



FFI-RAPPORT

18/01746

Effektforbedring materiell: Hvordan rapportere og prioritere mellom behov

Kjetil Hatlebakk Hove

Effektforbedring materiell: Hvordan rapportere og prioritere mellom behov

Kjetil Hatlebakk Hove

Emneord

Kostnadsvekst
Kostnader
Langtidsplanlegging
Kostnadsutvikling

FFI-rapport

18/01746

Prosjektnummer

1379

ISBN

P: 978-82-464-3122-2

E: 978-82-464-3123-9

Godkjenner

Espen Skjelland, *forskningsdirektør*

Espen Berg-Knutsen, *forsknings sjef*

Cecilie Sendstad, *forskningsleder*

Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.

Opphavsrett

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

Sammendrag

Fra og med 2017 har forsvarssektoren mottatt en egen avsetning over statsbudsjettet for å opprettholde den relative effekten av Forsvarets materiell, kalt 'effektforbedring materiell'. Med uttrykket 'relativ effekt' menes at dersom motstanderen oppgraderer sine våpensystemer, må Forsvaret oppgradere sine våpensystemer for å opprettholde ytelsen relativt til motstandersystemene. Avsetningen er i tråd med langtidsplanen for forsvarssektoren, som legger opp til at det skal gis inndekning for denne særegne kostnadsveksten.

Et eksempel på kostnader som kan dekkes av denne avsetningen er økte kostnader til nye sensorer som konsekvens av at en potensiell motstander har forbedret sine missilsystemer. Høyere drivstoffpriser og dyrere skruer på grunn av økte priser på stål dekkes for eksempel ikke, fordi dette er en generell prisvekst Forsvaret uansett skal kompenseres for i de årlige budsjettene.

For å motta en del av avsetningen til sine prosjekter må forsvarsgrenene melde inn og dokumentere behov. I denne rapporten gir vi først 13 fiktive eksempler på innmeldte behov og hvorvidt de vurderes å kvalifisere. Oppsettet i rapporten kan danne utgangspunkt for faktisk innmelding i årene fremover.

I rapporten gir vi videre et eksempel på en fremgangsmåte for å prioritere mellom godkjente prosjekter, basert på de etablerte metodene *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, *Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)* og *SMART Exploiting Ranks (SMARTER)*. Vi jobber oss gjennom et eksempel på bakgrunn av fem kvalifiserte prosjekter og finner frem til en rangering av disse. Gjennomgangen tjener som eksempel på hvordan én eller flere av disse metodene kan brukes for å prioritere mellom prosjekter som kvalifiserer til avsetningen i praksis.

SMARTER er den enkleste metoden for å prioritere, og vi anbefaler derfor at den som et minimum benyttes. Ved ønske om en bedre analyse anbefaler vi at også minst én av de andre metodene benyttes. Resultatene kan da sammenlignes med **SMARTER** for å se hvor konsistente vurderingene er. Hvilken av de to andre metodene som benyttes avhenger av om det er mest formålstjenlig å gjøre parvise vurderinger, hvor vi i så fall velger **AHP**, eller å sette vektorer på kriteriene og prosjektene, hvor vi i så fall velger **SMART**. Uansett anbefaler vi å holde antall kriterier til grunn for vurderingene så lavt som mulig. Når det gjelder hvilket mål på utgifter som skal benyttes, anbefaler vi å ikke inkludere utgifter som er nødvendig for å opprettholde våpensystemet på dagens nivå, men bare inkludere utgifter som går til å forbedre systemet. Vi kunne gått lengre, og anbefalt å bare inkludere utgifter som er nødvendige for å forbedre våpensystemet relativt til en potensiell motstander. Dette ville vært mer i tråd med tankegangen bak avsetningen, men vi anser dette for å bli så kompliserte og lite gjennomsiktede vurderinger at den førstnevnte tilnærmingen er mer formålstjenlig.

Det er ikke gitt at Forsvarsstaben (**FST**) og Forsvarsdepartementet (**FD**) må gå for en så formell metode som beskrevet i denne rapporten for å velge mellom prosjekter. Denne rapporten er et eksempel på hvordan en formell prosess kan gjøres, forhåpentligvis uten altfor mye ekstra byråkrati. Hvorvidt metoden i denne rapporten eller en enklere metode velges avhenger blant annet av hvor strenge eksterne rapporteringskrav **FST** og **FD** har. Hvis disse er strenge og formelle, kan metoden i denne rapporten være til stor nytte. Hvis kravene er veldig løse, kan det plukkes deler av metoden, mens arbeidskrevende deler som ikke gir spesiell verdi kan utelates.

Summary

Starting from 2017, the Norwegian Armed Forces receive an annual budgetary appropriation to maintain the relative effect of defence equipment. By relative effect we mean that if a potential adversary increases the performance of their weapons systems, the Armed Forces must upgrade their weapons systems to maintain the previous level of relative performance. The increased budgets are in line with the current long term defence plan.

An example of cost increases to be covered by the appropriation is new sensors as a response to potential adversaries improvement of missile systems. Increased fuel prices and more expensive bolts caused by increased steel prices are not covered, as they are considered a general price increase covered through annual budget adjustments.

To receive a part of the appropriation, the branches have to report and document their needs. In this report, we provide 13 fictitious examples of reported needs and a judgement on whether they qualify for the appropriation or not.

The report also provides a method for prioritizing between approved projects, based on the established methods Analytical Hierarchy Process ([AHP](#)), Simple Multi-Attribute Rating Technique ([SMART](#)) and SMART Exploiting Ranks ([SMARTER](#)). A worked example based on five approved projects is provided, leading to a ranking of the projects.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	7
2 Definisjoner	8
3 Eksempler på prosjekter til vurdering	10
3.1 Kampfly: Nytt luftesystem for piloter	11
3.2 Kampfly: RAT-8-missiler	12
3.3 Kampfly: Ny kanon med ammunisjon	13
3.4 Kommando og kontroll: Oppdatering av sensorer	14
3.5 Kommando og kontroll: Lisensutgifter for IKT-systemer	15
3.6 Fregatter: Oppgradert ILAS-sensor	16
3.7 Fregatter: Erstatte stealth-maling	17
3.8 Brigaden: Endrede klartider	18
3.9 Brigaden: Nye kampvogner	19
3.10 Brigaden: Håndtering av eksplosiver	20
3.11 Brigaden: Kampluftvern	21
3.12 Personlig utrustning: Kikkertsikter til rifler	22
3.13 Personlig utrustning: Radioer	23
4 Prioriteringer mellom godkjente prosjekter	24
4.1 Tildelingskriterier	24
4.2 Vurdering av tildelingskriteriene	25
4.2.1 AHP	25
4.2.2 SMART	28
4.2.3 SMARTER	29
4.3 Rangering av kvalifiserte prosjekter	30
4.3.1 AHP	30
4.3.2 SMART og SMARTER	32
4.4 Effektivitetsfront	32
4.5 Sensitivitet og usikkerhet	33
4.6 Styker og svakheter ved metodene	34
4.7 Hvilke utgifter skal telle med?	35
4.8 Anbefalinger	37
4.8.1 Metode	37
4.8.2 Utgifter	37
5 En mulig prosess	38

6 Oppsummering	39
Referanser	40
Forkortelser	43
Vedlegg	
A Konsistenssjekk	44
B FFI-publikasjoner om kostnadsvekst	45

1 Innledning

I forsvarsbudsjettet for 2017 ble det for første gang avsatt midler for å dekke opp for noe av Forsvarets særegne kostnadsvekst (se Hove 2017b, for en kort gjennomgang). Avsetningen til driftskostnader, som er tema for denne rapporten, går under betegnelsen 'effektforbedring materiell'. I forsvarsbudsjettene for 2018 og 2019 har avsetningene økt med lignende beløp som i 2017 – rundt 77 millioner kroner. Siden avsetningene akkumulerer seg, vil den totale avsetningen i 2019 være på i overkant av 230 millioner kroner (77 millioner kroner \times 3). Over langtidsplanperioden på 20 år vil avsetningen tilsvare 17 milliarder kroner – i underkant av ti prosent av de 180 milliarder "friske" kronene som forsvarssektoren må tilføres for å oppfylle langtidsplanen (Forsvarsdepartementet 2016).¹ Langtidsplanen behandler kostnadsvekst og effektforbedring materiell i et planperspektiv. Fremover er det viktig at planperspektivet kan operasjonaliseres i gjennomføring og budsjettering. Dersom det ikke kan dokumenteres at en særegen kostnadsvekst faktisk eksisterer, er det heller ikke grunnlag for å sette av midler til slik kostnadsvekst. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har støttet Forsvarsdepartementet (FD) og Forsvarsstaben (FST) tett i prosessen med å vurdere hvilke av Forsvarets innmeldte behov for økte midler som faktisk kvalifiserer for avsetningen. Denne rapporten gir eksempler på denne typen avveininger. Vi presenterer en rekke eksempler på innmeldte behov og vurderinger av hvorvidt disse behovene kvalifiserer til avsetningen eller ikke. Vi viser deretter hvordan vi kan prioritere mellom behov. Eksemplene er inspirert av faktiske innmeldte behov, men er fullt ut fiktive.

Dette er andre rapport om effektforbedring materiell. I Hove (2017a) gikk vi gjennom bakgrunnen for avsetningen, definisjoner og en del avveininger rundt hvilken type behov som kunne kvalifisere som effektforbedring materiell. I denne rapporten går vi fra teorien og over til en pragmatisk, praktisk løsning. Pragmatisk, fordi en optimal løsning ikke vil være mulig gitt at forsvarsgrenenes behov alltid vil være basert på subjektive vurderinger. Det er også et poeng å lage et system for innmeldinger fra forsvarsgrenene og for prioriteringer fra FST som gir mervedi for involverte aktører, heller enn økt byråkrati. Derfor er innmeldingen av behov også basert på tillit. Det er blant annet ikke krevd underlagsberegninger for forsvarsgrenenes behov, selv om det å levere begrunnede beregninger kan øke tilliten til tallene og øke sannsynligheten for å få en del av avsetningen.

Det er flere målgrupper for denne rapporten. For det første vil de som jobber med rapportering av effektforbedring materiell i de ulike forsvarsgrenene finne det nyttig å lese eksemplene for å forstå vurderingene av hva som klassifiserer som effektforbedring materiell og ikke. Ansatte i FST og FD som jobber med virksomhetsstyring, langtidsplanlegging og operasjoner vil også kunne finne nytte av rapporten. For flere i virksomhetsstyringsdelen er kanskje vurderingene i eksemplene viktigst, mens man i operasjonsdelen kan finne nytte og inspirasjon i metoden for prioriteringer. Til sist vil rapporten kunne være relevant for Finansdepartementet (FIN) og alle andre som er interessert i hvordan avsetningene til effektforbedring materiell benyttes.

I kapittel 2 gjengir vi kort noen definisjoner fra Hove (2017a) som er viktig for å forstå innholdet i denne rapporten. Deretter gir vi i kapittel 3 en rekke eksempler på innmeldte behov og en vurdering av hvorvidt disse tilfredsstiller effektforbedring materiell-kriteriene. I kapittel 4 går vi gjennom en stringent metode for hvordan det kan prioriteres mellom behov. Til sist oppsummerer vi en mulig prosess i kapittel 5 og hele rapporten i kapittel 6.

¹Kostnadsvekst på investeringer finansieres som en del av denne opptrappingsplanen, men er altså ikke tema for denne rapporten.

2 Definisjoner

I denne rapporten anvender vi en del definisjoner fra tidligere FFI-arbeider, samt at vi utelukkende ser på utgifter materiell. Det er nyttig å ha de tidligere definisjonene med seg i resten av rapporten. Følgende seks definisjoner, også illustrert i figur 2.1, er sentrale:

Absolutt effekt sier noe om ytelsen til Forsvarets våpensystemer uten tanke på motstanderes våpensystemer. Et nytt missil som er bedre enn det gamle vil derfor alltid være en forbedring i absolutt effekt, uavhengig av om motstander har anskaffet bedre luftvern. For å opprettholde absolutt effekt kreves bare vedlikehold og gjenanskaffelse av samme system ved levetidens slutt.

Relativ effekt sier noe om ytelsen til Forsvarets våpensystemer relativt til de våpensystemer de står overfor. Effekten, eller nytten, av et kampfly måles relativt til andre lands kampfly, luftvern og øvrige relevante systemer. Så lenge et politisk bestemt ambisjonsnivå ligger fast, antar vi at målet er å opprettholde den relative effekten. Med andre ord må for eksempel kampfly forbedres dersom fiendtlig luftvern oppgraderes – det holder ikke bare å opprettholde den absolutte effekten. Dersom den relative effekten holdes uendret, sier vi også at Forsvarets produksjon av sikkerhet holdes uendret.

Økonomidrevet prisvekst er prisveksten som Forsvaret har til felles med resten av samfunnet. Dette er for eksempel veksten i lønn som skyldes årlige lønnsoppgjør, effekten av økte aluminiumspriser for reservedeler, økte drivstoffpriser, og så videre. Den økonomidrevne prisveksten kan være annerledes enn den generelle prisveksten i samfunnet fordi Forsvaret har en annen sammensetning av sine varer, for eksempel mer ammunisjon og mindre alkohol.

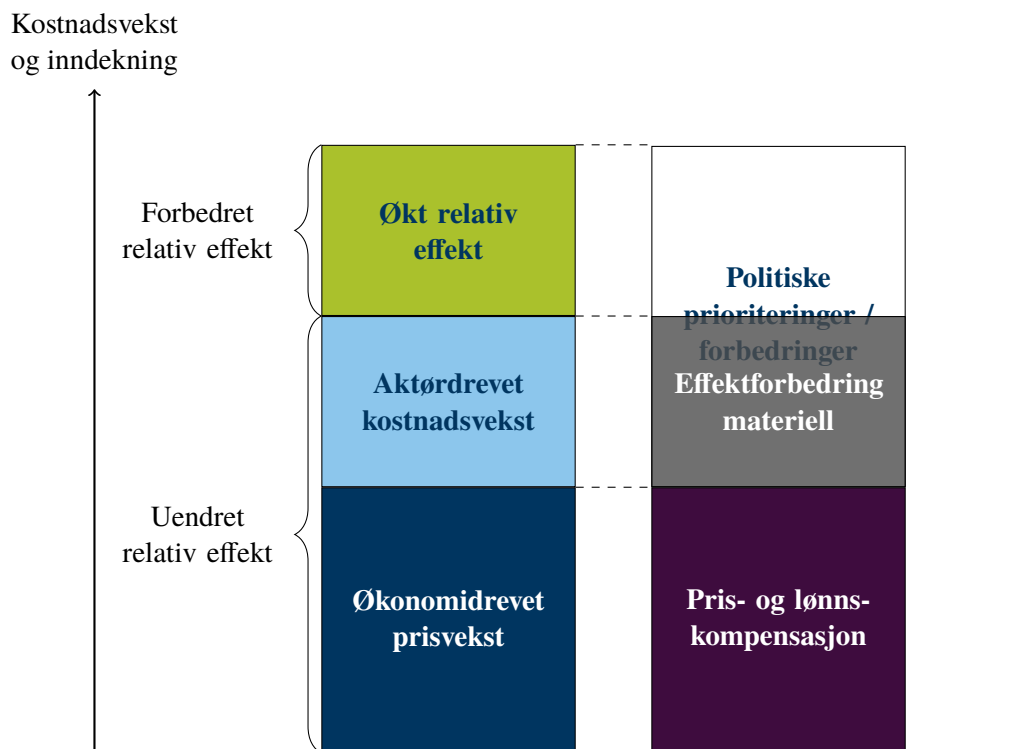
Aktørdrevet kostnadsvekst er den kostnadsveksten som er nødvendig, utover den økonomidrevne prisveksten, for å opprettholde den relative effekten. Den er drevet av ulike aktører, primært av andre land som oppgraderer sine våpensystemer og eget forsvar som svarer med å oppgradere sine systemer.

Pris- og lønnskompensasjon er en avsetning som gjøres over statsbudsjettet, som er ment å dekke økninger i lønn og priser. Kompensasjonen gis for uendret mengde, det vil si at for eksempel kostnader til lønn som følge av flere årsverk ikke kompenseres, bare økning i lønn for de årsverkene vi har hatt fra tidligere, og bare for den delen av lønnsveksten som skyldes generell lønnsvekst i samfunnet.

Erfart kostnadsvekst er den delen av forsvarssektorens kostnadsvekst som overstiger pris- og lønnskompensasjonen. Denne kostnadsveksten er primært forårsaket av behovet for å opprettholde konstant relativ effekt. Eller, sagt på en annen måte, å produsere den samme mengden sikkerhet som tidligere (se Hove 2017a). I mindre grad kan den også være påvirket av andre ting, som for eksempel sløsing. Så lenge pris- og lønnskompensasjonen dekker den økonomidrevne prisveksten tilsvarer erfart kostnadsvekst den aktørdrevne kostnadsveksten.

Effektforbedring materiell er den delen av erfart kostnadsvekst som dekkes av de nevnte avsetningene over statsbudsjettet. I figur 2.1 dekker denne hele den aktørdrevne kostnadsveksten, men det er ikke gitt at det vil være sammenfall mellom disse.

For å opprettholde en uendret relativ effekt over tid er det Forsvarets samlede relative effekt som er av betydning. Det vil si at vi godt kan svekke den relative effekten til ett våpensystem og heve den relative effekten til et annet for å oppnå samme relative effekt totalt sett. Over tid kan ulike



Figur 2.1 Ulike typer kostnadsvekst i forsvarssektoren (til venstre) og ulike typer inndekning for kostnadsveksten (til høyre).

våpensystemer også ha ulik relativ betydning. Dette kan for eksempel komme av at motstandere anskaffer nye våpensystemer som våre våpensystemer ikke kan beskytte seg like godt mot. Slagskip og kystfort er eksempler på våpensystemer som mistet mye av sin betydning etter at blant annet presisjonsstyrte missiler ble introdusert. I stedet for å investere store ressurser i å opprettholde den relative effekten til disse systemene, kan det være mer effektivt å bedre den relative effekten til andre systemer, investere i helt nye typer systemer, eller å endre selve forsvarskonseptet. I den grad vi klarer å gjøre denne typen avveininger ved prioriteringer mellom ulike behov, er det viktig å bruke den netto utgiftsøkningen som grunnlag for avsetningen. Dersom vi hadde slagskip det kostet 100 millioner kroner å drifte og vi bytter ut disse med korvetter det koster 110 millioner kroner å drifte, er det altså 10 millioner kroner som bør utgjøre grunnlaget for avsetningen (gitt at den relative effekten er uendret). Dersom vi kun vurderer system for system, vil det over tid virke konserverende på forsvarsstrukturen. På kort sikt er situasjonen likevel ofte ganske lik fra år til år, og de større grepene for å få til endring og effektivisering av forsvarsstrukturen må derfor ligge i langtidsplanprosessene.

Utgifter knyttet til for eksempel endringer i personell, endringer i forsvarskonsept, endringer i organisasjon og så videre er ikke en del av effektforbedring materiell. Dersom vi hadde sett på alle disse, og ikke bare utgifter til materiell, ville den aktørdrevne kostnadsveksten i figur 2.1 vært høyere enn effektforbedring materiell-avsetningen.

3 Eksempler på prosjekter til vurdering

I dette kapittelet gir vi noen eksempler på prosjekter som meldes inn, samt begrunnelse og om de ble godkjent (grønn bakgrunn), avslått (rød bakgrunn) eller ikke godkjent uten mer informasjon (grå bakgrunn). Eksempelene er fiktive, men eksemplenes utforming og konklusjon er basert på innmeldte tiltak i 2018. Hver innmelding har først informasjon om våpensystem og prosjekt, samt økning i utgifter for de fire nærmeste årene og forsvarsgrenens begrunnelse for hvorfor tiltaket kan klassifiseres som effektforbedring materiell. Hovedregelen er at det må svare på en effektøkning hos potensielle motstandere. Forsvarsgrenen gjør deretter en vurdering av hvordan prosjektet påvirker systemets absolutte effekt. Dersom for eksempel 70 prosent av prosjektet er anskaffelse av reservedeler som uansett hadde vært nødvendig for å drifte systemet som erstattes, vil 70 prosent av den oppgitte kostnadsøkningen være til for å opprettholde den *absolutte* effekten. De resterende 30 prosentene må da antas å være ment for forbedringer av den *relative* effekten. Årsaken til at denne vurderingen gjøres er at de fleste prosjekter inneholder en kombinasjon av en oppgradering og av vedlikehold eller videreføring av et eksisterende våpensystem. Vedlikehold og videreføring skal ikke dekkes av effektforbedring materiell-avsetningen.

Deretter har forsvarsgrenene grovt anslått hvor mye den relative effekten utvikler seg med og uten prosjektet. Utgangspunktet er at den relative effekten er 100 prosent – at systemet bidrar like mye (100 prosent) til forsvarsevnen i morgen som i går. Dersom prosjektet ikke gjennomføres, samtidig som en motstander oppgraderer sine våpensystemer, vil den relative effekten falle under 100 prosent. Hvor mye den relative effekten endres beror på en subjektiv vurdering. Fagmiljøet ved en forsvarsgren må spørre seg for eksempel ”Vår motstander har forbedret overlevelsesnivåen for sitt system, slik at vi må anskaffe ny ammunisjon for å opprettholde vår relative effekt. Hva blir systemets bidrag til den samlede forsvarsevnen med og uten den nye ammunisjonen?” Poenget med denne rapporteringen er å få de som melder inn behov til å tenke gjennom hvorvidt det de faktisk melder inn er effektforbedring materiell, samt at det gir beslutningstaker en vurdering av hvor viktig fagmiljøet mener prosjektet er. Dersom et prosjekt gjennomføres kan den relative effekten gjenopprettes til 100 prosent, men den kan også være både høyere og lavere. Fordi få prosjekter er fullt ut spesialutviklet for akkurat å utligne en relativ effekt, vil den ofte ikke automatisk være 100. Ofte vil et prosjekt derfor gi oss en bedre relativ effekt, selv om denne i neste runde kan utlignes gjennom motstanders oppdateringer av sine systemer.

Alle innmeldte behov er oppgitt uten fremtidig pris- og lønnsvekst, siden disse forutsettes dekket av pris- og lønnskompensasjonen. Det er kostnadsveksten utover den rene prisveksten som gir grunnlag for å ta del i avsetningen. Første året et system er oppgradert (2019 i eksemplene) er det vanskelig å vite hva som er prisvekst fra forrige år, så der kan det ikke forventes at forsvarsgrenene gjør justeringer. Det viktige er at det ikke skal legges på forventet prisvekst i fremtidige år (fra 2020 i eksemplene). I alle eksemplene er det kun rapportert driftskostnader. I eksemplene tar vi for oss alliansen Syldavia, som har alliansen Borduria som sin nærmeste potensielle motstander.

I noen eksempler referer vi til graderte vedlegg. Disse er ikke vedlagt rapporten, men er med for å illustrere at det til en del behov i 2018 ble lagt ved graderte vedlegg som ytterligere begrunnet hvorfor prosjektene kvalifiserte som effektforbedring materiell. Selv om den ugraderte begrunnelsen kanskje ikke ble vurdert å være kvalifisert i første runde, ble noen prosjekter vurdert å kvalifisere etter å ha levert graderte vedlegg med grundigere begrunnelse.

3.1 Kampfly: Nytt luftesystem for piloter

System			
Kampfly			
Prosjekt			
Nytt luftesystem for piloter			
2019	2020	2021	2022
3 mill.	3 mill.	3 mill.	3 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>I forbindelse med at Syldavia deltar i en internasjonal operasjon rett sør for ekvator må kampflyenes luftesystemer oppgraderes. Som en konsekvens av dette må det syldaviske luftforsvaret hvert år bytte dyrere filtre og reservedeler mer hyppig.</p> <p>Det er ikke avsatt penger for å dekke de økte vedlikeholdsutgiftene.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
70 % opprettholde absolutt effekt		100 % uten tiltak 105 % med tiltak	
30 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER IKKE.</p> <p>Begrunnelse: Dette er en ambisjonsøkning som følger av at det syldaviske parlamentet besluttet å bidra til en internasjonal operasjon. Da er det forutsatt at det også følger med penger til nødvendige tiltak. Penger til å dekke økte vedlikeholdsutgifter må gis gjennom andre prosesser. Prosjektet er ikke knyttet til effektøkninger på potensielle motstanderes systemer og kvalifiserer derfor ikke.</p>			

3.2 Kampfly: RAT-8-missiler

System			
Kampfly			
Prosjekt			
RAT-8-missiler			
2019	2020	2021	2022
15 mill.	2 mill.	2 mill.	2 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>RAT-7-missilene produseres ikke lengre. RAT-missilene er viktig for å opprettholde den operative evnen, siden kun disse kan nå de viktige rakettanleggene i Borduria. Oppgraderingen til RAT-8 inneholder en betydelig oppgradering av kampflyvåpenets effekt, men uten dette prosjektet vil avskrekkingseffekten bli drastisk redusert.</p> <p>Det vil bli ekstra høye driftsutgifter første året i forbindelse med utskiftningen, mens det i årene fremover vil bli noe høyere årlige utgifter knyttet til vedlikehold og lagring.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
90 % opprettholde absolutt effekt		80 % uten tiltak 110 % med tiltak	
10 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER IKKE.</p> <p>Begrunnelse: Hovedhensikten med dette tiltaket er å videreføre en eksisterende kapasitet. Prosjektet er ikke knyttet til effektøkninger på potensielle motstanderes systemer. Det er ikke gitt en begrunnelse for hvorfor prosjektet bør kvalifisere som et effektforbedring materiell-prosjekt. Den ekstra kostnaden som følger av at RAT-8 er dyrere enn RAT-7 må derfor finnes inndekning for andre steder. Den delen av kostnadene som er lik RAT-7 dekkes over ordinære budsjetter.</p>			

3.3 Kampfly: Ny kanon med ammunisjon

System			
Kampfly			
Prosjekt			
Ny kanon med ammunisjon			
2019	2020	2021	2022
5 mill.	5 mill.	5 mill.	5 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>På grunn av Bordurias kjente prosjekt for å oppgradere overlevelsessevnen for sine kampfly har det vært nødvendig å investere i ny kanon med tilhørende ammunisjon. Dette fører til en økning i de årlige utgiftene, fordi ammunisjonen er dyrere å anskaffe. Ammunisjonen har økt rekkevidde og økt gjennomtreningsevne, beskrevet i prosjektdokumentasjonen.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
30 % opprettholde absolutt effekt		80 % uten tiltak 105 % med tiltak	
70 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER. Begrunnelse: Behovsbeskrivelsen svarer på en konkret utfordring med tanke på å opprettholde relativ effekt. Prosjektet er nødvendig for å opprettholde den relative effekten.</p>			

3.4 Kommando og kontroll: Oppdatering av sensorer

System			
Kommando og kontroll			
Prosjekt			
Oppdatering av sensorer			
2019	2020	2021	2022
4 mill.	4 mill.	4 mill.	4 mill.
Begrunnelse for tiltak			
Kommando og kontroll-sensorer må oppgraderes for å holde tritt med den generelle teknologiske utvikling. Uten disse oppdateringene vil vi sakke akterut sammenlignet med våre potensielle motstandere.			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
40 % opprettholde absolutt effekt			
60 % forbedre absolutt effekt		90 % uten tiltak 110 % med tiltak	
Konklusjon og begrunnelse			
KVALIFISERER IKKE MED DENNE BEGRUNNELSEN. Begrunnelse: Begrunnelsen er for diffus til klassifisere prosjektet som kvalifisert i denne omgang. En generell teknologisk utvikling er ikke særegen for det syldaviske forsvaret, og det er ikke begrunnet hvorfor denne utgiftsveksten er spesiell for det syldaviske forsvaret. En mer konkret begrunnelse kan vise seg å gi grunnlag for en del av avsetningen. Hvem er de potensielle motstanderene det pekes på, og hvorfor er dette tiltaket nødvendig for å utligne et forsprang de nylig har vunnet?			

3.5 Kommando og kontroll: Lisensutgifter for IKT-systemer

System			
Kommando og kontroll			
Prosjekt			
Lisensutgifter for IKT-systemer			
2019	2020	2021	2022
2 mill.	3 mill.	2 mill.	3 mill.
Begrunnelse for tiltak			
Utgifter til lisenser (Windows, etc.) øker mer enn i sivil sektor fordi all programvare må spesialtilpasses. Lisensene må oppgraderes for å holde systemene oppgraderte.			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
90 % opprettholde absolutt effekt		90 % uten tiltak 105 % med tiltak	
10 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
KVALIFISERER IKKE. Begrunnelse: Utgifter til lisenser er ikke særegent for forsvarssektoren. Utgifter til spesialtilpassing av programvare kan kvalifisere, men så lenge det ikke er mulig å spesifisere disse vil det ikke gis midler til dette.			

3.6 Fregatter: Oppgradert ILAS-sensor

System			
Fregatter			
Prosjekt			
Oppgradert ILAS-sensor			
2019	2020	2021	2022
0,5 mill.	0,5 mill.	0,5 mill.	0,5 mill.
Begrunnelse for tiltak			
ILAS-sensorene må oppgraderes fordi burduriske missilsystemer har fått et mer stillestående fremdriftssystem. ILAS rekker derfor ikke å oppdage innkommende missiler i tide til å treffe mottiltak. Oppgraderingen er en forbedring spesifikt rettet mot å rette opp denne nye svakheten. I tillegg til driftskostnadene oppgitt over utgjør investeringskostnadene cirka 35 millioner kroner.			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
0 % opprettholde absolutt effekt		80 % uten tiltak 100 % med tiltak	
100 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
KVALIFISERER. Begrunnelse: Prosjektet utligner en endring i den relative effekten fullt ut.			

3.7 Fregatter: Erstatte stealth-maling

System			
Fregatter			
Prosjekt			
Erstatte stealth-maling			
2019	2020	2021	2022
30 mill.	30 mill.	0 mill.	0 mill.
Begrunnelse for tiltak			
Stealth-malingen på fregattene er i ferd med å flasse av. Denne må erstattes for å opprettholde den relative effekten.			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
100 % opprettholde absolutt effekt		60 % uten tiltak 100 % med tiltak	
0 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
KVALIFISERER IKKE. Begrunnelse: Dette er vedlikehold av en eksisterende kapasitet.			

3.8 Brigaden: Endrede klartider

System
Brigaden

Prosjekt
Endrede klartider

2019	2020	2021	2022
100 mill.	100 mill.	100 mill.	100 mill.

Begrunnelse for tiltak
Som følge av ny langtidsplan for Syldavias forsvar, er tiden det skal ta å ha en slagkraftig brigade klar til kamp halvert. Dette har store konsekvenser for utgiftsnivået, siden brigaden må bestå av vervet personell, ikke vernepliktige. Borduria har økt sin satsing på sitt forsvar i det siste. Derfor er dagens klartidsnivå ikke tilstrekkelig til å opprettholde dagens relative forsvarsevne. Hele dette tiltaket er ikke nødvendig for å opprettholde absolutt effekt, men er nødvendig for å nå kravet i langtidsplanen.

Utvikling i absolutt effekt	Utvikling i relativ effekt
5 % opprettholde absolutt effekt	
95 % forbedre absolutt effekt	90 % uten tiltak 140 % med tiltak

Konklusjon og begrunnelse
KVALIFISERER IKKE. Begrunnelse: Tiltaket er ikke et svar på oppgraderte våpensystemer hos en potensiell motstander. En reduksjon av klartiden som følge av reduserte klartider hos potensiell motstander faller utenfor effektforbedring materiell-kriteriene. Selv om hovedhensikten med dette prosjektet er å oppfylle et mål i langtidsplanen, må det finansieres på andre måter. Det ser også ut til at i alle fall deler av dette prosjektet kan være personellkostnader, som ikke dekkes av effektforbedring materiell.

3.9 Brigaden: Nye kampvogner

System			
Brigaden			
Prosjekt			
Nye kampvogner			
2019	2020	2021	2022
15 mill.	30 mill.	45 mill.	45 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>Eksisterende kampvogner oppgraderes for å komme opp på høyere standard. En høyere standard er vedtatt i langtidsplanen. En høyere standard er også påkrevd for å opprettholde relativ effekt, fordi Borduria har oppgradert sine kampvogner med ny panserbrytende ammunisjon, nye sensorer og forbedret pansring. Uten dette tiltaket vil vi bli påført en svekkelse av vår operative evne. Som bemerket i begrunnelsen vil cirka 10 prosent av de økte utgiftene som følger med prosjektet vil være utgifter som uansett hadde påløpt for vedlikehold og som derfor i utgangspunktet ikke kvalifiserer.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
10 % opprettholde absolutt effekt		80 % uten tiltak 110 % med tiltak	
90 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER. Begrunnelse: Oppgradering av kampvognene er nødvendig for å opprettholde den relative effekten. 10 prosent av de økte utgiftene kvalifiserer likevel ikke til effektforbedring materiell, da dette er vedlikehold som uansett hadde inntruffet. At tiltaket er vedtatt i langtidsplanen kvalifiserer ikke i seg selv, men tiltaket kvalifiserer fordi motstander har oppgradert sine våpensystemer.</p>			

3.10 Brigaden: Håndtering av eksplosiver

System			
Brigaden			
Prosjekt			
Håndtering av eksplosiver			
2019	2020	2021	2022
11 mill.	1 mill.	1 mill.	11 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>Ekspllosivene som benyttes mot oss i internasjonale operasjoner blir stadig mer sofistikerte (se graderte vedlegg for utfyllende informasjon). For å opprettholde evnen til å uskadeliggjøre disse eksplosivene trengs nytt utstyr som er dyrere å drifte. Det er budsjettert med økte utgifter på rundt 10 millioner kroner hvert tredje år for å ta høyde for utstyr som blir ødelagt ved uhell.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
0 % opprettholde absolutt effekt		90 % uten tiltak 100 % med tiltak	
100 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER. Begrunnelse: Utstyr trengs for å opprettholde relativ effekt. Tiltaket svarer på en effektforbedring hos motstandere, dokumentert i egne vedlegg.</p>			

3.11 Brigaden: Kampluftvern

System			
Brigaden			
Prosjekt			
Kampluftvern			
2019	2020	2021	2022
10 mill.	10 mill.	10 mill.	10 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>Borduria har økt sin kapasitet til å angripe bakkestyrker, spesielt gjennom de to prosjektene dokumentert i gradert vedlegg. Det trengs ytterligere investeringer i kampluftvern for å oppnå tilstrekkelig beskyttelse.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
90 % opprettholde absolutt effekt		95 % uten tiltak 115 % med tiltak	
10 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER. Begrunnelse: Behovet kommer av nye investeringer hos Borduria. For å opprettholde brigadens relative effekt er det nødvendig å øke mengden kampluftvern.</p>			

3.12 Personlig utrustning: Kikkertsikter til rifler

System			
Personlig utrustning			
Prosjekt			
Kikkertsikter til rifler			
2019	2020	2021	2022
5 mill.	5 mill.	0 mill.	0 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>Hæren behøver nye kikkertsikter til riflene. De nye siktene har bedre optikk, samt mulighet til å detektere varme. I hovedsak gir dette en forbedring sammenlignet med dagens evne. Utsiftningen vil foregå over to år. Endringen i driftsutgifter deretter vil være neglisjerbar. 40 prosent av økningen i utgifter ville påløpt uavhengig av oppgradering, fordi eksisterende sikter måtte blitt gjenanskaffet. Gjenanskaffelsen er for liten til at den håndteres som et eget investeringsprosjekt.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
40 % opprettholde absolutt effekt		95 % uten tiltak 100 % med tiltak	
60 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER IKKE MED DENNE BEGRUNNELSEN.</p> <p>Begrunnelse: Behovet for økte midler er ikke begrunnet i et behov for å opprettholde relativ effekt. En bedre begrunnelse kan bidra til at prosjektet kvalifiserer. Hvem er de potensielle motstanderene og hvordan har de nylig forbedret effekten på de systemene vi kan møte med bedre kikkertsikter?</p>			

3.13 Personlig utrustning: Radioer

System			
Personlig utrustning			
Prosjekt			
Radioer			
2019	2020	2021	2022
2,3 mill.	2,3 mill.	2,3 mill.	2,3 mill.
Begrunnelse for tiltak			
<p>Personellet i felt har for få fungerende radioer. Radioene kan enten repareres eller skiftes ut. Utgiftene for dette er om lag de samme, men dersom radioene byttes ut vil de byttes ut med mer kapable radioer, som også varer lengre. Det er dette alternativet som her ligger til grunn.</p>			
Utvikling i absolutt effekt		Utvikling i relativ effekt	
40 % opprettholde absolutt effekt		90 % uten tiltak 120 % med tiltak	
60 % forbedre absolutt effekt			
Konklusjon og begrunnelse			
<p>KVALIFISERER IKKE. Begrunnelse: De to alternative prosjektene er henholdsvis et rent vedlikeholdsprosjekt og et kombinert vedlikeholds- og oppgraderingsprosjekt med ambisjonsøkning. Behovsbegrunnelsen svarer ikke på hvorfor prosjektet er nødvendig for å opprettholde en relativ effekt.</p>			

4 Prioriteringer mellom godkjente prosjekter

Når prosjektene er vurdert og godkjent eller forkastet, vil det kunne være større behov enn det er penger tilgjengelig. Dermed må det gjøres en prioritering mellom de godkjente prosjektene. Dette kapittelet går gjennom tre metoder for prioriteringer. FFI har utviklet en egen Excel-modell med de tre metodene (se Hove 2018, for dokumentasjon og brukerveiledning). Dette kapittelet går gjennom et eksempel med de fem godkjente prosjektene fra kapittel 3. Først setter vi opp tildelingskriterier i avsnitt 4.1. I avsnitt 4.2 setter vi verdi på de ulike kriteriene. Deretter rangeres de ulike prosjektene innenfor hvert kriterie i avsnitt 4.3. Dette resulterer i en endelig rangering av prosjektene. Vi ser også på en visuell fremstilling ved hjelp av en effektivitetsfront (avsnitt 4.4), sensitivitet og usikkerhet (avsnitt 4.5), styrker og svakheter ved metodene (avsnitt 4.6) og hvilken type utgifter som bør telle med (avsnitt 4.7), før vi gir noen anbefalinger (avsnitt 4.8).

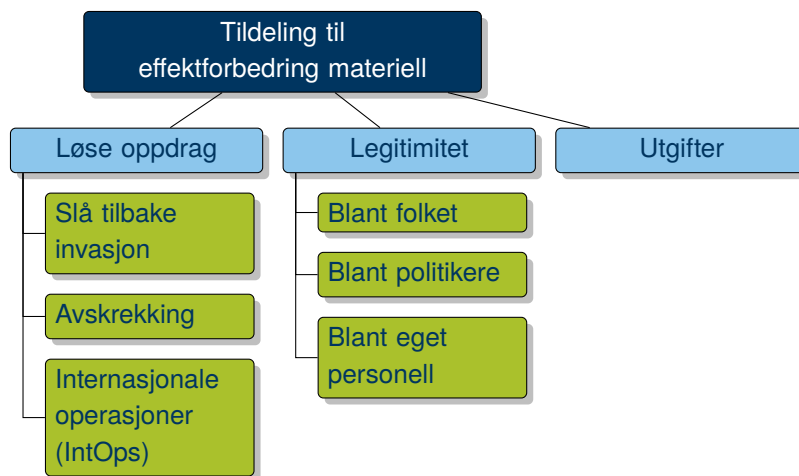
Prioriteringer mellom ønsker og behov kan gjøres på mange måter – fra stringente, objektive og matematiske kriterier til skjønnsmessige avveininger der meningene til enkeltpersoner betyr alt. Ofte ønsker organisasjonen som skal gjøre prioriteringene den første typen (Haas og Meixner 2005), men i praksis er det ofte vanskelig å finne kriterier som er objektive og mulig å sette tall på. Ett enkelt kriterium er dessuten sjelden nok, slik at beslutninger må basere seg på et sett av kriterier (Triantaphyllou 2000). Selv om vi skulle finne gode kriterier, er kriteriene fortsatt et resultat av tankeprosessene til de personene som har formulert kriteriene (Saaty 2009), og ikke helt objektive. Det finnes flere etablerte metoder for å gjøre formelle vurderinger, såkalte flermålsanalysemetoder. I dette kapittelet går vi gjennom tre slike metoder:

- *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, utviklet på 1970-tallet av Thomas L. Saaty.
- *Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)*, utviklet av Edwards (1971).
- *SMART Exploiting Ranks (SMARTER)*, utviklet av Edwards og Barron (1994). Dette er en forenklet metode av SMART.

Slike metoder brukes blant annet i beslutningsprosesser som involverer komplekse scenarier, der beslutninger har langsiktige konsekvenser og der menneskelige beslutninger, oppfatninger og avveininger er involvert (Bhushan og Rai 2004). Gjennomgangen av AHP i dette kapittelet er i stor grad basert på gjennomgangen i Vargas (2010), mens gjennomgangen av SMART og SMARTER er basert på Goodwin og Wright (2004).

4.1 Tildelingskriterier

Det flermålsanalysemetodene gjør er å bryte ned problemstillingene til et hierarki av kriterier, slik at de ulike underproblemstillingene kan analyseres og sammenlignes uavhengig av hverandre. Project Management Institute (2008) anbefaler at kriteriene baseres på organisasjonens strategiske mål. For Syldavia kan dette for eksempel gjøres som i figur 4.1. De tre kriteriene på øverste nivå (lys blått i figur 4.1) kalles ofte kategorier, mens kriteriene på nivået under (grønt i figur 4.1) kalles kriterier. I neste avsnitt sammenlignes, vektet eller rangeres disse, enten basert på data eller på faglige vurderinger (Saaty 2008).



Figur 4.1 Målhierarki for forsvaret i Syldavia.

4.2 Vurdering av tildelingskriteriene

Først vurderer vi de ulike kategoriene kriteriene fra figur 4.1 mot hverandre, først med **AHP** (avsnitt 4.2.1), deretter med **SMART** og **SMARTER** (avsnittene 4.2.2 og 4.2.3). Gjennomgangen i det videre er for å forklare metoden – selve beregningene kan gjøres automatisk i den **FFI**-utviklede Excel-modellen.

4.2.1 AHP

I **AHP** sammenlignes kriteriene mot hverandre, først kategoriene på øverste nivå ('Løse oppdrag', 'Legitimitet' og 'Utgifter'), deretter kategoriene på andre nivå (først 'Slå tilbake invasjon' mot 'Avskrekking' og 'IntOps', deretter legitimitet 'Blant folket' mot legitimitet 'Blant politikere' og legitimitet 'Blant eget personell'). Mest brukt er en oddetallskala fra 1 til 9, (se for eksempel Saaty 2005) og illustrert i tabell 4.1. Skalaen indikerer den relative viktigheten til ett alternativ sammenlignet med et annet alternativ. Dersom vi rangerer A som 9 sammenlignet med B, rangeres automatisk B som 1/9 sammenlignet med A.

Skala	Numerisk rating	Motsatt rating
Ekstremt foretrukket	9	1/9
Veldig sterkt foretrukket	7	1/7
Sterkt foretrukket	5	1/5
Moderat foretrukket	3	1/3
Indifferent	1	1

Tabell 4.1 Skala for relativ viktighet.

En enkel måte å forstå rating på er ved å rangere de tre kategoriene under 'Løse oppdrag' i figur 4.1. I tabell 4.2 har vi gjort parvise ratinger av de tre kategoriene etter hvor viktig vi anser dem for å

være, med en skala som brukes for eksempel i spørreundersøkelser. I tabell 4.3 har vi konvertert denne skalaen til numerisk og motsatt rating. Vi ser at A beholder verdien sin, mens verdiene på B-siden konverteres til motsatt rating som i tabell 4.1. Tabellen leses nå som hvor viktig A er relativt til B.

A	Rating									B
Invasjon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Avskrekking
Invasjon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	IntOps
Avskrekking	9	7	5	3	1	3	5	7	9	IntOps

Tabell 4.2 Symmetrisk numerisk rating.

A	Rating og motsatt rating									B
Invasjon	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9	Avskrekking
Invasjon	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9	IntOps
Avskrekking	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9	IntOps

Tabell 4.3 Numerisk og motsatt rating.

I tabell 4.4 har vi sammenstilt de ulike ratingene. Vi ser for eksempel at det å slå tilbake en invasjon er rangert som ekstremt foretrukket (9) sammenlignet med å delta i internasjonale operasjoner. Den motsatte ratingen (internasjonale operasjoner mot slå tilbake invasjon) er derfor 1/9.

	Slå tilbake invasjon	Avskrekking	Internasjonale operasjoner
Slå tilbake invasjon	1	5	9
Avskrekking	1/5	1	3
Internasjonale operasjoner	1/9	1/3	1

Tabell 4.4 Vekting mellom de ulike kriteriene innenfor kategorien 'Løse oppdrag'.

Etter at disse vurderingene er gjort, normaliseres verdiene, slik at summen av hver kolonne blir 1. De nye verdiene beregnes med andre ord ved å dividere verdiene fra tabell 4.4 med summen av den aktuelle kolonnen. Kriteriet 'Slå tilbake invasjon' får dermed en verdi i seg selv på

$$\frac{1}{1 + 1/5 + 1/9} \approx 0,763 \quad (4.1)$$

Dette gir en rating som i tabell 4.5 (avrundinger gjør at kolonnene ikke alltid summerer seg til 1).

	Slå tilbake invasjon	Avskrekking	Internasjonale operasjoner
Slå tilbake invasjon	0,763	0,789	0,692
Avskrekking	0,153	0,158	0,231
Internasjonale operasjoner	0,085	0,053	0,077

Tabell 4.5 Normalisert vekting.

Bidraget fra hvert enkelt kriterium til det syldaviske forsvarers hovedmål kan beregnes ved hjelp av såkalte egenvektorer (også kalt prioritetsvektorer). Disse kan beregnes eksakt ved hjelp av et dataprogram, men en tilnærming som gir et avvik på under 10 prosent (Kostlan 1991) er å summere radene og dividere på antall kriterier. For eksempel får 'Slå tilbake invasjon' en egenvektor på

$$\frac{0,763 + 0,789 + 0,692}{3} \approx 0,748 \quad (4.2)$$

Dette gir egenvektorer som i tabell 4.6.

	Eigenvektor
Slå tilbake invasjon	0,748
Avskrekking	0,180
Internasjonale operasjoner	0,071

Tabell 4.6 Tilnærming til egenvektorer innenfor kategorien 'Løse oppdrag'.

Tolkningen av egenvektorene i tabell 4.6 er at for forsvaret i Syldavia vektlegges det å slå tilbake en invasjon 74,8 prosent relativt til det samlede målet. Etter at vurderingene er det gjort må det undersøkes hvorvidt ratingene er konsistente (se for eksempel Teknomo 2006). Forenklet vil det si at dersom vi har rangert kriterium A over kriterium B og kriterium B over kriterium C, så kan vi ikke samtidig rangere kriterium C over kriterium A. Se vedlegg A for en detaljert gjennomgang av konsistenssjekken.² Normalt gjøres en AHP-beregning i et dataprogram, hvor konsistenssjekken er innebygd. Ved bruk av FFI-regnearket (Hove 2018) gjøres konsistenssjekken automatisk.

Når alle kategorier og kriterier er vurdert på samme måte, kan vi sette sammen en helhetlig ratingstabell. For Syldavias tilfelle er denne gjengitt i tabell 4.7.

	Relativ viktighet
Løse oppdrag	0,669
Slå tilbake invasjon	0,500
Avskrekking	0,121
Internasjonale operasjoner	0,048
Legitimitet	0,064
Blant folket	0,046
Blant politkerne	0,012
Blant eget personell	0,005
Utgifter	0,267

Tabell 4.7 Innbyrdes relativ viktighet i AHP.

Vi finner den globale viktigheten av for eksempel 'Slå tilbake invasjon' i tabell 4.7 ved å multiplisere

²Når det er færre enn fire kriterier er det vanskelig å oppnå konsistens. Rangeringen over består konsistenssjekken, men vil gi inkonsistens som resultat dersom vi hadde gitt avskrekking 5 i stedet for 3 i vekt målt mot internasjonale operasjoner.

dets egenvektor med den relative viktigheten til kategorien, altså 'Løse oppdrag':

$$0,748 * 0,669 \approx 0,500 \quad (4.3)$$

Summen av kategoriene er 1 (de fete verdiene i tabell 4.7). Det samme er summen av kriteriene (her regnes også kategorien 'Utgifter' med, siden den ikke har kriterier under seg).

4.2.2 SMART

I SMART vurderer vi ikke kriteriene mot hverandre, men vi angir i stedet såkalte svingvekter for kriteriene. Først gir vi hvert av kategoriene på øverste nivå i figur 4.1 verdier mellom 0 og 100. Den kategorien som er høyest verdsatt settes til 100. For de neste kategoriene settes verdien slik at en endring fra verste til beste alternativ tilsvarer en tilsvarende prosentvis endring i den høyest verdsatte kategorien. I tabell 4.8 er utgiftene gitt en svingvekt på 45, det vil si at et prosjekt som gikk fra dyrest til billigst er 45 prosent så viktig som et prosjekt som går fra dårligste til beste oppdragsløsning. Til sist normaliseres vektene til 100 prosent.

Objekt	Svingvekt	Normalisert vekt	
Oppdrag	100	0,645	(100/100 + 10 + 45)
Legitimitet	10	0,065	(10/100 + 10 + 45)
Utgifter	45	0,290	(45/100 + 10 + 45)

Tabell 4.8 Svingvekter og normaliserte vekter for øverste nivå i hierarkiet.

Deretter rangeres de ulike kriteriene. I tabell 4.9 vises hvordan dette er gjort for kategorien 'Løse oppdrag'.

Objekt	Svingvekt	Normalisert vekt	
Invasjon	100	0,741	(100/100 + 25 + 10)
Avskrekking	25	0,185	(25/100 + 25 + 10)
IntOps	10	0,074	(10/100 + 25 + 10)

Tabell 4.9 Svingvekter og normaliserte vekter under 'Løse oppdrag'.

Tabell 4.10 viser hvordan den innbyrdes relative viktigheten ser ut i vårt eksempel. Vektingen for 'Slå tilbake invasjon' fremkommer fra tabellene 4.8 og 4.9 som

$$0,645 * 0,741 \approx 0,478 \quad (4.4)$$

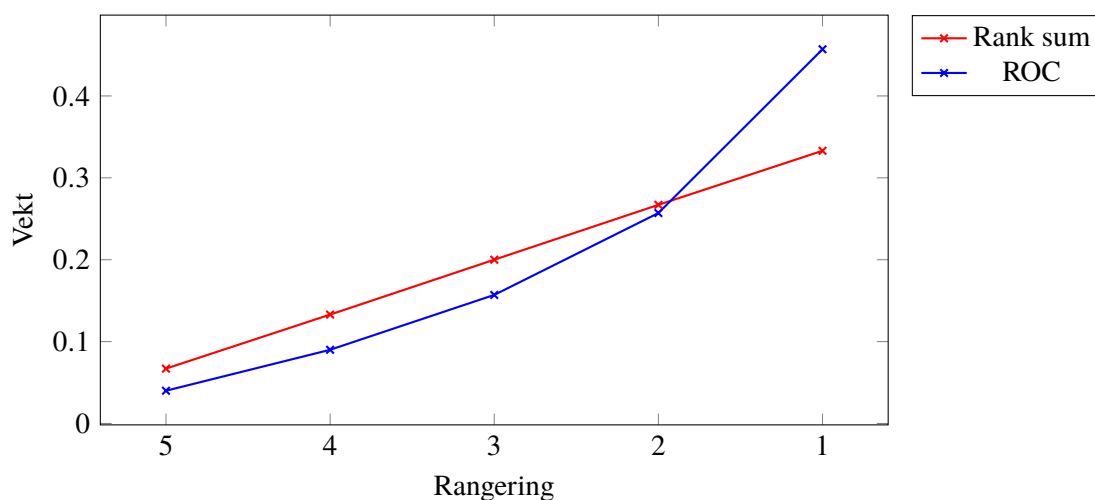
I tabell 4.10 er resultatet ganske likt som for AHP, men dette vil ikke nødvendigvis alltid være tilfellet. Hvor like resultatene blir avhenger av hvor konsistent vi er i de to måtene å vurdere prosjekter på (parvise prosjektsammenligninger i AHP og svingvektene i SMART).

	Relativ viktighet
Løse oppdrag	0,645
Slå tilbake invasjon	0,478
Avskrekking	0,119
Internasjonale operasjoner	0,048
Legitimitet	0,065
Blant folket	0,046
Blant politikere	0,014
Blant eget personell	0,005
Utgifter	0,290

Tabell 4.10 Innbyrdes relativ viktighet i SMART.

4.2.3 SMARTER

SMARTER er en enda enklere fremgangsmåte, hvor vi rangerer de ulike kriteriene mot hverandre. Dette kan være et alternativ i tilfeller hvor vi ikke har gode forutsetninger for å sette svingvekter. Rangeringen konverteres deretter til vekter enten gjennom *rank order centroid* (ROC) eller *rank sum* (RS). Forskjellen på disse to konverteringsmåtene er illustrert i figur 4.2. Mens RS gir en lineær skala, gir ROC relativt høyere vekt til de høyest rangerte kriteriene. Valget av metode må baseres på hva vi mener er mest passende.



Figur 4.2 Vekter med ROC og rank sum.

Tabell 4.11 viser verdiene kategoriene får med RS og ROC. For RS divideres den motsatte rangeringen (det kriteriet som er rangert øverst har 3 som motsatt rangering når 3 kriterier sammenlignes) med summen av rangeringer. For ROC summeres brøker med rangering i nevner fra og med aktuell rangering til og med dårligste rangering. Vi ser at det å løse oppdragene, som er det høyest prioriterte målet, får en høyere normalisert vekt ved bruk av ROC, som i figur 4.2.

Objekt	Rangering	Normalisert vekt (RS)	Normalisert vekt (ROC)
Oppdrag	1	0,500 $3/(3 + 2 + 1)$	0,611 $(1/1 + 1/2 + 1/3)/3$
Legitimitet	3	0,167 $1/(3 + 2 + 1)$	0,111 $(1/3)/3$
Utgifter	2	0,333 $2/(3 + 2 + 1)$	0,278 $(1/2 + 1/3)/3$

Tabell 4.11 Rangering og normaliserte vekter for øverste nivå i hierarkiet.

Tabell 4.12 sammenligner den endelige innbyrdes relative viktigheten for SMART og de to SMARTER-metodene. I dette tilfellet er det ved bruk av ROC at SMARTER ligger nærmest SMART.

	SMART	SMARTER (RS)	SMARTER (ROC)
Løse oppdrag	0,645	0,500	0,611
Slå tilbake invasjon	0,478	0,250	0,373
Avskrekking	0,119	0,167	0,170
Internasjonale operasjoner	0,048	0,183	0,068
Legitimitet	0,065	0,167	0,111
Blant folket	0,046	0,083	0,068
Blant politikere	0,014	0,056	0,031
Blant eget personell	0,005	0,028	0,012
Utgifter	0,290	0,333	0,278

Tabell 4.12 Innbyrdes relativ viktighet i SMART, SMARTER med RS, og SMARTER med ROC.

4.3 Rangering av kvalifiserte prosjekter

Nå kan alle de godkjente prosjektene fra kapittel 3 rangeres. Prosjektene rangeres på samme måte som de ulike kriteriene ble rangert mot hverandre, men de rangeres én gang for hvert kriterie. Det vil si at et prosjekt sammenlignes, vektet eller rangeres med hensyn til hvor godt det bidrar til å slå tilbake en invasjon. Deretter gjøres det samme med tanke på hvor godt det bidrar til avskrekking. Rangeringen foregår på samme måte som tidligere for AHP og SMARTER, mens vi for SMART kan velge å anvende hele skalaen fra 0 til 100 og sette det minst verdifulle prosjektet til 0. Vi viser i det følgende et eksempel for AHP og for SMART/SMARTER.

4.3.1 AHP

Etter at alle prosjektene er vektet, normalisert, egenvektorberegnet og konsistenssjekket kan vi finne ut hvilke prosjekter som bør prioriteres. For alle prosjekter tar vi verdien for hvert kriterium fra tabell 4.7 og multipliserer med egenvektoren (prioritetsvektoren) det aktuelle prosjektet får under

dette kriteriet. Summen av alle disse produktene angir den endelige prioriteringsevalueringen og hvilke prosjekter som bør få midler først. I tabell 4.13 viser vi et eksempel på hvordan rangeringene kan se ut ved bruk av AHP. For hvert nye kriterium må det gjøres en rangering for kombinasjoner av prosjekter. Jo flere kriterier vi legger til grunn, jo flere parvise rangeringer må vi altså gjøre. Det kan derfor være fornuftig å begrense antall kriterier, for eksempel ved å ta bort kriterier som har lav vektning. I tabell 4.7 kunne dette for eksempel vært å slå sammen legitimitetskriteriet, siden hvert av underkriteriene har lav verdi. I den nederste delen av tabell 4.7 er det oppgitt maksimal egenverdi, samt *consistency index* (CI) og *consistency ratio* (CR). Så lenge konsistensraten er under 10 prosent (0,100) regnes prioriteringene innenfor hvert kriterium å være konsistente. For en gjennomgang av CI og CR, se vedlegg A.

	Invasjon	Avskrekk	IntOps	Folket	Polikere	Personell	Utgifter
ILAS / Kanon	3	5	1	1	1/3	1/3	5
Kampvogn / Kanon	9	3	1/9	3	3	3	1/5
Kampvogn / ILAS	5	1/3	1/9	5	5	3	1/9
Eksplisiv / Kanon	1/3	1/5	3	9	7	7	1
Eksplisiv / ILAS	1/9	1/9	5	9	9	9	1/5
Eksplisiv / Kampvogn	1/9	1/5	9	5	3	5	5
Luftvern / Kanon	3	5	1/3	1/3	1/3	1	1/3
Luftvern / ILAS	1	1	1/3	1	1	1	1/7
Luftvern / Kampvogn	1/3	5	3	1/5	1/7	1/3	5
Luftvern / Eksplisiv	9	9	1/9	1/9	1/9	1/7	1
Maksimal egenverdi	5,350	5,371	5,350	5,370	5,219	5,272	5,423
CI	0,087	0,093	0,087	0,093	0,055	0,068	0,106
CR	0,078	0,083	0,078	0,083	0,049	0,061	0,094

Tabell 4.13 Alle rangeringer i eksempelet.

Når tilsvarende beregninger som i avsnitt 4.2.1 er gjort for hvert enkelt kriterium, kan vi vekte sammen resultatene. Tabell 4.14 viser resultatene, med vektene fra tabell 4.7 øverst, egenvektorene for de ulike prosjektene under og utfall til høyre. Utfallet er summen av produktene av vekt og prosjektets egenvektorer, det vil si at for kanonen er $0,102 = 0,500 \times 0,065 + 0,121 \times 0,087 + \dots + 0,267 \times 0,164$.

	Invasjon	Avskrekk	IntOps	Folket	Politikere	Personell	Utgifter	Utfall
Vekt	0,500	0,121	0,048	0,046	0,012	0,005	0,267	
Kanon	0,065	0,087	0,196	0,082	0,108	0,094	0,164	0,102
ILAS	0,181	0,351	0,181	0,057	0,047	0,056	0,562	0,296
Kampvogn	0,527	0,139	0,030	0,209	0,253	0,184	0,035	0,305
Eksplisiv	0,030	0,031	0,527	0,605	0,547	0,595	0,132	0,117
Luftvern	0,196	0,393	0,065	0,047	0,045	0,071	0,107	0,180

Tabell 4.14 Vekter, rattinger og endelig utfall.

Dette gir et endelig utfall som i tabell 4.15, altså at vi bør prioritere kampvognene og ILAS.

Rangering	Prosjekt	Utfall
1	Kampvogn	0,305
2	ILAS	0,296
3	Luftvern	0,180
4	Eksplisiv	0,117
5	Kanon	0,102

Tabell 4.15 Endelig rangering.

4.3.2 SMART og SMARTER

I SMART gir vi prosjektene verdier mellom 0 og 100, mens SMARTER bare trenger rangeringen av prosjektene. Tabell 4.16 gir et eksempel på hvordan dette kan se ut. Utfallene for dette eksempelet er gjengitt i tabell 4.17. Vi legger merke til at rangeringen ikke er helt lik, spesielt for SMARTER med RS. Dette er ikke overraskende gitt tabell 4.12.

	Invasjon	Avskrekk	IntOps	Folket	Politikere	Personell	Utgifter
Kanon	10 (4)	20 (4)	40 (2)	15 (3)	20 (3)	20 (3)	30 (2)
ILAS	40 (2)	90 (2)	35 (3)	10 (4)	0 (4)	0 (5)	100 (1)
Kampvogn	100 (1)	50 (3)	0 (5)	40 (2)	50 (2)	40 (2)	0 (5)
Eksplisiv	0 (5)	0 (5)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	25 (3)
Luftvern	40 (2)	100 (1)	10 (4)	0 (5)	0 (4)	15 (4)	20 (4)

Tabell 4.16 Alle vurderinger i eksempelet (rangering i parentes).

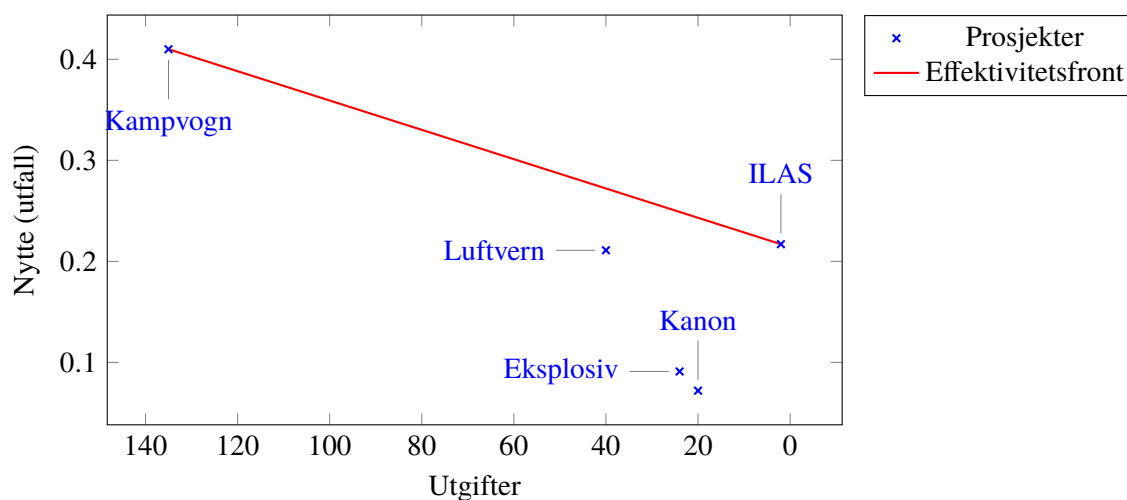
SMART		SMARTER (RS)		SMARTER (ROC)	
Prosjekt	Utfall	Prosjekt	Utfall	Prosjekt	Utfall
1 ILAS	0,320	1 ILAS	0,259	1 ILAS	0,286
2 Kampvogn	0,291	2 Kanon	0,200	2 Kampvogn	0,239
3 Luftvern	0,183	3 Kampvogn	0,189	3 Luftvern	0,172
4 Eksplisiv	0,106	4 Eksplisiv	0,178	4 Kanon	0,155
5 Kanon	0,101	5 Luftvern	0,174	5 Eksplisiv	0,147

Tabell 4.17 Endelig rangering for SMART og SMARTER.

4.4 Effektivitetsfront

Et alternativ, eller tillegg, til å vurdere prosjekter som over, er å vurdere nytten mot utgiftene. I praksis vil dette si at vi først gjør tilsvarende analyse som over, men hvor utgifter ikke er med som

en kategori. Vi får da et mål på den rene nytten, som så kan måles mot utgiftene. Vi kan tegne opp en såkalt effektivitetsfront, som illustrert i figur 4.3. Her har vi gjort tilsvarende analyse som over i SMART, men hvor utgiftskriteriet er tatt ut. Nyttene og utgiftene for de nye systemene er plottet langs de to aksene (utgiftsaksen er snudd, fordi lavere utgifter er mer positivt).³ De prosjektene som ligger lengst oppe til høyre i diagrammet utgjør den beste kombinasjonen av nytte og utgifter. I dette tilfellet gjelder dette bare kampvogn- og ILAS-prosjektene. De bør prioriteres først, deretter de prosjektene som ligger nærmest fronten. Dersom det skal velges mellom prosjekter som ligger på effektivitetsfronten finnes det metoder for dette (se for eksempel Edwards og Newman 1986, sitert i Goodwin og Wright 2004)⁴, men her holder vi oss til en visuell analyse.



Figur 4.3 Effektivitetsfront ved bruk av SMART.

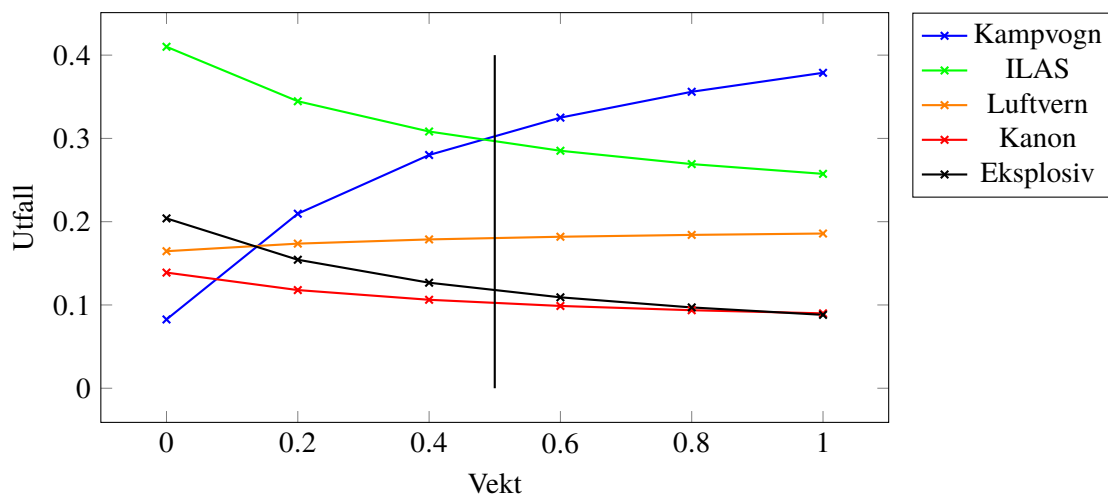
4.5 Sensitivitet og usikkerhet

Løsningene vi får kan være sensitive for scorene vi har gitt i de ulike parvise kriteriene. En fullverdig analyse blir såpass avansert at vi må benytte egen programvare. Vi kan imidlertid komme langt bare med Excel, og sensitivitetsanalyse er en del av de FFI-utviklede regnearkene. Figur 4.4 viser et eksempel på en enkel sensitivitetsanalyse for kriteriet 'Motstå invasjon' ved bruk av AHP. Med andre ord er det tale om en sensitivitetsanalyse av verdien i den første tallkolonnen i tabell 4.14 og utfallet i den siste kolonnen. Vekten var der 0,500 for kriteriet, slik at vi kan lese av de resterende verdiene i kolonnen ved punktet 0,5 på 'Vekt'-aksen i figur 4.4. Fra figur 4.4 ser vi hvordan utfallet ville vært med andre vekter (den lodrette streken viser til vekten for 'Motstå invasjon' fra

³Totale utgifter er brukt i dette eksempelet, men resultatene blir ganske like også om vi bruker de andre typene utgifter vi går gjennom i avsnitt 4.7.

⁴Kort forklart: differansen i utgift mellom to prosjekter som ligger ved siden av hverandre på fronten divideres med differansen i nytte mellom dem. Slik finner vi en utgift av hvert enkelt nyttepoeng for et prosjekt. Dette måles opp mot beslutningstagerens verdsetting av et nyttepoeng. Denne verdsettingen kan finnes ved å velge et kriterium det er lett å verdsette og spørre seg om verdien ved å gå fra det dårligste til det beste alternativet. Dersom svaret for eksempel er 100 millioner kroner, er en økning på 100 verd 100 millioner kroner. Dersom kriteriets vekt er 0,37, er vi villige til å betale 3,7 millioner kroner per nyttepoeng (100 millioner kroner \times 0,37). Vi velger de prosjektene langs effektivitetsfronten som har nyttepoeng nærmest denne verdien.

tabell 4.14). Vi ser at scoren for kampvogner er veldig sensitivt og at dersom vekten hadde vært 0,47 i stedet for 0,5, ville ILAS vært rangert høyest i tabell 4.15. Dette illustrerer viktigheten av å vurdere sensitivitetsanalyser før endelig beslutning treffes. Legg merke til at figur 4.4 bare viser en delvis analyse av endring i vekten for 'Motstå invasjon'. Dersom vi skulle redusert vekten for dette kriteriet, måtte vi økt vekten for et annet. Sensitivitetsanalysen gir derfor mest pålitelige resultater nærmest den opprinnelige vekten.



Figur 4.4 Sensitivitetsanalyse under kriteriet 'Motstå invasjon' ved bruk av AHP.

4.6 Styker og svakheter ved metodene

Under lister vi opp noen styrker og svakheter ved metodene, delvis basert på Goodwin og Wright (2004):

Fordeler:

- **AHP:** Gir en formell strukturering av tildelingsutfordringen, tillater at vi deler opp problemstillingen i et sett enklere vurderinger og gir mulighet for å dokumentere avveininger.
- **AHP:** Det er enkelt å gjøre parvise sammenligninger, i og med at det tillater oss å fokusere på to prosjekter eller kriterier av gangen.
- **AHP:** At det gjøres flere parvise sammenligninger enn hva som er nødvendig tillater at det gjøres konsistenssjekk. Om vurderinger var fullt ut rasjonelle og vi visste rangeringen av A mot B og B mot C, kan vi også si hvordan vi rangerer A mot C. Ved at vi likevel må vurdere A mot C, får vi målt konsistensen i våre vurderinger.
- **AHP og SMART/SMARTER:** Er et fleksibelt verktøy og kan tilpasses til endringer i bruksområder.
- **SMART/SMARTER:** Det er færre vurderinger som må gjøres enn i AHP.
- **SMART/SMARTER:** Beregningene er mer gjennomsiktige enn for AHP.
- **SMART:** Med svingvektene kan vi bestemme at visse verdiområder er spesielt viktige.

-
-
- **SMARTER:** Dersom vi ikke har tilstrekkelig informasjon til å gjøre parvise sammenligninger eller sette svingvekter, er det nok med en rangering av ulike prosjekter eller kriterier for å gjøre analysen.

Ulemper:

- **AHP:** Det kan være vanskelig å konvertere verbale vurderinger til en skala fra 1 til 9. Skalaen forutsetter også at et prosjekt eller kriterie bare kan være 3, 5, 7 eller 9 ganger viktigere enn andre prosjekter eller kriterier.
- **AHP:** Skalaen fra 1–9 kan være problematisk. For det første viser noen arbeider at en skala fra 1–3 eller 1–5 er tilstrekkelig for å uttrykke en sterk preferanse (Belton og Stewart 2002, sitert i Goodwin og Wright 2004). Dersom A er fem ganger viktigere enn B og B er fem ganger viktigere enn C, må A være tjuefem ganger viktigere enn C, men dette er ikke mulig med den gyldige skalaen.
- **AHP:** Spørsmålene vi svarer på i **AHP** spør om relativ viktighet, uten referanse til skalaen på svaralternativene. Indirekte spørres det derfor om den relative viktigheten til gjennomsnittet til de ulike alternativene. Dersom vi for eksempel har mye av A og lite av B, kan vi si at B er veldig viktig for oss. Dersom vi neste år har mye av B og lite av A, vil vi si at A er veldig viktig for oss. **AHP** spør egentlig om vektene dersom vi har gjennomsnittlig mye av både A og B.
- **AHP:** Nye alternativer kan gi reversert rangering. Dersom vi i utgangspunktet prioriterte i denne A–B–C og legger til et fjerde alternativ D, kan vi i noen tilfeller få en rangering som D–B–A–C, altså har A og B byttet plass, hvilket er kontraintuitivt. Rent teknisk kan dette skje på grunn av måten vektene normaliseres til 1.
- **AHP:** Dersom det blir mange kriterier eller mange prosjekter, blir antallet parvise sammenligninger veldig stort. For hvert nye prosjekt som skal rangeres, øker antall parvise sammenligninger med antall opprinnelige prosjekter. For 5 prosjekter er det for eksempel 10 sammenligninger, for 6 prosjekter 15 sammenligninger og for 7 prosjekter 21 sammenligninger.
- **SMART/SMARTER:** Det kan være vanskelig å vurdere vekter og rangering uten en større, helhetlig vurdering. Dette slipper man mer unna i **AHP**, hvor vi gjør parvise sammenligninger.
- **SMART/SMARTER:** Vektene og rangeringene er mindre gjennomsiktige enn i **AHP**, hvor de beregnes på bakgrunn av parvise vurderinger.
- **SMART/SMARTER:** Metodene har ingen innebygget konsistenssjekk.

4.7 Hvilke utgifter skal telle med?

Basert på eksemplene i kapittel 3 kan vi tildele etter tre typer utgifter:

- Alle utgifter.
- Kun den delen av utgiftene som går til å øke absolutt effekt.
- Bare til den delen som ikke gir økt relativ effekt.

Tabell 4.18 viser de ulike utgiftsstørrelsene. *Alle utgifter* er de samme utgiftene som er rapportert i kapittel 3. *Utgifter som går til å forbedre absolutt effekt* tilsvarer alle utgifter multiplisert med

prosentdelen som går til å forbedre absolutt effekt (også hentet fra kapittel 3). Disse utgiftene dividert med forsvarsgrenens anslag på ny relativ effekt med tiltaket (også denne er hentet fra kapittel 3) gir resultatene i tabellen *Kun utgifter til å opprettholde relativ effekt*.

Alle utgifter	2019	2020	2021	2022	Forbedre absolutt effekt	Relativ effekt med tiltak
Kanon	5	5	5	5	70 %	105 %
ILAS	0,5	0,5	0,5	0,5	100 %	100 %
Kampvogner	15	30	45	45	90 %	110 %
Eksplosiver	11	1	1	11	100 %	100 %
Luftvern	10	10	10	10	10 %	115 %

Kun utgifter til å forbedre absolutt effekt	2019	2020	2021	2022
Kanon	3,5	3,5	3,5	3,5
ILAS	0,5	0,5	0,5	0,5
Kampvogner	13,5	27	40,5	40,5
Eksplosiver	11	1	1	11
Luftvern	1	1	1	1

Kun utgifter til å opprettholde relativ effekt	2019	2020	2021	2022
Kanon	3,3	3,3	3,3	3,3
ILAS	0,5	0,5	0,5	0,5
Kampvogner	12,3	24,5	36,8	36,8
Eksplosiver	11,0	1,0	1,0	11,0
Luftvern	0,9	0,9	0,9	0,9

Tabell 4.18 Ulike varianter av utgifter som teller med.

Hvilken av disse utgiftene det er ”riktig” å avsette penger til avhenger av graden av pragmatisme vi legger for dagen: I utgangspunktet skal tildelingen bare gis til det som er nødvendig for å opprettholde relativ effekt. Her er vi imidlertid avhengige av to lag subjektive vurderinger:

- Først hvor mye som går til å forbedre absolutt effekt. Denne kan delvis beregnes og etterprøves ved å se på hvor mye vedlikeholdsutgifter, drivstoffutgifter, etc. øker sammenlignet med eksisterende system.
- Dernest forsvarsgrenenes fullt ut subjektive vurdering av utvikling i relativ effekt.

Det å gi av avsetningen til de utgifter som går til forbedring av absolutt effekt kan derfor være en mer pragmatisk og gjennomsliktig løsning. Subjektive vurderinger av utvikling i relativ effekt kan være interessant som et vedlegg til innleverte behov, men blir ikke nøyaktig nok til å fordele etter.

4.8 anbefalinger

4.8.1 Metode

Anbefalt metode avhenger langt på vei av ønsket omfang. Dersom det er viktig at prosessen er rask og enkel, vil det være fornuftig å ta utgangspunkt i **SMARTER**. **SMARTER** krever bare en rangering mellom kriterier og mellom prosjekter, og vi behøver ikke bruke tid på å gjøre parvise sammenligninger eller sette svingvekter. For en så fullgod analyse som mulig, kan det være en idé å bruke flere metoder og undersøke om resultatene er konsistente.

Det er fornuftig å minimere antall kriterier. Spesielt går det an å se om det er mulig å slå sammen kriterier som hver bare har noen prosents vekt. Dersom vi har mange kriterier, er det tilrådelig å unngå bruk av **AHP**, ettersom antall parvise sammenligninger øker raskt med antall kriterier. Dersom vi har kriterier det er vanskelig å verdsette, og vi mest sannsynlig må lage anslag basert på et dårlig grunnlag, kan **SMARTER** være et godt alternativ siden det kun er en rangering som trengs.

4.8.2 Utgifter

Det tallet som er belagt med færrest subjektive vurderinger er alle utgifter knyttet til et nytt prosjekt. Imidlertid bør det være overkommelig å gjøre en vurdering av hvor stor andel av det nye prosjektet som uansett måtte vært brukt til å drifte det eksisterende systemet dersom vi i stedet hadde kjøpt nettopp det systemet på nytt. Ved å bruke kun utgifter til å forbedre absolutt effekt vil vi være mer tro mot formålet med avsetningen, samtidig som det ikke gjøres altfor mange subjektive vurderinger. Å bruke kun de utgiftene som går til å opprettholde relativ effekt som grunnlag for avsetningene blir for subjektivt. Det kan likevel forsvares å ha det som en del av rapporteringen dersom det har verdi på andre måter, for eksempel dersom det får grenene til å gjøre grundigere vurderinger når de melder inn sine behov. Med mindre vi har høy grad av tillit til rapporteringen av endringer i relativ effekt anbefaler vi derfor å benytte utgiftene knyttet til å forbedre absolutt effekt.

5 En mulig prosess

Proessen i **FST** og **FD** kan til dømes leggjast opp som følger:

1. **FST** og **FD** bestemmer hvilke evalueringskriterier som skal gjelde, som i figur 4.1.
2. **FST** og **FD** bestemmer hvilken metode som skal benyttes – **AHP**, **SMART** eller **SMARTER**
3. **FST** og **FD** gjør vurderinger av hvor viktige kravene er og ender opp med et resultat som i tabell 4.7. Vurderingen kan skje på flere måter, for eksempel gjennom
 - en spørreundersøkelse, hvor resultatene fra alle respondentene sammenstilles, og hvor man gjør nødvendige tilpasninger for å sikre konsistens, og/eller
 - en ekspertgruppe setter seg ned og gjør vurderingene. Også her må vurderingene gjøres i flere runder for å sikre konsistens.

Ved bruk av **AHP**: Konsistens kan sikres ved at vurderingene legges inn i et regneark der konsistenssjekken skjer automatisk. Regnearket er basert på en mal som er den samme fra år til år. Ofte vil evalueringskriteriene og vektingen være ganske lik over år.

4. **FST** og **FD** avgjør hvilke utgifter som skal telle med, som i avsnitt 4.7.
5. **FST** og **FD** ber om rapportering fra grenene, som i kapittel 3. Her er det viktig at grenene er informert om
 - evalueringskriteriene og deres vekting,
 - eventuelle andre kriterier som legges til grunn, for eksempel at
 - det må være militærspesifikke varer som handles (eksempelvis knyttet til lisensutgiftene i avsnitt 3.5),
 - at kun prosjekter som svarer på en materielloppgradering hos potensiell motstander, det vil si ikke endret bruk av eksisterende materiell, kvalifiserer (dette ble ikke tillatt i eksempelet med klartider i avsnitt 3.8),
 - om investeringer som av ulike årsaker belastes driftsbudsjettet skal kvalifisere (dette ble tillatt i eksempelet med eksplosivhåndtering i avsnitt 3.10),
 - hvilke utgifter som skal telle med og på hvilket format de skal rapporteres (i kapittel 3 er for eksempel totale driftsutgifter som følge av prosjektet rapportert, mens selve *økningen* i driftsutgifter som følge av økning i absolutt effekt beregnes som total driftsutgift \times andel forbedring i absolutt effekt), og
 - at det avgjørende for hvorvidt prosjektene kan godkjennes er at det argumenteres for hvorfor prosjektet opprettholder relativ effekt.

Dette er kriterier som vil ligge til grunn for feltet 'Konklusjon og begrunnelse' i kapittel 3.

6. **FST** og **FD** vurderer innmeldte behov og godkjenner, forkaster eller ber om ytterligere begrunnelser. Her må det også vurderes om noen av prosjektene får overlappende kapabiliteter med andre systemer og det derfor bør gjøres budsjetttilpasninger (se kapittel 2).
7. **FST** og **FD** vurderer de godkjente prosjektene med tanke på hvert kriterie, enten gjennom en spørreundersøkelse eller gjennom en ekspertgruppe. Sensitivitetsanalyser og konsistenssjekker gjøres før endelig prioritering besluttes.

6 Oppsummering

I den gjeldende langtidsplanen får Forsvaret avsatt midler til å dekke den særegne kostnadsveksten som kommer av at materiell må forbedres for å yte det samme som før, relativt til motstanderes oppdaterte materiell (se kapitlene 1 og 2). I denne rapporten har vi tatt for oss de årlige avsetningene som blir gitt for å dekke økte driftskostnader. Over en hel langtidsperiode på 20 år utgjør disse avsetningene rundt ti prosent av den økonomiske opptrappingsplanen på 180 milliarder kroner.

For å få en del av avsetningen må grenene melde inn sine behov, mens Forsvarsstaben (FST) og Forsvarsdepartementet (FD) vurderer hvorvidt disse behovene faller innenfor kriteriene. Det viktigste kriteriet er at behovet har en kostnadsvekst utover ordinær prisvekst (som forutsettes dekket av pris- og lønnskompensasjonen), og at en potensiell motstander har forbedret sine våpensystemer, slik at våre systemer må forbedres for å yte samme relative effekt som tidligere. Slike vurderinger ble gjennomgått ved hjelp av 13 eksempler i kapittel 3.

Siden avsetningen er et avgrenset kronebeløp, må det prioriteres mellom behovene som oppfyller kriteriene. Vi har illustrert tre metoder for å prioritere mellom godkjente behov. Her må FST og FD gjøre seg opp en mening rundt hvilke kriterier som er de viktigste og vekte disse sammen. Dette gjøres på en strukturert, konsistent og oversiktlig måte gjennom de etablerte metodene AHP, SMART og SMARTER. I kapittel 4 viste vi et eksempel på hvordan de godkjente prosjektene fra kapittel 3 kunne rangeres. I kapittel 5 gikk vi kort gjennom hvordan en prosess for å komme frem til en endelig prioritering kunne gjøres.

Det er ikke gitt at FST og FD må gå for en så formell metode som illustrert i denne rapporten. Hvilken metode man ønsker å gå for – en formell, velprøvd og konsistent metode som i denne rapporten, eller en enklere, mer uformell og mindre arbeidskrevende metode – avhenger blant annet av eksterne rapporteringskrav FST og FD står overfor. Ved strenge rapporteringskrav kan det være fornuftig å benytte en formell metode, mens det kan gjøres mer subjektive vurderinger basert på bare deler av metoden dersom man har mindre strenge rapporteringskrav.

Referanser

- Belton, Valerie og Theodor J. Stewart (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Citation Key: belton2002multiple. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Bhushan, Navneet og Kanwal Rai (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. Decision Engineering. London: Springer-Verlag. ISBN: 978-1-85233-756-8. URL: <http://www.springer.com/gp/book/9781852337568> (lest 22.04.2018).
- Dalseg, Roger (2003). *Teknologisk fordyrelse i Forsvaret*. FFI-rapport 2002/01050. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Edwards, Ward (1971). «Social utilities». I: *Engineering Economist*. Summer Sumposium Series 6, s. 119–129.
- Edwards, Ward og F. Hutton Barron (1994). «SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement». I: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 60.3, s. 306–325. ISSN: 0749-5978. DOI: 10.1006/obhd.1994.1087. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749597884710879> (lest 18.08.2018).
- Edwards, Ward og J. Robert Newman (1986). «Multiattribute evaluation». I: *Judgment and decision making: An interdisciplinary reader*. Red. av Hal R. Arkes og Kenneth R. Hammond. New York: Cambridge University Press, s. 13–37. ISBN: 978-0-521-32617-9 978-0-521-33914-8.
- Forsvarsdepartementet (2016). *Om finansiering av langtidsplanen for forsvarssektoren*. URL: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/om-finansiering-av-langtidsplanen-for-forsvarssektoren/id2524177/> (lest 14.10.2017).
- Goodwin, Paul og George Wright (2004). *Decision analysis for management judgment*. 3. utg. Chichester: Wiley. ISBN: 0-470-86108-8.
- Gulichsen, Steinar (2003). *Driftskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2002/02999. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/02-02999.pdf>.
- Gulichsen, Steinar, Per Kristian Johansen og Karl Rolf Pedersen (2011). *Realkostnadsvekst i offentlig sektor – teoretisk fundament og konsekvenser for Forsvarets langtidsplanlegging*. FFI-rapport 2010/01630. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/10-01630.pdf>.
- Gulichsen, Steinar og Karl Rolf Pedersen (2012). *Forsvarets langsiktige realkostnadsvekst – betydningen av mulighet til substitusjon*. FFI-rapport 2011/02404. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/2011%20-%2002404.pdf>.
- Hove, Kjetil Hatlebakk (2017a). *Effektforbedring materiell: Definisjoner og innretning. Hva den nye avsetningen i forsvarsbudsjettet er ment å brukes til, og hvordan den kan innrettes i praksis*. FFI-rapport 17/00891. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Hove, Kjetil Hatlebakk (2017b). «Særegen kostnadsvekst i Forsvaret?» I: *Samfunnsøkonomen* 2017.5, s. 44–52. ISSN: 1890-5250.

-
-
- Hove, Kjetil Hatlebakk (2018). *An Excel model for calculating AHP, SMART and SMARTER multiple criteria decision making (MCDM) methods*. FFI-notat 18/01747. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Hove, Kjetil Hatlebakk og Tobias Lillekvelland (2017a). «On Growing Operating Costs of the Armed Forces». I: *Defence and Peace Economics* Forthcoming. ISSN: 1024-2694. DOI: [10.1080/10242694.2017.1413621](https://doi.org/10.1080/10242694.2017.1413621).
- Hove, Kjetil Hatlebakk og Tobias Lillekvelland (2017b). *On the growing operating costs in the Armed Forces. A refinement of concepts and estimates of growth in real output unit costs (GROUC) in the Norwegian Armed Forces*. FFI-rapport 17/17020. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/17-17020.pdf>.
- Hove, Kjetil og Tobias Lillekvelland (2015). *Defence investment cost escalation – a refinement of concepts and revised estimates*. FFI-rapport 2014/02318. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/14-02318.pdf>.
- Hove, Kjetil og Tobias Lillekvelland (2016). «Investment cost escalation – an overview of the literature and revised estimates». I: *Defence and Peace Economics* 27.2. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/14-02318.pdf>.
- Hove, Kjetil og Tobias Lillekvelland (2017c). *Kostnadsvekst i forsvarssektoren. En grunnleggende innføring*. FFI-rapport 17/00629. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Haas, Rainer og Oliver Meixner (2005). *An illustrated guide to the analytic hierarchy process*. Vienna: University of Natural Resources og Applied Life Sciences.
- Johansen, Per Kristian og Espen Berg-Knutsen (2006). *Enhetskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2006/00900. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. URL: <http://www.ffi.no/no/Rapporter/06-00900.pdf>.
- Kjærnsbæk, Hans Martin, Tore Vamraak og Tor Erling Bruun (2005). *Materiellrelatert driftskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2005/00358. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Kostlan, Eric (1991). «Statistical complexity of dominant eigenvector calculation». I: *Journal of Complexity* 7.4, s. 371–379. ISSN: 0885064X. DOI: [10.1016/0885-064X\(91\)90025-S](https://doi.org/10.1016/0885-064X(91)90025-S). URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0885064X9190025S> (lest 22.04.2018).
- Kvalvik, Sverre Ruud og Per Kristian Johansen (2008). *Enhetskostnadsvekst på forsvarsinvesteringer (EKV-I)*. FFI-rapport 2008/01129. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Project Management Institute (2008). *The Standard for Portfolio Management*. 2. utg. Project Management Institute. URL: <http://marketplace.pmi.org/Pages/ProductDetail.aspx?GMPProduct=00101095701> (lest 22.04.2018).
- Saaty, Thomas L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. 3 edition. Pittsburgh: RWS Publications. 352 s. ISBN: 978-1-888603-06-4.
- Saaty, Thomas L. (2008). «Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process». I: *RACSAM - Revista de la Real Academia de Ciencias*

Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas 102.2, s. 251–318. ISSN: 1578-7303, 1579-1505. DOI: [10.1007/BF03191825](https://doi.org/10.1007/BF03191825). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03191825> (lest 22.04.2018).

Saaty, Thomas L. (2009). *Extending the Measurement of Tangibles to Intangibles*. SSRN Scholarly Paper ID 1483438. Rochester, NY: Social Science Research Network. URL: <https://papers.ssrn.com/abstract=1483438> (lest 22.04.2018).

Teknomo, Kardi (2006). *Analytic Hierarchy Process AHP Tutorial*. URL: <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/> (lest 22.04.2018).

Triantaphyllou, Evangelos (2000). *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Applied Optimization. Springer US. ISBN: 978-0-7923-6607-2. URL: [//www.springer.com/gp/book/9780792366072](http://www.springer.com/gp/book/9780792366072) (lest 22.04.2018).

Vargas, Ricardo Viana (2010). «Using the analytic hierarchy process (ahp) to select and prioritize projects in a portfolio». I: PMI Global Congress 2010. Washington, DC: Project Management Institute. URL: <https://www.pmi.org/learning/library/analytic-hierarchy-process-prioritize-projects-6608> (lest 22.04.2018).

Forkortelser

AHP	Analytical Hierarchy Process
CI	Consistency index
CR	Consistency ratio
FD	Forsvarsdepartementet
FFI	Forsvarets forskningsinstitutt
FIN	Finansdepartementet
FST	Forsvarsstaben
RI	Random consistency index
ROC	Rank order centeroid
RS	Rank sum
SMART	Simple Multi-Attribute Rating Technique
SMARTER	SMART Exploiting Ranks

A Konsistenssjekk

I dette vedlegget går vi gjennom hvordan konsistenssjekk gjøres. For å gjøre konsistenssjekk beregnes en maksimal (eller prinsipal) eigenverdi. Vi summerer produktene av hvert element av egenvektorer og kolonnesummen av normalisert vektning. For 'Løse oppdrag' tilsvarer dette henholdsvis tabell 4.5 og kolonnesommene fra tabell 4.4:

$$\begin{aligned}\lambda_{max} &= 0,748 * (1 + 1/5 + 1/9) + 0,180 * (5 + 1 + 1/3) + 0,071 * (9 + 3 + 1) \\ &\approx 3,052\end{aligned}\tag{A.1}$$

Deretter beregnes det en konsistensindeks – *consistency index* (CI):

$$\begin{aligned}CI &= \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \\ &= \frac{3,052 - 3}{3 - 1} \\ &\approx 0,026\end{aligned}\tag{A.2}$$

Denne konsistensindeksen sammenlignes med en indeks basert på 500 tilfeldig genererte matriser – *random consistency index* (RI). Tabellen er gjengitt i tabell A.1.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabell A.1 Sammenligningsverdier i den "tilfeldige" konsistensindeksen (RI).

Til slutt kan vi beregne konsistensraten – *consistency ratio* (CR).

$$\begin{aligned}CR &= \frac{CI}{RI} \\ &= \frac{0,026}{0,58} \\ &\approx 0,0449\end{aligned}\tag{A.3}$$

Så lenge konsistensraten ligger under 10 prosent regnes rangeringen for å være konsistent. Der n er lav vil CR være ustabil og 10 prosent-grensen må ikke betraktes som absolutt. Å minimere inkonsistensen er ikke et mål i seg selv. Vi kan gjøre feil i vurderingen eller vektningen av prosjekter som er innbyrdes konsistente, men som likevel gjør at vi fatter feil beslutninger (Goodwin og Wright 2004, s. 419).

B FFI-publikasjoner om kostnadsvekst

I dette vedlegget gir vi en oversikt over FFI-rapporter som spesifikt tar for seg kostnadsvekst. Oversikten er kronologisk, med de nyeste rapportene først.

Kjetil Hatlebakk Hove og Tobias Lillekvelland (2017a). «On Growing Operating Costs of the Armed Forces». I: *Defence and Peace Economics* Forthcoming. ISSN: 1024-2694. DOI: [10.1080/10242694.2017.1413621](https://doi.org/10.1080/10242694.2017.1413621).

Hove og Lillekvelland (2017a) gir en grundig gjennomgang av årsaker til kostnadsvekst på drift. Det er også gjennomført beregninger av kostnadsveksten per enhet aktivitet, der Forsvarets aktivitet består av flytimer, seilingsdøgn og øvingsdøgn.

Kjetil Hatlebakk Hove (2017a). *Effektforbedring materiell: Definisjoner og innretning. Hva den nye avsetningen i forsvarsbudsjettet er ment å brukes til, og hvordan den kan innrettes i praksis*. FFI-rapport 17/00891. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Hove (2017a) inneholder definisjoner av effektforbedring materiell og erfart kostnadsvekst. Rapporten drøfter hvilke typer kostnader som kan klassifisere til avsetningen for effektforbedring materiell.

Kjetil Hatlebakk Hove (2017b). «Særegen kostnadsvekst i Forsvaret?» I: *Samfunnsøkonomen* 2017.5, s. 44–52. ISSN: 1890-5250.

Hove (2017b) gir en oppsummering av arbeidene som er gjort innen kostnadsvekst.

Kjetil Hove og Tobias Lillekvelland (2017c). *Kostnadsvekst i forsvarssektoren. En grunnleggende innføring*. FFI-rapport 17/00629. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Hove og Lillekvelland (2017c) gir en grunnleggende innføring av kostnadsvekst i forsvarssektoren. Rapporten forklarer blant annet hva kostnadsvekst er og hvorfor vi har kostnadsvekst. En god del av rapporten går med til å gi eksempler på hvordan kostnadsvekst kan håndteres.

Kjetil Hatlebakk Hove og Tobias Lillekvelland (2017b). *On the growing operating costs in the Armed Forces. A refinement of concepts and estimates of growth in real output unit costs (GROUC) in the Norwegian Armed Forces*. FFI-rapport 17/17020. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Hove og Lillekvelland (2017b) gir i hovedsak en utvidet rapportversjon av Hove og Lillekvelland (2017a).

Kjetil Hove og Tobias Lillekvelland (2016). «Investment cost escalation – an overview of the literature and revised estimates». I: *Defence and Peace Economics* 27.2.

Hove og Lillekvelland (2016) gir en grundig gjennomgang av årsaker til kostnadsveksten på investeringer. Det er også gjennomført beregninger av kostnadsvekst for en rekke materielle typer ved hjelp av flere ulike metoder.

Kjetil Hove og Tobias Lillekvelland (2015). *Defence investment cost escalation – a refinement of concepts and revised estimates*. FFI-rapport 2014/02318. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Hove og Lillekvelland (2015) gir i hovedsak en utvidet rapportversjon av Hove og Lillekvelland (2016).

Steinar Gulichsen og Karl Rolf Pedersen (2012). *Forsvarets langsiktige realkostnadsvekst – betydningen av mulighet til substitusjon*. FFI-rapport 2011/02404. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Gulichsen og Pedersen (2012) diskuterer de manglende substitusjonsmulighetene i forsvarssektoren og konsekvensene for kostnadsvekst. Dersom vi for eksempel ikke kan bytte ut personell med materiell når kostnadene for personell vokser raskere enn kostnadene for materiell, vil det føre til høyere kostnadsvekst enn i sektorer der vi kan substituere på denne måten.

Steinar Gulichsen, Per Kristian Johansen og Karl Rolf Pedersen (2011). *Realkostnadsvekst i offentlig sektor – teoretisk fundament og konsekvenser for Forsvarets langtidspanlegging*. FFI-rapport 2010/01630. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Gulichsen, Johansen og Pedersen (2011) diskuterer kostnadsvekst på personell og argumenterer med at kostnadsveksten henger sammen med lønnsutvikling i andre sektorer, forsvarssektorens lønnsandel og produktivitetutviklingen.

Sverre Ruud Kvalvik og Per Kristian Johansen (2008). *Enhetskostnadsvekst på forsvarsinvesteringer (EKV-I)*. FFI-rapport 2008/01129. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Kvalvik og Johansen (2008) diskuterer kostnadsvekst på investeringer. Rapporten er på denne måten en forløper til Hove og Lillekvelland (2015), men legger mindre vekt på å estimere ved hjelp av ulike metoder og mer vekt på konsekvenser av kostnadsvekst.

Per Kristian Johansen og Espen Berg-Knutzen (2006). *Enhetskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2006/00900. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Johansen og Berg-Knutzen (2006) diskuterer kostnadsvekst på drift. Rapporten videreførte analysene fra Gulichsen (2003) og Kjernsbæk, Vamraak og Bruun (2005) med oppdaterte og mer detaljerte estimater. Rapporten ser også fremover og antar at generell samfunnsutvikling, personellstruktur og aktivitetsnivå er de viktigste drivere for fremtidig lønnsvekst og at real-lønnsutvikling, teknologisk fordyrelse og generell prisvekst er de viktigste drivere for fremtidig kostnadsvekst på drift.

Hans Martin Kjernsbæk, Tore Vamraak og Tor Erling Bruun (2005). *Materiellrelatert driftskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2005/00358. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Kjernsbæk, Vamraak og Bruun (2005) diskuterer kostnadsvekst på drift. Rapporten benytter Forsvarets aktivitet (flytimer, seilingsdøgn og øvingsdøgn) til å estimere kostnadsvekst per enhet av det Forsvaret produserer. Dette var den første FFI-rapporten som benyttet denne metoden.

Roger Dalseg (2003). *Teknologisk fordyrelse i Forsvaret*. FFI-rapport 2002/01050. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Dalseg (2003) er den første egne studien av kostnadsvekst på investeringer. Rapporten gjennomgår årsaker til kostnadsvekst, gjør analyser av stikkprøver av data og drøfter hvorvidt kostnadene vil fortsette å øke i samme takt.

Steinar Gulichsen (2003). *Driftskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2002/02999. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

Gulichsen (2003) er den første egne studien av kostnadsvekst på drift. Rapporten gjennomgår årsaker til kostnadsvekst, gjør analyser av total kostnadsvekst i Forsvaret og drøfter hvorvidt kostnadene vil fortsette å øke i samme takt.

About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

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.

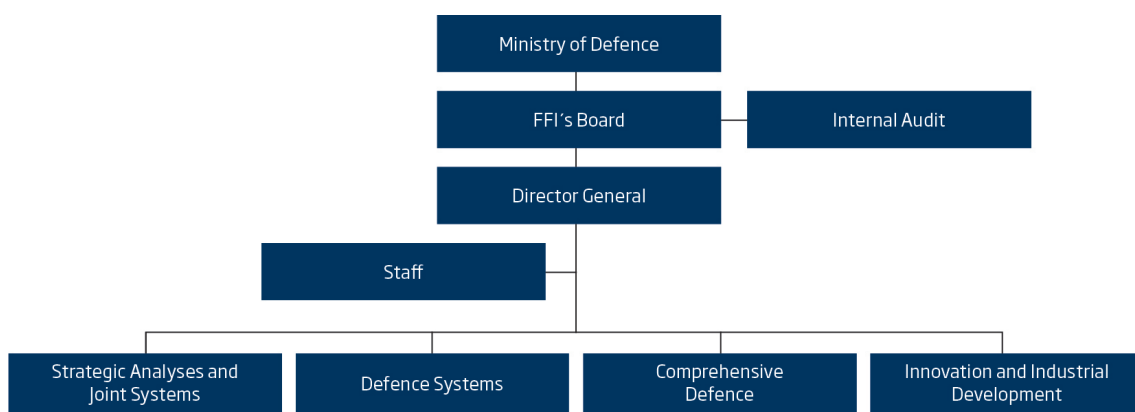
FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

FFI's organisation



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

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