å beskrive mål for hvordan funksjonsmønsteret til TIS bør utvikles for å nå en høyere grad av funksjon (f.eks. «øke graden av eksperimentering» eller «øke kunnskapsbasen»). Forfatterne bak rammeverket kaller dette prosessmål¹⁵.

Tidligere litteratur som har undersøkt hvordan innovasjonssystemer¹⁶ fungerer har ofte studert svakheter i de strukturelle komponentene, men uten å se til hvilke effekter disse har for selve innovasjonsprosessen. Et fokus på de syv funksjonene i et TIS er et bidrag til å systematisere en analyse, og gir mulighet til å se på relasjonene mellom aktører og de prosesser som er viktige for funksjonen til det totale systemet. Dette kommer vi også nærmere tilbake til i trinn fem.

¹⁵ Engelsk: process goals

¹⁶ Her menes innovasjonssystemer generelt, ikke TIS eller andre spesifikke modeller

Bergek mfl. (2008) presiserer at det å ha en forståelse av funksjonsmønsteret i et TIS ikke er nok til å fortelle om det fungerer godt eller dårlig. Det at en funksjon karakteriseres som svak eller dårlig fungerende behøver ikke alltid å utgjøre et problem. På samme måte er heller ikke én sterk funksjon nødvendigvis viktig for det totale funksjonsnivået til innovasjonssystemet. De hevder videre at man for å vurdere ikke hvordan, men hvor godt et TIS fungerer må evaluere funksjonsmønsteret i forhold til noe, dvs. relativt. Konkret foreslår de at man må ta i betraktning TIS sitt utviklingsnivå og sammenligne med andre TIS for å gjøre en god vurdering av funksjonsnivået.

Angående utviklingsnivå så er det åpenbart at f.eks. funksjonen «markedsdannelse» må vurderes ut fra hvor i utviklingen et TIS er. Lignende argumenter kan også føres for de andre funksjonene siden det er naturlig at det samlede aktivitetsnivået vil være lavere i tidlig fase enn i en vekstfase. Når det gjelder sammenligning av flere TIS så viser forfatterne (Bergek mfl. 2008) til egne og andres studier hvor dette er gjort. Andre forskere, på den annen side, er mer tvilende til om dette er en hensiktsmessig metode fordi ulike TIS, på tross av å være globale, ofte har sterke lokale særpreg (Wieczorek og Hekkert 2012). De foreslår en alternativ metode hvor man heller ser på de ulike strukturelementene og deres evne og kapasitet til å stimulere innovasjon.

Disse forslagene er viktige skritt i riktig retning, men peker samtidig på sentrale utfordringer for analytikere og beslutningstagere som skal vurdere funksjonsevnen til innovasjonssystemer og forelå og iverksette tiltak. Her må det både mer forskning til, men også anvendelse av rammeverket i praksis for å opparbeide mer erfaring.

Når funksjonsnivået til fokus-systemet er evaluert, er neste steg å definere prosessmål. I det etterfølgende trinnet, trinn fem, er oppgaven så å identifisere de mekanismene som både fremmer og hindrer at disse målene kan nås.

7.2 Tolking av caset.

Ovenfor har vi sett på hver funksjon for seg og gitt en tentativ evaluering av hver funksjon, og tabellen nedenfor oppsummerer vurderingene vi gjorde i trinn tre.

Tabell 7.1 Oppsummering av vurderingene av hver enkelt innovasjonsfunksjon

Funksjon	Evaluering	Bakgrunn for vurdering
F1: Entreprenørskap og eksperimentering	Svak	Få tilbydere, få kunder, få anskaffelsesprosjekter, få startups.
F2 og F3: Kunnskapsutvikling og Kunnskapsspredning	Moderat	Sterke FoU-miljøer i FFI og ved universitetene. Sterk faglig kompetanse i Thales. Sterk kunnskapsutvikling i relaterte teknologier internasjonalt.
		Omfattende aktivitet innen relaterte teknologiområder nasjonalt internasjonalt. Lite spredning av kunnskap om brukernes behov og anvendelse i militær systemer pga. nasjonale sikkerhetshensyn.

F4: Incentiver og drivende faktorer	Svak	Ingen aktive incentiver fra myndighetenes side eller åpent uttrykte handlingsplaner for teknologiområdet som tiltrekker flere aktører. Teknologiområdet oppfattes som lukket med begrunnelse i nasjonale sikkerhetshensyn.
F5: Markedsdannelse	Moderat	Lite norsk marked med én sterk leverandør. Høye inngangsbarrierer. Lenge mellom hver anskaffelse. Lange anskaffelsesprosesser. Stort internasjonalt markedspotensial, men delvis preget av proteksjonisme.
F6: Ressursmobilisering	Sterk	Eksisterende utdanningsprogrammer, ressurser allokert til norsk, nasjonalt kompetansesenter. Finansiering av FoU-prosjekter.
F7: Legitimering	Sterk	Høy grad av teknologisk modenhet. Etablerte internasjonale standarder. Teknologien pekt på som viktig for nasjonal sikkerhet. Thales har stor troverdighet som leverandør.

Her vil vi imidlertid se hele fokus-systemet samlet, og forsøke å definere noen prosessmål, dvs. målsettinger for en videreutvikling eller vedlikehold av fokus-systemet. Fastsetting av prosessmålene bør sees i sammenheng med beslutningstageres målsetting eller ambisjonsnivå for det aktuelle teknologiområdet, og siden VCS faller inn under et av de teknologiske kompetanseområdene (TKO) kan dette være et utgangspunkt. TKOene representerer de prioriterte områdene der Norge ser behovet for å opprettholde en forsvarsindustriell evne. TKO har stor innvirkning på anskaffelsespraksis, og grunnlaget for samarbeidet mellom industrien og Forsvaret.

FFI ga i 2020 ut to rapporter (Feet og Sendstad 2020; Sendstad og Feet 2020; i Bjørk mfl. 2020) som med anbefaling om ambisjonsnivåer for de teknologiske kompetanseområdene. Hensikten var å styrke argumentasjonen for bruk av unntaksbestemmelser i anskaffelsesdirektivet, og bidra til bedre styring og utvikling av en norsk teknologi- og industribase (Bjørk mfl. 2020, 37). Siden «Oppgradering SISAM» ble anskaffet gjennom en rettet anskaffelse og med hjemmel i EØS 123 vil vi anta at teknologiområdet VCS er av høy prioritet for norske myndigheter.

Innen konteksten av teknologiske innovasjonssystemer bør da myndighetene ha et bevisst forhold til hvordan dette systemet skal vedlikeholdes og utvikles. Spesielt bør det rettes fokus mot forhold hvor myndighetenes politikk eller andre spesielle nasjonale forhold påvirker en fri utvikling og utfoldelse av innovasjonssystemet.

I det konkrete tilfellet VCS til militære formål i Norge, hvor det i praksis er én leverandør, har myndighetene et særskilt ansvar for å bidra til å opprettholde og videreutvikle leverandørens kompetanse og evne til å levere over tid fordi området er av nasjonal viktighet.

Fokus-systemet er altså innrettet med en på en bestemt måte og av en årsak, og kan hevdes i stor grad å fungere etter myndighetenes hensikt. Dette er et eksempel på at vurderinger av innovasjonsfunksjonene enkeltvis ikke nødvendigvis beskriver innovasjonssystemet som helhet.

Selv om enkelte av funksjonene er vurdert som svake, betyr ikke det at fokus-systemet ikke er godt fungerende.

Myndighetene bør allikevel ha oppmerksomhet på hvordan fokus-systemet utvikler seg. Det kan for eksempel være ønskelig å øke graden av entreprenørskap og eksperimentering for å kunne følge med på og eventuelt nyttiggjøre teknologiske fremskritt underveis i levetiden til et system. For å oppnå dette må det sikres kunnskapsutvikling og -spredning for å ta nytte av utvikling innen berørte teknologiområder og sikre rekrutteringsgrunnlag både til forskning og utvikling.

Leverandøren har heller ikke nødvendigvis langsiktige forpliktelser til å forbli i eller opprettholde en kapasitet i det aktuelle teknologiområdet. Med andre ord er fortsatt innovasjonsfunksjonene «Insentiver og drivende faktorer» og «Markedsdannelse» relevante for å gi leverandøren insentiver for å bli værende i markedet.

Oppsummert er det relevant for beslutningstagere å definere prosessmål for fokus-systemet og tabellen nedenfor gir noen forslag.

Tabell 7.2 Forslag til prosessmål for fokus-systemet

Funksjon	Evaluering	Prosessmål
F1: Entreprenørskap og eksperimentering	Svak	Stimulere til økt grad av entreprenørskap og eksperimentering for å sikre Forsvaret inkrementell avtapping av teknologiske fremskritt og endringer i behov.
F2 og F3: Kunnskapsutvikling og Kunnskapsspredning	Moderat	Vedlikeholde nåværende funksjonsnivå.
F4: Insentiver og drivende faktorer	Svak	Vurderingen skyldes at det er utpekt én nasjonal leverandør. Ingen målsetting å insentivere andre aktører for å øke tilfanget av leverandører. Opprettholde leverandørens insentiver for å forbli i nisjen.
F5: Markedsdannelse	Moderat	Opprettholde et tilstrekkelig marked.
F6: Ressursmobilisering	Sterk	Ingen konkrete prosessmål.
F7: Legitimering	Sterk	Ingen konkrete prosessmål.

8 Trinn 5: Identifisere stimulerende og blokkerende mekanismer

8.1 Teori og metode

Det er mange faktorer og forhold som kan påvirke funksjonsnivået til TIS i både positiv og negativ retning. Vi kan kalle det stimulerende og blokkerende mekanismer¹⁷. Det eksisterer også en rekke faktorer og forhold som er interne til hver aktør som påvirker hvordan idéer oppstår og hemmes eller drives frem til innovasjoner, men slike prosesser og mekanismer er ikke fokus i rammeverket for analyser av teknologiske innovasjonssystemer.

Innen TIS-domenet studeres mekanismer som enten kan være interne til systemet vi studerer, eller de kan være en del av systemets ytre rammebetingelser, slik vi har diskutert i forbindelse med avgrensning av fokus-systemet. I begge tilfeller er det viktig å forstå disse faktorene og deres innvirkning på systemet både i et akademisk perspektiv, men ikke minst sett fra myndighetenes side. Dette skriver også Bergek mfl. (2008) er noe av motivasjonen for rammeverket. I artikkelen nevner forfatterne eksempler på blokkerende mekanismer, slik som:

- Forkjemperne for ny teknologi er for svake til å bidra til legitimeringsprosessen
- Utilstrekkelige evne eller kapasitet hos potensielle brukere til å artikulere et behov
- Svake eller manglende nettverk kan lede til dårlig kommunikasjon mellom aktørene
- For sterke nettverk kan lede til såkalt lock-in, eller påvirke aktører til å søke vekk fra et TIS i utvikling
- Manglende standarder
- Lite eller ikke-eksisterende marked

Eksempler på stimulerende mekanismer kan være:

- Bedriftenes tro på vekstpotensial
- Målrettede offentlige virkemidler som støtte til spesifikke FoU-områder

8.2 Talking av caset

I et overordnet perspektiv ser vi det norske militære markedet for VCS som en geografisk avgrenset del av et større internasjonalt marked for militære VCS, med NATO og de enkelte medlemslandene som det mest relevante. Dette markedet er påvirket av hensynet til nasjonale sikkerhetsinteresser, og er på den måten typisk for militære markeder som ofte er lukkede og proteksjonistiske. Det militære markedet kan i sin tur betraktes som en spesialisering av et større marked som inkluderer systemer for kontroll av både sivil og militær luftfart.

¹⁷ Oversatt fra engelsk: Inducement and blocking mechanisms

Teknologisk har vi vist at VCS-domenet er et eksempel på et marked hvor teknologi og kompetanse fra sivilt forbrukermarked kommer til anvendelse i mer spesialiserte sektorer, som sivil og militær luftkontroll, gjennom spesialtilpassing og videreutvikling.

I en undersøkelse av stimulerende og blokkerende mekanismer for fokus-systemet er det naturlig å trekke inn overnasjonale organisasjoner og strukturer som NATO og EU eller internasjonale organer for regulering av lufttrafikk. I vår kontekst nøyer vi oss imidlertid med å se på noen mekanismer som er relatert til norske, nasjonale forhold. Vi tar da som utgangspunkt et ståsted hvor vi kan si at forsvarssektoren tapper av blant annet relevant kompetanse og teknologi fra andre TIS for best mulig videreutvikling og anvendelse nasjonalt. Disse assosierte TIS er da betraktet som en del av konteksten til fokus-systemet.

Det viktigste særtrekket ved fokus-systemet er at markedet for militært VCS er knyttet til nasjonale interesser. Det er derfor ikke et åpent marked, og dette vil være en blokkerende mekanisme for flere av funksjonene i et TIS. For eksempel vil redusert adgang eller høye inngangsbarrierer virke avskrekkende på selskaper som vurderer å gå inn i markedet. Når selskaper ikke finner et marked attraktivt vil det i sin tur kunne påvirke hvordan ny kunnskap dannes eller hvordan kunnskap fra andre områder kan komme til anvendelse f.eks. innenfor VCS.

En annen blokkerende mekanisme som er knyttet til markedets særtrekk er at antallet nasjonale kunder er meget begrenset og at antallet VCS-anskaffelser derfor er lite og at det er lang tid mellom hver anskaffelse. Når en kunde eller nasjon har anskaffet VCS er dermed markedet nærmest lukket for andre teknologiske løsninger og tilbydere i lang tid fremover.

Videre er det en utfordring med etablering og spredning av kunnskap og kompetanse på et felt som er viktig for nasjonal sikkerhet. Det gir begrensinger både på tilfanget av FoU-miljøer, forskere og medarbeidere siden det sannsynligvis ikke er mulig å rekruttere utviklere, forskere og PhD-studenter fra land Norge ikke har sikkerhetssamarbeid med.

Ovenfor har vi diskutert den mulige negative effekten lukkede, proteksjonistiske teknologiområder eller markeder kan ha på funksjonen til et TIS og dermed på den samlede innovasjonsevnen eller -kraften innenfor et domene. Lysell og Sandvik (2021) belyser hvilke utfordringer en tradisjonelt lukket sektor står ovenfor i et skifte i retning av mer åpne innovasjonsprosesser.

Åpen innovasjon har fått stor oppmerksomhet i forskningslitteraturen det siste tiåret og Felin og Zenger (2014) diskuterer i en artikkel fordeler og ulemper ved åpen og lukket innovasjon. I artikkelen foreslår forfatterne en metodikk som kan hjelpe ledere og beslutningstakere med å ta riktige valg mht. åpne eller lukkede innovasjonsprosesser. Dette er ikke et tema vi skal forfølge her, men vi vil allikevel peke på at lukkede innovasjonsprosesser også kan være effektive.

Et eksempel på dette i militær sammenheng er utviklingsavdelingen til Lockheed Corporation, «Skunk Works», som under og etter andre verdenskrig utviklet flere fly i autonome og hemmelige (dvs. lukkede) prosjekter. Et mer moderne eksempel er Apples utvikling av iPhone

som også skjedde i stor hemmelighet. Felles for eksemplene er at begge organisasjonene hadde dyp kjennskap til den teknologiske basen kombinert med stor innsikt i og forståelse for brukernes krav og behov. I caset vi studerer, Thales' utvikling av VCS for militær flernivå tale, hadde Thales både den nødvendige teknologiske kompetansen og tett kontakt med brukergrupper i Forsvaret. Det kan derfor også argumenteres for at beskyttelse av et teknologiområde eller en spesiell aktør også kan ha positiv effekt på innovasjonsprosesser.

I caset vi studerer har identifisert følgende blokkerende og stimulerende mekanismer:

Tabell 8.1 Identifiserte blokkerende og stimulerende mekanismer

Blokkerende mekanismer	Stimulerende mekanismer
Lite eller ikke-eksisterende marked	Sterk kobling til FFI som et relevant FoU-miljø
Lang tid mellom hver anskaffelse	Langsiktige relasjoner gir tillit mellom partene
Få prosjekter	Tillit fremmer åpenhet og kreativitet
Marked beskyttet av nasjonale sikkerhetshensyn <ul style="list-style-type: none"> • Få aktører • Begrenset tilgang til sikkerhetsklarerte studenter og forskere 	Beskyttet marked kan gi rom for eksperimentering <ul style="list-style-type: none"> • Mulighet for sterk kobling til brukerne (brukerne er en knapphetsressurs i dette markedet)

9 Trinn 6: Sentrale systemiske temaer

9.1 Teori og metode

I sjette og siste trinn i metoden kobles analysen i fjerde og femte trinn i rammeverket, hvor temaene var hhv. definisjon av prosessmål og identifisering av blokkerende og stimulerende faktorer, med identifisering av viktige politiske spørsmål og temaer. Med systemiske mener vi i denne sammenhengen temaer som angår beslutningstagere som har påvirkning på innretningen og funksjonen til systemet. Målsettingen er å identifisere tiltak og virkemidler som bidrar til å svekke de blokkerende mekanismene og styrke de stimulerende. Sammenhengen mellom et TIS og politikknivået er også illustrert i Figur 4.1 side 32.

Begge rammeverkene vi har henvist til i de foregående avsnittene¹⁸ har hatt som målsetting å bidra til å koble analyser av innovasjonssystemer til konkrete tiltak som myndigheter og andre

¹⁸ Rammeverket til Bergeck mfl. som vi følger i denne rapporten og rammeverket til Wiczorek mfl.

beslutningstakere kan bruke til påvirke utviklingen av et innovasjonssystem i ønsket retning¹⁹. Dette kan for eksempel gjøres gjennom å overvåke hvordan virkemidler påvirker funksjonsgraden til de syv innovasjonsfunksjonene.

En analyse av TIS kan dermed også sees i sammenheng med evaluering av innovasjonsprogrammer. Dette er et eget fagfelt som har til hensikt å bidra til å utvikle metoder for å måle i hvilken grad de politiske målsettingene med et program oppnås. Litteraturen diskuterer hva som er hensiktsmessige parametere å måle, og hvordan disse kan måles. Ofte er fokus på de samfunnsøkonomiske resultatene, og evalueringen har dermed et samfunnsperspektiv. Det er her disse to akademiske retningene har berøringspunkter.

Et innovasjonsprogram er, slik det er definert i avsnitt 2.3, et sammensatt virkemiddel for å fremme innovasjonsaktiviteter, ofte med et utgangspunkt i at innovasjon skal tjene et overordnet mål i samfunnet. Tradisjonelt består et innovasjonsprogram av finansielle virkemidler og tildelingskriterier som sammen skal bidra til at academia, forskningsinstitutter og industri skal forske frem ny kunnskap, utvikle ny teknologi eller metoder og bringe disse til anvendelse f.eks. som nye produkter. Innenfor rammene av TIS vil dette i hovedsak virke inn på funksjonene «kunnskapsutvikling» og «–spredning» samt «entreprenørskap og eksperimentering». Utformingen av innovasjonsprogrammer tar i motsetning til TIS ofte ikke hensyn til andre faktorer slik som etablering av andre aspekter som er viktige for et systems innovasjonsevne slik som «markedsdannelse» og «legitimering».

Analyse av funksjonsgraden til et TIS og etablering av prosessmål handler altså til forskjell fra evaluering av innovasjonsprogrammer om det som skjer inne i systemet, og å sette mål for å bedre funksjonsnivået i de enkelte funksjonene. Koblingen som på tross av dette finnes mellom perspektivene kommer tydeligst til syne i trinn seks i metoden til Bergek mfl. hvor temaet er identifisering av politiske spørsmål eller temaer som er viktige for utvikling av et TIS.

Forslag til slike viktige spørsmål og temaer kan fremkomme ved å se til analysene i rammeverkets trinn fire og fem, og spesielt de funksjonene som er vurdert som svake og eventuelle blokkerende mekanismer som er identifisert. Nyttige spørsmål som kan stilles er:

- Hva kan gjøres for å svekke de blokkerende mekanismene?
- Hva kan gjøres for å styrke de stimulerende mekanismene
- Hva kan gjøres for å styrke de funksjonene som er vurdert som for svake?

9.2 Tolking av caset

I dette steget av analysen er det vanligvis fokus på de svakeste funksjonene og hva som hindrer disse i å fungere bedre. I vår analyse har vi imidlertid lagt vekt på *både* hva som er årsaken til

¹⁹ I følge Carlsson mfl. (Carlsson, Elg, og Jacobsson 2007 i; Bergek 2019) kom faktisk initiativet fra svenske myndigheter som ønsket å bygge et bedre fundament for teknologi-politikk.

svake eller moderate funksjoner, hemmende faktorer, *og også* hva som karakteriserer de sterke funksjonene siden dette kan si noe om suksesskriteriene, fremmende faktorer.

9.2.1 Svake og moderate funksjoner

Alle funksjonene som er vurdert som moderate eller svake ovenfor har fått denne vurderingen med en begrunnelse direkte eller indirekte knyttet til at innovasjonssystemet vi studerer er knyttet til et begrenset og delvis lukket nasjonalt forsvarsmarked og at det aktuelle teknologiområdet er definert som de nasjonale teknologiske kompetanseområdene (Meld St 17 (2020-2021, s. 33), dvs. som viktig av nasjonale sikkerhetshensyn.

I tillegg er det norske markedet lite med få, men ofte store prosjekter. Det er ofte også lang tid mellom hver kontrakt. Dette er krevende for leverandøren fordi det gir usikkerhet om en eventuell neste kontrakt, om og når den eventuelt kommer og hvilket omfang den vil ha. Dette stimulerer ikke til kontinuerlig utvikling eller innovasjon slik teknologiske innovasjonssystemer forstås. En mer underliggende utfordring er tilgang på kompetent personell som kan sikkerhetsklareres.

For å oppsummere dette avsnittet har vi i analysen identifisert to fremtredende systemiske temaer:

1. VCS faller inn under et av de teknologiske kompetanseområdene (TKO), og det medfører få aktører
2. Det norske markedet er av begrenset størrelse og har ofte lange anskaffelsesykluser

For å opprettholde eller styrke et systems innovasjonsevne, må det gjennomføres tiltak som motvirker mulige negative effekter.

I vårt case handler dette om å:

- Skape større kontinuitet i kunnskapsutvikling og teknologiutvikling.
- Sørge for kontinuerlig å realisere effekt hos brukerne f.eks. ved inkrementell oppgradering av systemer i takt med teknologiutvikling og endringer i operative behov.
- Bidra til rask, effektiv og kontinuerlig tilbakekobling fra brukerbehov tilbake til utvikling.
- Bidra til at leverandøren lykkes i utlandet, da dette
 - bidrar til økonomisk levedyktighet
 - eksponerer leverandøren for nye brukerbehov og nye krav. Det bidrar til innovasjon
 - eksponerer leverandøren for konkurranse

Systemets tilstand og tilhørende forslag til tiltak er illustrert i figuren nedenfor.

SYSTEMISK TEMA	TILSTAND	EKSISTERENDE TILTAK OG FORSLAG TIL NYE TILTAK
PRIORITERT TEKNOLOGISK KOMPETANSE- OMRÅDE (TKO)	Sterk fagkompetanse i Thales (F2;F3;F6)	Bidra til forutsigbar og langsiktig finansiering av forsknings- og utviklingsmiljøer
	Sterkt FoU-miljø ved FFI (F2;F3;F6)	
	Sterke akademiske miljøer (F2;F3;F6)	Iverksette tiltak som sikrer tilgang til personell som kan sikkerhetsklareres
	Utfordring med sikkerhetsklaring av studenter og personell (F2;F3;F6)	
	Lite spredning av kunnskap om brukernes behov grunnet sikkerhetskrav (F1;F2;F3;F6)	Bidra til rask, effektiv og kontinuerlig tilbakekobling av brukerbehov
	Langsom oppdatering av kunnskap om brukernes pga. lange anskaffelsesykler (F1;F2;F3;F6)	
	Ingen finansielle programmer eller incentiver som var direkte innrettet mot å tiltrekke tilbydere av aktuelle produkter og tekniske løsninger for VCCS (F4;F6;F7)	Innrette FoU-støtte i større grad mot TKOer (rettet vs åpen utlysning) gjenkjøp
Innvilget FoU-finansiering av FD (F4;F6;F7)		
BEGRENSET NASJONALT FORSVARSMARKED	Få kunder (F5;F6)	Bidra til at leverandøren lykkes i utlandet (se FDs virkemiddelside for ordbruk)
	Lang tid mellom kontrakter (F1;F4;F5;F6)	Eksponerer leverandøren for ny brukerbehov og krav
	Lange anskaffelsesykler (F1;F4;F5;F6)	Eksponerer leverandøren for konkurranse
	Få startups (F1;F4;F5;F6)	Ingen tiltak

Figur 9.1 Viktige momenter for funksjonsnivået til systemet gruppert etter systemisk tema. Positive momenter i grønt, hemmende momenter i rødt. Høyre kolonne viser eksisterende og forslag til nye tiltak med eksisterende tiltak i blått og nye tiltak med stiplet linje.

9.2.2 Sterke funksjoner

I dette avsnittet ser vi på hvilke egenskaper ved systemet som bidrar til de sterke funksjonene. Disse bidragene kan vi knytte til den praktiske samhandlingen gjennom trekantsamarbeidet og gjennomføringen av materiellanskaffelsesprosjektet.

I det aktuelle caset hadde partene lang erfaring med et godt fungerende trekantsamarbeid fra tidligere teknologiprosjekter. I tillegg fungerte samarbeidet mellom partene godt i FoU-prosjektet. Dette skyldes både at samarbeidet er utviklet over lang tid og samarbeidsegenskapene og rolleforståelsen til de som var involvert i gjennomføringen av FoU-prosjektet. Slike individrelaterte faktorer er ofte veldig viktige i vellykkede prosjekter, men vanskelige både å forutsi og gjenskape. En bevisstgjøring av forventninger og rolleavklaring både for nye aktører (f.eks. nye bedrifter) eller nytt personell hos aktørene som står i startgropen for et samarbeidsprosjekt kan bidra til at erfaringer fra andre prosjektløp komme til nytte.

Momenter og forslag til tiltak knyttet til trekantsamarbeidet er vist i figuren nedenfor.



Figur 9.2 Viktige momenter for funksjonsnivået til systemet gruppert etter systemisk tema. Positive momenter i grønt, hemmende momenter i rødt. Høyre kolonne viser eksisterende og forslag til nye tiltak med eksisterende tiltak i blått og nye tiltak med stiplet linje.

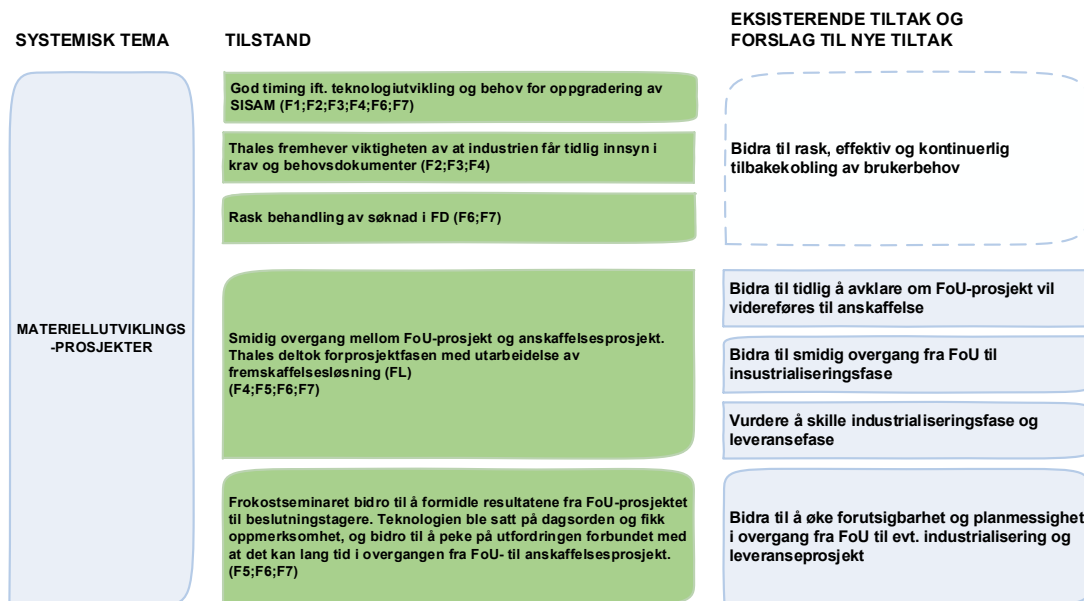
Momentene nevnt ovenfor knyttet vi til trekantsamarbeidet. Dette henger imidlertid sterkt sammen med og er delvis overlappende med gjennomføringen av hele materiellanskaffelsesløpet fra FoU-prosjekt til anskaffelsesprosjekt.

Thales' forhistorie som leverandør til Forsvaret gjorde at selskapet hadde god kjennskap til den teknologiske utviklingen og behovet for oppgradering av SISAM-systemet. Dette bidro til at FoU-søknaden traff godt med tanke på teknologisk modenhet og timing. FD på sin side behandlet søknaden raskt. Da FoU-prosjektet var innvilget og FoU-prosjektet var i gang fungerte trekantsamarbeidet svært godt. En faktor som har blitt påpekt som viktig for prosjektets suksess var FFIs rolle i å formidle kontakt mellom brukere og Thales.

På slutten av FoU-prosjektet arrangerte Thales et frokostseminar som bidro til å formidle resultatene fra FoU-prosjektet til beslutningstagere. Teknologien ble satt på dagsorden og fikk oppmerksomhet, og bidro til å peke på utfordringen forbundet med at det kan ta lang tid i overgangen fra FoU- til anskaffelsesprosjekt.

Etter endt FoU-prosjekt fremhever Thales viktigheten av tidlig innsyn i krav og involvering i utarbeidelse av kravdokumenter. Thales deltok i forprosjektfasen, dvs. var med å lage Fremskaffelsesløsning (FL).

Viktige momenter for gjennomføringen av materiellutviklingsprosjektet og forslag til tiltak som er ansett for viktige for suksessfull gjennomføring er gjengitt i figuren nedenfor.



Figur 9.3 Viktige momenter for funksjonsnivået til systemet gruppert etter systemisk tema. Positive momenter i grønt, hemmende momenter i rødt. Høyre kolonne viser eksisterende og forslag til nye tiltak med eksisterende tiltak i blått og nye tiltak med stiplet linje.

10 Oppsummering og kritikk av metoden

10.1 Teori og metode

Når et rammeverk har fått så stor anvendelse som TIS er det sunt og naturlig at det også møter en del kritikk. I en artikkel oppsummerer og imøtegår forfatterne kritikk mot TIS-rammeverket innen seks områder (Markard, Hekkert, og Jacobsson 2015). De tre første, TIS kontekst, avgrensning av systemet og geografiske forhold, har vi så vidt berørt i introduksjonen til rammeverket i avsnitt 4.

En gjentagende kritikk har vært koblet til at rammeverket har vært betraktet som for innadrettet, og at det gir for lite vekt til eksterne faktorer eller konteksten systemet eksisterer innenfor. Bergek mfl. (2015) drøfter denne problemstillingen, og foreslår en strukturert tilnærming ved å konseptualisere kontekststrukturer. Markard mfl. (2015, 78), argumenterer på sin side for at tidligere arbeider faktisk har drøftet at eksterne forhold er viktige i evalueringen av systemfunksjonene. Litteraturen peker dermed på to måter rammeverket kan inkludere eksterne faktorer på en bedre måte.

Et annet område hvor rammeverket møter kritikk er i spørsmålet om hvordan politikk kan inkluderes på en bedre måte. Fremveksten av ny teknologi påvirker de strategiske interessene til etablerte selskaper så vel som nye, og det kan derfor oppstå interessekonflikter om hvilke aktører som skal ha sentrale roller i en transformasjonsfase. Slike konflikter kan også handle om myndigheters legitimering av nye teknologier, om slike teknologier skal støttes av offentlige virkemidler eller om utfasing av gammel teknologi. Det kan også være kamp om hvem som skal ha tilgang på begrensede ressurser.

I sitt tilsvar på dette området diskuterer Markard mfl. (2015, 82) koblingen mellom politikk og funksjonen «legitimering», særlig fordi det er vanskelig å se for seg reguleringer som støtter funksjonen «markeds-etablering» uten at det eksisterer en høy grad av legitimering.

Legitimering, hevder forfatterne, påvirker også andre funksjoner i stor grad, slik som «insentiver og motiverende faktorer», «mobilisering av ressurser» og «entreprenørskap og eksperimentering». De gir videre kritikere rett i at hovedfokus ikke er på politiske narrativer til etablerte aktører eller forkjempere for fremvoksende TIS. TIS-perspektivet er imidlertid på meso-nivå, og kan derfor ikke bringe frem alle mekanismer som opptrer på mikro-nivå²⁰.

Det siste temaet for kritikk som Markard mfl. (2015) diskuterer er hvordan TIS-rammeverket brukes for å gi anbefalinger om politikk. Denne kritikken kan deles inn i to aspekter; 1) ønskeligheten til en teknologi og 2) spesifisiteten til politiske råd.

Mange TIS-studier gir ofte råd i favør av en spesifikk teknologi (Bening, Blum, og Schmidt 2015), og kritikere påpeker at analytikere og forfattere i større grad må begrunne hvorfor en teknologi skal støttes av politiske virkemidler. Mange studier, hevder kritikere (Bening, Blum, og Schmidt 2015), gir veldig generelle og brede anbefalinger til politikk, og de hevder at beslutningstagere etterlyser mer spesifikke og begrunnede anbefalinger som kan integreres i prosesser for politikk-utforming.

Til det siste aspektet er Markard mfl. (2015) tvilende, og de refererer til tidlige faser av utviklingen av TIS-rammeverket. Forfatterne hevder at rammeverket ble til i et forsøk på å gi beslutningstagere et rammeverk som guide i politikktutforming, og ikke det som var vanlig, at «politiske anbefalinger» ble gitt egne avsnitt i forskningsrapporter.

Hovedforfatteren bak metoden vi har basert vår analyse på, Anna Bergek, publiserte i 2019 (Bergek 2019) et kapittel i en bok hvor hun gir en oversikt over empirisk litteratur som baserer seg på den originale metoden enten slik den originalt ble publisert eller med mindre tilpassinger og modifikasjoner. Sentralt i analysen står de syv funksjonene fra den originale publikasjonen. I sin oppsummering påpeker hun noen viktige funn, hvorav to er spesielt relevante i vår sammenheng:

²⁰ Bekrepet meso-nivå stammer fra sosiologi og er knyttet til analyser av grupperinger og fellesskap. Til forskjell handler mikronivå om individene og makronivå om hele samfunnet.

-
-
- 1) De fleste publiserte empiriske studiene er knyttet til fornybar energi og bærekraft²¹, og det kan stilles spørsmål ved om innovasjon innen disse områdene skiller seg fra innovasjon generelt med hensyn til funksjonelle mønstre og mekanismer.
 - 2) En gjennomgang av litteraturen viser at noen av funksjonene er bedre forstått enn andre. Spesielt synes det å mangle en dypere forståelse av de underliggende mekanismene bak flere av funksjonene.

For å komme dette i møte har forfatteren foreslått å bevege analyser vekk fra enkle indikatorer og til mer kvalitative analyser for å etablere kausale sammenhenger mellom hendelser og funksjonelle prosesser.

Wieczorek og Hekkert (2012, 75) kritiserer Bergek mfl. for ikke å se prosesser og aktører i sammenheng. Hovedargumentet er at funksjonene alene ikke kan endres eller påvirkes uten å endre eller påvirke et strukturelement. Det er altså strukturelementene som gir påvirkningsmulighet for de som utformer politikk eller er beslutningstakere. Forfatterne foreslår derfor en videreutvikling av rammeverket til Bergek mfl. som ser funksjoner og strukturer i sammenheng, og som kobler disse til såkalte «systemiske instrumenter».

Et naturlig forslag til videre undersøkelser er derfor å benytte Wieczorek og Hekkert (2012) sin metode til å studere utvalgte innovasjonssystemer i forsvarssektoren, for eksempel med utgangspunkt i de teknologiske kompetanseområdene.

10.2 Tolking av caset

I denne rapporten har vi gjort en case-studie av utviklingsprosjektet «Oppgradering SISAM». Caset er analysert ved å anvende et rammeverk for analyser av såkalte teknologiske innovasjonssystemer.

Dette rammeverket benyttes oftest i litteraturen for å analysere gjennomgripende teknologiske endringer og av analytikere for å gi råd til beslutningstagere om hvordan det kan legges til rette for utvikling av teknologiske innovasjonssystemer som støtter en ønsket samfunnsutvikling. Slike systemer har ofte mange aktører (både innen forskning og utvikling og kommersielle aktører), og er koblet til markeder som kan være i ulike stadier av utvikling, men som oftest er åpne og basert på fri konkurranse.

Caset vi har forsøkt å bruke metoden for å studere er et eksempel fra det norske forsvarsmarkedet. Dette markedet er typisk for nasjonale forsvarsmarkeder der det ofte er kun én kunde og et begrenset antall leverandører i hvert land. I tillegg er markedet ofte av begrenset størrelse og med få enkeltkontrakter og lange anskaffelsesykluser.

Vår oppfatning er at rammeverket løfter frem sammenhenger som er viktige for innovasjonsevnen, selv for små systemer i ikke-ideelle markeder, slik som det norske

²¹ Engelsk: Sustainable innovations

forsvarsmarkedet. Vi er dermed at den oppfatning av metoden er godt egnet for videre studier av innovasjonssystemer innenfor det norske trekantsamarbeidet.

Referanser

- Aldersey-Williams, John, Peter A. Strachan, og Ian D. Broadbent. 2020. «Validating the “Seven Functions” Model of Technological Innovations Systems Theory with Industry Stakeholders—A Review from UK Offshore Renewables». *Energies* 13 (24): 6673. <https://doi.org/10.3390/en13246673>.
- Bach, Hanna, Tuukka Mäkitie, Teis Hansen, og Markus Steen. 2021. «Blending New and Old in Sustainability Transitions: Technological Alignment between Fossil Fuels and Biofuels in Norwegian Coastal Shipping». *Energy Research & Social Science* 74 (april): 101957. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101957>.
- Bening, Catharina R., Nicola U. Blum, og Tobias S. Schmidt. 2015. «The Need to Increase the Policy Relevance of the Functional Approach to Technological Innovation Systems (TIS)». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16 (september): 73–75. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.007>.
- Bergek, Anna. 2019. «Technological Innovation Systems: A Review of Recent Findings and Suggestions for Future Research». I *Handbook of Sustainable Innovation*, av Frank Boons og Andrew McMeekin, 200–218. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788112574.00019>.
- Bergek, Anna, Marko Hekkert, Staffan Jacobsson, Jochen Markard, Björn Sandén, og Bernhard Truffer. 2015. «Technological Innovation Systems in Contexts: Conceptualizing Contextual Structures and Interaction Dynamics». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16 (september): 51–64. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.003>.
- Bergek, Anna, Staffan Jacobsson, Bo Carlsson, Sven Lindmark, og Annika Rickne. 2008. «Analyzing the Functional Dynamics of Technological Innovation Systems: A Scheme of Analysis». *Research Policy* 37 (3): 407–29. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>.
- Bjørk, Hanne Marit, Sigurd Iversen, Åge Skøelv, og Ole Jakob Sendstad. 2018. «Videreutvikling av forsvarssektorens innovasjonsmodell - trekantmodellen versjon 2.0». <https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:4243/18-01936.pdf>.
- Bjørk, Hanne Marit, Sigurd Iversen, Nils Jakob Sørkersen, Erlend Øby Hoff, Geir Engen, Ole Jakob Sendstad, og Jon Olav Pedersen. 2020. «Grunnlagsstudie for ny politikktutforming – nasjonal forsvarsindustriell strategi». *FFI-RAPPORT* 20/01709: 125.
- Borup, Mads, Nik Brown, Kornelia Konrad, og Harro Van Lente. 2006. «The Sociology of Expectations in Science and Technology». *Technology Analysis & Strategic Management* 18 (3–4): 285–98. <https://doi.org/10.1080/09537320600777002>.
- Botta, E., C. McCormick, og J. Eis. 2015. «A Guide to Innovation System Analysis for Green Growth». *Global Green Growth Institute Publication, Seoul*. https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/A_Guide_to_Innovation_System_Analysis_for_Green_Growth_GGCI.pdf.
- Braun, Roderich, og Aladin Galjic. 2018. «Increasing New Venture Legitimacy through Effective Framing Strategies», januar, 57.
- Carayannis, Elias G., og David F.J. Campbell. 2009. «‘Mode 3’ and ‘Quadruple Helix’: Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem». *International Journal of Technology Management* 46 (3/4): 201. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>.
- Carlsson, Bo, Lennart Elg, og Staffan Jacobsson. 2007. «Reflections on the co-evolution of innovation theory, policy and practice: The Emergence of the Swedish Agency».

-
- Carlsson, Bo, Staffan Jacobsson, Magnus Holmén, og Annika Rickne. 2002. «Innovation Systems: Analytical And Methodological Issues». *Research Policy* 31 (februar): 233–45. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00138-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00138-X).
- «Case Study». 2021. I *Wikipedia*.
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Case_study&oldid=1041318609.
- Chaminade, Cristina, og Charles Edquist. 2010. «Rationales for Public Policy Intervention in the Innovation Process: Systems of Innovation Approach». *The Theory and Practice of Innovation Policy*, september.
<https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781845428488/9781845428488.00012.xml>.
- Clegg, Chris, Kerrie Unsworth, Olga Epitropaki, og Giselle Parker. 2002. «Implicating Trust in the Innovation Process». *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 75 (4): 409–22. <https://doi.org/10.1348/096317902321119574>.
- Coenen, Lars. 2015. «Engaging with Changing Spatial Realities in TIS Research». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16 (september): 70–72.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.008>.
- «Cyberte telecom :: VoIP History». u.å. Åpnet 19. november 2021.
<https://www.cyberte telecom.org/voip/history.htm>.
- Dahesh, Mehran Badin, Gholamali Tabarsa, Mostafa Zandieh, og Mohammadreza Hamidizadeh. 2020. «Reviewing the Intellectual Structure and Evolution of the Innovation Systems Approach: A Social Network Analysis». *Technology in Society* 63 (november): 101399. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101399>.
- Dalløkken, Per Erlien. 2019. «Russland tester oss: Møter trusler med ny norsk taleteknologi». Tu.no. 21. november 2019. <https://www.tu.no/artikler/russland-tester-oss-moter-trusler-med-ny-norsk-taleteknologi/478881>.
- «Dialog og møteplasser - regjeringen.no». u.å. Åpnet 4. november 2021.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/forsvar/forsvarsindustri/dialog-og-moteplasser/id2550757/>.
- Edquist, Charles. 2011. «Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures)». *Industrial and Corporate Change* 20 (6): 1725–53.
<https://doi.org/10.1093/icc/dtr060>.
- Etzkowitz, Henry. 2003. «Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations». *Social Science Information* 42 (3): 293–337.
<https://doi.org/10.1177/05390184030423002>.
- Fagerberg, Jan. 2006. *Innovation: A Guide to the Literature*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>.
- Feet, Else Helene, og Ole Jakob Sendstad. 2020. «Anbefalte ambisjonsnivåer for de teknologiske kompetanseområdene. [BEGRENSET]». FFI-rapport 20/00640.
- Felin, Teppo, og Todd R. Zenger. 2014. «Closed or Open Innovation? Problem Solving and the Governance Choice». *Research Policy* 43 (5): 914–25.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.09.006>.
- «FFI er forsvarssektorens egne forskningsinstitusjon». u.å. Norsk. Åpnet 27. oktober 2021.
<https://www.ffi.no/om-ffi>.
- George, A. L., og A. Bennett. 2005. *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. MIT Press. <https://books.google.no/books?id=k0LEQgAACAAJ>.
- Gray, R.M. 2005. «The 1974 origins of VoIP». *IEEE Signal Processing Magazine* 22 (4): 87–90. <https://doi.org/10.1109/MSP.2005.1458295>.
- Haley, Brendan. 2018. «Integrating Structural Tensions into Technological Innovation Systems Analysis: Application to the Case of Transmission Interconnections and Renewable

-
- Electricity in Nova Scotia, Canada». *Research Policy* 47 (6): 1147–60.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.04.004>.
- Hekkert, M.P., R.A.A. Suurs, S.O. Negro, S. Kuhlmann, og R.E.H.M. Smits. 2007. «Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change». *Technological Forecasting and Social Change* 74 (4): 413–32.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>.
- Hippel, Eric von. 1986. «Lead Users: A Source of Novel Product Concepts». *Management Science* 32 (7): 791–805. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.7.791>.
- Haakseth, Raymond, og Morten Andreassen. 2009. «Oasis demonstration-secure information exchange between military and civilian systems».
- Haakseth, Raymond, Oddvar Brønstad, Øyvind Jonsson, Bengt Kristiansen, og Nils Agne Nordbotten. 2013. «Cross-Domain Communication Using an XMPP Chat Guard». *FFI-RAPPORT* 2013/00529 (februar): 45.
- Haakseth, Raymond, Tommy Gagnes, Dinko Hadzic, Trude Hafsvæ, Frank Trethan Johnsen, Ketil Lund, og Bård Karsten Reitan. 2007. «Experiment Report: “SOA – Cross Domain and Disadvantaged Grids” – NATO CWID 2007». *FFI-Rappopr* 2007/02301, 35.
- Haakseth, Raymond, Nils Nordbotten, Oyvind Jonsson, og Bengt Kristiansen. 2015. «A high assurance cross-domain guard for use in Service-Oriented Architectures». I, 1–8.
<https://doi.org/10.1109/ICMCIS.2015.7158668>.
- «Institution». 2021. I *Wikipedia*.
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Institution&oldid=1035854142>.
- Kibar, Osman. 2017. «Vil opprette et kryptologisenter». www.dn.no. 20. desember 2017.
<https://www.dn.no/teknologi/vil-opprette-et-kryptologisenter/2-1-237845>.
- Klein, Malte, og Andreas Sauer. 2016. «Celebrating 30 Years of Innovation System Research: What You Need to Know about Innovation Systems».
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28484.83847>.
- «Kontrakt om viktig oppgradering av luftromskontroll i Norge». u.å. Norsk. Åpnet 15. juli 2021. <https://www.fma.no/aktuelt-og-media/2020/kontrakt-om-viktig-oppgradering-av-luftromskontroll-i-norge>.
- Larsen, Øyvind Heimset, Jon Gunnar Nesse, og Ingjerd Skogseid. 2021. «7. ‘Niliv’: innovasjonsøkosystem for stadutvikling – Lærdomar frå åtte nettverk». I *Stadutvikling*, 122–43. <https://doi.org/10.18261/9788215053349-2021>.
- «Levels of Innovation Metrics (Poster)». u.å. Åpnet 11. april 2022.
<https://kromatic.com/innovation-resources/levels-of-innovation-metrics-image>.
- Liu, Zhigao, Yimei Yin, Weidong Liu, og Michael Dunford. 2015. «Visualizing the Intellectual Structure and Evolution of Innovation Systems Research: A Bibliometric Analysis». *Scientometrics* 103 (1): 135–58. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1517-y>.
- Lykkebo, Ole Bech, Marie Munch-Andersen, Niels Jakobsen, Lene Krogh Jeppesen, Paul Sauer, og Ebba Sigurdsdóttir Andreassen. 2021. «Copenhagen Manual - A Guide on How and Why Your Country Can Benefit from Measuring Public Sector Innovation», 128.
- Lysell, Kenneth, og Viktoria Beal Sandvik. 2021. «Økt utnyttelse av sivil teknologi i forsvarssektoren – er åpen innovasjon mulig i en lukket sektor?»
<https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/2771267>.
- Markard, Jochen, Marko Hekkert, og Staffan Jacobsson. 2015. «The Technological Innovation Systems Framework: Response to Six Criticisms». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16 (september): 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.006>.
- «Meld. St. 17 (2020-2021). Samarbeid for sikkerhet». 2021.
- Moore, Geoffrey A., og Regis McKenna. 1999. «Crossing the chasm».

-
- Morland, J., Joe Feagin, Anthony Orum, og Gideon Sjoberg. 1992. «A Case for the Case Study.» *Social Forces* 71 (september): 240. <https://doi.org/10.2307/2579984>.
- Mäkitie, Tuukka, Allan D. Andersen, Jens Hanson, Håkon E. Normann, og Taran M. Thune. 2018. «Established Sectors Expediting Clean Technology Industries? The Norwegian Oil and Gas Sector's Influence on Offshore Wind Power». *Journal of Cleaner Production* 177 (mars): 813–23. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.209>.
- Nooteboom, Bart. 2013. «Trust and innovation». I *Handbook of Advances in Trust research*. OECD og Eurostat. 2018. *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- «Om FSi». u.å. Åpnet 4. november 2021. <https://www.fsi.no/om-fsi/>.
- Ranga, Marina, og Henry Etzkowitz. 2013. «Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society». *Industry and Higher Education* 27 (4): 237–62. <https://doi.org/10.5367/ihe.2013.0165>.
- Schot, Johan, og Frank W. Geels. 2008. «Strategic Niche Management and Sustainable Innovation Journeys: Theory, Findings, Research Agenda, and Policy». *Technology Analysis & Strategic Management* 20 (5): 537–54. <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>.
- Sendstad, Ole Jakob, og Else Helene Feet. 2020. «Sammenhengen mellom de teknologiske kompetanseområdene og vesentlige nasjonale sikkerhetsinteresser [BEGRENSET]». FFI-rapport 20/00639.
- «Sikkerhet». u.å. Thales Group. Åpnet 1. november 2021. <https://www.thalesgroup.com/nb/europe/norway/sikkerhet>.
- «Skal gi Norge flere kryptologer». 2019. Alt om samfunnssikkerhet. 20. februar 2019. <https://www.altomsamfunnssikkerhet.no/digital-sikkerhet/skal-gi-norge-flere-kryptologer/>.
- Smith, Adrian, og Rob Raven. 2012. «What Is Protective Space? Reconsidering Niches in Transitions to Sustainability». *Research Policy* 41 (6): 1025–36. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>.
- «The History of VoIP and Business Phone Systems». u.å. Intrado. Åpnet 19. november 2021. <https://www.intrado.com/en/blog/cloud-collaboration/history-voip-and-business-phone-systems>.
- Thorsberg, Line, Bjørk Hanne Marit, Mariann Ødegård, og Else Helene Feet. 2021. «Operasjonalisering av Trekantmodellen 2.0 - anbefalinger for å øke innovasjonsevnen i forsvarssektoren». *FFI-RAPPORT* 21/01114 (juli): 185.
- Tjora, Aksel. 2020. «institusjon». I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/institusjon>.
- Ulmanen, Johanna, og Anna Bergek. 2021. «Influences of Technological and Sectoral Contexts on Technological Innovation Systems». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 40 (september): 20–39. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.04.007>.
- «Voice Communication Control System Market Size | Report [2020-2027]». u.å. Åpnet 10. november 2021. <https://www.fortunebusinessinsights.com/voice-communication-control-system-market-103489>.
- «Voice over IP». 2021. I *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Voice_over_IP&oldid=1054935253.
- Wieczorek, A. J., og M. P. Hekkert. 2012. «Systemic Instruments for Systemic Innovation Problems: A Framework for Policy Makers and Innovation Scholars». *Science and Public Policy* 39 (1): 74–87. <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>.

-
-
- Woolthuis, Rosalinde Klein, Maureen Lankhuizen, og Victor Gilsing. 2005. «A System Failure Framework for Innovation Policy Design». *Technovation* 25 (6): 609–19.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2003.11.002>.
- Überbacher, Florian. 2014. «Legitimation of New Ventures: A Review and Research Programme». *Journal of Management Studies* 51 (4): 667–98.
<https://doi.org/10.1111/joms.12077>.
- Yin, Robert K. 2018. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sixth edition. Los Angeles London New Dehli Singapore Washington DC Melbourne: SAGE.
- Zimmerman, Monica A., og Gerald J. Zeitz. 2002. «Beyond Survival: Achieving New Venture Growth by Building Legitimacy». *Academy of Management Review* 27 (3): 414–31.
<https://doi.org/10.5465/amr.2002.7389921>.

Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan, med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

FFIs formål

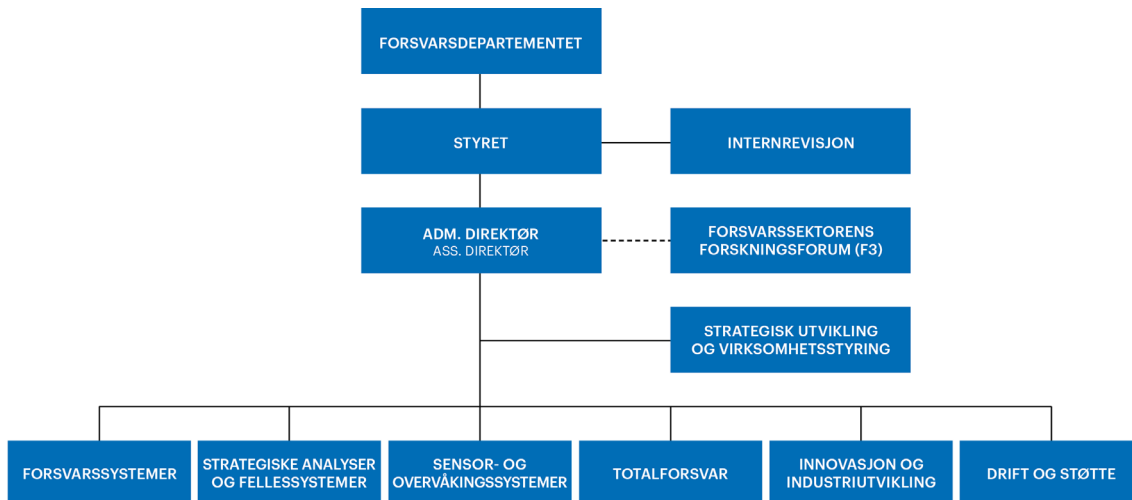
Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

FFIs visjon

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs verdier

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00
Telefaks: 63 80 71 15
Epost: post@ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
P.O. Box 25
NO-2027 Kjeller

Office address:
Instituttveien 20
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00
Telefax: +47 63 80 71 15
Email: post@ffi.no