

Enhetskostnadsvekst på forsvarsinvesteringer (EKV-I)

Sverre Ruud Kvalvik og Per Kristian Johansen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

23. juni 2008

FFI-rapport 2008/01129

1061

P: ISBN 978-82-464-1399-0

E: ISBN 978-82-464-1400-3

Emneord

Enhetskostnadsvekst

Langtidsplanlegging

Investeringer

Våpensystemer

Godkjent av

Espen Berg-Knutsen

Prosjektleder

Espen Skjelland

Forskningsjef

Jan Erik Torp

Avdelingssjef

Sammendrag

Stadig voksende investeringspriser for militært materiell representerer en stor utfordring for Forsvaret. De fleste våpensystemer som Forsvaret opererer i dag, har vært gjenstand for årlige økninger i pris utover inflasjonen på mellom 2 og 6 %, og står dermed i sterk kontrast til prisutviklingen en observerer innenfor mange områder i sivil sektor. Hovedårsaken er at betalingsviljen for økt ytelse er stor for militært materiell. Dette skyldes at mange våpensystemer er svært avhengige av at de har minst like stor ytelse som de systemene potensielle motstandere har. Dette fører til en kontinuerlig utvikling hvor også Forsvaret stadig må anskaffe bedre våpensystemer for å sikre tilstrekkelig militær evne i forhold til omverdenen.

Andre forhold spiller også inn på kostnadsveksten for militært materiell. Det etterspørres for eksempel stadig mindre kvantum av forskjellige våpensystemer, både som følge av høyere pris, men også på grunn av omleggingen av de vestlige væpnede styrker etter den kalde krigen. Den reduserte etterspørselen gir lavere skala i produksjonen og kan resultere i enda høyere priser. Effekten på kostnadsveksten er imidlertid langt fra så sterk og vedvarende som effekten fra militær konkurranse. Allikevel er det innenfor dette området Forsvaret vil ha størst potensial når det gjelder å begrense veksten i enhetskostnadene.

Det vil neppe være mulig for Norge å unnsnippe kostnadsveksten som gjør seg gjeldende på militært materiell. Imidlertid kan det la seg gjøre å bidra til effektiv produksjon av militært utstyr, og på den måten gjøre kostnadsveksten lavere enn den ellers ville ha vært. Dette kan først og fremst la seg gjøre gjennom internasjonalt samarbeid. Det må imidlertid understrekes at bestrebelsene innenfor dette feltet neppe kan hindre vekst i investeringsprisene i fremtiden, men kun dempe veksten. Videre kan Forsvaret ved å foreta de riktige strategiske valgene få mer effekt ut av investeringsbudsjettet. Disse strategiske valgene vil særlig relatere seg til å vurdere alternative konseptuelle løsninger og gjøre bevisste valg av ambisjonsnivå for ulike deler av forsvarsstrukturen.

Nivået på veksten i investeringsprisene i fremtiden vil trolig ligge på om lag det samme nivået som i dag. Men det er nærliggende å anta at visse våpensystemer vil kunne oppleve noe lavere vekst enn tidligere, andre noe høyere. De sentrale driverne bak dette vil være trusselvurderinger og de forskjellige våpensystemenes betydning for forsvarsevnen.

English summary

Continuously escalating unit procurement costs for military equipment represents a great challenge for the Norwegian Defence. For most weapon systems operated in the Defence today, the historical unit price has increased yearly between 2 and 6 % above inflation. Such cost growth is not apparent in most civilian sectors. The main reason for this is that the value of a weapon system is closely linked to the performance of the systems of potential opponents, and so the willingness to pay for increased performance is larger in the military sector than in most civilian sectors. This results in a development where the Norwegian Defence continuously needs to procure more advanced weapon systems to maintain the relative military power.

The unit cost growth for weapon systems also has other causes. For example, the demand has gradually been decreased, both as a consequence of higher prices and as a consequence of the transformation of the military forces after the cold war. The reduced demand results in lower economies of scale, which may cause even higher prices. This effect has a smaller impact on cost growth than the military competition, but it is within this area the Norwegian Defence has the largest potential for limiting the unit cost growth.

Probably, Norway can't escape the cost escalation loop, but it is possible to limit the magnitude by making production more efficient. International collaboration in development, production and procurement will probably have the biggest impact when it comes to reducing the cost growth. Further, it is important to focus on making the correct strategic decisions to get maximum value from the investment budget. The strategic choices will in particular relate to evaluation of alternative conceptual solutions and levels of ambition for different elements in the force structure.

In the near future, the general magnitude of unit cost growth for military equipment will most likely be in the same range as historically. However, some weapon systems will likely have higher cost growth than historically while others probably will have lower cost growth. The central mechanisms behind unit cost growth in the future will be the threat level and different weapon systems' relevance for military power.

Innhold

1	Innledning	7
2	Årsaker til og konsekvenser av EKV-I	8
2.1	Militær konkurranse og stadig økende krav til ytelse	10
2.1.1	Kostnad-effektparitet for militært materiell	14
2.2	Mindre produksjonsserier og fallende skalafordeler	16
2.3	Markedet for forsvarsmateriell	19
2.3.1	Tilbud av forsvarsmateriell – markedskonsentrasjon	19
2.3.2	Etterspørsel etter forsvarsmateriell – monopsoni	21
2.4	Konsekvenser av EKV-I	23
2.5	Oppsummering	26
3	Empiriske studier av EKV-I	26
3.1	Stormpanservogn – effekt og kostnad	27
3.1.1	Pris-effekt-sammenheng	29
3.2	Fregatt	33
3.3	Missil / motortorpedobåt	35
3.4	Undervannsbåt (SSK)	36
3.5	Kampfly	38
3.6	Transportfly	40
3.7	Helikopter	42
3.8	Stridsvogn (MBT)	44
3.9	Tauet artilleri	46
3.10	Håndvåpen	47
3.11	Store luftovervåkningsradarer	48
3.12	Oppsummering	49
4	Strategier for håndtering av EKV-I	51
4.1	Håndtering av EKV-I i konseptuell løsning (KL)	52
4.1.1	Valg av ambisjonsnivå	52
4.1.2	Bruk av kapasitetserstatning	55
4.1.3	Fase ut hele strukturelement	56
4.1.4	Levetidsforlengelse	56
4.1.5	Oppsummering	57
4.2	Håndtering av EKV-I i valg av fremskaffelsesløsning (FL)	60
4.2.1	Økt produktivitet og skalaeffekter	60
4.2.2	Redusert kvantum	62

4.2.3	Oppsummering	62
5	EKV-I og bruk i strukturkostnadsberegninger	65
5.1	Trender som taler for lavere EKV-I i framtiden	65
5.1.1	Den kalde krigens slutt og Forsvarets reduserte prioritet i samfunnet	65
5.1.2	Større bruk av sivile systemer og delkomponenter	66
5.1.3	Økt samarbeid mellom land	66
5.2	Trender som taler for høyere EKV-I i framtiden	67
5.2.1	Nettverksbasering i det norske Forsvaret og i NATO	67
5.2.2	Økende fokus på beskyttelse i internasjonale operasjoner	67
5.2.3	Strukturelementer må håndtere flere scenarier	67
5.2.4	Voksende regionale stormakter	68
5.2.5	Ytterligere konsentrasjon av markedet for forsvarsmateriell	68
5.2.6	Lavere skala	68
5.3	Anbefalte satser til KOSTMOD	68
6	Oppsummering	74
6.1	Sammendrag	74
6.2	Videre arbeid	75
	Referanser	76
	Appendix A Kostnadsdata for våpensystemer	78
A.1	Kostnadsdata for stormpanservogner	78
A.2	Kostnadsdata for fregatter	78
A.3	Kostnadsdata for missil/torpedobåter	79
A.4	Kostnadsdata for kampfly	79
A.5	Kostnadsdata for transportfly	80
A.6	Kostnadsdata for helikopter	80
A.7	Kostnadsdata for stridsvogn	81
A.8	Kostnadsdata for tauet artilleri	81
A.9	Kostnadsdata for håndvåpen	82

1 Innledning

Historisk har det vært en betydelig vekst i enhetskostnader for visse typer forsvarsmateriell. Det er typisk teknologisk avansert materiell med avgjørende betydning for forsvarsevnen som i størst grad har vært gjenstand for slik enhetskostnadsvekst. I 1909 ble KNM Kobben (undervannsbåt), det første fartøyet i A-klassen, levert til en pris av 50 millioner 2007-kroner. Da Ula-klassen undervannsbåter ble levert på 1990-tallet, ble totalkostnaden for hvert fartøy i underkant av 1 200 millioner 2007-kroner. De to ulike transaksjonene innebærer en vekst i kostnad per enhet på 2300 % i løpet av drøyt 80 år, tilsvarende ca 3,8 % årlig. Selvsagt er Ula-klassen en vesentlig mer avansert våpenplattform enn A-klassen, men det faktum at de på ulike tidspunkter ble benyttet i samme stridsrolle gir et godt bilde på den enorme teknologiske utviklingen og kostnadsveksten som har funnet sted.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) omtalte tidligere kostnadsveksten på forsvarsmateriell som teknologisk fordyrelse (TKF) (Dalseg, 2002), men den mer presise betegnelsen enhetskostnadsvekst – investeringer (EKV-I) brukes nå om dette fenomenet. Endringen i terminologi skyldes bl a at det ikke nødvendigvis er teknologiens utvikling isolert sett som driver kostnadsveksten. Kostnadsveksten må ses i lys av andre prosesser og elementer, som f eks skalaforhold i produksjonen og betalingsviljen for økt effekt.

Det generelle begrepet enhetskostnadsvekst beskriver fenomenet som forårsaker at Forsvarets utgifter årlig vokser utover generell inflasjon¹. Enhetskostnadsvekst er et samlebegrep som omfatter de to sentrale vekstfaktorene for Forsvarets utgifter, enhetskostnadsvekst – drift (EKV-D) og enhetskostnadsvekst – investering (EKV-I). I denne rapporten legges følgende definisjoner av de to vekstfaktorene til grunn:

- EKV-D søker å beskrive veksten i driftskostnader (i) *per enhet*² og (ii) *utover inflasjon*³ for personell og materiell fra ett år til et annet.
- EKV-I søker å beskrive veksten i anskaffelseskostnader (i) *per enhet* og (ii) *utover inflasjon* for materiell fra ett år til et annet.

Det er således den *reelle* kostnads- og prisveksten per enhet som beskrives. EKV-D og EKV-I benyttes hovedsakelig som vekstfaktorer i strukturkostnadsberegningene til støtte for Forsvarets langtidsplanarbeid. Denne rapporten fokuserer på EKV-I. For en nærmere studie av EKV-D, se Johansen og Berg-Knutsen (2006).

Utviklingen med stadig økende enhetspriser for mange av Forsvarets våpensystemer, kombinert med flate reelle forsvarsbudsjetter siden den kalde krigens slutt, har medført at Norges forsvar,

¹ Slik kostnadsvekst vil i større eller mindre grad som regel forekomme i alle sektorer i økonomien og er således ikke et forsvarsspesifikt fenomen.

² For personell er enheten en fulltidsansatt person, og for materiell f eks en fregatt.

³ Inflasjon målt ved konsumprisindeksen (KPI).

spesielt de siste 15 årene, har fått en vesentlig mindre struktur. Stadig mer knappe ressurser medfører en stadig større utfordring når det gjelder å gjennomføre nødvendige investeringer, samtidig som man skal opprettholde et bærekraftig driftsbudsjett. Små nasjoner vil også ganske raskt komme i en situasjon hvor budsjettet gir rom for så få enheter av de ulike våpensystemene, at man ikke lenger kan opprettholde en kritisk masse⁴.

Når enkeltinvesteringer utgjør en stadig større andel av forsvarsbudsjettet medfører dette at investeringsbeslutningene blir stadig viktigere. Store investeringsprosjekter kan påvirke kostnadseffektiviteten i betydelig grad og gale investeringer kan dermed få alvorlige konsekvenser for den totale forsvarsevnen. Nedskaleringen av forsvarsstrukturen og viktigheten av gode investeringer gjør det viktigere enn noensinne å forstå prisutviklingen på militært materiell og å kostnadsberegne fremtidige forsvarsstrukturer.

EKV-I er ikke et særnorsk fenomen og har vært viet interesse nasjonalt og internasjonalt i flere tiår, se f.eks Kirkpatrick (1995) for en innføring. Kostnadsveksten har også i de fleste andre land vært en av faktorene som har bidratt til den observerte reduksjonen i antall enheter en nasjon har råd til å anskaffe av en gitt type forsvarsmateriell. Således vil en vedvarende EKV-I være en utfordring alle nasjoner vil stå ovenfor når knappe økonomiske ressurser skal transformeres til en kostnadseffektiv forsvarsevne.

I kapittel 2 setter denne rapporten fokus på mekanismene bak, og konsekvensene av den observerte prisveksten for mange typer forsvarsmateriell. I kapittel 3 gjennomføres en empirisk studie av historisk prisutvikling for utvalgte våpensystemer. Kapittel 4 fokuserer på generelle strategier for å håndtere EKV-I på en best mulig måte, både i Forsvarets langtidspanlegging og anskaffelser. Mer spesifikke betraktninger om bruk av EKV-I i strukturkostnadsberegninger generelt, og KOSTMOD⁵ spesielt, er tema for kapittel 5. Videre gir kapittel 5 en vurdering av historiske og sannsynlige fremtidige trender for EKV-I, og basert på dette presenteres et rammeverk for fastsettelse av EKV-I satser til bruk i strukturkostnadsberegninger. Kapittel 6 oppsummerer rapportens innhold.

2 Årsaker til og konsekvenser av EKV-I

Økende enhetspriser på militært materiell er et utviklingstrekk man har kunnet observere svært lenge. De stadig økende prisene representerer en stor utfordring for alle lands forsvar. En nasjon må enten benytte stadig mer av statsbudsjettet for å opprettholde størrelsen på forsvarsstrukturen eller gradvis nedskalere strukturen. I Norge og de fleste NATO-land har den klare tendensen

⁴ Kritisk masse betegner et minimumsantall et forsvar behøver av et våpensystem for å tilfredsstille operative krav. Én enhet vil for eksempel sjelden eller aldri være tilstrekkelig for kontinuerlig beredskap, da man med jevne mellomrom er avhengig av service og tungt vedlikehold. Hva som anses som kritisk masse varierer mellom våpensystemer.

⁵ KOSTMOD er en modell for kostnadsberegning av fremtidige forsvarsstrukturer, utviklet ved FFI.

siden ca 1990 vært konstante forsvarsbudsjetter⁶ og dermed en nedbygging av forsvarsstrukturen som følge av bl a EKV-I⁷.

For å kunne håndtere en slik situasjon er det en stor fordel å ha innsikt i de bakenforliggende årsakene til EKV-I. Disse årsakene kan i hovedsak deles inn i to kategorier. Den første er militær konkurranse mellom land og de stadig høyere krav til ytelse som dette fører med seg (kapittel 2.1). Den andre er de stadig minkende produksjonsseriene for militært materiell (kapittel 2.2). I tillegg kan enkelte andre særegenheter ved markedet for forsvarsmateriell bidra til en høy enhetspris for våpensystemer (kapittel 2.3).

Det eksisterer et viktig skille mellom forhold som bidrar til stadig økende enhetskostnader for militært materiell (EKV-I) og forhold som bidrar til en høy, men ikke stadig økende enhetspris. Faktorene som diskuteres i kapittel 2.3 oppfattes hovedsakelig å befinne seg i den siste kategorien. Selv om disse faktorene altså ikke bidrar til eskalerende priser, vil innsikt i disse bidra til en helhetlig forståelse av mekanismene i markedet for forsvarsmateriell. Figur 2.1 oppsummerer hvordan de ulike mekanismene som diskuteres i dette kapitlet, påvirker EKV-I.

Kategori	Årsak	Effekt på EKV-I			Høye priser eller stadig høyere priser?	
		Høyere	Lavere	Uviss	Høye	Stigende
Makro	Konkurranse om militær kapasitet	x				x
Makro	Stigende utviklingskostnader	x				x
Makro	Økende kompleksitet	x				x
Makro	Økende krav til kompetanse	x				x
Mikro	Fallende skala				x	(x)
Mikro	Økende andel faste kostnader	x			x	(x)
Mikro	Reduserte læringseffekter	x			x	(x)
Makro	Markedskonsentrasjon					
Makro	Redusert konkurranse i markedet	x			x	(x)
Makro	Større skalafordeler enn uten konsentrasjon		x			
Makro	Proteksjonisme	x			x	

Figur 2.1 Oppsummering av årsaker til EKV-I

Den første og sannsynligvis viktigste kategorien av årsaker er *konkurranse om militær kapasitet*. Dette sentrale emnet dekkes i kapittel 2.1, hvor det bygges opp et rasjonale for hvorfor stater har behov for stadig bedre våpen og hvordan dette resulterer i stadig høyere priser. Denne typen årsaksforhold bidrar til stadig stigende enhetskostnader. Kategorien *fallende skala* tar for seg de fallende produksjonsvolumene for forsvarsmateriell, og diskuterer hvordan dette slår ut for prisen. Kapittel 2.2 tar for seg det emnet og forklarer hvordan disse faktorene kan bidra til at prisene på forsvarsmateriell er høye og at de i en overgangsperiode kan stige. *Markedskonsentrasjon* og *proteksjonisme* diskuteres under kapittel 2.3. Også her konkluderes det med at disse årsakene kun bidrar til at prisene er høye, men ikke til at de kontinuerlig stiger.

⁶ Korrigert for inflasjon målt ved konsumprisindeksen (KPI) i det aktuelle land.

⁷ En betydelig kostnadsvekst på driftssiden (EKV-D) har også bidratt til å fremtvinge en mindre forsvarsstruktur.

EKV-I er tydeligere i forsvarssektoren enn i de fleste andre sektorer i økonomien. De kraftige prisøkningene på militært materiell skyldes stort fokus på teknologiske forbedringer som kan bidra til at Forsvaret har tilstrekkelig høy operativ evne relativt til potensielle motstandere. Men hvorfor ser man ikke den samme prisøkningen på mange kommersielle produkter som også erfarer rask teknologisk utvikling? Et område som opplever konsekvensene av rask teknologisk fremgang, er vanlig sivil forbrukerelektronikk. En PC får, på samme måte som militært materiell, typisk bedre ytelse fra generasjon til generasjon. Men her observerer man ikke den samme kostnadsveksten som i forsvarssektoren. Hva kan forklare at prisene på militært utstyr tilsynelatende vokser raskere enn prisene ellers i samfunnet? For å få innsikt i denne problemstillingen er det viktig å forstå konsekvensene av teknologisk fremgang. Man kan grovt sett dele konsekvensene inn i to grupper:

- i) Teknologisk fremgang som muliggjør kvalitetsforbedringer i produktet
- ii) Teknologisk fremgang som muliggjør mer effektiv produksjon, herunder skalafordeler

Et eksempel på den første effekten er større harddisk og bedre prosessor i en PC. Isolert sett gir dette en prisøkning grunnet de ekstra innsatsfaktorene som kreves i produksjonen. Med effekt nummer to menes forbedringer i produksjonsteknologi, mer effektiv organisering av arbeidet og lignende. Eksempelvis kan man finne en mer effektiv måte å produsere en prosessor på, slik at man reduserer bruken av innsatsfaktorer per enhet. Effekt nummer to gir isolert sett billigere produkter. Den relative størrelsen på de to effektene vil dermed avgjøre hvorvidt den teknologiske fremgangen øker eller reduserer prisene⁸. For sivil forbrukerelektronikk, som f.eks. PC'er, har effekt nummer to som regel dominert. Fra 2002 til 2004 falt gjennomsnittsprisen på bærbare PC'er fra 15 200 til 10 000 kroner i Norge⁹. Mye av prisnedgangen skyldtes billigere komponenter, i stor grad som en konsekvens av økende skala og betydelige læringseffekter. Samtidig kommer det stadig bedre maskiner på markedet, og oppfattelsen av hva som er en tilstrekkelig god PC endres kontinuerlig. Prisreduksjonen som ville vært vesentlig større dersom det ikke stadig ble lansert bedre produkter, motvirkes dermed av effekt nummer én.

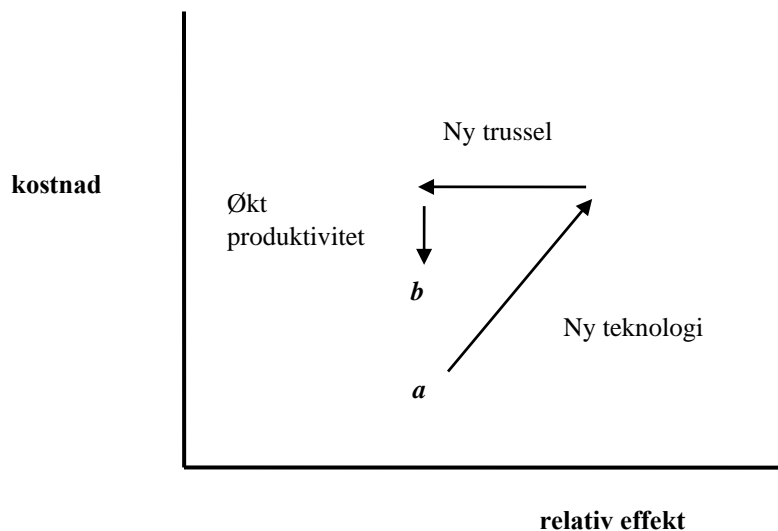
2.1 Militær konkurranse og stadig økende krav til ytelse

I motsetning til for mange typer sivilt materiell, har effekten av kvalitetsforbedringer vært størst for avansert militært materiell. Hovedårsaken til dette er i stor grad at betalingsvilligheten for å ha bedre utstyr enn potensielle motstandere er meget høy. Selv marginale forskjeller vil kunne ha avgjørende betydning for utfallet av en konfrontasjon, eksempelvis vil bedret rekkevidde på sensorer og våpensystemer kunne gjøre motstanderens våpen nærmest verdiløse. Når mange land har en slik innretning i materiellanskaffelsene, ender man opp i en situasjon hvor man hele tiden må fornye seg for å være marginalt bedre enn andre. Betydningen av å ha overlegen ytelse er svært avgjørende for å ha nytte av de militære kapasitetene, da "det ikke deles ut sølvmedaljer på slagmarken". Dette fører til et sterkt fokus på teknologisk utvikling i militær sektor og dermed en

⁸ I tillegg til teknologisk fremgang spiller forhold som konkurranse i markedet, endringer i etterspørsel og endringer i prisen på innsatsfaktorer en betydelig rolle for prisutviklingen.

⁹ Aftenposten.no, 30.10.2005

spiral hvor enhetskostnadene stadig øker. Man kan observere en analog mekanisme innenfor utviklingen av andre *konkurranssegoder*, som eksempelvis avansert sportsutstyr. I sivil sektor derimot er ikke nytteeffekten av goder på langt nær like tett koblet til ytelsen på andre forbrukeres goder. Kirkpatrick (2004) illustrerer en typisk utvikling ved nyanskaffelser i Forsvaret som i figur 2.2.



Figur 2.2 Kostnad og relativ effekt for militært materiell

Utgangspunktet i Figur 2.2 er punkt *a*. Når ny teknologi anskaffes bedres effekten i forhold til potensielle motstandere, samtidig som enhetsprisen på materiellet øker. Dette er illustrert ved en bevegelse opp og mot høyre i Figur 2.2. Den normale responsen for potensielle motstandere vil, i hvert fall over tid, være å forbedre sin effekt, og dermed blir den relative effektforbedringen motvirket. I Figur 2.2 er det illustrert en utvikling hvor motstanderens forbedring akkurat oppveier egen materiellforbedring. Det mest sannsynlige er imidlertid at motstanderen ønsker å anskaffe materiell som er marginalt bedre, slik at egen relativ forsvarsevne faktisk blir svekket. En viss produktivitetsforbedring i produksjonen, tidligere omtalt som effekt nummer to av teknologisk utvikling, kan finne sted og redusere kostnadene. For forsvarsmateriell har imidlertid denne historisk vært for liten til å veie opp for kostnadsøkningen som følge av bedre våpensystemer. Man får dermed en situasjon hvor materiellet stadig blir dyrere, men ikke nødvendigvis bedre i forhold til potensielle motstandere. Dermed ender man typisk i et punkt som *b* hvor man betaler mer for samme relative forsvarsevne. Tradisjonelt har denne mekanismen foregått som en iterativ prosess omtalt som *rustningskappløp*. Slike rustningskappløp er hovedårsaken til den betydelige EKV-I man har erfart på forsvarsmateriell. Sammenhengen mellom kostnad og effekt diskuteres nærmere i kapittel 2.1.1.

Boks 2.1: Sammenhengen mellom økonomisk utvikling og EKV-I

Hoveddriveren bak prisøkninger for både sivile og militære produkter er kvalitetsforbedringer i produktene. Hvor store kvalitetsforbedringene er, vil variere over tid og mellom produkter, men alt annet likt vil en kvalitetsforbedring gjenspeile seg i økt pris på produktet. Den økonomiske veksten i verden, som er et resultat av teknologisk fremgang, resulterer i økt økonomisk velstand. Den økte velstanden realiseres både gjennom kvalitetsforbedringer av produktene og større produksjon. Hvis man tenker seg at all velstandsøkning realiseres gjennom kvalitetsforbedringer av eksisterende produkter, vil den gjennomsnittlige prisøkningen i verden tilsvare verdens samlede økonomiske vekst (økningen i verdens bruttonasjonalprodukt (BNP)). Realvekst innebærer at BNP vokser raskere enn den generelle inflasjonen, og i eksemplet over vil derfor faktisk prisøkning være høyere enn inflasjonen. Dette illustrerer at EKV-I er et naturlig fenomen som i prinsippet kan eksistere i alle sektorer og for alle typer produkter.

I praksis vil som nevnt ikke all velstandsøkning materialisere seg i kvalitetsforbedringer, produksjonsvolumet vil også øke. Så lenge en andel av veksten resulterer i kvalitetsforbedringer, må det imidlertid være slik at den gjennomsnittlige prisøkningen for alle verdens produkter er høyere enn den generelle inflasjonen. Produkter som opplever store kvalitetsforbedringer over tid, som f.eks. en del forsvarsmateriell eller avansert sportsutstyr, vil ha en prisøkning som er høyere enn gjennomsnittet. For produkter som har små eller ingen kvalitetsforbedringer, vil prisøkningen være lavere enn gjennomsnittet. Når man historisk har sett at EKV-I for avansert militært materiell ofte er høyere enn veksten i BNP, illustrerer dette at fokuset på kvalitetsforbedringer er svært høyt. Derfor er EKV-I høy, og gjenstand for mye oppmerksomhet i Forsvaret, men det generelle fenomenet er et resultat av mekanismene bak teknologisk utvikling og økonomisk vekst. EKV-I kan fremstå som et forsvarsspesifikt fenomen, men dersom prioriteringene var annerledes ville EKV-I i større grad vært fremtredende i andre sektorer.

Det blir ofte fremhevet at den betydelige enhetskostnadsveksten man erfarer for forsvarsmateriell, i størst grad gjør seg gjeldende for såkalt "state of the art"-materiell. Med "state of the art" menes det mest teknologisk avanserte materiellet innenfor en kategori av forsvarsmateriell. Ved å anskaffe materiell som ikke er "state of the art", kan investeringskostnadene riktig nok reduseres for en enkelt investering, men dette er ikke ensbetydende med at utviklingen i EKV-I vil endres på sikt. I tillegg vil dårligere kvalitet på materiellet også ha konsekvenser for effekten i forhold til potensielle motstandere (se kapittel 4.1.1 for en grundigere drøfting av dette).

I kjølvannet av den kalde krigen har det blitt påpekt at et avtakende trusselnivå kan medføre at vestlige land får redusert fokus på økt ytelse av det militære materiellet. En slik tendens kan i så fall bidra til å dempe enhetskostnadsveksten noe. De senere årene har vesentlig fokus blitt viet utfordringer knyttet til asymmetrisk krigføring som skiller seg fra tradisjonell symmetrisk strid. Forsvaret står dermed overfor nye utfordringer som også krever ny teknologi, men trolig innenfor andre områder enn tidligere. Dermed er det grunn til å tro at den teknologiske utviklingen og

enhetskostnadsveksten vil fortsette, men det er mulig at veksten vil være størst innenfor andre typer våpensystemer enn de foregående tiårene.

Man kan f.eks. tenke seg at fokuset på beskyttelse for stormpanservogner og stridsvogner vil øke betydelig som følge av økt deltakelse i internasjonale operasjoner. I dagens internasjonale operasjoner har mange kjøretøy blitt utsatt for såkalte asymmetriske angrep (blant annet ulike typer IED¹⁰). Det er naturlig at det vil være lavere toleranse for tap av liv i konflikter som ikke er eksistensielle for en nasjon. Sammen med lav toleranse for tap av liv kan slike nye trusler mot våre styrker være en driver av EKV-I i fremtiden. Kampfly spiller derimot en mindre rolle i asymmetrisk krigføring, og således kan det tenkes at utviklingen og dermed kostnadsøkningen vil stagnere noe. Det er helt naturlig at grad av teknologisk utvikling skifter mellom våpensystemer, både som et resultat av eksisterende trusselbilde og teknologiske muligheter. Et godt eksempel er håndvåpen, som hadde en rask teknologisk utvikling i siste halvdel av 1800-tallet, før utviklingen stagnerte betydelig på 1900-tallet. Dette har sammenheng med at håndvåpenet ble mindre sentralt for den totale forsvarsevnen som følge av bl.a. utviklingen av artilleri og stridsvogner. I tillegg ble enhetskostnadsveksten dempet som en følge av standardisering og effektivisering av produksjonen.

Endringer i markedet for forsvarsmateriell etter den kalde krigen kan medføre økt teknologifokus. Markedet for forsvarsmateriell er mer globalisert enn under den kalde krigen, samtidig som etterspørselsvolumet er redusert. Disse forholdene har medført en økt konkurranse blant forsvarsleverandører for å levere god kvalitet, slik at man vinner eksportkontrakter. Samtidig ønsker de eksporterende nasjoner å opprettholde teknologisk overlegenhet for sine nasjonale våpensystemer. Dermed har det blitt økte insentiver til å forbedre militær teknologi for å opprettholde forskjellen mellom eksportert materiell og nasjonalt "state of the art"-materiell. Buzan og Herring (1998) omtaler dette som det *teknologiske imperativ*. Stadig høyere krav til ytelse gir seg også i dette tilfellet utslag i stadig høyere enhetspriser. I kapittel 5 diskuteres fremtidige trender som kan påvirke EKV-I, i detalj.

Som en følge av konkurransen om det beste materialet forbedres, altså stadig kvaliteten på dette. Det faktum at svært høy ytelse og nye løsninger ofte må utvikles fra grunnen av bidrar også til EKV-I. Det er vanskelig å forutse praktiske konsekvenser av nye løsninger i forhold til ressursbehov og ressursallokering. Dette gjelder både mht økonomi og tid.

En siste effekt på EKV-I av den militære konkurransen er at høyere ytelse og ambisjonsnivå medfører økende kompleksitet i våpensystemene. Den høye kompleksiteten krever mye ressurser når systemer skal fungere sammen som en totalløsning. Slike komplekse systemer krever også en helt annen kompetanse hos brukeren enn enklere våpensystemer. Jo mer sofistikert materialet er, desto tyngre kompetanse vil utviklingen og driften av systemet kreve. En kontinuerlig overgang mot personell med høy kompetanse vil føre med seg økende kostnader.

¹⁰ Improvised Explosive Device.

Konkurransen som fører til at militært materiell stadig videreutvikles, vurderes å være den viktigste årsaken til EKV-I. For sivile goder er fokus på utvikling og ytelsesforbedringer også hoveddriveren bak prisutviklingen, men kravene til kvalitetsforbedring varierer mye mellom ulike goder. I praksis materialiserer den militære konkurransen seg ved at kravspesifikasjonene for et våpensystem øker fra generasjon til generasjon. Dette er en naturlig respons på at omgivelsene endrer seg. Andre årsaker, som diskuteres senere i rapporten, kan i større eller mindre grad forklares med grunnlag i den militære konkurransen beskrevet over.

2.1.1 Kostnad-effektparitet for militært materiell

I dette kapittelet diskuteres forholdet mellom økte kostnader og bedret ytelse og effekt nærmere. Standard mikroøkonomisk teori kan gi verdifulle bidrag til forståelsen av forholdet mellom økte enhetskostnader og endringer i våpensystemenes effekt. Enhver rasjonell aktør i et marked er kun villig til å betale mer for en innsatsfaktor dersom kostnaden minst oppveies av den økte inntekten eller effekten dette gir. Mer formelt sier man at grensenytten¹¹ må være større enn grensekostnaden for at det skal være betalingsvilje for et gode. Forsvaret vil altså ikke være villig til å betale mer for materiellet (innsatsfaktorene) dersom det ikke fører til en minst tilsvarende økning i forsvarsevnen¹² (grensenytten). Det bør dermed i prinsippet være en paritet¹³ mellom den prisen Forsvaret betaler for materiellet og den nytten/effekten materiellet gir.

Dette kan illustreres ved hjelp av et enkelt eksempel. Når en våpenplattform, f.eks. dagens Ula-klasse UVB-er, er moden for utskifting, har vanligvis teknologien utviklet seg betydelig siden forrige anskaffelse av plattformen. Dersom historien gjentar seg, vil Ula være umoderne når de eksisterende fartøy er modne for utskifting. Å anskaffe et fartøy med lik ytelse som den gamle fartøysklassen eller levetidsforlengelse den er dermed et lite reelt alternativ, sett i forhold til å anskaffe den nye og moderne plattformen. I en situasjon hvor EKV-I ikke kompenseres fullt ut i investeringsbudsjettet står man imidlertid som regel ikke overfor et valg om å anskaffe den nye plattformen i et like stort antall. Basert på en forutsetning om at det allerede er bestemt at plattformen det skal investeres i er undervannsbåt, kan Forsvaret velge å kjøpe den dyre og teknologisk avanserte varianten – som vi for eksempelets skyld kaller Ula 2 – i et mindre antall. Alternativt kan Forsvaret anskaffe en variant med tilsvarende ytelse som den gamle plattformen – Ula 1 – i samme, eller sannsynligvis noe større¹⁴, antall. La oss si at Ula 2 er dobbelt så dyr som den forrige generasjonen. For at det skal være rasjonelt å anskaffe den moderne varianten må den dermed være minst dobbelt så effektiv¹⁵ som den gamle. Hvis ikke kunne en i prinsippet få mer ytelse ved å kjøpe dobbelt så mange Ula 1. Figur 2.3 illustrerer blant annet denne prinsipielle avveiningen.

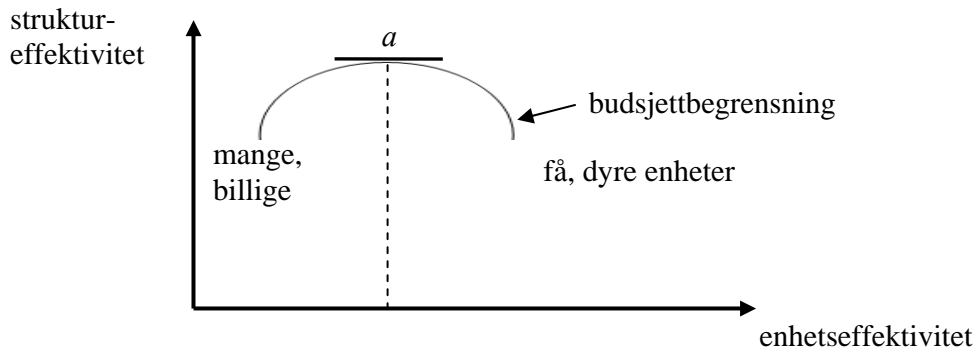
¹¹ Grensenytten tolkes her som nytten (effekten) av en marginal forbedring i ytelsen. Grensekostnaden vil tilsvarende være kostnaden ved den marginale forbedringen i ytelse.

¹² Det bør påpekes at det er store utfordringer knyttet til å sette en verdi på ulike nivåer av forsvarsevne.

¹³ Med paritet menes her likhet eller likeverd, at det er en direkte sammenheng mellom pris og ytelse.

¹⁴ Basert på en antakelse om at det har funnet sted effektivitetsforbedringer i produksjonen.

¹⁵ Merk at begrepene effektivitet og ytelse her henviser til Forsvarets *anslåtte eller estimerte* ytelse. En økning i rekkevidden på en kanon på 20 % kan i dette perspektivet f.eks. gi en 5-dobling av den opplevde effekten på en stridsvogn.



Figur 2.3 Avveininger ved valg av forsvarsstruktur

Den konkave linjen i Figur 2.3 viser alle mulige avveininger mellom mengde og kvalitet til et gitt budsjett. Denne linjens helning vil bestemmes av pris- og ytelsesforskjeller mellom våpensystemer, men vil mest sannsynlig ha en konkav form. Punkt a vil være den mest optimale tilpasningen fordi strukturens totale effekt maksimeres. Dersom kostnad-effektpariteten skulle holde perfekt, ville denne linjen vært horisontal. Årsaken til at linjen heller mot sidene og blir konkav, er i hovedsak at dess lenger mot høyre på linjen en beveger seg, dess større problemer forbundet med tilgjengelighet, sårbarhet og dekningsgrad vil en erfare. Motsatt vil en trolig oppleve at enheter med svært lav effekt og pris etter hvert ikke klarer å kompensere dette med større kvantum, og den totale effekten faller dermed når en beveger seg mot venstre. Rundt punkt a i figuren vil man ha en situasjon hvor forskjeller i kvantum og pris tilnærmet oppveier hverandre slik at man står overfor reelle valg mellom kvantitet og kvalitet. Valg som resulterer i optimal tilpasning (punkt a) gir ingen garanti for at man har tilstrekkelig god forsvarsevne relativt til potensielle motstandere (jf Figur 2.2), men sikrer at man har et best mulig forsvar gitt budsjettet man disponerer. Dersom alle aktører tar rasjonelle valg i forhold til dette, vil et fungerende marked frembringe en paritet mellom økninger i investeringskostnader og materiellets ytelse.

Når det gjelder vurderingen av hvorvidt et våpensystem har god nok effekt i forhold til prisen, oppstår det i de fleste tilfeller noen problemer knyttet til målbarhet og kvantifisering av de mest sentrale parametrene. For det første måles forskjellen mellom to generasjoner av et våpensystem nesten utelukkende som forskjeller i ytelse. Når det gjelder beskyttelse kan f.eks forskjellen være et gitt antall millimeter med panser. Innenfor ildkraft kan det være snakk om et antall meter rekkevidde for en kanon. Problemene oppstår fordi det er et ikke-lineært forhold mellom ytelse og effekt. Marginale økninger i ytelse kan gi en tilnærmet uendelig effektøkning. Dersom to stridsvogner møtes på en åpen slette vil det i prinsippet ha uendelig verdi med én meter lenger rekkevidde enn motstanderen. Motsatt kan selvsagt også store ytelsesforbedringer ha tilnærmet marginal effekt.

Et annet forhold som gjør vurderingen vanskelig, er at ulike generasjoner av et våpensystem ikke nødvendigvis utfyller den samme rollen. Et våpensystem kan over tid utvikle seg til å inneha flere kapabiliteter, hvilket kan gjøre det vanskelig å sammenlikne effekt- og prisendringer mellom

generasjoner. Flere kapabiliteter¹⁶ per våpensystem kan være en naturlig respons på en mindre strukturbredde. Ved direkte sammenlikning av to generasjoner av et våpensystem kan dermed prisen på den nyeste generasjonen overvurderes, dersom man ikke tar hensyn til eventuelle reduksjoner i investeringskostnaden for andre våpensystemer som følge av investeringen. Denne effekten har tradisjonelt vært størst for store våpensystemer, som f.eks. fregatter.

Til tross for utfordringene knyttet til måling av effekt vil det i kapittel 3 bli utført en undersøkelse av hvordan prisen på ulike generasjoner av stormpanservogner har utviklet seg relativt til effekten.

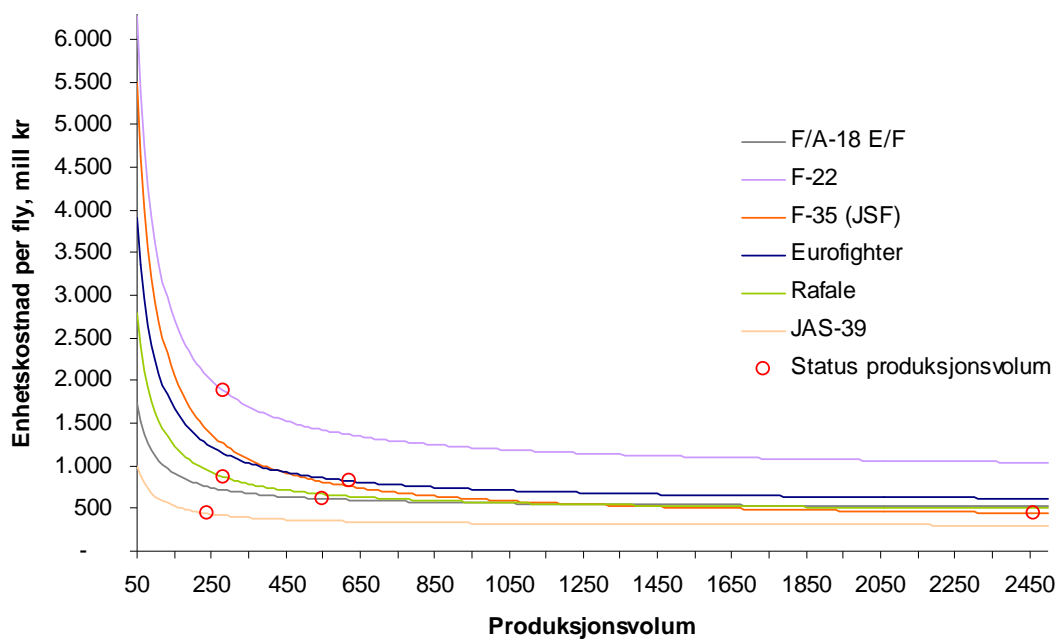
2.2 Mindre produksjonsserier og fallende skalafordeler

Den andre hovedårsaken til EKV-I er at produksjonsseriene for mange typer militært materiell blir stadig mindre. Hovedårsaken til dette er betydningen av å ha det beste militære materiellet (se kapittel 2.1). Denne konkurransen har medført mer og mer avanserte våpensystemer, høyere og høyere utviklings- og designkostnader, og stadig økende priser per enhet. Blant annet er moderne våpensystemer stadig mer avhengige av programvare, og utviklingen av slik programvare bidrar til å øke utviklingskostnadene andel av de totale kostnadene. Denne kostnadsøkningen på militært materiell har medført en betydelig reduksjon når det gjelder antall enheter av avanserte våpensystemer som etterspørres globalt. Flat utvikling i forsvarsbudsjettet i de fleste vestlige land siden den kalde krigens slutt, har forsterket denne effekten.

Den reduserte etterspørselen i volum har medført at produsentene må fordele stadig økende faste utviklings- og designkostnader på færre enheter. Dermed øker enhetsprisen på materiellet ytterligere. Siden utviklingskostnadene for avansert militært materiell allerede er svært høye, vil man for mange våpensystemer fremover erfare at forholdet mellom faste utviklingskostnader og variable produksjonskostnader øker mye, selv når den absolutte reduksjonen i antall enheter er relativt liten. Pløen (2005) illustrerer dette for ulike kampflyalternativer, se Figur 2.4¹⁷. For kampflyene med lave produksjonsvolum, vil en reduksjon i volumet ha stor effekt på enhetsprisen. Kampflyene med høy produksjon, som f.eks. JSF, kan i større grad redusere produksjonen uten å måtte øke enhetsprisen.

¹⁶ Leseren bør være oppmerksom på begrepet *kapabilitet* refererer seg til evnen til å utføre en bestemt oppgave, f.eks. panserbekjempelse, mens begrepet *kapasitet* beskriver i hvilket omfang man kan løse den samme oppgaven.

¹⁷ Det understrekes at prisene som er oppgitt i figuren er estimer. Hovedpoenget i denne sammenhengen er sammenhengen mellom volum og pris og ikke prisen i seg selv.



Figur 2.4 Sammenheng mellom enhetskostnad per fly og samlet produksjonsvolum for ulike kampfly, 2005-kroner

Stordriftsfordelene knyttet til produksjon av militært materiell har altså over tid blitt mindre og mindre. Lavere produksjonsvolum medfører også at man mister verdifulle læringskurveeffekter som ville bidratt til lavere produksjonskostnader. Hartley (2006) anslår potensielle besparelser i produksjonskostnad som følge av læringseffekter for medianenheten av ulike våpensystemer. Besparelsene anslås til 10 % eller mindre for stridsvogner og krigsskip, omkring 20 % for kampfly og 25-40 % for missiler.

Dersom utviklingstakten for nye og mer avanserte våpensystemer opprettholdes, vil man erfare kontinuerlig økende priser og redusert kvantum. Dermed blir utviklingen en kostnads- og prisspiral som resulterer i en underliggende EKV-I for mange typer forsvarmateriell. Det vil imidlertid være en nedre grense for hvor lenge en slik utvikling kan fortsette. Dette blir nærmere belyst i kapittel 4.

Det norske Sjøforsvaret er et godt eksempel på hvordan forsvarsstrukturene i NATO-land har blitt betydelig redusert de siste 30 årene, og dermed medført redusert etterspørsel etter våpensystemer på verdensbasis. I 1980 besto strukturen av bl a 40 MTB-er¹⁸, 7 fregatter¹⁹ og 16 undervannsbåter²⁰. I 2010 vil den planlagte strukturen i Sjøforsvaret (St.prp. nr. 48, 2008) bestå av bl a 6 MTB-er, 5 fregatter og 6 undervannsbåter. Denne reduksjonen er en konsekvens både av EKV-I for materiellet og redusert trusselnivå med den kalde krigens slutt.

¹⁸ Storm-klassen, Snøgg-klassen og Hauk-klassen.

¹⁹ Oslo-klassen og Sleipner-klassen (korvett).

²⁰ Kobben-klassen.

USA er delvis et unntak i denne sammenhengen. Landet har hatt en betydelig realvekst i forsvarsbudsjettene over mange år og har dermed ikke hatt en like stor reduksjon i etterspørselen etter militært materiell som andre vestlige land. Allikevel ser man også i verdens desidert største militærmakt at etterspørselen reduseres pga at prisene øker vesentlig mer enn investeringsbudsjettet. Rapporter fra General Accounting Office (GAO) (2004 og 2006) viser at det amerikanske luftforsvaret ved utviklingsstart i 1986 etterspurte 750 enheter av kampflyet FA-22 Raptor, mens estimatet for antall fly som faktisk blir anskaffet var 183 i 2006. Reduksjonen i etterspørsel ble tvunget frem av en økning i estimert enhetskostnad (2004-kroner) fra \$69 millioner i 1988 til \$153 i 2004, en økning på 122 % over 16 år. De inflasjonsjusterte utviklingskostnadene for flyet var i 1986 estimert til \$12,6 milliarder, men i 2004 var dette anslaget økt til \$28,7 milliarder, en økning på om lag 127 %. Den ekstreme kostnadsøkningen har i dette tilfellet funnet sted innenfor samme generasjon, og viser hvor stor usikkerhet det er ved budsjettering av både utviklingskostnader og anskaffelsespris. Underbudsjettering, som ofte blir fremhevet i media som årsak til høye kostnader, er primært et problem knyttet for optimistiske forutsetninger og insentivstrukturer i offentlig bevilgningsregimer, og er således ikke et resultat av underliggende årsaker til prisøkninger. Forhold som f.eks. endrede kravspesifikasjoner underveis i utviklingsprosessen kan også bidra til at anskaffelser blir dyrere enn planlagt. Når man nå har fått et mer realistisk bilde av prisen på FA-22 er det allikevel ingen tvil om at økningen i både enhetskostnad og kapasitet har vært betydelig i forhold til forrige generasjon kampfly.

Kirkpatrick og Pugh (1983) viser utviklingen i antall produserte kampfly for ulike britiske generasjoner fra 1954 til 1983. Tabell 2.1 oppsummerer utviklingen.

I operativ drift	1954	1956	1960	1969	1983
Kampfly	Hunter	Javelin	Lightning	Phantom	Tornado
Antall produsert	1000	400	250	165	165

Tabell 2.1 *Produksjon av britiske kampfly mellom 1954 og 1983*

Tabell 2.1 viser bl a at den totale produksjonen av Tornado som var operativ fra 1983, var ca 1/6 av den totale produksjonen av Hunter, som var operativ fra 1954. I nyere tid har Storbritannia sluttet å produsere egne kampfly, hovedsakelig pga det svært høye kostnadsnivået. Britenes nyeste kampfly i dag, Eurofighter Typhoon, er utviklet gjennom et europeisk samarbeid mellom Storbritannia, Tyskland, Frankrike, Spania og Italia. Et slikt samarbeid gjør det enklere å sikre at man kan fordele utviklingskostnadene på flere enheter. Det forventes en produksjon på totalt 707 enheter av Eurofighter, hvorav samarbeidslandene står for kjøp av 88 % av disse. På grunn av høyere utviklingskostnader og redusert etterspørsel er det naturlig at man vil få færre og store selskaper i markedet for forsvarsmateriell, samtidig som samarbeid om utvikling vil bli mer vanlig (se kapittel 2.3). Dersom utviklingen med stadig høyere utviklingskostnader for kampfly fortsetter, er det imidlertid bare et spørsmål om tid før anskaffelseskostnadene vil bli så høye at anskaffelse blir nærmest umulig.

Det vil imidlertid ikke være tilfelle for alle våpensystemer at en reduksjon i kvantum har stor effekt på prisen. Dette gjelder f eks håndvåpen. Når mange land gjennomfører personell-reduksjoner og går over fra verneplikt til profesjonelle styrker, er det naturlig at etterspørselen etter håndvåpen går noe ned. Flere profesjonelle styrker vil muligens også medføre økt fokus på kvaliteten på våpnene. Men fordi produksjonsprosessen er betydelig automatisert og produksjonsvolumet i overskuelig fremtid vil være relativt stort, vil det være betydelige muligheter for å utnytte stordriftsfordeler. I tillegg kommer at håndvåpen i utgangspunktet ikke er et spesielt avansert våpensystem og derfor ikke har veldig høye utviklingskostnader. Siden andelen faste kostnader er lav relativt til mer avansert materiell, vil ikke kvantumsreduksjoner ha like stor effekt på enhetsprisen.

Manglende utnyttelse av skalafordeler blant mange våpenprodusenter, kan imidlertid også ha andre årsaker enn militær konkurranse. Faktorer som proteksjonisme og alliansetilhørighet er i seg selv begrensende for produsentenes muligheter til å ta ut skalafordeler. Slike faktorer diskuteres nærmere i kapittel 2.3.

2.3 Markedet for forsvarsmateriell

2.3.1 Tilbud av forsvarsmateriell – markedskonsentrasjon

Strukturelle endringer i markedet for forsvarsmateriell siden begynnelsen av 1990-tallet har ført til større enheter og større industriell konsentrasjon (Hartley, 2008). For de tre aktørene selskapene i markedet økte markedsandelen (som andel av omsetningen til de ti største selskapene), fra 37,2 til 49,8 % mellom 1990 og 2003. Ser man på de hundre største selskapene økte markedsandelen for de samme tre selskapene fra 21,5 til 30,5 % i samme periode. Nasjonale markeder for avansert forsvarsmateriell har gradvis blitt mer og mer kjennetegnet ved monopol eller oligopol og bekrefter således utviklingen mot større konsentrasjon. Selskapene i forsvarsindustrien har også blitt større. Blant de 20 største selskapene ble gjennomsnittsomsetningen mer enn tredoblet fra 1990 til 2003. Både selskapene i USA og Europa har i gjennomsnitt blitt større, men amerikanske selskaper har hatt den relativt sett største økningen. Blant de fem største selskapene i forsvarsindustrien i 1990 og 2003 var amerikanske selskaper henholdsvis 1,6 og 2,5 ganger større enn europeiske.

Hva er årsakene til at man har sett en utviking mot større markedskonsentrasjon og tendenser til monopoldannelser? Stadig økt etterspørsel etter teknologisk avansert materiell har drevet produsentenes utviklings- og produksjonskostnader opp. Økte priser og liten eller ingen økning i reelle forsvarsbudsjetter har igjen resultert i at de fleste land har råd til langt færre enheter av ulike våpensystemer enn tidligere. Dermed blir det vanskeligere for produsentene å få dekket inn de store utviklingskostnadene for våpensystemene. Når utviklingskostnadene blir stadig høyere vil det bli færre og færre firmaer som har mulighet for lønnsom drift i markedet. Siden økning av produksjonen gir store reduksjoner i enhetskostnaden når utviklingskostnadene er store, vil markedet oppleve en utvikling mot stadig færre og større selskaper i markedet. Markedskonsentrasjon er altså i stor grad en naturlig konsekvens av at de faste kostnadene per enhet har

blitt stadig høyere. Det er også naturlig at de selskapene som i utgangspunktet var store blir større, fordi disse i utgangspunktet har en konkurransefordel gjennom relativt store produksjonsserier. Altså får man en utvikling mot at store produsenter blir naturlige monopolister nasjonalt, og etter hvert muligens også internasjonalt.

Større firmaer og industriell konsentrasjon har *tre* særlig viktige implikasjoner. For det første kjennetegnes som nevnt markedene i større grad av oligopol eller monopol, og *således mindre konkurranse*. I henhold til standard økonomisk teori medfører den reduserte konkurransen høyere priser og profitt og lavere omsatt kvantum. For kjøpere vil graden av markedskonsentrasjon i stor grad avhenge av om man tillater anskaffelse fra utenlandske selskaper eller ikke. På grunn av industrihensyn og andre forhold ser man stadig at det legges politiske føringer på å kjøpe våpensystemer fra nasjonale leverandører²¹, se f eks St.meld. nr. 38 (2006-2007). For mindre og middels store våpensystemer vil åpning for internasjonal anskaffelse i mange tilfeller medføre betydelig konkurranse, relativt til kun å operere i et nasjonalt monopol- eller duopolmarked. For de største og mest avanserte våpensystemene er det i mange tilfeller allerede så få leverandører på verdensbasis at potensialet for internasjonal konkurranse allerede er utnyttet. Eksempelvis var fire leverandører i utgangspunktet aktuelle for det norske Forsvaret i forbindelse med anskaffelse av nye kampfly. Senere har antallet blitt redusert til to potensielle leverandører, som i tillegg tilbyr systemer med betydelig forskjell i ytelse.

For det andre er markedskonsentrasjon uunngåelig pga stadig økende faste kostnader i produksjonen av avansert forsvarsmateriell. Dermed vil stadig markedskonsentrasjon bidra både til å *dempe enhetskostnadsveksten* og til å øke prisnivået relativt til en situasjon med mange leverandører og stor konkurranse. I markeder med svært høye utviklingskostnader vil sannsynligvis markedskonsentrasjon totalt sett bidra til at enhetsprisene blir lavere enn hva de ellers ville ha vært, fordi småskalaprodusenter vil være svært ineffektive. Det er imidlertid viktig å understreke at markedskonsentrasjonen vil gjøre seg gjeldende i forskjellig grad i de ulike delene av markedet for forsvarsmateriell. Eksempelvis er markedet for håndvåpen relativt stort, samtidig som utviklingskostnadene er relativt lave. Dermed vil det være potensial for flere lønnsomme produsenter i dette markedet enn for eksempel i markedet for kampfly. Størrelsen på etableringsbarrierene vil være avgjørende for graden av konkurranse innen et segment av markedet for forsvarsmateriell.

I en diskusjon rundt årsaker til EKV-I er det hensiktsmessig å skille mellom forhold som fører til et generelt høyt prisnivå, og forhold som fører til kontinuerlig økende enhetspriser. Det ligger i definisjonen av EKV-I at faktorer som bidrar til høyt prisnivå, må være i stadig endring for at resultatet skal bli et eskalerende prisnivå (enhetskostnadsvekst). Ut fra denne tankegangen er det ikke gitt at markedskonsentrasjon, som gir en økning i det generelle prisnivået, er en sentral driver av EKV-I. Dersom markedssituasjonen, som har vært gjennom en transformasjon siden 90-tallet, stabiliserer seg rundt dagens konkurranseforhold og antall leverandører, vil dette etter all sannsynlighet medføre endrede, men ikke kontinuerlig endrede priser. Det er imidlertid på sin

²¹ Et godt eksempel i Norge er kontrakten for å bygge nye MTB-er som ble gitt til Umoe Mandal. I USA har man regulert tildelingen av forsvarskontrakter til utenlandske selskaper gjennom "Buy American Act".

plass å kommentere at endringer i retning av større markedskonsentrasjon i stor grad kan forklares ut fra den store konkurransen for å ha teknologisk mest avansert materiell, som igjen resulterer i høye utviklingskostnader. Så lenge konkurranse medfører mer teknologisk avansert materiell, er det dermed mulig at trenden til en viss grad fortsatt vil gå mot ytterligere markedskonsentrasjon og således eskalerende priser som følge av markedsforholdene.

Utviklingen i vestlige land har imidlertid i den senere tid båret mindre preg av tradisjonelle våpenkappløp. Fokuset har i større grad dreid mot stabiliseringsoperasjoner og bekjempelse av terrorisme hvor asymmetrisk krigføring er et sentralt element. Allikevel mangler det ikke eksempler på regionale våpenkappløp hvor mekanismene beskrevet over fortsatt gjelder. Et eksempel på et tradisjonelt symmetrisk våpenkappløp er situasjonen mellom Pakistan og India. Andre våpenkappløp, som f.eks. mellom Israel og Syria eller mellom USA og Irak, har klare asymmetriske trekk. Allikevel vil trolig de samme grunnmekanismene gjelde, selv om det fokuseres på andre kapabiliteter og våpensystemer. I NATO har man etter den kalde krigen sett en klar trend mot at medlemslandene bruker en mindre andel av nasjonalinntekten på forsvar. Allikevel virker det som om de samme mekanismene som i klassiske våpenkappløp, med sterkt fokus på teknologisk overlegenhet, fortsatt gjelder, enten man forholder seg til utviklingen i naboland, stabiliseringsoperasjoner eller utviklingen internt i alliansen. Tendensen til at kvantum av ulike våpensystemer blir redusert mens kvaliteten stadig forbedres sannsynliggjør en stadig større markedskonsentrasjon i markedet i nærmeste fremtid.

Den tredje viktige implikasjonen av større markedskonsentrasjon er at store forsvarsselskaper vil ha betydelig *forhandlingsmakt overfor myndighetene*. Slik makt kan brukes for å påvirke myndighetenes politikk til den spesifikke leverandørens fordel. Forhandlingsmakten hviler blant annet på asymmetrisk informasjon i markedet (Laffont og Tirole, 1993), i den forstand at leverandører har mer informasjon enn kjøperne/myndighetene. Leverandører vil ha bedre innsikt i både kostnadsforhold og produksjonstekniske detaljer enn myndighetene når det gjelder egne våpensystemer. Så lenge konkurransen i markedet er fraværende eller liten, vil det være vanskelig for myndighetene å skaffe seg full informasjon. Resultatet av slike forhold mellom kjøper og selger har ofte vist seg å bli dyrere leveranser enn planlagt og produkter som avviker fra kjøpers egentlige ønske.

Selv om det kan pekes på flere årsaker til markedskonsentrasjon, må det konkluderes med at dette i hovedsak skyldes stadig økt fokus på mer teknologisk avansert materiell, og dermed stigende enhetspriser.

2.3.2 Etterspørsel etter forsvarsmateriell – monopsoni

Mens det har funnet sted store endringer blant aktørene på tilbudssiden av markedet for forsvarsmateriell, har situasjonen på etterspørselssiden vært mer stabil. De fleste land har kun én potensiell kjøper av forsvarsmateriell; myndighetene. En markedsituasjon hvor det kun er én kjøper og mange tilbydere kalles monopsoni. Når man tar i betraktning at de fleste land benytter forsvarsmateriell i en eller annen form, blir det imidlertid mange kjøpere på det globale markedet. Noen kjøpere, spesielt USA, etterspør mye forsvarsmateriell mens mange land relativt sett

etterspør små mengder. På grunn av dette blir markedet kjennetegnet ved at enkelte store land har betydelig markedsmakt, mens mindre land har mindre innflytelse når det gjelder både pris, konseptutvikling og kravspesifikasjon (felles internasjonale materiellanskaffelser kan bøte på dette). Samtidig regulerer myndighetene konkurranseforhold og eierforhold i forsvarsindustrien, hvilket gir betydelig forhandlingsmakt ved kjøp.

De fleste land ser på det som en fordel å ha en nasjonal forsvarsindustri, utover det rent økonomiske bidraget som eventuelt kommer fra forsvarsindustrien. De vanligste årsakene som trekkes frem, er at forsvarsindustrien kan gi spillover-effekter til andre sektorer i økonomien og at det er viktig med en viss grad av selvforsyning. For et lite land som Norge er det ikke realistisk med selvforsyning av de største våpensystemene. Industriens rolle blir dermed ofte å opprettholde kompetanse i forhold til vedlikehold, kontroll og evaluering av våpensystemene. Ønsket om å opprettholde en nasjonal industri medfører at markedet blir preget av proteksjonisme, dvs at land ønsker å kjøpe nasjonalt i den grad det er mulig (jf ”Buy American Act”). Et resultat av dette er at det er vanskelig å få tilgang til utenlandske markeder for den nasjonale industrien. Dette er spesielt et problem for små land som i stor grad er avhengig av eksport for å utnytte skalafordeler i nødvendig grad.

Som en konsekvens av vanskeligheter med å få markedstilgang, benyttes gjenkjøpsavtaler i utstrakt grad i markedet for forsvarsmateriell. Det innebærer at kjøperlandet krever en gjenytelse fra selger, rettet mot kjøperlandets forsvarsindustri. Ulike avtaler kan innebære produksjons-samarbeid, lisensproduksjon eller direkte gjenkjøp. Norge krever som hovedregel markedstilgang innenfor områder hvor man kan konkurrere. I tillegg til behovet for å utnytte skalafordeler, er det også elementer av teknologioverføring knyttet til gjenkjøpsavtaler. Gjenkjøp gir altså enklere markedstilgang, men ordningen kritiseres ofte fordi det hevdes at man må betale en høy pris i form av dyrere våpensystemer²². En selger som godtar en gjenkjøpsavtale med små produsenter, som i liten grad har mulighet til å utnytte skalafordeler i produksjonen, kan anta at våpensystemene som avtalen forplikter til å kjøpe, vil ha en høy pris relativt til mer effektive leverandører. Den naturlige responsen på dette vil være å prise inn hele eller deler av ekstrakostnaden i det opprinnelige salget. Således kan proteksjonistiske hensyn og gjenkjøpsavtaler bidra til høye priser på våpensystemer.

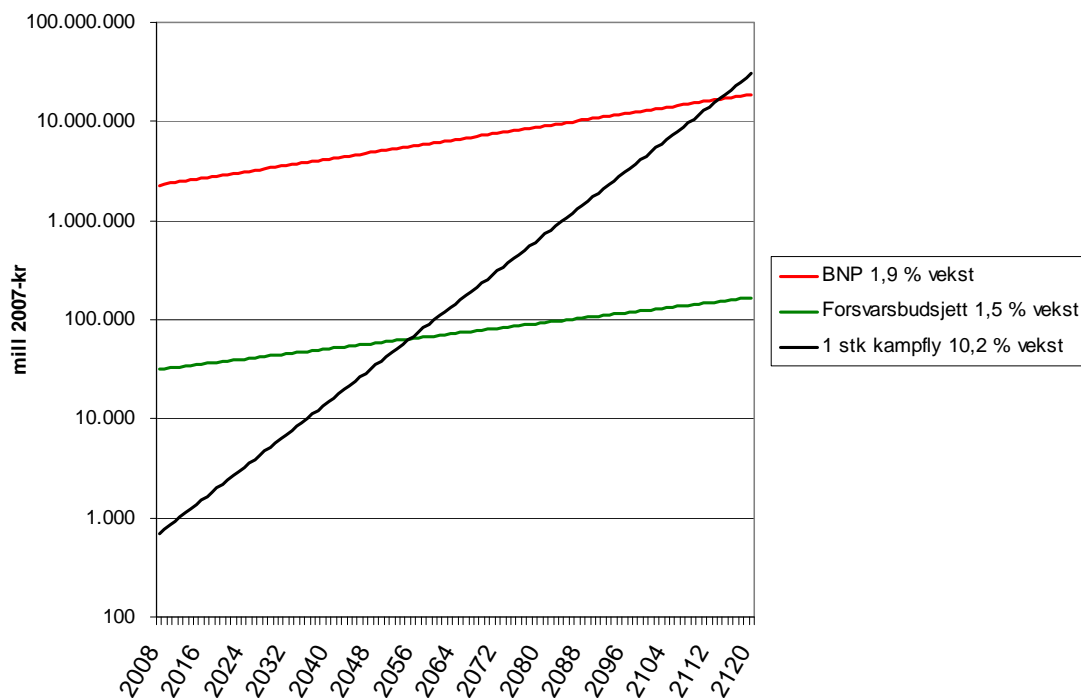
Mye sivil arbeidskraftsintensiv produksjon har i de siste tiårene flyttet til lavkostland og således redusert produksjonskostnadene. Denne typen grep har tradisjonelt ikke vært ønskelig innenfor produksjon av militært materiell, hovedsakelig av proteksjonistiske og næringspolitiske hensyn, samt føringer i forhold til allierte. Man ønsker å opprettholde industrien for å sikre selvforsyning og bevaring av kompetanse, samtidig som man ønsker å begrense tilgangen til ny teknologi for eventuelle produksjonsland utenfor egen allianse. Et annet moment er at de færreste lavkostnadsland vil ha kompetanse til å produsere de mest avanserte og dyreste våpensystemene. Større grad av produksjon i lavkostnadsland, i de tilfeller hvor det er mulig, kunne medført et skift til lavere priser.

²² Se f eks pressemelding fra EU-kommisjonen 05.12.2007:
<http://europa.eu/rapis/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1860>

Sentrale trekk i markedet for forsvarsmateriell setter altså en øvre grense for i hvor stor grad produsentene kan effektivisere produksjonen. Mens produsenter i sivil sektor kan flytte produksjon til lavkostland og relativt enkelt utnytte skalafordeler ved å betjene markedene i flere land, er disse mulighetene kun i begrenset grad tilgjengelige for produsenter av forsvarsmateriell.

2.4 Konsekvenser av EKV-I

Erfart EKV-I for de fleste avanserte våpensystemer har over tid vært vesentlig høyere enn gjennomsnittlig prisvekst og veksten både i bruttonasjonalprodukt (BNP) og forsvarsbudsjett for alle NATO-land. En slik utvikling fører til at anskaffelse av en enhet av et gitt våpensystem, stadig vil utgjøre en større andel av nasjonalinntekten til et land. Dersom Forsvaret skal opprettholde en struktur med like mange enheter over tid, må dermed også Forsvarets investeringsbudsjett utgjøre en stadig større andel av nasjonalinntekten. Dette er ikke bærekraftig i det uendelige, og den nødvendige konsekvensen blir en nedskalering av strukturen eller reduserte krav til kvaliteten på våpensystemene. Figur 2.5 viser hvor stor andel av BNP og forsvarsbudsjettet i Norge enhetsprisen på et kampfly vil utgjøre de nærmeste hundre årene, gitt forutsetninger om vekstraten for de tre størrelsene.

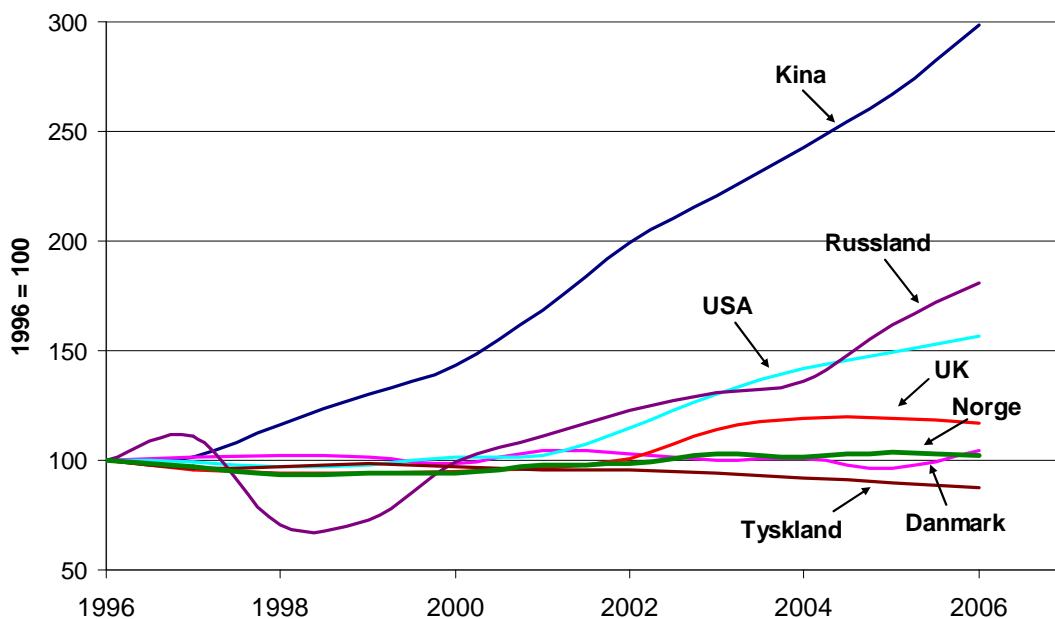


Figur 2.5 Utvikling i BNP, forsvarsbudsjett og enhetspris på kampfly, gitt forutsetninger om EKV-I, økonomisk vekst og satsning på Forsvaret.

Som Figur 2.5 viser, vil det med en EKV-I på kampfly på 10,2 % ikke gå mer enn drøyt hundre år før prisen på et kampfly vil tilsvare hele Norges BNP. Omkring år 2060 vil forsvarsbudsjettet kunne finansiere anskaffelsen av kun ett kampfly. I figuren forutsettes det at forsvarsbudsjettet vokser med 1,5 % i året som forutsatt i FS07 (Forsvarssjefen, 2007). Fra 1990 til i dag har

forsvarsbudsjettet i Norge vært tilnærmet konstant justert for konsumprisindeksen. Dersom denne utviklingen fortsetter, vil enhetsprisen på kampfly tilsvare ett forsvarsbudsjett vesentlig tidligere enn i 2060. Nivået på den økonomiske veksten er svært avgjørende for hvor lenge et land klarer å finansiere stadig dyrere våpensystemer. En viktig lærdom av dette er at i lengden vil nasjonen med den høyeste økonomiske veksten, og en viss villighet til å bruke penger på forsvar, gå seirende ut av ethvert våpenkappløp.

I dag er situasjonen i verdensøkonomien den at mange land i Sørøst-Asia, i særdeleshet Kina og India, har en vesentlig høyere økonomisk vekst enn alle NATO-land. Selv om nivået på BNP og forsvarsbudsjett i disse landene i dag er vesentlig lavere enn for de største NATO-landene, vil en markant forskjell i økonomisk vekst over tid medføre en utjevning av de økonomiske forutsetningene. Dette vil igjen medføre at land som Kina og India får muligheten til å bedre sin relative militære evne betraktelig sammenliknet med eksempelvis NATO. En respons på relativ svekkelse av militære evner kan være å bruke en større andel av BNP på militære formål, men en slik løsning er kortvarig og vil etter hvert også trolig hemme den økonomiske veksten. Figur 2.6 viser den indekserte utviklingen i forsvarsbudsjetter for en rekke land. Figuren viser at Kina har hatt en svært kraftig vekst i forsvarsutgiftene siden 1996, mens flere europeiske land, Norge inkludert, har hatt en noenlunde flat utvikling.



Figur 2.6 *Indekserte forsvarsutgifter i Kina, USA, Russland, Storbritannia, Norge, Tyskland og Danmark*

I tillegg til at økonomisk vekst er avgjørende for muligheten til å forbedre eller opprettholde den militære evnen over tid, spiller landets ressurser en betydelig rolle. Fordi nasjonalt forsvar er et

fellesgode²³ vil land med mange innbyggere ha en betydelig fordel når det gjelder å skape forsvarsmakt. Årsaken er at størrelsen på populasjonen har liten eller ingen innvirkning på kostnaden ved å forsvare en nasjon (landets utstrekning og beliggenhet vil derimot kunne være kostnadsdrivende i større grad). Størrelsen på populasjonen har derimot stor innvirkning på det totale BNP for en nasjon. Dermed vil et land med mange innbyggere, f eks Kina, kunne ha bedre forsvarsevne enn et land som Norge, selv om BNP per innbygger er relativt lavt. Ut fra en slik tankegang ser man også at det økonomiske grunnlaget for at USA kan være verdens desidert største militærmakt, er at landet har høy inntekt per innbygger kombinert med verdens tredje største befolkning. Over lang tid vil likevel et lite land som har høyere økonomisk vekst enn større land over lang tid vil ha mulighet til å oppnå størst forsvarsevne, men store land har i utgangspunktet et stort forsprang.

Boks 2.2: Hva bestemmer den militære evnen?

En stats militære evne er en funksjon av et lands økonomiske evne og størrelsen på forsvarsbudsjettet. Denne sammenhengen antas for alle praktiske formål å være lineær. Dermed vil et land med 60 milliarder kroner i forsvarsbudsjett ha dobbelt så stor forsvarsevne som et land med 30 milliarder.

Det vil imidlertid være to forhold som kan endre på denne sammenhengen. For det første vil korrupsjon, manglende effektivitet og dårlig styring kunne begrense hvorvidt et lands væpnede styrker kan omsette bevilgningene i forsvarsevne. For det andre er det begrensede muligheter for produktivitetsforbedring i en rekke sektorer. Dette gjelder særlig arbeidskraftintensive sektorer hvor det er vanskelig å øke produksjonen ved å ta i bruk teknologi og kapital. Hvorvidt dette fenomenet også har relevans for militær sektor er vanskelig å si, men det avgjørende punkt for den relative militære evnen vil uansett være om fenomenet er like fremtredende i alle land eller ikke.

Små land vil oppleve en betydelig EKV-I som et stort problem tidligere enn store land. Når man stadig må nedskalere forsvarsstrukturen, som man f eks har gjort i Norge, vil man etter hvert ha så få enheter igjen av hvert enkelt våpensystem at det blir vanskelig å opprettholde en kritisk masse. Hva som er kritisk masse vil selvsagt endres dersom oppgaver og ambisjonsnivå for Forsvaret reduseres, men EKV-I vil før eller senere medføre at det ikke lenger gir mening å redusere kravene til Forsvarets operative evne. For at små land i fremtiden skal kunne opprettholde et kostnadseffektivt forsvar, vil internasjonalt samarbeid bli viktigere enn noen gang. Hvor stor kapasitet Forsvaret faktisk skal ha er imidlertid et politisk spørsmål.

²³ Et fellesgode (public good) (Varian, 1992) har egenskaper som medfører at et individs konsum ikke fortrenger andres konsum og at personer ikke kan ekskluderes fra å nyte godt av godet.

2.5 Oppsummering

Sterk konkurranse for å besitte de beste militære våpensystemene medfører at kravene til våpensystemenes kvalitet øker betydelig mellom generasjoner. Som følge av denne kontinuerlige kvalitetsforbedringen øker både utviklings- og produksjonskostnadene for våpensystemer raskere enn den generelle inflasjonen. Lavere skala i produksjonen bidrar til å forsterke denne effekten siden utviklingskostnadene må fordeles på stadig færre enheter. Disse kjennetegnene ved produksjonen av forsvarsmateriell er hovedårsaken til at man erfarer en betydelig enhetskostnadsvekst for mange typer våpensystemer. I tillegg påvirker andre markedsforhold som konkurranse og proteksjonisme, prisnivået for militært materiell.

Dersom EKV-I vokser raskere enn forsvarsbudsjettet, er en nedskalering av forsvarsstrukturen i Norge uunngåelig. Dersom forskjellen mellom veksten i forsvarsbudsjettet og EKV-I er mindre i andre land, vil vår relative forsvarsevne svekkes. Så lenge enhetsprisene på materiellet stiger raskere enn forsvarsbudsjettet vil Forsvaret stå overfor utfordringer knyttet til omstilling og mulig svekkelse av operativ evne. Hvordan Forsvaret bør tilnærme seg disse utfordringene vil diskutert i kapittel 4. Her vil blant annet internasjonalt samarbeid, bevisste avveininger mellom ulike systemers ytelse, volumreduksjoner og nye konseptuelle løsninger bli omtalt som mulige strategier for Forsvaret.

3 Empiriske studier av EKV-I

For å bedre forståelsen av den historiske kostnadsutviklingen på forsvarsmateriell, er det samlet inn kostnadsdata for en rekke våpensystemer som anses relevante for det norske Forsvaret. Mens kapittel 2 greiet ut for årsakene til EKV-I, vil kapittel 3 bidra til å tallfeste omfanget av dette fenomenet. Hovedbegrunnelsene for en slik tallfesting er å fremskaffe empirisk belegg for EKV-I og å oppdatere estimatene for fremtidig kostnadsutvikling i kostnadsberegningsmodellen KOSTMOD på FFI. Kapittel 5 vil ta for seg bruken av EKV-I i KOSTMOD i detalj. Under innsamlingen av data er det i hovedsak brukt åpne kilder. Internett, SIPRI, Forsvarsmuseets Bibliotek, forsvarsbudsjetter, FACET²⁴, en rekke bøker og US General Accounting Office (GAO), er noen av kildene som er benyttet. Kostnadsdataene for de aller fleste våpensystemene er spesifisert med kildehenvisning i appendiks A. Kostnadene for undervannsbåter oppgis ikke pga at enkelte av disse er gradert.

Under datainnsamlingen er det lagt stor vekt på kvaliteten på kostnadsinformasjonen. Det er inkludert kostnadstall for materiell som ennå ikke er levert. Fremtidige kostnader er kun inkludert dersom de kan dokumenteres av inngåtte avtaler eller kontrakter. Årstallet materiellet ble kjøpt inn er viktig for å kunne beregne kostnadsveksten. Det varierer hvorvidt årstallet for innfasing i forsvarsstrukturen eller årstallet for inngåelse av kontrakten er brukt i beregningene, men det er alltid konsistens innenfor hvert enkelt våpensystem. Videre er alle kostnadene konvertert til 2007-kroner for å kunne sammenligne på tvers av valutaer og tid. For å justere opp pengeverdien til

²⁴ FACET, Family of Advanced Cost Estimating Tools er et dataverktøy utviklet av HVR Consulting Services Ltd.

dagens verdi er det brukt konsumprisindikatorer for den opprinnelige transaksjonsvalutaen. Fremmede valutaer er deretter konvertert til norske kroner ved å bruke gjennomsnittskursen mellom valutaene for 2007.

For å utlede årlige satser for EKV-I fra kostnadstallene er det i de fleste tilfellene brukt minste kvadraters metode (regresjonsanalyse) for å finne den eksponentielle trendveksten som passer dataene best. For noen våpensystemer har det ikke latt seg gjøre å samle tilstrekkelig mange kostnadspunkter til at det er hensiktsmessig å bruke regresjon til estimeringen av den årlige veksttakten. EKV-I er i disse tilfellene utledet ved å se på årlig vekst fra én generasjon til én annen generasjon. Usikkerheten i anslagene av EKV-I stiger da, siden hver enkelt observasjon blir så avgjørende. Kostnadsdataene er presentert i figurer med logaritmisk skala for å illustrere den eksponentielle veksten og bedre kunne presentere svært forskjellige kostnader i samme diagram. Det er i den sammenheng verdt å merke seg at en rett, stigende linje i et diagram med logaritmisk skala representerer en funksjon med eksponentiell vekst.

Kostnadstallene presenteres i det følgende i hovedsak som årlig vekst per *enhet*, mens de for en del strukturelementer også presenteres som pris per vektenhet. Ved å justere kostnadene med våpensystemets vekt kan en få en økt forståelse av årsakene til kostnadsveksten. Dersom EKV-I er lavere per vektenhet enn per enhet, kan det bety at deler av kostnadsveksten har oppstått som følge av økninger i systemets størrelse. Dette kan være nyttig kunnskap ved estimering av fremtidige anskaffelseskostnader. Dersom en har informasjon om det fremtidige systemets størrelse, vil EKV-I per vektenhet kunne bidra med verdifull informasjon om fremtidig kostnadsvekst. Det viktig å være klar over at vektøkninger for visse våpensystemer reflekterer dynamikken som fører til EKV-I, hvor systemene må bli stadig bedre for å kunne hevde seg i konkurransen. For andre våpensystemer vil vekt være irrelevant i en beskrivelse av historisk kostnadsvekst og ved estimering av fremtidig anskaffelsespris. I kapittel 3.12 oppsummeres EKV-I-satsene både per enhet og vektenhet.

3.1 Stormpanservogn – effekt og kostnad

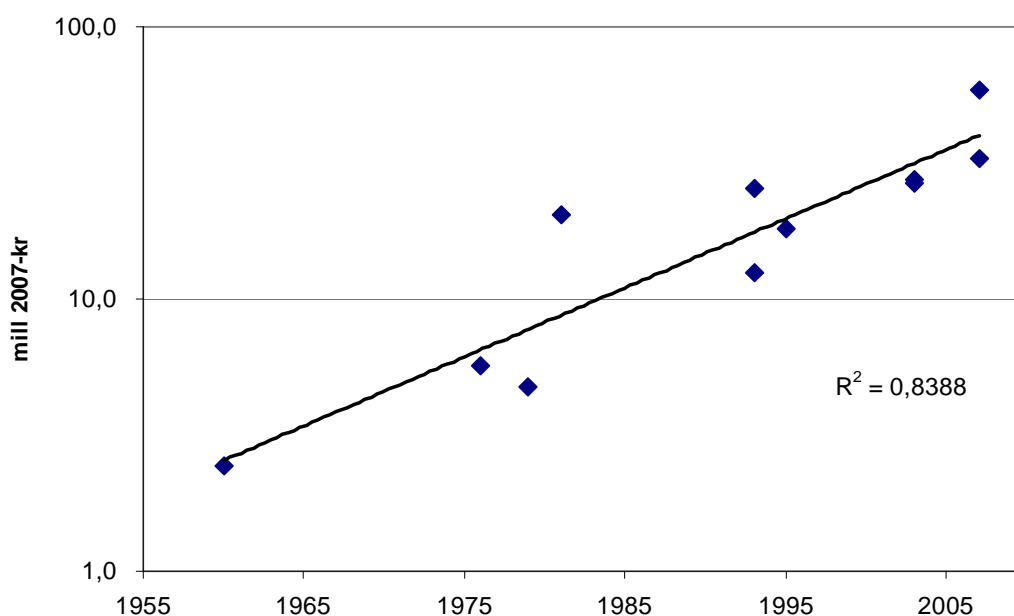
I kapittel 2.1.1 ble sammenhengene mellom et systems kostnad og effekt diskutert. Det ble konkludert med at det i utgangspunktet eksisterer en paritet mellom hva en kunde er villig til å betale og hva kunden opplever at varen kan yte. En ønsker eksempelvis ikke å betale dobbelt så mye for et våpensystem dersom dette ikke oppleves som minst dobbelt så effektiv som alternativet. I dette kapitlet presenterer vi en studie av sammenhengene mellom kostnad og effekt for ulike generasjoner stormpanservogner.

En stormpanservogn er et beltegående²⁵ kjøretøy som har som oppgave både å transportere infanteri og levere ild. Stormpanservogner har flere likhetstrekk med pansrede personellkjøretøy. For å skille disse fra hverandre brukes kjøretøyets tiltenkte rolle i strid som det definerende trekk. Dersom vognen er ment å skulle bringe infanteriet helt fram til stridsområdet og bidra aktivt i

²⁵ De fleste kjøretøy som karakteriseres som stormpanservogner bruker belter, men et fåtall er utstyrt med hjul. De er også inkludert i denne studien.

striden, defineres den som en stormpanservogn. Det har vært en kraftig endring i kravene til en stormpanservogn siden de første vognene ble tatt i bruk på 1960-tallet. Pansring, mobilitet, ABC²⁶-beskyttelse, ildkraft og K2IS²⁷-systemer har blitt forbedret gjennom hele perioden. Dette reflekteres også i kostnaden for vognene. De innhentede kostnadene med tilhørende trendvekst er presentert i Figur 3.1.

Fra Figur 3.1 beregnes den årlige veksten i enhetskostnader til 6,0 %. Dette er en svært høy vekst og ligger mye høyere enn sammenlignbare våpensystemer som for eksempel stridsvogn. En årlig realvekst på 6 % tilsvarer mer enn en tredobling av kostnaden på 20 år. Dette anslaget endres lite under en sensitivitetsanalyse. Selv om M113, dvs observasjonen helt til venstre i diagrammet, fjernes fra datautvalget, forblir EKV-I uendret. En viktig årsak til den høye kostnadsveksten for stormpanservogner kan ligge i hvilken rolle dette våpensystemet har inntatt etter den kalde krigens slutt.

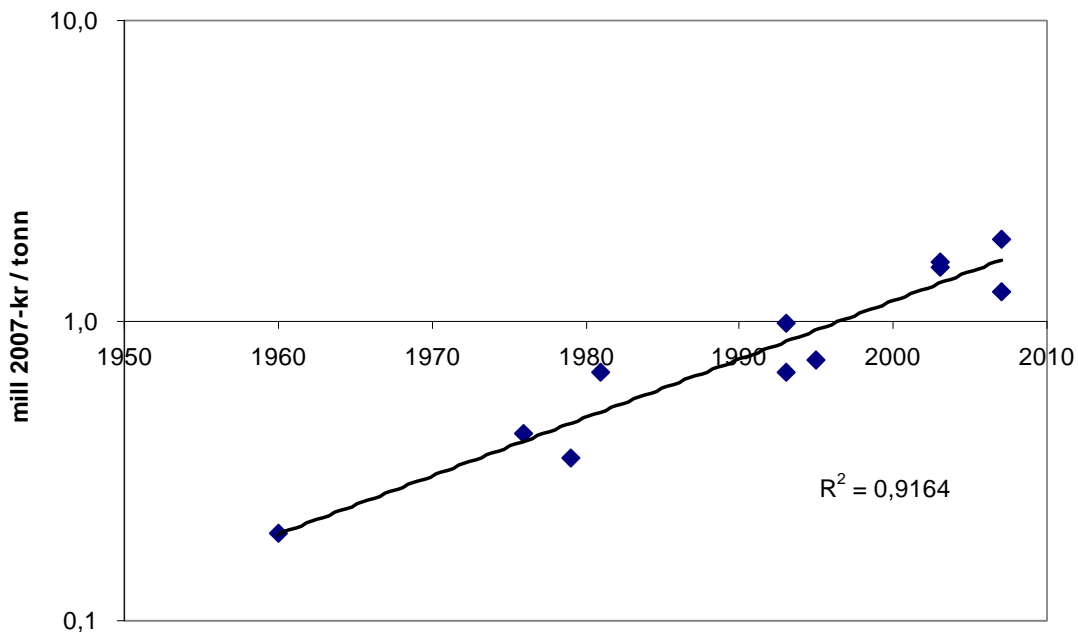


Figur 3.1 Kostnadsutvikling for stormpanservogner (per enhet)

Stormpanservognene skal nå håndtere en lang rekke scenarioer, og det stilles svært høye krav til egenbeskyttelse. Regresjonsanalysens estimerte forklaringskraft er relativt høy, 83 %, noe som skyldes de små avvikene mellom observasjonene og regresjonslinjen. Figur 3.2 viser kostnadsutviklingen for stormpanservogner per tonn. EKV-I reduseres til 4,6 % dersom det korrigeres for økt vekt på stormpanservogner i perioden. Forklaringskraften i regresjonsanalysen stiger også noe. Dette forteller oss at om lag 25 % av kostnadsveksten henger sammen med høyere vekt på enhetene.

²⁶ Atomic, Biological and Chemical (ABC)

²⁷ Kommando-, kontroll- og informasjonssystemer (K2IS)



Figur 3.2 Kostnadsutvikling for stormpanservogner (pris / vekt)

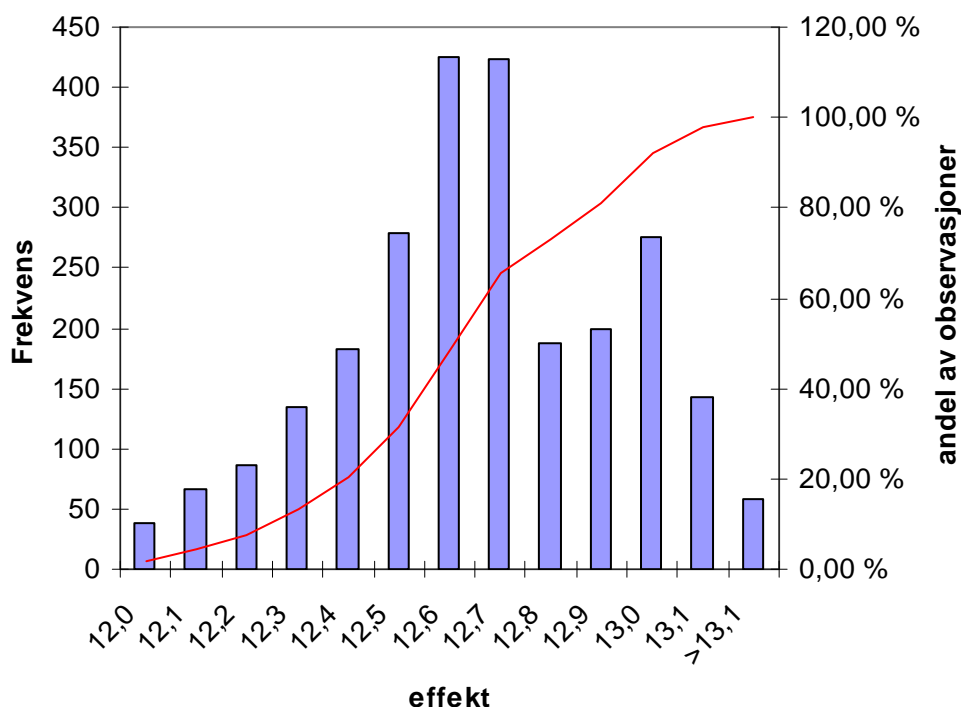
Det ble i kapittel 2.1.1 pekt på de store utfordringene forbundet med å måle effekt. En av disse er mangelen på lineære sammenhenger mellom ytelsesmål og effekt. Det er ikke gitt at en dobling av en sentral ytelsesparameter gir en dobling av effekten. Det er i denne sammenhengen verdt å merke seg at effekt her defineres ut fra kundens preferanser. Å avdekke kundens preferanser må dermed være en viktig del av en studie av sammenhengene mellom effekt og kostnad.

3.1.1 Pris-effekt-sammenheng

Stormpanservogn ble valgt i denne studien fordi denne plattformen har få roller og fordi selve ytelsesparametrene er relativt enkle å observere. For å måle hvordan forskjeller i vognenes ytelser slår ut i scenarier, er det gjennomført simuleringer av virkelige stridssituasjoner, med fokus på vognenes beskyttelse. Det ble tatt utgangspunkt i en tidligere simulering gjennomført på FFIs Battle Lab. Her ble en symmetrisk stridssituasjon spilt i et datagenerert stridsmiljø. Stormpanservogner og stridsvogner ble brukt i spillet, og alle hendelser i spillet ble logget. Ved å analysere loggen fra denne simuleringen har det vært mulig å estimere hvor mange treff en stormpanservogn må påregne i et høyintensivt stridsmiljø, og hvilken ammunisjon som vil brukes på disse treffene. Det lot seg ikke gjøre å trekke ut treffpunkt på stormpanservognene fra loggen, så treffpunktene er estimert ved hjelp av erfaringer fra strid. Fordelingen Whittaker's Directional Probability Variation, som er basert på trefninger i blant annet begge Gulfkrigene (Terry et. al. 1990), er benyttet.

For å ta hensyn til de andre scenariene en stormpanservogn skal kunne håndtere, ble det konstruert et scenario for fredsbevaring og et scenario for fredsetablering. I hver av disse ble det definert hvilke trusler en stormpanservogn vil kunne møte over en 6-måneders periode. Disse er i hovedsak trusler som assosieres med asymmetrisk strid.

Resultatene fra både det symmetriske scenariet og de asymmetriske scenariene ble deretter vurdert av eksperter på pansring og beskyttelse ved FFI. Hvert treff på stormpanservognene ble vurdert, og det ble anslått en sannsynlighet for overlevelse i forbindelse med hvert treff. I hvert scenario ble sjansene for overlevelse summert opp til en poengsum for hver enkelt vogn. For å vurdere usikkerheten i sannsynlighetsfordelingen for treffpunkt i symmetrisk strid, ble det gjennomført en Monte Carlo-simulering for overlevelsessannsynligheten. Til slutt ble de forskjellige poengene veid sammen, med dobbel vekt til scenariet med symmetrisk strid²⁸. Sammen med Monte Carlo-simuleringen gir dette en sannsynlighetsfordeling for effekten av hver vogn. Figur 3.3 illustrerer denne sannsynlighetsfordelingen for stormpanservognen CV90. Usikkerheten relaterer seg kun til treffpunkt på vognen og er dermed relativt liten. Ut av figuren kan en dermed lese at sannsynligheten for at effekten er 12,1 % eller lavere er om lag 5 %. Sannsynligheten for at effekten er høyere enn 13 er også lav, kun om lag 9 %.

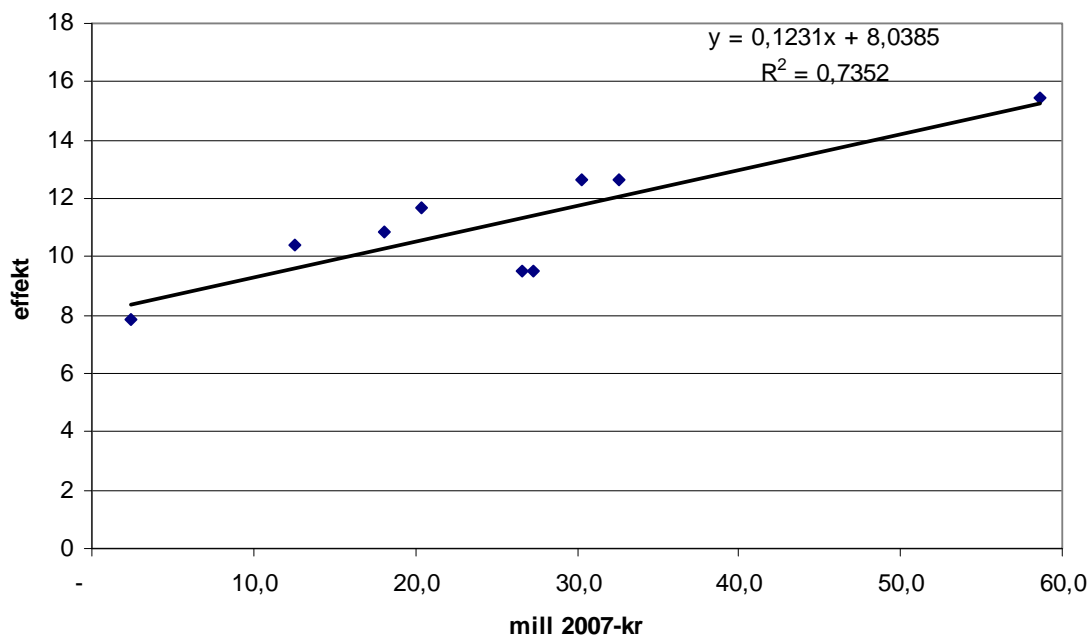


Figur 3.3 Sannsynlighetsfordeling effekt CV90

Den største svakheten med denne måten å måle effekt er det ensidige fokuset på beskyttelse. Ved å inkludere mål på f eks ildkraft hadde effektmålet utvilsomt vært bedre. Det har imidlertid vist seg svært vanskelig å måle betydningen av faktorer som skuddtakt, presisjon og penetrasjon, på en meningsfull måte.

²⁸ Begrunnelsen for dette er at selv om vognene blir utviklet for å håndtere asymmetrisk strid, så beholder man egenskapene som er viktige i symmetrisk strid. Siden symmetrisk strid stiller større krav til beskyttelse, ildkraft osv, blir det dermed på mange måter fortsatt dimensjonerende.

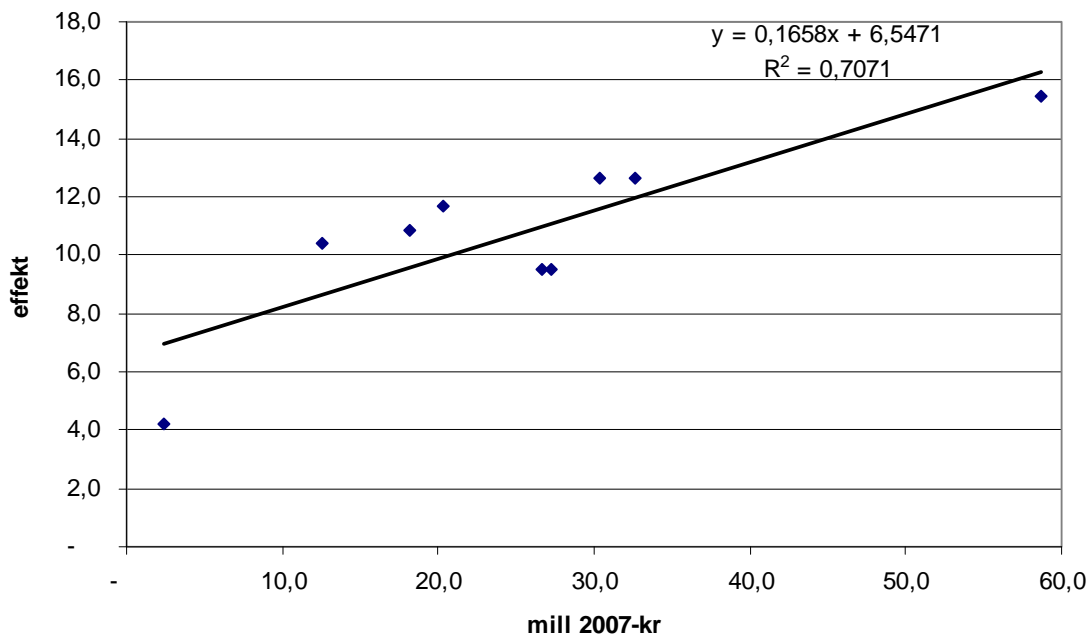
Ved å sammenstille den målte effekten mot kostnaden kan en få et inntrykk av hvorvidt det har vært en paritet mellom effekt og kostnad for stormpanservogner. Figur 3.4 viser denne sammenstillingen.



Figur 3.4 Kostnad vs effekt for stormpanservogner alle scenarier

Av Figur 3.4 fremgår det at det har vært en sammenheng mellom pris og effekt slik den er målt her. Det er verdt å merke seg at datapunktene representerer svært forskjellige vogner, fra enkle stormpanservogner produsert på begynnelsen av 1960-tallet til topp moderne vogner i produksjon i dag. Selv om den positive sammenhengen mellom kostnad og effekt er tydelig, er ikke sammenhengen helt i henhold til en streng tolkning av kost-effekt-pariteten. Ved å gå fra vognen med lavest effekt til den med høyest effekt, dobles effekten fra 8 til om lag 16. Denne doblingen krever om lag en 20-dobling av prisen. Det eksisterer tre mulige, men ikke gjensidig utelukkende forklaringer på den tilsynelatende for høye betalingsvilligheten for økt effekt. En årsak kan være at effektmålet i denne studien i for liten grad tar hensyn til beslutningstakeres økende vekt på å unngå tap i internasjonale operasjoner. Tap av liv i en internasjonal operasjon på grunn av for dårlig beskyttelse anses som uakseptabelt, og det er svært høy betalingsvilje for å redusere sannsynligheten for dette. Antakeligvis tar ikke dette effektmålet i tilstrekkelig grad hensyn til slike ikke-lineære sammenhenger. Videre reflekterer effektmålet i denne studien kun én av de sentrale egenskapene ved stormpanservogner. Det eksisterer også stor betalingsvilje for høy ytelse på for eksempel ildkraft og mobilitet. En siste forklaring kan være irrasjonelle beslutningstakere som ikke klarer å prioritere ressursene optimalt.

I Figur 3.5 presenteres datapunkter hvor effektmålet kun inneholder symmetrisk strid, det vil si kun ett scenario.

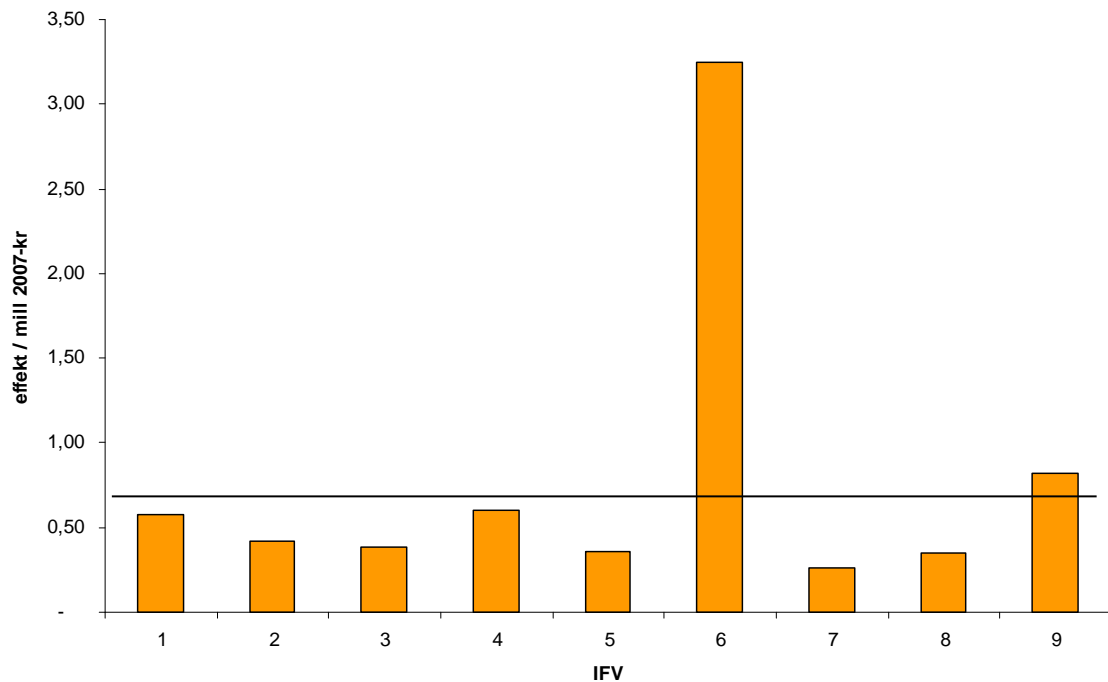


Figur 3.5 Kostnad vs effekt for stormpanservogner ved symmetrisk strid

Her blir forskjellene mellom vognene større, og å gå fra vognen med lavest effekt til den med høyest effekt innebærer en firedobling av effekten. Årsaken til at forskjellene mellom vognene blir større ved kun å ta hensyn til symmetrisk strid, er at alle vognene vil kunne håndtere en stor del av truslene i et fredsbevarende scenario. En symmetrisk strid vil dermed i større grad avsløre forskjellene mellom vognene. I begge figurene er det plottet en regresjonslinje og en tilhørende ligning for denne regresjonen. Regresjonenes forklaringskraft er svært lik i begge tilfellene, 0,71 og 0,68. Dette gir en indikasjon på at begge effektmålene er omtrent like gode til å forklare sammenhengen mellom kostnad og effekt for stormpanservogner. I begge tilfellene forklarer effekten om lag 70 % av forskjellene i kostnad mellom vognene²⁹.

I Figur 3.6 er kostnadseffektiviteten til de forskjellige stormpanservognene fremstilt som effekt delt på pris. Høye verdier er positivt, da de indikerer mer effekt per million kroner. Av figuren fremgår det tydelig at stormpanservogn nummer 6 skiller seg ut som klart mer kostnadseffektiv enn de andre. En årsak til at denne vognen skiller seg ut er at den ble produsert i svært store kvanta. I tillegg ville denne vognen trolig score lavt på andre utelatte effektmål. De andre vognene ligger for det meste i intervallet 0,3 til 1. Dette gir en viss støtte til teorien om pris-effekt-paritet fordi en slik paritet burde føre til et tilnærmet konstant forhold mellom effekt og kostnad. Det er grunn til å tro at dersom effektmålet i denne studien også inkluderte faktorer som mobilitet og ildkraft, ville forskjellene i kostnadseffektivitet mellom vognene i enda større grad utlignes.

²⁹ Merk at regresjonsanalysen er sensitiv for utelatt variabelskjevhet da det kun benyttes én forklaringsvariabel.



Figur 3.6 Pris / effekt for stormpanservogner alle scenarier

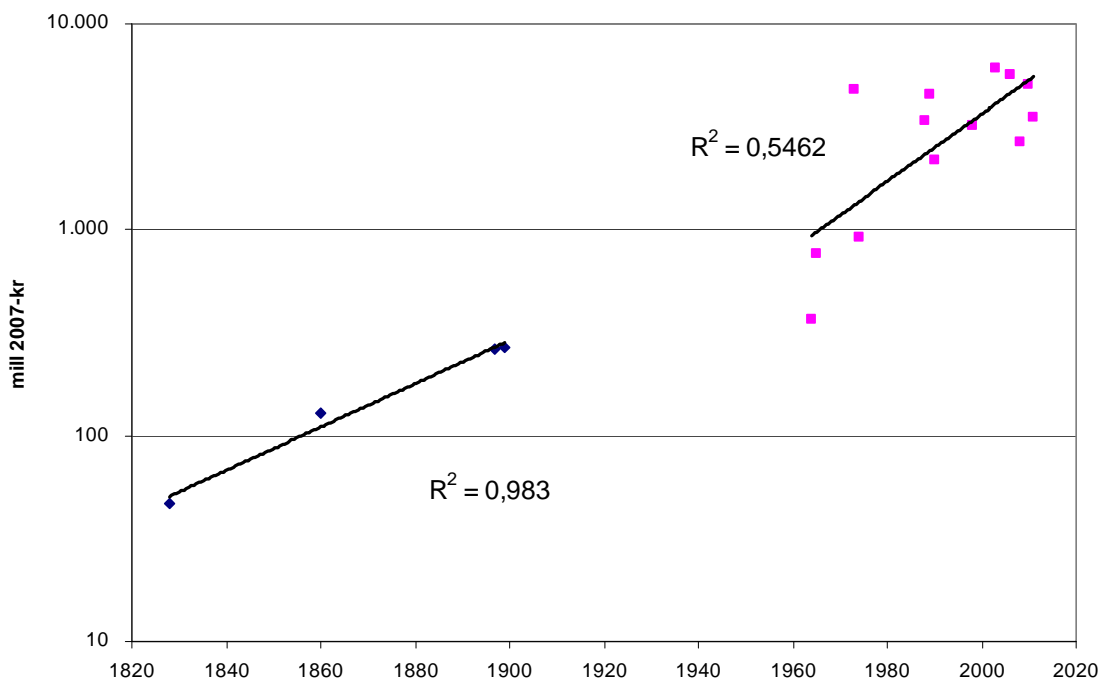
Som en oppsummering av studien om forholdet mellom kostnad og effekt for stormpanservogner, kan det konkluderes med at det er en klar og tydelig sammenheng mellom disse faktorene. Sammenhengen mellom kostnad og effekt, slik den er målt i denne studien, er imidlertid ikke slik en i utgangspunktet skulle tro, da en betaler svært mye for økt effekt.

3.2 Fregatt

Begrepet fregatt har eksistert i verdens mariner svært lenge, og definisjonen av en fregatt har variert sterkt med tiden. I dag er en fregatt et mellomstort skip, med en viss kapasitet til å operere utenfor kystnære farvann og gjerne med et deplasement på mellom 3 000 og 6 000 tonn. Det kan være nyttig å skille mellom fregattene fra seilskutetiden og fregattene som ble utviklet under andre verdenskrig, da som eskortefartøy. På 1700-tallet og første del av 1800-tallet var fregatter mellomstore krigsskip som ikke deltok i større sjøslag, men gjerne hadde fredstidsoppgaver, rekognoseringsoppdrag og lignende. Den norske fregatten Freia fra 1828 er et eksempel på et slikt fartøy. På 1800-tallet utviklet det seg et rustningskappløp der fregattene ble stadig større, og fikk pansring og dampkjeler. Dampfregatten Kong Sverre ble sjøsatt i 1860 og hadde et deplasement på hele 3 450 tonn. Fregattene utviklet seg deretter til større skip, og kunne etter hvert karakteriseres som slagskip eller panserskip. Tordenskiold og Eidsvoll-klassen fra 1897 og 1899 er eksempler på slike.

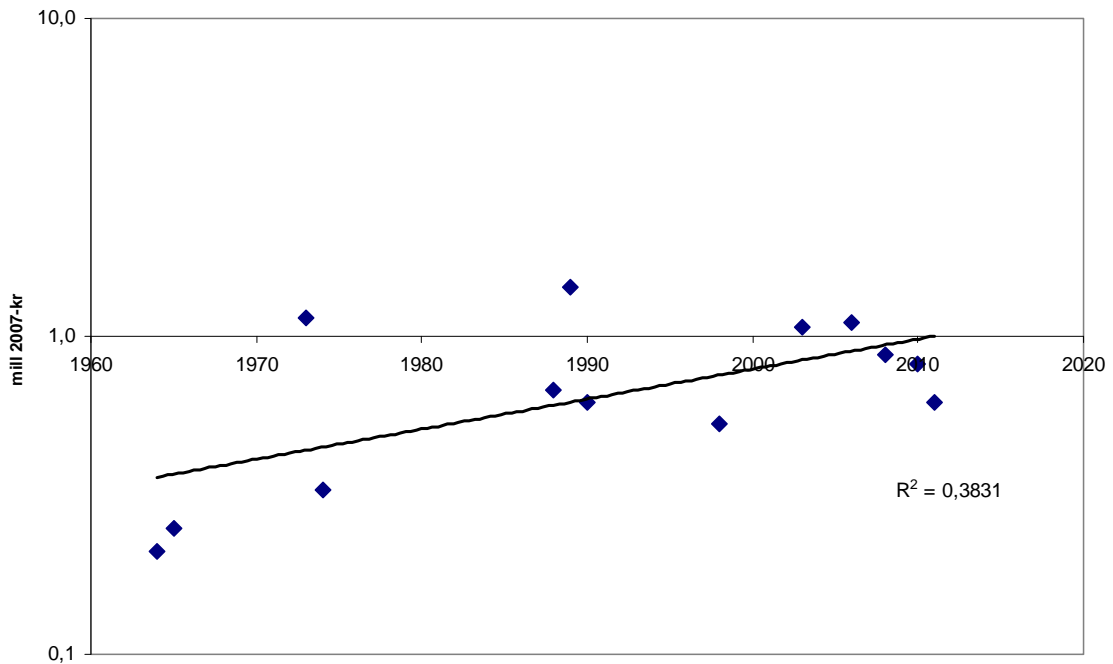
Den moderne fregattklassen ble i utgangspunktet utviklet som eskortefartøy for konvoier under andre verdenskrig. Den norske Oslo-klassen er et eksempel på slike relativt enkle fartøy, og var basert på den amerikanske Dealey-klassen. Etter krigen forsvant slagsskipene og krysserne stort sett som egne klasser, og fregattene fikk flere roller for å fylle tomrommet disse etterlot seg.

Fregattene har frem til i dag utviklet seg til å ha svært mange roller innenfor blant annet ubåt-krigføring og har stor kapasitet innenfor luftvern. Den moderne fregattklassen Nansen fyller mange roller i det norske Forsvaret, og er et godt eksempel på en moderne fregatt med stor kapasitet og tilsvarende høy pris. Kostnadsutviklingen fra seilskuter til moderne og høy-teknologiske fartøy er illustrert i Figur 3.7. Her ser en at kostnadsutviklingen de norske fregattene opplevde på 1800-tallet, er noe lavere enn kostnadsveksten de moderne fregattene har stått overfor. På 1800-tallet var det en EKV-I på 2,45 %, mens estimatet for etterkrigstiden er 3,75 %.



Figur 3.7 Kostnadsutvikling fregatter, 1800-talls fregatter og moderne fregatter

Forklaringskraften til regresjonsanalysen for de moderne fregattene er på kun 0,54. En viktig årsak til det kan være at fregattene er av svært forskjellig størrelse. Her sammenlignes forskjellige klasser fra forskjellige lands sjøforsvar som ble bygget på omtrent samme tid, og dersom en ikke korrigerer for forskjeller i størrelse, er det naturlig at regresjonsanalysen får lav forklaringskraft. I Figur 3.8 er kostnadene per dødvekttonn plottet mot årstall fregattene ble sjøsatt. Ved å korrigere for vekt faller imidlertid forklaringskraften i modellen fra 54 % til 38 %. På samme tid reduseres EKV-I til 2,19 %. Selv om forklaringskraften er lav gir dette en indikasjon på at en del av kostnadsøkningene for fregatter har sammenfalt med en økende vekt. Årsakene til kostnadsforskjellene ligger antakeligvis i produksjonskvantum, ambisjonsnivå og teknologisk nivå.



Figur 3.8 Kostnadsutvikling Fregatter pr tonn, moderne tid

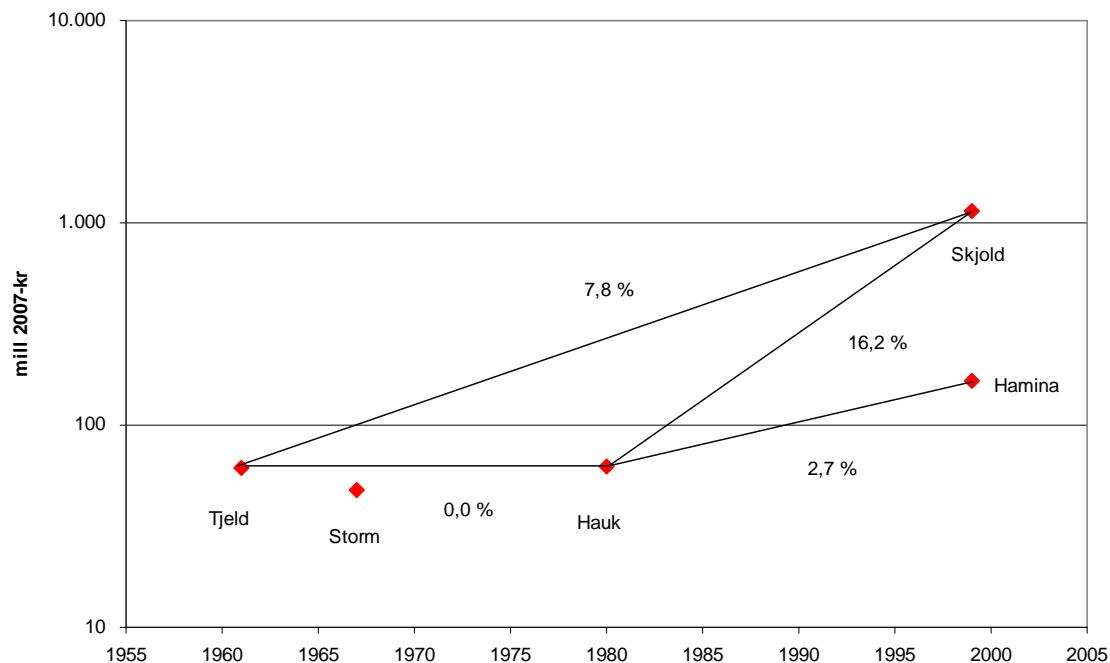
EKV-I for fregatter kan altså dokumenteres helt tilbake til 1820-tallet, selv om det kan synes som om veksttakten har tiltatt de siste 60 årene. De moderne fregattene har hatt en EKV-I på 3,75 %, noe som innebærer en dobling av kostnaden i løpet av 20 år.

3.3 Missil / motortorpedobåt

En missil/motortorpedobåt (MTB)³⁰ er et lite og raskt fartøy som er tenkt å operere i kystnære farvann og angripe større fartøy ved å bruke sin hastighet og manøvrerbarhet. Slike fartøy har vært benyttet svært lenge i det norske Sjøforsvaret. Kanonbåter drevet av enten årer, seil eller dampkraft har vært brukt i stort omfang helt siden Napoleonskrigene på begynnelsen av 1800-tallet. Etter andre verdenskrig har fartøysklassene Rapp, Tjeld, Elco, Storm og Hauk blitt bygget. Disse kan alle betraktes som en videreføring av samme kapabilitet, kun med stadige forbedringer i kapasitet.

Trendbruddet kom med byggingen av prototypen Skjold i 1999, som var den første av i alt 6 fartøyer i Skjold-klassen. Denne klassen er større, tyngre, har høyere maksimalfart, bedre egenskaper i tung sjø og våpen som gir en helt annen kapabilitet. Skjold kan således kanskje ikke sies å være samme fartøysklasse som de foregående MTB-er, og er antakeligvis på grensen til å være en korvett. Likevel fyller Skjold de samme rollene i Sjøforsvaret som sine forgjengere, og bør dermed sammenstilles med dem. Kostnadsutviklingen fra Tjeld til Skjold tilsvarer 7,8 % i året, en meget høy vekst. Kostnadsutviklingen er illustrert i Figur 3.9

³⁰ Dette kapitlet omhandler både missiltorpedobåter og motortorpedobåter, og bruker betegnelsen MTB på begge fartøystypene.



Figur 3.9 Kostnadsutvikling MTB-er

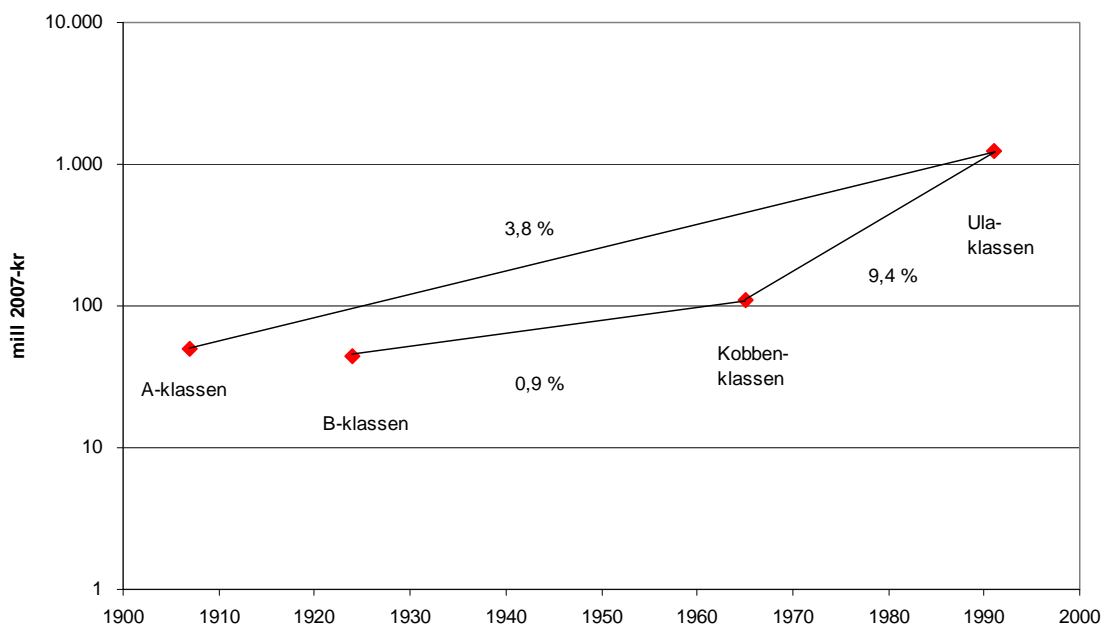
De finske missilbåtene i Hamina-klassen er en mindre ambisiøs MTB enn Skjold-klassen, med lavere toppfart og noe enklere våpen. Denne klassen kan i større grad hevdes å representere en videreføring av MTB-begrepet. Hvilken EKV-I-sats som bør legges til grunn for MTB-er er dermed en vurderingssak, da datagrunnlaget er mangelfullt og det er store definisjonsproblemer forbundet med hva en MTB er.

3.4 Undervannsbåt (SSK)

De første undervannsbåtene for militære formål ble utviklet tidlig på 1800-tallet, men det var først under den amerikanske borgerkrigen at undervannsbåtene deltok i reell strid. Den teknologiske utviklingen var rask, og under den første verdenskrig spilte undervannsbåter for første gang en viktig rolle i krigføringen. På 1950-tallet ble de første undervannsbåtene utstyrt med kjernefysiske reaktorer, og det ble dannet flere klasser av undervannsbåter. SSK betegner i dag diesel-elektriske båter, mens SSN eller SSBN betegner undervannsbåter med kjernefysisk reaktor. Et viktig teknologisk fremskritt for SSK var utviklingen av air independent propulsion (AIP) som muliggjør neddykking over lengre perioder.

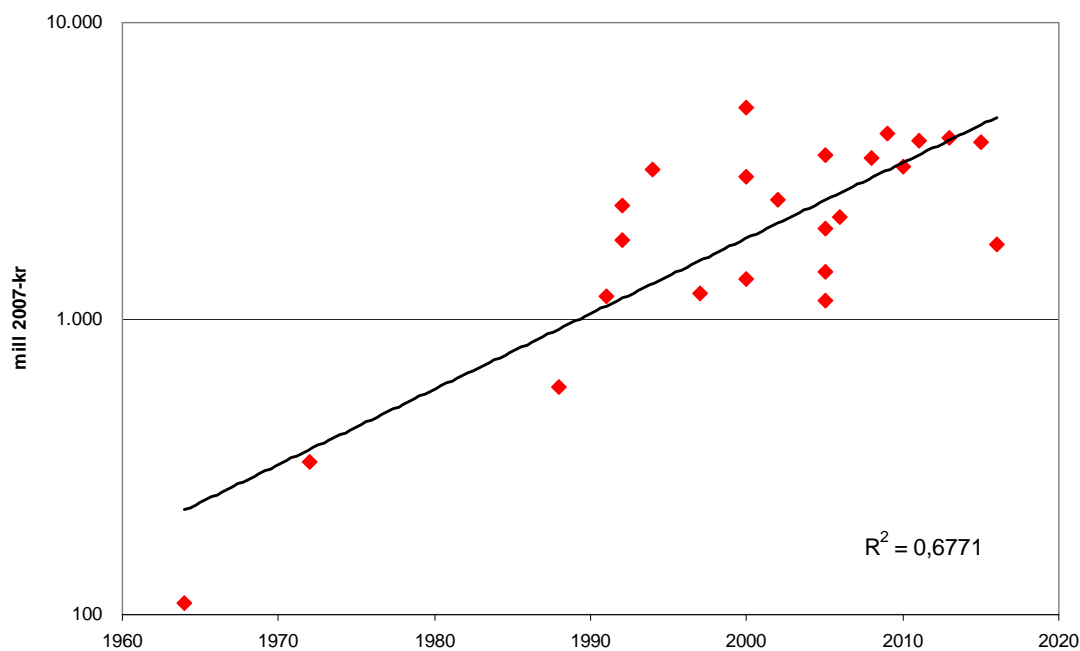
Den første undervannsbåten i norsk tjeneste var *Kobben* av A-klassen. Den første båten i A-klassen ble anskaffet i 1907 for 50 millioner 2007-kroner. A-klassen ble imidlertid raskt umoderne som følge av utviklingen under den første verdenskrig, og Stortinget vedtok alt i 1915 å anskaffe 6 nye fartøyer. Disse ble hetende B-klassen, og kostet om lag 44,6 millioner 2007-kroner per båt. Etter andre verdenskrig overtok Sjøforsvaret 5 undervannsbåter fra Storbritannia, som ble kalt U-klassen i Norge. I tillegg overtok Norge 3 tyske undervannsbåter etter krigen, som ble kalt K-klassen. De første undervannsbåtene som ble bygget på oppdrag fra det norske

Sjøforsvaret etter 1920-tallets B-klasse, var dermed Kobben-lassen. Den første båten i klassen ble levert i 1965 og kostet om lag 109 millioner 2007-kroner stykket. Den hittil siste klassen i rekken er Ula-klassen som ble bygget på 1990-tallet. De kostet 1.228 millioner 2007-kroner per båt. Kostnadsutviklingen for norske undervannsbåter er illustrert i Figur 3.10. EKV-I for hele perioden fra 1907 til 1991 er 3,8 %, mens spranget fra Kobben til Ula innebar en EKV-I på hele 9,4 %.



Figur 3.10 Kostnadsutvikling norske UVB-er

Det er også interessant å se på prisutviklingen internasjonalt for SSK de siste tiårene. Figur 3.11 inneholder observasjoner fra 1960 og fram til 2015. Størsteparten av dataene i denne figuren er hentet fra Jahnsen et. al. (2008). Prisene for fremtidige SSK-er er basert på kontrakter og estimater. For hele denne perioden har det vært en EKV-I på 6 %. Dette er en svært høy vekst, og gjen-speiler utvikling innenfor sikkerhet, sensortechnologi, skrog, våpen, AIP og fremdriftssystem. Den høye prisveksten må trolig sees i sammenheng med de internasjonale spenningene under den kalde krigen. Hvorvidt denne utviklingen kommer til å fortsette, diskuteres nærmere i kapittel 5.



Figur 3.11 Kostnadsutvikling internasjonale SSK 1960 - 2015

3.5 Kampfly

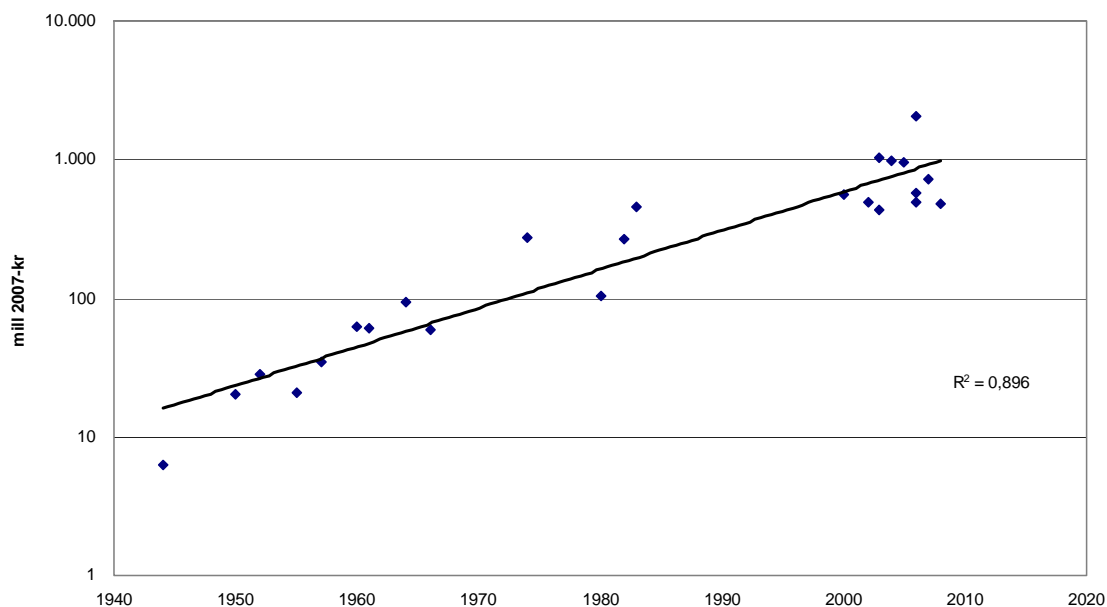
Under første verdenskrig ble de første jagerflyene tatt i bruk. Fighting Biplane 5 "Gunbus", produsert, av britiske Vickers ble introdusert i 1915 og regnes som det aller første operative jagerflyet. Flyenes primæroppgave var å opprettholde luftherredømme, og de var således designet for luft til luft strid. Flyene var utstyrt med stempelmotorer og hadde, i tillegg til piloten, plass til en operatør for et maskingevær. Den største svakheten ved de første jagerflyene var lav hastighet. Gjennom første verdenskrig var det en rask utvikling av både flyenes hastighet og bevæpning, med utgangspunkt i allerede eksisterende rekognoseringsfly.

Mellom verdenskrigene var det ikke like rask utvikling av jagerflyene, men allerede før andre verdenskrig ble de første prototypene av jagerfly med jetmotor bygget. Første generasjon av jetmotordrevne jagerfly var operative de siste årene av 2. verdenskrig. I tillegg var overgangen fra mitraljøser til missiler som primærvåpen på 50- og 60-tallet en stor forbedring. Siden 2. verdenskrig har luftherredømme vært særdeles viktig for å seire i moderne symmetrisk krigføring. Spesielt under den kalde krigen var dette nærmest oppfattet som dimensjonerende for forsvarsevnen. Siden jagerfly er det desidert viktigste strukturelementet for å oppnå luft-herredømme, er det dermed naturlig å forvente en betydelig EKV-I mellom generasjoner av slike fly.

Fra 70-tallet har de fleste nye jagerflyene (fjerde generasjon) hatt flere kapabiliteter enn å etablere luftherredømme, hovedsakelig evnen til å utføre luft til bakke strid. Fly med evne til å løse ulike oppgaver, gjerne i ett og samme oppdrag, kalles multirolle jagerfly. I dag omtales ofte slike fly som kampfly. I tillegg har utviklingen siden 1970 vært preget av betydelig forbedret avionikk. De mest avanserte kampflyene i dag går under betegnelsen femte generasjon og har bl a betydelig

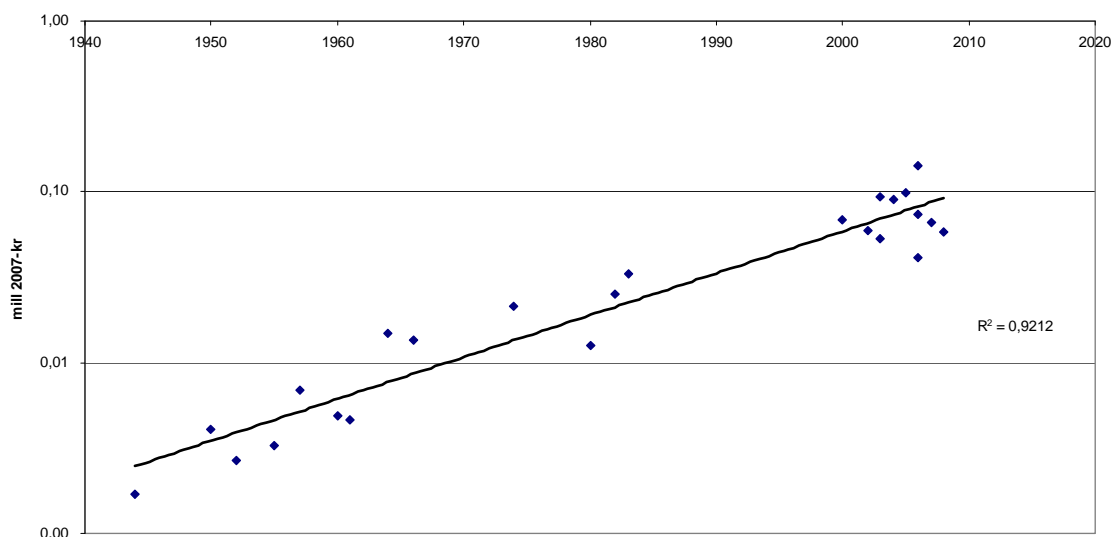
mer avanserte radarer og sensorer enn tidligere, stealth teknologi og integrert avionikk. F-22 Raptor er det eneste ferdigutviklede flyet i femte generasjon.

Figur 3.12 viser prisutviklingen for ulike typer og generasjoner av jager-/kampfly i perioden 1940 til 2010.



Figur 3.12 Kostnadsutvikling kampfly 1960-2010

I perioden har det, på bakgrunn av datautvalget presentert i Figur 3.12, vært en årlig EKV-I for kampfly på 6,65 %. Forklaringskraftkoeffisienten på 0,9 indikerer at det er en meget tydelig tendens til at kampfly blir dyrere med tiden. Det er også interessant å studere hvorvidt økende priser har vært fulgt av økende vekt på kampfly. Figur 3.13 viser prisutviklingen i forhold til vekt for de samme kampflyene som i Figur 3.12



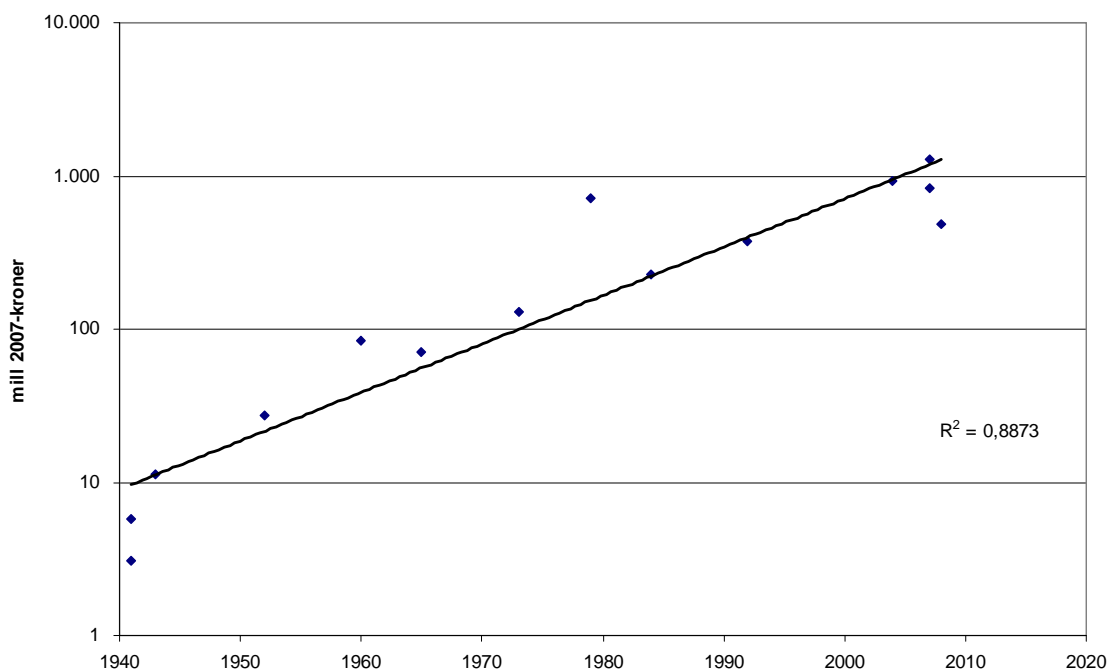
Figur 3.13 Kostnadsutvikling kampfly 1960-2010 (pris / vekt)

Når man ser på pris per tonn, reduseres årlig EKV-I i perioden til 5,80 %, mens forklaringskraften øker noe. Reduksjonen i EKV-I-sats og økningen i forklaringskraft er imidlertid liten, og det synes dermed å være grunnlag for å konkludere at vektøkninger har spilt en beskjeden rolle i kostnadsutviklingen for kampfly.

3.6 Transportfly

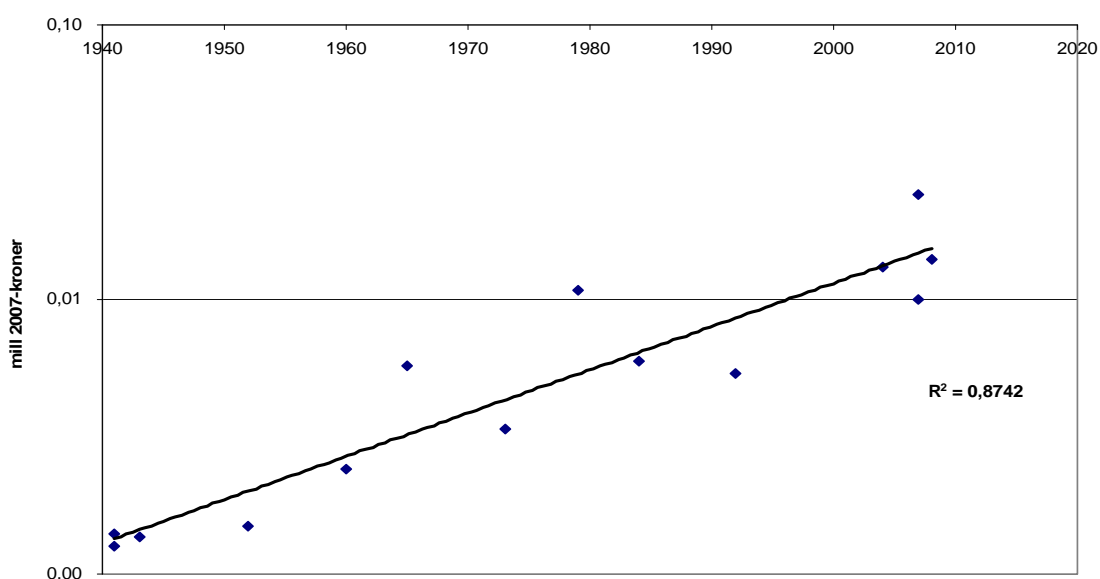
Hovedfunksjonen til militære transportfly er transport av last og passasjerer. Flyene kan imidlertid ofte ha flere egenskaper, som f eks luft til luft tanking. Det er vanlig å skille mellom fly med taktisk og strategisk løftekapasitet. Taktiske transportfly er designet med tanke på frakt innenfor et operasjonsområde, mens strategiske transportfly er designet med tanke på transport over lengre distanser. Fly med strategisk løftekapasitet har normalt vesentlig større fraktkapasitet enn fly med taktisk løftekapasitet. Årsaken er at fly med taktisk løftekapasitet er avhengig av mer fleksibilitet i form av å kunne håndtere korte landingsdistanser, lav høyde og flyslipp. Airbus A400M er eksempel på et transportfly som har taktiske egenskaper, men samtidig har tilsvarende lastekapasitet som flere strategiske transportfly.

Siden 2. verdenskrig har den største utviklingen for transportfly, såvel taktiske som strategiske, vært økt kapasitet. Den teknologiske utviklingen har ikke vært like stor som f eks for kampfly, selv om alle typer fly har hatt en vesentlig teknologisk utvikling gjennom 1900-tallet. I lys av dette skulle man forvente en middels høy EKV-I for transportfly. Figur 3.14, som viser prisutviklingen for ulike typer og generasjoner av transportfly i perioden fra 1940 til 2010, tegner imidlertid et annet bilde.



Figur 3.14 Kostnadsutvikling transportfly 1940-2010

Datagrunnlaget i Figur 3.14 anslår årlig EKV-I for transportfly til hele 7,55 %, som faktisk er høyere enn for kampfly. Men det er flere grunner til at dette estimatet ikke er rimelig. For det første har som nevnt kapasitet vært hoveddriveren i videreutviklingen av transportflyene. Med økt kapasitet kommer også økt vekt, som igjen driver prisen. I tillegg er det tatt med observasjoner for både taktiske og strategiske fly i datagrunnlaget. Som nevnt har strategiske transportfly en betydelig større fraktkapasitet enn taktiske, og siden vekt er en god indikasjon på kapasiteten, er det naturlig å korrigere for vekt når man skal estimere EKV-I for transportfly. Figur 3.15 viser prisutviklingen i forhold til vekt for transportfly i perioden 1940 til 2010.



Figur 3.15 Kostnadsutvikling transportfly 1940-2010 (pris / vekt)

Figur 3.15 anslår at årlig EKV-I for transportfly har vært 3,70 % når man måler veksten i pris per tonn. Dette er altså tilnærmet en halvering av EKV-I satsen som fremkom når prisutviklingen ikke ble korrigert for vektforskjeller. Utviklingen som skisseres i Figur 3.15, er mer i tråd med forventningene om at EKV-I for transportfly har vært middels høy, og pris per tonn vurderes å være det beste målet for EKV-I på transportfly.

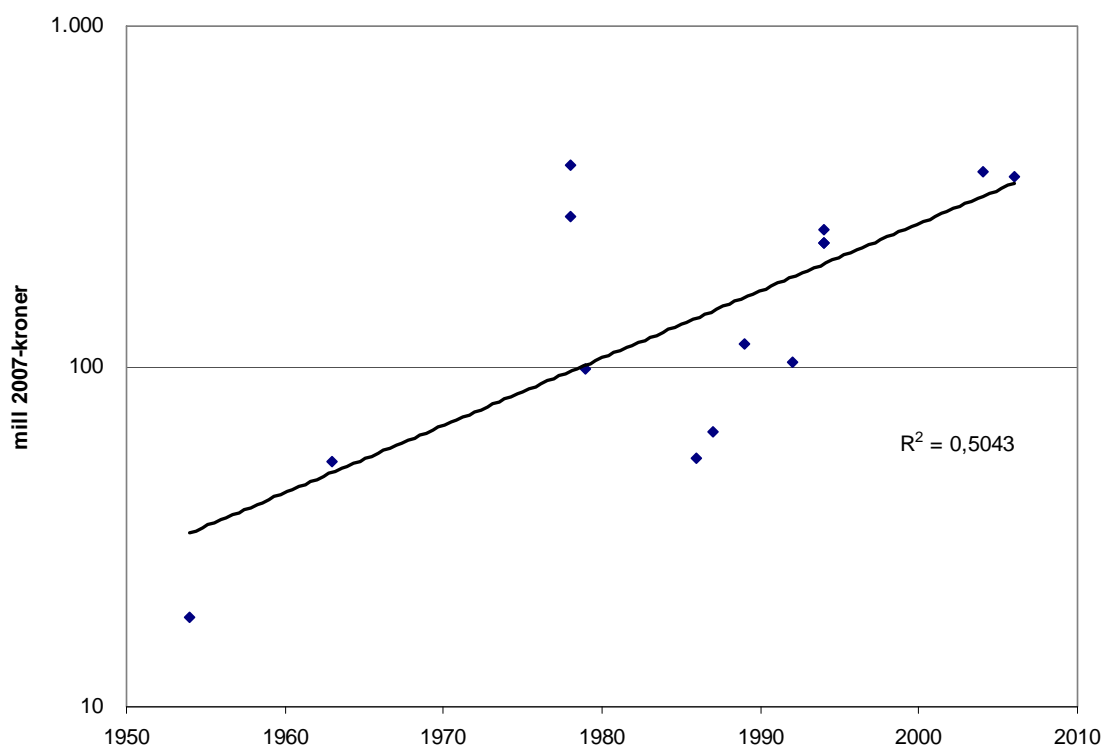
3.7 Helikopter

Dette kapitlet gir en oversikt over enhetskostnadsveksten for ulike typer helikopter. Både transporthelikopter, ASW-helikopter, redningshelikopter og multi-rolle helikopter, er inkludert i studien. Kamphelikopter vurderes imidlertid å ha så ulik kapabilitet at de holdes utenfor i denne studien.

Helikopter har den hovedfordelen at de kan ta av og lande på liten plass, og er således egnet til å erstatte fly i mange situasjoner. I tillegg har helikopter større manøvreringsevne enn fly. Men helikopter har lavere kapasitet enn fly både når det gjelder transport av gods og personell og når det gjelder hastighet.

Selv om Tyskland under annen verdenskrig var de første som benyttet helikoptre i en stridsstøttende rolle, ble ikke transporthelikoptre masseprodusert før i 1942 i USA. Således er helikoptre en relativt ny plattform. På 1950-tallet muliggjorde store teknologiske forbedringer i motorteknologi vesentlig kraftigere helikoptre, hvilket økte fraktekapasiteten og rekkevidden betydelig.

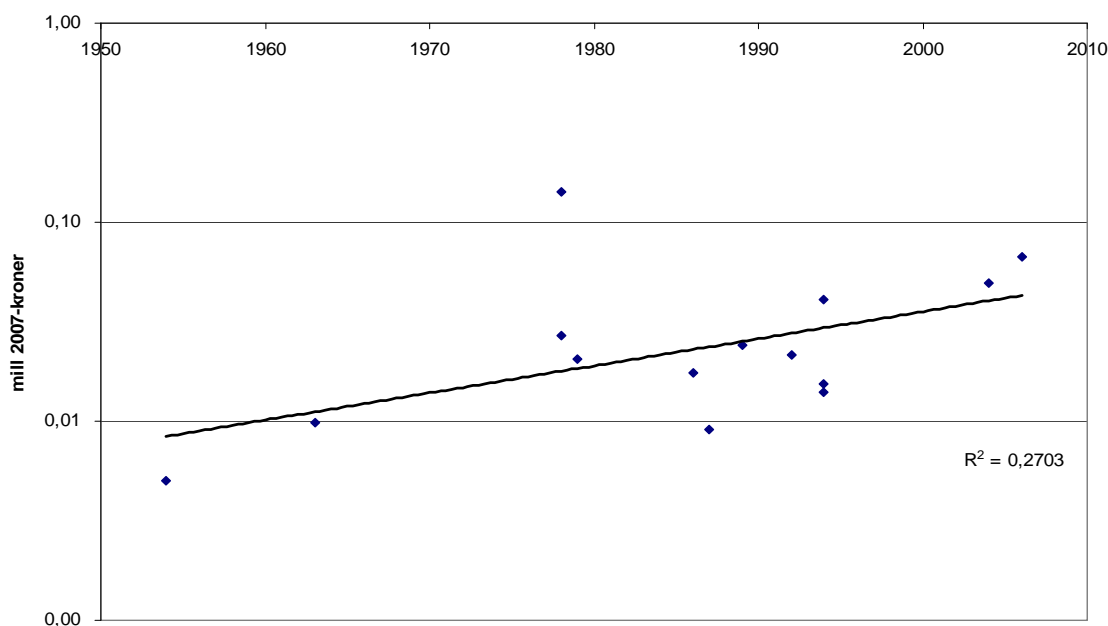
Figur 3.16 viser prisutviklingen for ulike typer og generasjoner av helikopter i perioden fra 1950 til 2010.



Figur 3.16 Kostnadsutvikling helikopter 1950-2010

Datagrunnlaget i Figur 3.16 anslår årlig EKV-I for transportfly til 4,66 %. Forklaringskraften er relativt lav (0,5) fordi det er store prisvariasjoner mellom transaksjoner som har foregått nært i tid. Derfor er det interessant å se om prisutviklingen kan forklares bedre dersom man korrigerer for vektendringer (se Figur 3.17).

Figur 3.17 anslår at årlig EKV-I for transportfly har vært 3,18 % når man måler veksten i pris per tonn. Imidlertid går forklaringskraften betydelig ned. Vektøkninger har dermed spilt en beskjeden rolle i kostnadsutviklingen for helikopter, og bør ikke brukes til å estimere fremtidig kostnadsutvikling.

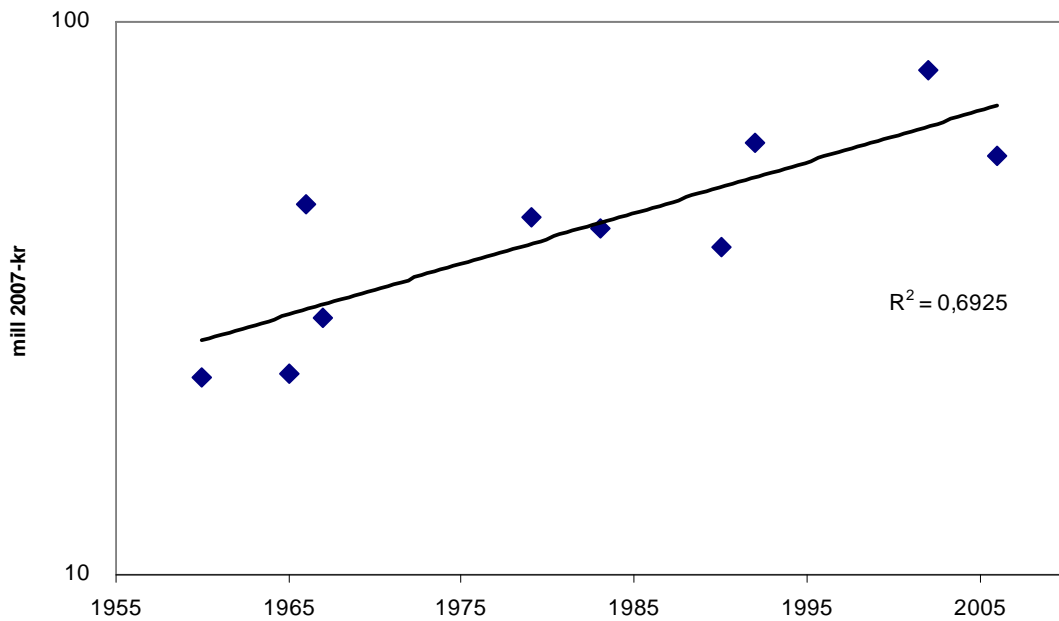


Figur 3.17 Kostnadsutvikling helikopter 1950-2010 (pris / vekt)

3.8 Stridsvogn (MBT)

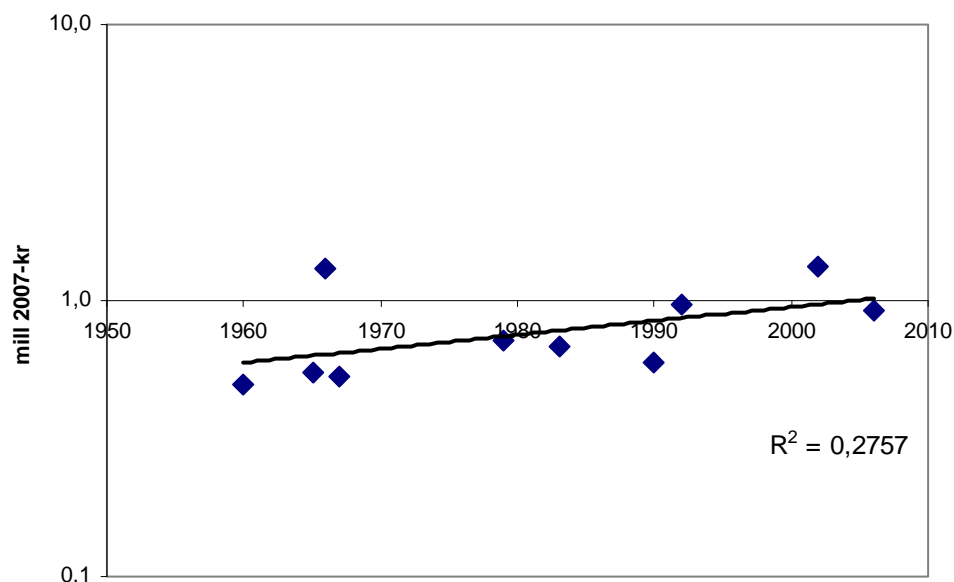
Stridsvogner ble første gang utviklet for bruk under første verdenskrig. I perioden frem til og under andre verdenskrig var det vanlig å operere med flere klasser stridsvogner. Infanterivogner og lette, medium og tunge stridsvogner var betegnelser som var i bruk i den perioden. Mange av de tunge stridsvognene fra andre verdenskrig led av underdimensjonert motor og drivverk, og hadde dårlig fremkommelighet. Nyvinninger innen pansring gjorde også at bedre beskyttelse kunne oppnås med mindre vekt. Tidlig i den kalde krigen ble de middelstunge stridsvognene stående igjen som det mest praktiske kompromisset. Disse ble kalt main battle tanks (MBT), og ble hovedelementet i de pansrede avdelingene i NATO-landene og Sovjetunionen. De fikk en lang rekke roller, blant annet bekjempelse av andre stridsvogner, støtte til infanteri og fronting av angrep mot fiendtlige stillinger.

Utviklingen innen stridsvognsteknologi underveis i den kalde krigen var karakterisert av kompromisser mellom mobilitet og beskyttelse, samt ildkraft og ildledningssystemer. Det kan synes som om den teknologiske utviklingen på dette området har avtatt noe etter den kalde krigens slutt. De mest avanserte stridsvognene i dag er moderniserte versjoner av vogner utviklet på begynnelsen av 1980-tallet. En mulig årsak til denne utviklingen er fokuset på asymmetrisk strid og mobilitet. Stridsvognen er laget for å håndtere andre scenarier enn de fleste forsvar står overfor i dag, og det er ulike syn på hvorvidt dette våpensystemet vil utvikles videre eller ikke.



Figur 3.18 Kostnadsutvikling stridsvogner 1960 - 2006

Kostnadsutviklingen for stridsvogner etter andre verdenskrig og frem til i dag er illustrert i Figur 3.18. Her er det ikke inkludert transaksjoner hvor det er omsatt brukte stridsvogner. Mange vestlige land solgte brukte stridsvogner rimelig på 1990-tallet som følge av store overskuddslagre, og dersom disse ble inkludert i datagrunnlaget ville EKV-I bli kunstig lav. Men selv uten disse datapunktene er EKV-I på moderate 2,15 %.



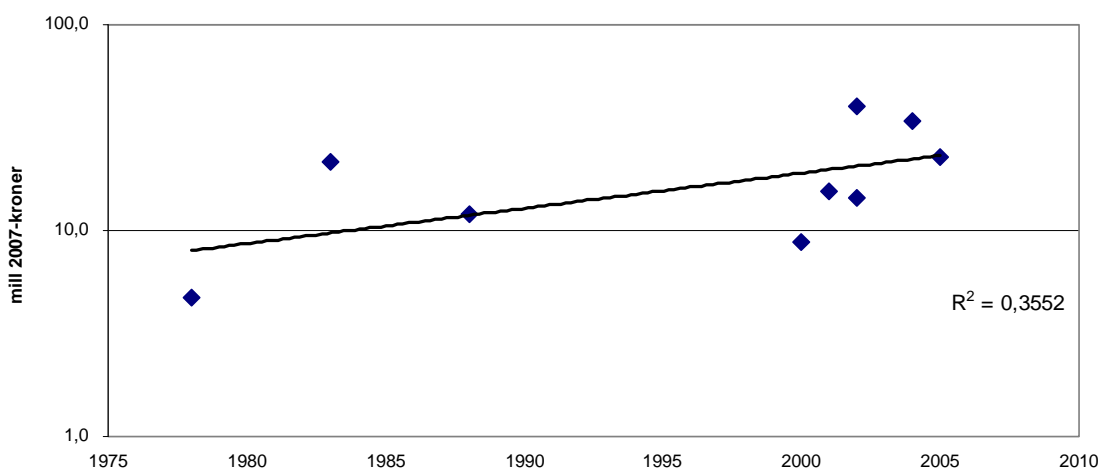
Figur 3.19 Kostnadsutvikling stridsvogner (pris / tonn)

Figur 3.19 viser kostnadsutviklingen for stridsvogner per tonn. EKV-I blir da redusert med om lag ett prosentpoeng til 1,18 %. Dette gir en indikasjon på at en del av kostnadsveksten i perioden kan forklares med økt vekt på stridsvognene. Vekten har økt som et resultat av stadig høyere krav til ytelse, og må ses som en integrert del av fenomenet EKV-I. Den lave forklaringskraften til regresjonslikningen (0,275) indikerer imidlertid at andre sentrale drivere er viktigere enn vekten når det gjelder kostnadsveksten på stridsvogner.

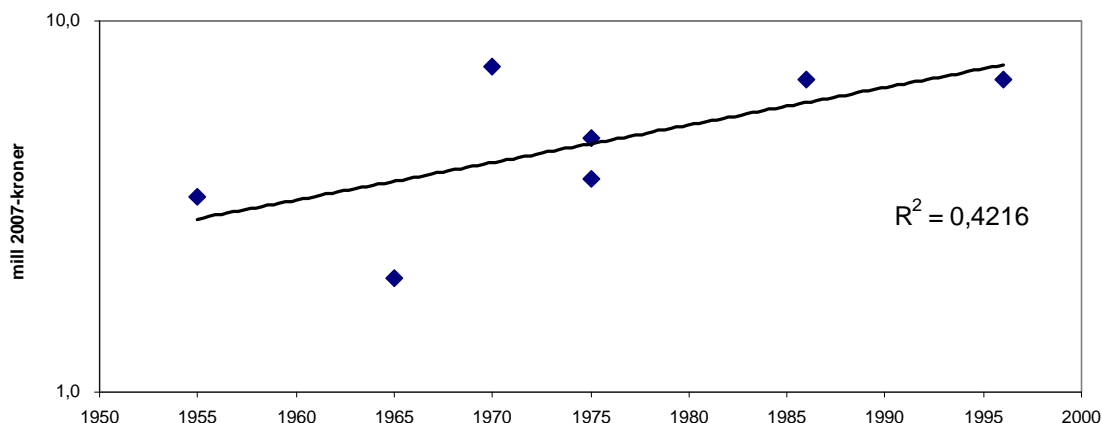
3.9 Tauet artilleri

Artilleriet har vært en viktig del av krigføring på land i flere hundre år. Den teknologiske utviklingen har tidvis gått raskt, men etter andre verdenskrig har det vært mindre fokus på dette våpensystemet. Utviklingen har i hovedsak vært innen bedret presisjon, pålitelighet og mobilitet. I de siste årene har det vært store forbedringer av presisjonen som følge av bruk av GPS-teknologi på ammunisjonen, uten at dette har hatt tilsvarende store effekter på kostnadene forbundet med å anskaffe disse systemene. Hovedkapabiliteten til tauet artilleri er indirekte ild. Flere andre våpensystemer kan også levere indirekte ild, blant annet raketartilleri, selvdrevet artilleri og fly. Disse våpensystemenes evne til å levere indirekte ild har blitt bedret betydelig i perioden etter andre verdenskrig og har i mange scenarier overtatt for det tauede artilleriet.

Kostnadsutviklingen for tauet artilleri er illustrert i Figur 3.20 og Figur 3.21. Her er det skilt mellom 105 og 155 millimeter skyts. For 105 millimeters artilleri har det i perioden vært EKV-I på 2,4 %, mens det for 155 millimeters artilleri har vært 4 %. Det er imidlertid vanskelig å konkludere med at det tunge skytset har hatt høyere kostnadsvekst enn det lette fordi datagrunnlaget er lite. Dersom begge typer ses som ett våpensystem, er EKV-I på 4,5 %.



Figur 3.20 Kostnadsutvikling tauet artilleri 105 mm



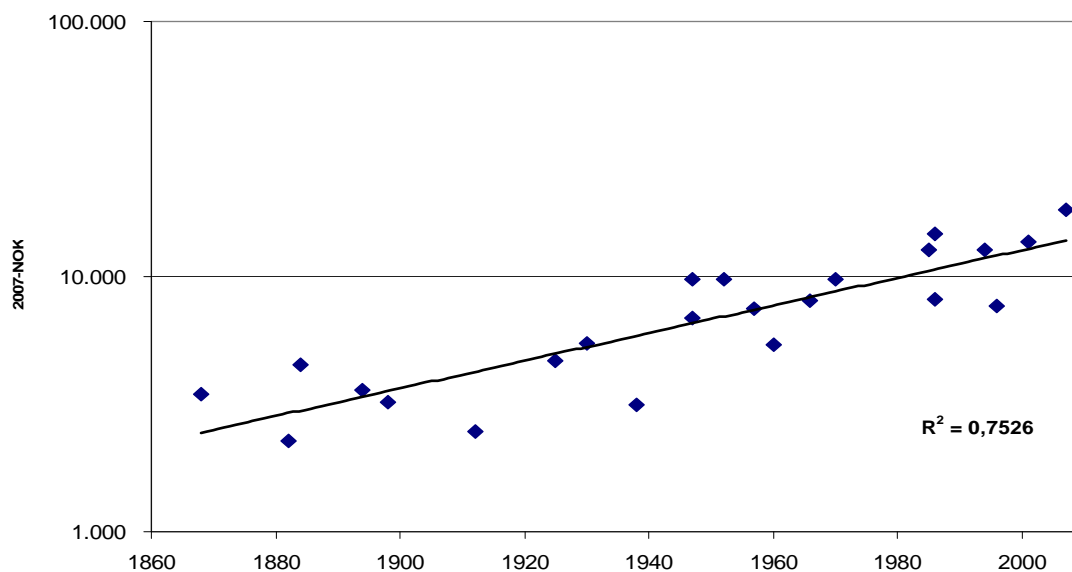
Figur 3.21 Kostnadsutvikling tauet artilleri 155 mm

3.10 Håndvåpen

Den moderne riflen har i utgangspunktet sin opprinnelse fra 1860-tallet da våpen som britiske Enfield og amerikanske Springfield med metallpatroner, riflede løp og baklading, ble utviklet og tatt i bruk som infanterivåpen. Utviklingen fra 1860-tallet og frem til i dag har i hovedsak vært innen vektreduksjon, økning av skuddtakt og mer nylig bedre siktemidler. Det er derfor ikke overraskende at kostnadsøkningen på håndvåpen har vært beskjeden. Over hele perioden ligger EKV-I på 1,25 %. Denne utviklingen er fremstilt i Figur 3.22.

Den lave kostnadsveksten reflekterer trolig håndvåpenenes relativt lave effekt på en forsvarsstrukturens totale ytelse. Et eksempel på dette er den tyske invasjonen av Norge i 1940. Selv om det norske Forsvaret hadde over 50 år gamle og utdaterte Krag-Jørgensen geværer, ble det ikke rapportert om trefninger hvor geværteknologi var utslagsgivende for utfallet. Betydning av avdelingsvåpen som artilleri, maskingevær og flystøtte var mye større (Hanevik, 1998). Utvikling av nye og bedre håndvåpen har trolig ikke vært prioritert like høyt som avdelingsmateriell. Dersom datapunktene strakk seg lengre bakover i tid enn 1868, ville trolig EKV-I vært noe høyere i den perioden da håndvåpen var viktigere for forsvarsstrukturens totale ytelse og utviklingen gikk raskere.

Masseproduksjon er trolig en annen viktig årsak til den moderate kostnadsveksten på håndvåpen i perioden 1868–2008. Automatvåpenet AK-47 er for eksempel produsert i svært store kvanta, trolig mer enn 100 millioner. Likeledes er det produsert mer enn 8 millioner av den amerikanske M16. I tillegg betjener ofte produsentene av militære håndvåpen både det sivile og det militære markedet og kan utnytte stordriftsfordeler både innenfor utvikling og produksjon av våpen.



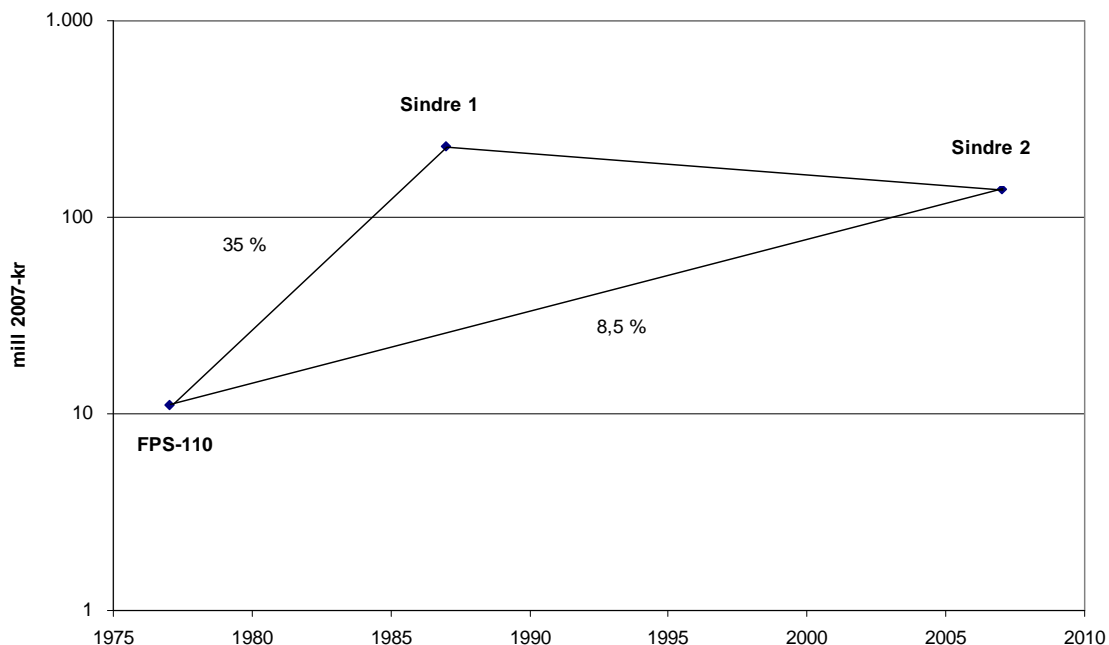
Figur 3.22 Kostnadsutvikling håndvåpen 1868 – 2008

3.11 Store luftovervåkningsradarer

Store deler av Forsvarets investeringsmidler går til anskaffelse av såkalt INI-materiell (informasjonsinfrastruktur). Dette materiellet spiller en helt avgjørende rolle i dagens sammensatte og teknologisk avanserte forsvarsstruktur. Eksempler på slike systemer er sensorer, krypteringsteknologi og radioer. Forsvaret går mot en stadig større grad av nettverksbasering, og kostnadsøkninger innenfor disse materiellkategoriene vil være av stor betydning for Forsvaret.

For å få et inntrykk av hvordan utviklingen har vært innenfor et slikt system, presenteres her kostnadsutviklingen for noen store norske luftovervåkningsradarer. De tre radarene i Figur 3.23 er sammenlignbare i den forstand at de ble installert for å utføre luftovervåkning, med en rekkevidde opp mot 100 kilometer. Sindre-radarene har imidlertid en betydelig større evne til overvåkning enn FPS-110, som følge av en kraftig teknologisk utvikling. Dette reflekteres også i den store prisforskjellen mellom FPS-110 og Sindre 1.

Den teknologiske utviklingen var imidlertid ikke like stor frem mot Sindre 2, og kostnadene har faktisk falt noe. Det kan virke som om den teknologiske utviklingen når det gjelder en rekke sentrale områder innenfor konvensjonell radarteknologi, har stoppet opp og en har nådd foreløpig maksimumskapasitet innen ytelsesparametrene. Allikevel har EKV-I vært 8,5 % de siste 30 årene, noe som illustrerer at også slike støttesystemer kan oppleve svært høy kostnadsvekst.

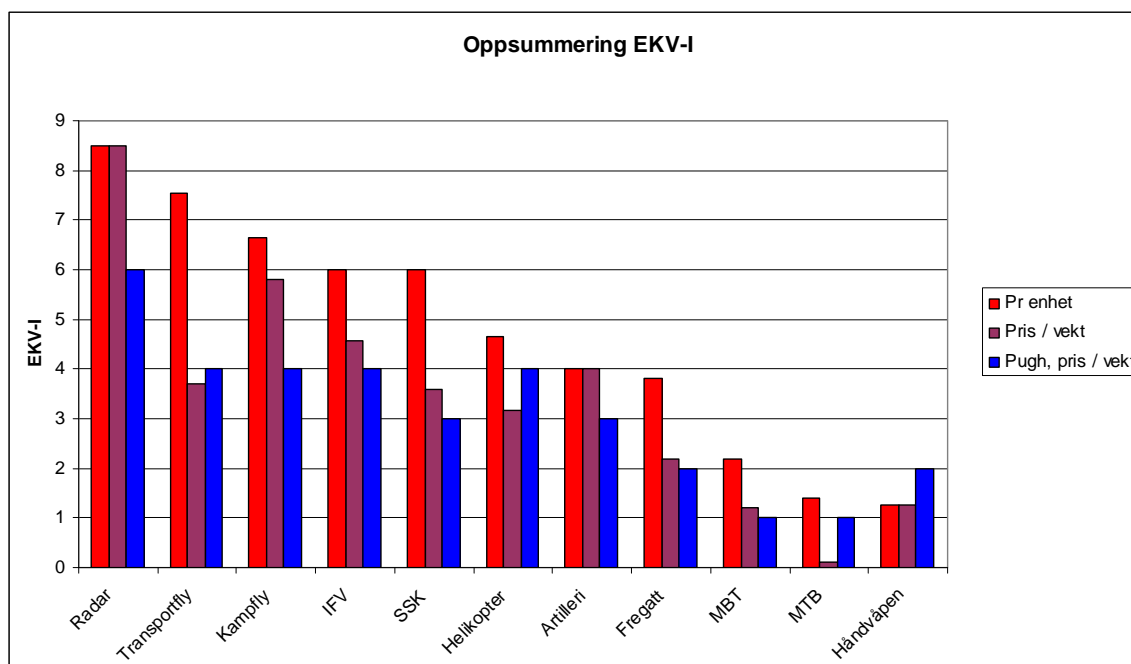


Figur 3.23 Kostnadsutvikling store luftovervåkningsradarer

3.12 Oppsummering

I kapittel 3 har det blitt presentert tall for årlig kostnadsvekst for en rekke våpensystemer. EKV-I har vist seg å variere voldsomt fra system til system, fra håndvåpen med 1,25 % til kampfly med over 6 %. I Figur 3.24 er alle satsene sammenstilt med de tilhørende satsene for EKV-I per vektenhet. EKV-I justert for vekt er for de fleste av våpensystemene noe lavere enn EKV-I per enhet. Pugh (2007) har med en tilsvarende metodikk som i denne studien, estimert årlige vekstrater per vektenhet. Disse er også fremstilt i Figur 3.24. Pughs satser er i all hovedsak svært like tallene fra denne studien. Nesten alle avvikene er på under ett prosentpoeng, noe som kan tjene som en bekreftelse på at EKV-I-satsene fra denne studien er i overensstemmelse med internasjonale funn. Det eneste større avviket mellom de to studiene er kampfly hvor Pugh anslår en EKV-I på kun 4 %.

Den store variasjonen i EKV-I mellom våpensystemene er ikke overraskende. I kapittel 2 ble betydningen av å ha det beste utstyret fremhevet som en viktig årsak til EKV-I. Videre ble det også pekt på at manglende effektivisering og bruk av skalafordeler kan lede til kostnadsvekst. Det er derfor naturlig at det er høyest EKV-I innenfor de våpensystemene hvor viktigheten av å ha det teknologiske overtaket er størst. Den høye EKV-I for kampfly reflekterer den høye effekten kampfly antas å ha på totalstrukturens effekt. Marginale forbedringer på et forsvars kampfly kan således få relativt stor påvirkning på den totale forsvarsevnen. Det er dermed naturlig at forskning, utvikling og anskaffelse av slike systemer også prioriteres budsjettssammenheng, noe som igjen har gitt seg utslag i høy EKV-I.



Figur 3.24 Oppsummering EKV-I-satser

Likeledes har både håndvåpen, MTB-er³¹ og stridsvogner hatt relativt lav EKV-I, mellom 1 og 2 %. For håndvåpen er det lett å peke på at det har vært enkelt å ta ut store skalafordeler i produksjonen, noe som har bidratt til å holde kostnadene lave. For stridsvogner og MTB er det mer nærliggende å forklare den moderate kostnadsutviklingen med en gradvis redusert betydning for totalstrukturens effekt. Den kalde krigens slutt har nok også bidratt til at disse våpensystemene ikke lenger prioriteres høyest når det kommer til bevilgninger.

Det er imidlertid vanskeligere å forklare hvorfor stormpanservogner skal oppleve så mye kraftigere EKV-I enn stridsvogner, når de to er forholdsvis like våpensystemer. En viktig forklaringsfaktor kan være at stormpanservogner har blitt brukt i internasjonale operasjoner i større grad enn tidligere, og at dette har ført til et økt behov for utvikling av ny teknologi. Eksempelvis har det de siste årene blitt økt oppmerksomhet rundt slike kjøretøys sårbarhet overfor skulderavfyrte panservernvåpen og improviserte sprengladninger³² under asymmetrisk krigføring, i kombinasjon med svært lav toleranse for tap av liv i internasjonale operasjoner. En annen faktor som kan ha bidratt til å holde EKV-I for stridsvogner relativt lav, er at stridsvognenes rolle i stadig større grad har blitt utfordret av andre systemer. Bombefly, artilleri og andre langtrevende presisjonsvåpen har blitt mye mer effektive de siste 10-15 årene, og kan på den måten ha bidratt til å redusere behovet for ytterligere forbedringer av stridsvognkonseptet. Stormpanservognene har hatt en EKV-I på 6 %, noe som medfører en tredobling av kostnaden i løpet av 20 år.

³¹ Merk at Skjold i denne sammenheng ikke vurderes å være en videreføring av MTB-plattformen, men en vesentlig oppgradering i form av blant annet størrelse, rekkevidde, bemanning og bevæpning. Kostnadsveksten fra Hauk til Skjold er dermed ikke representativ for utvikling i klassen for øvrig.

³² Begrepet stammer fra det engelske improvised explosive device (IED).

Selv om EKV-I-satsene varierer mellom våpensystemene, er det viktig å merke seg at alle har hatt en positiv EKV-I. Dette reflekterer at fokuset på forbedringer i større eller mindre grad har vært til stede for alle våpensystemene.

4 Strategier for håndtering av EKV-I

I St.prp. nr. 48 (2007-2008) konstateres det at ”enhetskostnadene for enkelte typer forsvarsmateriell har en tendens til å øke betydelig fra en generasjon til den neste”. Videre hevdes det at Forsvaret kun har begrenset innflytelse på denne utviklingen, ”fordi den i stor grad styres av de store nasjonenes etterspørsel etter økt ytelse”. En slik forståelse av drivkreftene bak EKV-I ser i utgangspunktet ut til å stemme godt med fremstillingen i kapittel 2 hvor det argumenteres for at den viktigste driveren bak enhetskostnadsveksten er internasjonal konkurranse på militært materiell. Men står Forsvaret helt maktesløse overfor de voksende enhetsprisene? Finnes det tiltak som kan bidra til at denne utviklingen reduserer utfordringene for Forsvaret?

I kapittel 2 ble det redegjort for årsakene til EKV-I. Det ble slått fast at dette fenomenet må sees i lys av den stadig økende ytelsen på militære systemer og dynamikken dette skaper. I analysen ble det skilt mellom faktorer som fører til at prisene på militært materiell er høye, og faktorer som bidrar til at disse prisene blir stadig høyere. I en drøfting av mulige strategier for å håndtere de utfordringene som oppstår som en følge av EKV-I, vil det være fruktbart å videreføre dette skillet. Det vil kunne øke forståelsen av hvilke tiltak som om mulig kan bidra til å redusere veksttakten i prisene på forsvarsmateriell permanent, og hvilke tiltak som kun vil gi en engangseffekt i form av lavere enhetspriser. På den måten kan forventningene knyttet til mulige kostnadsbesparende tiltak bli mer realistiske, og fokuset kan rettes mot de mest fruktbare tiltakene.

Faktorene som fører til at investeringsprisene stadig øker, er hovedsakelig av en slik art at det norske Forsvaret trolig vil kunne gjøre lite for å påvirke deres langsiktige utvikling. De globale trendene som gir teknologisk fremgang, økonomisk vekst og konkurranse på militært materiell, vil vedvare uavhengig av anstrengelsene til et lite land som Norge. For at EKV-I som fenomen skulle opphøre, vil internasjonal politikk måtte endre seg grunnleggende. Så lenge militære styrker anses som nødvendige for å hevde en stats suverenitet og interesser, vil EKV-I være et fenomen Forsvaret må forholde seg til. Dersom tilstrekkelig mange land ser nødvendigheten av å beholde et forsvar, vil også behovet for å ha bedre utrustning enn potensielle motstandere være til stede. De langsiktige drivkreftene som fører til stadig høyere enhetspriser, må dermed antas å vedvare i overskuelig fremtid.

Enhetskostnadsvekst på materiellanskaffelser er altså et fenomen Forsvaret i stor grad må akseptere. Allikevel kan det hevdes at Forsvaret – i større grad enn det praktiseres i dag – kan gjøre ulike strategiske valg som vil virke i retning av å senke de totale investeringskostnadene, sett i forhold til et alternativ uten handling. Forsvaret kan gjennom strategiske valg påvirke de fleste faktorene som fører til høye enhetspriser, selv om vi ikke kan hindre at prisen på et såkalt state-of-the-art våpensystem i det globale markedet stadig vokser. For å relatere disse valgene til

anskaffelsesprosessene i Forsvaret, vil de i det følgende bli diskutert i sammenheng med utarbeidelsen av henholdsvis konseptuell løsning (KL) og i forbindelse med fremskaffelsesløsning (FL).

4.1 Håndtering av EKV-I i konseptuell løsning (KL)

Militært materiell og våpensystemer har svært lang ledetid. Det tok for eksempel 13 år fra anskaffelsesprosessen for erstatningen av Kobben-klassen UVB ble initiert, til den første båten ble levert. Disse lange ledetidene fører til at det er nødvendig å skue svært langt fremover i planleggingen av Forsvarets struktur. Forsvarsstudie 07 (Forsvarssjefen, 2007) hadde for eksempel et perspektiv som strakk seg helt frem til 2028. I et slikt perspektiv er det nødvendig å ha et bevisst forhold til hvordan Forsvaret skal håndtere fenomenet EKV-I. En lang tidshorisont åpner samtidig muligheten for å kunne foreta viktige prioriteringer og valg som må til for å kunne beholde de nødvendige kapasitetene til tross for stigende enhetspriser. Dette gjør det mulig å håndtere utfordringene gradvis og dermed uten like dramatiske tiltak og konsekvenser som et alternativ basert utelukkende på kortsiktig planlegging og analyse av nåsituasjonen. Strategiene for å håndtere EKV-I som er relevante i forbindelse med konseptuell løsning, faller hovedsakelig innenfor fire kategorier; avveininger av krav til ambisjonsnivå, bruk av kapasitetserstatninger, levetidsforlenging og utfasing av hele strukturelementer. Dette kapitlet vil ta for seg alle disse valgene og vise at Forsvaret kan påvirke investeringskostnadene ved å ta de riktige valgene i en tidlig planleggingsfase.

4.1.1 Valg av ambisjonsnivå

På tross av at den globale konkurransen på militært materiell trolig vil vedvare i overskuelig fremtid, er det allikevel mulig å anskaffe rimeligere våpensystemer enn de historiske EKV-I-satsene skulle tilsi. Det er imidlertid verdt å merke seg forskjellen mellom å bryte EKV-I-trenden og å anskaffe billigere våpensystemer enn en ren fremskrivning av historien tilsier. Det vil ikke være mulig for Forsvaret å bryte den langsiktige EKV-I-trenden, av grunner som vil bli nærmere belyst i det følgende. Men det er allikevel mulig å holde anskaffelseskostnadene nede ved hjelp av bevisste og strategiske valg i langtidsplanleggingen.

Økt bevissthet rundt valg av teknologisk nivå vil kunne bety mye for investeringskostnadene. Dersom en ensidig fokuserer på det ypperste av ny teknologi – såkalt ”state of the art” – vil sannsynligheten for at en betaler en for høy kostnad i forhold til behovet som skal dekkes, være overhengende. Vurderinger av potensielle konflikter og potensielle motstanderes teknologiske nivå vil kunne virke innrettende og muliggjørende for å foreta prioriteringer. Dersom man kan identifisere områder som er av avgjørende betydning for Forsvaret operative evne, vil man ha et grunnlag for å identifisere hvilke områder en skal være i teten av utviklingen på, og på hvilke områder det nest beste er godt nok.

Slike prioriteringer og avveininger er avgjørende for å holde enhetsprisene på materialet så lave som mulig, samtidig som materialet skal oppfylle de operative krav som stilles. Det er naturligvis svært viktig å være bevisst hvilke ytelsesparametre som nedprioriteres. Materiell med for lav

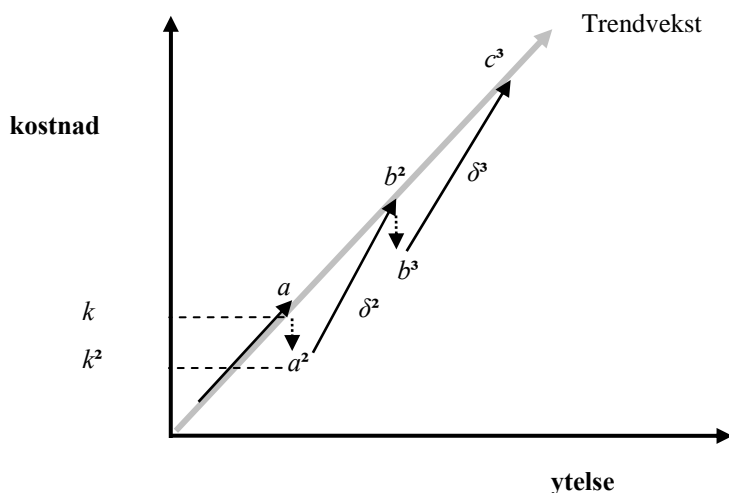
ytelse på viktige områder vil miste effektivitet. Dermed risikerer en at effekten av Forsvaret reduseres, og dermed også evnen til å forebygge og håndtere episoder og kriser i våre områder.

En annen hovedmålsetning for Forsvaret er å bidra i internasjonale operasjoner sammen med andre. Både for å sikre interoperabilitet med våre allierte og samarbeidspartnere og for å begrense sannsynligheten for tap av liv, er det avgjørende at ytelsen på sentrale delsystemer i plattformene tilfredsstillende en del minimumskrav.

Det kan synes som om fordelene av å ha den teknologiske overtaket ved tradisjonell symmetrisk krigføring har blitt stadig større (Kirkpatrick, 1995). Eksempler fra 17- og 1800-tallet forteller oss at den seirende part sjelden påførte motstanderen tap som var større enn 3 til 10 ganger egne tap. Nyere erfaringer fra blant annet Israels invasjon av Libanon i 1982 og Gulfkrigene i 1991 og 2003, viser en mer dramatisk forskjell. Under den første Gulfkrigen var dette forholdet hele 1 til 300 (Dupuy og Nupuy, 1993). Estimater varierer for tapstallene under den andre Gulfkrigen, men forholdet var trolig i størrelsesorden 1 til 50-100. Slike tall kan gi et inntrykk av betydningen av teknologisk overlegenhet i moderne krigføring. Det er imidlertid nødvendig å understreke at disse tallene gjelder for symmetrisk strid. Asymmetrisk krigføring kan ses som en reaksjon på teknologisk underlegenhet. Slik krigføring har imidlertid ofte ført med seg en egen dynamikk hvor partene konkurrerer om militær teknologi og kapasitet, og partene står således overfor den samme driveren av EKV-I, men i en ny setting.

Det er imidlertid viktig å være klar over hvilke alternativer Forsvaret står overfor gitt begrensede midler. Forsvaret behøver ikke nødvendigvis å velge mellom strukturer bestående utelukkende av enheter med enten svært høy eller svært lav kvalitet, men kan kombinere systemer med høy og tilstrekkelig ytelse. Ved bevisst å prioritere ned mindre viktige systemer kan Forsvaret beholde en tilstrekkelig bredde i totalstrukturen, og på den måten unngå en suboptimal tilpasning. Det er viktig å merke seg at i mange tilfeller er ikke alternativet til redusert kvalitet "state of the art"-materiell, men snarere ingen anskaffelse.

Det er videre viktig å være klar over begrensningene i en strategi hvor en går ned på ytelse for å redusere enhetsprisene. Dette kan betegnes som et engangsskift, hvor en gjør et valg for unngå for høy pris. Den underliggende kostnadsveksten for strukturelementet vil imidlertid fortsatt gjøre seg gjeldende, slik at neste gang materiellet skal reanskaffes vil en stå overfor den samme kostnadsveksten. Dette er illustrert i Figur 4.1, hvor trendveksten er trukket som en 45 graders linje mellom kostnad og ytelse. Det antas her at det er en klar sammenheng mellom disse to, jamfør kapittel 2.1.1.



Figur 4.1 Strategisk valg av ambisjon og kostnad

I figuren illustreres det hvilke avveininger en kan foreta mellom kostnad og ytelse. Punkt a representerer en våpenplattform som er moden for utskifting, la oss for eksempelets skyld kalle den Oslo-klasse fregatter. Når plattformen er klar for erstatning har produksjonsteknologien forbundet med produksjon av fregatter trolig forbedret seg vesentlig, og det kan nå ventes at anskaffelse av en fregatt med tilsvarende ytelse som a , vil koste kun k^2 . Dette punktet representeres av a^2 , hvor toppskriften ² henspeler på tidspunkt 2. Det har dermed vært en prisreduksjon på $(k-k^2)$. Men på tidspunkt 2 vil ytelsen på den gamle plattformen være for lav i forhold til potensielle motstandere, og det er ønskelig med en økning av ytelsen. En kan her velge mellom en såkalt "state of the art plattform", b^2 , eller et punkt på linjestykket mellom a^2 og b^2 . Alle punkter til venstre for dette linjestykket vil være mindre kostnadseffektive, og ingen punkter til høyre vil være tilgjengelige.

En avveining mellom lav kostnad og høy ytelse er her representert med punkt δ^2 , som ligger mellom a^2 og b^2 . Dette valget vil resultere i en lavere enhetspris, men også en lavere ytelse. Ved neste tidspunkt, periode 3, vil imidlertid plattformen igjen måtte reanskaffes. Her vil prosessen fra forrige reanskaffelse gjenta seg. Selv om Norge velger å avstå fra å anskaffe "state of the art plattformen", c^3 , vil en allikevel oppleve en betydelig kostnadsvekst mellom δ^2 og δ^3 . Den årlige kostnadsveksten vil være omtrent like stor som mellom b^2 og c^3 . Permanent lavere kostnadsvekst ville kreve en kontinuerlig nedjustering av ambisjonene i forhold til omverdenens kapasitet.

For at anskaffelseskostnadene skal kunne påvirkes i større grad, er det viktig at disse strategiske valgene av ambisjonsnivå tas tidlig i en anskaffelsesprosess. Dersom det legges til grunn for høyt ambisjonsnivå tidlig i den konseptuelle løsningen, vil flere muligheter for å holde kostnadene nede utelukkes. Figur 4.2 illustrerer de forskjellige stadiene i prosessen hvor ambisjonsnivå bør vurderes.

4.1.2 Bruk av kapasitetserstatning

En annen strategi for å håndtere EKV-I er å erstatte plattformen med en annen kapasitet. Når eksisterende materiell nærmer seg operativ levetid, vil det være nødvendig å vurdere hvordan en skal opprettholde kapabiliteten. Det aller mest virkningsfulle vil være å søke etter en annen og rimeligere materielltype som kan videreføre kapabiliteten. Som følge av teknologisk utvikling blir stadig nye materielltyper tilgjengelige. Disse vil i ulik grad kunne erstatte eksisterende materiell – på tross av stor materiellmessig ulikhet – og samtidig opprettholde kapabiliteten. Dette kan omtales som et skift i materiellerstatningstrenden. Et eksempel på dette er utfasingen av slagskip, som var svært viktige i stormaktenes mariner i første halvdel av 1900-tallet. Det oppstod i forkant av første verdenskrig en kraftig konkurranse og utvikling på blant annet slagkraft og pansring for slagskip. Men utover et gitt nivå ble det ikke lenger hensiktsmessig å utvikle konseptet slagskip ytterligere, da kostnaden ikke lenger stod i forhold til effekten. Utviklingen av hangarskipene gjorde at viktigheten av slagskipenes styrker, slagkraft og pansring, avtok. Det ble dermed lite kostnadseffektivt å bruke penger på å utvikle og bygge slagskip. Hangarskip, og delvis kryssere, fylte i stedet kapabiliteten anti-overflatekrigføring.

En viktig del av arbeidet med utarbeiding av konseptuel løsning bør være knyttet til å kunne identifisere mulige skift i materiellerstatningstrenden. Dette er en sentral del av kravene til den konseptuelle løsningen allerede i dag, men det vil likevel være viktig å ha ennå større fokus på reell vurdering av de ulike konseptene. Sektorinteresser og fokus på våpenplattformer i stedet for kapabiliteter representerer en kontinuerlig trussel mot bruken av kapasitetserstatninger.

En kapasitetserstatning bør med andre ord gjennomføres dersom det fremstår som mer kostnadseffektivt enn å reanskaffe strukturelementet som faller for levetiden. Dette betyr at selv om en kapasitetserstatning gir lavere effekt, vil dette kunne oppveies av en lavere kostnad. Kapasitetserstatningene vil i noen tilfeller kunne fremstå som opplagte, da svært høye EKV-I-satser raskt kan gjøre strukturelementer for dyre i forhold til effekten. Dersom et strukturelement har EKV-I på 10 % i året, vil investeringsprisen dobles på litt over 8 år.

Statens anskaffelsesregelverk krever at det gjennomføres en studie av konseptuel løsning (KL) for enhver anskaffelse med ramme over 500 millioner kroner. I en slik studie skal det utredes hvordan kapabiliteten kan reanskaffes rimeligst mulig. Dette skal sikre at man må vurdere andre løsninger enn reanskaffelse av den samme plattformen. Kanskje kan rollen fylles av andre og rimeligere systemer? Eksempler på viktige strukturelementer som faller for levetiden i løpet av de neste tiårene i Norge, er kampfly, undervannsbåter, maritime patruljefly og stridsvogner. Undervannsbåter har opplevd kraftig kostnadsvekst, og det må vurderes nøye hvorvidt denne rollen kan utføres billigere av for eksempel AUV-er, kampfly, miner og fregatter. Kostnadene forbundet med å anskaffe og drive stridsvogner må likeledes vurderes opp mot andre alternativer. På samme måte som for slagskip har det for stridsvogner vært et kappløp for å ha best pansring og slagkraft. Dersom en kan opprettholde kapabiliteten til å bekjempe pansrede kjøretøyer ved å anskaffe mindre, rimeligere og modulbaserte kjøretøy, utvide kapasiteten til allerede eksisterende plattformer som fly og artilleri, vil det kunne representere et viktig og kostnadsbesparende skift i materiellerstatningstrenden.

4.1.3 Fase ut hele strukturelement

Det kommer til et punkt hvor det såkalte ”ostehøvel-prinsippet”, der en gradvis reduserer antall enheter av et strukturelement, ikke lenger gir mening, og en ser seg nødt til å utfase hele strukturelementet. Danmark befant seg i en slik situasjon da UVB-klassene Tumbleren (Kobben) og Narhvalen ble utrangert i 2004. Det danske forsvaret konkluderte med at det ikke lenger var kostnadseffektivt å ha et UVB-våpen, og hele våpengrenen ble lagt ned. En slik avveining står det norske Forsvaret også overfor hver gang et strukturelement nærmer seg slutten av levetiden. Å ta ut et helt strukturelement vil i mange tilfeller etterlate et hull i Forsvarets kapabiliteter. Dette kan redusere en moderne forsvarsstrukturens totale ytelse betraktelig. Dersom det ikke eksisterer strukturelementer som delvis overlapper i kapabiliteter, vil dette virkemiddelet kunne få så store konsekvenser at det i praksis blir å anse som siste utvei.

En mulig løsning for å unngå problemene som oppstår ved redusert strukturbredde, er internasjonalt samarbeid. Eksempelvis kan de enkelte land dele ulike typer elementer i totalstrukturen mellom seg på en slik måte at hvert lands strukturelementer blir komplementære og inngår i en felles forsvarsstyrke. Ved å inngå forpliktende samarbeid med andre land kan Norge fokusere på færre strukturelementer og på den måten oppnå større skalafordeler innenfor disse enhetene. For at slikt samarbeid skal være lønnsomt må kostnadene forbundet med mer omfattende allianseforpliktelser, tap av nasjonal selvråderett og økte transaksjons- og forhandlingskostnader være mindre enn gevinsten fra stordriftsfordeler og opprettholdelse av strukturbredden.

4.1.4 Levetidsforlengelse

Et annet mulig tiltak for å håndtere EKV-I er å forlenge levetiden på materiellet for på den måten å øke tiden mellom hver gang et strukturelement må reanskaffes. Dette vil bidra til å redusere de totale investeringskostnadene, men vil kunne føre til lavere effekt på materiellet i den perioden en forlenger levetiden. En levetidsforlenging forutsetter dermed at materiellet oppdateres for å kunne operere i et moderne stridsmiljø. Slike oppdateringer er ofte svært kostbare. Det er dermed viktig at antallet år med forlenget levetid sees i forhold til denne oppgraderingskostnaden. Equal annualized cost (EAC)³³ for de ekstra årene i drift bør da ikke overstige EAC for et nyanskaffet strukturelement. Et mulig problem med denne tilnærmingen vil være økende driftskostnader. Aldrende systemer krever ofte mer vedlikehold, og en har flere ganger erfart at reservedeler kan være vanskelige og dyre å få tak i for gamle systemer.

FFI har ved hjelp av kostnadsberegningsmodellen KOSTMOD anslått den gjennomsnittlige alderen til Forsvarets materiell til å være i overkant av 16 år i 2008. I denne beregningen veies de forskjellige strukturelementene etter anskaffelseskostnad, og det antas at planene i St.prp. nr. 42 (2003-2004) gjennomføres. Det anslås at disse planene vil føre til at den gjennomsnittlige alderen

³³ EAC er gjennomsnittlig årlig driftskostnad pluss investeringskostnaden fordelt på alle våpensystemets leveår.

faller med om lag 5 år i de neste 20 årene.³⁴ En slik utvikling vil trolig bidra til at forsvarsstrukturens effektivitet øker betraktelig, men avhenger av at Forsvaret lykkes i å gjenanskaffe en rekke svært kostbare strukturelementer. En strategi med å forlenge strukturelementers levetid og utsette reanskaffelser vil trekke i den andre retningen og bidra til å heve den gjennomsnittlige alderen på Forsvarets materiell. Dette kan både føre til at strukturens ytelse faller og til at driftskostnadene vokser som følge av aldrende materiell.

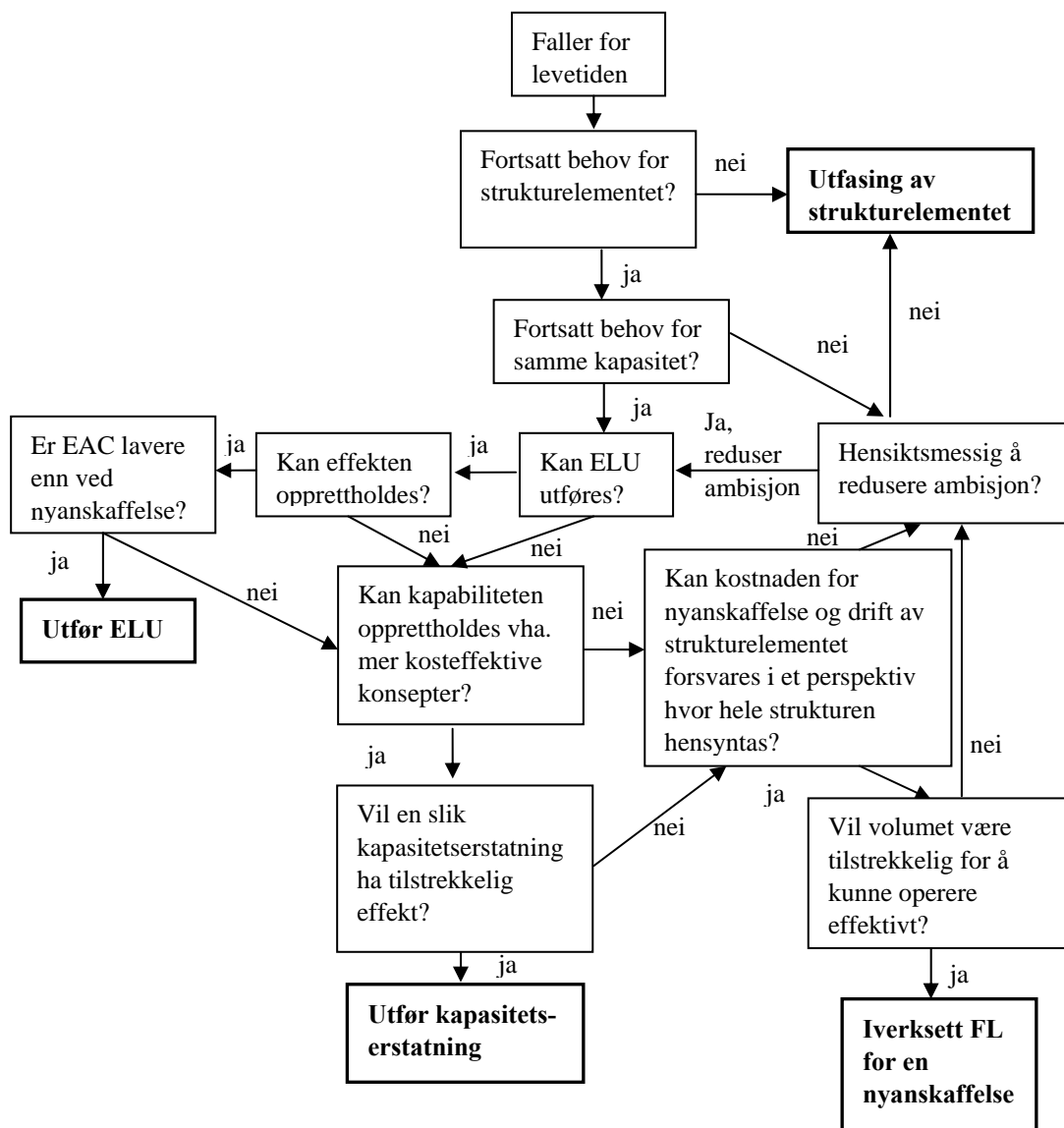
4.1.5 Oppsummering

For at Forsvaret skal kunne møte utfordringene forbundet med stigende enhetspriser er det avgjørende å ha et sterkt fokus på konsekvensene av de strategiske valgene i langtidsplanleggingen. Et bevisst forhold til hvilket ambisjonsnivå Forsvaret har behov for og hvorvidt strukturelementer skal reanskaffes eller ikke, er sentrale problemstillinger her. Figur 4.2 illustrerer et rammeverk for håndtering av EKV-I i KL-prosessen.

Når et strukturelement nærmer seg slutten av levetiden, er det naturlig å vurdere hvorvidt det fortsatt er behov for kapabiliteten og om det er behov for den samme kapasiteten, i tråd med diskusjonen under delkapittel 4.1.2. Dersom det konkluderes med at det ikke lenger er behov for kapabiliteten i strukturen, bør den fases ut for å frigjøre midler til andre og viktigere investeringer i Forsvaret. Dersom det er nødvendig å videreføre kapabiliteten, må det vurderes om det kan gjennomføres en levetidsforlengelse (ELU), se delkapittel 4.1.4. Dersom både effekten kan opprettholdes på et tilfredsstillende nivå og EAC er lavere enn ved en nyanskaffelse, bør en levetidsforlengelse gjennomføres.

Et alternativ til å levetidsforlenge strukturelementet er kapasitetserstatning (se kapittel 4.1.2). En kapasitetserstatning bør gjennomføres dersom dette er mer kostnadseffektivt enn å reanskaffe strukturelementet som faller for levetiden. Dersom dette ikke er aktuelt, bør det vurderes nøye hvorvidt kostnaden forbundet med en nyanskaffelse kan forsvares i et perspektiv hvor hele strukturen tas hensyn til. På denne måten kan Forsvaret unngå suboptimale løsninger hvor hvert enkelt anskaffelsesprosjekt maksimerer sitt eget bidrag til forsvarsevnen, men hvor totalrammen blir for lav til at Forsvaret kan beholde en optimal bredde i antall kapabiliteter. Beregninger foretatt på FFI viser eksempelvis at investeringskostnaden for alle fartøyer i Oslo-klassen utgjorde om lag 8 % av ett daværende forsvarsbudsjett. Anskaffelsen av samtlige Nansen-klasse fregatter utgjør derimot hele 86 % av forsvarsbudsjettet for 2006. Dette eksempelet viser at et strukturelement med betydelig EKV-I vil oppta en stadig større andel av Forsvarets totale anskaffelsesmidler.

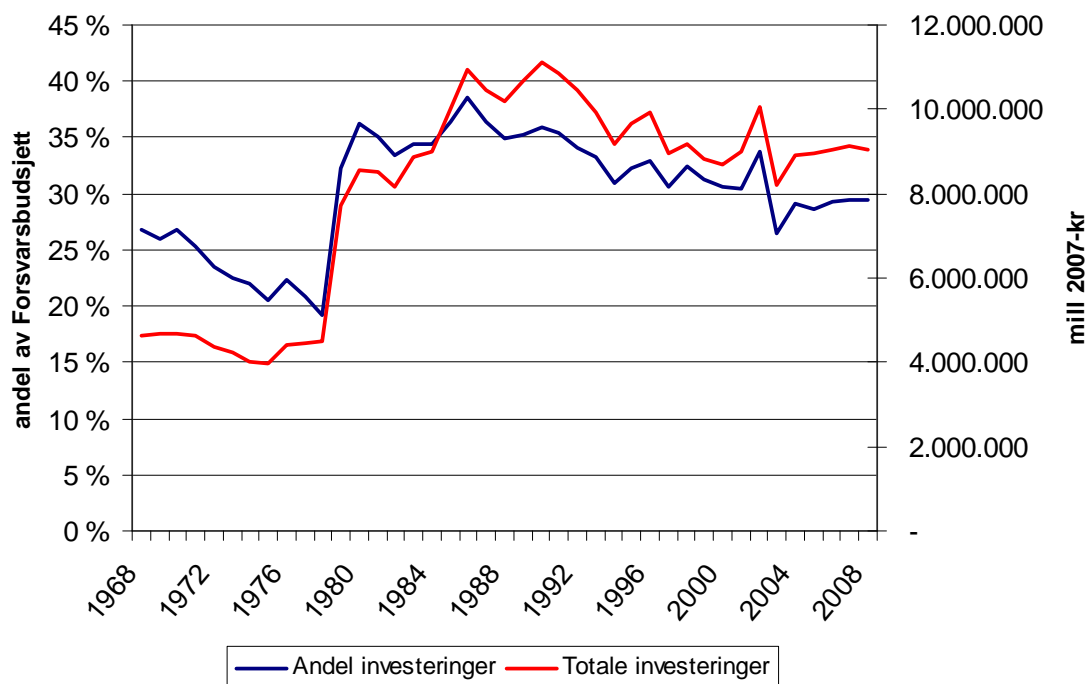
³⁴ Det er verdt å merke seg at denne utviklingen sannsynligvis ville ha tvunget seg frem som følge av et nytt driftsmønster etter den kalde krigens slutt. Det nye og høyere aktivitetsnivået fører til at materiellet må byttes ut oftere.



Figur 4.2 Rammeverk for effektiv bruk av investeringsmidler under konseptuel løsning (KL)

Et annet moment som må vurderes før en anskaffelsesprosess initieres, er hvorvidt volumet av det nye strukturelement vil være tilstrekkelig til å kunne operere effektivt. Dersom den konseptuelle løsningen kan svare bekreftende på alle disse spørsmålene, bør prosessen gå over i en fremskaffelsesløsning (FL).

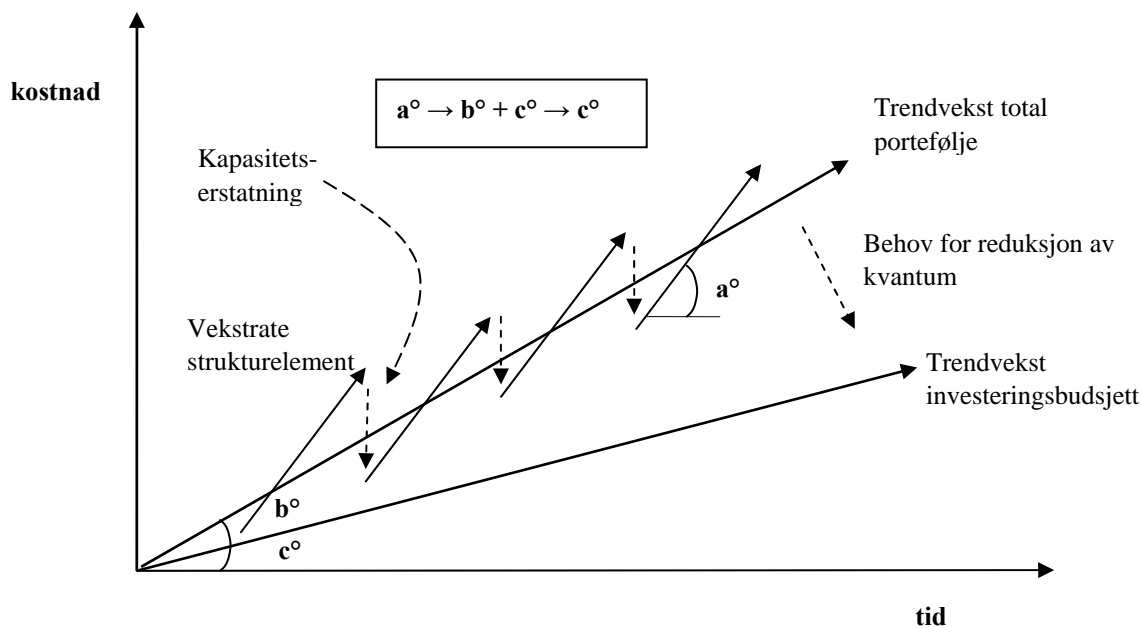
Forsvarets totale investeringer har ikke fulgt en tilsvarende vekst som enhetsprisen på materiellet. Figur 4.3 viser Forsvarets totale investeringer de siste 40 år. Investeringsbudsjettets andel av forsvarsbudsjettet økte fra begynnelsen av 80-tallet, før andelen ble noe redusert fra begynnelsen av 90-tallet og frem til 2003.



Figur 4.3 Forsvarets totale investeringer

På tross av høye årlige vekstrater på enkeltsystemer, klarer likevel Forsvaret å gjennomføre anskaffelsene uten stadig økning i investeringsbudsjettet. Dette skyldes delvis reduksjon av kvantum og delvis bruk av kapasitetserstatninger. Ved aktiv bruk av disse virkemidlene har Forsvaret klart å frikoble prisutviklingen på enkeltsystemer fra de totale investeringsrammene³⁵. Denne sammenhengen er illustrert i Figur 4.4, hvor kapasitetserstatninger reduserer helningen på trendveksten fra a° til (b°+c°). Den totale porteføljen har lavere veksttakt enn hvert enkelt strukturelement, noe som muliggjøres ved bruk av kapasitetserstatninger. I tillegg har Forsvaret redusert kvantum ved anskaffelsene, her illustrert ved at trendveksten skifter nedover og får en lavere helning, c°.

³⁵ Det er imidlertid ikke sikkert at denne løsningen har vært gunstig i forhold til forsvarsevnen.



Figur 4.4 Kapasitetserstatning, kvantumsreduksjon og trendvekst

4.2 Håndtering av EKV-I i valg av fremskaffelsesløsning (FL)

4.2.1 Økt produktivitet og skalaeffekter

Kapittel 2 konkluderer med at årsakene til EKV-I hovedsaklig faller innenfor to hovedkategorier; konkurranse om å ha det beste militære materiellet og fallende skalafordeler ved produksjon av forsvarsmateriell. Den fallende skalaen i forsvarssektoren er igjen i all hovedsak et resultat av de økende enhetsprisene, som fører til at kundene må redusere kvantumet de anskaffer for et gitt investeringsbudsjett.

Å utnytte skalaeffektene i produksjonen bidrar til å øke produktiviteten i produksjon av varer og tjenester. En produsent kan redusere utviklingskostnadene per. enhet ved å øke antall like enheter. Dette vil også føre til at læringseffekter kan bidra til mer effektiv produksjon. Hartley (2006) har vist at slike læringseffekter kan være betydelige, og at kostnadsreduksjoner opp mot 40 % kan være mulige for visse materiellkategorier.

Norge har som kunde i markedet for forsvarsmateriell, flere virkemidler til rådighet for å bidra til at produksjonen blir mest mulig effektiv og at produsenten kan nyttegjøre seg skalafordelene. Disse virkemidlene kan deles inn fire hovedkategorier; utvikle materiell sammen andre land, anskaffe materiell sammen med andre land, fokusere på variantbegrensning og bevisst bruk av hyllevare.

I de tilfeller hvor det er nødvendig for Forsvaret å utvikle et våpensystem mer eller mindre fra bunnen av, er det store gevinster å hente ved å søke samarbeid med andre lands forsvar. Et større antall produserte enheter vil i slike tilfeller kunne ha stor effekt på enhetskostnaden, da volumet i utgangspunktet vil være lavt. En britisk studie fra 2001 (The Comptroller and Auditor General, 2001) undersøkte tidligere gevinster fra internasjonalt samarbeid ved anskaffelser av militært materiell og konkluderte med at det var store forskjeller i hvor suksessfulle samarbeidene hadde vært. Ved optimale betingelser for produksjon, ble det estimert en 10 % reduksjon i enhetskostnaden for hver dobling av produksjonen. Dette var imidlertid ikke tilfellet for mange av prosjektene, halvparten av programsamarbeidene klarte *ikke* å utnytte slike skalafordeler i produksjonen i det hele tatt. For at internasjonale samarbeid skal være suksessfulle, er det avgjørende å identifisere hver deltaker-nasjons behov og krav på et tidlig stadium av planleggingsprosessen. Dette vil bidra til en mer strømlinjeformet utviklings- og produksjonsprosess. Her vil det også være sentralt at nasjonene klarer å unngå utstrakt bruk av nasjonale varianter og tilpasninger, da dette vil kunne redusere besparelser forbundet med læringseffekter og samtidig øke utviklingskostnadene.

I motsatt fall kan besparelsene helt eller delvis veies opp av økte kostnader fra nasjonale tilpasninger og transaksjons- og forhandlingskostnader. Den tidligere nevnte britiske studien fra 2001 undersøkte også utviklingskostnadene ved internasjonale materiellsamarbeider. Det ble konkludert med at utviklingskostnadene i noen tilfeller har blitt opp mot dobbelt så store ved internasjonale utviklingsprosjekter som ved sammenlignbare nasjonale prosjekter. Kostnadene hadde i mange tilfeller økt som følge av nye krav til spesifikasjoner fra samarbeidspartnere. Det er imidlertid vanskelig å sammenligne slike prosjekter direkte med nasjonale prosjekter, da materiellet ikke nødvendigvis tilsvarer det som hadde blitt utviklet ved et nasjonalt alternativ.

Et annet og muligens enklere virkemiddel er å fokusere på økt bruk av hylleware³⁶. Dette henger sterkt sammen med fokuset på standardiserte produkter, som beskrevet over. Forskjellen ligger her i at det ikke nødvendigvis utvikles eget materiell, men det kjøpes hylleware i et marked, enten sivilt eller militært. En utnytter på den måten skalafordelene som allerede eksisterer. Dette er en av de viktigste trendene i produksjon av militært materiell de siste tiårene, hvor en ser at de teknologiske nyvinningene i større grad kommer fra sivil sektor. Dette skyldes særlig den svært raske teknologiske utviklingen innen den sivile IT-industrien. En ulempe ved å bruke hylleware er behovet for militære tilpasninger, som i mange tilfeller har vist seg å være svært kostnadskrevenne.

Graden av hylleware det er mulig å bruke i et våpensystem er imidlertid i stor grad en funksjon av hvilken ambisjon som legges til grunn for systemet. Et våpensystem som skal være helt i tet på utviklingen og ha bedre ytelse enn alle andre systemer, må nødvendigvis baseres på mye nyutviklet teknologi. Likeledes kan en i større grad bruke hylleware på et system som *ikke* skal være "state of the art". Den amerikanske F-22 Raptor blir ofte trukket frem som et eksempel på et våpensystem som skal være overlegent alle andre konkurrerende systemer. Dette begrenser

³⁶ Hyllewarebegrepet må ses i sammenheng med mindre kompliserte, relativt rimelige produkter som er preget av høyt volum, også ofte kalt COTS, Commercial (Goods) Of The Shelf.

bruken av hyllevarer, da en slik ambisjon forutsetter helt spesielle og revolusjonerende løsninger som nødvendigvis må nytvikles. Det svenske kampflyet JAS Gripen blir av produsenten holdt frem som et eksempel på god utnyttelse av hyllevarer. En slik strategi vil kun være mulig dersom ambisjonen er realistisk. Dette understreker betydningen av å ha en bevisst tilnærming til ambisjonsnivået for de ulike delene av et lands forsvar, som ble diskutert i kapittel 4.1.1.

4.2.2 Redusert kvantum

Et naturlig virkemiddel for å møte utfordringen med økende enhetspriser er å redusere antallet enheter. Denne tilnærmingen har vært brukt i stort omfang på hele 1900-tallet, både i Norge og i verden for øvrig. Et eksempel på en slik utvikling i Norge er MTB-våpenet, hvor det ble produsert 19 fartøyer i Storm-klassen på 60-tallet. Dette tallet er i dag redusert kraftig, til kun 6 fartøyer i Skjold-klassen. Å møte utfordringene forbundet med stigende enhetspriser ved å anskaffe færre enheter er en naturlig og rasjonell tilpasning, og dersom en ser en slik utvikling i lys av en paritet mellom pris og effekt på forsvarsmateriell, vil resultatet være en uforandret effekt og forsvarsevne.

Det vil imidlertid være et viktig unntak fra regelen om paritet mellom pris og effekt. Problemer knyttet til kritisk masse og delbarhet vil for ulike strukturelementer gjøre seg gjeldene på forskjellige nivåer. Adelman og Augustine (1990) påpekte allerede i 1990 at dersom trenden innenfor prisvekst på kampfly fortsetter i fremtiden, vil hele det amerikanske forsvarsbudsjettet brukes på å anskaffe kun ett kampfly etter om lag ytterligere 65 år med EKV-I³⁷. Problemer med sårbarhet, tilstedeværelse, tilgjengelighet og lav skala vil selvfølgelig gjøre seg gjeldende også ved høyere kvanta enn ett eksemplar. Slike problemer vil oppstå på forskjellige nivåer for forskjellige våpensystemer og setter en grense for hvor lenge Forsvaret kan opprettholde en kapabilitet ved å redusere volumet i hver generasjon.

4.2.3 Oppsummering

Det er uten tvil mulig for Forsvaret å redusere investeringskostnadene for strukturelementer ved å anskaffe smartere. I tillegg kan Forsvaret tilpasse seg de voksende enhetsprisene ved å redusere kvantum. Selv om tiltakene for å utnytte skalafordeler på ingen måte vil være nok til å stanse kostnadsveksten på militært materiell, vil de uansett kunne bidra med velkomne besparelser for Forsvaret.

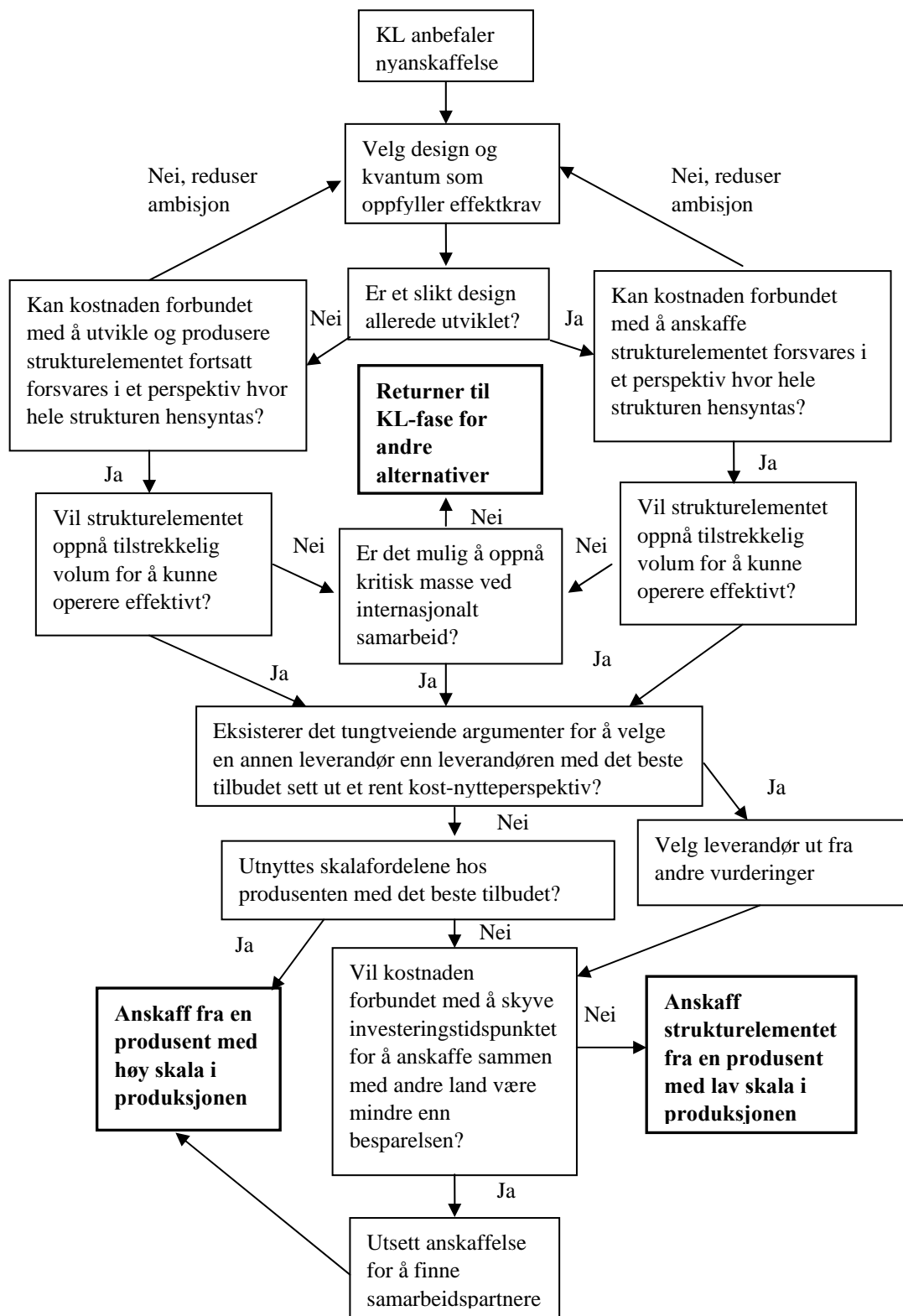
I Figur 4.5 er det skissert et rammeverk for håndtering av EKV-I under utarbeidelse av fremskaffelsesløsningen. Her antas det at Forsvaret allerede har vurdert kritisk masse, behov og andre alternativer og sett kostnaden opp mot nytten i KL-fasen, i henhold til Forsvarets anskaffelsesregelverk og metoden skissert i Figur 4.2. Den første handlingsboksen i Figur 4.5 tar for seg valg av design og kvantum. Materiellet skal oppfylle de effektkrav som er definert, men kostnaden for strukturelementet skal på samme tid kunne forsvares i et perspektiv hvor hele

³⁷ Augustine bemerker at luftforsvaret vil kunne bruke flyet mandag til fredag, hæren på lørdager og sjøforsvaret på søndager.

strukturen tas hensyn til. Dersom Forsvaret optimerer effekten til hvert enkelt våpensystem hver for seg, blir sluttresultatet suboptimalisering hvor bredden i strukturen blir lidende.

Selv om dette også ble vurdert i KL-fasen, er det gode grunner for å vurdere det på nytt i FL-fasen. Usikkerheten rundt design og kravspesifikasjoner, og kostnadene forbundet med disse, faller som regel etter utarbeidelsen av den konseptuelle løsningen, og det er ikke uvanlig at kostnaden på dette tidspunktet har mangedoblet seg i forhold til tidlige anslag. En ny vurdering av planlagt anskaffet kvantum i forhold til hva som anses som kritisk masse bør også gjennomføres på nytt i denne fasen.

Deretter bør det vurderes hvorvidt strukturelementet vil oppnå kritisk masse, og kunne operere effektivt med den mengden som planlegges anskaffet. Dersom dette ikke er tilfellet, bør det vurderes om det er mulig å samarbeide med andre lands forsvar om driften av strukturelementet. Hvis det skulle vise seg vanskelig å samarbeide internasjonalt, bør anskaffelsesprosjektet gå tilbake til KL-fasen og vurdere andre konsepter for å fylle denne kapabiliteten.



Figur 4.5 Rammeverk for effektiv bruk av investeringsmidler under fremskaffelsesløsning (FL)

5 EKV-I og bruk i strukturkostnadsberegninger

Den viktigste begrunnelsen for å studere fenomenet EKV-I er utvilsomt muligheten det gir til bedre å kunne forutsi fremtidig kostnadsvekst. På den måten kan man i forsvarsplanleggingen identifisere fundamentale utfordringer som vil oppstå i Forsvaret over tid. Dette gjør det mulig å håndtere utfordringene gradvis og uten like dramatiske tiltak og konsekvenser, som et alternativ basert utelukkende på kortsiktig planlegging og analyse av nåsituasjonen ville medført.

Kapittel 3 fokuserte på den historiske kostnadsutviklingen for en rekke strukturelementer. Det ble konkludert med at alle de undersøkte strukturelementene har opplevd en betraktelig kostnadsvekst, men at det er store forskjeller i veksttakt mellom strukturelementene. Det er imidlertid ikke gitt at det er riktig å videreføre disse historisk observerte satsene for Forsvarets planleggingformål. Disse satsene har oppstått som følge av spesifikke trender innen teknologi, militær doktrine og internasjonale spenninger. Fremtiden er usikker, og usikkerheten øker med planleggingshorisonten. De neste delkapitlene vil ta for seg fremtidige utviklingstrekk som kan påvirke kostnadsveksten for militært materiell, og hvordan dette kan slå ut for forskjellige typer materiell.

5.1 Trender som taler for lavere EKV-I i framtiden

5.1.1 Den kalde krigens slutt og Forsvarets reduserte prioritet i samfunnet

Da Berlinmuren ble revet i 1989 og Sovjetunionen oppløst i 1991, forsvant den bipolarere maktbalansen som hadde preget verden i nesten 50 år. Rivaliseringen mellom øst og vest og frykten for 3. verdenskrig, bidro til rivalisering innenfor utviklingen av en rekke våpensystemer. Viktigheten av å ha våpen på høyde med eller bedre enn motstanderens var trolig opplevd som mye viktigere i den kalde krigens setting enn det er i dag, da trusselen om eksistensielle konflikter og invasjon virket langt mer sannsynlig.

I dag er USA den suverene verdenshegemon og leder utviklingen på militære våpensystemer med svært stor margin. NATO er ikke lenger primært en allianse for å møte en overhengende militær trussel, men en mer løselig sammensatt organisasjon for kollektiv sikkerhet. Medlemmene av NATO har, med unntak av USA, nedprioritert forsvar etter den kalde krigens slutt, noe som har implikasjoner for hvor mye ressurser vestlige land legger i utviklingen av nye våpen.

Utviklingen av en rekke våpensystemer fra 90-tallet og på 2000-tallet var påbegynt under den kalde krigen. De kan dermed ses som en fortsettelse av utviklingen fra de foregående 50 år, men innkjøperne tilpasset seg ved å redusere kvantum i stedet for ytelse. Våpensystemene som produseres i dag, kan ta inn over seg den nye verdenssituasjonen og i større grad velge spesifikasjoner som er "gode nok". Dette kan bidra til lavere EKV-I-satser. Denne effekten vil trolig gjøre seg sterkest gjeldende på strukturelementene som var mest sentrale i våpenkappløpet under den kalde krigen. Undervannsbåter, kampfly og stridsvogner er eksempler på slike.

Imidlertid viser analysene fra kapittel 3 at EKV-I er et fenomen som har vedvart over lang tid. Kostnadsveksten for fregatter ser ut til å ha ligget i det samme leie helt tilbake til første halvdel av 1800-tallet. En eventuell reduksjon av EKV-I som følge av lavere spenninger internasjonalt kan dermed vise seg å være forbigående.

5.1.2 Større bruk av sivile systemer og delkomponenter

Under den kalde krigen var våpenindustrien ledende innenfor en rekke felter. Det var militære spesifikasjoner som bidro til å sette nye standarder for hva som ble ansett som mulig. Disse nyvinningene fikk kun mye senere sivile anvendelser. I dag er det i større grad det sivile markedet, og ikke minst IT-sektoren, som står for den teknologiske utviklingen. Leverandørene av våpen har dermed gått fra å utvikle teknologi fra bunnen, til i større grad å tilpasse nyvinninger i det sivile markedet til militære formål. Et eksempel på dette er kommando- og kontrollsystemer på undervannsbåter. Mens det tidligere var produsentene som utviklet all programvare fra bunnen av, er det i dag mer vanlig at kampsystemer består av en stor og økende andel av sivil informasjonsteknologi. På denne måten får Forsvaret lavere utviklingskostnader, samt større skala i produksjonen.

Men dessverre er det ikke slik at sivil teknologi kan kjøpes fra leverandør og anvendes direkte i Forsvaret. Forsvaret stiller helt andre krav til pålitelighet, ytelse, redundans og sikkerhet enn den gjennomsnittlige sivile kunde. Videre må ofte den sivile teknologien tilpasses for å kunne kommunisere med aldrende militær teknologi, og det er gjerne store kompatibilitetsproblemer. Tilpasning av de sivile systemene til militære formål blir dermed ofte kostnadskrevende og kan veie opp for deler av gevinsten ved bruk av sivile systemer.

5.1.3 Økt samarbeid mellom land

Den fallende eller flate utviklingen i mange lands forsvarsbudsjetter etter den kalde krigens slutt, sammen med voksende enhetskostnader, har ført med seg store utfordringer. Både små og mellomstore lands forsvar har vansker med å beholde sentrale komponenter i forsvarsstrukturen. Dette har ført til et økt fokus på internasjonalt samarbeid, både innen utvikling, anskaffelser og drift av strukturelementer. Som diskutert i kapittel 4.2.1, er dette et sentralt virkemiddel for å begrense EKV-I. Det er mulig at denne effekten vil gjøre seg gjeldende i årene som kommer. Joint Strike Fighter og Eurofighter er eksempler hvor utviklingen har tvunget land til å samarbeide for å dele utviklingskostnadene på flere enheter og land. Hvorvidt dette vil bidra til å redusere EKV-I i årene fremover er usikkert, da suksess avhenger av hvor godt de forskjellige landene klarer å samarbeide. Det er også verdt å merke seg at de historiske tallene for EKV-I også inkluderer bestrebelser for internasjonalt samarbeid. Samarbeidet må følgelig lykkes bedre enn tidligere for at det skal redusere EKV-I.

5.2 Trender som taler for høyere EKV-I i framtiden

5.2.1 Nettverksbasing i det norske Forsvaret og i NATO

Et av de viktigste utviklingstrekkene i militær teknologi og doktrine de siste 10-15 årene har vært en økende grad av kommunikasjon mellom ulike våpensystemer og enheter. I det norske Forsvaret tar dette form av en bevisst strategi hvor målet er et nettverksbasert Forsvar (NbF). Dette vil føre til at de forskjellige strukturelementene kan samarbeide bedre og mer effektivt sammen, og vil trolig bidra sterkt til norsk militær evne i årene som kommer. Denne utviklingen er imidlertid svært kostbar. For at forskjellige systemer skal kunne kommunisere effektivt, raskt og sikkert, kreves svært avanserte systemer. I tillegg stilles det i økende grad krav til sømløs kommunikasjon med Norges allierte i internasjonale operasjoner. Dersom Norge skal kunne være en relevant partner internasjonalt og kunne samarbeide med allierte styrker i Norge, er nettverksbasing en sentral forutsetning. Det kan være verdt å merke seg at mange av Norges strukturelementer i dag har en viss NbF-kapasitet, men at dette i mange tilfeller er blitt gjort mulig av modernisering og installering av kommunikasjonsutstyr etter den opprinnelige anskaffelsen. Kostnaden forbundet med NbF har dermed i liten grad vært inkludert i investeringsprisene de siste årene og kan gi høyere EKV-I frem mot neste generasjon materiell. Dette gjelder både komplekse luft- og sjøsystemer og enklere materiell som inngår i mekanisert infanteri til bruk i internasjonale operasjoner.

5.2.2 Økende fokus på beskyttelse i internasjonale operasjoner

Forsvarets oppgaver har endret seg siden slutten på den kalde krigen. I dag er internasjonale operasjoner en av de viktigste og mest ressurskrevende oppgavene Forsvaret har. Slike operasjoner har en helt annen begrunnelse enn bruk av Forsvaret til nasjonalt forsvar. Begrunnelsene for denne oppgaven er internasjonal solidaritet, behov for å støtte opp under internasjonale institusjoner, vise solidaritet i NATO og hindre brudd på menneskerettighetene. Innenfor en slik ramme er forståelsen og aksepten for tap av liv mye lavere enn i et scenario hvor den norske staten står overfor invasjon og tap av suverenitet. Denne utviklingen fører til at Forsvarets materiell må tilfredsstillere strengere krav enn tidligere. Både aktiv og passiv beskyttelse er blitt svært viktig for å beskytte norske soldater i utenlandstjeneste. Disse trendene vil bidra til høyere EKV-I for strukturelementer som er i bruk i internasjonale operasjoner, som eksempelvis stormpanservogner, pansrede personellkjøretøy, lett pansrede kjøretøy, helikoptere og håndvåpen.

5.2.3 Strukturelementer må håndtere flere scenarier

I tråd med utviklingen beskrevet i delkapittel 5.2.2, er det mange strukturelementer som nå spesifiseres for å kunne håndtere flere typer scenarier enn hva som var vanlig under den kalde krigen. Da var symmetrisk og høyintensiv krigføring i all hovedsak det eneste dimensjonerende bruksområdet for materiellet. I dag er asymmetrisk krigføring og fleksibilitet samt fredsopprettende- og fredsbevarende operasjoner viktige. Men nasjonalt forsvar og høyintensiv strid er fortsatt en hovedbegrunnelse for å opprettholde væpnede styrker, og stort sett alt materiell må også kunne anvendes til dette formålet. Dermed må listen med spesifikasjoner for materiellet utvides, og med det stiger også kostnaden.

5.2.4 Voksende regionale stormakter

Som tidligere nevnt har verdensbildet endret seg dramatisk etter den kalde krigens slutt. USA har hatt en dominerende rolle, men dette bildet er nå i ferd med å endres. Flere regionale stormakter opplever kraftig økonomisk fremgang. India, Kina og Russland er eksempler på land som er i ferd med å vokse frem som viktige stormakter. I langtidsplanen for Forsvaret for perioden fra 2009 til 2012 (St.prp. nr. 48, 2008) understrekes betydningen av denne utviklingen, og det konkluderes med at den kan føre til ”en gradvis reduksjon i USAs relative makt og innflytelse”.

En slik utvikling kan føre til økende rivalisering på militære kapasiteter. Det er denne type rivalisering som er den mest grunnleggende driveren bak EKV-I, og dersom den tiltar, vil EKV-I trolig også øke med den. Økende internasjonale spenninger vil kunne bidra til høyere EKV-I, særlig innenfor viktige, synlige og strategiske strukturelementer som kampfly, undervannsbåter, fregatter destroyere og missiler.

5.2.5 Ytterligere konsentrasjon av markedet for forsvarsmateriell

Kapittel 2.3 tok for seg markedet for forsvarsmateriell. Det ble konkludert med at en ytterligere konsentrasjon på leverandørsiden vil kunne føre til monopoldannelser i visse deler av markedet. Dette medfører en risiko for at leverandører tar ut høyere fortjeneste, og at prisene stiger. En slik utvikling vil imidlertid være av en slik karakter at den ikke vil føre til *kontinuerlig* kostnadsvekst, men at prisene kan komme til å legge seg på et *høyere nivå* enn de ellers ville ha gjort. I en overgangsperiode er det allikevel mulig at dette utviklingstrekket vil kunne gi høyere EKV-I. Dette vil slå kraftigst ut for materiell hvor det allerede i dag er få leverandører, og hvor det er store etableringsbarrierer for nykommere. Eksempler på slikt materiell er store og avanserte fartøysklasser som undervannsbåt og fregatter, og kampfly. Spesialiserte og høyteknologiske nisjekapasiteter som krysserraketter og luftvern er også mulige kandidater for monopoldannelser.

5.2.6 Lavere skala

De stigende enhetsprisene for forsvarsmateriell sammen med flate eller fallende forsvarsbudsjetter, har de siste 15 årene ført til at det kjøpes stadig lavere kvanta av de fleste typer våpensystemer. Dette er et utviklingstrekk som også strekker seg lenger tilbake, og er beskrevet utførlig i kapittel 3. Det norske Forsvaret må leve med en slik utvikling også i fremtiden, men det er ingen grunn til å tro at den vil akselerere eller dempes. Det er imidlertid en fare for at en rekke strukturelementer nærmer seg et nivå hvor effektene av lavere skala i produksjonen får større konsekvenser for enhetsprisen. Dette gjelder særlig for strukturelementer med store utviklingskostnader og lave volum.

5.3 Anbefalte satser til KOSTMOD

FFI utfører langsiktige kostnadsberegninger av Forsvarets struktur i et 20-årsperspektiv til støtte for Forsvarets langtidsplanlegging. For dette formålet er det utviklet en egen datamodell, KOSTMOD, som regelmessig blir oppdatert med ny kostnadsinformasjon. KOSTMOD beskriver i hovedsak alle Forsvarets avdelinger med tilhørende ressursbehov for personell, materiell og EBA. Hver ressurs er detaljert beskrevet med hensyn til beholdning, type, aldersfordeling,

levetider og kostnader forbundet med drift og gjenanskaffelse. For å kunne estimere fremtidige kostnader forbundet med å gjenanskaffe strukturelementer, er det avgjørende å ha god kunnskap om EKV-I. Dette er særlig viktig for estimering av kostnader for investeringer langt ut i planleggingsperioden, da resultatet av EKV-I er eksponentiell kostandsvekst.

EKV-I til bruk i KOSTMOD fastsettes i dag med utgangspunkt i en matrise hvor strukturelementets stridsrolle og teknologiske utvikling er de avgjørende faktorer. Denne matrisen ble utviklet i forbindelse med MFU-03 (Forsvarsjefen, 2003) og ble presentert for første gang i Dalseg (2002). Før denne rapporten hadde det ikke vært noen større revisjon av EKV-I-satser i KOSTMOD siden Forsvarsstudie-91. Matrisen som fortsatt brukes, har satser for EKV-I fra 0 % til 6 % (se Figur 5.1).

		Teknologisk utvikling		
		Lav	Middels	Høy
Rolle	Støttende	0 %	0 %	2 %
	Stridsstøttende	0 %	2 %	4 %
	Stridende	2 %	4 %	6 %

Figur 5.1 EKV-I-matrise fra Dalseg (2002)

I tråd med erfaringene fra denne studien er det naturlig å revidere EKV-I-matrisen. Teknologisk utvikling tas ut av EKV-I-matrisen og erstattes av *betydning for militær evne*. Med dette menes strukturelementets bidrag til forsvarsstrukturens totale effekt. Det er i denne sammenheng verdt å merke seg at det er snakk om betydningen for forsvarsevnen av å ha state of the art-teknologi, sett i forhold til et våpensystem med gammel teknologi og lavere ytelse. Et strukturelement antas å ha høy betydning for forsvarsevnen dersom forsvarsevnen øker vesentlig med økt ytelse for plattformen.

Det er to hovedbegrunnelser for å ta teknologisk utvikling ut av matrisen. Den første er at teknologisk utvikling er et upresist begrep i denne sammenhengen. Økende og fordyrende ytelse på militære kapasiteter kan like gjerne skyldes anvendelse av allerede eksisterende teknologi eller at det benyttes mer av en eksisterende teknologi. Den andre begrunnelsen er mer fundamental. Det er vanskelig å forutsi hvorvidt et våpensystem kommer til å ha høy teknologisk utvikling før en kan se tilbake på utviklingen og fastslå at det har hendt. Så selv om teknologisk utvikling kan være fordyrende, er det nyttigere å benytte en parameter som kan observeres i dag, og som antas å være dimensjonerende for den teknologiske utviklingen senere. Betydning for forsvarsevne er en slik parameter. Det er selvfølgelig ikke uproblematisk å vurdere forskjellige strukturelementers effekt opp mot hverandre på denne måten, særlig med tanke på at det er viktige samspilleeffekter å ta hensyn til. Men en grovvurdering av strukturelementets *relative* bidrag til totaleffekten vil kunne bidra til å øke presisjonen i kostnadsoverslagene i langtidsplanleggingen og inkluderes derfor her som en faktor.

Med utgangspunkt i erfaringene fra kapittel 3 kan det synes som om stridsrolle er en lite relevant parameter i forhold til å vurdere fremtidig EKV-I. Håndvåpen har for eksempel en stridende rolle, men har allikevel en lav EKV-I. Produksjonsforholdene antas å være av avgjørende betydning for EKV-I og tas derfor inn i matrisen i stedet for stridsrolle. Dette er i tråd med diskusjonene i kapittel 2.2 samt funnene i kapittel 3. Derfor skilles det i matrisen mellom våpensystemer som produseres i lav, middels og stor skala. Fokuset er i denne sammenhengen på de relative størrelsene på skalafordelene mellom våpensystemene. For eksempel vil en produsent av håndvåpen ha større skala i produksjonen enn en produsent av for eksempel fregatter.

Videre er fokuset på egenbeskyttelse stadig økende i mange land, ikke minst i Norge. Dette er blant annet et resultat av redusert fokus på eksistensielt forsvar og økt vektlegging av internasjonale operasjoner. Dermed har sannsynligheten for tap av både materiell og personell i de daglige operasjonene økt betraktelig, samtidig som toleransen for tap er vesentlig lavere enn ved forsvar av eget territorium. Det kan synes som om sikkerhet og beskyttelse har blitt en viktig driver når det gjelder utviklingen av nye våpensystemer. Ikke minst har dette vist seg i den høye kostnadsveksten for stormpanservogner. Denne trenden vil trolig gjøre seg mest gjeldende for store og viktige våpensystemer som blir viet stor oppmerksomhet ved eventuelle tap. På grunn av det sterke fokuset på egenbeskyttelse innføres *risiko for tap* som en tredje parameter i EKV-I matrisen. Den nye matrisen er presentert i Figur 5.2.

		Betydning for forsvarsevne		
		Lav	Middels	Høy
Skala i produksjonen	Høy	lav risiko / høy risiko	lav risiko / høy risiko	lav risiko / høy risiko
	Middels	lav risiko / høy risiko	lav risiko / høy risiko	lav risiko / høy risiko
	Lav	lav risiko / høy risiko	lav risiko / høy risiko	lav risiko / høy risiko

Figur 5.2 EKV-I matrise

Ved innplassering av våpensystemene i en EKV-I-matrise bør både historisk EKV-I og mulige fremtidige utviklingstrekk vurderes. Videreføring av de historiske satsene er i utgangspunktet en konservativ og rimelig fremgangsmåte ved estimering av fremtidige vekstrater. Kapittel 5.1 og 5.2 tar imidlertid for seg en rekke momenter som taler for både lavere og høyere EKV-I i fremtiden. Det er svært vanskelig å veie de forskjellige momentene opp mot hverandre da både sannsynligheten for og konsekvensen av at de inntreffer er ukjent. En ren opptelling av antall momenter taler for høyere EKV-I fremtiden da det pekes på kun tre trender som kan trekke fremtidig EKV-I ned, mens hele seks trender antas å kunne føre til høyere EKV-I i fremtiden. Det er ikke belegg for å kunne anta generelt lavere EKV-I-satser for alle våpensystemene i fremtiden, og de historiske satsene bør være et naturlig utgangspunkt for konkrete vurderinger av hvert

enkelt våpensystem. Figur 5.4 antyder nivået på EKV-I gitt ulike kjennetegn ved våpensystemene. I Figur 5.4 plasseres de forskjellige våpensystemene som er analysert i denne studien, tentativt i EKV-I-matrisen. Denne vurderingen er basert både på de empiriske studiene i kapittel 3 og vurderinger av fremtidig utvikling.

		Betydning for militær evne		
		Lav	Middels	Høy
Skala i produksjonen	Høy	0 0-1	0-1 1-2	1-2 2-4
	Middels	0-1 1-2	1-2 2-4	2-4 4-6
	Lav	1-2 2-4	2-4 4-6	4-6 6-8

Figur 5.3 Veiledende EKV-I-satser til bruk i KOSTMOD (tall angir prosent)

		Betydning for militær evne		
		Lav	Middels	Høy
Skala i produksjonen	Høy	Rifler		
	Middels	Helo	MBT Transp.fly IFV	
	Lav	MTB	SSK	Kampfl. Fregatt Radar

Figur 5.4 Veiledende plassering av våpensystemer for estimering av fremtidig EKV-I-sats

Når det gjelder *rifler* og andre håndvåpen, kjennetegnes produksjonen av disse ved masseproduksjon og tilhørende lav kostnadsvekst. Dette kombinert med en relativt lav betydning for Forsvarets totale ytelse fører til lav EKV-I sett i forhold til andre våpensystemer. Denne situasjonen har kjennetegnet markedet for håndvåpen de siste 150 årene, og det er liten grunn til å tro at dette vil endre seg i den overskuelige fremtid. Imidlertid kan en sterk tilstedeværelse av infanteri i internasjonale operasjoner føre til økt fokus og bevissthet rundt håndvåpnenes ytelse, som isolert sett kan bidra til noe høyere EKV-I.

Det antas at å inneha det beste *transporthelikopteret* har en relativt sett lav betydning for forsvarsevnen. Imidlertid kan produsentene til en viss grad utnytte skalafordeler i produksjonen,

særlig antas det å være synergier ved produksjon av sivile helikoptre. Helikoptre har vist seg å være sårbare i internasjonale operasjoner, og det antas dermed at fokus på beskyttelse isolert sett vil bidra til høyere EKV-I. Dermed plasseres helikoptre i ett spenn på 1 til 2 %, noe som innebærer en reduksjon i forhold til historiske satser. Denne reduksjonen begrunnes i at helikoptre antas å ha blitt en moden teknologi, i tillegg til at det er potensial for økt utnyttelse av skalafordeler

For *missiltorpedobåter* vurderes det som mest sannsynlig med en videreføring av det relativt moderate nivået på EKV-I, mellom 1 og 2 %. Det presiseres at Skjold-klassen ikke vurderes som en videreføring av MTB-konseptet. Missiltorpedobåter vurderes til å ha lav til middels betydning for forsvarsevnen. Det har vært små produksjonsserier for denne typen fartøy, noe som isolert sett bidrar til en noe høyere EKV-I. Trusselen for tap av personell og materiell i internasjonale operasjoner er lav for MTB-er, både på grunn av oppdragenes art og trusselbildet i scenarioer hvor disse fartøyene tradisjonelt har vært benyttet.

Transportfly har historisk hatt en høy EKV-I, noe som delvis kan forklares med en sterk kapasitetsøkning for plattformen. Per fly har EKV-I vært om lag 7,5 %, mens den har vært ca 4 % dersom det korrigeres for vekt. Det antas at denne høye kostnadsveksten vil reduseres noe. Denne oppbremsingen vil hovedsakelig skyldes et redusert fokus på økninger i kapasitet, samt et fortsatt potensial for utnyttelse av skalafordeler. Transportfly er heller ikke i særlig grad utsatt for risiko i internasjonale operasjoner, noe som vil være med på å trekke EKV-I ned.

Stormpanservogner antas å ha middels stor betydning for den totale forsvarsevnen, samtidig som skalaen i produksjonen er middels. Dette bidrar til å holde EKV-I for stormpanservogner på et moderat nivå. Imidlertid er eksponeringen i internasjonale operasjoner vurdert til å være høy, noe som trekker kostnadsveksten opp. Det antas at EKV-I vil ligge i det øvre sjiktet i intervallet 2 til 4 %, noe som medfører en liten nedgang i forhold til den historiske utviklingen. Det bør i denne sammenheng presiseres at landstridskrefter som opererer i forband, dvs. såkalt "combined arms", er mye mer effektive enn isolerte enheter. Det er dermed vanskelig å isolere et enkelt elements bidrag til helheten. Det kan allikevel la seg gjøre ved å redusere ytelsen til et enkelt system kraftig, og se hvilken effekt dette har på den totale forsvarsevnen.

Stridsvogner antas likeledes å ha middels stor betydning for den totale forsvarsevnen, samtidig som skalaen i produksjonen er middels. Dette bidrar på samme måte som for stormpanservogner til å holde EKV-I på et moderat nivå. Imidlertid er eksponeringen i internasjonale operasjoner noe lavere for stridsvogner. Det antas dermed at EKV-I vil ligge i det nedre sjiktet i intervallet 2 til 4 %, noe som innebærer en videreføring av den historiske utviklingen.

Undervannsbåter (SSK) antas å ha middels til stor betydning for forsvarsevnen. Dette våpensystemets strategiske rolle har historisk vært med på å holde enhetskostnadsveksten på et høyt nivå. SSK produseres i små serier, men det synes likevel å være et uutnyttet potensial for effektivisering av produksjonen ved gjenbruk av teknologi og større bruk av hyllevarer (Jahnsen et. al., 2008). Sammen med en noe lavere strategisk betydning kan dette bidra en reduksjon i

EKV-I for SSK. Det er rimelig å anta at EKV-I vil plassere seg i det øvre sjiktet i intervallet 2 til 4 %.

Fregatter vurderes å ha et høyt bidrag til forsvarsevnen. Slike avanserte våpensystemer har i dag en sentral rolle i et nettverksbasert forsvar og har god kapasitet til anti-overflate, anti-ubåt samt luftvern. Dette er med på å holde enhetskostnadsveksten oppe for dette våpensystemet. Videre er det vanskelig å utnytte stordriftsfordelene i produksjonen av fregatter slik at utviklingskostnadene må fordeles på få enheter. Hovedårsaken til dette er at det kjøpes relativt få enheter om gangen, selv i et globalt marked. Fregatter er imidlertid lite utsatt i internasjonale operasjoner. Det antas at EKV-I for fregatter vil legge seg i det nedre sjiktet i intervallet 4 til 6 %, noe som innebærer om lag en videreføring av den historiske utviklingen.

Store luftovervåkningsradarer har historisk sett hatt en høy EKV-I, noe som reflekterer deres store strategiske betydning. Det er vanskelig å forutse hvorvidt denne utviklingen vil fortsette. Det er fortsatt uløste utfordringer for radartechnologien når det gjelder stealthteknologi, noe som kan være en driver for EKV-I. På den andre siden eksisterer det store utfordringer knyttet til egenbeskyttelse og overlevelse i strid, noe som kan føre til at konseptet med immobile lufradarer får mindre strategisk betydning.

Kampfly har en svært sentral betydning for et lands forsvarsevne. Kontroll av luftrommet har i de siste symmetriske konfliktene vist seg å være avgjørende, og det er lite som tyder på at dette ikke vil være tilfellet ved slike konfrontasjoner også i overskuelig fremtid. Allikevel antas det at EKV-I for kampfly i fremtiden blir noe lavere enn den historiske utviklingen skulle tilsi, fordi risikoen i internasjonale operasjoner som antas å være en viktig driver for den videre utviklingen er lav. Produksjonsseriene for kampfly har kontinuerlig blitt mindre de siste 50 årene, og en slik utvikling bidrar til høy EKV-I. Imidlertid kan dette til en viss grad kompenseres ved internasjonalt samarbeid og bruk av sivil teknologi og hyllevare, slik det kan synes som om flere produsenter forsøker å gjøre i dag. Totalt sett vurderes skala i produksjon av kampfly som lav.

6 Oppsummering

6.1 Sammendrag

I kapittel 2 gir rapporten et grundig innblikk i årsakene til enhetskostnadsvekst på investeringer (EKV-I) i Forsvaret. Sterk konkurranse for å besitte de beste militære våpensystemene, medfører at kravene til våpensystemenes kvalitet øker betydelig mellom generasjoner. Som følge av denne kontinuerlige kvalitetsforbedringen, øker både utviklings- og produksjonskostnadene for våpensystemer raskere enn den generelle inflasjonen. Lavere skala i produksjonen bidrar til å forsterke denne effekten ved at utviklingskostnadene kan fordeles på stadig færre enheter. Disse kjennetegnene ved produksjonen av forsvarsmateriell er hovedårsaken til at man erfarer en betydelig enhetskostnadsvekst for mange typer våpensystemer. I tillegg påvirker andre markedsforhold, som konkurranse og proteksjonisme, prisnivået for militært materiell.

Når EKV-I vokser raskere enn forsvarsbudsjettet er en nedskalering av forsvarsstrukturen uunngåelig. Dersom andre land har mindre avvik mellom veksten i forsvarsbudsjettet og EKV-I, vil den relative militære evnen bli dårligere. Så lenge man står overfor utfordringer med EKV-I, vil derfor realvekst i forsvarsbudsjettet, og til syvende og sist i BNP, være den beste måten å motvirke nedskaleringen av Forsvaret på. Hvorvidt det er ønskelig å motvirke en reduksjon av Forsvarets størrelse, er et politisk spørsmål.

Kapittel 3 inneholder en empirisk studie av det historiske nivået på EKV-I for ulike våpensystemer. Studien avdekker som forventet store forskjeller i EKV-I mellom ulike materielltyper, men enhetskostnadsveksten er uansett betydelig for alle våpensystemene som studeres. Den generelle tendensen er at man for de våpensystemene som historisk har hatt størst strategisk betydning og en økning i antall kapabiliteter og roller, observerer de høyeste EKV-I-satsene. Satsene varierer fra 1,25 % årlig for håndvåpen til 6,65 % for kampfly.

Videre gjøres det i kapittel 4 greie for ulike strategier som Forsvaret kan benytte for å begrense kostnadsveksten. Det vil neppe være mulig for Norge å unnsnippe spiralen med økende enhetskostnader som følge av stadige teknologiske forbedringer. Imidlertid kan det la seg gjøre å bidra til effektiv produksjon av militært utstyr, og på den måten gjøre kostnadene lavere enn de ellers ville ha vært. Dette kan først og fremst la seg gjøre gjennom internasjonalt samarbeid som kan bidra til å øke produksjonsvolumet av våpensystemene og således utnytte stordriftsfordelene i produksjonen. Det må imidlertid understrekes at bestrebelsene innenfor dette feltet neppe kan hindre vekst i investeringsprisene i fremtiden, men kun dempe veksten i en begrenset periode. Videre kan Forsvaret ved å foreta de riktige strategiske valgene få mer effekt ut av investeringsbudsjettet. Disse strategiske valgene vil særlig relatere seg til å vurdere alternative konseptuelle løsninger og gjøre bevisste valg av ambisjonsnivå for ulike deler av forsvarsstrukturen.

Kapittel 5 diskuterer trender som kan påvirke EKV-I i fremtiden. Økt bruk av sivile delkomponenter og økt internasjonalt samarbeid vil trolig bidra til å redusere EKV-I noe. Fraværet av den kalde krigen har bidratt til mindre rivalisering mellom verdens stormakter. Dette kan ha dempet presset på teknologisk utvikling av våpensystemer, men det er viktig å huske på at rivalisering foregår også i dag, selv om den er av mer asymmetrisk karakter. Dessuten ser man at regionale stormakter, som f.eks. Kina, vokser frem, hvilket over tid kan gi støtet til tiltakende rivalisering, raskere teknologiske forbedringer og høyere EKV-I. Videre kan både nettverksbasing av Forsvaret og økte interoperabilitetskrav øke enhetskostnadsveksten på investeringer. Mange strukturelementer må i dag håndtere både nasjonale og internasjonale scenarier, og sammen med lav toleranse for tap av liv i utenlandsoperasjoner, vil dette trolig trekke i retning av høyere EKV-I.

Det er vanskelig og krevende å gi konkrete anslag på hvor store effektene av disse trendene vil være. Et godt utgangspunkt for analyser av nivået på veksten i investeringspriser i fremtiden er at denne vil ligge på om lag det samme nivået som i dag. Men det er nærliggende å anta at visse våpensystemer vil kunne oppleve noe lavere vekst enn tidligere, andre noe høyere. Den sentrale driveren bak dette vil være trusselvurderinger og de forskjellige våpensystemenes relevans og bidrag til forsvarsevnen. Det understrekes at det bør gjennomføres selvstendige analyser av hvert enkelt våpensystem i anskaffelsesprosessen. Som et veiledende utgangspunkt for fastsettelse av fremtidig EKV-I, er det i denne rapporten utviklet en EKV-I-matrise. Matrisen bygger på at våpensystemenes strategiske betydning, sikkerhet og produksjonsskala er de viktigste driverne av EKV-I.

6.2 Videre arbeid

Enhetskostnadsvekst på investeringer i Forsvaret vil etter all sannsynlighet være viktig i Forsvarets langtidspanlegging i overskuelig fremtid. Omfanget av, nivået på og konsekvensene av EKV-I kan imidlertid variere over tid. Av den grunn er det viktig å videreutvikle innsikten med jevne mellomrom, spesielt med tanke på empirisk dokumentasjon.

Det er potensial for å gjøre dybdestudier innenfor alle tiltakene for å håndtere EKV-I som skisseres i kapittel 4. Identifikasjon av alternative kapasiteter er et eksempel på tiltak som kan redusere investeringskostnaden uten å redusere forsvarsevnen betydelig. En grundig studie av dette vil kreve et større innslag av militærfaglige vurderinger enn det er funnet rom for i denne rapporten. FFI er allerede involvert i arbeid med å identifisere nye teknologitrender for forsvarsmateriell. En tettere kobling av dette arbeidet med innsikt i EKV-I, kan være én måte å studere muligheten for mer kostnadseffektive anskaffelser nærmere på.

EKV-I oppstår hovedsakelig pga økende teknologisk kompleksitet og effekt på våpensystemer. Med dette kommer også mer avanserte reservedeler, økte krav til kompatibilitet og behov for mer spesialisert arbeidskraft. I lys av dette er det interessant å se nærmere på konsekvensene av EKV-I i et levetidskostnadsperspektiv (LCC). Dersom man klarer å belyse totalkostanden for et system gjennom levetiden på en bedre måte, vil dette bidra til å gjøre beslutningsgrunnlaget i investeringsprosjekter enda bedre.

Referanser

Adelman, K. L. og Augustine, N. R., *The Defense Revolution - Strategy for the Brave New World*, Institute for Contemporary Studies, 1990.

Buzan, B. og Herring, E., *The Arms Dynamics in World Politics* Lynne, Rienner, 1998.

Dalseg, R., *Teknologisk fordyrelse i Forsvaret*, FFI/Rapport-2002/01050, 2002.

Det Kongelige Forsvarsdepartementet, St.prp. nr. 48 (2007-2008): *Et forsvar til vern om Norges sikkerhet, interesser og verdier*, 2008.

Det Kongelige Forsvarsdepartementet, St. meld. nr. 38 (2006-2007): *Forsvaret og industrien - strategiske partnere*, 2007.

Det Kongelige Forsvarsdepartementet, St.prp.nr. 42 (2003-2004): *Den videre moderniseringen av Forsvaret i perioden 2005-2008*, 2004.

Dupuy, E. R. og Dupuy, T. N., *Collins Encyclopedia of Military History*, London: Book Club Associates, 1993.

Forsvarssjefen, *Forsvarssjefens militærfaglige utredning 2003*, 2003.

Forsvarssjefen, *Forsvarssjefens Forsvarsstudie 2007*, 2007.

Hartley, K., *Defence Industrial Policy in a Military Alliance*, Journal of Peace Research Vol. 43 (4), July 2006.

Hartley, K., *The Arms Industry, Procurement and Industrial Policies*, i *Handbook of Defence Economics Vol. 2: Defense in a Globalized World*. K. Hartley and T. Sandler, Eds. Elsevier B. V., 2008, pp. 1139-1176.

Hanevik, K. E., *Norske Militærgevær etter 1867*, 1998.

Jahnsen, B., Høy, T., Kvalvik, S., Lørdøen, S., MacDonald, R., Mandt, M., Melkevik, A., og Smith, S., *Forstudie fremtidige undervannsbåter - teknologi og kostnadsutvikling*, FFI/Rapport-2007/02106, 2008. BEGRENSET.

Johansen, P. K. og Berg-Knutsen, E., *Enhetskostnadsvekst i Forsvaret*, FFI/Rapport-2006/00900, 2006.

- Kirkpatrick, D. L. I., *The Rising Cost of Defence Equipment - The Reasons and the Results*, Harwood Academic Publishers GmbH, Journal of Defence and Peace Economics, Vol. 6, Dec. 1995.
- Kirkpatrick, D. L. I., *Trends in the Costs of Weapon Systems and the Consequences*, Cafax Publishing, Journal of Defence and Peace Economics, Vol. 15(3), June 2004.
- Kirkpatrick, D. L. I. og Pugh, P. G., *Towards the Starship Enterprise - are the current trends in defence unit costs inexorable?*, Aerospace, May 1983.
- Laffont, J.-J. og Tirole, J., *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, MIT Press, 1993.
- Pløen, S. E., *Nye kampfly - investerings- og levetidskostnader*, FFI/Rapport-2005/00688, 2006.
- Pugh, P. G., *Source book of Defence Equipment Costs*, 2007.
- Terry, T., Jackson, S., Ryley, C., Jones, B., og Worwell, P., *Fighting vehicles*, Brassey's Vol. 7, 1990.
- The Comptroller and Auditor General HC 300 UK MOD, *Maximising the benefits of defence equipment and co-operation*, Jan. 2001.
- US General Accounting Office (GAO), *Tactical aircraft. Recapitalization Goals are not Supported by Knowledge-based F-22A and JSF Business Cases*, 2006.
- US General Accounting Office (GAO), *Defence Acquisitions: Assessment of Selected Weapons Programs*, 2006.
- US General Accounting Office (GAO), *Tactical Aircraft: Changing Conditions Drive Need for New F/A-22 Business Case*, Mar. 2004.
- Varian, H. R., *Microeconomic Analysis*, W. W. Norton & Company Ltd., 1992.

Appendix A Kostnadsdata for våpensystemer

A.1 Kostnadsdata for stormpanservogner

Kjøretøy	år	MNOK 07	Vekt	Pris / vekt	Kilde
M113	1960	2,4	12,3	0,2	FACET
YPR-765	1976	5,7	13,6	0,4	FACET
UAE BMP-3	1993	12,6	18,7	0,7	uaeinteract.com
Puma - Tyskland	2007	58,6	31,5	1,9	FFI
Kuwait Warrior	1995	18,1	24,5	0,7	SIPRI
India BMP-1	1979	4,7	13,5	0,4	Globalsecurity.org
CV9040 - Sverige	1993	25,5	26	1,0	FACET
CV9035 - Nederland	2007	32,6	26	1,3	Wikipedia
Bradley M2/3	1981	20,3	30,4	0,7	FACET
Stryker	2003	27,3	18	1,5	GAO
LAV III	2003	26,6	16,95	1,6	http://www.oag.govt.nz/2001/lav-lov/

Figur A.1 Kostnadsdata for stormpanservogner

A.2 Kostnadsdata for fregatter

Navn	MNOK 07	År	Kilde
Fregatten Freia	47	1828	Den Kongelige Norske Marines Fartøyer, Hefte 11 Stein Moen 1990
Dampfr. Kong Sverre	129	1860	Den Kongelige Norske Marines Fartøyer, Hefte 14 Stein Moen 1990
Tordenskjold-klassen	265	1897	Norsk Tidsskrift for Sjøvesens skriftserie - nummer 7
Eidsvoll-klassen	268	1899	Norsk Tidsskrift for Sjøvesens skriftserie - nummer 7
KNM Oslo	366	1964	Norges Forsvar, nr 10 1969
KNM Fritjof Nansen	5.675	2006	FFI
Knox Class Frigates	764	1965	http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/ff-1052.htm
Oliver Hazard Perry	4.780	1973	http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/ffg-7.htm
Freedom Class	2.657	2008	Congressional Budget Office
La Fayette (Kang Ding)	4.572	1989	http://www.globalsecurity.org/military/world/taiwan/kang-ding.htm
FREMM	3.482	2011	http://www.defenseindustrydaily.com
Broadsword Class	3.362	1988	http://www.btinternet.com/~warship/Today/type22.htm
Amazon Class Frigates	920	1974	http://www.battleships-cruisers.co.uk/amazon_class.htm
Sachsen class frigate	6.111	2003	Wikipedia
Ivar Huitfeldt-klassen	5.056	2010	www.navalhistory.dk
Type 23 Class Frigates	2.193	1990	House of commons Hansard skriftlig svar 05.07.01.
De Zeven Provinciën	3.218	1998	http://www.amiinter.com/samples/netherlands/NL1301.html

Figur A.2 Kostnadsdata for fregatter

A.3 Kostnadsdata for missil/torpedobåter

Fartøy	MNOK 2007	År	Kilde
Skjold	1.136	1999	FFI. Inkluderer alt, våpen, utvikling, anskaff etc
Tjeld	61	1961	Flåteplanen av 1960, Thorleif Pettersen, Oslo 1990
Storm	48	1967	Norges Forsvar nr 8-9, 1969.
Hauk	62	1980	FDs Fakta om Forsvaret 2002
Hamina	165	1999	www.akerasa.com

Figur A.3 Kostnadsdata for missil/torpedobåter

A.4 Kostnadsdata for kampfly

Type	År	MNOK 2007	Kilde
Meteor	1944	6	Kirkpatrick: Rising costs, falling budgets (...)
F-86 Sabre	1950	20	Kirkpatrick: Rising costs, falling budgets (...)
CF-100 CANUCK	1952	28	rcaf.com
Hunter	1955	21	Kirkpatrick: Rising costs, falling budgets (...)
F-86 Sabre	1957	35	FFI/Rapport-2002/01050: Teknologisk fordyrelse i Forsvaret
Lightning	1960	62	Kirkpatrick: Rising costs, falling budgets (...)
CF-101 VOODOO	1961	60	rcaf.com
F-104 G Starfighter	1964	95	FFI/Rapport-2002/01050: Teknologisk fordyrelse i Forsvaret
F-5A Freedom Fighter	1966	59	FFI/Rapport-2002/01050: Teknologisk fordyrelse i Forsvaret
F-15A Eagle	1974	271	Kirkpatrick: Rising costs, falling budgets (...)
F-16 Fighting Falcon	1980	103	FFI/Rapport-2002/01050: Teknologisk fordyrelse i Forsvaret
CF-18 (Hornet)	1982	266	rcaf.com
Tornado F2	1983	456	Kirkpatrick: Rising costs, falling budgets (...)
F-16	2000	564	www.f-16.net, www.armscmtrol.org
F-16	2002	490	www.warsawvoice.pl
F-16	2003	436	www.f-16.net
Eurofighter	2003	1.033	www.defense-aerospace.com
Eurofighter Typhoon	2004	985	www.defense-aerospace.com
Rafale C	2005	951	www.defense-aerospace.com
Jas-39 Gripen	2006	490	www.defense-aerospace.com
F-18E Super Hornet	2006	574	www.defense-aerospace.com
F-22A Raptor	2006	2.041	www.defense-aerospace.com
Eurofighter Typhoon	2007	721	www.bloomberg.com
Gripen Next Generation	2008	482	FFI/Rapport-2002/01050: Teknologisk fordyrelse i Forsvaret

Figur A.4 Kostnadsdata for kampfly

A.5 Kostnadsdata for transportfly

Type	År	MNOK 2007	Kilde
Barkley Grow	1941	3	rcaf.com
Boeing 247-D	1941	6	rcaf.com
CC-129 Dakota	1943	11	rcaf.com
Fairchild cc-119 BOXCAR	1952	27	rcaf.com
C130B	1960	84	rcaf.com
CC-115 Buffalo	1965	70	rcaf.com
C130H	1973	128	rcaf.com
C-141B Starlifter	1979	708	rcaf.com
C130H	1984	225	rcaf.com
Airbus A310 CC-150	1992	371	rcaf.com
A400M	2004	920	http://www.info.gov.za
C130J	2007	825	mil.no 29.06.07, aftenposten.no 29.06.07
C-17	2007	1.273	flightglobal.com, news.gc.ca
C130J	2008	483	Wikipedia.org & flightglobal.com, news.gc.ca

Figur A.5 Kostnadsdata for transportfly

A.6 Kostnadsdata for helikopter

Type	År	MNOK 2007	Kilde
Vertol H-21A	1954	18	rcaf.com
CH-124A Sea King	1963	53	rcaf.com
LynxMK-86	1978	388	Sipri
CH-47 Chinook	1978	274	Sipri
UH-60 Blackhawk	1979	99	Wikipedia.org
Bell 412 SP	1986	54	Hæren etter 2. verdenskrig (Hærestaben 1990), St.prop. 1. 86-87
CH-46 Sea Knight	1987	64	http://www.aeronautics.ru/nws002/military_aircraft_prices.htm
UH-60 Blackhawk	1989	117	Sipri
S-70/UH-60 Blackhawk	1992	103	Sipri
CH-53 Super Stallion	1994	232	http://www.aeronautics.ru/nws002/military_aircraft_prices.htm
MH-53 Sea Dragon	1994	232	http://www.aeronautics.ru/nws002/military_aircraft_prices.htm
SH-60B Seahawk	1994	253	http://www.aeronautics.ru/nws002/military_aircraft_prices.htm
Sikorsky H-92	2004	374	DefenseNews 07.04.2008
NH-90	2006	359	Military balance

Figur A.6 Kostnadsdata for helikopter

A.7 Kostnadsdata for stridsvogn

Type	Ar	MNOK 07	Kilde
Leo 1	1965	23	Fakta om Forsvaret:1970
LEO 2A6	2006	57	Wikipedia.org
LEO 2A5	2002	82	FMV
AMX-30B	1966	47	Sipri Arms Transfer Database
Abrams M1	1979	44	Sipri Arms Transfer Database
M-60A3 Patton 2	1960	23	Sipri Arms Transfer Database
Chieftain	1967	29	Sipri Arms Transfer Database
Challenger 1	1983	42	Janes.com
Challenger 2	1992	61	Fas.org
Merkava Mk 3	1990	39	The Jerusalem Post

Figur A.7 Kostnadsdata for stridsvogn

A.8 Kostnadsdata for tauet artilleri

Artilleri	År	MNOK 07	Kaliber	Kilde
M777	2002	40,4	155	Sipri
M198	1983	21,4	155	Sipri
G5 mk III	2001	15,6	155	Sipri
FH-70	1978	4,7	155	FACET
155-GH-52	2000	8,8	155	Sipri
TRF1 (Caesar)	2004	34,1	155	www.army-guide.com
LW-777	2002	14,5	155	FACET
GHn-45	1988	12,0	155	Sipri
52 APU SBT	2005	22,6	155	Janes
M-2A1	1955	3,4	105	FACET
M-204	1975	4,8	105	FACET
M-119	1986	6,9	105	FACET
M-102	1965	2,0	105	FACET
LG-1 mk II	1996	7,0	105	Sipri
LG-1	1970	7,5	105	FACET
L-118	1975	3,8	105	FACET

Figur A.8 Kostnadsdata for tauet artilleri

A.9 Kostnadsdata for håndvåpen

Våpen	År	MNOK 07	Kilde
M/1867 Remington	1868	3.456	Norske Militærgeværer etter 1867
M/1882	1882	2.259	Norske Militærgeværer etter 1867, 'Karl Egil Hanevik 1998
M/1884 Jarmansgevær	1884	4.518	Norske Militærgeværer etter 1867
M/1894 Krag-Jørgensen	1894	3.595	Norske Militærgeværer etter 1867
M/1894 Krag-Jørgensen karabin	1898	3.219	Norske Militærgeværer etter 1867
M/1912 Krag-Jørgensen karabin	1912	2.467	Norske Militærgeværer etter 1867
M/1925 Skarpskytter	1925	4.706	Norske Militærgeværer etter 1867
M/1930 Skarpskytter	1930	5.478	Norske Militærgeværer etter 1867
M7 Skarpskytter	1957	7.511	Norske Militærgeværer etter 1867
AG3	1966	8.011	Fakta om Forsvaret 1999
Mauser Kar98k	1938	3.127	FACET
AK-47	1947	6.894	FACET
AK-47 (secondary sources),	1947	9.721	FACET
Heckler & Koch G3	1952	9.721	FACET
USA M16,	1960	5.420	FACET
Galil,	1970	9.721	FACET
FAMAS	1985	12.797	FACET
CETMEL 5.56mm	1986	14.683	FACET
SA-80	1986	8.186	FACET
Diemaco C-7	1994	12.797	FACET
Heckler & Koch G3	1996	7.642	FACET
SA-80 (reworked)	2001	13.708	FACET
HK416	2007	18.293	Aftenposten

Figur A.9 Kostnadsdata for håndvåpen