

Kostnads- og byggetids- overskridelser i Norge

En empirisk undersøkelse av utviklingen på vegprosjekter fra
1993-2015

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 444



Foto: Knut Opeide

Tittel

Kostnads- og byggetidsoverskridelser i Norge

Undertittel

En empirisk undersøkelse av utviklingen fra 1993-2015.

Forfatter

Trym Kristian Økland

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

Seksjon

Transportplanlegging

Prosjektnummer**Rapportnummer**

Nr. 444

Prosjektleder

James Odeck

Godkjent av

Anne Ogner

Emneord

Kostnadsoverskridelser, Byggetidsoverskridelser, Estimeringstreffsikkerhet

Sammendrag

Målet med denne rapporten er å belyse hvordan utviklingen for kostnads- og byggetidsoverskridelser har variert over en periode der det har vært ulike konkurranseformer i utbyggingen av vegnettet. Rapporten belyser også hvorvidt man er blitt bedre på å estimere både byggetid og kostnadsanslag.

Title

Cost- and construction time overruns

Subtitle

An empirical study of the development on road projects between 1993-2015

Author

Trym Kristian Økland

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Transport Planning

Project number**Report number**

No. 444

Project manager

James Odeck

Approved by

Anne Ogner

Key words

Cost overruns, Construction time overruns, Estimation accuracy

Summary

The goal of this study is to illuminate how the development of cost- and time overruns has varied over time. This in a period where there has been several reforms in the Norwegian Public Road Administration (NPRA). The study also illuminate whether the estimation accuracy has improved or not.

Forord

Denne rapporten er skrevet i forbindelse med en sommerjobb i Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Oppgaven har vært å se på kostnads- og byggetidsoverskridelser på vegprosjekter i Norge ferdigstilt i perioden 1993-2015 og hvordan disse har variert over tid.

Jeg ønsker å rette en stor takk til James Odeck og Anne Kjerkreit for fine innspill og god veiledning gjennom hele prosessen.

En spesiell takk går også til Eirik Lund Presterud og Thorkild Bretteville-Jensen for faglige samtaler og innspill når det gjelder bruk av Excel og Stata.

Trym Kristian Økland,

Brynseng, august 2017

Sammendrag

Denne rapporten tar for seg hvordan utviklingen for kostnads- og byggetidsoverskridelser har vært de siste 20 årene. Det er også blitt sett på utviklingen til treffsikkerheten på kostnad- og byggetidsestimatene, og undersøkt om det er mulig å påvise noen klar forskjell mellom de ulike regionene.

Resultatene viser at det er store variasjoner avhengig av størrelsen på prosjektet. I snitt åpner små- og mellomstore prosjekter senere enn antatt og denne tendensen ser ut til å øke. For store prosjekter har det vært motsatt utvikling, da byggetidsoverskridelsene er blitt lavere med tiden.

Små prosjekter har hatt en stigende trend når det gjelder gjennomsnittlige kostnadsoverskridelser. Det motsatte er tilfellet for store prosjekter. Her har det vært en avtagende trend.

Når det gjelder byggetidsestimering har treffsikkerheten uansett prosjektstørrelse forverret seg over tid. Man er altså blitt dårligere til å anslå byggetiden med tiden.

Når det gjelder kostnadsestimering er det blitt økt treffsikkerhet på kostnadsoverslagene for prosjekter av alle størrelser.

Innhold

1. Innledning.....	1
2. Data	2
3. Kostnader	3
3.1 Beregning.....	3
3.2 Deskriptiv statistikk – en oversikt.....	4
3.4 Regioner.....	10
3.3 Treffsikkerhet kostnadsoverslag	11
4. Byggetid	14
4.1 Beregning.....	14
4.2 Deskriptiv statistikk – en oversikt.....	15
4.3 Regioner.....	19
4.4 Treffsikkerhet.....	20
5. Modeller/Empirisk metode.....	21
5.1 Modeller for kostnader.....	22
5.2 Modeller for byggetid	23
5.3 Modell for revidert estimeringsmetode.....	23
6. Resultater.....	24
6.1 Kostnader	24
6.2 Byggetid.....	27
6.3 Modell for revidert estimeringsmetode.....	28
6.4 Diskusjon	29
7. Konklusjon og forslag til videre forskning	30
8. Appendix	32
8.1. Referanser	32
8.2. Prisjusterte kostnader:.....	33
8.3. Modellspesifikasjoner:	33
8.3 Tester.....	34

1. Innledning

Denne rapporten beskriver utviklingen av kostnads- og byggetidsoverskridelser i perioden 1993-2015 og ulike årsaker til hvorfor denne utviklingen har vært som den har vært.

Rapporten belyser hvordan kostnads- og byggetidsoverskridelser har variert i perioden, og undersøker om det har vært en bedring på treffsikkerheten på estimatene av disse faktorene. Man vil også komme innpå om det er noen store forskjeller fra de ulike regionene.

Hvorfor det er viktig å undersøke dette

Kostnadsoverslaget og planlagt åpningsdato er avgjørende faktorer for om et prosjekt blir godkjent eller ikke. Dersom overslaget ikke stemmer, kan det være at man gjennomfører prosjekter som en ville prioritert lavere dersom en hadde hatt kunnskap om de faktiske kostnadene på prosjektet ved beslutningstidspunktet. Hvis kostnadsestimatene for ofte viser seg å være feil risikerer en til slutt at beslutningstakerne ikke lenger tar stilling til estimatene. Rent samfunnsøkonomisk er en kostnadsoverskridelse negativt da andre mer lønnsomme prosjekter kunne blitt prioritert tidligere. Når det gjelder byggetidsestimater er disse viktige fordi trafikantene vil ønske å bruke vegen så tidlig som mulig. Dersom et prosjekt viser seg å åpne senere enn planlagt vil det også her oppstå et samfunnsøkonomisk tap da nytten trafikantene ville ha oppnådd ved å benytte det ferdige anlegget tidligere går tapt.

Rapportens oppbygning

Det er flere hovedelementer i rapporten. I kapittel 2 vil det være en presentasjon av datasettet. I kapittel 3 blir kostnader nærmere undersøkt, før byggetid blir belyst i kapittel 4. I kapittel 5 presenteres modellene og de empiriske metodene, før resultatene presenteres i kapittel 6. I kapittel 7 konkluderes det, og det vil også komme forslag til videre forskning. Kapittel 8 består av appendixet.

2. Data

2.1 Info

Datasettet omfatter vegprosjekter som er ferdigstilt mellom 1993 og 2015 som byggherrefunksjonen i Statens Vegvesen har hatt noe med å gjøre. Det er hovedsakelig byggetid- og kostnadsaspektet det er blitt fokusert mest på i denne analysen.

Det som er interessant med denne tidsperioden er at den består av tre ulike konkurranseformer i utbyggingen av vegnettet.

- **Periode 1:** Frem til 1996 hadde Statens Vegvesen ansvar for all vegutbygging i Norge. De hadde monopol på alle kontrakter som omhandlet utbygging av veg. Perioden fra 1993 – 1996 er derfor i denne rapporten kjent som den monopolistiske perioden.
- **Periode 2:** I 1997 skjedde det en reform der produksjon og administrasjon ble splittet i to ulike avdelinger. Dette gjorde at Statens Vegvesen som utbygger ble vurdert på samme måte som private aktører, til tross for at de fortsatt hadde ansvar for å utstede kontraktene. De satt på begge sider av bordet og drev internfakturering. Derfor regnes denne perioden 1997-2003 som semi-monopolistisk, siden produksjonsavdelingen fortsatt ble værende under Statens Vegvesen. (Odeck, 2014)
- **Periode 3:** Videre åpnet det seg opp for full konkurranse mellom entreprenører fra 2004. Dette er blitt opprettholdt frem til i dag. Derfor regnes perioden 2004–2015 som fri konkurranse perioden.

Datasettet gjør det mulig å undersøke omfanget av kostnads- og byggetidsoverskridelser, hvordan disse har variert over tid, og da spesielt mellom de ulike periodene og konkurranseformene. Det er også undersøkt om treffsikkerheten blant dem som kommer med kostnads- og byggetidsestimatene har bedret seg over tid i tillegg til hvordan forskjellen har vært mellom de ulike regionene i Norge. Det er statistikkprogrammet «Stata» som er blitt benyttet for å hente frem statistikken.

2.2 Kommentar til datasettet

Det er mangel på grunnlagsdata i perioden 1997-1999, så disse tre årene er utelatt fra rapporten. Det er i tillegg enkelte observasjoner det manglet grunnlagsdata på som er blitt fjernet. Tidsperioden fra 1993 – 2015 er delt inn i tre ulike tidsperioder. Den første perioden er den monopolistiske perioden, den andre er den semi-monopolistiske perioden og den siste regnes som den perioden der det er fri konkurranse. Alle kostnader er også justert til 2016-priser ved hjelp av byggekostnadsindeksen for veganlegg.

Prosjektene er delt opp i tre ulike størrelseskategorier. Prosjekter under 30 millioner karakteriseres som et lite prosjekt og vil bli henvist til som «små prosjekter». Prosjekter mellom 30 og 200 millioner karakteriseres som et «medium» eller «mellomstort prosjekt» og prosjekter over 200 millioner blir omtalt som «store prosjekter».

Det er mange små prosjekter. 1310 av prosjektene er små, 493 av dem er mellomstore og de resterende 184 karakteriseres som store prosjekter. Det er altså relativt få store prosjekter som er gjennomført i perioden.

3. Kostnader

I dette kapitlet er det kostnader knyttet til prosjektene som undersøkes. I datasettet er kostnadsoverslaget oppgitt. Kostnadsanslaget er det anslaget som ble gitt rett før beslutningstidspunktet der man skulle avgjøre om prosjektet skulle gjennomføres eller ikke. Videre var faktisk sluttkostnad også med i datasettet. I dette kapitlet er det avviket mellom kostnadsanslaget og sluttkostnaden som blir undersøkt.

Dette kapitlet omhandler 1987 prosjekter.

3.1 Beregning

Kostnadsavvik ble beregnet gjennom følgende modell:

$$\lambda_i = \left(\frac{S-A}{A} \right) i * 100 \quad (1)$$

Kostnadsavviket (λ_i) er lik differansen mellom sluttkostnaden (S) og kostnadsanslaget (A) dividert på kostnadsanslaget. Dette multipliseres med hundre, hvilket gir prosentvis avvik mellom kostnadsanslaget og faktisk sluttkostnad. Om denne verdien er positiv har det vært en underestimering av kostnadene i anslaget, altså det har forekommet en kostnadsoverskridelse. Er den negativ har kostnadsanslaget ved beslutningstidspunktet blitt overestimert noe som betyr at det er blitt brukt mindre penger på prosjektet enn kostnadsoverslaget. Altså er det snittet av alle kostnads over- og underskridelser som til sammen utgjør den gjennomsnittlige kostnadsoverskridelsen.

3.2 Deskriptiv statistikk – en oversikt

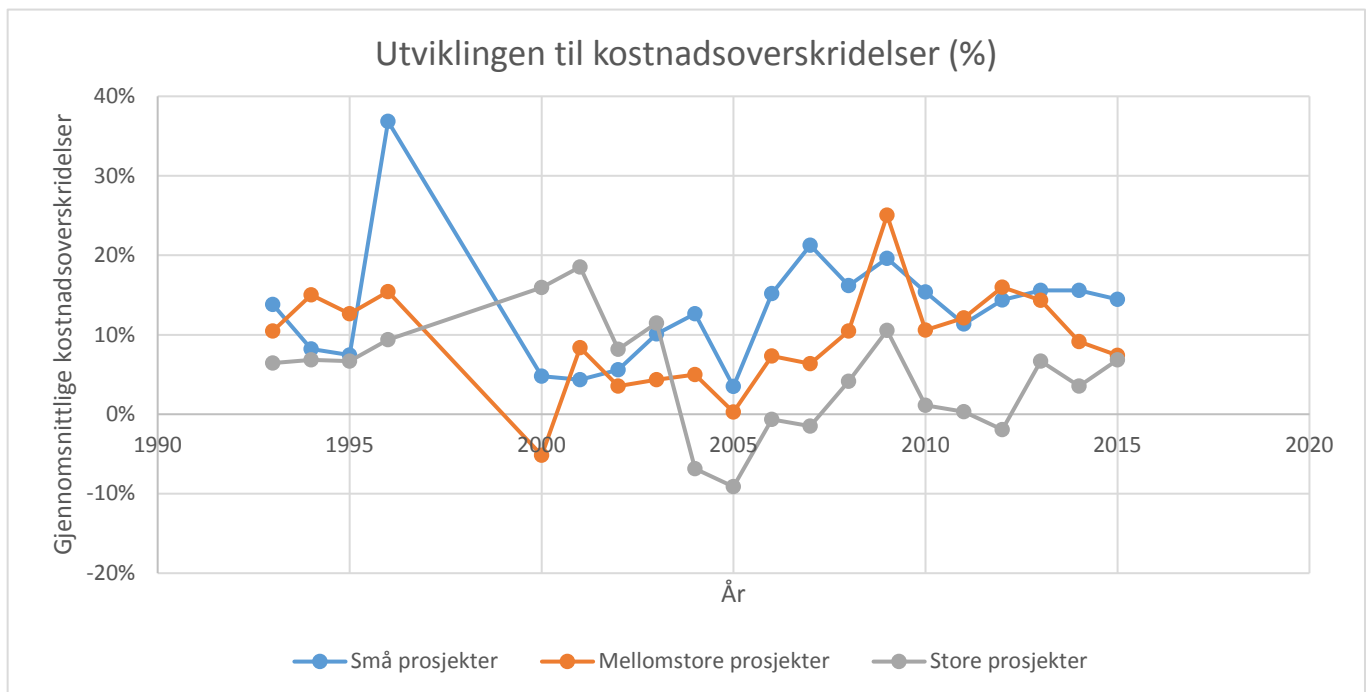
Dette delkapittelet presenterer generell data om kostnader.

	Små prosjekter (<30 Mill)		Mellomstore (30-200 Mill)		Store (>200 Mill)	
	Kostnadsanslag (Mill)	Kostnadsavvik (%)	Kostnadsanslag (Mill)	Kostnadsavvik (%)	Kostnadsanslag (Mill)	Kostnadsavvik (%)
Min	0,12	-67,0 %	30,11	-69,0 %	200,2	-39,0 %
Max	30	800,0 %	198,8	200,0 %	5582,3	70,0 %
Gjennomsnitt	11,38	13,0 %	70,9	9,9 %	769	4,9 %
Median	9,7	4,6 %	55,6	4,8 %	487,7	2,0 %
SD	7,67	40,0 %	41	26,0 %	810	17,2 %
	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel
# > kostnadsanslaget	772	58,9 %	298	60,4 %	101	54,9 %
# < kostnadsanslaget	424	32,4 %	164	33,3 %	68	37,0 %

Tabell 3.1: Viser generell deskriptiv statistikk rundt kostnadsanslagene og kostnadsavvik for prosjekter av ulike størrelser.

Min og max viser hvor stort det minste og største prosjektet var innen de ulike størrelsesgruppene, og viser også hva det største og laveste kostnadsavviket var innenfor gruppene. Gjennomsnitt, median og standardavvik (SD) er også angitt både for kostnadsanslaget og kostnadsavviket i %. Som tabellen viser er det høyere variasjon desto mindre prosjektet er. Det kommer også frem hvor mange av de ulike prosjektene og hvor stor andel av dem som gikk med over- og underskridelser i forhold til kostnadsanslaget.

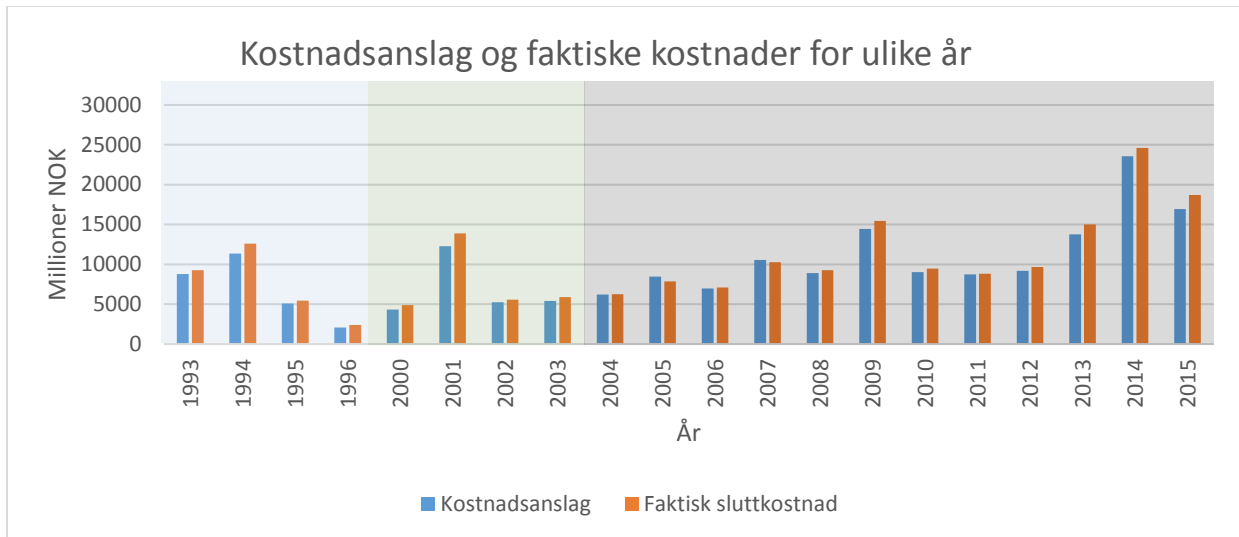
Nedenfor presenteres generelle data for å få et overblikk over hvordan utviklingen har vært



Figur 3.2: Viser hvordan utviklingen til kostnadsoverskridelsene har variert over tid.

Som grafen illustrerer har små prosjekter i de fleste år ligget over de andre prosjektstørrelsene. Det har altså i snitt vært høyere kostnadsoverskridelser på små prosjekter.

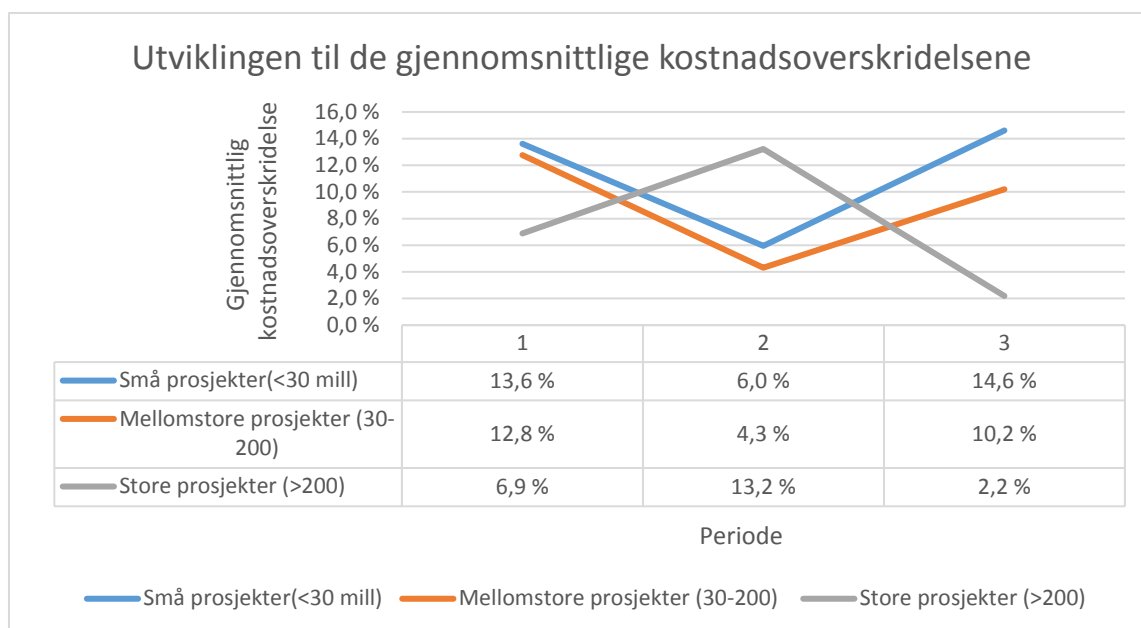
Utviklingen til de mellomstore prosjektene har vært et sted midt i mellom de to andre prosjektgruppene. Det er verdt å merke seg at store prosjekter har etter overgangen fra semi-monopolistisk til fri konkurranseperioden, altså siden 2003, i snitt ligget under de andre prosjektgruppene hvert år.



Figur 3.3: En oversikt over hvor mange millioner kroner anslått og faktisk sluttkostnad i de ulike årene.
Monopolistisk periode: 1993-1996
Semi-monopolistisk periode: 1997–2003
Fri konkurranse periode: 2004–2015

Diagrammet viser hvor mye kostnadsoverslagene og faktisk sluttkostnad til prosjektene som ble ferdigstilt i de respektive årene utgjorde. Dette er altså kun prosjektene som er i datasettet. Den totale verdien av sluttkostnadene er på 202 milliarder i tidsperioden mot 191,3 milliarder anslått ved beslutningstidspunktet.

Det er også verdt å merke seg at periode 3 inneholder flere prosjekter enn de to andre da denne perioden strekker seg over flere år. Så det er et skjevt størrelsesforhold mellom de ulike periodene. I snitt var det 126 prosjekter per år i den monopolistiske perioden, 76 i den semi-monopolistiske og 98 prosjekter per år i den siste perioden.



Figur 3.4: Illustrerer hvordan utviklingen til de gjennomsnittlige kostnadsoverskridelsene har vært i de tre periodene.

1997-2003 var perioden med lavest gjennomsnittlige kostnadsoverskridelser totalt sett. Det var en markant forbedring på de gjennomsnittlige kostnadsoverskridelsene etter overgangen fra periode 1 til 2 for små- og mellomstore prosjekter, mens det for store prosjekter var en klar forverring. I overgangen fra semi-monopolistisk periode til fri konkurranse kan man observere motsatt effekt. Her ble det verre for små og mellomstore prosjekter, mens man så en bedring for de store prosjektene.

	<i>Periode</i>			Total
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	
<i>Totalt</i>	59%	48%	62%	59%
<i>Antall prosjekter</i>	296	146	729	1171

Tabell 3.5: Redegjør for andelen og antallet av prosjektene som har gått med kostnadsoverskridelser på vegprosjekter i Norge totalt sett.

Det er vanlig at kostnadsoverskridelser forekommer. Totalt har 1171 prosjekter, eller 59 % av alle prosjektene som er gjennomført i tidsperioden overskredet kostnadsoverslaget.

De følgende delkapitlene vil belyse utviklingen til de ulike prosjektstørrelsene. Nedenfor belyses omfanget av kostnadsoverskridelsene. En overskridelse på 10 millioner kroner er ikke så alvorlig dersom det gjelder et prosjekt som var anslått til å koste 500 millioner kroner. Men hvis det var anslått til å koste 7 millioner kroner er en overskridelse på 10 millioner mer alvorlig. Dette tas det derfor høyde for i tabellene under.

3.2.1 Små prosjekter

	Periode			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
<i>Andel</i>	56%	47%	63%	59%
<i>Antall prosjekter</i>	204	95	473	772

Tabell 3.6: Viser andelen og antallet av de små prosjektene som oversteget kostnadsanslaget.

Som det fremgår av tabellen over var det en høyere andel av de små prosjektene som oversteget kostnadsanslaget i periode 3 sammenlignet med de to foregående periodene. Totalt er det altså 59% av de små prosjektene som ble ferdigstilt i perioden 1993-2015 som oversteget kostnadsanslaget. *Antall prosjekter* er antallet som har oversteget anslaget i de ulike periodene.

Nedenfor er de relative kostnadsoverskridelsene undersøkt for å få et bilde av hvordan spredningen til overskridelsene er. Dette for å eliminere tilfeldigheter man kan oppleve ved å kun se på et totalt gjennomsnitt.

<i>Kostnadsoverskridelse</i>	Periode			
	1993–1996	1997–2003	2004–2015	Total
<i>0-10%</i>	32,8 %	32,6 %	30,9 %	31,6 %
<i>10-25%</i>	28,9 %	31,6 %	26,4 %	27,7 %
<i>25-50%</i>	16,7 %	25,3 %	25,6 %	23,2 %
<i>50% -</i>	21,6 %	10,5 %	17,1 %	17,5 %

Tabell 3.7: Viser hvor stor andel av prosjektene under 30 millioner som er innenfor de relative overskridelsesgruppene.

Andelen av prosjektene som overskrider med inntil 10% har holdt seg noenlunde stabil med en liten nedgang i perioden etter 2004. Det betyr at det i denne perioden var en høyere andel av prosjektene som oversteget kostnadene med mer enn 10%. I periode 1 var det 21,6% av alle små prosjekter som overskred kostnadsanslaget som gjorde dette med mer enn 50%. Her var det en nedgang i den andre perioden, før den igjen økte i periode 3. Totalt var det i periode 3 17,1% av alle kostnadsoverskridelser på små prosjekter som var på over 50% av kostnadsanslaget.

Det var en lavere andel som oversteget kostnadsanslaget med over 50% i periode 3 sammenlignet med periode 1.

Det store bildet her er altså at andelen små prosjekter som oversteget kostnadsanslaget var høyest i periode 3, samtidig som at en økende av disse oversteget det med mer enn 10%.

Siden prosjektene er såpass små er det lett å tenke at dette ikke er så viktig, men et poeng er at det er svært mange av dem. Sånn sett kan dette føre til store samfunnsøkonomiske tap da en kunne prioritert mer lønnsomme prosjekter dersom en hadde visst om den reelle kostnaden. Gjennom hele tidsperioden har prosjekter på under 30 millioner til sammen oversteget

kostnadsanslaget med 2,31 milliarder kroner. Dette utgjør 12,6 % av de totale overskridelsene.

3.2.2 Mellomstore prosjekter

	Periode			Total
	1993–1996	1997–2003	2004–2015	
<i>Andel</i>	68 %	41 %	62 %	60 %
<i>Antall prosjekter</i>	71	30	197	298

Tabell 3.8: Viser andelen av de mellomstore prosjektene som oversteg kostnadsanslaget.

Det fremkommer av tabellen over at andelen prosjekter som overskred kostnadsanslaget mellom 1997-2003 var lavere enn det var i perioden 1993-1996. Etter overgangen til fri konkurranse perioden var det en oppgang i andelen som overskred kostnadsanslaget.

Tabellen under er en oversikt over relative kostnadsoverskridelser på prosjekter mellom 30 og 200 mill.

<i>Kostnadsoverskridelse</i>	Periode			Total
	1993–1996	1997–2003	2004–2015	
<i>0-10%</i>	28,2 %	40,0 %	37,6 %	35,6 %
<i>10-25%</i>	31,0 %	40,0 %	29,4 %	30,9 %
<i>25-50%</i>	29,6 %	6,7 %	23,4 %	23,2 %
<i>50% -</i>	11,3 %	13,3 %	9,6 %	10,4 %

Tabell 3.9: Viser hvor stor andel av prosjektene mellom 30 - 200 millioner som er innenfor de relative overskridelsesgruppene.

Det har her vært en positiv utvikling fra den monopolistiske perioden til fri konkurranseperioden, da andelen som oversteg inntil 10% var høyere i periode 3 sammenlignet med periode 1. Denne andelen var midlertidig høyest under den semi-monopolistiske perioden. I den semi-monopolistiske perioden var 80% av alle de mellomstore prosjektenes overskridelser på inntil 25%. Dette var det beste gjennom hele tidsperioden uansett størrelse på prosjektet.

Som tidligere nevnt ser man altså her at overgangen fra den semi-monopolistiske perioden til fri konkurranse perioden slo negativt ut for de mellomstore prosjektene når det er snakk om kostnadsoverskridelser.

Prosjekter mellom 30-200 millioner har til sammen oversteget kostnadsanslaget med 4,45 milliarder. Dette utgjør 24,3% av de totale overskridelsene.

3.2.3 Store prosjekter

	Periode			Total
	1993–1996	1997–2003	2004–2015	
<i>Andel</i>	58 %	68 %	50 %	55 %
<i>Antall prosjekter</i>	21	21	59	101

Tabell 3.10: Viser hvor stor andel av de store prosjektene som oversteg kostnadsanslagene i de ulike periodene.

Som man kan se av tabellen over var andelen prosjekter som oversteg kostnadsanslaget lavere i fri konkurranse perioden sammenlignet med de to foregående.

<i>Kostnadsoverskridelse</i>	Periode			Total
	1993–1996	1997–2003	2004–2015	
<i>0-10%</i>	57 %	33 %	47 %	47 %
<i>10-25%</i>	19 %	33 %	32 %	30 %
<i>25-50%</i>	19 %	24 %	19 %	20 %
<i>50% -</i>	5 %	10 %	2 %	4 %

Tabell 3.11: Viser relativ kostnadsoverskridelse for prosjekter over 200 millioner kroner.

47% av alle kostnadsoverskridelser som har forekommet på store prosjekter over hele tidsperioden er på inntil 10%, og kun 4% av prosjektene med kostnadsoverskridelser har oversteget kostnadsanslaget med mer enn 50%.

Man kan se at det er en lavere andel store prosjekter som «kun» overskrider med inntil 10% i periode 3 sammenlignet med periode 1. Det var imidlertid en oppgang fra periode 2 til periode 3. Altså er det en positiv trend der fler og fler av de prosjektene som overstiger kostnadsanslaget kun overstiger med inntil 10%, men det er fortsatt ikke tilbake på nivået som var under den monopolistiske perioden. Det var en lavere andel av de store prosjektene som overskred kostnadsanslaget i periode 3 (Tabell 3.10). Det betyr at færre store prosjekter overskrider kostnadsanslagene, men av de som gjør det er det blitt færre som «bare» overstiger med inntil 10%. Andelen som overskred med mer enn 50% var lavere i periode 3 enn i de to foregående.

Kostnadsoverskridelser for prosjekter på over 200 millioner utgjorde 11,57 milliarder. Det er 63,1% av de totale overskridelsene.

3.4 Regioner

Det er også blitt sett med hensyn på regioner for å undersøke om det er mulig å avdekke noen klare forskjeller mellom dem når det gjelder kostnadsoverskridelser. Utviklingen over tid er ikke undersøkt, kun det totale snittet.

Det er fem regioner i Norge – Nord, Sør, Øst, Vest og Midt-Norge.

Tabellen til høyre viser hvor mange prosjekter som ble gjennomført i de ulike regionene. Som man kan se er det i Nord-Norge det ble gjennomført klart færrest prosjekter. Videre kommer det en oversikt over hvordan fordelingen mellom små, mellomstore og store prosjekter var i hver av regionene.

Region	Antall prosjekter
Midt	410
Nord	200
Sør	368
Vest	415
Øst	594

Tabell 3.12: Viser antall prosjekter i de ulike regionene.

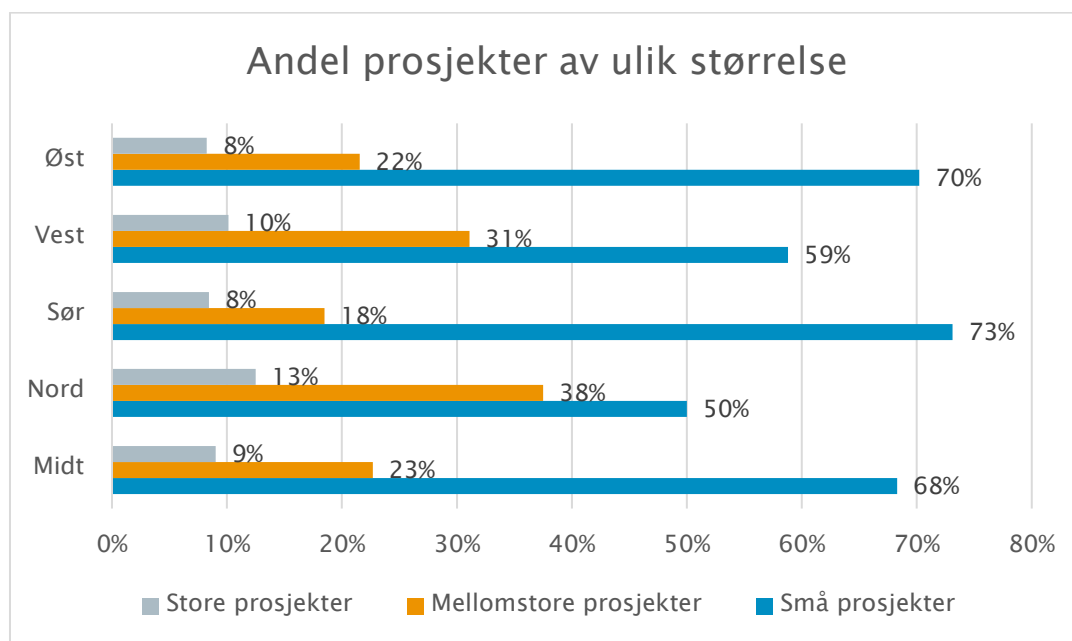


Diagram 3.13: Viser andelen prosjekter av ulik størrelse fordelt på de ulike regionene gjennom hele tidsperioden.

Som diagrammet viser var det i Øst, Sør og Midt-Norge det var klart høyest andel av små prosjekter. Nord-Norge hadde klart lavest andel små prosjekter, da 50% av prosjektene som ble gjennomført der var på under 30 millioner. Nord-Norge hadde den høyeste andelen prosjekter over 200 mill.

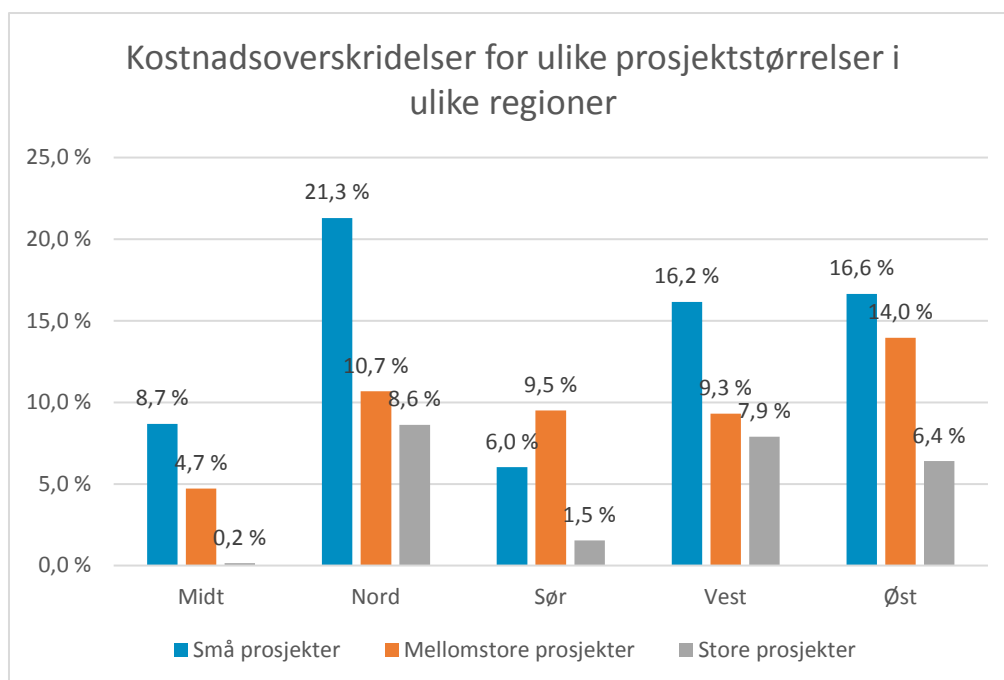


Diagram 3.14: Oversikt over de gjennomsnittlige kostnadsoverskridelsene på prosjekter av ulik størrelse i de ulike regionene.

Nedenfor er det noen kommentarer til tabellen ovenfor.

Prosjekter under 30 mill:

Når det gjelder de små prosjektene er det i Nord-Norge de gjennomsnittlige kostnadsoverskridelsene har vært høyest. Overskridelsene på Øst- og Vestlandet var tilnærmet like, da et lite prosjekt her i snitt overskred med henholdsvis 16,6 og 16,2%. Sør-Norge hadde svært lave gjennomsnittlige overskridelser, noe som er overraskende da 73 % av alle prosjektene som ble gjennomført på Sørlandet var små.

Prosjekter mellom 30-200 mill:

Generelt lavere kostnadsoverskridelser på mellomstore prosjekter sammenlignet med små prosjekter.

Prosjekter over 200 mill:

Legger her spesielt merke til at store prosjekter i Midt-Norge i snitt har overskridelser på 0,2%. Ellers er det denne gruppen som generelt har lavest overskridelser, noe som var forventet.

3.3 Treffsikkerhet kostnadsoverslag

I dette delkapittelet undersøkes det om treffsikkerheten på kostnadsanslagene er blitt bedre over tid. Hittil i kapittel 3 er det kun sett på gjennomsnittlige kostnadsoverskridelser. Disse tallene har vært snittet av alle kostnads over- og underskridelser. I dette kapittelet undersøkes det prosentvise avviket uavhengig av om det har vært over- eller underskridelser. Det gjøres

ved å undersøke absoluttverdien av kostnadsavvikene. Desto nærmere null dette avviket er, desto høyere treffsikkerhet er det.

3.3.1 Over tid

Utviklingen til gjennomsnittet forteller lite om hvordan utviklingen har vært for treffsikkerheten på estimeringene. Under- og overestimeringer kan til sammen kunne utgjøre et lavt snitt, slik at dette kan være misvisende da det er snakk om treffsikkerhet. For å undersøke treffsikkerheten på estimeringene er det derfor mer nyttig å se på utviklingen av kostnadsoverskridelsene i absoluttverdi. I dette kapittelet er det altså ikke interessant om det er blitt over- eller underestimert, kun hvor mye estimeringen avviker fra faktisk sluttverdi. Nedenfor gis det et eksempel på nettopp dette:

	<i>Konsulent 1</i>	<i>Konsulent 2</i>
<i>Prosjekt 1</i>	+100%	-5 %
<i>Prosjekt 2</i>	-100%	+15%
<i>Gjennomsnittlig estimeringsavvik</i>	0	+10%
<i>Gjennomsnittlig estimeringsavvik absoluttverdi</i>	100%	10%

Tabell 3.15: Eksempel på forskjellen mellom gjennomsnittlig estimeringsavvik og estimeringsavvik i absoluttverdi.

Dersom man går ut ifra det gjennomsnittlige estimeringsavviket kan en få inntrykk av at konsulent 1 er bedre til å estimere sammenlignet med konsulent 2. For å kunne si noe om treffsikkerheten på kostnadsestimeringene er det absoluttverdien av estimeringsavviket som benyttes. Som tabellen illustrerer vil dette da være en feilaktig konklusjon, ettersom konsulent 1 i snitt bommer med 100 % mot konsulent 2 sine 10%.

Nedenfor sees det på hvordan treffsikkerheten har utviklet seg over tid.

<i>Prosjektstørrelse</i>	<i>Periode</i>			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
<30	26,3 %	16,6 %	22,9 %	22,8 %
30-200	20,6 %	11,9 %	19,2 %	18,4 %
>200	12,3 %	15,8 %	11,8 %	12,6 %
<i>Total</i>	24,1 %	15,3 %	20,8 %	20,8 %

Tabell 3.16: Viser utviklingen til det gjennomsnittlige prosentvise kostnadsavviket gjennom periodene i absoluttverdi.

Tabellen over viser at man i snitt traff bedre på kostnadsestimatene for alle prosjekter i perioden 1993-1996 sammenlignet med perioden 2004-2015.

Alle prosjektgruppene har altså hatt en bedring på treffsikkerheten fra den monopolistiske perioden til perioden med fri konkurranse. Generelt ser man at det er høyere avvik på kostnadsestimeringene desto mindre prosjektene er totalt sett. Dette er interessant. Mulige grunner kan være at det ikke er vanlig i Norge å legge ut små prosjekter på anbud. Det er mer vanlig å bare kjøpe tjenester på små og mellomstore prosjekter. Når store prosjekter skal gjennomføres er det anbudskonkurranse og en mye høyere grad av kontroll rundt planleggingsprosessen av prosjektene. (Odeck, 2014) Anbudskonkurranse vil si at det er konkurranse mellom utbyggere for å få kontraktene. Tilbudene fra mulige utbyggere gjennomgås av anbudsinnbyderen (Staten) med sikte på å avdekke feil samt vurdere hvilket tilbud som bør velges. (snl.no, anbudskonkurranse)

3.3.2 Revidert estimeringsmetode

Fra 2008 begynte de som skulle beregne kostnadsnivåene på fremtidige vegprosjekter å arbeide med en revidert estimeringsmetode. Tidligere har det vært brukt en database der man satt sammen en generell modell, og plottet inn spesifikasjoner på det planlagte prosjektet før man fikk kostnaden til prosjektet som output fra modellen.

Den reviderte estimeringsmetoden går grundigere til verks. Her blir lokale fagpersoner med fra start for å bistå med kompetanse om terrenget det skal bygges i blant annet.

For å se om det går an å påpeke noen forskjell mellom den opprinnelige og reviderte estimeringsmetoden er tidsperioden datasettet dekket i dette delkapittelet delt opp i to. Fra 1993–2007 og fra 2008–2015. Hypotesen er at den reviderte estimeringsmetoden har ført til lavere kostnadsavvik på vegprosjekter.

<i>Prosjektstørrelse</i>	<i>Periode</i>		
	1993-2007	2008-2015	Total
<30	22,1 %	23,8 %	22,8 %
30-200	16,6 %	20,4 %	18,4 %
>200	13,4 %	11,6 %	12,6 %
<i>Total</i>	20,0 %	21,8 %	20,8 %

Tabell 3.17: Viser gjennomsnittlig avvik på kostnadsestimeringene på prosjekter av forskjellig størrelse mellom de forskjellige periodene i absoluttverdi.

Tabellen belyser om treffsikkerheten med kostnadsestimeringene har blitt noe bedre i perioden etter skifte i estimeringsmetode. Som tabellen illustrerer er treffsikkerheten blitt verre totalt sett. Her er det altså ikke interessant om det er underestimert eller overestimert, kun hvor mange absolutte prosentavvik det har vært mellom kostnadsanslaget gitt ved beslutningstidspunktet og faktisk sluttkostnad på prosjektet. Det er kun store prosjekter som har opplevd økt treffsikkerhet etter innføringen av den reviderte estimeringsmetoden.

3.3.3 Regioner

I tabellen nedenfor undersøkes det hvordan treffsikkerheten har vært på prosjekter av ulik størrelse i de ulike regionene.

Region	Prosjektstørrelse		
	Små (< 30)	Medium (30-200)	Store (>200)
Midt	20,7 %	16,2 %	10,2 %
Nord	27,5 %	17,5 %	15,4 %
Sør	19,6 %	20,0 %	13,2 %
Vest	22,4 %	17,7 %	14,2 %
Øst	25,6 %	20,4 %	11,2 %

Tabell 3.18: Viser gjennomsnittlig estimeringsavvik i de ulike regionene totalt gjennom hele tidsperioden.

Det fremgår av tabellen at det var høyest treffsikkerhet på de mellomstore og store prosjektene som ble gjennomført i Midt-Norge. Når det gjelder de små prosjektene var det høyest treffsikkerhet på de som ble gjennomført på Sørlandet. Av tabellen fremgår det at det er på Østlandet det gjennomsnittlige estimeringsavviket er størst. Dette er ikke uventet da det var såpass mange små prosjekter, og som det kom frem i kapittel 3.3.1 var det prosjekter av denne størrelsesgruppe der estimeringsavviket var størst. Midt-Norge var den regionen der kostnadsestimatene traff best.

Det ble også utført en Kruskal Wallis test for å undersøke om det var noen statistisk forskjell mellom regionene når det gjaldt kostnadsavvik. Resultatet fra testen var en P-verdi = 0,0001, noe som betyr at nullhypotesen om lik fordeling mellom regionene kan forkastes. Det kan altså fastslås at kostnadsavvikene varierer med regionen prosjektet utføres i ut fra denne testen.

4. Byggetid

I dette kapitlet er det tidsbruken på prosjektene som undersøkes. I datasettet er det oppgitt anleggsstart – når byggingen av det nye prosjektet starter, planlagt åpningsdato – når det er meningen at anlegget skal åpne for farende i trafikken og faktisk åpningsdato. Det er i hvilken grad disse datoene blir opprettholdt som blir undersøkt i dette kapitlet.

Det var også noen av observasjoner det ikke var data på datoene, slik at når byggetid undersøkes er det 1977 observasjoner som er med.

4.1 Beregning

Byggetidsavvik ble beregnet med følgende modell:

$$(4.1) \nu_i = \left(\frac{F-P}{P} \right) i * 100 \quad (2)$$

Her er det relative tidsavviket (v_i) lik differansen mellom faktisk åpningsdag (F) og planlagt åpningsdag (P) dividert på planlagt åpningsdag. Dette multipliseres med 100 hvilket gir avviket i antall dager uttrykt i prosent.

For å gi ett helt konkret eksempel på byggetidsoverskridelse: Dersom et prosjekt har en planlagt prosjekttid på 100 dager og dette strekker seg til 150 dager, vil byggetidsoverskridelsen være på 50%. Dersom den planlagte prosjekttiden er på 300 dager derimot, vil en overskridelse på 50 dager være på 16,7%. Det er ikke tatt hensyn til arbeidsdager og helger.

4.2 Deskriptiv statistikk – en oversikt

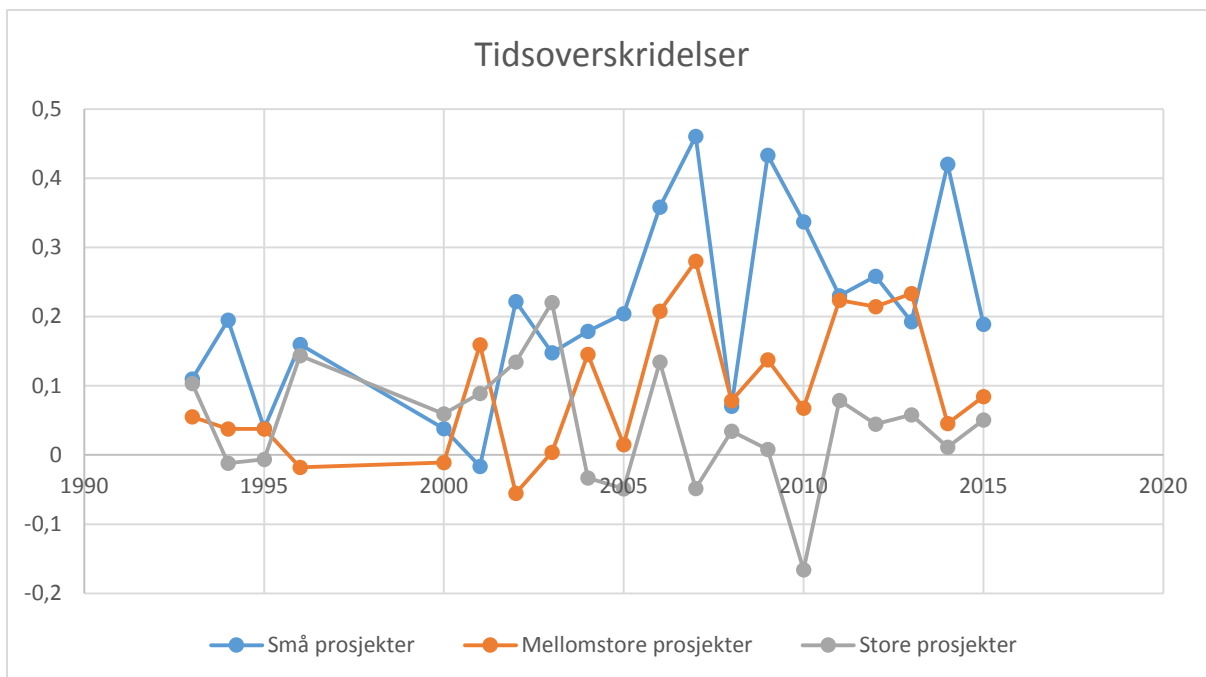
Dette delkapittelet består av generell deskriptiv statistikk for å få et overblikk over byggetidsavvikene.

	Små prosjekter (<30 Mill)	Mellomstore (30-200 Mill)	Store (>200 Mill)
	Byggetidsavvik	Byggetidsavvik	Byggetidsavvik
Min	-96,8 %	-70,5 %	-78,3 %
Max	1833,0 %	213,1 %	238,9 %
Gjennomsnitt	21,3 %	10,3 %	3,9 %
Median	0,0 %	0,0 %	0,0 %
SD	84,6 %	32,0 %	27,4 %
	Andel	Andel	Andel
# > åpningstid	37,60 %	37,06 %	36,80 %
# < åpningstid	8,35 %	17,31 %	26,90 %

Tabell 4.1: Viser generell deskriptiv statistikk rundt byggetidsavvik for prosjekter av ulike størrelser.

Min og max beskriver hva det minste og høyeste byggetidsavviket var. Gjennomsnitt beskriver den gjennomsnittlige byggetidsoverskridelsen for alle prosjektene innenfor de ulike gruppene. Det samme er tilfelle for median og standardavviket (SD). De to nederste linjene i tabellen viser hhv hvor stor andel av prosjektene som åpnet senere eller tidligere enn planlagt åpningstid.

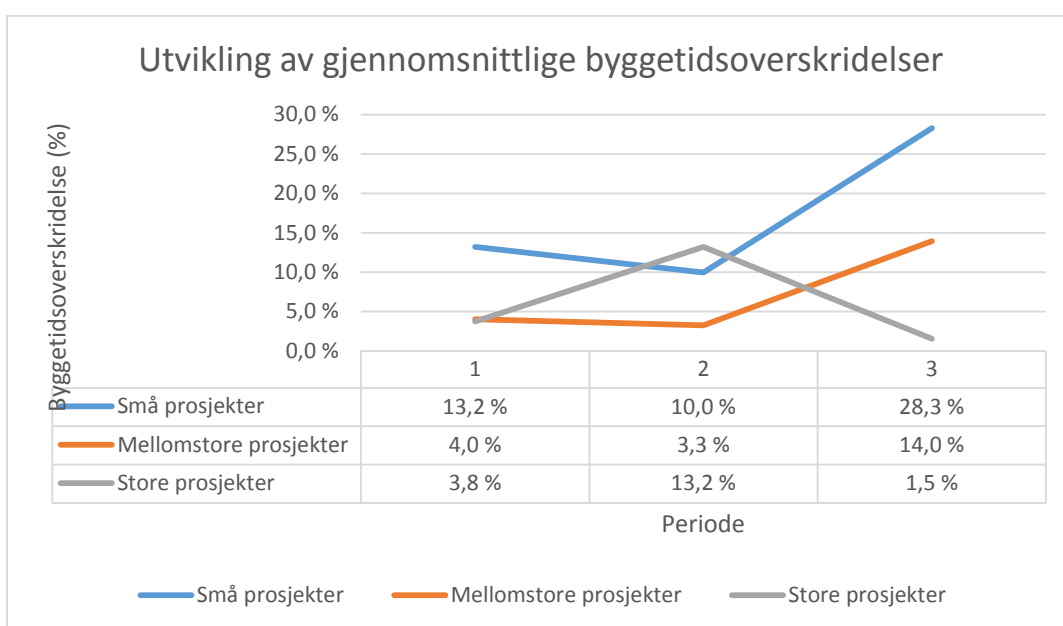
Videre sees det på hvordan den generelle årlige utviklingen har vært for de ulike prosjektstørrelsene.



Figur 4.2: Viser utviklingen for de gjennomsnittlige byggetidsoverskridelsene for alle prosjektstørrelser for hvert år fra 1993-2015.

Figuren over illustrerer utviklingen til tidsoverskridelser på prosjekter av ulik størrelse. Samme tendens observeres her som ved kostnadsoverskridelser – små prosjekter har hatt høyest overskridelser, store prosjekter har hatt lavest og mellomstore prosjekter har gjort det et sted midt imellom. En ting som er interessant å merke seg ved denne figuren er at store prosjekter har lavere tidsoverskridelser enn de to andre prosjektypen hvert år etter at vegutbyggingen fullt ut ble privatisert i 2003, de samme som ble observert i figur 3.2.

Videre undersøkes utviklingen til de gjennomsnittlige byggetidsoverskridelsene gjennom de ulike periodene.



Tabell 4.3: Viser gjennomsnittlig byggetidsoverskridelser av forskjellig størrelse mellom de ulike periodene.

Den gjennomsnittlige byggetidsoverskridelsen på store prosjekter var lavere i perioden 2004-2015 sammenlignet med de to foregående periodene. Det fremgår av tabellen at gjennomsnittlig byggetidsoverskridelse her var på 1,5%. For små- og mellomstore prosjekter var det midlertidig her gjennomsnittlig tidsoverskridelser var høyest sammenlignet med de to foregående. Totalt for hele tidsperioden og alle prosjektstørrelser var gjennomsnittlig tidsavvik på et vegprosjekt som er påstartet i Norge fra 1993 – 2015 på 17%, altså det åpner 17% senere enn den planlagte prosjekttiden var beregnet til å vare.

	<i>Periode</i>			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
<i>Total</i>	32,2 %	23,9 %	42,8 %	37,4 %
<i>Antall prosjekter</i>	159	73	507	739

Tabell 4.4: Andel av alle prosjektene som overskrider planlagt åpningsdato.

Det som kommer frem i tabell 4.4 er at andelen prosjekter som gikk over planlagt åpningstid var høyere i den siste perioden sammenlignet med de to foregående. Jevnt over var den semi-monopolistiske perioden helt klart best når det gjelder andel tidsoverskridelser totalt sett.

4.2.1 Små prosjekter

I tabellen under er det undersøkt hvor stor andel av de små prosjektene som åpner senere enn planlagt.

	<i>Periode</i>			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
<i>Andel</i>	32,2%	22,5%	44,2%	37,6%
<i>Antall prosjekter</i>	115	45	330	490

Tabell 4.5: Viser andelen av de små prosjektene som åpnet senere enn den planlagte åpningsdatoen.

Tabellen viser at andelen tidsoverskridelser på prosjekter under 30 millioner var størst i perioden 2004-2015 sammenlignet med de to foregående periodene. Det betyr at det i denne perioden var en høyere andel av de prosjektene som ble gjennomført som åpnet senere enn planlagt åpningsdato.

<i>Tidsoverskridelser</i>	<i>Periode</i>			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
<i>0 - 10%</i>	25 %	27 %	12 %	17 %
<i>10 - 25%</i>	31 %	22 %	30 %	30 %
<i>25 - 50%</i>	22 %	27 %	23 %	23 %
<i>50 % -</i>	22 %	24 %	35 %	31 %

Tabell 4.6: Viser relativ tidsoverskridelse på vegprosjekter under 30 mill. NOK i alle perioder.

Tabellen over belyser her det faktum at det har vært en økende andel av de små prosjektene som overstiger planlagt åpningstid på alvorlig vis.

Totalt over hele tidsperioden er det altså mest typisk at når det først skjer en tidsoverskridelse på prosjekter under 30 millioner, så er overskridelsen på 50% eller mer. 88 % av de som

oversteg åpningsdatoen i perioden 2004-2015 gjorde det med mer enn 10 %. Dette er en høyere andel enn i de to foregående periodene. Andelen som overstiger inntil 10% er altså lavere i denne perioden sammenlignet med de to foregående.

4.2.2 Mellomstore prosjekter

	<i>Periode</i>			Total
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	
<i>Andel</i>	30 %	23 %	43 %	37 %
<i>Antall prosjekter</i>	31	17	134	182

Tabell 4.7: Viser andelen av de mellomstore prosjektene som åpnet senere enn den planlagte åpningsdatoen.

Tabellen over viser at perioden 2004-2015 var den perioden der høyest andel av de mellomstore prosjektene gikk med byggetidsoverskridelser. Den tar også for seg antall prosjekter som gikk med byggetidsoverskridelser i de ulike periodene.

<i>Tidsoverskridelse</i>	<i>Periode</i>			Total
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	
<i>0 - 10%</i>	55 %	29 %	22 %	28 %
<i>10 - 25%</i>	19 %	41 %	28 %	27 %
<i>25 - 50%</i>	16 %	6 %	30 %	25 %
<i>50 % -</i>	10 %	24 %	21 %	19 %

Tabell 4.8: Viser relativ tidsoverskridelse på vegprosjekter mellom 30 – 200 mill. NOK i alle perioder

På mellomstore prosjekter har andelen som overskrider med inntil 10 % gått ned for hver periode. Altså har det vært en trend at en større og større andel av prosjektene som når de først overskrider gjorde det med mer enn 10%. Andelen av prosjektene som gikk 50% over planlagt prosjektetid har økt med 11 prosentpoeng fra periode 1 til 3. Utviklingen over tid for mellomstore prosjekter var at flere av dem har alvorlige tidsoverskridelser. Det fastslås på bakgrunn av at andelen prosjekter som overstiger har gått opp, og at andelen av prosjektene tidsoverskridelsene som er på inntil 10% var avtagende.

4.2.3 Store prosjekter

	<i>Periode</i>			Total
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	
<i>Andel</i>	38 %	35 %	37 %	37 %
<i>Antall prosjekter</i>	13	11	43	67

Tabell 4.9: Andel og antall av de store prosjektene som åpnet senere enn den planlagte åpningsdatoen.

I tabellen over kommer det frem at det var en lavere andel av de store prosjektene som åpnet senere i perioden 2004-2015 sammenlignet med perioden 1993-1996.

Tidsoverskridelse	Periode			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
0 - 10%	69 %	55 %	60 %	61 %
10 - 25%	8 %	9 %	23 %	18 %
25 - 50%	8 %	9 %	14 %	12 %
50 % -	15 %	27 %	2 %	9 %

Tabell 4.10: Viser relativ tidsoverskridelse på vegprosjekter over 200 mill. NOK i alle perioder.

Tabell 4.10 gir oss et innblikk i alvorlighetsgraden av tidsoverskridelsene på store prosjekter. Det man kan se er at 60 % av de store prosjektene som hadde tidsoverskridelser i den siste perioden kun ble forsinket med inntil 10%. I periode 1 var det 69 % av prosjektene som opplevde tidsoverskridelser av samme omfang.

Totalt sett er det en god trend at det oppleves færre og færre alvorlige tidsoverskridelser, men det er fortsatt mye forbedringspotensial da mange av overskridelsene som skjedde var på over 10%.

Det var en lavere andel av prosjektene som overskred planlagt åpningstid i periode 3 sammenlignet med periode 1. Det var i perioden 2004-2015 en lavere andel av de store prosjektene som gikk over tiden med mer enn 50% enn i de to foregående periodene. Andelen som oversteg med inntil 10% var lavere i periode 3 enn i periode 1.

4.3 Regioner

Det er også blitt undersøkt om det har vært noen stor forskjell på hvor mye byggetiden overskrider mellom regionene.

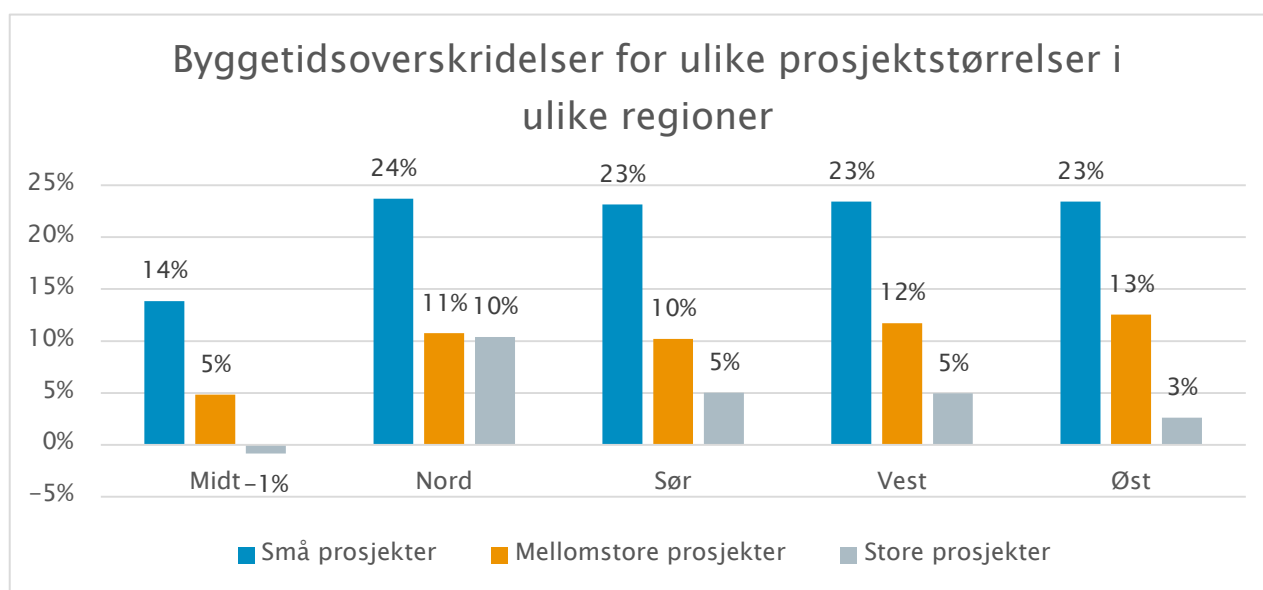


Diagram 4.11: Oversikt over de gjennomsnittlige byggetidsoverskridelsene på prosjekter av ulik størrelse i de ulike regionene.

Som diagrammet over viser er de gjennomsnittlige byggetidsoverskridelsene på små prosjekter nesten like, bortsett fra i Midt-Norge der det var mye lavere. Det fremgår også av tabellen at gjennomsnittlig byggetidsoverskridelse i Midt-Norge var negativ. Det betyr at i snitt åpnet store prosjekter før planlagt åpningstid i hele tidsperioden. I Nord-Norge opplevde man høyest gjennomsnittlige byggetidsoverskridelser både på små og store prosjekter.

4.4 Treffsikkerhet

4.4.1 Over tid

Det er interessant å undersøke om treffsikkerheten blant de som kommer med tidsestimatene har bedret seg over tid. For å undersøke dette benyttes absoluttverdien av de relative tidsoverskridelsene. Altså, man fokuserer ikke på om det er forekommet en under- eller overestimering, kun hva avviket var fra planlagt åpningsdato.

<i>Prosjektstørrelse</i>	<i>Periode</i>			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015	Total
<30	19,7 %	14,9 %	31,8 %	25,9 %
30-200	10,2 %	11,5 %	18,0 %	15,4 %
>200	8,7 %	20,3 %	8,7 %	10,7 %
<i>Total</i>	17,0 %	14,7 %	25,8 %	21,9 %

Tabell 4.12: Viser gjennomsnittlig estimeringsavvik på byggetid på prosjekter av forskjellig størrelse mellom de forskjellige periodene i absoluttverdi.

Det var lavere treffsikkerhet på byggetidsestimeringer i perioden 2004-2015 enn i de to foregående. Det kommer også frem av tabellen at det på små- og mellomstore prosjekter i denne perioden var større estimeringsavvik enn i de to foregående periodene. Treffsikkerheten holdt seg stabil for store prosjekter i samme overgang.

Det er et tydelig mønster som fremgår av tabellen; desto større prosjektet er, desto bedre treffsikkerhet er det på byggetidsestimatene.

4.4.2 Revidert estimeringsmetode

Den ble gjort en revidering av estimeringsmetoden i 2007. Derfor er perioden i dette delkapittelet, som 3.4.2, delt opp i to perioder for å undersøke om man kan observere et klart skille mellom disse to periodene før og etter revideringen av metoden.

<i>Prosjektstørrelse</i>	<i>Periode</i>		
	1993-2007	2008-2015	Total
<30	22 %	31 %	26 %
30-200	14 %	17 %	15 %
>200	13 %	8 %	11 %
<i>Total</i>	19 %	25 %	22 %

Tabell 4.13: Viser gjennomsnittlig estimeringsavvik på byggetid på prosjekter av forskjellig størrelse mellom de i ulike periodene i absoluttverdi.

Som tabellen viser er treffsikkerheten på små og mellomstore prosjekter blitt verre, mens den på store prosjekter er blitt bedre.

4.4.3 Regioner

Tabellen under illustrerer hvordan treffsikkerheten har vært på prosjekter av ulik størrelse i de ulike regionene.

<i>Region</i>	<i>Prosjektstørrelse</i>		
	Små (< 30)	Medium (30-200)	Store (>200)
<i>Midt</i>	21,8 %	12,3 %	10,3 %
<i>Nord</i>	28,1 %	15,2 %	19,6 %
<i>Sør</i>	25,9 %	15,8 %	10,0 %
<i>Vest</i>	26,6 %	15,1 %	10,1 %
<i>Øst</i>	27,8 %	17,9 %	7,2 %

Tabell 4.14: Viser hvordan treffsikkerheten har vært på prosjekter av ulik størrelse i de ulike regionene.

Som det fremgår av tabellen var det i Midt-Norge det ble truffet best på små og mellomstore prosjekter, med et gjennomsnittlig avvik på hhv 21,8 og 12,3%. Av de store prosjektene var det de gjennomført på Østlandet der byggetidsestimatene traff best.

Det ble også utført en Kruskal Wallis test for å undersøke om det var noen statistisk forskjell mellom regionene når det gjaldt byggetidsavvik. Resultatet fra testen var en P-verdi = 0,0001, noe som betyr at nullhypotesen om lik fordeling mellom regionene kan forkastes. Det kan altså fastslås at byggetidsavvikene varierer med regionen prosjektet utføres i ut fra denne testen.

5. Modeller/Empirisk metode

Nå som den deskriptive statistikken er presentert er det interessant å undersøke om det er noen signifikant sammenheng i graden tidsoverskridelser påvirker kostnadsoverskridelser og hvordan prosjektstørrelse og de ulike periodene påvirker tid- og kostnadsavvikene.

For å undersøke dette ble det foreslått diverse modeller som ble kjørt gjennom regresjonsanalyser:

5.1 Modeller for kostnader

5.1.1 Sammenheng mellom kostnad- og byggetidsoverskridelse

Det er interessant å undersøke om det er noen signifikant sammenheng mellom byggetidsoverskridelser og kostnadsoverskridelser. Man kan se for seg at tidsoverskridelser er noe som vil kunne påvirke kostnadsutviklingen til prosjektet. Derfor ble det undersøkt i hvilken grad man kan si at dette har noe med hverandre å gjøre blant annet gjennom følgende modell:

$$\text{Kostnadsavvik (\%)} = \beta_0 + \beta_i \text{Relativttidsavvik} + \varepsilon_i \quad (3)$$

Likning (1) er modellen opprettet for å undersøke om tidsavvik på et prosjekt kan ha noen signifikant påvirkning på kostnadsavviket.

5.1.2 Sammenheng mellom prosjektstørrelse og kostnadsoverskridelse

Det ble laget tre modeller for å undersøke betydningen av prosjektstørrelsen på kostnadsoverskridelsene. Det ble kjørt en regresjonsanalyse av følgende modell for hver av de tre periodene (Se Appendix):

$$\text{Kostnadsavvik (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \quad (4)$$

I denne modellen vil altså små prosjekter for hver av de ulike periodene være referansevariabelen. *Medium* fanger opp mellomstore prosjekter som er gjennomført i de ulike tidsperiodene. *Large* fanger opp store prosjekter som er gjennomført i de ulike periodene. Disse prosjektstørrelsene blir dermed sammenlignet med små prosjekter som vil være referansevariabelen i regresjonen.

5.1.3 Sammenheng mellom konkurranseperiode og kostnadsoverskridelse

Det ble også her kjørt tre regresjonsanalyser, men i dette tilfellet for hver prosjektstørrelse, der periodene var de forklarende variablene (se appendix).

$$\text{Kostnadsavvik (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i} \text{Periode2} + \mu_{2i} \text{Periode3} + \varepsilon_i \quad (5)$$

I denne modellen vil periode 1 være referansevariabelen. *Periode2* fanger opp prosjektene som er gjennomført i periode 2, mens *Periode3* fanger opp prosjektene som er gjennomført i periode 3.

5.2 Modeller for byggetid

5.2.1 Sammenheng mellom prosjektstørrelse og byggetidsoverskridelse

Tre regresjonsanalyser ble gjennomført for å undersøke hvordan prosjektstørrelsen påvirket byggetidsoverskridelsen i de ulike periodene.

$$\text{Byggetidsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i}\text{Medium} + \beta_{2i}\text{Large} + \varepsilon_i \quad (6)$$

Denne typen regresjon ble gjennomført for hver periode (se Appendix).

5.2.2 Sammenheng mellom periode og byggetidsoverskridelse

Her ble det gjennomført regresjonsanalyser for å undersøke hvordan de ulike periodene hadde innvirkning på prosjektene av de ulike størrelsene.

$$\text{Byggetidsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i}\text{Periode2} + \mu_{2i}\text{Periode3} + \varepsilon_i \quad (7)$$

Denne regresjonen ble kjørt for alle prosjekter innenfor de ulike størrelsesgruppene. Referansevariabelen vil da altså være periode 1 for alle de ulike prosjektstørrelsene (se appendix)

5.3 Modell revidert estimeringsmetode

$$\text{Estimeringsavvik (\%)} = \beta + \beta_{1i}\text{Period2} + \varepsilon_i \quad (8)$$

Her er undersøkes det om det totale kostnadsavviket er signifikant forskjellig mellom periodene før og etter estimeringsmetoden ble revidert. Hypotesen er at det er lavere kostnadsavvik i periode 2 for store prosjekter etter estimeringsmetoden ble revidert enn i perioden med den opprinnelige.

Det ble også valgt å kun se på prosjekter som overstiger én milliard. Det er på disse prosjektene det er en virkelig grundig analyse av kostnads- og byggetidsestimater og det er nok her den reviderte estimeringsmetoden treffer mest. Derfor er det interessant å se på effekten av den reviderte estimeringsmetoden kun på disse prosjektene for å se om man ser en annen estimeringstreffsikkerhet.

$$\text{Estimeringsavvik (\%)} = \rho + \rho_{1i}\text{Period2 der f\textit{ør}stebudsjettoverslag > 1 milliard} \quad (9)$$

6. Resultater

Nedenfor presenteres resultatene som ble oppnådd i regresjonsanalysene.

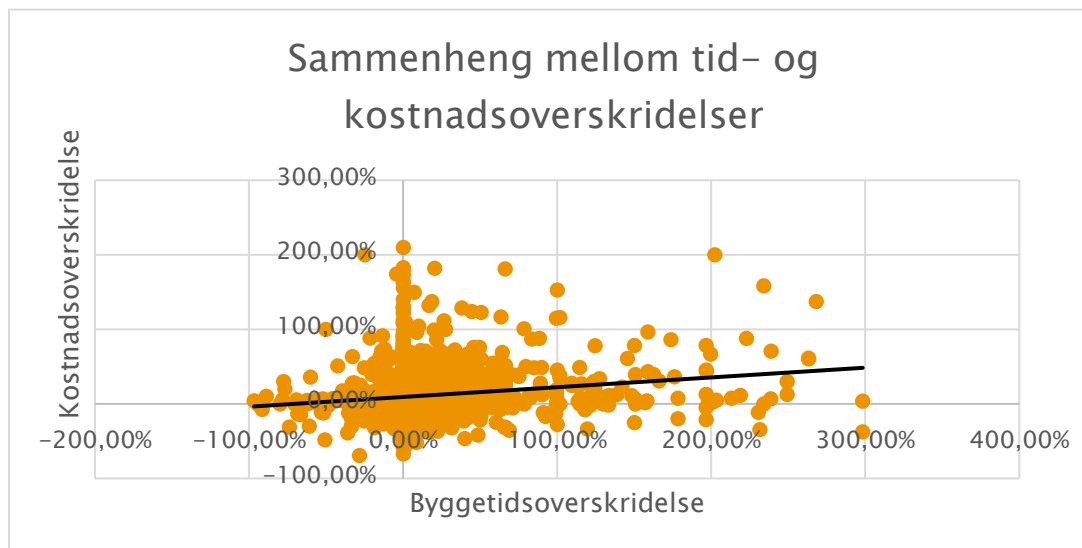
6.1 Kostnader

6.1.1 Sammenheng mellom kostnadsoverskridelse og byggetidsoverskridelse

$$\text{Kostnadsavvik (\%)} = 0,11 + 0,047\text{Relativttidsavvik} \quad (10)$$

(0,00) (0,042)

Av resultatet i likning (3) ser man at tidsoverskridelser har en signifikant påvirkning på kostnadsavviket når det testes på 5% signifikansnivå. Beta er positiv, noe som betyr at økt tidsoverskridelse assosieres med økt kostnadsoverskridelse. Det forklarer relativt lite av kostnadsavviket, da justert R-squared er på kun 0,0087. Dette forteller at det er flere variabler som ikke er inkludert i modellen som har stor betydning for hvor stort kostnadsavviket blir. Dette er som forventet.



Figur 6.1: Viser sammenhengen mellom kostnadsoverskridelser og byggetidsoverskridelser. I dette tilfellet er grensen satt på 300% overskridelse for å fjerne de klareste uteliggerne. Ved å gjøre dette blir det en bedre visuell framvisning.

Av figuren over tolkes det at tendensen er at desto høyere byggetidsoverskridelser det var, desto høyere kostnadsoverskridelser var det. I Stata finner man at korrelasjonen mellom disse variablene er lik 0,0934. Dette er såpass nærme null at det indikerer at det ikke finnes noen lineær sammenheng mellom de to variablene. Lav korrelasjon trenger ikke nødvendigvis å bety fravær av kausalitet, da det som sagt er mange andre variabler som spiller inn her som kan forstyrre resultatet. Det at den er positiv indikerer i alle fall at dersom en øker, så øker den andre variabelen også.

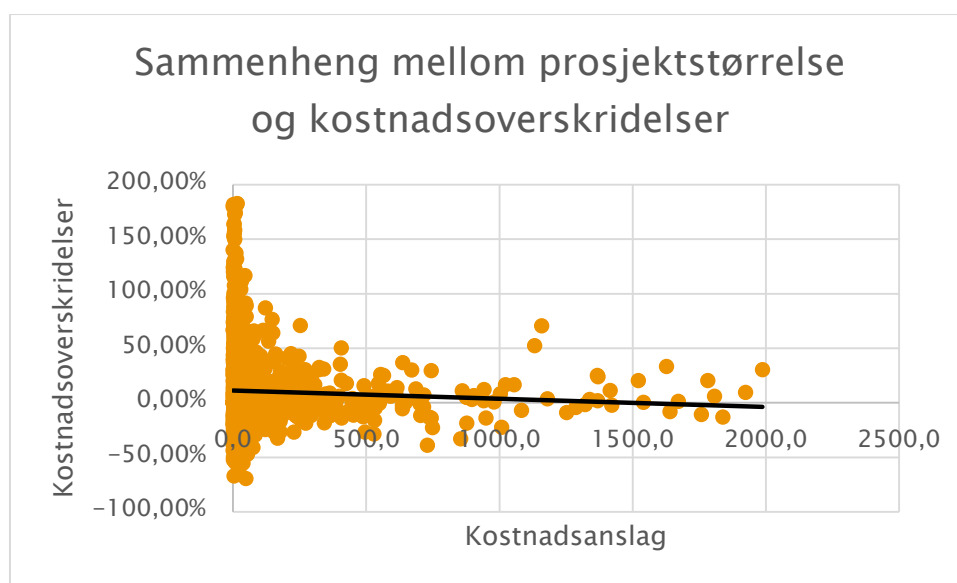
6.1.2 Sammenheng mellom prosjektstørrelse og kostnadsoverskridelse.

Regresjonsanalyseresultater kostnadsoverskridelser (%)

	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015
	Kostnadsavvik	Kostnadsavvik	Kostnadsavvik
<i>Medium</i>	-0.00833	-0.0164	-0.0440
<i>P-verdi</i>	(0.826)	(0.588)	(0.027)
<i>Stor</i>	-0.0670	0.0727	-0.124
<i>P-verdi</i>	(0.110)	(0.060)	(0.000)
<i>Konstant</i>	0.136	0.0595	0.146
<i>P-verdi</i>	(0.000)	(0.002)	(0.000)
<i>R-kvadrert</i>	0,0013	0,01	0,0152

Tabell 6.2: Regresjonsanalyseresultater for sammenheng mellom prosjektstørrelse og kostnadsoverskridelser. P-verdier i parenteser. Benytter robuste standardavvik.

Tabellen viser at kostnadsoverskridelsene for prosjekter av størrelsen stor og medium var signifikant lavere enn små prosjekter i perioden 2004-2015. Ellers stemmer fortegnene på parameterne godt overens med dataene fra datasettet, men uten signifikante verdier.



Figur 6.3: Viser sammenhengen mellom prosjektstørrelse og kostnadsavviket. Også her er de klareste uteliggerne fjernet for å få en bedre visuell fremvisning. Dvs. at prosjekter over 2 milliarder og prosjekter som hadde overskridelser på over 200% ble fjernet i denne sammenheng.

Figuren over viser sammenhengen mellom prosjektstørrelse og kostnadsoverskridelse. Desto mindre prosjektet er, desto høyere er kostnadsoverskridelsen.

I tillegg ble det gjennomført en Kruskal-Wallis test for å undersøke om fordelingen av de prosentvise avvikene var det samme på tvers av prosjektstørrelsene. Resultatet fra testen var

en P-verdi = 0,0967, noe som betyr at nullhypotesen om lik fordeling mellom prosjektstørrelsene ikke kan forkastes. Det kan altså ikke fastslås at de gjennomsnittlige kostnadsoverskridelsene varierer med prosjektstørrelsen ut fra denne testen.

6.1.3 Sammenheng mellom konkurranseperiode og kostnadsoverskridelser

Regresjonsanalyseresultater kostnadsoverskridelser (%) over tid

	Små prosjekter (< 30)	Mellomstore (30-200)	Store prosjekter (>200)
	Kostnadsoverskridelser	Kostnadsoverskridelser	Kostnadsoverskridelser
<i>Periode 2</i>	-0.0764	-0.0845	0.0633
<i>P-verdi</i>	(0.027)	(0.013)	(0.164)
<i>Periode 3</i>	0.0102	-0.0255	-0.0471
<i>P-verdi</i>	(0.749)	(0.376)	(0.162)
<i>Konstant</i>	0.136	0.128	0.0689
<i>P-verdi</i>	(0.000)	(0.000)	(0.024)
<i>R-kvadrert</i>	0,06	0,0094	0,06

Tabell 6.4: Regresjonsanalyseresultater for sammenheng mellom konkurranseperiode og kostnadsoverskridelser. P-verdier i parenteser. Benytter robuste standardavvik.

Når det gjelder utviklingen til kostnadsavvik for prosjekter under 30 millioner er det grunn til å fastslå at kostnadsoverskridelsene for små prosjekter var signifikant lavere i periode 2 sammenlignet med periode 1.

Kostnadsoverskridelsene var signifikant lavere i periode 2 sammenlignet med periode 1 også for mellomstore prosjekter. Disse resultatene bekrefter det som er observert i den deskriptive delen av oppgaven – at den semi – monopolistiske perioden var svært positiv for små og mellomstore prosjekter.

Parameterne indikerer at kostnadsavviket for store prosjekter var høyere i periode 2 og lavere i periode 3 sammenlignet med periode 1. Dette var som forventet.

En Kruskal-Wallis H test ble gjennomført for å undersøke om fordelingen av de prosentvise kostnadsoverskridelsene var ulike mellom de ulike tidsperiodene. Denne testen resulterte i at det var en statistisk signifikans forskjell i kostnadsoverskridelsene mellom de ulike periodene da det ga oss en p-verdi på 0,0184. Dette betyr at nullhypotesen om at fordelingen av kostnadsoverskridelsene er den samme mellom periodene kan forkastes.

6.2 Byggetid

6.2.1 Sammenheng mellom prosjektstørrelse og byggetidsoverskridelser

<i>Regresjonsanalyseresultater tidsoverskridelser (%)</i>			
	1993 – 1996	1997 – 2003	2004 – 2015
	Tidsavvik (%)	Tidsavvik (%)	Tidsavvik (%)
<i>Large</i>	-0.0943	0.0326	-0.267
<i>P-verdi</i>	(0.142)	(0.748)	(0.000)
<i>Medium</i>	-0.0916	-0.0671	-0.143
<i>P-verdi</i>	(0.132)	(0.202)	(0.000)
<i>Konstant</i>	0.132	0.0996	0.283
<i>P-verdi</i>	(0.015)	(0.019)	(0.000)
<i>R-kvadrert</i>	0,0022	0,0037	0,02

Tabell 6.5: Regresjonsanalyseresultater for sammenheng mellom prosjektstørrelse og byggetidsoverskridelser. P-verdier i parenteser. Benytter robuste standardavvik.

Tabellen over viser resultater fra tre regresjonsanalyser som ble gjennomført for hver periode. Konstantleddene får signifikante verdier. Flere av parameterne får insignifikante verdier, men det er fortsatt interessant å undersøke dem, da fortegnet på parameteren sier noe om estimeringene har forbedret eller forverret seg over tid. Variablene Large og Medium er, med ett unntak, negative noe som indikerer at byggetidsoverskridelsene på prosjekter av størrelsen stor og medium var lavere sammenlignet med små prosjekter i de respektive tidsperiodene. Dette var som forventet.

Det var signifikant lavere byggetidsoverskridelser på store- og mellomstore prosjekter sammenlignet med små prosjekter i periode 3. Disse observasjonene stemmer godt med tabell 4.3 som er presentert tidligere i rapporten.

Det ble også her gjennomført en Kruskal-Wallis test for å undersøke om fordelingen av de prosentvise avvikene var det samme på tvers av prosjektstørrelsene. Resultatet fra testen var en P-verdi = 0,0001, noe som betyr at nullhypotesen om lik fordeling mellom prosjektstørrelsene kan forkastes. De gjennomsnittlige byggetidsoverskridelser varierer altså med prosjektstørrelsen.

6.2.2 Sammenheng mellom konkurranseperiode og byggetidsoverskridelser

Regresjonsanalyseresultater byggetidsoverskridelser (%) over tid

	Små prosjekter (< 30)	Mellomstore (30-200)	Store prosjekter (>200)
	Tidsavvik (%)	Tidsavvik (%)	Tidsavvik (%)
<i>Period2</i>	-0.0322	-0.00766	0.0947
<i>P-verdi</i>	(0.639)	(0.853)	(0.339)
<i>Period3</i>	0.151	0.0994	-0.0221
<i>P-verdi</i>	(0.014)	(0.003)	(0.566)
<i>Konstant</i>	0.132	0.0402	0.0375
<i>P-verdi</i>	(0.015)	(0.146)	(0.281)
<i>R-kvadrert</i>	0,0092	0,024	0,025

Tabell 6.6: Regresjonsanalyseresultater for sammenheng mellom konkurranseperiode og byggetidsoverskridelser. P-verdier i parenteser. Benytter robuste standardavvik.

Det fastslås av tabellen at små- og mellomstore prosjekter hadde signifikant høyere byggetidsoverskridelser i periode 3 (2004-2015) enn det som var tilfelle i periode 1 (1993-1996). Dette samsvarer godt blant annet med tabell 4.3.

Når det gjelder store prosjekter har periode 2 en positiv parameter, mens periode 3 har en negativ parameter. Dette samsvarer godt med tabell 4.3. Her er det gjennomsnittlige tidsavviket høyere i perioden 1997-2003 og lavere i perioden 2004-2015 sammenlignet med perioden 1993-1996 – akkurat som resultatene indikerer, men dette kan altså ikke fastslås med signifikante verdier.

En Kruskal-Wallis H test ble gjennomført for å undersøke om fordelingen av byggetidsoverskridelser var ulike mellom de ulike tidsperiodene. Denne testen resulterte i at det var en statistisk signifikans forskjell i byggetidsoverskridelsene mellom de ulike periodene da det ga oss en p-verdi på 0,0001. Dette betyr at nullhypotesen om at fordelingen av byggetidsoverskridelsene er den samme mellom periodene kan forkastes. Denne testen sier ikke noe om hvilke av periodene som er forskjellig fra hverandre, kun at det er forskjell.

6.3 Modell for revidert estimeringsmetode.

Resultater:

	<i>Regresjonsanalyseresultater avvik kostnadsestimering (%)</i>	
	Alle prosjekter	Prosjekter over 1 milliard
	Estimeringsavvik (%)	Estimeringsavvik (%)
<i>Periode etter innføring</i>	0.018	-0.107
<i>P-verdi</i>	(0.191)	(0.028)
<i>Konstant</i>	0.208	0.207
<i>P-verdi</i>	(0.000)	(0.000)
<i>R-squared</i>	0,00	0,12

Tabell 6.7: Regresjonsanalyse resultat for revidert estimeringsmetode. P-verdier i parenteser.

Som tabellen viser er det tydelig at det gjennomsnittlige estimeringsavviket på de aller største prosjektene var signifikant lavere i perioden etter estimeringsmetoden ble revidert. Med en $R\text{-squared}=0,12$ er det fortsatt mange andre ting som påvirker kostnadsoverskridelsene.

6.4 Diskusjon

6.4.1 Omfang av kostnads- og byggetidsoverskridelse og hvordan disse har variert over tid

Resultatene fra de ulike tabellene og modellene gir et bilde av hvordan kostnads- og byggetidsoverskridelser har variert over tid. Som tidligere nevnt er tanken som her legges til grunn at økt konkurranse mellom aktørene skal føre til et mindre omfang av overskridelser.

Det viser seg at det på små og mellomstore prosjekter var klart best treffsikkerhet i den semi-monopolistiske perioden. Grunnen til hva som kan være årsaken til at man traff såpass bra på prosjektene av denne størrelsen i denne perioden er uklar. Tendensen var motsatt for store prosjekter, som i den semi-monopolistiske opplevde høyere estimeringsavvik enn ellers.

En annen ting som er interessant, og som er adressert tidligere i analysen er dette med over- og underestimering. Det som er problematisk med å overestimere kostnadene er at disse pengene kunne blitt brukt på et tidligere tidspunkt. Det vil dermed oppstå et samfunnsøkonomisk tap, da eventuelle interessenter har gått glipp av nytten de ville hatt av at et annet prosjekt kunne ha startet tidligere.

Et forslag til å bedre forekomsten av kostnad- og byggetidsoverskridelser kan være at Statens Vegvesen bør vurdere en måte og også kvalitetssikre mindre prosjekter og kanskje konkurranseutsette dem i større grad enn i dag. En måte å gjøre dette på kan være at man i stedet for å gjennomføre mange små enkeltprosjekter hver for seg, kan en løsning være å sette sammen mange små prosjekter i én pakke. Denne pakken vil dermed bli behandlet som et

stort prosjekt og kvalitetssikres, noe som igjen reduserer sannsynligheten for kostnads- og byggetidsoverskridelser.

6.4.2 Effekt av revidert estimeringsmetode

På de virkelig store prosjektene, prosjekter over en milliard er kostnadsavvikene signifikant lavere i perioden etter estimeringsmetoden ble revidert. Det er naturligvis flere grunner til dette. En av de mest umiddelbare grunnene å peke på kan være det at kravet om kvalitetssikring ble innført i år 2000 for prosjekter som var på over 500 millioner kroner. For kostnadsestimater på vegprosjekter innebærer dette at estimeringene gjort av myndighetene skal kontrolleres av eksterne konsulenter for å sikre at kvaliteten på estimatene er opprettholdt og for å kontrollere for eventuelle feil og avvik i estimeringene gjort av myndighetene. Dette kan også være mye av forklaringen på hvorfor virkelig store prosjekter har opplevd signifikant lavere kostnadsavvik sammenlignet med perioden før den reviderte metoden ble innført.

Denne effekten er blitt studert tidligere. Her ble det gjort funn på at de eksterne konsulentene traff bedre på kostnadsestimatene enn myndighetene. Det viste seg at myndighetene overestimerte kostnadene i større grad etter kravet om kvalitetssikring ble innført. Det ble også konkludert med at kvalitetssikringen har ført til en reduksjon i kostnadsoverskridelser. (Odeck, Welde & Volde, 2015)

6.4.3 Forskjell mellom regioner

Forskjellene mellom regionene kan skyldes at det er ulike prosjekttyper som er mer typiske i noen regioner enn andre. Det er nærliggende å tenke at det er flere bruer og tunneller som bygges på Vestlandet sammenlignet med Østlandet for eksempel. Dette er noe som kan være med på å påvirke resultatene når man sammenligner regionene på tvers, slik at det betyr ikke nødvendigvis at en region er noe dårligere enn andre. Det er mange ting som kan påvirke, slik at et gjennomsnittstall ikke forklarer alt. Det er kun for å få et generelt bilde av hvordan forskjellen er.

7. Konklusjon og forslag til videre forskning

Det er i denne rapporten blitt undersøkt hvordan endringene i konkurransesituasjonen på vegprosjekter i Norge har påvirket byggetid- og kostnadsoverskridelser i Norge og om størrelsen på prosjektet har noen innvirkning på dette.

Det konkluderes med at estimeringstreffsikkerheten på alle prosjekter når det gjelder kostnader har hatt en positiv utvikling fra den monopolistiske perioden i 1993-1996 til perioden etter reformen (2004-2015) som førte til fri konkurranse i markedet for utbygging av veg. Det er også slik at desto større prosjektet er, desto høyere estimeringstreffsikkerhet er det.

Treffsikkerheten på byggetidsestimeringer har forverret seg fra periode 1 til periode 3 uavhengig av hvor stort prosjektet er. Man er altså blitt dårligere til å fastslå når prosjektet skal åpne.

Overgangen fra den monopolistiske til den semi-monopolistiske perioden hadde signifikant positiv effekt på små og mellomstore prosjekter når det kommer til byggetid- og kostnadsoverskridelser. Etter privatiseringen av bygging av vegnettet har små prosjekter opplevd økte byggetid- og kostnadsoverskridelser.

I perioden etter revideringen av estimeringsmetoden i 2007 har kostnadsestimeringene på svært store prosjekter, altså prosjekter over én milliard kroner opplevd en signifikant økt treffsikkerhet når det gjelder kostnadsestimering.

Når det gjelder videre forskning hadde det vært interessant å fokusere mer på entreprenørene. En undersøkelse av om det er forskjell fra norske til utenlandske entreprenører i forhold til overskridelser kunne for eksempel være interessant å se nærmere på. Videre når det gjelder byggetidsoverskridelser hadde det vært interessant å fjerne observasjonene som har veldig lav planlagt prosjekttid. Dette fordi overskridelser her fører til veldig store prosentvise avvik. Dette vil kanskje gi et mer riktig bilde av hvordan overskridelsene faktisk er. For fremtidig arbeid ville det også vært nyttig å jobbe med kartlegging av hvilke prosjekt- og anleggstyper de ulike prosjektene faktisk er slik at man kunne fått et mer detaljert bilde av hvilke prosjekter som overskrider tid- og kostnadsanslagene.

8. Appendix

8.1. Referanser

Odeck, J. (2014) “Do reforms reduce the magnitudes of cost overruns in road projects? Statistical evidence from Norway.” *Transportation Research Part A*, 2014, s. 68-79.

Odeck, J. (2004) “Cost overruns in road construction – what are their sizes and determinants?” *Transport Policy* 11, s. 43-53.

Odeck, J., Welde, M., & Volden, GH. (2015) “The Impact of External Quality Assurance of Costs Estimates on Cost Overruns: Empirical Evidence from the Norwegian Road Sector” *EJTIR*, s. 286–303.

<https://snl.no/anbudskonkurranse> (14.07.2017)

[https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/konkurransepolitikk/offentlige-anskaffelser-/andre-kolonne/terskelverdier/id2522847/\(18.07.2017\)](https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/konkurransepolitikk/offentlige-anskaffelser-/andre-kolonne/terskelverdier/id2522847/(18.07.2017)))

https://www.vegvesen.no/_attachment/548936/binary/882683?fast_title=Teoretisk+grunnlag+for+samfunns%C3%B8konomiske+analyser.pdf (30.07.2017)

8.2. Prisjusterte kostnader:

Alle kostnader er justert til 2016-kroner. Dette for å gjøre dem sammenlignbare.

Følgende formel ble brukt:

$$\text{Prisjustert kostnad} = \text{Beløp} * \frac{\text{indeks 2016}}{\text{indeks år } x}$$

8.3. Modellspesifikasjoner:

Det ble valgt å dele en eventuell stor modell opp i flere små modeller.

Variablene som er brukt er dummyvariabler. Istedenfor å lage en stor modell med mange kombinerte dummy variabler er det valgt å heller gjøre regresjonsanalyser på mindre modeller. Dette for å i større grad kunne påpeke hvor den faktiske effekten har vært. Derfor er kombinerte dummyvariabler droppet. Ved bruk av dummyvariabler er man nødt til å ha en utelatt variabel fra regresjonen som skal fungere som en referansevariabel. En stor modell med kun vanlige og kombinerte dummyvariabler ville gitt en referansevariabel som kanskje ikke er så interessant å sammenligne parameterne med. Derfor ble denne metoden valgt.

1. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \beta_0 + \beta_i \text{Relativttidsavvik} + \varepsilon_i$
2. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \text{ if periode1} == 1$
3. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \text{ if periode2} == 1$
4. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \text{ if periode3} == 1$
5. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i} \text{Periode2} + \mu_{2i} \text{Periode3} + \varepsilon_i \text{ if projectsize} == 1$
6. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i} \text{Periode2} + \mu_{2i} \text{Periode3} + \varepsilon_i \text{ if projectsize} == 2$
7. $\text{Kostnadsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i} \text{Periode2} + \mu_{2i} \text{Periode3} + \varepsilon_i \text{ if projectsize} == 3$
8. $\text{Byggetidsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \text{ if periode1} == 1$
9. $\text{Byggetidsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \text{ if periode2} == 1$
10. $\text{Byggetidsoverskridelse (\%)} = \beta_1 + \beta_{1i} \text{Medium} + \beta_{2i} \text{Large} + \varepsilon_i \text{ if periode3} == 1$

$$11. \text{ Kostnadsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i}\text{Periode2} + \mu_{2i}\text{Periode3} + \varepsilon_i \text{ if } \text{projectsize} == 1$$

$$12. \text{ Kostnadsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i}\text{Periode2} + \mu_{2i}\text{Periode3} + \varepsilon_i \text{ if } \text{projectsize} == 2$$

$$13. \text{ Kostnadsoverskridelse (\%)} = \mu_1 + \mu_{1i}\text{Periode2} + \mu_{2i}\text{Periode3} + \varepsilon_i \text{ if } \text{projectsize} == 3$$

$$14. \text{ Estimeringsavvik (\%)} = \beta + \beta_{1i}\text{Period2} + \varepsilon_i$$

$$15. \text{ Estimeringsavvik (\%)} = \beta_0 + \beta_{1i}\text{Period2} + \varepsilon_i \text{ if } \text{budsjettoverslag} > 1 \text{ milliard}$$

På alle modellene utenom (15) er det brukt robuste standardavvik. Det robuste standardavvik gjør er å renske vekk klare uteliggere i datasettet slik at normalfordelingen i datasettet skal bli bedre. Derfor egner det seg best å bruke når man behandler mange observasjoner. Hvis man har få, så vil naturligvis hver og en observasjon være mer spredt og dersom man da bruker robuste standardavvik, så vil denne fjerne mange av de få observasjonene man har og resultatet vil bli uklart.

I tillegg tar robuste standardavvik knekken på heteroskedastisitet, noe som ofte er et problem i økonomiske analyser utført på tverrsnittsdata.

8.3 Tester

8.3.1 Kruskal Wallis test

- Undersøker om grupper har den samme fordelingen.

Test:

Null-hypoteser:

- Fordelingen av kostnad- og byggetidsavvik er den samme mellom de ulike prosjektstørrelsene.
- Fordelingen av kostnad- og byggetidsavvik er den samme mellom de ulike tidsperiodene.

Eksempel: Tidsoverskridelser mellom prosjektstørrelser:

chi-squared with ties = 23.839 with 2 d.f.

probability = 0,0001.

Forkaster nullhypotesen. Fordelingen mellom gruppene er forskjellig.



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen