

Realkostnadsvekst i Forsvaret – betydningen av innsatsfaktorenes substitusjonsmulighet

Steinar Gulichsen og Karl R. Pedersen (SNF)

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

1. mars 2012

FFI-rapport 2011/02404

1151

P: ISBN 978-82-464-2066-0

E: ISBN 978-82-464-2067-7

Emneord

Realkostnadsvekst

Enhetskostnadsvekst

Substitusjonselastisitet

Langtidsplanlegging

Godkjent av

Sverre Kvalvik

Prosjektleder

Espen Berg-Knutsen

Forskningssjef

Espen Skjelland

Avdelingssjef

Sammendrag

FFI har gjennom mange år studert fenomenet enhetskostnadsvekst (EKV) og dets betydning for Forsvarets langtidsplanlegging. Disse analysene kan deles inn i henholdsvis kvantitative analyser, med fokus på historisk utvikling, og teoretiske studier med fokus rettet mot bedre forståelse av fenomenet EKV. Gjennom prosjektet Realkostnadsvekst i offentlig sektor (ROS) har fokus vært rettet mot den teoretiske forståelsen av grunnlaget for kostnadsvekst i offentlig sektor og Forsvaret. I Gulichsen et al. (2010) ble et teoretisk rammeverk for realkostnadsvekst, basert på standard vekstteori, etablert. Det ble i rammeverket forutsatt såkalt Cobb-Douglas-teknologi i produksjonen av forsvarsgoder. Dette innebærer at vi antar at Forsvaret relativt enkelt kan erstatte innsatsfaktorer ettersom de blir dyrere, for å minimere kostnadene. Dette kalles substitusjon. I denne rapporten løses denne forutsetningen opp og rammeverket utvides til også å ta høyde for situasjoner med lavere substitusjonselastisitet mellom innsatsfaktorene.

Rammeverket som etableres i denne rapporten tydeliggjør betydningen substitusjonselastisiteten har på realkostnadsveksten knyttet til produksjon av en vare eller tjeneste. Videre benyttes det utvidede rammeverket til å synliggjøre viktigheten av å ta hensyn til substitusjonsproblematikk i Forsvarets langtidsplanlegging. Beslutninger som påvirker Forsvarets evne til substitusjon mellom innsatsfaktorer vil kunne føre til en endret realkostnadsvekst i sektoren, alt annet like. Realkostnadsveksten, definert som vekst i kostnad per enhet output, vil ikke i like stor grad bli kompensert som enhetskostnadsveksten, som beskriver vekst i kostnader per enhet innsatsfaktor.

English summary

FFI has over a long time period studied unit cost escalation (UCE) and its implications for long term defence planning within the Armed Forces. The studies can be divided into quantitative analyses and theoretical studies. The quantitative analyses have focused on documenting the historical development of the UCE factors whereas the theoretical studies have been directed towards establishing a better understanding of the phenomenon as such. Through the project Real term cost growth in the public sector (ROS) the focus has been on the theoretical understanding of and the basis for cost growth in the public sector. In Gulichsen et al. (2010) a theoretical framework for real term cost growth was established based on standard growth theory. A fundamental assumption in this framework was the use of Cobb-Douglas technology in the production of defence goods. This means that we assume that the defence sector relatively easy can replace more expensive input factors in order to minimize the costs. This is termed substitution. In this report that assumption is removed in order to expand the framework, to include situations with a lower substitution elasticity.

The framework established in this report illustrates the importance of substitution elasticity on the real term cost growth connected with the production of defence goods. Furthermore the extended framework is used to make clear the importance of considering substitution elasticity issues in the long term defence planning. Decisions that affect the Armed Forces ability to substitute between input factors could affect real term cost growth. Real term cost growth, defined as cost growth per unit of output, will not be compensated to the same degree as the unit cost escalation, which measures the cost growth per unit of input.

Innhold

	Forord	6
1	Innledning	7
2	Teoretisk rammeverk	9
2.1	Kalibrering av modellen	11
2.2	Hierarki av aggregater	14
3	Betydning for Forsvarets realkostnadsvekst	14
3.1	Kostnadmessige implikasjoner for Forsvaret	15
3.2	Styring på innsatsfaktorer	15
3.3	Eksterne påvirkninger på Forsvarets realkostnadsvekst	17
4	Avslutning	18
	Appendix A Faktorpris- og produktivitetsdynamikk	20
	Forkortelser	22
	Referanser	23

Forord

Gjennom FFI-prosjekt ”Realkostnadsvekst i offentlig sektor” (ROS) har FFI i samarbeid med Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF) ved Norges Handelshøyskole (NHH) etablert et teoretisk rammeverk for en bedret forståelse av real- og enhetskostnadsvekst i Forsvaret, blant annet dokumentert i Gulichsen et al. (2010). Dette har vært et viktig bidrag for å sikre at FFIs innspill til Forsvarsdepartementets langtidsplanlegging er godt teoretisk fundamentert. Denne rapporten er skrevet i samarbeid med professor Kåre Petter Hagen og førsteamanuensis Karl Rolf Pedersen. Pedersen har skrevet det meste av rapportens kapittel 2, mens resten av rapporten er ført i pennen av forsker Steinar Gulichsen ved FFI.

1 Innledning

Historisk har det vært en betydelig vekst i enhetskostnader både på drifts- og investeringssiden i Forsvaret. Begrepet enhetskostnadsvekst (EKV) beskriver fenomenet som forårsaker at Forsvarets utgifter årlig vokser utover generell inflasjon (KPI). Det er ulike årsaker og sammenhenger som påvirker de ulike EKV-størrelsene. I denne rapporten vil vi utvide den teoretiske forståelsen for EKV–D-begrepet som tidligere er etablert i Gulichsen et al. (2010). Dette gjøres for å oppnå hensikten med rapporten, som er å belyse hvordan strategiske valg knyttet til substitusjonsmuligheten mellom innsatsfaktorer påvirker realkostnadsveksten i Forsvaret.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har gjennom en rekke rapporter de senere årene dokumentert og analysert fenomenet enhetskostnadsvekst (EKV)¹. Betydningen for Forsvaret er også belyst gjennom de ulike strategiske planleggingsprosessene som har vært gjennomført etter den kalde krigens slutt, da konsekvensene, for Forsvaret, av EKV ble forsterket av en stagnerende budsjett-utvikling.² Studiene av EKV som har vært gjennomført ved FFI har vært både empiriske og teoretiske. På den ene siden har fokus vært rettet mot å dokumentere den historiske utviklingen Forsvaret har erfart. På den andre siden har fokus vært rettet mot å forstå fenomenet EKV ut fra et mer teoretisk perspektiv. Denne teoretiske forståelsen har så dannet grunnlaget for å anslå fremtidige verdier som kan benyttes i de strukturkostnadsberegningene FFI gjennomfører til støtte for den langsiktige planleggingen i Forsvaret.

Denne rapporten har primært en teoretisk vinkling og bygger i stor grad på arbeidet dokumentert i Gulichsen et al. (2010). En sentral forutsetning for modellverket i den rapporten er antagelsen om Cobb-Douglas teknologi og dermed relativt gode substitusjonsmuligheter mellom innsatsfaktorene i produksjonsfunksjonen (substitusjonselastisitet lik 1). Vi vil i det følgende løse opp denne forutsetningen og synliggjøre hvordan ulike grader av substitusjonselastisiteter vil kunne påvirke realkostnadsveksten i Forsvaret. Alle valg har konsekvenser, og det er viktig å være klar over disse konsekvensene på et tidlig

Substitusjon

Substitusjonselastisitet uttrykker muligheten for å substituere, eller ”bytte”, en innsatsfaktor mot en annen når prisene på innsatsfaktorene endres. Substitusjonselastisiteten kan variere mellom 0 og uendelig (∞). I en situasjon med substitusjonselastisitet lik 0, også kalt Leontief-teknologi, vil det ikke være mulig å substituere innsatsfaktorer mot hverandre, og således er det kun én kombinasjon av innsatsfaktorer som er mulig. Ved substitusjonselastisitet lik 1, også kalt Cobb-Douglas-teknologi, eksisterer det relativt gode substitusjonsmuligheter mellom innsatsfaktorene. Det betyr at en endring i prisen på en innsatsfaktor vil føre til en endring i bruken av de ulike innsatsfaktorene. Endringens størrelse vil avhenge av helningen på isokostkurven (se figur 2.2), som bestemmes av forholdet mellom prisene på innsatsfaktorene.

¹ Se Nesset & Wessel (1995), Gulichsen (2003), Dalseg (2003), Kjærnsbæk et al. (2005), Dahl (2005), Johansen & Berg-Knutsen (2006), Kvalvik & Johansen (2008), Kværner (2010) og Gulichsen et al. (2010) for en gjennomgang av EKV-forskningen på FFI.

² Målt mot utviklingen i konsumprisindeksen. Se for øvrig Vatne (2012) for en gjennomgang av utviklingen i forsvarsbudsjettet og andre makroøkonomiske trender av betydning for Forsvaret.

tidspunkt slik at beslutningen fattes på riktig grunnlag. Realkostnadsvekst påvirker Forsvarets økonomiske handlingsrom, og enhver beslutning som vil kunne være med på å påvirke størrelsen på realkostnadsveksten er derfor interessant å studere.

Det er gjort lite empirisk forskning på substitusjonselastisiteter knyttet til tilbud av forsvarstjenester, og det er derfor vanskelig å anslå nøyaktig hvilke faktorer som er korrekte. Dette er for øvrig tilfellet for de fleste sektorer. Duncombe (1992) er et eksempel på en studie som faktisk har analysert denne problemstillingen, i leveranse av brannverntjenester. Et av funnene i artikkelen er at virkeligheten befinner seg et sted mellom Cobb-Douglas og Leontief³ teknologi, selv om man ofte forutsetter en av disse teknologiene. Forutsetningen i Gulichsen et al. (2010) om substitusjonselastisitet lik 1 mellom innsatsfaktorene (Cobb-Douglas) er en vanlig forutsetning i slike modeller, selv om det er en forenkling av virkeligheten. Konsekvensen av forutsetningen er at realkostnadsveksten kan bli noe underestimert dersom substitusjonselastisiteten er lavere enn 1. Det vil likevel være interessant å forsøke å synliggjøre effekten på realkostnadsveksten dersom forutsetningen om substitusjonselastisitet lik 1 ikke holder.

I Gulichsen et al. (2010) defineres to begreper; Enhetskostnadsvekst og Realkostnadsvekst. Enhetskostnadsvekst defineres som *kostnadsutviklingen for innsatsfaktorer i produksjonen* mens realkostnadsvekst defineres som *kostnadsvekst, per enhet output, korrigert for endringer i effektivitet*. Denne forskjellen mellom begrepene er viktig å ha med seg i den etterfølgende diskusjonen om betydningen av ulik substitusjonselastisitet.

I denne rapporten vil vi vise at en reduksjon i substitusjonselastisiteten vil øke kostnadene knyttet til produksjon av en vare eller tjeneste, når prisene for en innsatsfaktor øker og alt annet holdes konstant. Dette betyr med andre ord at det er *realkostnadsveksten* knyttet til produksjonen av varen eller tjenesten som øker, og ikke *enhetskostnadsveksten*. Bruken av unødvendig dyre innsatsfaktorer bidrar altså ikke til å øke kostnadene per enhet innsatsfaktor, men snarer til å øke kostnadene for å produsere varen eller tjenesten, for eksempel et forsvarsgode.

Målgruppen for rapporten er personell i FD, FST og FFI, som arbeider med problemstillinger knyttet til Forsvarets langsiktige innretting.

Rapporten er bygd opp på følgende måte. I kapittel 2 etableres et teoretisk rammeverk for å analysere konsekvensene av ulik substitusjonselastisitet bygget på mikroøkonomisk teori. I kapittel 3 benyttes det teoretiske rammeverket til å analysere konsekvensene for Forsvaret, før kapittel 4 avslutter og konkluderer.

³ Leontief teknologi forutsetter fravær av substitusjon mellom innsatsfaktorene.

2 Teoretisk rammeverk

Anta at det brukes to innsatsfaktorer, arbeidskraft, L , og et vareaggregat, H , i produksjon av en vare/tjeneste, G . Faktorprisene, w og Π_H ⁴, endres (eksogent) over tid. Hvor sterkt disse faktorprisendringene påvirker kostnadene for varen/tjenesten avhenger kritisk av muligheten til å bytte ut en faktor som blir dyrere med den andre faktoren. Substitusjonselastisiteten er et mål på denne (teknologisk bestemte) muligheten. Den kan formelt defineres som

$$\sigma = \frac{\Delta\left(\frac{H}{L}\right) \cdot \frac{w}{\Pi_H}}{\Delta\left(\frac{w}{\Pi_H}\right) \cdot \frac{H}{L}}$$

og forteller hvor mange prosent faktorforholdet (her: enheter av vareaggregatet per årsverk) øker når faktorprisforholdet (her: pris per årsverk i forhold til pris per enhet av vareaggregatet) øker med 1 prosent. Den henger nøye sammen med krummingen på isokvanten.⁵

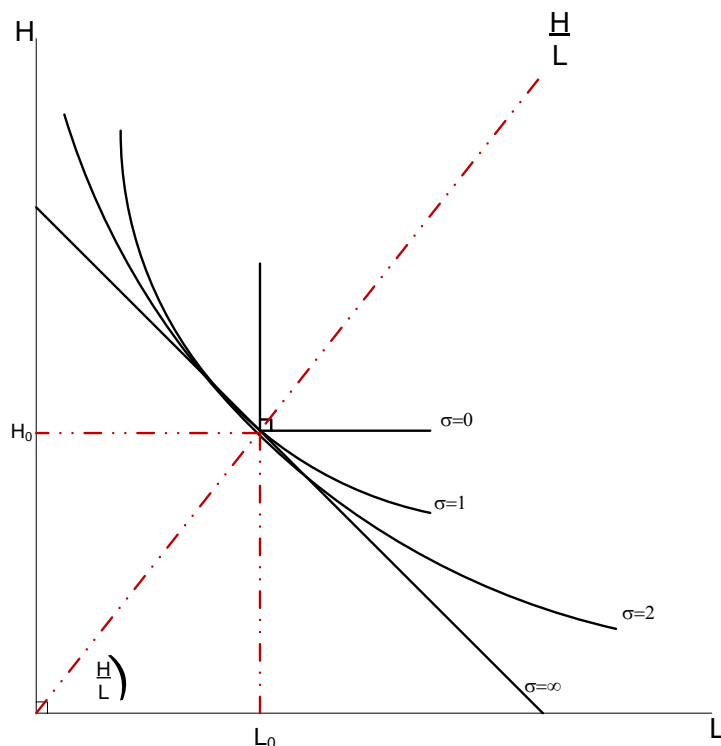
Substitusjonselastisiteten ligger mellom null (Leontief-teknologi med faste koeffisienter, hvor det er umulig å bytte ut en faktor med en annen) og uendelig, ∞ , (hvor mulighetene til å erstatte faktorene med hverandre er svært stor). En Cobb-Douglas produktfunksjon har en substitusjonselastisitet på 1 og er den eneste produktfunksjonen hvor innsatsfaktorenes kostnadsandeler er konstante når faktorprisene endrer seg. For alle substitusjonselastisiteter forskjellig fra 1, vil kostnadsandelene endre seg. Følgelig er det mer komplisert å holde orden på den prosentvise kostnadsveksten for den varen/tjenesten vi er opptatt av.

I figur 2.1 forklares sammenhengen mellom substitusjonselastisiteten, σ , og formen på isokvantene. Jo lavere substitusjonselastisitet det er mellom innsatsfaktorene, jo nærmere kommer man situasjonen hvor substitusjon mellom innsatsfaktorene er umulig. Dette er illustrert ved $\sigma = 0$ i figuren. I denne situasjonen vil det ikke være mulig å substituere mellom innsatsfaktorene siden formen på isokvanten er ”rettvinklet”. Jo høyere substitusjonselastisiteten blir, jo enklere blir det å substituere mellom innsatsfaktorene. Ved uendelig substitusjonselastisitet ($\sigma = \infty$) vil i praksis en liten endring av prisen på en av innsatsfaktorene føre til at man substituerer bort hele denne innsatsfaktoren til fordel for den andre innsatsfaktoren, som da relativt sett har blitt billigere.⁶

⁴ w er faktorprisen for arbeidskraft mens Π_H er faktorprisen for vareaggregatet.

⁵ En isokvant defineres i Pindyck og Rubinfeld (1998) som ”en kurve som viser alle mulige kombinasjoner av innsatsfaktorer som gir samme output”.

⁶ Den faktiske kombinasjonen av innsatsfaktorer blir bestemt av krysningen mellom isokvantkurven og isokostkurven, hvor isokostkurven uttrykker alle mulige kombinasjoner av innsatsfaktorene som gir samme output for lik kostnad (Pindyck & Rubinfeld, 1998). I krysningspunktet mellom disse kurvene finnes da den kostnadsminimerende kombinasjonen av innsatsfaktorer som gir en bestemt output.



Figur 2.1 Sammenheng mellom substitusjonselastisitet og isokvantens form.

I tillegg til faktorpriser avhenger kostnadsutviklingen også av produktivetsutviklingen. Hvis en faktor blir mer produktiv, kan det kompensere for at prisen per enhet går opp. På samme måte som faktorprisutviklingen, antas produktivetsutviklingen å være eksogen. Vi symboliserer de faktorspesifikke produktivitetene med A_L , arbeidskraftens produktivetsutvikling, og A_H , vareaggregatets produktivetsutvikling, og lar A_T være en faktoruavhengig produktivitet, og uttrykker produktfunksjonen (på generell form) som

$$G = A_T F(A_H H, A_L L)$$

I praktiske anvendelser er det nødvendig å være mer spesifikk, og ofte antar man at substitusjonselastisiteten er konstant. En mye brukt produktfunksjon er CES-funksjonen⁷, hvor Leontief-teknologi og Cobb-Douglas-teknologi er spesialtilfeller:

$$G = A_T \left[\alpha (A_H H)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha) (A_L L)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

Kostnadsminimering impliserer her følgende enhetskostnadsfunksjon:

⁷ CES = Constant Elasticity of Substitution.

$$\frac{C}{G} = \Pi_G = \frac{1}{A_T} \left[\alpha^\sigma \left(\frac{\Pi_H}{A_H} \right)^{1-\sigma} + (1-\alpha)^\sigma \left(\frac{w}{A_L} \right)^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

Her går det tydelig frem at faktorspesifikk produktivitetsvekst fungerer på samme måte som prisnedgang på innsatsfaktorene. Vi kan si at det er pris per effektiv enhet av faktorene, $\frac{\Pi_H}{A_H}$ og $\frac{w}{A_L}$ som er avgjørende for kostnadsnivået (på et gitt tidspunkt), selvfølgelig i tillegg til substitusjonselastisiteten, σ , og den faktoruavhengige produktiviteten, A_T .

2.1 Kalibrering av modellen

Anta at vi kjenner produksjonsnivået, bruken av innsatsfaktorer, faktorprisene, kostnadsandelene, totalkostnadene og enhetskostnaden på tidspunkt $t = 0$, og at vi ønsker å studere hvordan fremtidig kostnadsvekst avhenger av substitusjonselastisiteten, for gitt vekst i faktorpriser og produktivitet (og dermed gitt vekst i pris per effektiv enhet av faktorene $\frac{\Pi_H}{A_H}$ og $\frac{w}{A_L}$). Hvis vi kalibrerer modellen på en konsistent måte (i basisåret, periode $t = 0$), kan produktfunksjonen og enhetskostnadsfunksjonen i en tilfeldig periode t uttrykkes som⁸

$$G_t = G_0 \cdot \frac{A_{Tt}}{A_{T0}} \left[\phi \left(\frac{A_{Ht} H_t}{A_{H0} H_0} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\phi) \left(\frac{A_{Lt} L_t}{A_{L0} L_0} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

$$\Pi_{Gt} = \Pi_{G0} \frac{1}{\frac{A_{Tt}}{A_{T0}}} \left[\phi \left(\frac{\frac{\Pi_{Ht}}{A_{Ht}}}{\frac{\Pi_{H0}}{A_{H0}}} \right)^{1-\sigma} + (1-\phi) \left(\frac{\frac{w_t}{A_{Lt}}}{\frac{w_0}{A_{L0}}} \right)^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

hvor G_0 er produksjonsnivået i basisåret og Π_{G0} er den tilhørende enhetskostnaden. ϕ er vareaggregatets kostnadsandel i basisåret og $1-\phi$ er arbeidskraftens kostnadsandel samme år. Vi ser at for at produksjonen skal øke i planleggingsperioden (i tiden mellom basisåret og beregningsåret), det vil si for at G_t skal være større enn G_0 , så må enten bruken av minst en innsatsfaktor øke ($\frac{H_t}{H_0} \gg 1$ og/eller $\frac{L_t}{L_0} \gg 1$) og/eller minst en av produktivitetene ha positiv vekstrate ($\frac{A_{Tt}}{A_{T0}} \gg 1$, $\frac{A_{Ht}}{A_{H0}} \gg 1$ eller $\frac{A_{Lt}}{A_{L0}} \gg 1$). Vi ser videre at i tillegg til prisveksten per effektiv enhet av de to faktorene i planleggingsperioden og veksten i den faktoruavhengige produktiviteten, er

⁸ Liknende formel finnes i Rutherford (2003) og Grandville (2009).

substitusjonselastisiteten kritisk når det gjelder utviklingen av enhetskostnaden. Merk at for $t=0$ har vi $G_t = G_0$ og $\Pi_{Gt} = \Pi_{G0}$ for alle nivå på substitusjonselastisiteten.

Kostnadsnivået i periode t kan nå beregnes på følgende måte dersom vi anvender tilnærmingen i diskret tid når det gjelder faktorpris- og produktivitetsdynamikk (se appendix A):

$$\Pi_{Gt} = \Pi_{G0} \frac{1}{(1+g_T)^t} \left[\phi \left((1+g_{\Pi_H} - g_H)^t \right)^{1-\sigma} + (1-\phi) \left((1+g_w - g_L)^t \right)^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

Regneeksempel – 10-års lønnsvekst:

Anta at vi vil beregne kostnadsnivået 10 år frem i tid, $t = 10$. Kostnadsandelene i basisåret antas å være like: $\phi = 1 - \phi = 0,5$. Anta at det bare er lønnsnivået som endrer seg. Det øker med 5 prosent per år, det vil si at $g_w = 0,05$ og at alle andre vekstrater er 0. Lønnsnivået om 10 år er da $w_{10} = w_0 \cdot (1+0,05)^{10} = w_0 \cdot 1,629$, det vil si nesten 63 prosent høyere enn i basisåret.

Kostnadsnivået i periode $t = 10$ er da:

$$\Pi_{G10} = \Pi_{G0} \cdot \left[0,5 + 0,5(1,629)^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

Dette kostnadsnivået avhenger kritisk av nivået på substitusjonselastisiteten. Tabell 2.1 illustrerer nettopp dette. Den årlige gjennomsnittlige kostnadsveksten g_{Π_G} , er også beregnet, fra formelen

$$\frac{\Pi_{G10}}{\Pi_{G0}} = (1+g_{\Pi_G})^{10} \text{ eller } g_{\Pi_G} = \left(\frac{\Pi_{G10}}{\Pi_{G0}} \right)^{\frac{1}{10}} - 1.$$

	Samlet kostnadvekst, $\frac{\Pi_{G10}}{\Pi_{G0}}$	Årlig kostnadsvekst, g_{Π_G}
$\sigma = 0$	31,45 %	2,77 %
$\sigma = 0,5$	29,54 %	2,62 %
$\sigma = 0,99$	27,67 %	2,47 %
$\sigma = 1,01$	27,59 %	2,47 %
$\sigma = 2$	23,93 %	2,17 %
$\sigma = 10$	7,86 %	0,76 %

Tabell 2.1 Sammenheng mellom substitusjonselastisitet og kostnadsvekst.

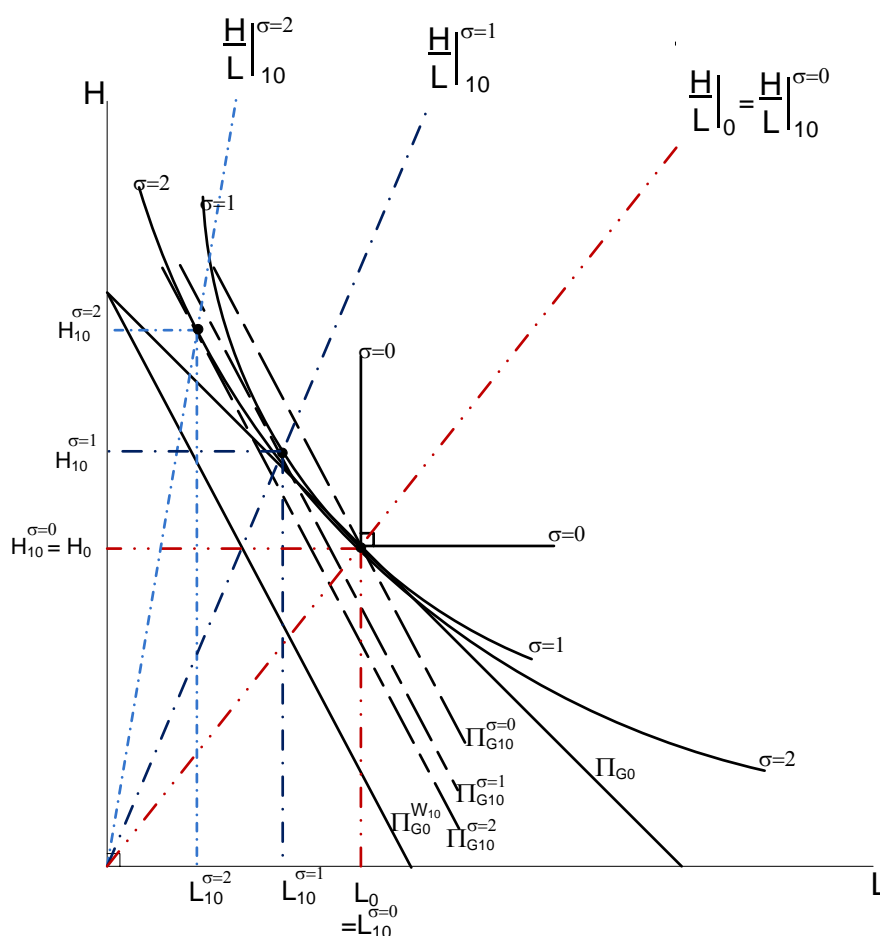
Her kan vi se på $\sigma = 0,99$ og $1,01$ som tilnærminger til Cobb-Douglas, med $\sigma = 1,00$. Med disse tilnærmingene unngår vi å dele med 0 i formelen ovenfor. Med $\sigma = 1,00$ kan vi beregne den totale kostnadsveksten til $\frac{\Pi_{G10}}{\Pi_{G0}} = 1,28$ og den gjennomsnittlige veksten per periode til $g_{\Pi_G} = 0,025$. Vi

ser at tilnærmingene gir svært små avvik.

Hvis vi bruker Cobb-Douglas som utgangspunkt, ser vi at $\sigma = 0$ gir en kostnadsvekst som er $0,3145 - 0,28 = 0,0345$ eller 3,45 prosentpoeng. Alternativt kan vi se at kostnadsveksten er $\frac{0,0345}{0,28} = 0,1232$, det vil si 12,32 prosent høyere. Dersom $\sigma = 2,0$ derimot, vil kostnadsveksten være 4,07 prosentpoeng eller 14,53 prosent lavere.

Disse eksperimentene er illustrert i figur 2.2 (strengt tatt under forutsetning av at $A_T = A_H = A_L = 1$). Enhetskostnaden er $\Pi_{G0} = w_0 L_0 + \Pi_{H0}$. Den har i figuren en helling på $-\frac{w_0}{\Pi_{H0}}$. Det brukes i utgangspunktet H_0 enheter av vareaggregatet og L_0 enheter arbeidskraft for å produsere 1 enhet av G . Dette er illustrert i tangeringspunktet mellom enhetskostnadskurven og (enhets-) isokvantene.

I planleggingsperioden stiger lønnsnivået til $w_{10} = w_0 \cdot (1 + g_w)^t = w_0 \cdot (1 + 0,05)^{10} = w_0 \cdot 1,629$. Hvis vi tenker oss at man i periode 10 kun har til disposisjon det beløpet det koster å produsere en enhet i periode 0, så vil budsjettlinjen se ut som $\Pi_{G0}^{w_{10}}$, med helling $-\frac{w_{10}}{\Pi_{H0}} = -1,629 \cdot \frac{w_0}{\Pi_{H0}}$ og samme skjæringspunkt med den vertikale akse (siden prisen på vareaggregatet ikke er endret i planleggingsperioden).



Figur 2.2 Betydning av substitusjonselastisitet for faktorintensitet og kostnadsvekst.

Vi ser at det med dette beløpet til disposisjon ikke lenger er mulig å produsere så mye som en enhet av G . Tallene i tabell 2.1 illustrerer hvor mye enhetskostnadene vil øke, som funksjon av substitusjonselastisiteten, og dermed hvor mye bevilgningene må øke dersom produksjonen skal opprettholdes (på en enhet). Gitt denne kostnadsøkningen skifter budsjettlinjen til høyre slik at den igjen kan tangere enhetsisokvanten. Vi ser i figur 2.2 hvorfor denne kostnadsøkningen avhenger av substitusjonselastisiteten: Jo høyere elastisitet, jo større muligheter er det til å erstatte den faktoren som er blitt dyrere (arbeidskraft) med det andre (vareaggregatet) og jo lavere blir den totale kostnadsveksten.

For $\sigma = 0$ må kostnadene øke nok til å dekke utgiftene til akkurat samme mengde av begge innsatsfaktorene som i periode 0, det vil si $L_{10}^{\sigma=0} = L_0$ og $H_{10}^{\sigma=0} = H_0$.

For $\sigma = 1$ vil kostnadsøkningen være lavere fordi noe arbeidskraft er byttet ut med den andre innsatsfaktoren, det vil si $L_{10}^{\sigma=1} < L_{10}^{\sigma=0}$ og $H_{10}^{\sigma=1} > H_{10}^{\sigma=0}$. Følgelig er faktorintensiteten endret,

$\frac{H}{L}_{10}^{\sigma=1} > \frac{H}{L}_{10}^{\sigma=0}$, det vil si at det brukes flere enheter av vareaggregatet per årsverk.

For $\sigma = 2$ vil kostnadsøkningen være enda lavere, fordi enda mer arbeidskraft kan erstattes med den andre innsatsfaktoren.

2.2 Hierarki av aggregater

Vareaggregatet, H , kan i sin tur også være et CES-aggregat av andre innsatsfaktorer, med helt andre substitusjonselastisiteter. Dette gir et ganske fleksibelt rammeverk. Problemet er imidlertid å lage meningsfylte aggregater og finne meningsfylte estimater på substitusjonselastisitetene mellom de ulike innsatsfaktorene som inngår i hvert aggregat, og substitusjonselastisiteter mellom de ulike aggregatene.

3 Betydning for Forsvarets realkostnadsvekst

Realkostnadsveksten påvirkes, som vist i kapittel 2, ved endringer i substitusjonselastisiteten. Dette vil også ha betydning for organisasjonens økonomi. Kostnadsvekst i offentlig sektor skal i utgangspunktet kompenseres gjennom lønns- og priskompensasjonen, som utarbeides av Finansdepartementet. Denne kompensasjonen er ment å ta høyde for prisøkninger på innsatsfaktorer som benyttes i produksjon av statlige varer og tjenester (enhetskostnadsvekst). Den vil med andre ord ikke kompensere for kostnadsøkninger som skyldes konkrete valg knyttet til innrettingen av produksjonen. Dette er bevisste valg som gjøres av det enkelte departement eller avdeling, og konsekvensene av disse valgene må derfor håndteres innenfor gjeldende budsjetter eller kompenseres eksplisitt gjennom de årlige budsjettprosessene.

Resten av dette kapittelet vil utdype mulige konsekvenser og implikasjoner av endringer i substitusjonselastisiteten for Forsvaret.

3.1 Kostnadmessige implikasjoner for Forsvaret

La oss ta utgangspunkt i regneeksemplet som ble presentert i kapittel 2. Der øker lønningene med 5 prosent per år, mens prisene på vareaggregatet holdes konstant. Fra tabell 2.1 har vi da at en situasjon med substitusjonselastisitet lik 1 (Cobb-Douglas) mellom innsatsfaktorene over en tiårsperiode gir en årlig kostnadsvekst på ca. 2,5 prosent. Den samme situasjonen med fravær av substitusjonsmulighet mellom innsatsfaktorene (Leontief) gir en årlig kostnadsvekst på ca. 2,8 prosent. Ved å ta utgangspunkt i saldert forsvarsbudsjett for 2011 finner man totale bevilgninger til Forsvaret på ca. 35,8 mrd. kr.⁹ Dersom man antar at dette er kostnaden knyttet til produksjon av forsvarstjenester i 2011, vil altså en reduksjon i substitusjonselastisiteten kunne medføre økte kostnader i denne produksjonen på $(2,8\% - 2,5\%) * 35,8 = 107$ mill. kr per år. Dette blir da å anse som et effektivitetstap i produksjonen som følge av restriksjoner som bidrar til at substitusjonsmulighetene ikke kan utnyttes. Optimalt sett ville Forsvaret substituert bort den kostbare arbeidskraften til fordel for andre innsatsfaktorer.

Isolert sett kan 107 mill. kr per år fremstå som en ubetydelig sum i forhold til den totale størrelsen på forsvarsbudsjettet. Sett i forhold til en situasjon med begrensede midler og en stor bredde i oppgavene som skal utføres er imidlertid 107 mill. kr av betydning. Eksempelvis tilsvarer beløpet rett i overkant av de årlige driftskostnadene for Kystjegerkommandoen i Sjøforsvaret, mens en avdeling som Feltprestkorpset har årlige driftskostnader på i størrelsesorden 44 mill. kr. Det er videre verdt å merke seg at et slikt beløp akkumuleres over årene.

Eksemplet illustrerer et mulig effektivitetstap i produksjonen av forsvarstjenester som oppstår som følge av endringer i substitusjonselastisiteten mellom innsatsfaktorene. Dersom slike endringer skyldes bevisste valg i Forsvaret er det viktig å ha med seg denne typen vurderinger i en beslutningsprosess, slik at alle konsekvenser av valget blir belyst på en god måte før valget fattes.

3.2 Styring på innsatsfaktorer

Mål- og resultatstyring har lenge vært det styrende prinsippet i offentlig forvaltning. Haga-utvalgets¹⁰ forslag om innføring i 1984 og den etterfølgende endringen av bevilgningsreglementet i 1985, regnes som starten for mål- og resultatstyring i Norge (Sørensen, 2009). Hovedtanken med mål- og resultatstyring er at man skal oppnå en mer effektiv offentlig sektor ved å måle og styre på resultatoppnåelse i stedet for å styre på enhetenes innsatsfaktorer. I prinsippet skal da den enkelte enhet få større frihet til selv å bestemme sammensettingen av innsatsfaktorene som er nødvendig for å nå det bestemte resultatmålet. Dette er ikke minst begrunnet i gevinsten/verdien som kan oppnås ved substitusjon mellom innsatsfaktorene.

⁹ Tallene er redusert med regnskapstekniske justeringer knyttet til Forsvarsbygg med ca. 3,45 mrd kr. Dette er i realiteten en dobbeltføring av utgifter som det må korrigeres for, for å få de faktiske utgiftene. Dette gir et totalbudsjett på 35,8 mrd. kr.

¹⁰ NOU 1984:23 – Produktivitetsfremmende reformer i statens budsjettssystem.

I Forsvaret drives mål- og resultatstyring gjennom Forsvarssjefens årlige virksomhetsplan og FDs iverksettelsesbrev. Blant annet er det etablert et strategisk målbilde for forsvarssektoren med mål innenfor følgende delområder¹¹:

- leveranser
- økonomi
- interne prosesser
- mennesker, læring og utvikling

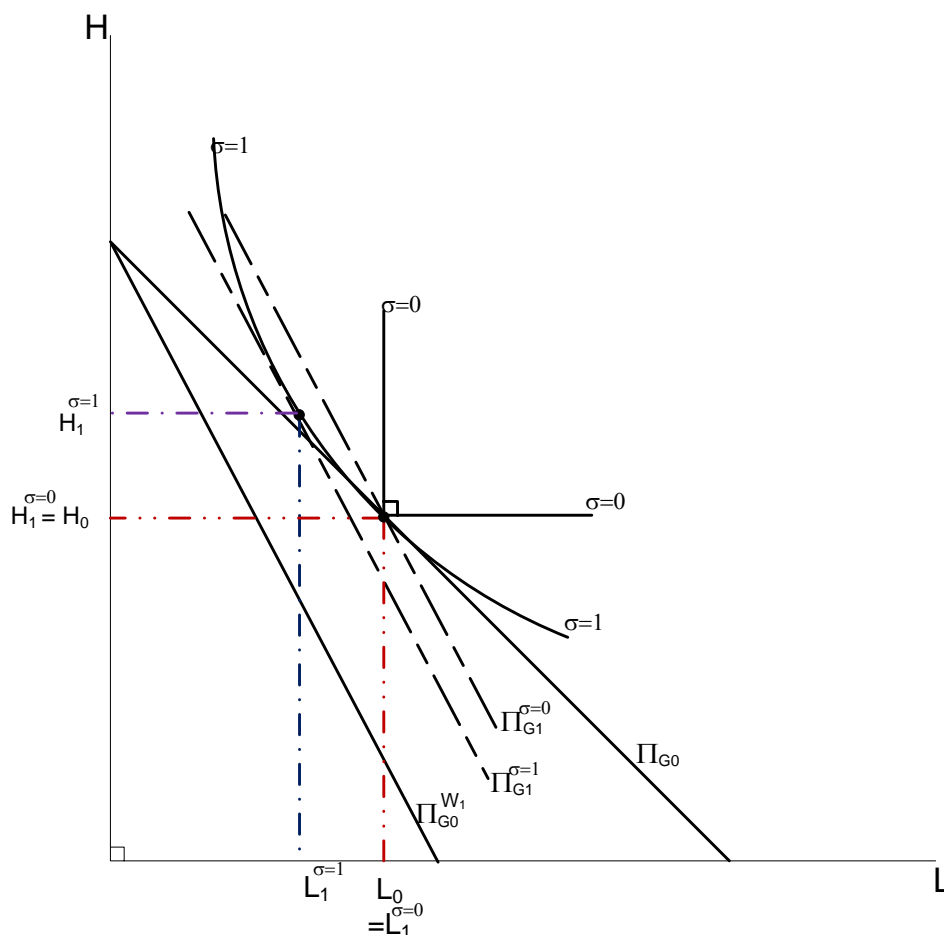
I tillegg til mål- og resultatstyringen i Forsvaret styres imidlertid fortsatt de enkelte underavdelingene i utstrakt grad på innsatsfaktorene de kan benytte for å nå de pålagte resultatmålene. Rent konkret gjør dette seg blant annet gjeldende gjennom en utstrakt årsverksstyring i store deler av forsvarssektoren. Et annet utslag er at det styres tett på de ulike kostnadsartene, slik at underavdelingene i praksis har små muligheter til å øke en kostnadsart på bekostning av en annen. Dette er hjemlet i bevilgningsreglementets § 5 (Stortinget, 2005).

En slik årsverksstyring kan virke hensiktsmessig fra politisk nivå for å ha styring med hvordan sektoren utvikler seg og hvor midler brukes. Imidlertid bryter en slik styring med prinsippene i mål- og resultatstyringen hvor prioriteringer mellom innsatsfaktorer skal tillegges den enkelte underavdeling. Denne typen styring av innsatsfaktorer bidrar også til å endre substitusjonselastisitetene mellom innsatsfaktorene og kan derfor medføre økte kostnader for en sektor, i forhold til en situasjon med uendret substitusjonselastisitet. Som regel vil heller ikke denne kostnadsøkningen bli kompensert. I motsatt tilfelle med en situasjon hvor substitusjonselastisiteten er relativt god kan man også komme i en situasjon hvor man kan bli overkompensert for prisveksten sektoren står overfor. Dette kan skje fordi kompensasjonsregimet i Staten gjennomføres på innsatsfaktornivå, og således ikke tar høyde for effekten av eventuell substitusjonsmulighet mellom innsatsfaktorene.

Betydningen av årsverksstyring kan illustreres tilsvarende som i figur 2.2. I figur 3.1 øker enhetskostnadene for arbeidskraft (L) på en måte som gjør at budsjettlinjens helning endres fra Π_{G_0} til $\Pi_{G_0}^{w1}$. I en situasjon med relativt gode substitusjonsmulighet mellom innsatsfaktorene skulle dette resultere i redusert bruk av innsatsfaktoren L til fordel for en økt bruk av vareaggregatet H . Budsjettlinjen ville da blitt parallellforskjøvet til $\Pi_{G_1}^{\sigma=1}$. Ved at det praktiseres årsverksstyring i avdeling betyr det at det nye antallet årsverk ($L_1^{\sigma=1}$) ikke er akseptabelt og budsjettlinjen må derfor ytterligere parallellforskyves ut, til den tangerer isokvanten ($\sigma=0$)¹² i punktet $L_0 = L_1^{\sigma=0}$. I denne situasjonen har da kostnaden økt mer enn det som ville vært tilfellet i en situasjon med relativt god substitusjonsmulighet mellom innsatsfaktorene. Effektivitetstapet kan således sies å være avstanden mellom de to budsjettlinjene $\Pi_{G_1}^{\sigma=1}$ og $\Pi_{G_1}^{\sigma=0}$.

¹¹ Se for eksempel (Forsvarsdepartementet, 2008).

¹² Årsverksstyringen har i dette tilfellet ført til at isokvanten har endret form ved å gå fra $\sigma=1$ til $\sigma=0$.



Figur 3.1 Betydningen av årsverksstyring på realkostnadsveksten i Forsvaret.

I figuren over er implikasjonen av styring på innsatsfaktorer illustrert gjennom en økning i lønnskostnadene. En situasjon med økning i kostnadene for vareaggregatet hvor økt bruk av årsverk ville vært det foretrukne, ville gitt det samme resultatet, men helningen på budsjettlinjene ville da blitt omvendt.

Figur 3.1 illustrerer at valg har konsekvenser, og valg som endrer substitusjonsmuligheten til en organisasjon kan ha kostnadsmessige konsekvenser for den endelige total kostnaden for produktet eller tjenesten som produseres. Dette viser viktigheten av å være bevisst denne typen konsekvenser av valgene som fattes i en organisasjon. Spesielt blir dette viktig dersom organisasjonen ikke blir kompensert for de kostnadsmessige konsekvensene av valgene. Årsverksstyring, som er et bevisst valg, begrenser Forsvarets mulighet for å håndtere kostnadsvekst, og således etableres en effektiv produksjonsbeskrænkning. Dermed ender Forsvaret med en høyere realkostnadsvekst enn nødvendig.

3.3 Eksterne påvirkninger på Forsvarets realkostnadsvekst

Forsvaret har tradisjon for å drive langsiktig planlegging av sektorens utvikling. Gjennomføringen av denne planleggingen har ved flere anledninger vært gjenstand for endringer. Sist endring kom gjennom St.prp. nr. 48 (2007–2008) (Forsvarsdepartementet, 2008) hvor en mer

kontinuerlig langtidsplanlegging ble vedtatt. Det er mange årsaker til at Forsvaret har behov for langsiktig planlegging. Det er ikke innenfor rammene av denne rapporten å diskutere hvorfor, men snarere kommentere noen momenter det er viktig å ivareta i en slik planlegging. Dette for å sikre at Forsvaret gis de rette rammefaktorene for å produsere forsvarstjenester på en kostnads-effektiv måte.

I langtidsplanleggingen legges premissene for hvordan Forsvarets organisasjon skal se ut i fremtiden. Ofte legges det også føringer for en lengre periode ved at man tar beslutninger om lokalisering og materiellsystemer som vil påvirke Forsvarets ressursbruk i lang tid. I en slik prosess kan det også fattes beslutninger som vil påvirke Forsvarets evne til å velge sammensettingen av de innsatsfaktorene som benyttes for å produsere forsvarstjenester. Gitt et konstant produktivitetsnivå i sektoren vil dette da kunne føre til økte realkostnader for Forsvaret. Dersom denne realkostnadsveksten ikke blir kompensert gjennom lønns- og priskompensasjonen fra Finansdepartementet, eller gjennom direkte kompensasjon over forsvarsbudsjettet, vil det totale volumet av forsvarstjenester som produseres gå ned som følge av realkostnadsveksten.

Utgangspunktet for denne rapporten er hva som er det økonomisk rasjonelle valget for å oppnå en mest mulig kostnadseffektiv produksjon av forsvarstjenester. I de tilfellene hvor de politiske valgene eventuelt avviker fra dette utgangspunktet oppstår kostnadmessige konsekvenser for Forsvaret. I en slik situasjon er det viktig at man er klar over disse valgene og veier de opp mot den politiske nytten, og eventuelt nyttevirkingen beslutningen har på andre sektorer. Dersom ambisjonen er en videreføring av tjenesteproduksjonen på samme nivå, blir det også viktig at Forsvaret kompenseres direkte over forsvarsbudsjettet for de kostnadmessige konsekvensene av valgene.

Det vil være krevende å anslå de økonomiske konsekvensene av denne typen beslutninger. Dette er imidlertid ikke en grunn til å se bort fra denne typen vurderinger, da de økonomiske konsekvensene kan ha potensielt stor betydning på Forsvarets evne til å produsere forsvarstjenester. I en situasjon med kontinuerlig langtidsplanlegging, hvor fokus i større grad rettes mot enkeltdeler av strukturen blir denne typen problemstillinger enda viktigere. I en slik situasjon blir det viktig at beslutninger knyttet til enkeltelementer i strukturen ikke påvirker Forsvarets substitusjonsmulighet negativt, og på den måten øker realkostnaden knyttet til produksjon av forsvarstjenester.

4 Avslutning

Hensikten med rapporten har vært å belyse hvordan strategiske valg som påvirker substitusjonsmuligheten mellom innsatsfaktorer igjen påvirker realkostnadsveksten i Forsvaret. Dette er gjort ved å utvide rammeverket etablert i Gulichsen et al. (2010).

Rapporten har vist at endring i substitusjonsmulighet mellom innsatsfaktorer vil påvirke Forsvarets realkostnadsvekst. Ved at muligheten til å substituere bort innsatsfaktorer som blir relativt sett dyrere til fordel for de billigere blir redusert, vil Forsvarets realkostnadsvekst øke. Denne typen kostnadsvekst vil som regel ikke bli kompensert, men må i stedet direkte

kompenseres gjennom bevilgninger over budsjettet. Det er viktig at Forsvaret er bevisst dette forholdet i sin egen langtidsplanlegging, og ikke fatter beslutninger som gjør det vanskeligere å substituere mellom innsatsfaktorene. Styring på årsverk er et eksempel på denne typen beslutninger som ut fra et økonomisk ståsted bør begrenses.

Appendix A Faktorpris- og produktivitetsdynamikk

Både faktorprisene og produktiviteten endrer seg som nevnt (eksogent) over tid. Vi

lar g symbolisere vekstrater, det vil for eksempel si at for lønnsveksten har vi $g_w = \frac{1}{w} \frac{dw}{dt}$ og

for arbeidskraftens produktivitetsvekst har vi $g_L = \frac{1}{A_L} \frac{dA_L}{dt}$

Anta at vi befinner oss i periode $t = 0$ og ønsker å predikere kostnadene noen perioder frem i tid, i periode t . Faktorprisenes og produktivitetenes (forventede) nivå i periode t kan beregnes straks vi har anslag på de forventede vekstratene. Men vi vet fra kostnadsfunksjonen ovenfor at det egentlig er pris *per effektiv* enhet av innsatsfaktorene som er interessant, dvs. prisen korrigert for produktiviteten, eller i et dynamisk perspektiv prisveksten fratrukket produktivitetsveksten.

Kontinuerlig tid

Pris per effektiv enhet i periode t og prosentvis vekst i planleggingsperioden:

Vareaggregatet:

$$\frac{\Pi_{Ht}}{A_{Ht}} = \frac{\Pi_{H0} \cdot e^{t \cdot g_{\Pi_H}}}{A_{H0} \cdot e^{t \cdot g_H}} = \frac{\Pi_{H0}}{A_{H0}} \cdot e^{(g_{\Pi_H} - g_H)t}$$
$$\frac{\frac{\Pi_{Ht}}{A_{Ht}}}{\frac{\Pi_{H0}}{A_{H0}}} = e^{(g_{\Pi_H} - g_H)t}$$

Arbeidskraft:

$$\frac{w_t}{A_{Lt}} = \frac{w_0 \cdot e^{t \cdot g_w}}{A_{L0} \cdot e^{t \cdot g_L}} = \frac{w_0}{A_{L0}} \cdot e^{(g_w - g_L)t}$$
$$\frac{\frac{w_t}{A_{Lt}}}{\frac{w_0}{A_{L0}}} = e^{(g_w - g_L)t}$$

Diskret tid

Pris per effektiv enhet i periode t og prosentvis vekst i planleggingsperioden:

Vareaggregatet:

$$\frac{\Pi_{Ht}}{A_{Ht}} = \frac{\Pi_{H0} \cdot (1 + g_{\Pi_H})^t}{A_{H0} \cdot (1 + g_H)^t} = \frac{\Pi_{H0}}{A_{H0}} \cdot \left(\frac{1 + g_{\Pi_H}}{1 + g_H} \right)^t$$
$$\approx \frac{\Pi_{H0}}{A_{H0}} \cdot (1 + g_{\Pi_H} - g_H)^t$$

$$\frac{\frac{\Pi_{Ht}}{A_{Ht}}}{\frac{\Pi_{H0}}{A_{H0}}} = \left(\frac{1+g_{\Pi_H}}{1+g_H} \right)^t \approx (1+g_{\Pi_H} - g_H)^t$$

Arbeidskraft:

$$\frac{w_t}{A_{Lt}} = \frac{W_0 \cdot (1+g_w)^t}{A_{L0} \cdot (1+g_L)^t} = \frac{w_0}{A_{L0}} \cdot \left(\frac{1+g_w}{1+g_L} \right)^t$$

$$\approx \frac{w_0}{A_{L0}} \cdot (1+g_w - g_L)^t$$

$$\frac{\frac{w_t}{A_{Lt}}}{\frac{w_0}{A_{L0}}} = \left(\frac{1+g_w}{1+g_L} \right)^t \approx (1+g_w - g_L)^t$$

Forkortelser

CES	Constant Elasticity of Substitution
EKV	Enhetskostnadsvekst
EKV-D	Enhetskostnadsvekst drift
EKV-I	Enhetskostnadsvekst investeringer
KPI	Konsumprisindeksen
NHH	Norges Handelshøyskole
ROS	Realkostnadsvekst i offentlig sektor
SNF	Samfunns- og Næringslivsforskning

Referanser

Dahl, F. (2005), *Driftskostnadsvekst estimert med Bayesianske metoder*. FFI-rapport 2005/01676.

Dalseg, R. (2003), *Teknologisk fordyrelse i Forsvaret*. FFI-rapport 2002/01050.

Duncombe, W. D. (1992), Cost and factor substitution in the provision of local fire services. *The review of economics and statistics*, ss. 180–184.

Forsvarsdepartementet. (2008), *Iverksettelsesbrev for Forsvaret for gjennomføringsåret 2008*.

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

Grandville, O. d. (2009), *Economic growth – a unified approach*. Cambridge University Press.

Gulichsen, S. (2003), *Driftskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2002/02999.

Gulichsen, S., Johansen, P. K. & Pedersen, K. R. (2010), *Realkostnadsvekst i offentlig sektor – Teoretisk fundament og konsekvenser for Forsvarets langtidsplanlegging*. FFI-rapport 2010/01630.

Johansen, P. K. & Berg-Knutzen, E. (2006), *Enhetskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2006/00900.

Kjærnsbæk, H. M., Vamraak, T. & Bruun, T. E. (2005), *Materiellrelatert driftskostnadsvekst i Forsvaret*. FFI-rapport 2005/00358.

Kvalvik, S. R. & Johansen, P. K. (2008), *Enhetskostnadsvekst på forsvarsinvesteringer (EKV-I)*. FFI-rapport 2008/01129.

Kværner, J. S. (2010), *Realkostnadsvekst i offentlig sektor – casestudie av helsesektoren*. FFI-notat 2010/02403.

Nesset, A. & Wessel, E. (1995), *Teknologisk fordyrelse og driftskostnadsvekst – konsekvenser for Forsvarsanalysen 1996*. FFI-rapport 95/02878 (Begrenset).

Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. (1998), *Microeconomics* (4. utg.). Prentice-Hall.

Rutherford, T. (2003), *Lecture notes on constant elasticity functions*. University of Colorado.

Stortinget. (2005), *Bevilgningsreglement*. Vedtatt av Stortinget 26. mai 2005.

Sørensen, R. J. (2009), *En effektiv offentlig sektor*. Oslo: Universitetsforlaget.

Vatne, D. F. (2012), *Makroøkonomiske trender 2012 – forsvarsøkonomisk utvikling i et historisk og internasjonalt perspektiv*. FFI-rapport 2012/00031.