



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Kostnadsusikkerhet i Forsvarets investeringsportefølje

– En kvantitativ sammenligning av hyllewareprosjekt og utviklingsprosjekt –

av

Longva, Sigurd

Pettersen, Alf Kristian

Levert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LOGISTIKK OG
RESSURSSTYRING

Innlevert: april 2019

Godkjent for offentlig publisering

Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadettene har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadettene har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Vi gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er vårt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning. Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

Dato: 28-04-2019

Sigurd Longva

Kadett, navn



Kadett signatur

Alf Kristian Pettersen

Kadett, navn



Kadett, signatur

Forord

I 1988 får den australske forskeren, Kary Mullins, i oppdrag å holde åpningsforedraget til en konferanse som omhandler AIDS. Mullins åpner foredraget med følgende utsagnet: «AIDS er forårsaket av HIV». Utover i foredraget problematiserer Mullins dette. Hvem er det egentlig som har oppdaget denne sammenhengen mellom AIDS og HIV? Er det vitenskapelig bevist? Eller er det kun en generell oppfattelse blant befolkningen? Konklusjonen ble: «Det er aldri publisert noen vitenskapelig artikkel som beviser sammenhengen mellom HIV og AIDS». Sammenhengen mellom HIV og AIDS var altså en uskreven sannhet.

I undervisningen ved SKSK ble vi oppmerksomme på diskusjonen rundt hvorvidt man burde anskaffe eksisterende materiell eller om man burde utvikle nytt. For oss virket det, ut ifra et økonomisk perspektiv, innlysende hva svaret var. Vi begge var på bakgrunn av ulike avisoverskrifter og et besøk av FFI i november 2018 av den oppfatning at det er mye større kostnadsusikkerhet knyttet til det å utvikle noe nytt kontra det å kjøpe noe som allerede er produsert. Da vi undersøkte dette nærmere fant vi litteratur som støttet opp under denne oppfatningen, men vi fant aldri noen som hadde testet denne sammenhengen vitenskapelig. Var dette nok en uskreven sannhet som baserte seg på en generell, men logisk oppfattelse? Her var det umulig for oss å ikke tenke tilbake på eksemplet med Kary Mullins, som vi ironisk nok hørte om i innledning til metodefaget her på Sjøkrigsskolen. Det ble dermed innlysende hva vår bachelor skulle omhandle.

Oppgaven er skrevet som en avslutning for studiet Bachelor i militær ledelse med ferdypning i Logistikk og Ressursstyring. Arbeidet har vært krevende, men ikke minst interessant og lærerikt.

Vi ønsker spesielt å takke Knut Meen, Helge Olav Nygaard og Olav Hagtvedt for eminent veiledning. Vi retter også en takk til forskerne ved FFI, Helene Berg og Kristin Waage, for veiledning og støtte ved behandling av data.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 28-04-2019





Oppgaveformulering

Vår hypotese er som følger:

«Det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt».

Vi har valgt å operasjonalisere hypotesen igjennom tre underhypoteser som skal testes ved hjelp av ulike statistiske analyser. De tre underhypotesene er:

1. Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt.
2. Gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er høyere for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt.
3. Utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt.

Sammendrag

I Forsvaret investeres det årlig 8-9 milliarder kroner i ulike materiellanskaffelser. I sin langtidsplan skriver Forsvaret at investeringsområdet er et av områdene man ønsker å realisere gevinster. Dette fordrer en effektiv materiellanskaffelse.

I diskusjonen rundt effektive materiellanskaffelser er et av temaene hvorvidt man skal anskaffe eksisterende materiell kontra det å utvikle nytt, der ulik litteratur peker på at det er større kostnadsusikkerhet knyttet til det å utvikle nytt materiell.

Denne oppgaven dreier seg om å teste det vi opplever som en uskrevet sannhet om usikkerheten i kostnadsestimeringen av hyllevareprosjekt kontra utviklingsprosjekt. Hypotesen i oppgaven er følgende:

*«Det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering
av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt.»*

For å operasjonalisere hypotesen har vi valgt å definere tre underhypoteser som vi tester ved hjelp av ulike statistiske analyser. Underhypotesene er som følger:

1. Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt.
2. Gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er høyere for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt.
3. Utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt.

For å regne ut kostnadsavvik har vi valgt å se på prosjektenes estimerte kostnad, som er etatens styringsmål, opp mot de faktiske utbetalingene. Etatenes styringsmål kalles P(50) og er beregnet slik at det er 50% sannsynlighet for at et prosjekt treffer estimatet eller underforbruker.

Datagrunnlaget vi har benyttet oss av er tilsendt av FFI og består av data fra termineringsrapporter og Forsvarets Investeringsdatabase. Igjennom ulike filtreringer og metodiske valg ente vi opp med et utvalg på 105 prosjekter. Utvalget anses som representativt da vi mener det ligner populasjonen på alle relevante kjennetegn.

Resultatet av analysene våre viser at det er en signifikant sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene – utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt. Underhypotese 1 *bekreftes* dermed. Videre viser testing av underhypotese 2 at gjennomsnitt-

lig absolutt kostnadsavvik *ikke* er signifikant *høyere* for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt. Videre analyser viser faktisk det motsatte, at gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er signifikant *høyere* for hyllevareprosjekt enn for utviklingsprosjekt. På bakgrunn av dette kan vi dermed *avkrefte* underhypotese 2. Testing av underhypotese 3 viser at utviklingsprosjekt *ikke* har signifikant *høyere* varians i kostnadsavvikene enn hyllevareprosjekt. Av videre analyser så vi at vi var nærmere med å konkludere med det motsatte, altså at hyllevareprosjekt har *høyere* varians i kostnadsavviket. Vi avkrefter derfor underhypotese 3.

Ved å kontrollere resultatene mot størrelsen på prosjektene så vi at større utviklingsprosjekt fikk signifikant *lavere* varians enn større hyllevareprosjekt. Dette støtter funnene i underhypotese 3.

Oppsummert viser testene av underhypotesene at det *ikke* er *høyere* usikkerhet i kostnadsestimeringen av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt. Med bakgrunn i de analysene vi har gjort på utvalget kan vi dermed *avkrefte* hovedhypotesen vår. Dette resultatet kan generaliseres til alle hyllevare- og utviklingsprosjekt i Forsvaret hvor anskaffelsesprosessen er iverksatt.

Innholdsfortegnelse

Figurer	8
Tabeller/Diagrammer	9
1 Innledning	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Problemstilling.....	11
1.3 Avgrensninger.....	12
1.4 Struktur	13
2 Teori	14
2.1 Klassifisering	14
2.1.1 Hyllevareprosjekt.....	14
2.1.2 Tilpasningsprosjekt	14
2.1.3 Utviklingsprosjekt.....	14
2.2 P(50).....	15
2.3 Usikkerhet	16
2.4 Sannsynlighetsteori	16
2.4.1 Signifikansnivå	17
2.4.2 Normalfordeling.....	17
2.4.3 Kjikvadrat-test.....	18
2.4.4 T-test	18
2.4.5 F-test	20
3 Bakgrunn for underhypotesene	22
3.1.1 Underhypotese 1	22
3.1.2 Underhypotese 2	22
3.1.3 Underhypotese 3	23
3.1.4 Forventninger.....	23
4 Metode	24
4.1 Data	24
4.2 Innsamling av data	25
4.2.1 Undersøkelsesdesign og generalisering	26
4.3 Behandling av data.....	27
4.3.1 Utelatelse av kansellerte prosjekter	27
4.3.2 Nåverdijustering.....	27
4.3.3 Filtring	28
5 Analyse	30
5.1 Utregning av kostnadsavvik.....	30

5.2	Ekstremverdier	30
5.3	Grunnleggende analyse	33
5.4	Underhypotese 1	35
5.4.1	Kjikkvadrat-test	35
5.4.2	Delkonklusjon.....	37
5.5	Underhypotese 2	37
5.5.1	T-test.....	37
5.5.2	Delkonklusjon.....	39
5.6	Underhypotese 3	40
5.6.1	F-test	40
5.6.2	Delkonklusjon.....	42
5.7	Andre observasjoner	42
5.7.1	Delkonklusjon.....	44
6	Konklusjon	45
7	Bibliografi.....	47
	VEDLEGG 1: FI-renter for nåverdijustering.....	50
	VEDLEGG 2: Ekskludering av ekstremverdier	51
	VEDLEGG 3: Koding i R.....	52
	VEDLEGG 4: Kjikkvadrat-test	53
	VEDLEGG 5: T-test og F-test	54
	VEDLEGG 6: Analyse uten pågående prosjekter	57
	VEDLEGG 7: Andre observasjoner	58
	VEDLEGG 8: Datautvalg	59

Figurer

Figur 1: Kostnadsramme for prosjekt.....	15
Figur 2: Gauss-kurve / Normalfordelingskurve	17
Figur 3: Antagelse om kurver for hyllevare- og utviklingsprosjekt.....	23
Figur 4: Relativ fordeling på variabelen kostnadsavvik.....	31
Figur 5: Relativ fordeling på variabelen kostnadsavvik.....	33
Figur 6: Glattet gaussisk kjernetetthetsestimering	34
Figur 7: Antall prosjekter (%) fordelt på størrelse på absolutte kostnadsavvik	36
Figur 8: Punktdiagram av prosjektstørrelse forklart ved kostnadsavvik.....	43
Figur 9: Antall prosjekter innenfor to størrelseskategorier	43

Tabeller/Diagrammer

Tabell 1: T-test ved ulike alternativhypoteser	19
Tabell 2: F-test ved ulik ensidig test	20
Tabell 3: Filtrering av datautvalg.....	29
Tabell 4: Eksempel på beregning av kostnadsavvik	30
Tabell 5: Absolutt og relativ fordeling på variabelen kostandsavvik	31
Tabell 6: Absolutt og relativ fordeling på variabelen kostandsavvik	33
Tabell 7: Kjikvadrat-test	36
Tabell 8: Students T-test (Alternativhypotese 1).....	38
Tabell 9: Students T-test (Alternativhypotese 2).....	39
Tabell 10: F-test (Alternativhypotese 1).....	40
Tabell 11: F-test (Alternativhypotese 2).....	41
Tabell 12: Gjennomsnitt og varians for utviklings- og hyllevareprosjekt fordelt på mindre og større prosjekter	44

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Forsvaret bruker årlig 8-9 milliarder kroner, ca. 22 prosent av forsvarsbudsjettet, på materiellinvesteringer. I henhold til gjeldende langtidsplan¹ vil denne andelen øke ytterligere i årene frem mot 2026. For å kunne forvalte økte investeringsmidler på en riktig måte er man avhengig av en effektiv materiellanskaffelsesprosess. Dette blir også presisert i Forsvarets langtidsplan der det blir skrevet at et av områdene hvor man skal realisere gevinster er investeringsområdet (Forsvarsdepartementet, 2015a, s. 111). Forsvaret definerer en effektiv materiellanskaffelsesprosess som det å anskaffe det materielle som totalt sett gir høyest operativ evne, til lavest mulig investerings- og gjennomføringskostnad, til rett tid.

Til tross for økt fokus på materiellanskaffelser de siste årene ser man allikevel avisoverskrifter som fremhever forsvarsanskaffelser med store kostnadsoverskridelser, først med blant annet NH90: «Skyhøy pris for norsk skandalehelikopter: Vil koste 260 000kr i timen» (Bentzrød, 2019), og nå senest med kampflyprogrammet «Kampflyregningen har økt med 16 milliarder kroner» (Strand, 2019). Artikkelen *Changing behaviors in defence acquisition: a game theoretic approach* (2007) trekker frem optimeringskonspirasjon som en av hovedgrunnene til at man ikke klarer å nå kontraktsfestede kostnads mål ved forsvarsanskaffelser. I korte trekk sier artikkelen at Forsvaret vil ha en tendens til å være overoptimistiske i sin kostnadsestimering, ettersom prosjektledere vil få anskaffelsen gjennomført og prosjekteier vil anskaffe nytt materiell.

I lys av stadige kostnadsoverskridelser og nyere forskning er en av debattene som har dukket opp i materiellanskaffelsesdiskusjonen i hvilken grad man bør anskaffe materiell som allerede finnes på markedet, såkalte hyllevareprosjekt. Nasjonal forsvarsindustriell strategi presiserer at «ferdigutviklet materiell anskaffes der det er kostnadseffektivt. Når dette ikke er tilfelle, vurderes spesialtilpasninger eller nyutvikling» (Forsvarsdepartementet, 2015b). Litteraturen peker på flere fordeler ved å anskaffe hyl-

¹ Prop. 151 S(2015-2016)

leverer. Baron (2006), Gansler (2008) og Saunders (2014) knytter fordelene ved å anskaffe hyllevarer i hovedsak til tre faktorer: teknologisk risiko², kostnad og tid. Presterud, Øhrn og Berg (2016) sier i sin rapport at «Usikkerheten knyttet til kostnader i prosjektene er lavere i hyllewareprosjekter sammenlignet med tilfeller der man tilpasser eller utvikler nytt materiell. Dette fordi man kan basere seg på erfaringer fra eksisterende produksjon når kostnadene skal estimeres. Der usikkerheten er stor, øker sannsynligheten for overoptimisme og faren for underestimering av kostnader (og medfølgende kostnadsoverskridelser) øker.»

Ut ifra litteraturen og Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) sin rapport (Presterud, Øhrn, & Berg, 2016) virker det dermed som om det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt kontra hyllewareprosjekt, noe som fører til at man oftere ikke treffer på sine kostnadsestimater. På grunn av økt fokus på en effektiv materiellanskaffelsesprosess samt diskusjonen om hvorvidt man burde anskaffe hyllevarer eller utvikle nytt materiell ønsker vi å teste dette.

1.2 Problemstilling

Dette leder oss til følgende hypotese:

«Det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt enn hyllewareprosjekt.»

Forsvaret definerer usikkerhet som «differansen mellom den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den tilgjengelige informasjonen. Usikkerhet påvirker mål og rammer i prosjekter. Prosjektets totale usikkerhet er summen av alle usikkerhetselementer» (Forsvaret, 2008). Usikkerheten knytter seg altså til den informasjonen som ikke er tilgjengelig, som man kan anta er større ved et utviklingsprosjekt enn ved et hyllewareprosjekt.

For å operasjonalisere hypotesen har vi valgt å definere tre underhypoteser som vi skal teste ved hjelp av ulike statistiske analyser. Disse er som følger:

1. Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllewareprosjekt.

² Betegnelsen blir brukt for å skille mellom risiko knyttet til den teknologiske utviklingen av materiell og risiko som knytter seg til kostnad og tid.

-
2. Gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er høyere for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt.
 3. Utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt.

Underhypotesene tester usikkerhet knyttet til kostnadsestimering ved tre ulike metoder. På denne måten mener vi at vi får et godt grunnlag for å kunne bekrefte/avkrefte hypotesen om at det er mer usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt.

1.3 Avgrensninger

Ved en materiellanskaffelse vil man kunne skille mellom to typer usikkerhet. Den ene er prosjektets iboende usikkerhet, som går på egenskaper ved prosjektet selv, og er unikt for hvert enkelt prosjekt. Den andre er usikkerheten i organisasjonen som anskaffer materiellet, som knytter seg til for eksempel overoptimisme, menneskelige feil og lignende. Optimalt sett ville en isolert måling av den iboende usikkerheten og en isolert måling av usikkerheten i organisasjonen gi et best mulig grunnlag for å kunne si om det er større usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt kontra hyllevareprosjekt. Innenfor rammene av denne oppgaven har dette dog ikke vært mulig. Vi har derfor i denne oppgaven målt den totale usikkerheten ved en materiellanskaffelse. Oppgaven kommer vi ikke til å prøve å si noe om hva usikkerheten skyldes.

FFI opererer med tre ulike kategorier for materiellanskaffelser; hyllevareprosjekt, tilpasningsprosjekt og utviklingsprosjekt. Vi har valgt å avgrense oss til å se på hyllevareprosjekt og utviklingsprosjekt. Ut ifra definisjonen av tilpasningsprosjekt vil denne prosjektklassen inneholde prosjekter som er på grensen til å være et hyllevareprosjekt samt prosjekter som er på grensen til å være et utviklingsprosjekt. Vi er først og fremst interessert i å studere ytterpunktene, altså det å anskaffe eksisterende materiell mot det å utvikle noe helt nytt, ettersom det er dette vi oppfatter som den dagsaktuelle problematikken. Å kun sammenligne to prosjektklasser gjør også at vi kan gjøre grundigere statistiske analyser innenfor oppgavens rammer. Eventuelle funn som blir gjort i denne oppgaven kan brukes til å se på tilpasningsprosjekter senere.

1.4 Struktur

Oppgaven er bygd opp av en innledning, en teoridel, bakgrunn for underhypotesene, en metodedel og en analysedel. Årsaken til at vi har valgt å sette teoridelen først er at man er avhengig av å ha kunnskap om de teoretiske betraktningene for å forstå bakgrunnen for underhypotesene og årsaken til de metodiske valgene vi gjør. Dette sparer oss også for unødvendig gjentakelse av teori. I analysedelen vil vi teste de ulike underhypotesene før vi vil kontrollere resultatene opp mot størrelsen på prosjektene. Dette vil bli nærmere redegjort for i analysedelen.

2 Teori

2.1 Klassifisering

Det finnes ingen universell definisjon av hyllevareprosjekt, tilpasningsprosjekt og utviklingsprosjekt. For å kunne klassifisere Forsvarets investeringsprosjekter og sikre at klassene er gode nok til at analysene kan gjennomføres har vi valgt å basere oss på FFIs definisjon. Denne ble utarbeidet i sammenheng med artikkelen *Military Off the Shelf Procurements: A Norwegian Case Study* (2017) i samarbeid med FOI (Totalförsvarets forskningsinstitut) og ble godkjent til bruk i det kjente tidsskriftet *Defence and Peace Economics*. Vi mener derfor dette er gode og anerkjente definisjoner. Disse følger nedenfor.

2.1.1 Hyllevareprosjekt

Hyllevareprosjekt må være ferdig utviklet materiell og ha en eksisterende produksjonslinje. Definisjonen tillater tilpasninger på materiellet opp til 10 prosent av anskaffelseskostnad. Ved å ikke tillate tilpasninger opp til 10 prosent ville svært få/ingen prosjekter blitt klassifisert som hyllevareprosjekt, ettersom det er nødvendig å gjøre visse tilpasninger for at produktet skal implementeres i det norske Forsvaret (Presterud, Øhrn, & Berg, 2016, s. 13).

2.1.2 Tilpasningsprosjekt

Tilpasningsprosjekt er hyllevarer der man i prosjektet har gjort tilpasninger utover 10 prosent av anskaffelseskostnadene, men hvor det ikke er noen utviklingskostnader. Deresom tilpasningskostnadene overstiger 90 prosent av de totale anskaffelseskostnadene regnes materiellet som et utviklingsprosjekt (Presterud, Øhrn, & Berg, 2016, ss. 13-14).

2.1.3 Utviklingsprosjekt

Utviklingsprosjekt er definert som produkt der det har vært teknologisk utvikling i forbindelse med prosjektet, og/eller at produktet ikke finnes i bruk og mangler en eksisterende produksjonslinje. Dette innebærer at om det brukes kjent teknologi i et produkt vil også dette kunne klassifiseres som et utviklingsprosjekt. Videre vil også et stort antall

systemer med kjent teknologi som settes sammen til et nytt produkt med betydelige design- og integrasjonskostnader bli klassifisert som et utviklingsprosjekt (Presterud, Øhrn, & Berg, 2016, s. 14).

2.2 P(50)

Kostnadsavvik er i denne oppgaven et mål på hvor mye de faktiske utbetalinger for et prosjekt avviker fra P(50). P(50) er forventet kostnad og er styringsrammen for utførende etat. Navnet P(50) kommer av at det er 50 % sannsynlighet for at kostnaden for prosjektet vil være lik eller lavere (Forsvaret, 2013 B). Dette vil med andre ord si at over en lengre periode vil femti prosent treffe over P(50) og femti prosent vil treffe under. Vi antar derfor at prosjektporteføljen vil bli normalfordelt³ med P(50) som forventningsverdi over tid. P(50) vil med andre ord være gjennomsnittlig kostnadsavvik for hele investeringsporteføljen.

P(50) er et resultat av en grunnkalkyle, et uspesifisert tillegg og et forventet tillegg. Grunnkalkylen er summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer på analysetidspunktet. Kalkylen kan lages på bakgrunn av informasjon fra leverandører eller ved hjelp av beregninger fra tilsvarende prosjekt som er gjennomført. Det uspesifiserte tillegget tar høyde for kostnader knyttet til aktiviteter som ikke er kartlagt. Dette er forhold man av erfaring vet vil bli aktuelle, men som det ikke er grunnlag for å estimere så tidlig i prosjektfasen. Forventet tillegg er et kostnadsbidrag som skal utløses dersom hendelsene man selv har definert i kostnadsanalysen inntreffer. Tillegget disponeres av utførende etat og er ikke under prosjektleder (PL) sin myndighet (Forsvaret, 2013 B). Oppbygningen av P(50) er illustrert nedenfor.



Figur 1: Kostnadsramme for prosjekt (Forsvaret, 2016)

³ Forklares i delkapittel 2.4.2

P(50) vil i noen tilfeller justeres underveis i anskaffelsesprosessen for å gjenspeile det som faktisk skal anskaffes. De P(50)-verdiene vi har tilgjengelig inneholder slike justeringer.⁴

2.3 Usikkerhet

Usikkerhet kan defineres som sannsynligheten for at noe skjer multiplisert med konsekvensene for at det skjer. Her er det viktig å bemerke at usikkerheten kan gå begge veier; f.eks. kan usikkerhet knyttet til et kostnadsestimat føre til at man overskrider estimatet, eller at man bruker mindre enn det man har estimert. Er sannsynligheten for en besparelse lik sannsynligheten for en overskridelse vil man kunne si at usikkerheten ved begge tilfellene er lik (Bøhren & Gjærum, 2016). Etersom Forsvaret planlegger med å treffe estimatet P(50) vil en kostnadsbesparelse på 5 % fortelle like mye om usikkerheten som en kostnadsoverskridelse på 5 %, gitt lik sannsynlighet. Usikkerheten kan derfor sees på som et avvik fra forventet verdi P(50).

De vanligste målene på spredning fra forventet verdi er varians (Var) og standardavvik (Std). Standardavvik er den gjennomsnittlige avstanden fra gjennomsnittet mens varians er det kvadrerte avviket fra gjennomsnittet, og måler den underliggende variasjonen i utvalget. Begge spredningsmålene er større jo mer usikkert noe er. Mer usikkerhet betyr at utfallene varierer mer fra forventet verdi (Meen, 2014).

I oppgaven blir en kostnadsbesparelse på 10 % likestilt med en kostnadsoverskridelse på 10 %. Dette er fordi man må se på Forsvarets investeringer som en portefølje. Dermed vil en besparelse på 10 % gjøre at man har bundet opp mer ressurser enn nødvendig. Dette kunne for eksempel blitt brukt til andre anskaffelser. Samtidig vil en overskridelse på 10 % muligens gjøre at man ikke kan gjennomføre planlagte anskaffelser.

2.4 Sannsynlighetsteori

I dette delkapittelet gjør vi rede for de statistiske analysene vi har benyttet for å teste underhypotesene. For å gjennomføre de ulike statistiske analysene som er beskrevet i dette kapittelet har vi brukt Microsoft Excel. Etersom Excel er et anerkjent analyseverktøy

⁴ For eksempel kan en opprinnelig P(50) ta høyde for å anskaffe 5 enheter av et bestemt materiell. Dersom prosjektet endres til å kun omfatte 4 enheter, vil P(50) også justeres tilsvarende. Ved å justere P(50) vil man kunne finne kostnadsavvik knyttet til nøyaktig de 4 enhetene som skal anskaffes.

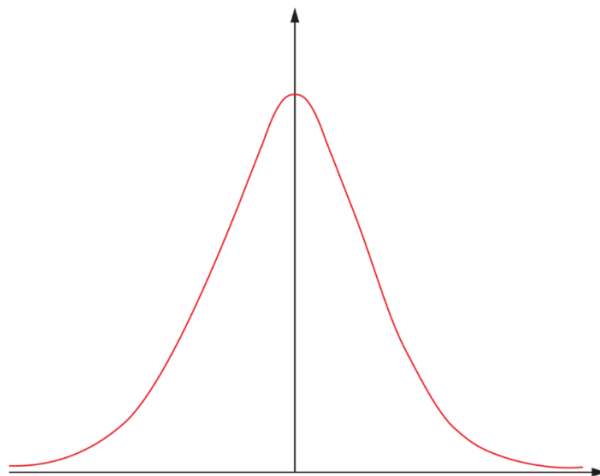
har vi valgt å ikke beskrive de matematiske utregningene i teorikapittelet. Om dette er av interesse er utregningene beskrevet i vedlegg 5.

2.4.1 Signifikansnivå

Under vår bearbeiding av datasettet har vi gjort en rekke statistiske analyser. Før vi gjennomførte disse analysene måtte vi bestemme oss for et signifikansnivå, også kalt sikkerhetsnivå. Signifikansnivået er en øvre grense for sannsynligheten for å forkaste nullhypotesen gitt at nullhypotesen er riktig. Signifikansnivået bestemmer altså hvor sikker man må være på at observasjonene ikke skyldes feil eller tilfeldigheter før man forkaster nullhypotesen. Om det å forkaste nullhypotesen ikke har veldig store konsekvenser (som det f.eks. har innenfor farmasi) er det vanlig å velge et signifikansnivå på 5 %. Dette betyr at man feilaktig kan forkaste nullhypotesen én av tjue ganger. I våre analyser har vi lagt til grunn et signifikansnivå på 5% ettersom vi mener dette gir en tilstrekkelig sikkerhet for å forkaste nullhypotesene.

2.4.2 Normalfordeling

Normalfordelingskurven er en symmetrisk og kontinuerlig kurve for stokastiske variabler som går fra $-\infty$ til $+\infty$. Denne kurven kalles en Gauss-kurve (se figur 2). Normalfordelingen blir beskrevet av parameterne forventningsverdi (μ) og standardavvik (σ). Vi sier at de stokastiske variablene er $N(\mu, \sigma)$. Forventningsverdien er gjennomsnittlig verdi for enhetene i et utvalg eller en populasjon (Studenmund, 1991, ss. 102-103). I oppgaven betegner vi forventningsverdi som *gjennomsnitt*.



Figur 2: Gauss-kurve / Normalfordelingskurve (Aven, 2018)

Har man en stor mengde identisk fordelte stokastiske variabler vil gjennomsnittet av disse tendere til å bli normalfordelt, uavhengig av fordelingen. Dette kalles sentralgrenseteoremet (Studenmund, 1991, ss. 102-104).

2.4.3 Kjikkvadrat-test

Kjikkvadratet er et mål på hvor sikre vi kan være på at en statistisk samvariasjon i utvalget også gjelder i populasjonen. I vår oppgave er Kjikkvadrat-testen brukt til å se om det er samvariasjon mellom prosjekttype og størrelse på kostnadsavvik. Fremgangsmåten ved kjikkvadratet er hypotesetesting. Analysemetoden er en ikke-parametrisk test, som vil si at den fungerer om et datautvalg er normalfordelt eller ikke.

Nullhypotesen er alltid; «Det er ingen samvariasjon mellom variablene i populasjonen». Kjikkvadratet tester da hvor sannsynlig det er at nullhypotesen er riktig. Alternativhypotesen blir «Det er samvariasjon mellom variablene i populasjonen». For å konkludere må man se kjikkvadratet opp imot et signifikansnivå.

Når man regner ut kjikkvadratet får man en p-verdi, som forenklet sagt gir sannsynligheten for at nullhypotesen er riktig. Om p-verdien er lavere enn signifikansnivået forkaster man nullhypotesen om ingen samvariasjon mellom variablene i populasjonen. Merk at kjikkvadratet kun forteller oss *om* det foreligger en forskjell mellom kategoriske variabler, den sier ingenting om hvor i utvalget forskjellen ligger (Jacobsen, 2005, ss. 362-365).

2.4.4 T-test

En T-test undersøker om gjennomsnittet i to ulike grupper er så forskjellige at de også er forskjellig i populasjonen. Testen kan altså finne ut om forskjellene mellom gjennomsnittlig kostnadsavvik for hyllevareprosjekt og utviklingsprosjekt i utvalget også finnes i populasjonen, eller om de skyldes tilfeldigheter.

Før man gjennomfører en T-test må man bestemme om variansene i gruppene er like eller ikke. Dette gjøres med en F-test (se delkapittel 2.4.5). En T-test med antatt like varianser kalles en Students T-test, mens en T-test med antatt ulike varianser kalles en Welchs T-test. Students T-test baserer seg på en Students t-fordeling. Dette er en kontinuerlig sannsynlighetsfordeling som brukes ved små sannsynlighetsutvalg. Students t-fordeling kan sammenlignes med en normalfordeling men har en lavere snittverdi og høyere

varians. Om antall observasjoner går mot uendelig vil t-fordelingen etter hvert gå mot en normalfordeling (Studenmund, 1991, ss. 140-160).

Framgangsmåten ved testen er hypotesetesting. I utgangspunktet har man en nullhypotese, som alltid vil være: «det er ingen forskjell mellom gjennomsnittene i populasjonen». Alternativhypotesen blir: «det er forskjell mellom gjennomsnittene i populasjonen». En slik alternativhypotese kalles en tosidig test. Ved en ensidig test vil alternativhypotesen være: «den ene gruppen har lavere/høyere gjennomsnitt enn den andre» (Jacobsen, 2005, s. 361). Her tester man én gruppe *opp mot* en annen. Man tester alltid gruppen som alternativhypotesen tilsier har lavest gjennomsnitt *opp mot* gruppen med antatt høyest gjennomsnitt. Om alternativhypotesen vår er at hyllevareprosjekt har *lavere* gjennomsnitt enn utviklingsprosjekt, må vi derfor teste hyllevareprosjekt *opp mot* utviklingsprosjekt.. Tabell 1 viser gangen i en T-test for ulike alternativhypoteser.

Alternativhypotese 1	Alternativhypotese 2
1) Alternativhypotese: A sitt gj.snitt > B sitt gj.snitt	1) Alternativhypotese: A sitt gj.snitt < B sitt gj.snitt
2) Vi tester B <i>opp mot</i> A ettersom alternativhypotesen sier at B har <i>lavere</i> gjennomsnitt enn A.	2) Vi tester A <i>opp mot</i> B ettersom alternativhypotesen sier at A har <i>lavere</i> gjennomsnitt enn B.
3) Vi forkaster nullhypotesen om t-observator er <i>høyere</i> enn T-kritisk.	3) Vi forkaster nullhypotesen om t-observator er <i>høyere</i> enn T-kritisk.

Tabell 1: T-test ved ulike alternativhypoteser

Av T-testen får man verdiene t-observator⁵ og T-kritisk. Som vist i tabellen forkaster vi nullhypotesen til fordel for alternativhypotesen dersom t-observatoren er *høyere* enn T-kritisk (Studenmund, 1991, s. 142).

T-testen gir også en p-verdi som forteller oss hvor stor sannsynlighet det er for at en test gir oss den samme eller en høyere t-observator, dersom gjennomsnittene for gruppene faktisk er like i populasjonen (Wonnacott & Wonnacott, 1977, ss. 248-251). Forenklet kan man si at p-verdien forteller oss hvor stor sannsynlighet det er for at nullhypotesen

⁵ Betegnes ofte som «t-Statistic»

er riktig. P-verdien forteller også for hvilket signifikansnivå man ville forkastet nullhypotesen til fordel for alternativhypotesen. Får man for eksempel en p-verdi på 20 %, betyr det at vi ville forkastet nullhypotesen for et signifikansnivå på 20 % eller høyere (Studenmund, 1991, ss. 160-175).

2.4.5 F-test

En F-test undersøker om det foreligger en signifikant forskjell mellom variansene til to grupper i en populasjon. F-testen kan da gi oss sannsynligheten for at det foreligger en signifikant forskjell mellom variansen til hyllevareprosjekters kostnadsavvik og variansen til utviklingsprosjekters kostnadsavvik. Framgangsmåten ved testen baserer seg også her på hypotesetesting. I utgangspunktet har man en nullhypotese, som alltid vil være; «Det er ingen forskjell mellom variansene i populasjonen», med en alternativhypotese; «Det er signifikant forskjell mellom variansene i populasjonen». Vi kan også ha ensidige alternativhypoteser. For å gjøre dette må ta høyde for de empiriske variansene i datautvalget. Tabell 2 forklarer forskjellen på en venstresidig og en høyresidig test.

Venstresidig test	Høyresidig test
1) Det er en venstresidig test om alternativhypotesen er det <i>motsatte</i> av det de empiriske variansene skulle tilsi.	5) Det er en høyresidig test om alternativhypotesen er den <i>samme</i> som det de empiriske variansene skulle tilsi.
2) Man tester følgelig den med <i>lavest</i> empirisk varians <i>opp mot</i> den med høyest empirisk varians.	6) Man tester følgelig den med <i>høyest</i> empirisk varians <i>opp mot</i> den med lavest empirisk varians.
3) Dersom F-verdien er <i>lavere</i> enn F-kritisk, er <i>noe</i> signifikant.	7) Dersom F-verdien er <i>høyere</i> enn F-kritisk, er <i>noe</i> signifikant.
4) Dersom <i>noe</i> er signifikant og p-verdien er <i>lavere</i> enn signifikansnivået på 5 %, forkaster vi nullhypotesen.	8) Dersom <i>noe</i> er signifikant og p-verdien er <i>lavere</i> enn signifikansnivået på 5 %, forkaster vi nullhypotesen.

Tabell 2: F-test ved ulik ensidig test

Merk punkt 3 i tabellen over, og forskjellen mellom en venstresidig og en høyresidig test. Utover forskjellen er det viktig å bemerke seg at F-verdien kun sier noe om *noe* er

signifikant. Selv om man for en venstresidig test får en F-verdi lavere enn F-kritisk betyr ikke dette at vi kan forkaste nullhypotesen. Det kan likeså godt være at det er den «omvendte» alternativhypotesen som er signifikant. Derfor må F-kritisk alltid sees opp mot p-verdien.

P-verdien forteller oss om det er den gjeldende alternativhypotesen som er signifikant. For en p-verdi under signifikansnivået på 5 % vil vi derfor forkaste nullhypotesen.

3 Bakgrunn for underhypotesene

I dette kapittelet vil vi gi en redegjørelse for de tre underhypotesene som ble definert i problemstillingen.

3.1.1 Underhypotese 1

«Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt.»

Usikkerhet knyttet til kostnadsestimeringen av en materiellanskaffelse kan medføre at forventet kostnad $P(50)$ blir estimert feil, noe som vil føre til et kostnadsavvik mellom forventet kostnad og faktisk kostnad. Jo høyere usikkerhet knyttet til estimeringen, desto høyere risikerer man at et evt. kostnadsavvik blir. Det er altså en sammenheng mellom usikkerhet og størrelsen på kostnadsavviket.

Ut ifra litteratur og FFIs rapport har vi utledet vår hovedhypotese om at det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt. Gitt at dette er riktig vil det også være en sammenheng mellom prosjektklassene og kostnadsavvik, ettersom man ved høyere usikkerhet risikerer et høyere kostnadsavvik. Sammenhengen mellom prosjektklasse og størrelse på kostnadsavvik sier oss derfor noe om usikkerheten knyttet til kostnadsestimering av hyllevareprosjekt og utviklingsprosjekt.

3.1.2 Underhypotese 2

«Gjennomsnittlig absolutt⁶ kostnadsavvik er høyere for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt.»

Vi forutsetter at kostnadsavvikene skal være normalfordelt over tid med $P(50)$ som forventningsverdi. Dersom gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik for en prosjektklasse avviker fra $P(50)$ i en bestemt retning vil dette være en indikator på at det er usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av prosjektklassen. Jo mer en prosjektklasse sitt gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik avviker fra $P(50)$, desto høyere er usikkerhet knyttet til estimeringen av prosjektklassen.

⁶ Med absolutt avvik mener vi i denne sammenheng hvor mye gjennomsnittet/forventningsverdien til en prosjektklasse avviker fra $P(50)$ uavhengig om det er mer- eller mindreforbruk.

Dersom det gjennomsnittlige absolute kostnadsavviket for utviklingsprosjekt er *høyere* enn for hyllevareprosjekt, vil dette støtte hovedhypotesen om at det er knyttet høyere usikkerhet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt.

3.1.3 Underhypotese 3

«Utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt.»

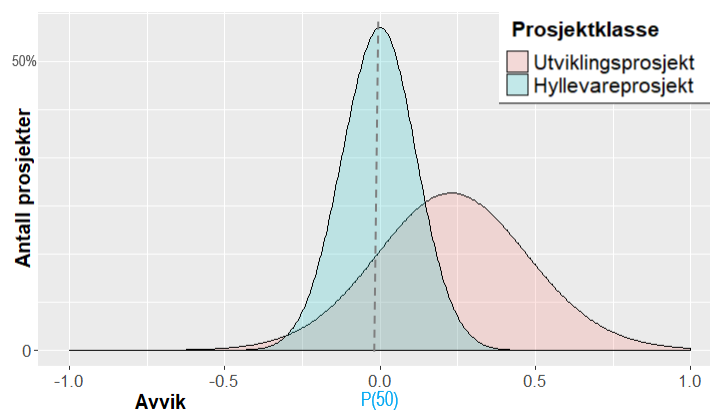
Høy varians i kostnadsavvik tyder på at det er stor spredning fra gjennomsnittlig kostnadsavvik, noe som igjen tilsier at det er usikkerhet knyttet til kostnadsestimeringen.

Varians er altså et mål på usikkerheten i kostnadsestimeringen.

Dersom vår hypotese stemmer, om at det er større usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt, vil dette medføre at utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt. Variansen for en prosjektklasse viser spredningen fra *sitt eget* gjennomsnitt. Derfor er variansen et mål på usikkerhet, uavhengig av gjennomsnittets avvik fra P(50) på porteføljenivå.

3.1.4 Forventninger

Basert på våre underhypoteser om størrelse på kostnadsavvik, gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik og varians vil man kunne forvente at normalfordelte kurver for kostnadsavvikene til hyllevare- og utviklingsprosjekt ser for eksempel ut som i figur 3⁷.



Figur 3: Antagelse om kurver for hyllevare- og utviklingsprosjekt

⁷ Det kan fremstå som urealistisk at gjennomsnittet til utviklingsprosjekt avviker så mye fra P(50) samtidig som at gjennomsnitt for hyllevareprosjekt er lik P(50), ettersom *alle* prosjekt skal være normalfordelt rundt P(50) over tid. Merk dog at vi i grafen ikke tar høyde for tilpasningsprosjekt og at grafen kun er en visualisering av hva man *kan* forvente med hensyn til gjennomsnitt og varians. Det er de forventede forskjellene mellom hyllevarer og utviklingsprosjekt vi ønsker å få frem i grafen.

4 Metode

I dette kapittelet har vi redegjort for de metodiske valgene vi har tatt for å kunne drøfte i hvilken grad resultatet av analysene skyldes metodene eller om resultatet er et riktig bilde av virkeligheten. Vi vil først redegjøre for oppgavens datagrunnlag, før vi går inn på hvordan vi har samlet inn og bearbeidet dataen.

4.1 Data

Oppgaven baserer seg på et datasett⁸ tilsendt av FFI. Dette er data som allerede eksisterer og er lagret, såkalt sekundærdata. I dette tilfellet snakker vi om kvantitativ sekundærdata, altså data som baserer seg på tall (Jacobsen, 2005, s. 124). Vi har valgt å dele prosjektene i datasettet inn i to kategorier;

1. Avsluttede prosjekter

At et prosjekt er avsluttet vil i denne sammenheng si at prosjektet har levert materiell og utstyr og at det ikke er tiltenkt noen videre leveranser. Dette vil si at kategorien inneholder både prosjekter som har og som ikke har oppnådd resultatmål i henhold til gjennomføringsoppdrag. Terminerte prosjekter er et annet begrep som også brukes for avsluttede prosjekter. På disse prosjektene er altså alle utbetalinger gjennomført, og man har tall på hva de faktiske kostnadene ble. Disse tallene er hentet ut ifra termingeringsrapporten til hvert enkelt prosjekt. Dette arbeidet er gjort av FFI. Termingeringsrapporten er skrevet av PL, og skal følge en fast mal i henhold til PRINSIX. Hovedfokuset skal være på hva prosjektet har levert samt økonomi (Forsvaret, u.d.).

Siden rapportene er skrevet av PL er de skrevet av en person som har god førstehåndskunnskap og detaljinnsikt i prosjektene. Dette styrker dataens interne gyldighet ettersom kvaliteten på dataen vi skal trekke konklusjoner fra øker. Samtidig er Forsvaret en organisasjon med høy stillingsrotasjon, og det er da usikkert om PL har jobbet med prosjektet igjennom hele anskaffelsesprosessen. Dette muliggjør misforståelser og mulige feilføringer. Videre er det også forskjell fra prosjekt til prosjekt hvor mye tid og ressurser som er satt av til utarbeidelse av termingeringsrapportene. Dette er faktorer som svekker dataens pålitelighet.

2. Pågående prosjekter, hentet ut ifra Forsvarets Investeringsdatabase (FID)

Forsvarets Investeringsdatabase er en database hvor all data om prosjekter blir lagret. Alle aktiviteter som bruker eller planlegger å bruke investeringsmidler skal omfattes av FID.

FID benytter ulike programmer for lagring og visning av informasjon. Dataen vår er hentet ut fra Artemis 7 (A7). Dette er gjort av FFI. A7 er et porteføljestyringsverktøy for investeringsdata. Her lagres grunndata, rammer, tildelinger og historikk. I denne oppgaven vil vi spesielt ta i bruk kostnadsvariabelen *kostnadsprognose*. Variabelen omfatter faktiske utbetalinger i tillegg til forventet fremtidig kostnad. Faktiske utbetalinger og forventet fremtidig kostnad skal oppdateres kontinuerlig; godkjente prosjekter skal oppdateres én gang i måneden mens planlagte prosjekter skal oppdateres 4 ganger i året. Det er kun Forsvarsdepartementet og PL som har redigeringstilgang (Forsvaret, 2013). Da vi nåverdijusterte tallene fra A7 for avsluttede prosjekter, og sammenlignet de med den faktiske kostnaden oppgitt i termineringsrapporten, oppdaget vi at ikke alle A7-tallene var oppdatert. Dette kan skyldes menneskelige feil eller at prosjektene ikke er oppdatert i henhold til prosedyre, og gjør at dataens pålitelighet svekkes. Til tross for dette mener vi at det å ha en slik database som skal bli oppdatert kontinuerlig av kompetent personell styrker dataens interne gyldighet, ettersom vi ser på dette som en kvalitetssikring av dataen vi bruker.

4.2 Innsamling av data

Vi har benyttet oss av en deduktiv strategi for datainnsamling. En deduktiv strategi innebærer at man først skaper noen forventninger om hvordan virkeligheten ser ut, og dernest går ut og samler inn empiri for å se om forventningene stemmer med virkeligheten. Forventningene danner man på bakgrunn av tidligere empiriske funn og tidligere teorier (Jacobsen, 2005, s. 28). Våre forventninger om høyere usikkerhet i kostnadsestimering av utviklingsprosjekt kontra hyllevareprosjekt stammer fra ulik litteratur og ulike rapporter, men er som nevnt tidligere ikke bevist. Ved å bearbeide datasettet og gjennomføre ulike analyser har vi samlet inn empiri for å teste om våre forventninger samsvarer med virkeligheten.

4.2.1 Undersøkellesdesign og generalisering

Vi har valgt å teste vår hypotese ved et ekstensivt undersøkelsesdesign. Et ekstensivt undersøkelsesdesign vil si at man undersøker få variabler med mange observasjoner. Man undersøker altså lite om mange, eller i «bredden» (Jacobsen, 2005, s. 85). Grunnen til at vi har valgt et slikt undersøkelsesdesign er at vi ønsker å analysere sammenhengen mellom kostnadsavvik og prosjektklasse for mange prosjekter. Det å undersøke i bredden gjør det mulig å kunne generalisere funnene våre fra utvalget til hele populasjonen.

Populasjonen i oppgaven er alle hyllevare- og utviklingsprosjekt hvor anskaffelsesprosessen har blitt iverksatt. Utvalget vil i denne oppgaven være de prosjektene vi fikk tilsendt data på av FFI.

For at man skal kunne generalisere fra utvalg til populasjon må man ha et representativt utvalg, samt at utvalget må inneholde nok observasjoner.⁹ Et representativt utvalg er et utvalg som ligner på populasjonen på alle relevante kjennetegn (Jacobsen, 2005, s. 80).

Vi mener vårt utvalg er et representativt utvalg. Utvalget er på en tilstrekkelig størrelse, der vi har data på over hundre ulike prosjekter som fordeler seg jevnt mellom hyllevare- og utviklingsprosjekt. Dette er etter at vi har fjernet tilpasningsprosjekt eller prosjekt med ufullstendig data, i tillegg til å rense utvalget for ekstremverdier. Dette er alle metodiske grep vi har gjort for å forhindre at utvalget er forurenset.¹⁰

En svakhet ved utvalget er at det ikke representerer enheter som er trukket tilfeldig fra populasjonen. Vi har altså et ikke-sannsynlighetsutvalg som utvalgsprosedyre, noe som gjør at vi risikerer en systematisk skjevhet i utvalget (Jacobsen, 2005, s. 291). Vi mener allikevel at utvalget er representativt, ettersom det er tilfeldig hvilke prosjekter det finnes data på og ikke. Det er ikke en sammenheng mellom prosjekttipe og mangel på data, og på så måte kan man si at de prosjektene som har data er «trukket» tilfeldig fra populasjonen. Utvalget anses derfor som et representativt utvalg.

Alle statistiske teorier vi benytter i oppgaven baserer seg på én overordnet teori: statistisk inferensteori. Statistisk inferensteori handler i stor grad om at man kan trekke konklusjoner om en hel populasjon, basert på et utvalg av data fra populasjonen (Studenmund,

⁹ En tommelfinger regel er at utvalget må være på over 100 observasjoner for å få en fornuftig analyse (Jacobsen, 2005, s. 291).

¹⁰ Filtreeringen beskrives i delkapittel 4.3.3, mens fjerning av ekstremverdier beskrives i delkapittel 4.1

1991, s. 127). Dette forklarer at vi har valgt et teoretisk rammeverk med underliggende teorier som nettopp lar oss generalisere fra et utvalg til en hel populasjon.¹¹

4.3 Behandling av data

Datasettet er som nevnt tidligere tilsendt av FFI. I tillegg er dataen delvis bearbeidet i samarbeid med to forskere ved FFI, der vi igjennom mailkorrespondanse, telefonmøter og en samling i FFIs lokaler på Kjeller har diskutert ulike metoder for å bearbeide dataen. Igjennom dette samarbeidet har vi validert de metodiske valgene våre igjennom kontroll mot fagfolk, som styrker resultatenes interne gyldighet. I dette delkapittelet vil vi redegjøre for disse valgene.

4.3.1 Utelatelse av kansellerte prosjekter

På forhånd hadde FFI fjernet prosjekter som har blitt kansellert før noen utbetalinger på løp. Dette er anskaffelser hvor det vil være et urealistisk kostnadsavvik ettersom de ikke hadde noen utbetalinger. Det kan for eksempel være fordi behovet prosjektet skulle dekke ble dekket på andre måter eller at prosjektet ble flyttet inn under et annet prosjekt. På grunn av manglende informasjon rundt disse prosjektene, samt begrenset mulighet til å skaffe den relevante informasjonen har vi valgt å støtte FFIs avgjørelse om å utelate disse prosjektene.

4.3.2 Nåverdijustering

For å kunne sammenligne planlagt kostnad $P(50)$ med faktisk kostnad er vi avhengig av at de ulike utbetalingene til et prosjekt er i samme kroneverdi. For å være sikre på at våre beregninger ble riktig valgte vi å nåverdijustere samtlige prosjekter til 2018-kroner ved hjelp av deflatoren FI-kroner. FI-kroner henviser til forsvarsindeksen, som utarbeides av Finansdepartementet til bruk i den årlige pris- og lønnskompensasjonen. Indeksen representerer et anslag på den forsvarsspesifikke inflasjonen, ekskludert kostnadsvekst som er drevet av økninger i ytelse eller kvalitet. Indeksen brukes av blant annet FFI og Forsvarsmateriell (FMA) i deres nåverdijusteringer, og anses derfor som en anerkjent måte å nåverdijustere forsvarsmateriell. For å utføre nåverdijusteringen fikk vi tilsendt et oppdatert FI-regneark av FMA. I vedlegg 1 kan man se rentene hentet fra FI-regnearket.

¹¹ Vi går ikke inn i detalj om statistisk inferensteori i teorikapittelet da det er en svært overordnet teori som allerede blir gjort rede for gjennom kjikvadrat-test, T-test og F-test

En svakhet ved justeringene er at for noen prosjekter er de totale utbetalingene summen av nominelle verdier over de årene utbetalingene har påløpt. For disse prosjektene burde man nåverdijustert hver utbetaling separat, men på grunn av manglende informasjon om når utbetalingene ble gjennomført hadde vi ikke muligheten til å gjennomføre dette. Vi valgte å løse det med å regne ut gjennomsnittlig forsvarsspesifikk inflasjon mellom første og siste utbetaling. På denne måten fikk vi den årlige gjennomsnittlige prisveksten for forsvarsmateriell. Denne kunne vi da bruke til å nåverdijustere summen av de nominelle utbetalingene. Dette ga oss mest korrekt nåverdijustering uten å ha kjennskap til hver enkelt utbetaling.

4.3.3 Filtrering

Utvalget vi fikk tilsendt fra FFI inneholdt 517 prosjekter. Det er her viktig å presisere at vi ikke hadde fullstendig data på alle 517 prosjekter. Ved å gjennomføre en grunnfiltrering av dataen fjernet vi de prosjektene vi ikke hadde riktig data på, og som dermed ikke kunne være med i analysene. Grunnfiltreringen bestod i å fjerne de prosjektene som var klassifisert som «tilpasningsprosjekt» og de prosjektene FFI ikke hadde klart å klassifisere. Prosjektene som ikke er klassifisert av FFI er prosjekter der man ikke har klart å finne nødvendig data for å gjennomføre klassifisering. Etter å ha fjernet prosjektene som var klassifisert som «tilpasningsprosjekt» samt de prosjektene som var uklassifisert stod vi igjen med 322 av de opprinnelige 517 prosjektene.

I hovedsak valgte vi å se på kostnadsavviket til avsluttede prosjekter, ettersom man for disse prosjektene kan se på differansen mellom P(50) og faktisk utbetalt. Vi valgte allikevel å inkludere noen pågående prosjekter hvor faktisk utbetalt utgjorde over åtti prosent av *kostnadsprognosen* i A7. Årsaken til at vi valgte å gjøre dette var for å utvide utvalget for at det skulle bli så representativt for populasjonen som mulig. Avgjørelsen ble diskutert med forskerne fra FFI som støttet denne beslutningen. Det er allikevel viktig å nevne at det å inkludere prosjekter hvor ikke utbetalingene er hundre prosent fullført muliggjør det at prognosene kan endre seg, som svekker påliteligheten til disse tallene. Vi valgte derfor grensen på over åtti prosent for å minimere muligheten for endringer, noe som økte datagrunnlaget med syv prosjekter. Dette styrker utvalgets validitet.¹²

¹² Vedlegg 6 viser resultatet av analysen dersom man hadde argumentert for å ikke ta med pågående prosjekter. Dette er anbefalt lesing til etter analysen.

Etter å ha fjernet de prosjektene hvor faktisk utbetalt utgjorde under åtti prosent satt vi igjen med 210 prosjekter. Av disse var det 97 avsluttede prosjekter som manglet kostnadsdata fra termineringsrapporter. Her brukte vi nåverdijustering til å verifisere om tallene fra A7 samsvarte med tallene med fra termineringsrapportene. Dette for å se om vi kunne bruke A7-databasen til å hente ut kostnadsdata på avsluttede prosjekter. For flere prosjekter samsvarte ikke disse tallene etter de var nåverdijustert, og vi kunne dermed ikke basere oss på at samtlige tall for avsluttede prosjekter var korrekt i A7. Dette gjorde at vi måtte fjerne de 97 prosjektene som manglet kostnadsdata.

For pågående prosjekter forutsetter vi at både kostnadsprognose, faktisk utbetalt og P(50) var nåverdijustert til 2017. Vi nåverdijusterte da disse til 2018. Totalt satt vi igjen med 105 prosjekter hvorav syv prosjekter var pågående.

Steg	Handling	Antall prosjekt
1	Utgangspunkt fra FFI	517
2	Etter fjerning av tilpasningsprosjekt og uklassifiserte prosjekt	322
3	Etter fjerning av pågående prosjekter < 80 % utbetalt	210
4	Etter fjerning av prosjekter uten tilstrekkelig kostnadsdata	105

Tabell 3: Filtrering av datautvalg

Dette betyr at vi etter grunnfiltreringen hadde et utgangspunkt på 322 prosjekter, hvor vi etter videre filtrering satt igjen med 105. Rent metodisk svekker dette utvalgets validitet ettersom en nedskjæring på 217 prosjekter kan gjøre at utvalget blir mindre representativt for populasjonen. Allikevel er nedskjæringen nødvendig, ettersom å ha inkludert noen av de 217 prosjektene ville gjort at vi kunne fått ufullstendige analyser. Utvalget er fortsatt på over 100 prosjekter, som er stort nok til at man kan gjøre en fornuftig analyse (Jacobsen, 2005, s. 291). Videre mener vi at nedskjæringen styrker utvalgets validitet ettersom vi har fjernet prosjekter med ufullstendig data, noe som betyr at vi er mer sikker på at vi undersøker det vi faktisk prøver å undersøke.

5 Analyse

I dette kapitlet vil vi vise hvordan vi beregner kostnadsavvik, lage en oversikt over datautvalget og eliminere ekstremverdier som ikke burde være med i utvalget. Deretter vil vi gjennomføre en grunnleggende analyse ved bruk av visualisering, for så å stegvis teste underhypotesene ved bruk av statistiske analyser. Der det er hensiktsmessig vil vi teste omvendte underhypoteser. Et eksempel på dette kan være å teste om utviklingsprosjekt har *lavere* varians enn hyllevarer. Den grunnleggende analysen i dette kapitlet vil fortelle oss om det er behov for dette. Avslutningsvis vil vi kontrollere om eventuelle sammenhenger mellom kostnadsavvik og prosjektklasse avhenger av prosjektstørrelse.

5.1 Utregning av kostnadsavvik

I oppgaven ønsker vi som nevnt å studere sammenhenger mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassifisering. Vi velger å se på avvikene i prosent for å kunne sammenligne avvikene uavhengig av størrelsen på prosjektet.

P.nr.	P(50)	Faktisk kostnad	Avvik	%-avvik
U-P115 ¹³	164,88 MNOK	153,61 MNOK	-11,27 MNOK	-6,8 %

Tabell 4: Eksempel på beregning av kostnadsavvik

Her er P(50) forventet kostnad mens faktisk kostnad er de reelle utbetalingene til prosjektet. I oppgaven har vi valgt å vise mindreforbruk som negative verdier og merforbruk som positive verdier. På en annen måte kan vi si at negative verdier er avvik innenfor styringsrammen P(50), mens positive verdier er avvik som overgår styringsrammen P(50).

5.2 Ekstremverdier

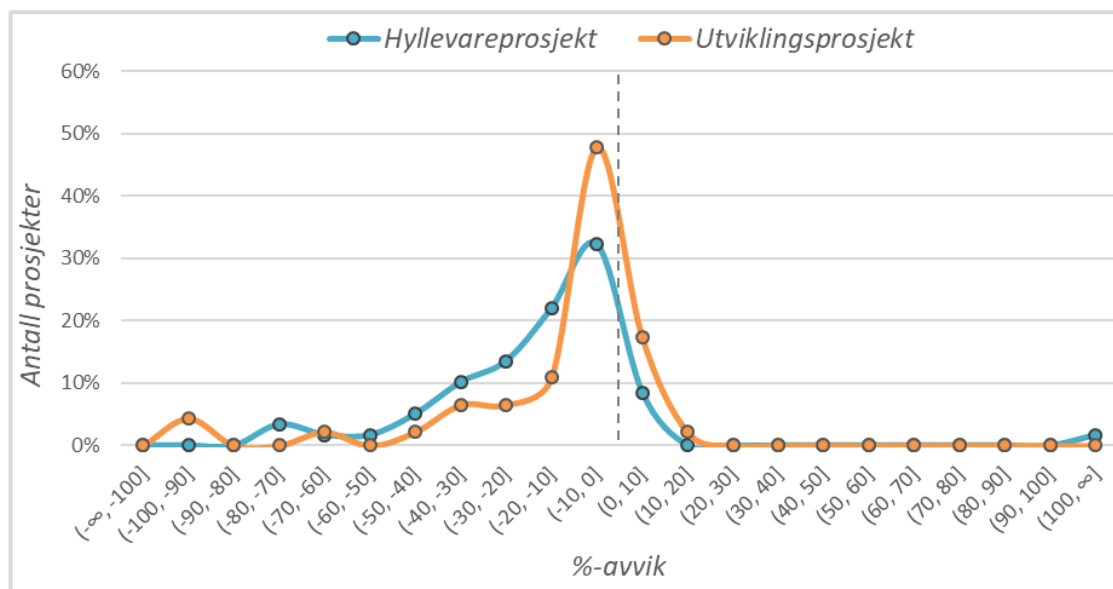
Først strukturerte vi utvalget i et oversiktlig histogram. For å strukturere utvalget fordelte vi prosjektene utover intervall på 10 % kostnadsavvik. Etersom vi har en skjevhet i antall prosjekter innenfor hver klassifisering – 59 hyllevarerprosjekt og 46 utviklings-

¹³ For å gjøre datautvalget ugradert har vi valgt å gi prosjektene fiktive men sporbare prosjektnummer. Fiktive prosjektnummer er markert med U foran.

prosjekt – var det viktig at vi presenterte andelen prosjekt innen hvert intervall som prosent. I tabell 5 ser vi for eksempel at det finnes 13 hyllevareprosjekt som ligger fra 20 % mindreforbruk *til og med* 10 % mindreforbruk. Dette er da 22 % av alle hyllevareprosjekt. Totalt er det tre prosjekter som er registrert i datasettet med akkurat 0 % avvik. Disse fremkommer i intervallet $(-10, 0]$.

	$(-\infty, -100]$	$(-100, -90]$	$(-90, -80]$	$(-80, -70]$	$(-70, -60]$	$(-60, -50]$	$(-50, -40]$	$(-40, -30]$	$(-30, -20]$	$(-20, -10]$	$(-10, 0]$	$(0, 10]$	$(10, 20]$	$(20, 30]$	$(30, 40]$	$(40, 50]$	$(50, 60]$	$(60, 70]$	$(70, 80]$	$(80, 90]$	$(90, 100]$	$(100, \infty]$	antall
Hyllevare	0	0	0	2	1	1	3	6	8	13	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	0%	0%	0%	3%	2%	2%	5%	10%	14%	22%	32%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	%-andel
Utvikling	0	2	0	0	1	0	1	3	3	5	22	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0%	4%	0%	0%	2%	0%	2%	7%	7%	11%	48%	17%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	%-andel

Tabell 5: Absolutt og relativ fordeling på variabelen kostandsavvik (105 prosjekter | før ekskludering av ekstremverdier)



Figur 4: Relativ fordeling på variabelen kostandsavvik (105 prosjekter | histogram før ekskludering av ekstremverdier)

Av tabell 5 ser vi at datautvalget inneholder 8 prosjekter med absolutte kostnadsavvik over 50 %. Det er viktig at vi vurderer om disse ekstremverdiene bør ekskluderes fra utvalget før videre analyse. En ekstremverdi er en observasjon som er unormalt stor eller liten. På engelsk brukes begrepet, «outliers», om ekstremverdier (Keller, 2018, s. 674). En slik unormalt stor eller liten observasjon kan enten være reell eller en observasjon som ikke burde være med i utvalget. Med det sistnevnte menes det at observasjonen ikke er representativ for populasjonen og det man ønsker å si noe om (Studenmund,

1991, s. 79). I vår hovedanalyse er ekstremverdier prosjekter med unormalt store eller små kostnadsavvik. Slike ekstremverdier vil ha stor effekt på gjennomsnittlig kostnadsavvik og varians. Vi bør derfor være forsiktig med å ekskludere ekstremverdier med mindre vi har god grunn til å gjøre det. Vi vurderer ekstremverdiene ved å gå gjennom tilgjengelig dokumentasjon for prosjektene med størst kostnadsavvik. Før vi velger å ekskludere noen ekstremverdier bør vi på forhånd etablere noen kriterier. Dette tillater oss å være objektive ved vurdering av hvert enkelt prosjekt. Hvis ett av kriteriene blir oppfylt vil dette resultere i at vi ekskluderer den gjeldende ekstremverdien:

- Dersom deler av utbetalingene knyttet til prosjektet også var med på å dekke andre prosjekt.
- Dersom det tydelig kommer frem at det er andre utbetalinger knyttet til prosjektet som ikke kommer frem i termineringsrapporten.
- Dersom prosjektet ble terminert før anskaffelse og ikke skulle vært en del av datautvalget tilsendt fra FFI.
- Dersom vi ikke hadde tilgang på termineringsrapport, erfaringsrapport eller fremskaffelsesløsning.

Informasjon om hvert enkelt prosjekt finner vi i termineringsrapport for avsluttede prosjekter og fremskaffelsesløsning for pågående prosjekter. Der disse dokumentene ikke er tilgjengelig forsøker vi å innhente informasjon fra nyeste erfaringsrapport dersom det skulle eksistere.

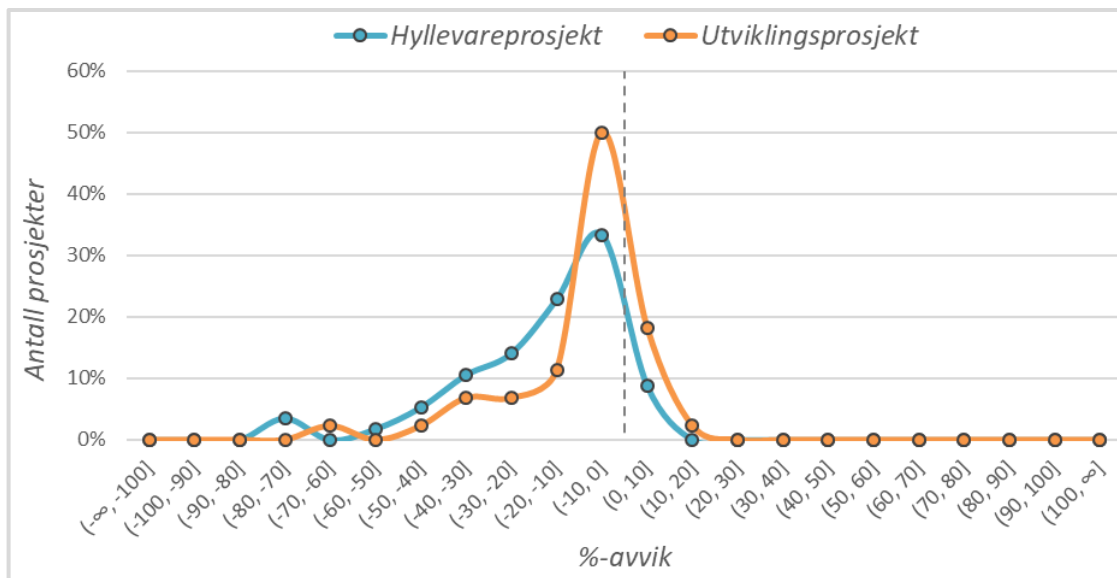
Vurderinger av hver enkelt ekstremverdi er gitt i vedlegg 2. Vi satt igjen med 101 prosjekter etter å ha ekskludert 4 ekstremverdier av de 105 prosjektene. Av de ekskluderte prosjektene hadde 3 prosjekter et absolutt kostnadsavvik over 90 %. Den siste hadde et absolutt kostnadsavvik på 62 %. Etersom vi ekskluderte et prosjekt med så lavt kostnadsavvik valgte vi å undersøke alle intervall helt ned til 40 % absoluttavvik. Ingen av disse prosjektene møtte kriteriene. Vi så derfor ikke behovet for å vurdere prosjekter med lavere kostnadsavvik. Disse ville også i mindre grad kunne ansees som ekstremverdier da de ikke vil ha en like stor effekt på gjennomsnitt og varians.

5.3 Grunnleggende analyse

Tabell 6 og figur 5 viser et oppdatert utvalg etter ekskludering av 4 prosjekter. Det er dette utvalget vi har brukt i analysen.

	$(-\infty, -100]$	$(-100, -90]$	$(-90, -80]$	$(-80, -70]$	$(-70, -60]$	$(-60, -50]$	$(-50, -40]$	$(-40, -30]$	$(-30, -20]$	$(-20, -10]$	$(-10, 0]$	$(0, 10]$	$(10, 20]$	$(20, 30]$	
Hylleware	0	0	0	2	0	1	3	6	8	13	19	5	0	0	antall
	0%	0%	0%	4%	0%	2%	5%	11%	14%	23%	33%	9%	0%	0%	%-andel
Utvikling	0	0	0	0	1	0	1	3	3	5	22	8	1	0	antall
	0%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	7%	7%	11%	50%	18%	2%	0%	%-andel

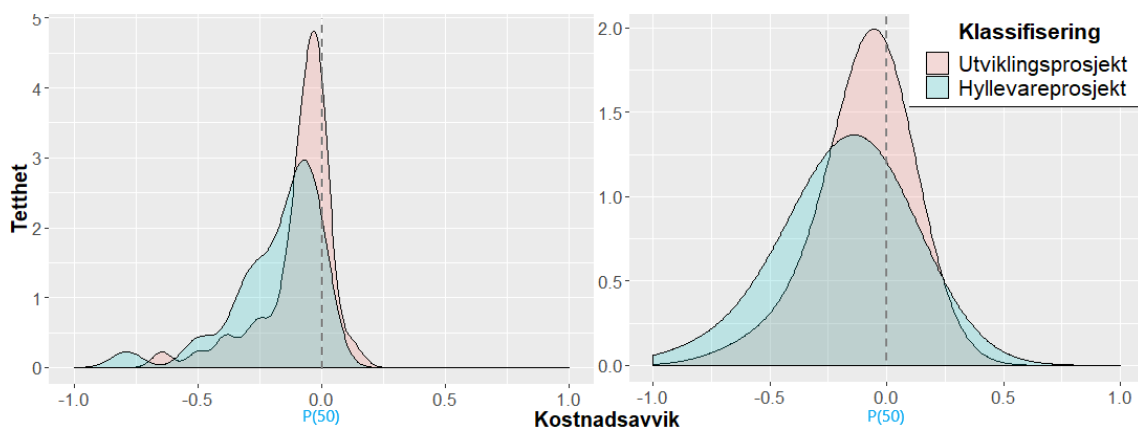
Tabell 6: Absolutt og relativ fordeling på variabelen kostandsavvik (101 prosjekter | etter ekskludering av 4 ekstremverdier)



Figur 5: Relativ fordeling på variabelen kostnadsavvik (101 prosjekter | histogram etter ekskludering av 4 ekstremverdier)

Av histogrammet kan vi se at det foreligger tydelige forskjeller mellom hylleware- og utviklingsprosjekt. Ut ifra figuren kan man allerede nå mene noe om de tre underhypotesene, da det ser ut til at det gjennomsnittlige kostnadsavviket til hyllewareprosjekt avviker mer fra P(50) enn kostnadsavviket til utviklingsprosjekt gjør. Samtidig synes det å være større varians i kostnadsavvikene til hyllewareprosjekt enn kostnadsavvikene til utviklingsprosjekt. Dette er motsatt av våre forventninger fra delkapittel 3.1.4. For å tydeliggjøre forskjellene gjennomfører vi en glattet gaussisk kjernetetthetsestimering. Glatte gaussisk kjernetetthetsestimering er en metode som enkelt fortalt tilpasser fordelinger til å fremstå mer normalfordelt. Fordelene med en slik visualisering er først og

fremst at den gir oss et kontinuerlig histogram som ikke er avhengig av inndelinger i intervall slik vi har brukt tidligere. Summen av arealet under hver fordeling er lik 1 og vi kan ved hjelp av en glattingsfaktor tilpasse observasjonene innen hver prosjektklasse til å fremstå mer normalfordelt. Dette gjør det enkelt å sammenligne de to prosjektklassene med hensyn til varians og gjennomsnitt. Vi bruker programmeringsspråket R¹⁴ for å gi oss én kjernetetthetsestimering med 1 som glattingsfaktor, og én med 4 som glattingsfaktor. Glattingsfaktoren sier noe om hvor mye histogrammet glattes for å fremstå mer normalfordelt. Figur 6 viser resultatet av kjernetetthetsestimeringene. Kodingen brukt i R er vist i vedlegg 3.



Figur 6: Glattet gaussisk kjernetetthetsestimering
(til venstre: glattingsfaktor 1 | til høyre: glattingsfaktor 4)

Spesielt av kjernetetthetsestimeringen med 4 som glattingsfaktor kan vi enkelt sammenligne hylleware- og utviklingsprosjekt. For det første ser vi at det er en tydelig forskjell mellom fordelingene. Det kan dermed se ut til at vår første underhypotese kan bekrefte; det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllewareprosjekt. Det ser derimot ut at gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er *høyere* for hyllewareprosjekt enn utviklingsprosjekt. Vi ser dette ved at toppunktet til hyllewareprosjektkurven avviker mer fra P(50), vist med stiplet linje. Dette er motsatt av det vi antok i utgangspunktet. Det kan med andre ord se ut som at vår andre underhypotese ikke stemmer. Når det gjelder varians, ser vi tydelig av kjernetetthetsestimeringen at hyllewareprosjekt har en *høyere* empirisk varians enn utviklingsprosjekt. Dette strider imot vår tredje underhypotese.

¹⁴ R er en gratis programvare for statistisk databehandling og grafikk (The R Foundation, 2019)

Oppsummert kan det virke som at det er en sammenheng mellom kostnadsavvik og prosjektklasse, men at sammenhengen mellom gjennomsnitt, varians, og prosjektklasser er motsatt av det vi opprinnelig hadde trodd. Dette er riktignok kun basert på visualisering, og vil testes med statistiske analyser. Videre er det derfor viktig at vi først tester våre opprinnelige underhypoteser.

Våre nye antagelser er allikevel nyttige. Dersom vi for eksempel finner ut at vi *ikke* kan si at utviklingsprosjekt har signifikant *høyere* gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt, kan vi forsøke å finne ut om hyllevareprosjekt har signifikant *høyere* gjennomsnitt enn utviklingsprosjekt, noe histogrammene tyder på.

5.4 Underhypotese 1

«Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt.»

5.4.1 Kjikvadrat-test

Ved bruk av en kjikvadrat-test kan vi teste vår første underhypotese. Som tidligere nevnt er dette en god metode fordi den fungerer uavhengig om fordelinger er normalfordelt eller ikke. Det den forsøker å svare på, er hvorvidt absolutte kostnadsavvik fordeler seg ulikt for hyllevareprosjekt og utviklingsprosjekt. Dette gir oss følgende nullhypotese og alternativhypotese.

Nullhypotese: *det **er ingen** forskjell i kostnadsavvik mellom hyllevareprosjekt og utviklingsprosjekt*

$\alpha^{15} = 0,05$

Alternativhypotese: *det **er en** forskjell i kostnadsavvik mellom hyllevareprosjekt og utviklingsprosjekt*

For å gjennomføre en kjikvadrat-test må vi dele prosjektene i datautvalget inn i ulike grupper basert på størrelse på kostnadsavvik. Vi kan benytte absolutte kostnadsavvik på grunn av vår forutsetning om at et merforbruk på eksempelvis 10 % sier like mye om usikkerheten som et mindreforbruk på 10 %, gitt lik sannsynlighet. Vi deler kostnadsavvikene inn i tre grupper: små, middels og store kostnadsavvik. For å være sikker på at vi får nok prosjekter innen hver gruppe deler vi observasjonene slik at vi får tilnærmet like mange prosjekter i hver gruppe. Gruppene for små, middels og store kostnadsavvik blir

¹⁵ α = signifikansnivå

derfor 0 til 5,5 %, 5,5 til 15 % og over 15 % kostnadsavvik. Slik får vi 33 prosjekter i den første gruppen og 34 prosjekter i hver av de andre gruppene. Vi har nå to kategoriske variabler vi kan dele prosjektene inn i – prosjektklasse og størrelse på kostnadsavvik. Dette gir oss observasjonene som vist øverst i tabell 7. Selve gjennomføringen av kjikvadrat-testen er beskrevet i vedlegg 4.

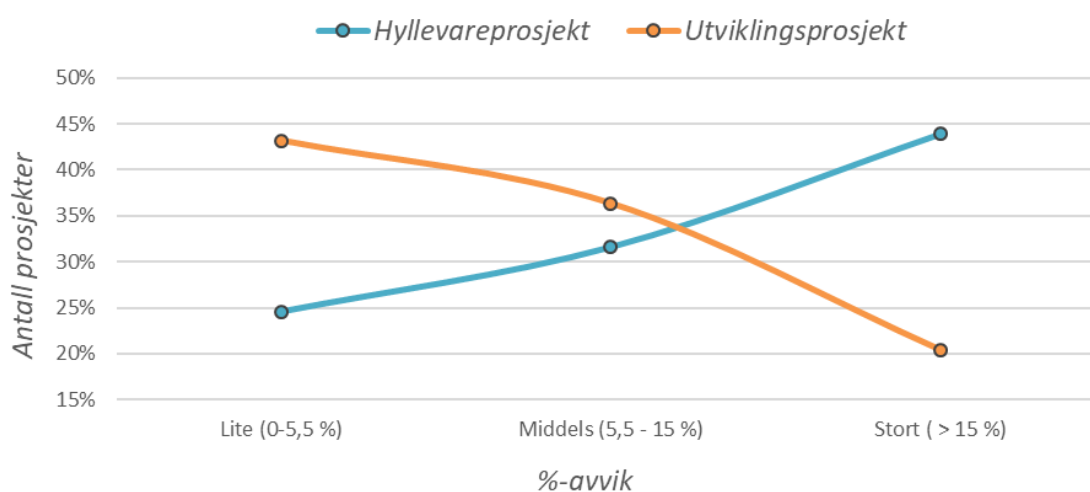
OBSERVERT	Små (0 - 5,5 %)	Middels (5,5 - 15 %)	Store (> 15 %)	SUM
Hyllevareprosjekt	14	18	25	57
Utviklingsprosjekt	19	16	9	44
SUM	33	34	34	101

PROSENT	Små (0 - 5,5 %)	Middels (5,5 - 15 %)	Store (> 15 %)	SUM
Hyllevareprosjekt	25 %	32 %	44 %	100 %
Utviklingsprosjekt	43 %	36 %	20 %	100 %
SUM	33 %	34 %	34 %	100 %

FORVENTET	Små (0 - 5,5 %)	Middels (5,5 - 15 %)	Store (> 15 %)	SUM
Hyllevareprosjekt	19	19	19	57
Utviklingsprosjekt	14	15	15	44
SUM	33	34	34	101

P-verdi:
3,26 %

Tabell 7: Kjikvadrat-test



Figur 7: Antall prosjekter (%) fordelt på størrelse på absolutte kostnadsavvik

Ettersom vårt datautvalg inneholder flere hyllevareprosjekt enn utviklingsprosjekt er det viktig at vi ser på den prosentvise fordelingen. Denne ser vi midt i tabell 7 og tydeligere illustrert i figur 7. Her ser det ut til å være tydelige forskjeller mellom hyllevare- og utviklingsprosjekt i datautvalget. Kjikvadrat-testen gir oss en p-verdi på 3,26 % som er lavere enn vårt signifikansnivå på 5 %. Det betyr at vi kan forkaste nullhypotesen til fordel for alternativhypotesen. Det er over 95 % sannsynlighet for at det foreligger en sam-

variasjon mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene i populasjonen. Størrelse på kostnadsavvik for hyllevareprosjekt fordeler seg derfor ulikt fra størrelse på kostnadsavvik for utviklingsprosjekt.

Resultatet av en kjiqvadrat-test vil variere avhengig av hvordan man grupperer observasjonene. Vi har valgt å gruppere observasjonene i små, middels og store kostnadsavvik for begge prosjektklassene, slik som beskrevet på forrige side. Vi fokuserte på at gruppene skulle ha like mange observasjoner. Dette gjorde at gruppene inneholdt 33, 34 og 34 prosjekter – med henholdsvis små, middels og store kostnadsavvik. For ordens skyld har vi i vedlegg 4 også gjennomført en test hvor vi grupperte 34 prosjekter med små kostnadsavvik, 34 prosjekter med middels kostnadsavvik og 33 prosjekter med store kostnadsavvik. Konklusjonen forble den samme.

5.4.2 Delkonklusjon

Med kjiqvadrat-testen til grunn kan vi bekrefte vår første underhypotese. Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene - utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt.

5.5 Underhypotese 2

«Gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er høyere for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt.»

5.5.1 T-test

Ved hjelp av en T-test kan vi teste vår underhypotese om gjennomsnittlig kostnadsavvik for de to prosjektklassene. Vi får derfor følgende nullhypotese og alternativhypotese:

Nullhypotese:

$$gjennomsnitt_{(utviklingsprosjekt)} = gjennomsnitt_{(hyllevareprosjekt)} \quad \alpha = 0,05$$

Alternativhypotese 1:

$$gjennomsnitt_{(utviklingsprosjekt)} > gjennomsnitt_{(hyllevareprosjekt)}$$

Nullhypotesen er gjeldende inntil det motsatte er bevist.

For å teknisk gjennomføre testen deler vi først datautvalget inn i to mindre grupper, ett med hyllevareprosjekt og ett med utviklingsprosjekt. Vi gjennomfører en Students T-

test i Microsoft Excel basert på de to gruppene.¹⁶ Vi tester hyllevareprosjekt *opp mot* utviklingsprosjekt. Dette er fordi at alternativhypotesen antar at hyllevareprosjekt har lavest gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik. Resultatet av T-testen er vist i tabell 8.

	Hyllevareprosjekt	Utviklingsprosjekt
Gjennomsnitt	-18,0 %	-9,8 %
Varians	3,3 %	2,3 %
Observasjoner	57	44
Frihetsgrader	99	
Signifikansnivå	5 %	
t-observator	-2,39	
T-kritisk, ensidig	1,66	
P(T<=t) ensidig	99,1 %	

**Tabell 8: Students T-test
(Alternativhypotese 1)**

Vi ser av tabellen at gjennomsnittlig avvik i datautvalget er 18 % mindreforbruk for hyllevareprosjekt og 9,8 % mindreforbruk for utviklingsprosjekt. Gjennomsnittlig absolutt avvik er altså *lavere* for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt i datautvalget. Merk at dette kun sier noe om utvalget. Målet med analysen er å si noe om populasjonen.

Vi ser at t-observator *ikke* overstiger T-kritisk for et signifikansnivå på 5 %. Det betyr at vi *ikke* kan forkaste nullhypotesen. Videre ser vi at p-verdien er 99,1 %. Det er da 99,1 % sannsynlighet for å få en så stor t-observator som -2,39 dersom prosjektklassene faktisk har like gjennomsnitt i populasjonen. Forenklet kan vi si at det er 99,1 % sannsynlighet for at nullhypotesen er riktig til fordel for alternativhypotesen.

Nullhypotese:

$$gjennomsnitt_{(utviklingsprosjekt)} = gjennomsnitt_{(hyllevareprosjekt)}$$

Alternativhypotese 1:

$$gjennomsnitt_{(utviklingsprosjekt)} > gjennomsnitt_{(hyllevareprosjekt)}$$

Kjernetetthetsestimeringen tydet i midlertidig på at utviklingsprosjekt hadde *lavere* gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt. Gruppens gjennomsnitt, som vist i tabell 8, tydet også på det. Dette var motsatt av vår opprinnelige underhypotese. Det er derfor hensiktsmessig at vi også tester en «omvendt» alternativhypotese.

Alternativhypotese 2:

$$gjennomsnitt_{(utviklingsprosjekt)} < gjennomsnitt_{(hyllevareprosjekt)}$$

$$\alpha = 0,05$$

¹⁶ Se vedlegg 5 for begrunnelse for valg av T-test.

Vi gjennomfører testen på samme måte som for tabell 8. Denne gangen for motsatt alternativhypotese. Vi tester derfor utviklingsprosjekt *opp mot* hyllewareprosjekt. Resultatet av T-testen er vist i tabell 9.

	Utviklingsprosjekt	Hyllewareprosjekt
Gjennomsnitt	-9,8 %	-18,0 %
Varians	2,3 %	3,3 %
Observasjoner	44	57
Frihetsgrader	99	
Signifikansnivå	5 %	
t-observator	2,39	
T-kritisk, ensidig	1,66	
P(T<=t) ensidig	0,9 %	

**Tabell 9: Students T-test
(Alternativhypotese 2)**

Av tabellen ser vi at t-observator overstiger t-kritisk. Vi kan derfor forkaste nullhypotesen til fordel for den nye alternativhypotesen, gitt vårt signifikansnivå på 5 %. P-verdien er her 0,9 %. Den forteller oss nå at det er 0,9 % sannsynlighet for å få en så høy t-observator som 2,39 dersom prosjektklassene faktisk har like gjennomsnitt i populasjonen. Forenklet kan vi si at det er 0,9 % sannsynlighet for at nullhypotesen er riktig til fordel for alternativhypotesen. Som nevnt forkaster vi nullhypotesen.

Nullhypotese:

$$\text{gjennomsnitt}_{(\text{utviklingsprosjekt})} = \text{gjennomsnitt}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

Alternativhypotese 1:

$$\text{gjennomsnitt}_{(\text{utviklingsprosjekt})} < \text{gjennomsnitt}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

5.5.2 Delkonklusjon

Vi testet først om utviklingsprosjekt har et signifikant *høyere* gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn hyllewareprosjekt. Vi fikk en t-observator som var langt lavere enn T-kritisk. Vi kunne derfor ikke forkaste nullhypotesen. Da vi derimot testet en «omvendt» alternativhypotese, kunne vi forkaste nullhypotesen til fordel for alternativhypotesen.

Vår analyse konkluderer derfor med at utviklingsprosjekt har signifikant *lavere* gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn hyllewareprosjekt. Vi avviser altså ikke bare underhypotese 2, men konkluderer med det motsatte.

5.6 Underhypotese 3

«Utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllewareprosjekt.»

5.6.1 F-test

Ved hjelp av en F-test kan vi teste vår underhypotese om varians for de to prosjektklassene. Vi får følgende nullhypotese og alternativhypotese:

Nullhypotese:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} = \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

$$\alpha = 0,05$$

Alternativhypotese 1:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} > \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

Som for T-test deler vi datautvalget inn i to grupper for hyllewareprosjekt og utviklingsprosjekt. Ved hjelp av «Dataanalyse»-verktøyet i Excel kan vi kjøre en F-test på gruppene. Den konkrete fremgangsmåten i Excel er vist i vedlegg 5 sammen med hvordan F-verdien og F-kritisk utregnes. Kjernetetthetsestimeringen og tabellene i forrige delkapittel viste at den empiriske variansen for utviklingsprosjekt er *lavere* enn for hyllewareprosjekt – henholdsvis 2,3 % og 3,3 %. Vi ønsker å teste om utviklingsprosjekt har signifikant *høyere* varians enn hyllewareprosjekt. Dette er det motsatte av hva det de empiriske variansene tilsier. Følgelig blir dette en venstresidig test. Vi tester derfor utviklingsprosjekt *opp mot* hyllewareprosjekt. Resultatet av den venstresidige F-testen er vist i tabell 10.

	Utviklingsprosjekt	Hyllewareprosjekt
Gjennomsnitt	-9,8 %	-18,0 %
Varians	2,3 %	3,3 %
Observasjoner	44	57
frihetsgrader	43	56
F-verdi	0,70	
F-kritisk, ensidig	0,62	
P(F-kritisk>=F-verdi) ensidig	89,1 %	

Tabell 10: F-test

(Alternativhypotese 1)

Ettersom dette er en venstresidig test vil vi forkaste nullhypotesen om F-verdien er *lavere* enn F-kritisk. Vi ser av tabellen at F-verdien er *høyere* enn F-kritisk. Vi ser også at p-verdien vår er høyere enn vårt signifikansnivå på 5 %. Vi kan derfor *ikke* forkaste nullhypotesen til fordel for alternativhypotesen. Vi ser at vi kunne forkastet nullhypotesen til fordel for alternativhypotesen for et signifikansnivå på 89,1 %. Dette er langt ifra signifikansnivået vi har valgt å forholde oss til. Med vårt signifikansnivå på 5 % konkluderer vi derfor med å *ikke* forkaste nullhypotesen.

Nullhypotese:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} = \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

Alternativhypotese 1:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} > \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

Som nevnt viser kjernetetthetsestimeringen og våre tabeller at den empiriske variansen er *lavere* for utviklingsprosjekt enn hyllewareprosjekt. Vi vil derfor teste om den empiriske variansen til utviklingsprosjekt er signifikant lavere. Dette gir oss en ny alternativhypotese.

Alternativhypotese 2:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} < \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

$$\alpha = 0,05$$

Dette blir en høyresidig test ettersom vi tester det samme som den empiriske variansen tilsier. Vi gjennomfører testen på samme måte i Excel som tidligere, men nå hyllewareprosjekt *opp mot* utviklingsprosjekt. Resultatet av den høyresidige testen er som vist i tabell 11.

	Hyllewareprosjekt	Utviklingsprosjekt
Gjennomsnitt	-18,0 %	-9,8 %
Varians	3,3 %	2,3 %
Observasjoner	57	44
frihetsgrader	56	43
F-verdi	1,44	
F-kritisk, ensidig	1,62	
P(F-kritisk<=F-verdi) ensidig	10,9 %	

**Tabell 11: F-test
(Alternativhypotese 2)**

Vi ser at F-verdien er *lavere* enn F-kritisk. Ettersom dette er en høyresidig test og vi får en p-verdi på over 5 % kan vi ikke forkaste nullhypotesen til fordel for den nye alternativhypotesen. Vi kan derfor ikke si at hyllewareprosjekt har *høyere* varians enn utviklingsprosjekt i populasjonen. Vi ser derimot at p-verdien vår er på 10,9 %. Det betyr at vi kunne forkastet nullhypotesen for et signifikansnivå på 10,9 %.

Nullhypotese:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} = \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

Alternativhypotese 2:

$$\text{varians}_{(\text{utviklingsprosjekt})} < \text{varians}_{(\text{hyllewareprosjekt})}$$

5.6.2 Delkonklusjon

Av datautvalget får vi en empirisk varians på 2,3 % for utviklingsprosjekt og 3,3 % for hyllewareprosjekt. Vi kunne ikke signifikant støtte underhypotesen om at utviklingsprosjekt har *høyere* varians enn hyllewareprosjekt for hele populasjonen. Vi kunne gjort det for et signifikansnivå på 89,1 %. Etersom kjernetetthetsestimeringen og den empiriske variansen støttet det, gjennomførte vi testen «motsatt vei». Vi kunne heller ikke si at utviklingsprosjekt har signifikant *lavere* varians enn hyllewareprosjekt. Vi kunne derimot gjort det for et signifikansnivå på 10,9 %. Oppsummert vil vi derimot bare kunne anta at det er *lik* varians for de to prosjektklassene. Det er allikevel verdt å legge merke til at vi er nærmere å kunne konkludere med det motsatte av hva vår opprinnelige underhypotese sa, gitt p-verdiene vi får av testene.

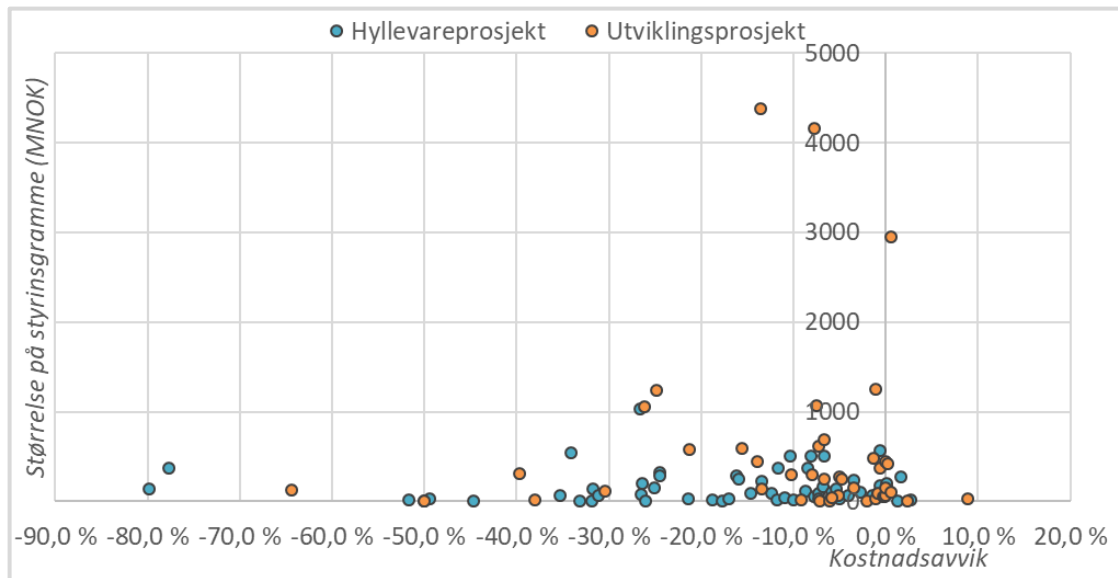
5.7 Andre observasjoner

Videre har vi valgt å kontrollere om sammenhengen mellom kostnadsavvik og prosjektklasse er ulik for ulike prosjektstørrelser. I FFIs rapport fra 2016 kommer det frem at utviklingsprosjekt oftere er dyrere enn hyllewareprosjekt, altså at utviklingsprosjekt som regel har høyere styringsramme enn hyllewareprosjekt (Presterud, et al., 2016). Men hvordan treffer mindre utviklingsprosjekt sammenlignet med mindre hyllewareprosjekt, eller store utviklingsprosjekt sammenlignet med store hyllewareprosjekt? Vi vil bruke T-test og F-test slik som tidligere i analysen. I dette delkapittelet vil vi derfor være mer konkret når vi konkluderer. Vedlegg 7 går mer i detalj om videre hypotesetesting.

Ved å se gjennom observasjonene i datautvalget, finner vi at ett av prosjektene har en styringsramme på over tjue milliarder kroner. Nest største prosjekt var på under fire milliarder. Etersom styringsrammen for det største prosjektet var over fire ganger så stor som for neste prosjekt valgte vi å ekskludere det fra utvalget. Dette prosjektet ble også fjernet i FFI sin rapport da de studerte prosjektklasse opp mot størrelse på styringsramme (s.5, Berg, et al., 2017).¹⁷ Vi satt derfor igjen med 100 prosjekter. For å forsøke å si noe om sammenhengen mellom prosjektklasse, kostnadsavvik, og størrelse på styringsrammen, deler vi utvalget inn i to like store grupper. Dette tolker vi som en objektiv måte å dele inn i grupper på, da vi får like mange observasjoner innen hver gruppe.

¹⁷ I artikkelen fjernet FFI prosjekter med styringsramme på over tjue ganger gjennomsnittet. Snittet i vårt datautvalg er på om lag 500 MNOK. Tjue ganger dette er da 10 milliarder NOK. Derfor støtter dette argumentasjonen om å fjerne prosjektet på 20 milliarder NOK.

Følgelig får vi 50 prosjekter med styringsramme lavere enn 130 MNOK og 50 prosjekter med styringsramme høyere enn 130 MNOK.



Figur 8: Punktdiagram av prosjektstørrelse forklart ved kostnadsavvik

Figur 8 over viser prosjektene i utvalget med hensyn til prosjektklasse, størrelse på styringsrammen, og kostnadsavvik.



Figur 9: Antall prosjekter innenfor to størrelseskategorier (tabell viser antall | søylediagram viser i prosent)

Vi kan grovt se i begge figurer at utviklingsprosjekt relativt sett fremstår dyrere enn hyllevareprosjekt. Med inndeling av utvalget i to ulike grupper basert på størrelse på styringsramme, sitter vi i praksis igjen med fire ulike grupper¹⁸. Vi fant gjennomsnittene og de empiriske variansene for gruppene som vist i tabell 12.

	Mindre prosjekter		Større prosjekter		
	50 % med lavest styringsramme (< 130 MNOK)		50 % med høyest styringsramme (> 130 MNOK)		
	Utviklingsprosjekt	Hyllevareprosjekt	Utviklingsprosjekt	Hyllevareprosjekt	
Gjennomsnitt	-10,8 %	-17,7 %	-9,0 %	-18,2 %	Gjennomsnitt
Varians	4,3 %	2,5 %	1,0 %	4,5 %	Varians

Tabell 12: Gjennomsnitt og varians for utviklings- og hyllevareprosjekt fordelt på mindre og større prosjekter

Vi ser fra tabellen at gjennomsnittlig kostnadsavvik i gruppene gjenspeiler i stor grad det vi fant for hele datautvalget uavhengig av størrelse på styringsrammen. Vi kunne derimot ikke konkludere med signifikant p-verdi at utviklingsprosjekt har *lavere* gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt, for mindre prosjekt. Dette kan dog skyldes at med flere grupper blir det færre observasjoner per gruppe, hvilket gjør det mer krevende å oppnå signifikante verdier.

Det som derimot er mer interessant enn gjennomsnittene er variansen for de ulike gruppene. Vi ser her at for mindre prosjekt har utviklingsprosjekt *høyere* empirisk varians enn hyllevareprosjekt. Dette er motsatt av det vi så for hele datautvalget uten hensyn til størrelse på prosjekt. Det som er spesielt interessant er at vi kan faktisk konkludere med at større utviklingsprosjekt har *lavere* varians enn større hyllevareprosjekt, også for populasjonen. Dette var fordi vi fikk en F-verdi *høyere* enn F-kritisk og en p-verdi *lavere* enn 5 %. Alt det overnevnte er basert på resultatene som finnes i vedlegg 7.

5.7.1 Delkonklusjon

Ved å kontrollere opp mot prosjektstørrelse kan vi konkludere med at utviklingsprosjekt med forholdsvis større styringsrammer har signifikant *lavere* varians enn hyllevareprosjekt med større styringsrammer.

¹⁸ 4 grupper: mindre utviklingsprosjekt, mindre hyllevareprosjekt, større utviklingsprosjekt, større hyllevareprosjekt.

6 Konklusjon

I oppgaven har vi hatt som mål å teste følgende hypotese:

«*Det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt.*»

Denne operasjonaliserte vi ved å definere tre underhypoteser som vi testet ved hjelp av ulike statistiske analyser. Disse tre underhypotesene var følgende:

1. Det er en sammenheng mellom størrelse på kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt.
2. Gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik er høyere for utviklingsprosjekt enn for hyllevareprosjekt.
3. Utviklingsprosjekt har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt.

Ved testing av underhypotese 1 kom vi frem til at det er en sammenheng mellom kostnadsavvik og prosjektklassene, utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt. Dette forteller oss at man kan forvente ulike kostnadsavvik for utviklingsprosjekt og hyllevareprosjekt. Følgelig sier dette at det kan være ulik usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av de to prosjektklassene.

Med hensyn til underhypotese 2 kom vi frem til at utviklingsprosjekt har et signifikant *lavere* gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt. Dette var motsatt av det vår underhypotese skulle tilsi. Analysen kan derfor være en indikator på det det er høyere usikkerhet knyttet til kostnadsestimering av hyllevareprosjekt, noe som er motsatt av vår hovedhypotese.

Ved testingen av underhypotese 3 fant vi at utviklingsprosjekt *ikke* har høyere varians i kostnadsavvik enn hyllevareprosjekt. Overraskende nok var vi nærmere å konkludere med det motsatte, at utviklingsprosjekt har *lavere* varians enn hyllevareprosjekt. Da vi kontrollerte resultatene mot størrelse på prosjekt så vi at større utviklingsprosjekt har signifikant *lavere* varians enn større hyllevareprosjekt.

Med bakgrunn i de metodiske valgene vi har tatt ønsket vi å generalisere resultatene våre fra utvalget til populasjonen. Ettersom vi risikerer at det er en systematisk skjevhet i utvalget vårt er det ingen automatikk i dette.. Vi anså allikevel utvalget som et representativt utvalg med bakgrunn i størrelse, fordeling av ulike prosjekter og at det ikke er sammenheng mellom prosjektklasse og datamangel. I metodekapittelet pekte vi på ulike

faktorer som svekker datagrunnlagets pålitelighet. Dette tilfører usikkerhet til resultatene.

Konklusjonen blir at vi bekrefter underhypotese 1, men avkrefter underhypotese 2 og 3. På bakgrunn av dette kan vi dermed avkrefte hovedhypotesen vår. Det er *ikke* høyere usikkerhet i kostnadsestimeringen av utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt. Dette resultatet kan generaliseres til alle hyllevare- og utviklingsprosjekt i Forsvaret hvor anskaffelsesprosessen er iverksatt.

7 Bibliografi

- Aven, T. (2018). *Store Norske Leksikon*. Hentet mars 2019 fra <https://snl.no/normalfordeling>
- Baron, S. (2006). COTS Foundations: Essential background and terminology. *International Procurement Proceedings*(21-23 September).
- Bentzrød, S. B. (2019). *www.aftenposten.no*. Hentet Mars 15, 2019 fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/p6yMJR/Skyhoy-pris-for-norsk-skandalehelikopter-Vil-koste-260000-pr-flytime>
- Berg, H., Presterud, A., & Øhrn, M. (2017, juni 19). Military Off the Shelf Procurements: A Norwegian Case Study. *Defence and Peace Economics*.
- Bøhren, Ø., & Gjørum, P. I. (2016). *Finans: Innføring i investering og finansiering* (2. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Forsvaret. (2008). *www.forsvaret.no*. Hentet Mars 16, 2019 fra [https://forsvaret.no/prinsix/ForsvaretDocuments/Veileder%20usikkerhet%20PRI NSIX.pdf](https://forsvaret.no/prinsix/ForsvaretDocuments/Veileder%20usikkerhet%20PRI%20NSIX.pdf)
- Forsvaret. (2013 B). *www.forsvaret.no*. Hentet Mars 17, 2019 fra <https://forsvaret.no/prinsix/investeringsstyring/Prosjektoekonomiske-rammebetingelser>
- Forsvaret. (2013). *www.forsvaret.no*. Hentet Mars 14, 2019 fra <https://forsvaret.no/prinsix/investeringsstyring/Oppfoelging-i-FID>
- Forsvaret. (2014). *www.forsvaret.no*. Hentet Mars 19, 2019 fra <https://forsvaret.no/prinsix/Prosjektfaser/Definisjonsfase/Krav>
- Forsvaret. (2016). *www.forsvaret.no*. Hentet Mars 22, 2019 fra <https://forsvaret.no/prinsix/Maler/maler-konseptfase>
- Forsvaret. (2016). *www.forsvaret.no*. Hentet januar 2019 fra <https://forsvaret.no/prinsix/investeringsstyring/Prosjektoekonomiske-rammebetingelser>
- Forsvaret. (u.d.). *www.forsvaret.no*. Hentet Mars 14, 2019 fra <https://forsvaret.no/prinsix/Prosjektfaser/Overfoering-til-drift/Terminering>

-
- Forsvarsdepartementet. (2015a). *Prop. 151 S (2015-2016) Kampkraft og bærekraft*. Oslo: Det Kongelige Forsvarsdepartement.
- Forsvarsdepartementet. (2015b). *Rapport om anbefalinger knyttet til tiltak utarbeidet av McKinsey & Company Inc*. Oslo: Det Kongelige Forsvarsdepartementet.
- Gansler, J., & Lucyshyn, W. (2008, September). Commercial-off-the-Shelf (COTS): Doing it right. *University of Maryland, Center for Public Policy and Private Enterprise, School of Public Policy*.
- Garderen, T., & Moffat, J. (2008). Changing Behaviors in Defence Acquisition: A Game Theory Approach. *Journal of the Operational Research Society* 59.
- Glen, S. (2015). *Statistics How To*. Hentet mars 2019 fra <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/independent-samples-t-test/>
- Glen, S. (2015). *Statistics How To*. Hentet mars 2019 fra <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/tables/t-distribution-table/>
- Glen, S. (2016). *Statistics How To*. Hentet mars 2019 fra <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/probability-and-statistics/hypothesis-testing/f-test/#excel>
- Hove, K., & Lillekveland, T. (2015). *Defence investment cost escalation - a refinement of concepts and revised estimates*. FFI-rapport 2014/02318.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Keller, G. (2018). *Statistics: for Management and Economics*. Boston: Cengage Learning.
- Meen, K. (2014). *Vulgara 3* (2. utg.). Bergen: Sjøkrigsskolen.
- Presterud, A. O., Øhrn, M., & Berg, I. H. (2016). *Effektive materiellanskaffelser i Forsvaret - økonomiske gevinster ved økte hyllevareanskaffelser*. Oslo: FFI-rapport 15/02332.
- Saunders, M. N., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (5. utg.). Essex: Pearson Education.

-
- Strand, T. (2019). *www.aftenposten.no*. Hentet April 25, 2019 fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/2GVjEa/-Kampfilyregningen-har-okt-med-16-milliarder-kroner>
- Studenmund, A. H. (1991). *Using Econometrics - a practical guide*. Washington, D.C.: INSIGHT SOFTWARE.
- The R Foundation. (2019). *R Project*. Hentet April 2019 fra <https://www.r-project.org/>
- Wonnacott, T., & Wonnacott, R. (1977). *Introductory Statistics* (3.. utg.). New York: John Wiley & Sons, Inc.

VEDLEGG 1: FI-renter for nåverdijustering

Fra år	Til år	Rente
1989	1990	3,5
1990	1991	3,75
1991	1992	3,5
1992	1993	0,075
1993	1994	1,5
1994	1995	0
1995	1996	2,5
1996	1997	1,1
1997	1998	2
1998	1999	1
1999	2000	1,8
2000	2001	2,15
2001	2002	1,8
2002	2003	1,5
2003	2004	1,75
2004	2005	2,4
2005	2006	1,4
2006	2007	1,2
2007	2008	1,9
2008	2009	2,3
2009	2010	2,5
2010	2011	2,1
2011	2012	2,2
2012	2013	2,3
2013	2014	2,2
2014	2015	2,6
2015	2016	2,8
2016	2017	2,5

I regnearket for å nåverdijustere kostnadstall til 2018-kroner har vi brukt de årlige rentene som vist i tabellen over. Regnearket som helhet kan sendes ved behov. Ta forbindelse med forfatterne av denne oppgaven dersom du skulle ha ønske om dette.

VEDLEGG 2: Ekskludering av ekstremverdier

Detaljnivå i det følgende er holdt til et minimum pga. graderingsnivå og sporbarhet.

%-avvik	Prosjektnr.	Vurdering
271 %	U-P231	Fjernet fra utvalg. Ingen tilgang til fremskaffelsesløsning.
-95,7 %	U-P474	Fjernet fra utvalg. En betydelig del av dette prosjektet ble terminert/overført før anskaffelse. Prosjektet har allikevel kommet med i datasettet da det eksisterer utbetalinger på prosjektet. Datasettet forøvrig har ekskludert anskaffelser som er terminert før anskaffelse. Vår konklusjon er at dette prosjektet også burde vært ekskludert.
-94,2 %	U-P476	Fjernet fra utvalg. Samme forklaring som U-P474.
-79,8 %	U-P339	Reelt avvik.
-77,7 %	U-P054	Reelt avvik.
-64,4 %	U-P418	Reelt avvik.
-62 %	U-P389	Fjernet fra utvalg. Prosjektet har ført til flere kostnader enn det som fremkommer i termineringsrapporten da disse kostnadene ble fakturert andre etater/nasjoner. Beløp er usikkert.
-51,6 %	U-P163	Reelt avvik.
-50 %	U-P311	Reelt avvik.
-50 %	U-P076	Reelt avvik.
-49,4 %	U-P259	Reelt avvik.
-44,7 %	U-P154	Reelt avvik.

Vurderingene er gjort på bakgrunn av informasjon innhentet fra termineringsrapporter, fremskaffelsesløsninger og erfaringsrapporter. Disse ligger tilgjengelig i Doculive på BEGRENSET graderingsnivå. Dokumentene ble funnet ved å søke på det reelle prosjektnummeret. Av de relevante prosjektene var det kun ett prosjekt hvor vi ikke fant tilstrekkelig informasjon, U-P231.

VEDLEGG 3: Koding i R

Under følger kodingen brukt i R for å kjernetetthetsestimere datautvalget fordelt på våre to prosjektklasser. Markert i gul er kodingens kobling til en Excel-fil med alle prosjekter etter ekskludering av ekstremverdier. Markert i grønn er glattingsfaktoren brukt for å få prosjektklassene til å fremstå mer normalfordelte.

Kjernetetthetsestimering (koding):

```
library(readxl)
library(ggplot2)

rm(list=ls())

data.df <- read_excel("datasett.xlsx")

ggplot(data.df, aes(x=Avvik, fill=Kategori))
  geom_density(alpha=0.2, adjust=4) +
  labs(x="Avvik", y = "Tetthet") +
  scale_fill_discrete(name="Prosjektklasse") +
  scale_x_continuous(limits=c(-1, 1)) +
  theme(
    plot.title = element_text(color="black", size=20, face="bold.italic", hjust=0.5),
    axis.title.x = element_text(color="black", size=15, face="bold"),
    axis.title.y = element_text(color="black", size=15, face="bold"),
    axis.text = element_text(size = 13),
    legend.title = element_text(colour="black", size=16, face="bold"),
    legend.text = element_text(colour="black", size = 16),
    legend.justification=c(1,1), legend.position=c(1,1),
    legend.box.background = element_rect(colour = "black"))
```

VEDLEGG 4: Kjikvadrat-test

Gruppen tabeller til høyre er lik den i analysekapittelet. Øverst i tabellen («OBSER- VERT») ser vi hvordan prosjektene fordeler seg med hensyn til de kate-

OBSERVERT	Små (0-5,5 %)	Middels (5,5 - 15 %)	Store (> 15 %)	SUM
Hyllevarprosjekt	14	18	25	57
Utviklingsprosjekt	19	16	9	44
SUM	33	34	34	101

PROSENT	Små (0-5,5 %)	Middels (5,5 - 15 %)	Store (> 15 %)	SUM
Hyllevarprosjekt	25 %	32 %	44 %	100 %
Utviklingsprosjekt	43 %	36 %	20 %	100 %
SUM	33 %	34 %	34 %	100 %

FORVENTET	Små (0-5,5 %)	Middels (5,5 - 15 %)	Store (> 15 %)	SUM
Hyllevarprosjekt	19	19	19	57
Utviklingsprosjekt	14	15	15	44
SUM	33	34	34	101

P-verdi:	
3,26 %	

goriske variablene – prosjektklasse og størrelse på kostnadsavvik. Den midterste tabellen («PROSENT») viser i prosent hvor mange prosjekter innen hver prosjektklasse som tilhører de ulike gruppene for størrelse på kostnadsavvik. Den nederste tabellen («FORVENTET») viser hvor mange prosjekter hver prosjektklasse ville inneholdt innenfor gruppene for størrelse på kostnadsavvik, dersom hyllevar- og utviklingsprosjekt hadde lik fordeling. Denne finner vi ved å multiplisere antall prosjekter innen en bestemt prosjektklasse med antall prosjekter innen en bestemt gruppe, for så å dele produktet på den totale mengden prosjekter, 101. Dette kaller vi de forventede observasjonene. Altså i en situasjon hvor nullhypotesen¹⁹ er gjeldende. Kjikvadrat-testen tester om de faktiske observasjonene (øverste tabell) er signifikant ulik de forventede observasjonene. P-verdien får vi ved å bruke Excel-formelen, =KJIKVADRAT.TEST(*faktisk;forventet*). Med en P-verdi på 3,26 % vet vi at de er signifikant ulike.

Som nevnt i analysedelen vil resultatet avhenge av hvordan vi grupperer kostnadsavvikene i grupper på små, middels, og store kostnadsavvik. Vi gjennomførte derfor også en kjikvadrat-test hvor vi hadde 34 prosjekter i hver av de to første gruppene, og 33 prosjekter i gruppen med størst kostnadsavvik (markert i røde sirkler). Som vist i tabellen blir vår nye P-verdi 2,15 %.

Konklusjonen blir derfor den samme. Vi forkaster nullhypotesen også her.

OBSERVERT	Små (0-5,85 %)	Middels (5,85 - 15,6 %)	Store (> 15,6 %)	SUM
Hyllevarprosjekt	15	17	25	57
Utviklingsprosjekt	19	17	8	44
SUM	34	34	33	101

PROSENT	Små (0-5,85 %)	Middels (5,85 - 15,6 %)	Store (> 15,6 %)	SUM
Hyllevarprosjekt	26 %	30 %	44 %	100 %
Utviklingsprosjekt	43 %	39 %	18 %	100 %
SUM	34 %	34 %	33 %	100 %

FORVENTET	Små (0-5,85 %)	Middels (5,85 - 15,6 %)	Store (> 15,6 %)	SUM
Hyllevarprosjekt	19	19	19	57
Utviklingsprosjekt	15	15	14	44
SUM	34	34	33	101

P-verdi:	
2,15 %	

¹⁹ Nullhypotese: «Det er ingen forskjell i kostnadsavvik mellom hyllevarer og utviklingsprosjekt»

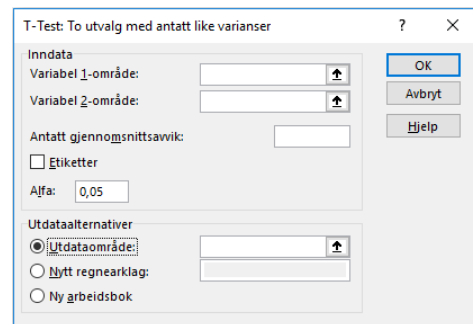
VEDLEGG 5: T-test og F-test

Vi ønsker å presentere en oppgave som kan etterprøves av andre. I dette vedlegget vil vi derfor presentere Students T-test og F-test, hvordan disse ble gjennomført og hvilke vurderinger vi tok underveis.

T-test

En Students T-test skiller seg fra en Welch T da man ved den første metoden antar gruppene har antatt like varianser. Om gruppene har antatt lik eller ulik varians finner man ut ved hjelp av en F-test. Denne er forklart senere i vedlegget. Det er da kanskje merkbart at vi i vår oppgave valgte å strukturere oppgaven på en slik måte at T-testen kom før F-testen, selv om vi i realiteten måtte gjennomføre en F-test først. Dette var et bevisst valg for å gi oppgaven det vi anså som best mulig struktur og rød tråd. Men mindre man er veldig godt kjent med statistisk teori, er dette ikke merkbart.

Vi gjennomførte Students T-test i Microsoft Excel ved å bruke «Dataanalyse»-verktøyet som følger med programmet. Vinduet som vist til høyre vil dukke opp ved bruk av testen. Hvilken retning vi ønsker å teste en hypotese avgjør hvilket gruppe vi plasserer i hvilken boks, «Variabel 1-område» eller «Variabel 2-område». I det følgende vil vi eksemplifisere med vår første alternativhypotese i analysekapittelet. Ettersom vi ønsket å se på hyllevareprosjekt *opp mot* utviklingsprosjekt, plasserte vi gruppen for hyllevareprosjekt i den øverste boksen. Merk at Excel vil alltid gi oss p-verdien ved å teste gruppen med minst gjennomsnitt mot gruppen med størst gjennomsnitt. I praksis fikk vi derfor lik p-verdi i begge t-testene vi gjennomførte. I tabell 8 endret vi derfor p-verdien manuelt til 99,1 % (100 % - 0,9 %).



Som nevnt forkaster vi nullhypotesen om t-observator overstiger T-kritisk. Ved beregning av t-observator tar Excel utgangspunkt i følgende formel (Glen, Statistics How To, 2015):

$$t_{\text{observator}} = \frac{\mu_H - \mu_U}{\sqrt{\left[\frac{\left(\sum H^2 - \frac{(\sum H)^2}{n_H} \right) + \left(\sum U^2 - \frac{(\sum U)^2}{n_U} \right)}{n_H + n_U - 2} \right] \cdot \left[\frac{1}{n_H} + \frac{1}{n_U} \right]}}$$

$(\sum H)^2$: Summen av kostnadsavvik – opphevd i annen (hyllevarprosjekt)

$(\sum U)^2$: Summen av kostnadsavvik – opphevd i annen (utviklingsprosjekt)

$\sum H^2$: Summen av alle kostnadsavvik opphevd i annen (hyllevarprosjekt)

$\sum U^2$: Summen av alle kostnadsavvik opphevd i annen (utviklingsprosjekt)

μ_H : Gjennomsnittet av alle kostnadsavvik (hyllevarprosjekt)

μ_U : Gjennomsnittet av alle kostnadsavvik (utviklingsprosjekt)

n_H : Antall observasjoner (hyllevarprosjekt)

n_U : Antall observasjoner (utviklingsprosjekt)

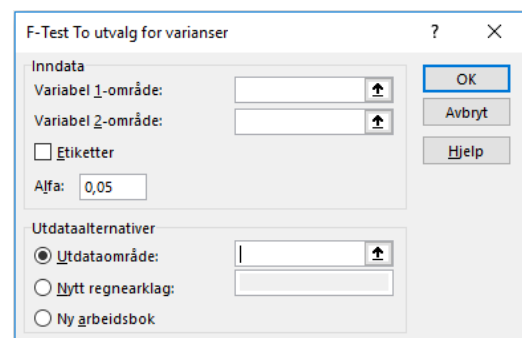
Formelen vil da se slik ut for vårt eksempel, med en t-observator på negativt 2,39.

$$t_{\text{observator}} = \frac{(-0,18) - (-0,10)}{\sqrt{\left[\frac{\left(3,68 - \frac{(104,71)^2}{57} \right) + \left(1,41 - \frac{(18,76)^2}{44} \right)}{57 + 44 - 2} \right] \cdot \left[\frac{1}{57} + \frac{1}{44} \right]}} = -2,39$$

Størrelsen på T-kritisk avhenger av signifikansnivå og antall frihetsgrader. Frihetsgrader er dimensjonen på det matematiske rom man jobber i (Meen, 2014). Om man vet antall frihetsgrader og har bestemt seg for et signifikansnivå kan man finne T-kritisk i en t-fordelingstabell (Glen, Statistics How To, 2015). Dette er en standard konstant tabell som finnes lett tilgjengelig via søkemotorer på internett eller i statistisk faglitteratur. Et utdrag finnes på side 637 i Studenmunds bok, «Econometrics».

F-test

Vi gjennomførte F-test i Microsoft Excel ved å bruke «Dataanalyse»-verktøyet som følger med programmet. Dialogboksen som vist til høyre vil da dukke opp. Ved en venstresidig test plottes vi gruppen med antatt lavest varians i den øverste boksen, «Variabel 1-område», og gruppen med antatt høyest varians i den nederste boksen, «Variabel 2-område».



Dette blir motsatt ved en høyresidig test. Merk at ved bruk av Excel sin F-test vil p-verdien alltid vises som for en høyresidig test. P-verdien for en venstresidig test regner vi ut ved 1 minus p-verdien for høyresidig test.

Ved en venstresidig test vil vi forkaste nullhypotesen om F-verdien er lavere enn F-kritisk. Motsatt for høyresidig test. I det følgende vil vi eksemplifisere ved bruk av en venstresidig test.

F-verdien regnes ut ved å ta den empiriske variansen i det første gruppen og dele det på den empiriske variansen i det andre gruppen (Glen, Statistics How To, 2016). For venstresidig test ble dette:

$$F\text{verdi} = \frac{s_U^2}{s_H^2} = \frac{2,3 \%}{3,3 \%} = 0,70$$

s_H^2 : Empirisk varians (hyllevareprosjekt)
 s_U^2 : Empirisk varians (utviklingsprosjekt)

Størrelsen på F-kritisk avhenger av signifikansnivå og antall frihetsgrader for de to gruppen. Vet man disse kan man finne F-kritisk i en f-fordelingstabell. F-kritisk man finner av tabellen vil være for en høyresidig test. F-kritisk for venstresidig test finner vi ved $\left(\frac{1}{F_{\text{kritisk høyresidig}}}\right)$. F-fordelingstabellen er en standard konstant tabell som finnes lett tilgjengelig via søkemotorer på internett eller i faglitteratur om statistikk. Et utdrag fra tabellen finnes på side 639 i Studenmunds bok, «Econometrics».

VEDLEGG 6: Analyse uten pågående prosjekter

Vi så det som hensiktsmessig å inkludere pågående prosjekter med en fullføringsgrad på over 80 % av styringsrammen. Under har vi allikevel valgt å vise resultatene av analysene dersom vi hadde basert oss på et utvalg uten pågående prosjekter. Vi ser at konklusjonene forblir de samme. Videre forklaring er unnlatt, da tabellene baserer seg på samme betraktninger som i analysekapittelet.

Underhypotese 1: **Bekreftet**

<i>OBSERVET</i>	Små (0 - 5,5 %)	Middels (5,5 - 15,7 %)	Store (> 15,7 %)	SUM
Hyllevareprosjekt	14	16	23	53
Utviklingsprosjekt	18	16	8	42
SUM	32	32	31	95

<i>PROSENT</i>	Små (0 - 5,5 %)	Middels (5,5 - 15,7 %)	Store (> 15,7 %)	SUM
Hyllevareprosjekt	26 %	30 %	43 %	100 %
Utviklingsprosjekt	43 %	38 %	19 %	100 %
SUM	34 %	34 %	33 %	100 %

<i>FORVENTET</i>	Små (0 - 5,5 %)	Middels (5,5 - 15,7 %)	Store (> 15,7 %)	SUM
Hyllevareprosjekt	18	18	17	53
Utviklingsprosjekt	14	14	14	42
SUM	32	32	31	95

P-verdi:	
3,74 %	

Underhypotese 2: **Avkreftet**

	Hyllevareprosjekt	Utviklingsprosjekt
Gjennomsnitt	-15,9 %	-9,9 %
Varians	2,1 %	2,4 %
Observasjoner	53	42
Frihetsgrader	93	
Signifikansnivå	5 %	
t-observator	-1,97	
T-kritisk, ensidig	1,66	
P(T<t) ensidig	97,4 %	

Underhypotese 3: **Avkreftet**

	Utviklingsprosjekt	Hyllevareprosjekt
Gjennomsnitt	-9,9 %	-15,9 %
Varians	2,4 %	2,1 %
Observasjoner	42	53
frihetsgrader	41	52
F-verdi	1,16	
F-kritisk, ensidig	1,62	
P(F<f) ensidig	30,4 %	

Det er interessant å se at uten pågående prosjekter blir den empiriske variansen høyere for utviklingsprosjekt enn hyllevareprosjekt. Dette gjør testen til en høyresidig test. F-verdien er lavere enn F-kritisk med en p-verdi over 5 %, så vi kan fortsatt ikke forkaste nullhypotesen og da ikke konkludere med at utviklingsprosjekt har høyere varians enn hyllevareprosjekt.

VEDLEGG 7: Andre observasjoner

Gjennomsnitt & T-test

Ved T-test ble testene gjennomført på lik måte som for alternativhypotese 2 i hovedanalysen. Vi så det ikke nødvendig å teste som for alternativhypotese 1 da vi visste at vi uansett ville få en p-verdi over 50

%²⁰. I tabellene til høyre ser vi resultatene av T-testen for de ulike gruppene som tar høyde for størrelsen på prosjektenes styringsramme – over og under 130 MNOK. For mindre prosjekter fikk vi ikke en signifikant p-verdi. For større prosjekter kunne vi derimot konkludere med at store hyllewareprosjekt har høyere gjennomsnittlig absolutt kostnadsavvik enn utviklingsprosjekt, for hele populasjonen. Merk at denne T-testen ble gjennomført som en T-test for utvalg med antatt *ulik* varians. Dette på grunn av svaret vi fikk av F-testen som er beskrevet på neste side.

	Mindre prosjekt (< 130 MNOK)	
	Utviklingsprosjekt	Hyllewareprosjekt
Gjennomsnitt	-10,8 %	-17,7 %
Varians	4,3 %	2,5 %
Observasjoner	18	32
Frihetsgrader	48	
Signifikansnivå	5 %	
t-observator	1,33	
T-kritisk, ensidig	1,68	
P(T<=t) ensidig	9,5 %	

	Større prosjekt (> 130 MNOK)	
	Utviklingsprosjekt	Hyllewareprosjekt
Gjennomsnitt	-9,0 %	-18,2 %
Varians	1,0 %	4,5 %
Observasjoner	25	25
Frihetsgrader	34	
Signifikansnivå	5 %	
t-observator	1,99	
T-kritisk, ensidig	1,69	
P(T<=t) ensidig	2,8 %	

Varians og F-test

For mindre prosjekt fikk vi at utviklingsprosjekt hadde *høyere* empirisk varians enn hyllewareprosjekt. Vi tester da utviklingsprosjekt *opp mot* hyllewareprosjekt. Dette er da en høyresidig test. Ettersom F-kritisk var lavere enn F-kritisk og p-verdien høyere enn 5 % kunne vi ikke si signifikant at mindre utviklingsprosjekt faktisk har *høyere* varians enn hyllewareprosjekt.

For større prosjekter viste de empiriske variansene det motsatte, at store utviklingsprosjekt har *lavere* empirisk varians enn store hyllewareprosjekt. Vi fikk en F-verdi over F-kritisk og en p-verdi så lav som 0,03 %. Vi kunne konkludere med at store utviklingsprosjekt faktisk har *lavere* varians enn store hyllewareprosjekt, for hele populasjonen.

	Mindre prosjekt (< 130 MNOK)	
	Utviklingsprosjekt	Hyllewareprosjekt
Gjennomsnitt	-10,8 %	-17,7 %
Varians	4,3 %	2,5 %
Observasjoner	18	32
frihetsgrader	17	31
F-verdi	1,73	
F-kritisk, ensidig	1,96	
P(F-kritisk<=F-verdi) ensidig	8,9 %	

	Større prosjekt (> 130 MNOK)	
	Hyllewareprosjekt	Utviklingsprosjekt
Gjennomsnitt	-18,2 %	-9,0 %
Varians	4,5 %	1,0 %
Observasjoner	25	25
frihetsgrader	24	24
F-verdi	4,43	
F-kritisk, ensidig	1,98	
P(F-kritisk<=F-verdi) ensidig	0,03 %	

²⁰ Dersom vi hadde testet hyllewareprosjekt opp mot utviklingsprosjekt ville vi testet den med høyest gjennomsnitt i utvalget opp mot den med lavest gjennomsnitt i utvalget. Vi vet allerede da at p-verdien vil bli over 50 %. Vi har valgt å ikke legge vekt på dette i hovedanalysen, da vi ønsket å grundig teste de underhypotesene vi hadde i utgangspunktet, uten å hoppe til konklusjoner med en gang.

VEDLEGG 8: Datautvalg

Datautvalg for analyse. 101 prosjekter.

P.nr.	Klassifisering	Status	Kostnads-avvik
U-P339	Hyllevareprosjekt	Pågående	-79,8 %
U-P054	Hyllevareprosjekt	Pågående	-77,7 %
U-P450	Hyllevareprosjekt	Pågående	-11,7 %
U-P097	Hyllevareprosjekt	Pågående	-10,3 %
U-P163	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-51,6 %
U-P076	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-50,0 %
U-P259	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-49,4 %
U-P154	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-44,7 %
U-P306	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-35,3 %
U-P417	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-34,1 %
U-P173	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-33,1 %
U-P225	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-31,8 %
U-P444	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-31,7 %
U-P443	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-31,1 %
U-P405	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-26,6 %
U-P286	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-26,6 %
U-P382	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-26,3 %
U-P106	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-26,0 %
U-P129	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-25,1 %
U-P185	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-24,5 %
U-P035	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-24,5 %
U-P198	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-21,3 %
U-P205	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-18,8 %
U-P381	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-17,7 %
U-P356	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-17,0 %
U-P314	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-16,2 %
U-P003	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-16,0 %
U-P404	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-14,6 %
U-P426	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-13,5 %
U-P515	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-12,4 %
U-P088	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-11,8 %
U-P334	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-11,0 %
U-P403	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-10,0 %
U-P507	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-8,7 %
U-P434	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-8,4 %
U-P110	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-8,1 %
U-P017	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-7,7 %
U-P117	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-7,2 %
U-P033	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-7,2 %
U-P115	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-6,8 %
U-P032	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-6,6 %
U-P101	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-5,9 %
U-P142	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-5,8 %
U-P273	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-5,3 %
U-P331	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-5,0 %
U-P099	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-4,0 %
U-P279	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-3,4 %
U-P007	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-2,8 %
U-P312	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-1,4 %
U-P310	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-0,9 %
U-P151	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-0,6 %
U-P247	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	-0,6 %
U-P441	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	0,0 %
U-P285	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	0,1 %
U-P469	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	1,3 %
U-P246	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	1,7 %
U-P256	Hyllevareprosjekt	Avsluttede	2,7 %
U-P250	Utviklingsprosjekt	Pågående	-14,0 %
U-P069	Utviklingsprosjekt	Pågående	-5,1 %
U-P418	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-64,4 %
U-P311	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-50,0 %
U-P298	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-39,7 %
U-P328	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-38,0 %
U-P373	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-30,4 %
U-P287	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-26,1 %
U-P109	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-24,8 %
U-P242	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-21,3 %
U-P359	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-15,5 %
U-P111	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-13,6 %
U-P114	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-13,4 %
U-P070	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-10,3 %
U-P143	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-9,2 %
U-P268	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-8,0 %
U-P325	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-7,7 %
U-P351	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-7,5 %
U-P368	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-7,2 %
U-P175	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-7,2 %
U-P269	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-6,6 %
U-P136	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-6,6 %
U-P052	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-6,1 %
U-P496	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-5,9 %
U-P313	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-5,0 %
U-P406	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-4,8 %
U-P470	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-3,4 %
U-P504	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-2,0 %
U-P396	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-1,3 %
U-P484	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-1,1 %
U-P372	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-1,1 %
U-P408	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-0,9 %
U-P447	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-0,6 %
U-P323	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-0,2 %
U-P048	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	-0,1 %
U-P161	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	0,0 %
U-P258	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	0,0 %
U-P485	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	0,0 %
U-P502	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	0,3 %
U-P237	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	0,5 %
U-P005	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	0,6 %
U-P010	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	2,3 %
U-P087	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	8,9 %
U-P333	Utviklingsprosjekt	Avsluttede	13,4 %

Alle prosjekt i Forsvarets investeringsportefølje får hvert sitt unike prosjektnummer. For å opprettholde oppgavens ugraderte nivå har vi laget egne tilfeldige prosjektnummer til prosjektene. Prosjektene er allikevel alltid sporbare da vi oppbevarer en «nøkkel» mellom ugraderte og graderte prosjekt på BEGRENSET plattform.