



KANDIDAT

Skogan Jakob Kalvig (10001)

PRØVE

TBYG3016 A Bacheloroppgave Bygg

Emnekode	TBYG3016
Vurderingsform	Oppgave
Starttid	20.09.2019 06:00
Sluttid	13.11.2019 11:00
Sensurfrist	21.11.2019 22:59
PDF opprettet	29.01.2020 13:07

Metadata om bacheloroppgaven

Oppgave	Tittel	Oppgavetype
<input checked="" type="checkbox"/>	Tittel, sammendrag og språk	Skjema
<input checked="" type="checkbox"/>	Forfattere og veiledere	Skjema
<input checked="" type="checkbox"/>	Publisering	Skjema

Masteroppgaven

Oppgave	Tittel	Oppgavetype
1	Bacheloroppgaven	Filopplasting

Vedlegg

Oppgave	Tittel	Oppgavetype
2	Eventuelt vedlegg	Filopplasting

 Tittel, sammendrag og språk**Hva brukes informasjonen til**

Informasjonen som registreres ved innlevering brukes til sensur av bacheloroppgaven, til ditt vitnemål, til arkivering og eventuell publisering av oppgaven i [NTNU Open](#).

Obligatorisk forarbeid

Bacheloroppgaven skal leveres i .pdf-format. Merk at oppgaven før levering skal ha vært gjennom en ferdigstilling beskrevet på [informasjonssiden om bacheloroppgaver på Innsida](#).

Tittel

Oppgavetittelen skal være identisk med den som benyttes i selve oppgaven. Om oppgaven originalt ikke er skrevet på engelsk, kan feltet for "Engelsk tittel" benyttes i tillegg.

Oppgavetittel (vil stå på ditt vitnemål)

Mengdeendringar i vegprosjekt – årsaker og tiltak for betre prosjektering

Engelsk tittel (vil stå på ditt vitnemål)

Changes in mass work for road projects – causes and measures for better planning

Sammendrag

Et sammendrag av oppgaven skal skrives både på norsk (eller et annet skandinavisk språk) og engelsk (ref. Studieforskriften §5-8). Sammendraget skal være identisk med det som benyttes i selve oppgaven; man skal ikke skrive et nytt til innleveringen.

Sammendrag på norsk (evt. dansk eller svensk)

Denne oppgåva er skriven som avslutninga på ein bachelorgrad i byggingeniør ved NTNU. Oppgåva er skriven for Statens Vegvesen og målet er å undersøkje mengdeendringar i massearbeid for vegprosjekt, frå prosjektering til bygging. Dette for å identifisere årsaker til markante endringar som kan bidra til ineffektiv drift og auka kostnader for prosjekta.

Oppgåva ser på dei tre hovudprosessane for massearbeid i vegprosjekt: sprenging, masseflytting av jord og masseflytting av sprengt stein. Desse er spesifisert i Vegvesenet sin prosesskode og einingspriskontraktar og oppgjør fordeler kostnadane på desse prosessane. Eg har samanlikna volum av massearbeid for tolv ulike vegprosjekt, mellom prosjektert volum og utført volum. For alle prosjekta er det gjort forsøk på å finne moglege forklaringar ut frå desse tala, men sikre forklaringar krev nøyare analyse av byggedata. Dette er gjort for fire av dei mest interessante prosjekta, kor dokument som planteikningar, tverrprofilar, endringsmeldingar og møtereferat frå byggeprosessen er gjennomgått på jakt etter forklaringar på endringane. Desse funna er så presentert, men det var ikkje alltid mogleg å finne sikre årsakar til alle endringane.

Det viste seg at at data frå bygginga ikkje alltid gav nok informasjon. Planteikningane var delvis ikkje detaljerte nok til å skilje transport av jord og sprengt stein, referat og endringsmeldingar var ofte så kortfatta og «interne» i språket at det er vanskeleg for nokon utanfrå å analysere. Difor er det betydelege usikkerheiter knytta til konklusjonane i denne rapporten, men forklaringane som er gjeve er dei som er vurdert mest sannsynlege og dei bør gje ein indikasjon på kva som forårsakar mengdeendringar. Endring I sprengingsarbeid hadde to hovudforklaringar. Enten vart ikkje det prosjekterte profilar fulgd, noko som stort sett alltid førte til auka sprenging, ikkje mindre. Eller så var den estimerte overdekkinga av jordmassar i prosjekteringa feil, slik at det viste seg å vere meir eller mindre fjell å sprengje i linja enn antatt. Desse endringane gjekk i begge retningar.

For jordmassane var den største usikkerheitsfaktoren nettopp kor djup overdekkinga på fjell var. I visse prosjekt var overdekkinga veldig variabel og vanskeleg å prosjektere korrekt utan omfattande forundersøkingar. Det er tilfelle kor dette første til dobling av mengdene på denne prosessen.

Flytting av sprengt stein er normalt meir føreseieleg enn jord, sjølv om også det avheng av kor tjukk overdekkinga er. Til ein viss grad korresponderer endringar i sprengt stein med endringane i sprenging, men ikkje nødvendigvis i tilfelle kor stein er frakta inn utanfrå ved masseunderskot eller transportert fleir gongar inne på anlegget.

Som konklusjon anbefaler rapporten at det vert fokusert på utvikling av effektive måtar å måte djup av lausmassar ved prosjektering, og at ein enten prosjekterer meir romslege tverrsnitt eller blir meir tilbakehalden med å la entreprenør for bygge slakare skjeringar. Stort sett alle endringar av tverrprofil går i retning større profil og meir massar. I tillegg bør ein lage betre rutinar for rapportering og lagring av kunnskapen om endringar i tidlegare prosjekt slik at ein enklare kan ta lærdom av den. Mykje tydar på at det er dei nemnde årsakene som stort sett går igjen som forklaring på mengdeendringar i mange prosjekt, og det tydar på at oppfølginga av kompetanseoverføring ikkje er bra nok.

Sammendrag på engelsk

This thesis is written as part of a bachelor degree at the civil engineering program at NTNU – The Norwegian University of Science and Technology in Trondheim. It is written for Statens Vegvesen – the public road administration – and seeks to examine the volume changes of mass works in road projects from planning to construction, in order to identify causes for major changes in volumes, which again can hamper progress in construction and lead to rising costs.

The thesis looks at the three main mass works of a road project: blasting, moving earth and moving rock mass. These are categorized by the Statens Vegvesen's manual for construction contracts and the statistics in this thesis is using the categories of that manual. Volumes for those three types of mass work in twelve different road projects are compared between planned volumes and final constructed volumes. The changes that are identified are then examined for possible explanations. Three of the more interesting projects are examined more closely by searching through the document archives from their construction period to find building plans, documentation for executed works, meeting protocols and such that can give a more thorough explanation. The findings are then summarized.

It turns out that the data is not always complete and the plan drawings aren't always detailed enough to give the necessary information. Therefore, the conclusions of this thesis are subject to quite much uncertainty, but they give an indication of what are common causes for volume changes.

For blasting, there are two main causes. Either the blasting profile is not followed, which usually causes more blasting because the profile is almost always expanded, not reduced. The other cause is that the estimated layer of earth over the rock turns out to be thicker or thinner than expected and thereby increasing or lowering the amount needed to be blasted.

The earth moving work is mainly dependent on the thickness of the layer of earth, which can be very irregular and difficult to estimate in the plans without major depth probing. Therefore, these volumes vary the most and can in some projects more than double.

Rock moving is usually somewhat more predictable than earth moving and often to some extent correspond to changes in blasting, but not necessarily if rock is introduced from outside the project or transported more than once within the project.

In conclusion, the thesis recommends focusing more on developing effective ways of measuring the depth through earth down to solid rock, and on improving routines for reporting and storing knowledge about changes in road projects in a way that make it easier to take experience from.

Språket bacheloroppgaven er skrevet på

- Norsk bokmål
- Norsk nynorsk
- Engelsk
- Svensk
- Dansk
- Ingen av disse

☑ Forfattere og veiledere

Forfatter(-e) av bacheloroppgaven

Navn på forfatter(-e) av bacheloroppgaven, skrives på formen "Nordmann, Ola". Dersom det er flere forfattere skal disse separeres med linjeskift.

Skogan, Jakob Kalvig

Veileder(-e) for bacheloroppgaven

Navn på din(-e) veileder(-e) ved NTNU, skrives på formen "Nordmann, Ola". Dersom det flere veiledere skal disse separeres med linjeskift.

Sabri, Omar Kusay

☑ Publisering

Publisering

Publisering av en bacheloroppgave innebærer at den vil bli åpent tilgjengelig i [NTNU sitt institusjonelle arkiv](#), [NTNU Open](#). Dette skjer først etter at sensur er endelig. Ved publisering godkjenner du/dere samtidig gjeldende avtale for publisering (versjon 1.0) - denne finner du/dere på [wikisiden publisering og båndlegging av oppgaver på Innsida](#). Avtalen finnes også arkivert i NTNU sitt arkivsystem.

Om oppgaven som leveres har flere forfattere, så gjelder publiseringsavtalen for samtlige forfattere. Om en av forfatterne ikke ønsker publisering av en gruppeoppgave, så skal svaret være "Nei".

NTNU oppfordrer til publisering av alle oppgaver, men valget er opp til deg/dere som forfatter(e). Om du/dere ikke ønsker å publisere din/deres oppgave, vil ikke oppgaven være tilgjengelig noe sted.

Merk at uavhengig av valget som gjøres, så vil metadata (tittel, forfatter, veileder, sammendrag) bli tilgjengeliggjort.

Om du/dere for din/deres oppgave har inngått en avtale om utsatt publisering, så vil oppgave og metadata ikke bli publisert før angitte dato i den aktuelle inngåtte avtalen.


Tillater du publisering av din bacheloroppgave?

- Ja, jeg tillater publisering av bacheloroppgaven.
- Nei, jeg tillater ikke publisering av bacheloroppgaven.




Når du har kommet hit er du ferdig med å fylle ut informasjon om oppgaven, og kan gå videre til å laste opp selve oppgaven og eventuelle vedlegg.

1 Bacheloroppgaven

Last opp din bacheloroppgave her.




Din fil ble lastet opp og lagret i besvarelsen din.

 Last ned
 Fjern
 Erstatt




Filnavn:	Mengdeendringar i vegprosjekt - sluttrapport bachelor.pdf
Filtype:	application/pdf
Filstørrelse:	5.31 MB
Opplastingstidspunkt:	13.11.2019 10:56
Status:	Lagret

2 Eventuelt vedlegg

Last opp eventuelle vedlegg til bacheloroppgaven her.



Din fil ble lastet opp og lagret i besvarelsen din.

 Last ned
 Fjern
 Erstatt

Filnavn:	Mengdeendringar i vegprosjekt - vedlegg.zip
Filtype:	application/zip
Filstørrelse:	404.68 KB
Opplastingstidspunkt:	13.11.2019 10:49
Status:	Lagret

Mengdeendringar i vegprosjekt – årsaker og tiltak for betre prosjektering

Changes in mass work for road projects – causes and measures for better planning

Trondheim oktober 2019

Navn studenter:

Jakob Kalvig Skogan

Intern veileder:

Omar Kusay Sabri

Ekstern veileder:

Arild Hegreberg, Statens Vegvesen

Prosjektnr:

41 - 2019

Rapporten er ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

I Problemdefinering, beskrivelse og mål

Problemstillinga for denne oppgåva vart utarbeida i samarbeid med Statens Vegvesen, som ønska ein gjennomgang av endringar i mengder og påfølgjande kostnadar for prosessane knytt til sprenging og masseflytting i vegprosjekt.

Oppfatninga i Vegvesenet er at desse mengdene stort sett blir større ved utføring enn i prosjekteringa, noko som aukar kostnadane i prosjekta. Dersom prosjekteringa er god bør mengdeendringane over tid gå i null – omtrent like mykje mengder over prosjektert som under.

Oppgåva for denne rapporten var difor å samanlikne opphavleg prosjekterte mengder med dei mengdene som faktisk vart utført med mål om å systematisere endringane, og deretter finne årsakar til desse endringane og kva effektar dei hadde på kostnadane. Det vart undervegs i arbeidet klart at både tilgangen til og kvalitet på data om kostnadar, tidlege anslag og tilleggsarbeider var for dårleg til at ei meningsfullt analyse av dette var mogleg innafor tidsrammene av denne rapporten. Problemstillinga vart difor nedjustert til å berre omfatte ei analyse av endringar mellom dei prosjekterte mengdene masser i kontraktane, og dei utførte mengdene i sluttoppgjøret.

Stikkord

<ul style="list-style-type: none">○ Vegprosjektering○ Endringer○ Overskridelser○ Masser○ Anbud	<ul style="list-style-type: none">○ Road planning○ Changes○ Overruns○ Masses○ Tender process
--	--

II Forord

Denne oppgåva er utført som avsluttande bacheloroppgåve ved byggingeniørutdanninga på NTNU. Oppgåva er gjennomført for Statens Vegvesen region nord og med avtale om betaling for arbeidet. Ekstern veileder frå Vegvesenet har vore Arild Hegreberg. Intern veileder ved NTNU har vore Omar Kusay Sabri.

Eg vil gjerne få takke Arild for bidraget til denne oppgåva, både gjennom å ha ideen til tema og bidra med innspel og rettleiing i arbeidet. Eg vil også takke Omar for bidraget han har gjeve som undervisar i anleggsteknikk, og for tålmodigheit gjennom heile prosessen. Til sist vil eg takke alle ved byggingeniørutdanninga på NTNU Kalvskinnet for utdanninga eg har fått der og all kunnskap, både fagleg og meir generelt, eg har opparbeida meg gjennom desse tre åra.

I arbeidet med oppgåva har eg lært stadig meir om korleis eit større vegprosjekt vert administrert, og kva fallgruver som finst. Eg meiner å ha fått relevant kompetanse for arbeidslivet og at arbeidet med denne oppgåva både har gjort meg til ein betre ingeniør og gitt meg større innsikt i egne evner.

Eg håpar denne oppgåva vil vere eit kunnskapsgrunnlag for Vegvesenet og eit utgangspunkt for vidare undersøkingar og innsats for å oppnå betre prosjektering og prosjektstyring.

Trondheim, 13. november 2019



Jakob Kalvig Skogan

III Abstrack

This thesis is written as part of a bachelor degree at the civil engineering program at NTNU – The Norwegian University of Science and Technology in Trondheim. It is written for Statens Vegvesen – the public road administration – and seeks to examine the volume changes of mass works in road projects from planning to construction, in order to identify causes for major changes in volumes, which again can hamper progress in construction and lead to rising costs.

The thesis looks at the three main mass works of a road project: blasting, moving earth and moving rock mass. These are categorized by the Statens Vegvesen's manual for construction contracts and the statistics in this thesis is using the categories of that manual. Volumes for those three types of mass work in twelve different road projects are compared between planned volumes and final constructed volumes. The changes that are identified are then examined for possible explanations. Four of the more interesting projects are examined more closely by searching through the document archives from their construction period to find building plans, documentation for executed works, meeting protocols and such that can give a more thorough explanation. The findings are then summarized.

It turns out that the data is not always complete and the plan drawings aren't always detailed enough to give the necessary information. Therefore, the conclusions of this thesis are subject to quite much uncertainty, but they give an indication of what are common causes for volume changes.

For blasting, there are two main causes. Either the blasting profile is not followed, which usually causes more blasting because the profile is almost always expanded, not reduced. The other cause is that the estimated layer of earth over the rock turns out to be thicker or thinner than expected and thereby increasing or lowering the amount needed to be blasted.

The earth moving work is mainly dependent on the thickness of the layer of earth, which can be very irregular and difficult to estimate in the plans without major depth probing. Therefore, these volumes vary the most and can in some projects more than double.

Rock moving is usually somewhat more predictable than earth moving and often to some extent correspond to changes in blasting, but not necessarily if rock is introduced from outside the project or transported more than once within the project.

In conclusion, the thesis recommends focusing more on developing effective ways of measuring the depth through earth down to solid rock, and on improving routines for reporting and storing knowledge about changes in road projects in a way that make it easier to take experience from.

Innholdsfortegnelse

I PROBLEMDEFINERING, BESKRIVELSE OG MÅL.....	II
STIKKORD	II
II FORORD.....	III
III ABSTRACT	IV
FIGURLISTE	VIII
TABELLISTE	X
OMGREP.....	X
1 INNLEIING.....	1
1.1 PROBLEMSTILLING OG FORMÅL.....	2
2 TEORI.....	4
2.1 PROSESSKODEN.....	4
2.2 KONKURRANSEGRUNNLAG OG KONTRAKT	8
2.3 GJENNOMFØRING OG OPPGJØR	9
2.4 PROSJEKTERING.....	11
3 RESULTAT	13
PROSJEKTA.....	14
TOTALMENGDER	15
BRENNÅ-KAPPSKARMO, E6 HELGELAND.....	19
BRATTLIA-LEIROSEN, FV78 HELGELAND	20
TJERNFJELLET, E6 SALTEN	22
FINNEIDSTRAUMEN BRU, E6 SALTEN	23
STRANDA-KLUNGSET G/S-VEG, RV80 SALTEN	25
RØVIKA-STRØMSNES, RV80 SALTEN	26
MJØNESKLEIVA/KISTRAND, RV80 SALTEN.....	27
TVERLANDSHALVØYA, FV17 SALTEN	28
TVERLANDSBRUA, RV80 SALTEN	29
KRÅKMOFJELLET NORD, E6 SALTEN.....	30
RIKSGRENSEN-SKIBOTN, E8 TROMS	31
STORSANDNES-LANGNESBUKT, E6 FINNMARK	32
RESULTAT PROSJEKTANALYSE	34
TVERLANDSHALVØYA, FV17 SALTEN	35
RØVIKA-STRØMSNES, RV80 SALTEN	37
KRÅKMOFJELLET NORD, E6 SALTEN.....	39
RIKSGRENSEN-SKIBOTN, E8 TROMS	41

4 FEILKJELDER	44
5 DISKUSJON	46
VAL AV PROSJEKT	46
DATAKVALITET	46
PROSJEKTERING	46
KOR GÅR ENDRINGANE?	47
6 KONKLUSJON	49
SPRENGING	49
MASSEFLYTTING AV JORD.....	49
MASSEFLYTTING AV SPRENGT STEIN	50
7 FORSKING OG UTVIKLING	51
8 KJELDER	52
VEDLEGG	53

Figurliste

Figur 1: Avvik i sluttsum mot opphavleg overslag og kontraktssum nasjonalt 2001-2017. (SVV samledokumentasjon, 2017)	3
Figur 2 Eksempel på prosess med definert omfang, krav, målemetode og underprosessar.....	5
Figur 3: Kart over alle prosjekta.....	14
Figur 4: Mengder frå kontrakt og utførte mengder for alle prosjekt, og utan dei tre største prosjekta.	15
Figur 5: Absolutte endringar frå kontrakt til utførte mengder for alle prosjekt, og utan dei tre største.....	15
Figur 6: Relativ endring for alle prosjekt og utan dei tre største.	16
Figur 7: Relativ endring i prosessane på kvart prosjekt.....	17
Figur 8: Trasé for prosjektet utheva i raudt. www.norgeskart.no	19
Figur 9: Totalmengder Brenna-Kappskarmo	19
Figur 10: Oversikt Brattlia-Leirosen, dagsoner i heiltrukken svart strek. https://www.vegvesen.no/Ferdigprosjekt/fv78holandbrattlia	20
Figur 11: Totalmengder Brattlia-Leirosen.	21
Figur 12: Oversikt Tjernfjellet. Dagsoner i heiltrukken svart. https://www.vegvesen.no/Riksveg/tjernfjellet	22
Figur 13: Totalmengder Tjernfjellet.....	22
Figur 14: Oversiktskart Finneidstraumen bru. vegvesen.no	23
Figur 15: Totalmengder Finneidstraumen bru	23
Figur 16: Oversiktskart Stranda-Klungset, norgeskart.no	25
Figur 17: Totalmengder Stranda-Klungset.....	25
Figur 18: Oversiktsbilde Røvika-Strømsnes, norgeskart.no	26
Figur 19: Totalmengder Røvika-Strømsnes.....	26
Figur 20: Oversiktskart Mjøneskleiva, norgeskart.no	27
Figur 21: Totalmengder Mjøneskleiva/Kistrand	27

Figur 22: Oversiktskart Tverlandshalvøya, norgeskart.no	28
Figur 23: Totalmengder Tverlandshalvøya	29
Figur 24: Oversiktskart Tverlandsbrua.....	29
Figur 25: Totalmengder Tverlandsbrua	29
Figur 26: Oversiktskart Kråkmofjellet nord, vegvesen.no	30
Figur 27: Totalmengder Kråkmofjellet nord	30
Figur 28: Oversiktskart Riksgrensen-Skibotn, vegvesen.no	31
Figur 29: Totalmengder Riksgrensen-Skibotn	32
Figur 30: Oversiktskart Storsandnes-Langnesbukta, vegvesen.no	32
Figur 31: Totalmengder Storsandnes-Langnesbukta	33
Figur 32: Det er sprengt ut ekstra massar (gul skravering) under prosjektert djup (raud strek) i profil 3920.	36
Figur 33: I profil 470 er vegbana senka ca. 1,5 m (blå) ift. prosjektert (grå).	36
Figur 34: Raud skravering er prosjektert som fjell, men viste seg å vere lausmassar. Profil 180, 810, 4670 og 6090.....	37
Figur 35: Tverrprofil 5180. Raud skravering er prosjektert sprenging som ikkje vart utført.	38
Figur 36: Tverrprofil av bru.	39
Figur 37: Raud skravering viser auka sprenging. Profil 1050, 1250, 3040 og 4560. ...	40
Figur 38: Slakare skråning bygd enn prosjektert. Raud skravering er ekstra massar jord og sprenging. Profil 1180.....	40
Figur 39: To døme på større sprenging enn prosjektert, både stor og mindre endring. Sorte linjer er prosjektert tverrsnitt, blå er utført.	42
Figur 40: To profilar kor det prosjekterte fjellet (grå tagget strek) er feil slik at det blir meir lausmassar.	42

Tabelliste

Tabell 1: Underprosessar spesifiserer prosessen over. 5

Tabell 2: Underprosessar definerer ulike delar av prosessen over. 5

Omgrep

Byggherre	Den som styrer byggeprosjekt. Her Statens Vegvesen.
Entreprenør	Utfører bygginga etter kontrakt med byggherre.
Prosesskode	Vegvesenet sitt styrande dokument for kontraktar.
Målebrev	Dokumentasjon av utført arbeid på ein prosess.
Avdragsnota (A-nota)	Faktura for arbeid på ein prosess. Skal dokumenterast med målebrev.
Tilleggsnota (T-nota)	Tillegg utover prosessane i kontrakten. Pris avtalast i kvart tilfelle.

Nynorsk ordliste

Til dømes, t.d. – for eksempel

Mellom anna, m.a. – blant annet

Auke/aukar – Økning/øker (vekst)

Semje/usemje – enighet/uenighet

1 Innleiing

I denne avsluttande bacheloroppgåva ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU er det undersøkt endringar i mengder for tre ulike masseprosessar i vegprosjekt, basert på Statens Vegvesen si prosessinnndeling. Målet har vore å identifisere omfang og tendensar og i kva grad årsaka er prosjekteringsfeil, slik at Vegvesenet i framtida kan treffe betre med estimeringa i sine kontraktar.

Oppgåva er skriven på oppdrag frå Statens Vegvesen Region Nord og analysen omfattar totalt 12 prosjekt med større sprenging- og/eller masseflytting i heile Nord-Noreg mellom 2007 og 2019. Det gjort ei overordna analyse av alle 12 prosjekta kor mengdene i kontrakten er samanstillt med sluttmengdene i oppgjøret for dei ulike hovudprosessane *22 Sprenging i dagen*, *25 Masseflytting av jord* og *26 Masseflytting av sprengt stein*, ned på eitt undernivå. Basert på denne samanstillinga er det gjort ei analyse av tendensane i enkeltprosjekt og for prosjekta samla. Dette er framstilt i figurar og tabellar i denne rapporten og eventuelle forbehold og spesielle forhold ved prosjekta er kommentert. Dei analyserte prosessane omfattar berre dagsoner og ikkje arbeid i tunnel, der tverrsnittet er fast og massemengdene dimed er enklare å estimere og avvik i større grad handlar om sikring og omfang av komplisert sprenging.

Basert på denne overordna analysen er fire prosjekt vald ut for detaljert analyse som innebar å undersøkje profilar i målebrev, endringsmeldingar og referat frå byggemøter for å finne årsakar til endringane. Målet her var å finne ut om årsakene til endringane er gjentakande eller om dei er spesifikke for enkeltprosjekt, og i kva grad dei kunne blitt oppdaga i prosjekteringa. Desse fire prosjekta er vald ut på bakgrunn av resultatet i den første analysen slik at dei representerer eit utval med ulike endringar både over og under dei prosjekterte mengdene. Det har også vore nødvendig å vurdere tilgangen på gode data ved val av prosjekt for denne analysen, fordi Statens Vegvesen sin databank er mangelfull på fleire prosjekt.

1.1 Problemstilling og formål

Problemstillinga er vald på bakgrunn av eit ønske frå Statens Vegvesen om å utarbeide ei analyse av dei aktuelle prosessane fordi dei oftast utgjer dei største kostnadane og usikkerheitene ved vegprosjekt (SVV rapport, 2017). Det er ein trend som vi kan sjå i figur 1 at sluttsummen for vegprosjekt hamnar over både kostnadsoverslaget og kontraktssummen, og det er langt enklare å føreseie mengdene av asfaltering, rekkverk, grøfter o.l. enn behovet for arbeid i undergrunnen med sprenging og masseflytting. Desse prosessane kan difor påverke kostnadane betydeleg. Vegvesenet samlar store mengder data om mengder i sine sluttoppgjør og har omfattande dataarkiv for prosjekta, men nyttar lite ressursar internt for å gjennomgå desse. Difor var dette egna for ei studentoppgåve, og det er framleis gode moglegheiter for vidare analyser av problemstillinga.

Problemstillinga for denne rapporten var altså å samanlikne opphavleg prosjekterte mengder med dei mengdene som faktisk vart utført med mål om å systematisere endringane, og deretter finne årsakar til desse endringane og kva effektar dei hadde på kostnadane. Det vart undervegs i arbeidet klart at både tilgangen til og kvalitet på data om kostnadar, tidlege anslag og tilleggsarbeider var for dårleg til at ei meningsfylt analyse av dette var mogleg innafør tidsrammene av denne rapporten.

Problemstillinga vart difor nedjustert til å berre omfatte mengdeendringar på kontraktsarbeida, frå kontrakt til utført mengde. Desse utgjør hovuddelen av arbeida i prosjekta og er lineært knytt til kostnadane. Dimed gjev ei slik analyse ein god indikasjon også for kostnadane.

Formålet med rapporten er å gje ei systematisk oversikt over tilgjengelege data om mengdeendringar i vegprosjekt, og identifisere moglege årsakar slik at Statens Vegvesen kan forbetre sitt prosjekteringsarbeid og oppfølging som byggherre.



Figur 1: Avvik i sluttsum mot opphavleg overslag og kontraktssum nasjonalt 2001-2017. (SVV samledokumentasjon, 2017)

2 Teori

Sentralt for denne analysen er oppbygginga av Vegvesenet sine kontraktar i arbeidsprosessar med einingsprisar, prosjektering av mengdene, registreringa av reelle mengder under bygging og opphavet til endringar i mengdene. I teorigjennomgangen går vi derfor gjennom oppbygginga av Vegvesenet sin prosesskode, konkurransegrunnlag og kontrakt og sluttrapportering av mengdene. I tillegg ein kort gjennomgang av det viktigaste ved anleggsteknikk og geoteknikk som ligg til grunn for prosjekteringa.

2.1 Prosesskoden

Denne rapporten analyserer mengder fordelt på prosessane i Statens Vegvesen sin prosesskode. Prosesskoden er det styrande dokumentet for å spesifisere utføringa i Vegvesenet sine kontraktar og deler opp vegprosjekt i nummererte prosessar med definert omfang og krav til sluttprodukt. Vegvesenet nyttar ofte einingspriskontraktar på vegprosjekt kor dei sjølv er byggherre og slike kontraktar på store prosjekter kan ha over tusen ulike prosessar og underprosessar, kvar med sitt definerte omfang. I utgangspunktet skal alle arbeidsoppgåver i eit prosjekt vere dekt av ein prosess.

Dei fleste prosessar definerer berre krav til sluttkvalitet og estimert mengde. Utføringsmetode er opp til entreprenør, såframt arbeidet skjer innanfor HMS-reglement og norske lovar. Slik kan entreprenør velje den metoden dei vurderer er mest effektiv ut frå deira kompetanse og utstyr. Prosessane definerer også måleining og -metode for mengdene, til dømes som volum m^3 (fast, laus eller anbrakt), lengde eller timar. Ofte viser forklaringa i prosessane vidare til Norsk Standard eller Vegvesenet sine normalar.

Prosesskoden er bygd opp hierarkisk med hovudprosessar og underprosessar. Prosessar med fleire tal er på eit lågare undernivå enn dei med færre tal. Til dømes er prosess *25.6 Jordmasser fra sidetak og fra lager til fylling i linjen* overordna prosessen *25.612 Jordmasser fra lager, målt i lager*. Regelen er at undernivåa enten er ei spesifisering av nivået over, eller at undernivåa definerer ulike delar av arbeidet som i sum utgjør nivået over. Sjå døme i tabellane under:

Tabell 1: Underprosessar spesifiserer prosessen over.

52.3 Frostsikringslag			
52.31 Frostsikringslag av sand, grus eller steinmaterialer	52.32 Frostsikringslag av lettklinker (ekspandert leire)	52.33 Frostsikringslag av skumglassgranulat	52.34 Frostsikring med plater av ekstrudert polystyren (XPS)

Tabell 2: Underprosessar definerer ulike delar av prosessen over.

44.1 Kabelgrøfter			
44.11 Graving/ sprengning av grøfter	44.12 Fundament, sidefylling/omfylling og beskyttelseslag	44.13 Gjenfylling over ledningssonen	44.14 Fjerning av overskuddsmasser

25.2 Jordmasser til motfylling/bakkeplanering

- a) Omfatter utgraving, opplasting, transport, tipping og utlegging av jordmasser fra skjæring i linjen eller angitt sidetak, til motfyllinger/bakkeplanering som angitt i planene.
Volumet av vegetasjonsdekke/matjord inngår i prosess 21.3. Ev. demolering av blokker i løsmasser er medtatt i prosess 27.2. Ev. bekjempelse av uønskede arter er medtatt i prosess 27.3.
- b) Fyllmassene skal ikke inneholde teleklumper, snø eller is, og heller ikke stubber, røtter eller annet vegetasjonsmateriale.
- c) Motfyllinger skal bygges opp slik at nivåforskjellen mellom hovedfylling og motfylling under fyllingsarbeidet aldri overstiger den endelige høydeforskjell som prosjektert.
- x) Mengder fra linjen måles som prosjektert fast volum (målt i skjæring). Mengder fra sidetak måles i utført fast volum (målt i skjæring). Enhet: m³

25.21 Jordmasser til motfylling

25.22 Jordmasser til bakkeplanering

Figur 2 Eksempel på prosess med definert omfang, krav, målemetode og underprosessar.

Det vert også nytta stad- og elementkodar i tilfelle kor ein ønskjer ulik spesifisering eller pris for same prosess ulike stadar i prosjektet, til dømes knytt til ein konstruksjon (bru, kulvert o.l.) eller når transportkostnadane er ulike på kvar side av ein tunnel. I analysen i denne oppgåva er stad- og elementkodar ignorert og like prosessar summert for heile prosjektet. Det er også berre differensiert ned til éit tal etter punktum

i prosesskoden, til dømes 25.3. Prosessar på lågare nivå enn dette er summert til prosessen over. Dette for å ikkje få uhandterleg mange prosessar og gjere det mogleg å samanlikne prosjekta, ettersom ulike prosjekt kan ha særskilte forskjellige prosesskodar på lågare nivå.

Denne rapporten analyserer mengdeendringar i følgjande tre overordna prosessar:

- 22 Sprengning i dagen
- 25 Masseflytting av jord
- 26 Masseflytting av sprengt stein

Prosesskoden gjev følgjande omfang av desse prosessane.

22 Sprengning i dagen

- a) «Omfatter alle arbeider med sprengning i linjen og i sidetak uten og med spesielle restriksjoner (m.a. boring, lading, sprenging og nødvendig underboring), inkludert utvidelse av profilet. Omfatter også etablering av endelig bergoverflate (kontur). Omfatter også forsvarlig driftsrensk nødvendig for å gjennomføre arbeidene på en sikker måte, og rydding av utfall etter sprengning. Omfatter også forsvarlig dekning, varsling og andre tiltak som er nødvendige for å unngå skader. Omfatter også vannlensing og vannulemper der dette er aktuelt.» (SVV Håndbok R761, 2018)

Underprosessar:

22.1 Sprengning i linjen

22.2 Etablering av endelig bergoverflate (kontur)

22.3 Sprengning i sidetak

25 Masseflytting av jord

- a) «Omfatter utgraving, opplasting, transport, tipping, utlegging og eventuell komprimering av jordmasser, samt ev. leverings- og behandlingsgebyrer. Volumet av vegetasjonsdekke og matjord inngår i prosess 21.3. Etablering av planum inngår i prosess 51 og tilsåing i prosess 74. Ev. demolering av blokker i løsmasser er medtatt i prosess 27.2. Entreprenøren må selv vurdere eventuelle behov for mellomlagring av masser innenfor det som tillates på anlegget eller på områder til egen disposisjon, og inkludere kostnadene for dette i enhetsprisen.

x) *Mengden måles som prosjektert fast volum (målt i skjæring). Enhet: m³» (SVV Håndbok R761, 2018)*

Underprosesser:

25.1 Jordmasser i linjen

25.2 Jordmasser til motfylling/bakkeplanering

25.3 Jordmasser til lager

25.4 Jordmasser til støyvoll, ledevoll, steinfyllingsskrånninger, mm.

1.6 Jordmasser til fyllplass

25.6 Jordmasser fra sidetak og lager til fylling i linja

25.7 Myr og andre utbrukbare masser

26 Masseflytting av sprengt stein

Same omfang som for prosess 25, men for sprengt stein i staden for jordmasser.

Mengdene vert målt som fast volum i skjæring, men regulert for auke frå geologisk betinga overberg/utfall utanfor 0,5 m frå prosjektert kontur og som ikkje entreprenør har skuld i. Ved sær s uheldige sprekkeretningar i fjellet kan dette gje markant vekst i mengdene.

Underprosesser:

26.1 Sprengt stein fra skjæring til fylling i linjen

26.2 Sprengt stein til motfylling

26.3 Sprengt stein til lager for senere bearbeiding

26.4 Sprengt stein til støyvoll, ledevoll, oppfylling mot bergskjæring, erosjonssikring, mv.

26.5 Sprengt stein til fyllplass

26.6 Sprengt stein fra sidetak til fylling i linja

26.7 Sprengt stein fra lager til fylling i linja

For eksakt spesifisering av kvar underprosess visar eg til prosesskoden, da dette ikkje er sentralt for analysen i denne rapporten kor vi ser på endringar i dei totale mengdene. Der forskjellen mellom underprosesser er relevant, t.d. grunna flytting av mengder mellom ulike prosesser, blir dette spesifikt forklart i resultatgjennomgangen for det aktuelle prosjektet.

2.2 Konkurransesgrunnlag og kontrakt

Konkurransesgrunnlaget er det eller dei dokumenta entreprenørane nyttar når dei gjev tilboda sine til Vegvesenet. Alle prosjekta i denne rapporten er einingspriskontraktar, så det er det som er utgangspunkt for denne gjennomgangen. I

konkurransesgrunnlaget er alle aktuelle prosessar og underprosessar for prosjektet lista opp med dei mengdene prosjekteringa estimerer. Entreprenørane gjev så tilbod med sine einingsprisar på kvar prosess. Når ein så gangar opp einingsprisane med mengdene og summerer for alle prosessane får ein den totale tilbodsprisen som er grunnlaget for prisvurderinga i konkurransen. Prosessane med einingsprisar og mengder blir så del av den endelege kontrakten mellom byggherre (Statens Vegvesen) og entreprenør. Ved gjennomføring av prosjektet blir dei faktisk utførte mengdene på kvar prosess dokumentert av entreprenør i målebrev med oppmåling av areal, volum, lengde etc. og entreprenør får så betalt ut frå desse utførte mengdene (Byggherrestrategi, 2008).

Dersom mengda på ein prosess aukar eller minkar samanlikna med prosjektert mengde vil dermed betalinga til entreprenør på den prosessen bli høgare eller lågare enn summen i kontrakten. Dermed er det usannsynleg at totalprisen i kontrakten blir heilt lik den endelege prisen. I stort sett alle prosjekt vil det bli større eller mindre avvik i mengder og dermed kostnadane, men dersom prosjekteringa er god bør over tid summen av mengder som går over og under estimatet gå omtrent i null. Særleg når ein ser på summen av mange prosjekt. Det er mellom anna dette denne oppgåva skal undersøkje.

Store endringar i mengdene er ugunstig av fleire årsakar. Entreprenør planlegg sitt arbeidsopplegg og tilgang på maskinar og folk ut frå mengdene i kontrakten, og kan samtidig binde opp andre ressursar i andre prosjekt. Dersom mengdene endrar seg kraftig kan drifta bli mindre effektiv fordi fordelinga av maskiner og folk ikkje stemmer med arbeidet. Store ekstraarbeider eller langt mindre arbeid enn planlagt kan gje ventetid og stillstand på delar av anlegg når drifta er avhengig av andre delar av prosjektet. Dette kan gje auka kostnadar. I tillegg vil store relative endringar mellom ulike prosessar påvirke kva pristilbod som reelt sett var det beste, slik at ein anna entreprenør kunne gjort arbeidet billegare.

2.3 Gjennomføring og oppgjør

Det sentrale målet for gjennomføringa av vegprosjektet er å bygge den veglinja som er prosjektert og framstilt på normalprofilar, med korrekt bredde, høgde, kurvatur, dekke og tilstøytane areal. Det inneber at ein må gjere det nødvendige arbeidet for å etablere denne veglinja. Når den reelle situasjonen ikkje stemmer med prosjekteringa vil dette føre til endra mengder. Ulike årsakar til dette kan vere:

- Feil overflatehøgde i kartdata
Konsekvens: Djupna ned eller høgda opp til planum blir endra. Det trengst dimed meir eller mindre sprenging, graving eller fylling. Med LIDAR-data og dagens kartleggingverktøy er dette sjeldan ei stor feilkjelde.
- Feilestimert djupne frå overflate til fjell
Konsekvens: Endring i mengda jordmassar ein må fjerne før sprenging eller fylling. Dette er ganske vanleg og skjer særleg der berggrunna er veldig ujamn med mange rygger, slik at usikkerheita i forundersøkingane blir stor.
- Uheldige sprekkesystem
Konsekvens: Utfall ved sprenging gjev auka transportmengder av sprengt stein. Fare for utfall kan medføre auka sprenging og transport for å sikre fjellsida.
- Andre grunnmassar enn antatt
Konsekvens: Endring i mengda masse ein må grave og transportere ut, og mengda ein må transportere inn til fylling i linja. Dersom fjellmassane er dårlegare eller betre enn antatt endrar det kor mykje ein kan bruke til fylling i linja, kor mykje ein må køyre til fyllplass og kor mykje eksterne masser ein eventuelt må frakte inn.
- Endring av prosjektet
Konsekvens: Kan gje endringar i alle prosessar. Oppstår når ein oppdagar feilprosjektering, at prosjektert tverrsnitt ikkje lar seg bygge grunna HMS-utfordringar e.l., eller det av andre grunnar er ønska ei endring. Her kan det oppstå konflikt mellom byggherre og entreprenør om reell byggbarheit, eller om problema skuldast entreprenør sin sjølvvalde byggemetode.
- Unøyaktig utrekning
Konsekvens: Kan gje endringar i alle prosessar. Oppstår dersom utrekninga basert på prosjekteringa er unøyaktig, t.d. at ein gløymer å trekke frå

yllingsmasser der det er bruer og kulvertar, reknar feil eller rett og slett skriv feil mengde i kontrakt. Med mange tusen prosessar er det ikkje uvanleg at det er større eller mindre slike feil på nokre av prosessane.

For utførelsesentrepriser med einingspriskontraktar er det Vegvesenet som må bere risikoen for feil i prosjektering og i kontrakt.

Entreprenør dokumenterer dei reelle mengdene i prosjektet gjennom oppmåling av utgravid, sprengd og oppfylt volum og leverer disse til Vegvesenet i målebrev. Vegvesenet kontrollerer målebrev, at entreprenør ikkje har gjort meir arbeid enn det som er avtalt, og mengdene i godkjende målebrev vert så fakturert etter einingsprisen i kontrakten. Denne faktureringa er kjend som A-nota; avdragsnota, også omtalt som kontraktsarbeid fordi dette er det arbeidet som er basert på beskrivelsen i kontrakten.

I tillegg til endringar på mengdene i kontraktsarbeidet kan det komme tillegg med egne prisar utanfor det som står i kontrakten. Dette skjer oftast når det oppstår uventa ekstraarbeid som ikkje vert dekkja av prosessar i kontrakten, eller som har markant høgare kostnad enn det kontraktsprosessen tar høgde for. Da vil entreprenør krevje avtale om ekstra betaling for tilleggsarbeidet og dette vert fakturert som T-nota; tilleggsnota.

Alle fakturerte arbeider vert førd med mengder og kostnadar for både kontrakt og sluttoppgjør i økonomisystemet G-prog. Det er data derifrå som er nytta som grunnlag for analysen i denne rapporten, i form av excel-dokument med ei liste over kontraktsmengder (= prosjekterte mengder) og godkjende målebrevsmengder (= utførte mengder) for alle prosessane i kontrakten.

For dei fire prosjekta som er analysert meir detaljert er det i tillegg nytta data frå Vegvesenet sitt dataarkiv for prosjekter, såkalla eRoom. Kvart prosjekt har eit eRoom, som er eit filsystem både Vegvesenet og entreprenør har tilgang til og kor m.a. alle arbeidsteikningar og digitale vegmodellar ligg. Alle målebrev og dokumentasjon av desse i form av oppmålte tverrprofil o.l. ligg her og i tillegg blir dokument om tekniske avklaringar, endringar og tillegg, samt referat frå byggemøter lagt inn her. Dermed skal det vere mogleg å finne dokumentasjon og forklaring av endringar i prosjekta ved å samanlikne tverrprofilar frå prosjekteringa og målebrev, studere møterreferat, tekniske avklaringar og endringar. I praksis er det tverrprofilane som er mest brukbare, da formuleringane i referat og endringsmeldingar ofte er veldig korte og gjev lite info.

2.4 Prosjektering

I konkurransegrunnlaget som blir lyst ut for vegprosjekt ligg det inne mengder som er rekna ut i prosjekteringa. Presisjonen i prosjekteringa er med andre ord avgjerande for kor store mengdeendringane blir ved utføring. Etersom denne rapporten skal analysere hovudprosessane 22, 25 og 26 er det prosjekteringa av desse vi her vil fokusere på.

Forundersøkingar

Ved bruk av geologiske kart og flyfoto får ein eit første inntrykk av terrenget arbeidet skal skje i og kva utfordringar som kan finnest med jordmengder, svakhetssoner og bergartsfordeling og foliasjon. Det er grunnlag for ei vurdering av dei geologiske forholda og vurdering av ulike moglege trasear for vegen. Ein rapport som beskriv vidare nødvendige undersøkingar er sluttproduktet av desse undersøkingane (Nilsen, 2012, p. 119).

Feltundersøkingar

Ut frå den første analysen frå kart og flybilde gjer ein ei vurdering av nødvendige vidare undersøkingar for å skaffe kunnskap om jord- og bergforholda langs traseen. Dei mest aktuelle er:

- *Geologisk overflatekartlegging* av strøk, fall, sprekkeretning og eventuelle utgåande på svakheitssoner i fjellet, samt mektigheita på jordsmonnet. Dette gjev kunnskap om kor gunstige sprengingsforholda er, kor bratte skjeringane kan sprengast og om ein kan vente utfall eller må sikre fjellveggen. Dette er den klart billegaste undersøkinga i felt (SVV håndbok R211, s. 126).
- *Sondering*, boring i lausmassar for å finne djupne av lausmassane ned på fjell (enkel sondering) og eventuelt registrere lagdelinga i jorda (totalsondering). Dette er relativt billeg og ganske mykje brukt (SVV håndbok R211, s. 6).
- *Kjerneboring* i fjell. Ein borrar med krone og dobbelt røyr opptil fleire hundre meter for å ta ut fjellkjerner som så vert analysert for å bestemme fjellkvalitet og identifisere sprekkesystem. Dette er ei kostbar undersøking og blir difor planlagt nøye. Den er stort sett brukt ved tunnelar og store skjeringar (SVV håndbok R211, s. 144).

- *Refraksjonsseismikk* vert nytta for å kartlegge djupne til fjell i lausmassar og samansettinga av lausmassene, ettersom lydshastigheita er ulik i ulike massar. Fungerer normalt ned til ca. 20 m (SVV håndbok R211, s. 72).
- *Resistivitetsmåling* som identifiserer samansettinga av jordmassar og svakheitssonar i fjellet ut frå den elektriske leiingevna til materiala. Metoden er mindre ressurskrevjande enn seismikk (SVV håndbok R211, s. 73).

Traséutforming

Når undersøkingane er ferdige blir den endelege vegtraseen prosjektert og ein kan rekne ut dei venta mengdene på dei ulike prosessane. For massar er digitale BIM-verktøy sentrale for dette i dag fordi ein enkelt kan få ut alle volum, areal og lengder for dei ulike prosessane når traseen er teikna i programmet. Dette dannar så konkurransegrunnlaget som entreprenørane byr på.

3 Resultat

Undersøkingane i denne rapporten er gjort i to omgangar. Totalt 12 prosjekt er analysert i den første delen, kor det er satt opp ei database med mengdene frå kontrakt og sluttmengdene frå A-nota. Med denne databasen er det sett på relative og absolutte endringar både totalt for enkeltprosjekt, og det er sett på korleis endringane fordeler seg på store og små prosjekt. Data frå denne første analysen er så grunnlaget for utveljing av fire prosjekt for nøyare analyse. Desse er vald ut fordi dei representerer ulike interessante mengdeendringar.

Den meir omfattande analysen er meir tolkningsbasert og består i å gå gjennom dokument frå byggefasen på eRoom, for å finne forklaringar på dei endra mengdene. I hovudsak inneber det å samanlikne normalprofilar frå prosjekteringa med endelege profilar frå målebrevva entreprenøren har levert, samt å lese gjennom referat frå byggemøte og ulike endringsmeldingar.

Prosjekta

Det er henta data frå totalt 12 vegprosjekt frå heile Nord-Noreg. Prosjekta er av ulik storleik og karakter, med ulik fordeling mellom sprenging, jord- og steintransport. Namngjevinga for prosjekta i rapporten er lik den Vegvesenet nyttar og i tillegg er det nokre stadar tatt med vegnummer og bokstavkodar for region for å spesifisere kvar prosjektet ligg.

Regionar:

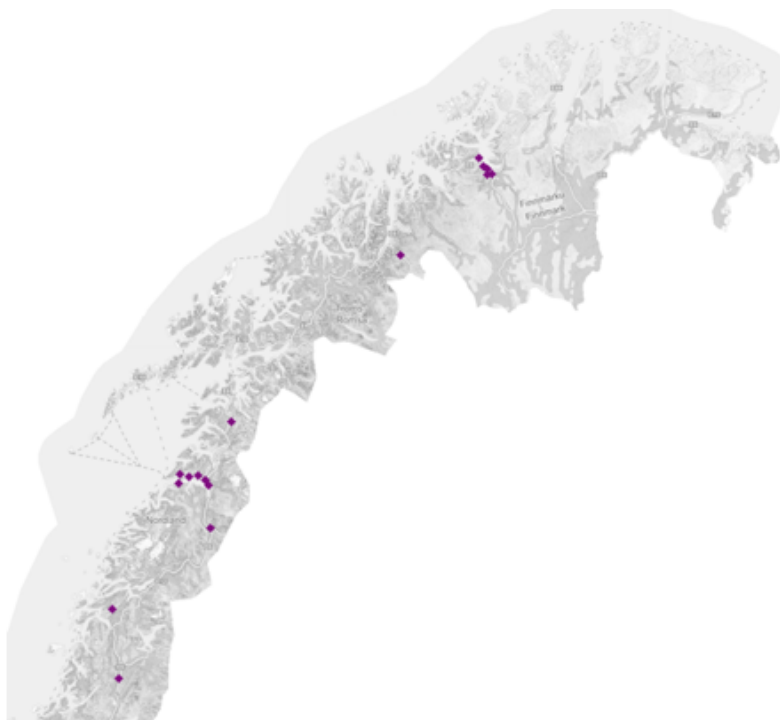
He – Helgeland (søndre Nordland), 2 prosjekt

Sa – Salten (nordre Nordland), 8 prosjekt

Tr – Troms, 1 prosjekt

Fi – Finnmark, 1 prosjekt

Alle prosjekta har arbeid på alle dei tre analyserte prosessane 22, 25 og 26, med unntak av Stranda-Klungset som ikkje har 22 *Sprengning*.



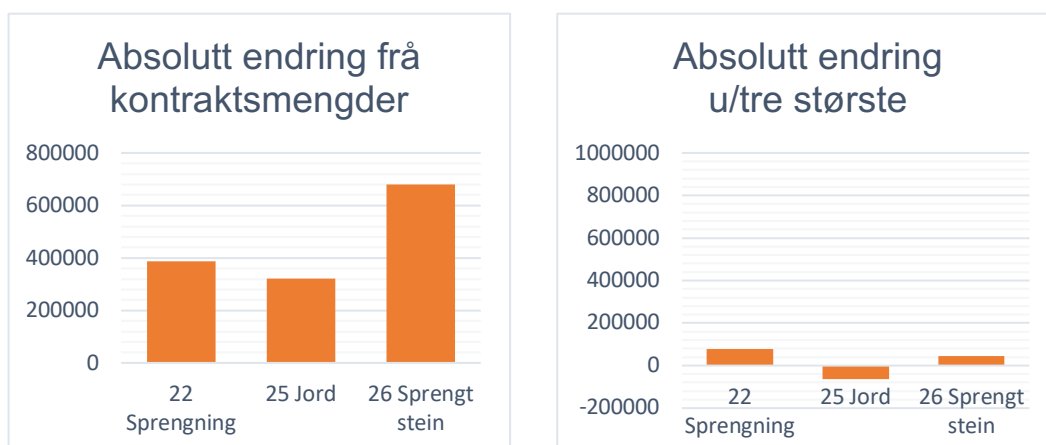
Figur 3: Kart over alle prosjekta.

Totalmengder

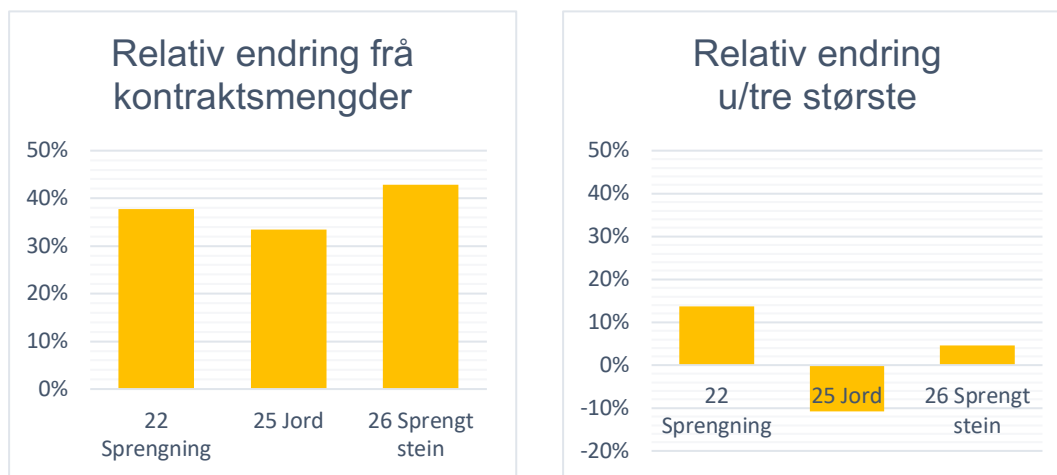
For å få eit bilde på mengdeutviklinga i sum for alle prosjekta ser vi først på totalen av mengder i kontrakt og utførte mengder. På alle tre prosessane ser vi at det er ein markant vekst i mengdene. Eit påfallande trekk er at dei største endringane både i absolutte og relative verdiar kjem i dei tre største prosjekta. Figurane til venstre viser mengder og endringar for alle prosjekt. Figurane til høgre viser det same ikkje medrekna dei tre største prosjekta.



Figur 4: Mengder frå kontrakt og utførte mengder for alle prosjekt, og utan dei tre største prosjekta.



Figur 5: Absolutte endringar frå kontrakt til utførte mengder for alle prosjekt, og utan dei tre største.

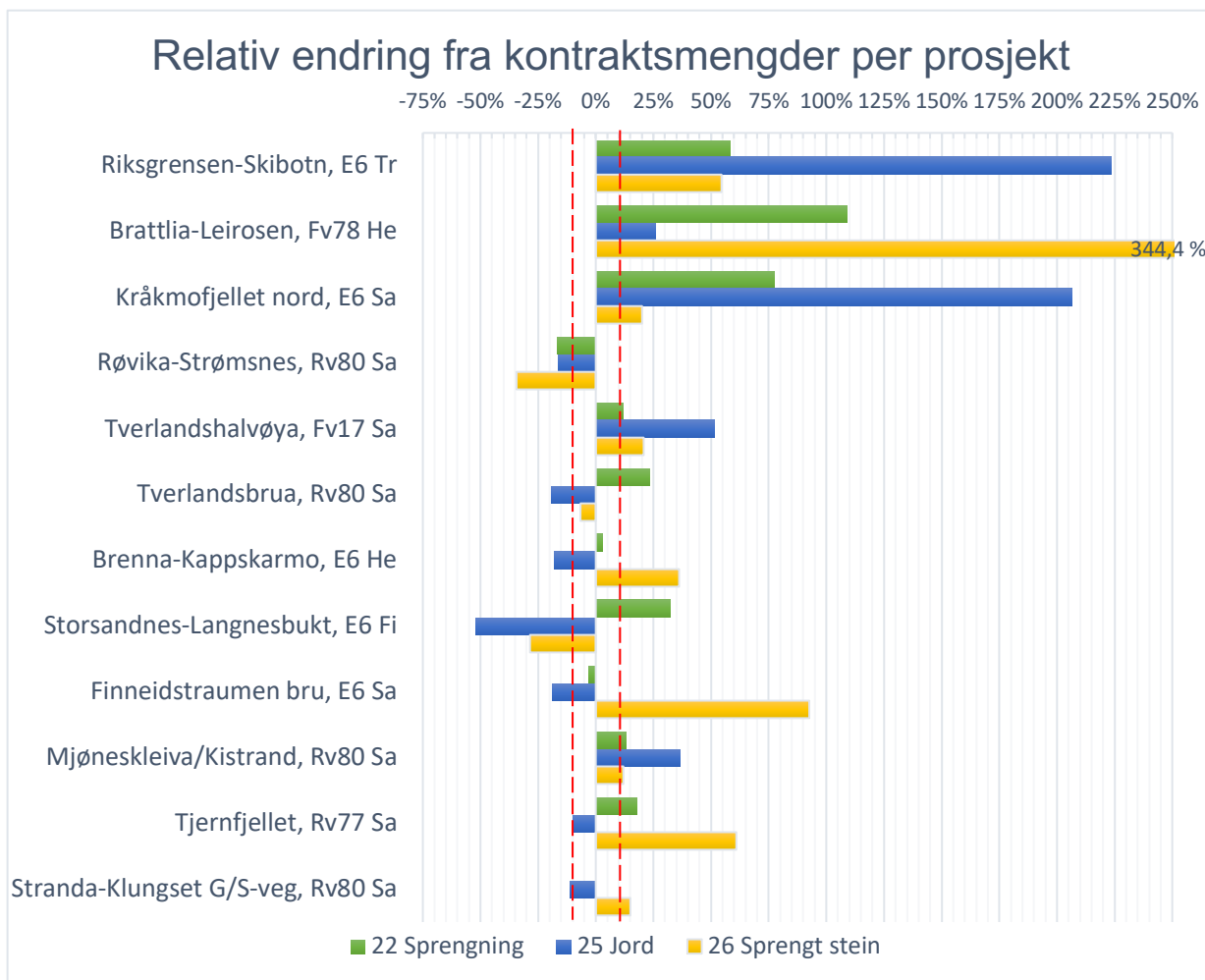


Figur 6: Relativ endring for alle prosjekt og utan dei tre største.

Først ser vi på alle 12 prosjekta. For prosess 22 *Sprengning* var det i kontraktane prosjektert totalt 1,025 mill m³, men det vart utført 1,412 mill m³ på prosessen. Mengdene auka altså med 0,387 mill. m³ eller 37,7 % av kontraktsmengdene. Prosess 25 *Masseflytting av jord* har totalt 0,958 mill. m³ i kontrakt, medan utført mengde vart 1,279 mill. m³. Det gjev ein vekst på 0,320 mill m³ som er 33,4 %. Prosess 26 *Masseflytting sprengt stein* har i kontraktane totalt på 1,584 mill. m³, men det vart utført 2,264 mill. m³. Ein vekst på 0,68 mill m³ og 42,9 %.

Det er altså masseflytting av sprengt stein som har den største auka både i faktisk volum og relativt. Flytting av jord aukar derimot minst både i faktiske tal og relativt, men alle tre prosessane har ei markant auke på mellom 33 og 43 %.

Før vi ser på mengdene utan dei tre største prosjekta ser vi litt på mengdene for dei ulike prosjekta. Figur 7 viser ei oversikt over dei relative endringane for dei tre overordna prosessane fordelt på kva enkelt prosjekt. Prosjekta er rangert frå størst til minst ut frå summen av utførte mengder på alle tre prosessane. Det er markert inn linjer på +/- 10 % endring fordi dette er den øvre grensa for kva Vegvesenet sjølv reknar som «godt nok» for *kostnadsavvik* frå kontrakt. Dette er ikkje direkte overførbart til mengdene i enkeltprosessar ettersom ein kan få reduserte kostnadar på andre prosessar og tilleggsnota også blir rekna med, men desse tre prosessane utgjør ein stor del av utgiftene for vegprosjekt så grensa på 10% gjev likevel ein peikepinn på kor Vegvesenet helst ønsker å ligge.



Figur 7: Relativ endring i prosessane på kvart prosjekt.

Som nemnd er det på dei tre største prosjekta at dei desidert største endringane kjem, også i relative mengder. Dette er interessant fordi det er naturleg å tenkje at det i store prosjekt bør vere fleire ulike endringar som drar i både positiv og negativ retning, slik at dei relative endringane i sum blir *mindre* enn for små prosjekt kor enkeltendringar kan få stor betydning. I staden har alle dei største prosjekta middels til veldig stor vekst i mengdene på alle tre prosessane.

Den store endringa i totalverdiane på flytting av sprengt stein skuldast at det nest største prosjektet, Brattlia-Leirosen på Fv78 på Helgeland, har ein vekst på heile 344% med 0,43 mill. m³ meir enn i kontrakt. Over halvparten av den totale mengdeauka på denne prosessen ligg altså i éit prosjekt. Også for sprengning var det i dette prosjektet ein kraftig vekst på 109%, ca. 39 000 m³.

For masseflytting av jord er det dei to andre store prosjekta som står for majoriteten av endringa i mengder. Riksgrensen-Skibotn på E8 i Troms og Kråkmofjellet nord på E6 i Salten har begge over 200% vekst på denne prosessen. Ettersom desse tre prosjekta har så store tillegg er dei trekt ut i figurane til høgre ovanfor, slik at at vi får eit betre bilde av dei andre 9 prosjekta, kor endringane stort sett ligg under 50% av kontrakt.

Til høgre på figur 4 ser vi at dei totale kontraktsmengdene utan dei tre største prosjekta er ein god del lågare, men at dei utførte mengdene er redusert langt meir. Endringane er altså langt mindre både i absolutte og relative tal, slik figur 5 og 6 (høgre) viser. For alle tre prosessane er dei relative endringane meir enn halvvert. Sprenging har ein vekst på berre 13,7 %, masseflytting jord har negativ totalendring med -10,8 % og masseflytting stein aukar med berre 4,6 %. Desse endringane ligg altså innafor eller nær den tidlegare omtalte grensa på 10 %.

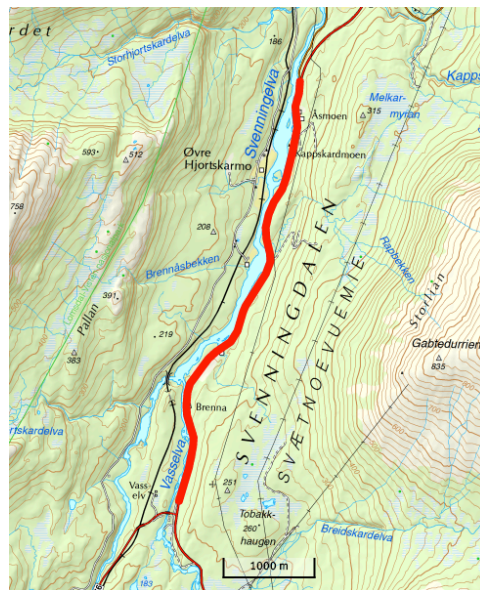
Eit anna interessant funn er at det på enkelte prosjekt er stor forskjell i endringane på sprenging og flytting av sprengstein. Ofte vil desse henge tett saman fordi ein søker massebalanse i prosjekta slik at mesteparten av transporten er sprengstein som er sprengt som del av prosjektet. For mange prosjekt stemmer desse mengdene godt, men det er også fleire prosjekt kor dei ikkje stemmer og kor dei to prosessane til og med endrar seg i ulik retning.

Vi ser også at det ikkje er nokon klar samanheng mellom endringar på flytting av jordmassar og endring i sprenging. Dersom mengda jord endrar seg som følgje av større eller mindre djupne til fjell er det naturleg at mengda sprenging for å etablere den prosjekterte veglinja bør endre seg motsett. Djupare jordlag skulle gje mindre sprenging og tynnare jordlag meir sprenging. Dette er ikkje ein klar tendens.

Brenna-Kappskarmo, E6 Helgeland

Om prosjektet

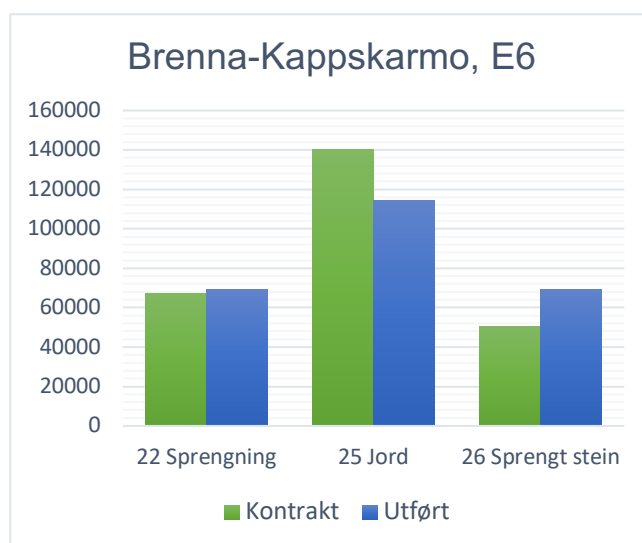
Prosjektet er ei opprusting av E6 sør på Helgeland til moderne standard, på ei strekninga som tidlegare har vore smal og svingete. Det startar i sør ved krysset til Fv 76 mot Brønnøysund og går nordover over 4,8 km. Heile traselengda følgjer breidda av Svenningdalselva i veksling mellom flatt terreng og skråli. Det er ingen tunnelar på strekninga.



Figur 8: Trasé for prosjektet uthava i raudt. www.norgeskart.no

Mengder

22 Sprengning: Totalmengdene for sprengning i dagen stemmer veldig godt for prosjektet. Tallene for underprosessane viser likevel at det er skjedd ei endring kor det er sprengt 22 000 m³ ekstra på 22.1 sprenging i veglinja, medan 22.3 sprenging i sidetak, som var prosjektert til 20 000 m³, har null utførte mengder. Dette kan tyde på at det var meir fjell i veglinja enn prosjektert og dermed ikkje behov for ekstra massar frå sidetak.



Figur 9: Totalmengder Brenna-Kappskarmo

25 Masseflytting jord: Totalmengdene her er redusert med totalt ca. 25 000 m³. Dette fordeler seg som 5000 m³ på 25.3 Jord til lager, ca. 15 000 m³ på 25.4 Jord til vollar og skråningar og 5000 m³ på 25.7 Myr og andre ubrukbare masser. Den totale reduksjonen i jordmasser er ganske lik auka i for sprengning i linja, noko som kan tyde på at det har vore grunnare på fjell enn antatt, slik at totalmassene vart ganske rett, men med ein større del fjell.

26 Masseflytting sprengt stein: Totalmengdene aukar her med ca. 18 500 m³. For underprosessane var det ein vekst på 21 500 m³ på 26.1 Sprengt stein frå skjering til

fylling i linja og samtidig ein reduksjon på 3000 m³ på 26.6 Sprengt stein frå sidetak til fylling i linja. Den prosessen ender da på null utført, som er ganske naturleg når det heller ikkje vart gjort sprenging i sidetak. Det som er litt interessant er at det var prosjektert 20 000 m³ sprenging sidetak, men berre 3 000 m³ transport av desse massene. Normalt skal ein ikkje ta ut meir masser i sidetak enn det ein treng til å vegbygginga, så dette er moglegvis ein feil i kontrakt eller prosjektering. Den auka mengden på transport av stein frå skjeringar er derimot tilnærma lik den auka sprenginga i linja, noko som er forventa.

Brattlia-Leirosen, Fv78 Helgeland

Om prosjektet

Prosjektet er bygging av ny fylkesveg etter heilt ny trasé mellom Drevjadalen og Leirfjord, på hovudvegen mellom Mosjøen og Sandnessjøen. Den gamle vegen langs fjorden var smal og rasutsatt og ein stor flaskehals for tungtransporten. Mesteparten av strekninga er den 10,7 km lange Tøventunnelen, men mengdene frå den er ikkje med i denne oppgåva, berre mengder frå dagsonene på kvar side. Dagsonene går i relativt greitt terreng, dels over dyrka mark og myr med enkelte skjeringar og fyllingar.



Figur 10: Oversikt Brattlia-Leirosen, dagsoner i heiltrukken svart strek.
<https://www.vegvesen.no/Ferdigprosjekt/fv78h/olandbrattlia>

Mengder

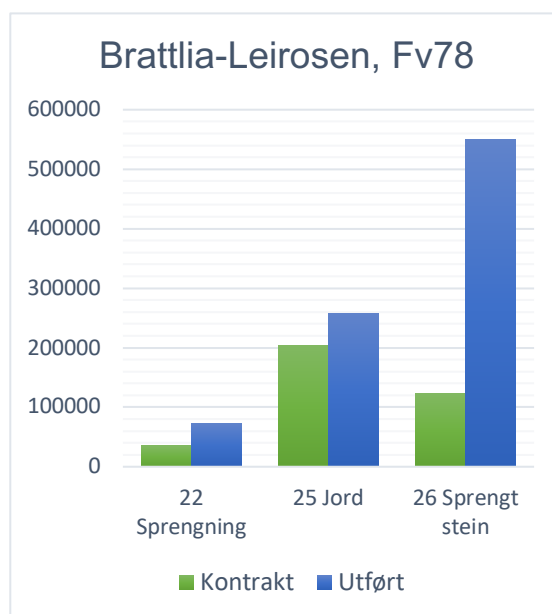
22 Sprengning: Prosjektet har beskjedne mengder sprenging i dagen i forhold til mengdene masseflytting. Likefullt er det stor vekst med 109 % av kontraktsmengdene og totalt 74 000 m³ utført. All sprenging er i veglinja og ein så stor vekst tyder på ei endring eller utviding av prosjektet, ikkje berre unøyaktige grunndata eller feilprosjektering.

25 Masseflytting jord: Her aukar mengdene med 53 000 m³, 26,0 % av kontrakt.

Underprosessane for jord til motfylling/planering og jord til lager stemmer veldig bra, medan heile avviket kjem på prosess 25.7 myr og andre ubrukbare masser. Denne var i utgangspunktet prosjektert høgt med 180 000 m³, 88 % av heile prosess 25, men enda på 234 000 m³. Dagsonene på prosjektet går gjennom områder med mykje lausmasser og morene, særleg på austsida, og det kan vere vanskeleg å estimere brukbarheita av massane godt og kor mykje som er myr. Moglege forklaringar på at mengden jord- og myrmasse går opp utan at sprenginga går ned kan som nemnd vere at prosjektet er endra/utvida eller at ein måtte grave ut djupare med dårlege masser enn prosjektert for å telesikre vegen.

26 Masseflytting sprengt stein: Her er det enorm auke på totalmengda, med ein vekst på 426 000 m³, 344 % av kontrakt. Det meste av dette, 356 000 m³, er prosess 26.3 sprengt stein til lager. Det er usannsynleg at så store mengder sprengt stein skal komme frå dagsonene i dette prosjektet. I eit nabo prosjekt på same ved eg har fått data på, men ikkje tatt med i rapporten grunna delvis ufullstendige data, er det ført 389 000 m³ ekstra sprengning og samtidig 330 000 m³ redusert flytting av sprengt stein i forhold til kontrakten. Ei mogleg forklaring er derfor at det er transport av desse sprengingsmassane frå naboprojektet som er ført på dette prosjektet. Slik overføring av masser kan skje mellom parallelle prosjekt om det er gode grunnar for det. Ei anna mogleg forklaring er at transport av tunnelmassar er ført på denne prosessen, men dei skal eigentleg på ein annan prosess.

På dei andre underprosessane er det ein reduksjon på knapt 20 000 m³ for stein frå skjering til fylling i linja, og ein vekst på 85 000 m³ for stein frå lager til fylling i linja, i sum ein vekst på 65 000 m³. Mindre transport rett frå skjering til fylling og samtidig auka transport til og frå lager kan tyde på dårleg masselogistikk i prosjektet, slik at massane må mellomlagrast framfor å kunne nyttast umiddelbart.



Figur 11: Totalmengder Brattlia-Leirosen.

Tjernfjellet, E6 Salten

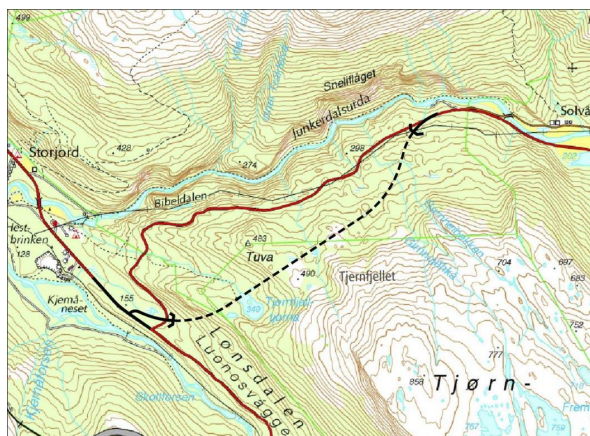
Om prosjektet

Prosjektet inneber bygging av ny tunnel gjennom Kjernfjellet i Saltdal på mellomriksvegen Rv77 frå E6 ved Storjord mot svenskegrensa ved Graddis. Den gamle vegen gjekk i ei bratt fjellside, var smal med krappe svingar og ganske bratt.

I tillegg var andelen tungtransport høg.

Prosjektet startar i vest ved krysset mot E6 og slutar i aust like etter tunnelen. Denne rapporten tar berre med massane frå

dagsonene. I tillegg til dagsonene på endane av tunnelen vart E6 utbetra over eit par hundre meter ved krysset og tunnelmassane vart lagt ut og planert langs E6 som førebuing for utbetring av E6 sørover opp dalen. Prosjektet opna for trafikk 17. oktober 2019 og er det nyaste prosjektet i denne rapporten. Massearbeidene var stort sett ferdige tidlegare i haust, så datamaterialet er rimeleg sikkert.



Figur 12: Oversikt Tjernfjellet. Dagsoner i heiltrukken svart.

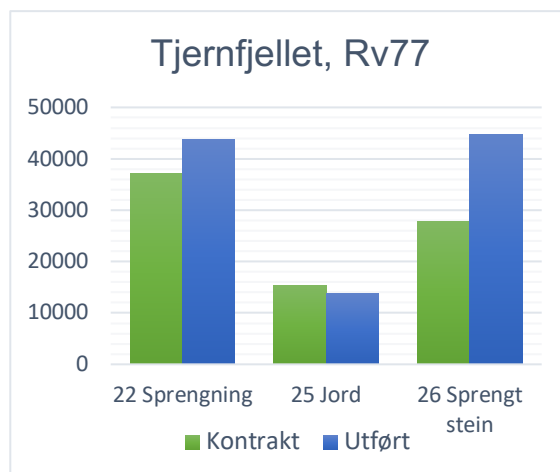
<https://www.vegvesen.no/Riksveg/tjernfjellet>

Mengder

Dette er det nest minste prosjektet i analysen målt i totale mengder.

22 Sprengning: Her aukar mengdene med 6 600 m³, 18 % av kontrakt. Alt er på prosess 22.1 sprengning i linja og det er vanskeleg å vite eksakt kva som er årsaka. 18 % er eit ganske ordinært avvik samanlikna med dei andre prosjekta (sjå figur 13).

25 Masseflytting jord: Her treffer prosjekteringa veldig bra. Det er ein liten nedgang på 1 500 m³, 9,8 % av kontrakt, som er eit av prosjekta med aller minst avvik her.



Figur 13: Totalmengder Tjernfjellet

26 Masseflytting sprengt stein: Denne prosessen har det største avviket på prosjektet, men ender med dette på nesten eksakt same sum som sprenginga. Veksten på 17 000 m³ i sprengstein fordeler seg i like delar på ca. 8 500 m³ på fylling i linja og transport til fyllplass. Årsaka til at prosessen var prosjektert lågare er vanskeleg å vite ut frå desse tala.

Finneidstraumen bru, E6 Salten

Om prosjektet

Prosjektet omfatta bygging av ny bru over Finneidstraumen like sør for Fauske, til erstatning for ei smal bru med høgdebegrensning. Vegen vart flytta sidevegs slik at ny bru vart bygd på sida av den gamle. Dermed vart det ein del massearbeid med ny veg på kvar side av brua, og utviding av skjeringa på sørsida av brua. Prosjektet var delt i to kontraktar, kor bruarbeid og det meste av sprenging i skjeringa var på ein kontrakt og vegen på kvar side av brua på ein annan. Det er berre den siste kontrakten eg har fått tilgang på i denne rapporten, difor er det veldig lite sprenging her.

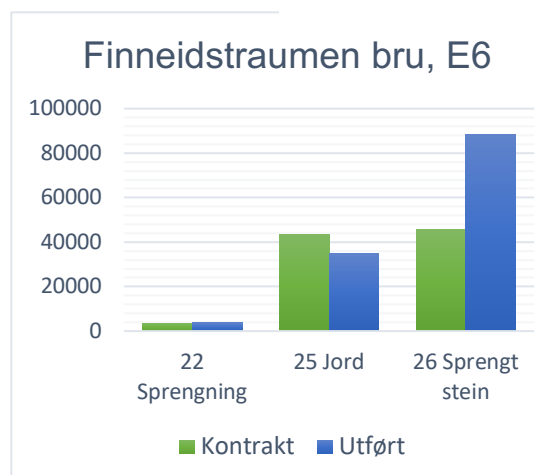


Figur 14: Oversiktskart Finneidstraumen bru. vegvesen.no

Mengder

22 Sprenging: Det meste av sprenginga var på den andre kontrakten, og som vi ser stemde mengdene sprenging på denne kontrakten veldig godt, og enda på 3900 m³, 3,2 % under prosjektert på 4000 m³.

25 Masseflytting jord: Her var det også ei viss nedgang, men ikkje dramatisk. Nedgangen totalt var på 18,6 % frå 43 500 m³ til 35 400 m³. Ser vi på underprosessane er bildet meir interessant. Der er det eit skifte mellom prosessane kor 25.2 Jord til



Figur 15: Totalmengder Finneidstraumen bru

motfylling/planering går ned med 25 000 m³ frå 30 000 til 5 000 m³. Prosess 25.3 Jord til lager aukar derimot med 23 700 m³. I tillegg er det ikkje køyrd noko masser til fyllplass (25.5), som var prosjektert til 6000 m³. Dette tydar på at det enten var langt mindre behov for jordmasser langs vegen (25.2), slik at desse massene vart køyrd til lager i staden. Alternativt at logistikken i prosjektet var dårleg slik at ein måtte mellomlagre massene før dei vart brukt. Entreprenør får ikkje betalt dobbelt for transport av dei same massene, så dei vert berre registrert *inn* til lager på prosess 25.3. Det siste er nok det mest sannsynlege, ettersom «lager» ikkje skal vere permanent lagring, det er «fyllplass».

26 Sprengt stein: Transporten av sprengtstein er neste dobla i forhold til prosjektert, med 92,6 % auke frå 45 900 til 88 400 m³. Dette skuldast kraftig vekst på to prosessar, *26.4 Sprengt stein til voller, oppfylling og erosjonssikring* og *26.7 Sprengt stein frå lager til fylling i linja*. Begge aukar med over 1000 % frå små mengder på 5000 og 1000 m³ til 56 100 m³ for 26.4 og 15 800 m³ for 26.7. Samstundes går prosess 26.5 Sprengt stein til fyllplass ned med 20 300 m³ og prosess 26.1 Stein til fylling i linja går ned frå 3 200 til 0 m³. Totalt er det altså fylt over 62 700 m³ meir enn prosjektert i og langs linja (26.1, 26.4 og 26.7), medan det er køyrd 20 300 m³ mindre til fyllplass. Det er usikkert korleis behovet for fyllmasser kan endre seg så kraftig på ei ganske kort vegstrekning. Ettersom det er to kontraktar her kan det vere det er arbeider som er overført mellom kontraktane og mengdene var dimesd prosjektert på den andre kontrakten. Alternativt kan det ha vist seg meir gunstig å legge ut ekstra masser i og langs vegen framfor å køyre dei til fylling. I og med at totalmengden går opp er det nok sprengt ekstra masser på den andre kontrakten. Dersom dette er fordi eit større område er sprengt ut kan det gje behov for meir fyllmasse.

Stranda-Klungset G/S-veg, Rv80 Salten

Om prosjektet

Dette er det minste av prosjekta i analysen. Det omfattar bygging av gang- og sykkelveg over 2 km langs Rv80, hovudvegen mellom Fauske og Bodø, i utkanten av Fauske. Terrenget er flatt med åker og skog og det var ikkje behov for noko sprenging, berre masseflytting.

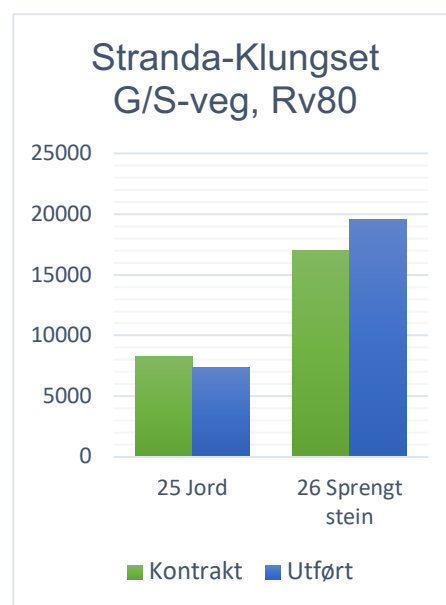


Figur 16: Oversiktskart Stranda-Klungset, norgeskart.no

Mengder

25 Masseflytting jord: Det er ei lita nedgang på 11 % i totalmengda, som skuldast 1100 m³ mindre jordmasser til fyllplass (25.5). Forklaringa kan vere litt tynnare jordlag eller betre masser enn prosjektert, slik at det var mindre behov for uttrauing.

26 Masseflytting sprengt stein: Det vart som nemnd ikkje sprengt noko på dette prosjektet, så all sprengstein til fylling i linja vart køyrd inn frå fyllplassen til det fullførte prosjektet Røvika-Strømsnes. Det vart nytta 2 500 m³, 15 %, meir stein enn prosjektert, men det er ei lita endring som t.d. kan skuldast små endringar i overbygninga.



Figur 17: Totalmengder Stranda-Klungset

Røvika-Strømsnes, Rv80 Salten

Om prosjektet

Prosjektet omfattar 6 km nybygd veg mellom Røvika og Strømsnes på Rv80 mellom Fauske og Bodø. Veggen inkluderer 2 km tunnel og erstattar 12 km veg med varierende standard og mykje randbebyggelse med farlege avkøyringar. Dagsonen går gjennom skogsområde og over åkrar, dels i skråning, og det var ganske store mengder masseflytting.

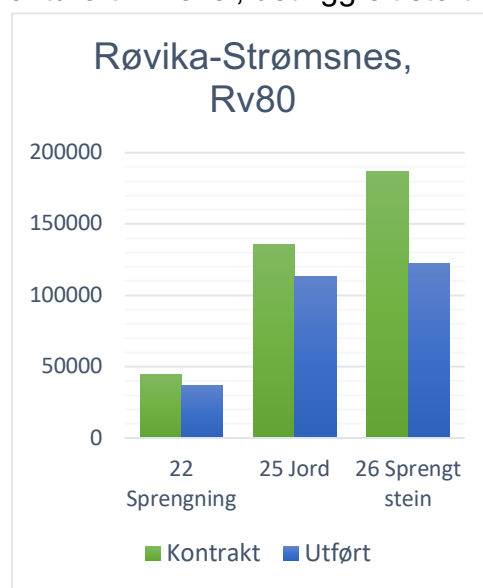


Figur 18: Oversiktsbilde Røvika-Strømsnes, norgeskart.no

Mengder

Mengderekningskapen for dette prosjektet er det knytt ei viss usikkerheit til. Det var i etterkant eit større rettsoppgjør som enda med ein del store endringar i mengdene i forhold til målebrev og det entreprenør først hadde fakturert. Likevel, det ligg eit stort dokumentasjons- og utrekningsarbeid bak dei endelege mengdene og i samråd med prosjektleiar hos Vegvesenet er det konkludert med at tala er sikre nok til å nytte i denne rapporten.

22 Sprenging: Det var relativt små mengder sprenging i dagsonen av prosjektet, og dei prosjekterte mengdene stemte ganske bra. Det var prosjektert 45 000 m³ og utført 37 600 m³, ein reduksjon på 16 %. Det er ikkje eit stort avvik og det har neppe vore større endringar i spreninga på prosjektet.



Figur 19: Totalmengder Røvika-Strømsnes

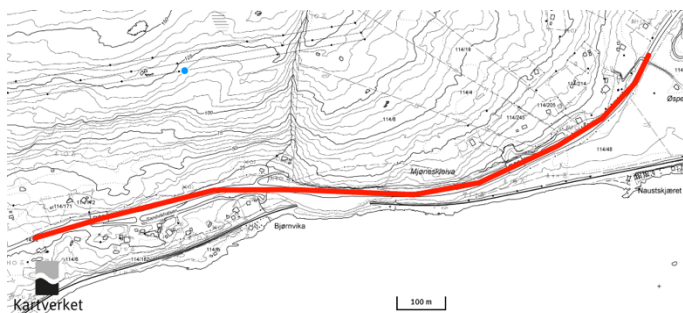
25 Masseflytting jord: Totalt gjekk mengdene her ned 16,3 % frå 136 000 til 113770 m³. **25.2 jord til motfylling/planering** vart redusert med 7 %, 8230 m³, frå 120 000 til 111 770 m³ og **25.5 jord til fyllplass** gjekk ned 88 % frå 16 000 i kontrakt til 2000. Dei 2000 var frå utgraving ved ein spunt og elles vart det ikkje køyrd jordmasser frå veglinja til fyllplass.

26 Masseflytting sprengt stein: Totalt ned 34,4 %, 64 200 m³, frå 186 900 til 122 700 m³. 26.1 stein frå skjering til fylling traff veldig bra, medan 26.2 stein til motfylling var ned 34 200 m³ frå 60 800 til 26 600 m³. Litt vekst på 26.4 stein til vollar og erosjonssikring med 6700 m³ vekst frå 10 000 til 16 700 m³. 26.7 stein frå lager til fylling i linja endte på 41 100 m³, 47 % under kontrakt på 77 700. Den markante reduksjonen er altså på stein til motfylling og til fylling i linja.

Mjøneskleiva/Kistrand, Rv80 Salten

Om prosjektet

Prosjektet omfatta utbetring av ca. 1,2 km veg med krappe svingar forbi eit bratt fjellparti, Mjøneskleiva. Deler av massene frå sprenging av skjering vart nytta til å rette ut ein sving på Kistrand, 6 km lenger aust.



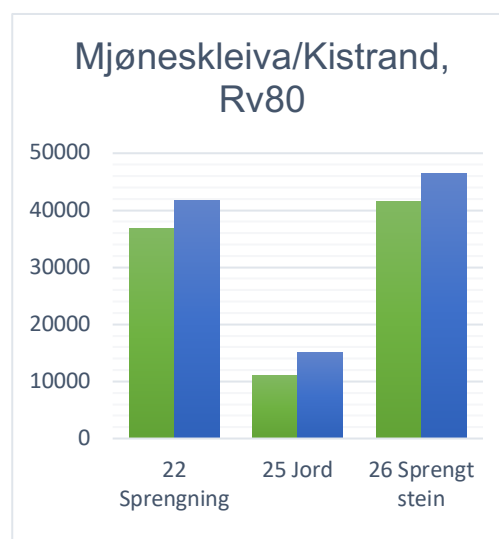
Figur 20: Oversiktskart Mjøneskleiva, norgeskart.no

Prosjektet var ikkje veldig stort, men krevjande fordi det innebar arbeid på lite areal med stor trafikk forbi og etablering av einssidig skjering med stor høgde.

Mengder

22 Sprenging: På A-nota vart det totalt sprengd 41 700 m³, ein vekst på 4 800 m³, 13 % opp frå dei 36 900 m³ i kontrakten. I tillegg var det ein større T-nota med nedsprenging av to farlege blokker i skjeringa, «Kula» og «Skiva», på totalt 9 100 m³. Medrekna dette vart slutmengda på 50 800 m³, 25 % meir enn prosjektert.

25 Massetransport jord: Vekst på 4 100 m³, 36 %, frå 11 200 m³ til 15 300 m³. 25.2 jord til



Figur 21: Totalmengder Mjøneskleiva/Kistrand

motfylling/planering auka med 1 900 m³ frå 9200 til 11 100, medan 25.5 jord til fyllplass vart meir enn dobla, frå 2000 m³ til 4 200 m³.

26 Massetransport sprengt stein: Vekst på 12 % frå 41 200 m³ til 46 500 m³ utført, som er 5 300 m³. 26.1 stein frå skjering til fylling i linja går opp med 78 % frå 12 300 til 21 800 m³. 26.2 stein til motfylling går óg litt opp med 19 % frå 5 700 til 6 800 m³, medan sprengt stein til fyllplass går ned 24 % frå 23 600 til 17 900 m³. Veksten er mindre enn veksten i sprenging m/tillegg, men det er usikkert om flytting av massane frå tilleggsarbeida er med i denne prosessen.

Tverlandshalvøya, Fv17 Salten

Om prosjektet

Ny trasé for Fv 17 «Kystriksveien» frå Rv 80 på Tverlandet og sørover til Godøystraumen, totalt 7,4 km med to tunnelar og ein del skjeringar. Erstattar gamal veg gjennom tettbygd område med uoversiktlege krappe svingar og farlege avkøyringar.

Mengder

22 Sprenging: Vekst på 11,7 %, 16 500 m³ frå 140 500 til 157 000 m³.

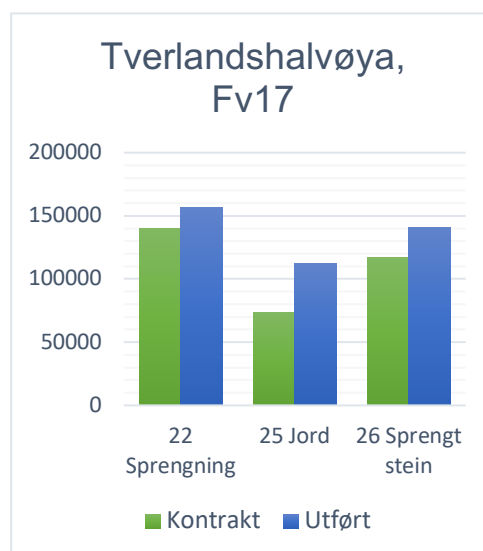


Figur 22: Oversiktskart Tverlandshalvøya, norgeskart.no

25 Masseflytting jord: Aukar med 51,6 % frå 74 300 m³ til 112 700 m³, ei differanse på 38 400 m³. Alle massar var på prosess 25.2 motfylling/planering.

26 Masserflytting sprengt stein: Aukar 20,8 % med 24 316 m³ frå 117 000 til 141 316 m³. Alle massar på prosess 26.1 stein frå skjering til fylling i linja.

Kommentar: Behov for ekstra masser?

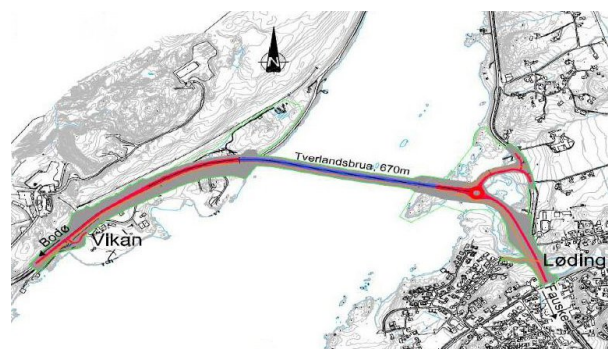


Figur 23: Totalmengder Tverlandshalvøya

Tverlandsbrua, Rv80 Salten

Om prosjektet

Bygging av ny firefelts bru og tilførselsvegar på kvar side for å korte inn og rassikre Rv80 mellom Løding og Vikan på veg inn mot Bodø. Det gamle vegen gjekk inn ein fjordbotn med krappe svingar, kryss med dårleg sikt og forbi eit rasfarleg parti. Denne analysen tar føre seg massene frå arbeida med vegen på land.

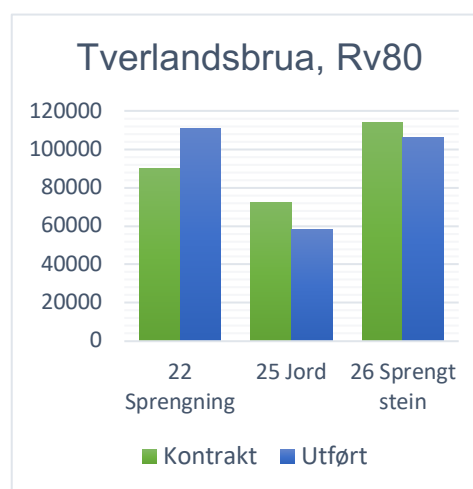


Figur 24: Oversiktskart Tverlandsbrua

Mengder

22 Sprengning: Vekst på 21 000 m³ frå 90 000 til 111 000 m³, som er 23,3 %.

25 Masseflytting jord: Reduksjon på 13 900 m³ frå 72 500 til 58 600 m³, som er 19,2 %. På underprosessane var det reduksjon på 25.2 jord til motfylling/planering med 6 100 m³ og 25.3 jord til



Figur 25: Totalmengder Tverlandsbrua

lager med 21 200 m³. På 25.4 jord til vollar og steinfylte skråningar var det derimot ein vekst på 13 300 m³.

26 Masseflytting sprengt stein: Reduksjon på 7 500 m³ frå 113 800 til 106 200 m³, ein nedgang på 6,6 %. På underprosessane er det ein kraftig nedgang på 18 800 m³, 41 %, for stein til fylling i linja (26.1), medan stein til motfylling (26.2) og stein til lager (26.3) går opp med 3 100 og 8 200 m³, som er 9 og 27 % av desse prosessane.

Kråkmofjellet nord, E6 Salten

Om prosjektet

Utbetring og delvis omlegging av E6 over 5,1 km mellom Femtvasslia og Kråkmo for å unngå eit parti med smal, svingete veg og farlege avkøyningar. Den nye vegen ligg stort sett i skråli og har éin tunnel. Mengdene i dette prosjektet auka jamnt over mykje.

Mengder

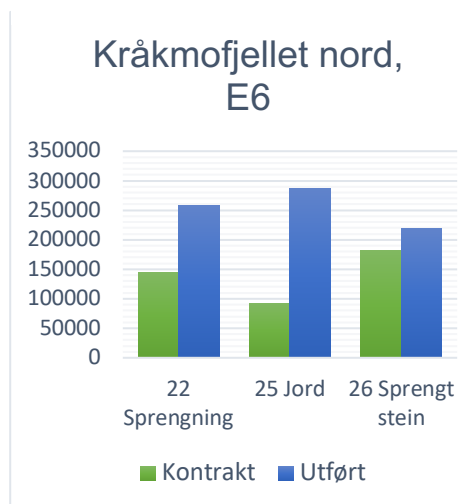
22 Sprengning: Vekst på 77,5 % med 113 000 m³ frå 145 900 til 258 900 m³ totalt utført.

25 Masseflytting jord: Auke på heile 206 % med 193 700 m³ frå 93 800 til 287 500 m³ utført. Alle jordmasser er enten til motfylling/planering (25.2) eller til fyllplass (25.5) og dei auka mengdene kjem på begge desse, med 125 300 m³ (233 %) på 25.2 og 68 400 m³ (171 %) på 25.5.

26 Masseflytting sprengt stein: Totalt er det her ein vekst på 20,1 % med 36 800 m³, frå 183 200 til 220 000 m³. Stein frå skjering til fylling i linja (26.1) utgjør mesteparten med 200 000 m³, ein vekst på 71 000 eller 55 % frå 129 100 m³. Stein til lager (26.3) er redusert med 24 200 m³ frå 44 200 til 20 000 m³ og stein til



Figur 26: Oversiktskart Kråkmofjellet nord, vegvesen.no



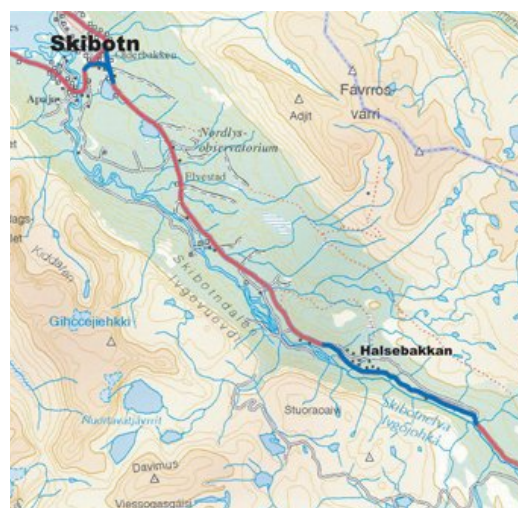
Figur 27: Totalmengder Kråkmofjellet nord

fyllplass var prosjektert til 10 000 m³, men det vart ikkje utført noko på denne prosessen. Det var ein viss konflikt mellom Vegvesenet og entreprenør om mengdene på denne prosessen. Tala som er brukt her for utførte mengder er resultat av kompromisset mellom Vegvesenet og entreprenør, og er den mest sannsynlege tilnærminga til dei korrekte mengdene, men dei er neppe heilt presise.

Riksgrensen-Skibotn, E8 Troms

Om prosjektet

Utbetring av eit stykke av E8 ved Halsebakkan på strekninga mellom E6 i Skibotn og grensa mot Finland. I tillegg vart krysset mellom E6 og E8 i Skibotn bygd om fordi det gamle krysset hadde ei alternativ utforming som ein Y, og ikkje følgde normalane for kryss på tofeltsveg. Alle desse arbeida er det av analysen. Vegen opp Halsebakkan ligg stort sett i stigning i skråli, det same gjer kryssområdet.



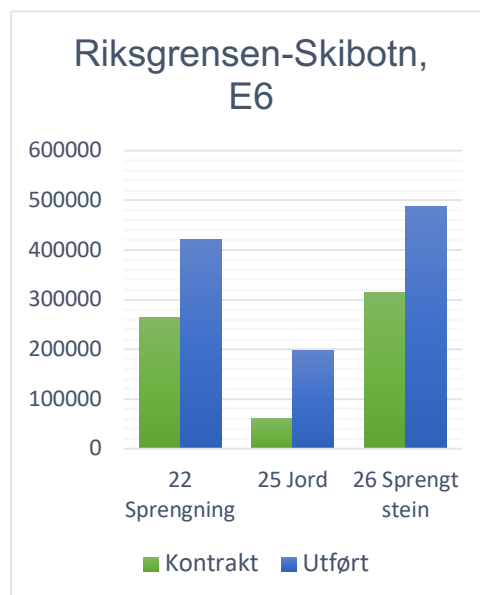
Figur 28: Oversiktskart Riksgrensen-Skibotn, vegvesen.no

Mengder

Dette er det største prosjektet i analysen og det einaste med over 1 million kubikkmeter utførte mengder. I tillegg var det eit prosjekt med markant auke på alle prosessar, særleg jordmasser.

22 Sprenging: Her auka mengdene med 155 500 m³ frå 266 000 til 421 000, som er 58,5 %.

25 Masseflytting jord: Mengdene jord auka med 137 700 m³, som utgjorde heile 223,5 % av kontraktsmengdene på 61 600 m³. Totalt vart det utført 199 300 m³. Alle underprosessar hadde stor vekst i mengder. Jord til motfylling/planering (25.2) auka med 39 900 m³ frå 17 000 i kontrakt til 56 900 m³ utført. Jord til lager (25.3) auka med 31 300 m³ til 66 700 m³ utført, men den største endringa kom på jord til vollar og skråningar (25.4). Der var det berre 9 200 m³ i kontrakten, men utført mengde enda på 75 700 m³, heile 727 % høgare enn kontrakten.



Figur 29: Totalmengder Riksgrensen-Skibotn

26 Masseflytting sprengt stein: Her gjekk dei totale mengdene opp frå 316 000 m³ i kontrakten til 488 300 m³ utført, ein vekst på 172 300 m³ eller 54,5 %. Veksten svarar ganske nær til veksten på sprengingsmasser, noko som er rimeleg. På underprosessane ser vi at det er ein kraftig vekst på stein frå skjering til fylling i linja, med 264 700 m³, 246 % vekst frå 107 600 m³ i kontrakten. Til gjengjeld er det ikkje køyrd stein til lager (26.3), som hadde 116 400 m³ i kontrakt. Da er det særleg interessant at det er køyrd 113 200 m³ stein frå lager til fylling i linja (26.7).

Storsandnes-Langnesbukt, E6 Finnmark

Om prosjektet

Alta vest er opprusting av E6 over drøye to mil vest for Alta, kor dette prosjektet er siste. Totalt kortar heile prosjektet inn vegen med 13 km og fjernar ei strekning med svingete, farleg veg med mange avkøyringar. Prosjektet vart bygd i seks delprosjekt mellom 2011 og 2018.

Storsandnes-Langnesbukt består av ein tunnel og dagsone på kvar side.



Figur 30: Oversiktskart Storsandnes-Langnesbukt, vegvesen.no

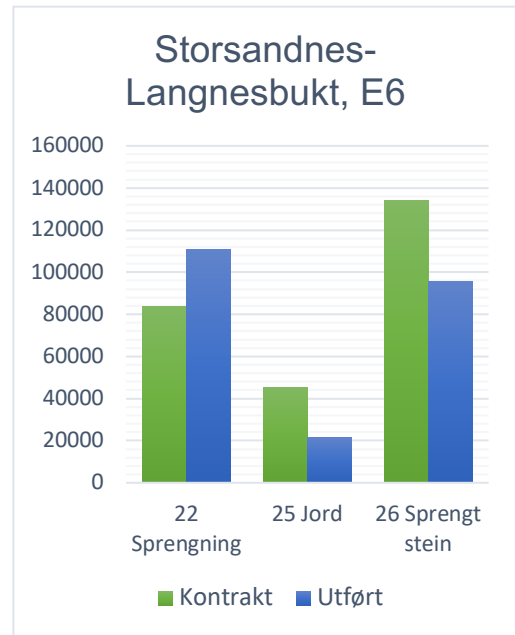
Mengder

22 Sprengning: 26 900 m³ vekst i mengdene samanlikna med kontrakt. Det er 32,1 % av kontraktsummen på 83 800 m³.

25 Masseflytting jord: Mengden har gått kraftig ned med 52,1 %. Det 23 800 m³ mindre enn kontraktsummen på 45 700 m³. Størstedelen av reduksjonen, 20 700 m³, er på jordmasser til motfylling og vollar.

26 Masseflytting stein: Her er det også ein tydeleg reduksjon i mengdene. Det er utført 38 200 m³ mindre enn prosjektert, som er 29 % reduksjon frå kontraktmengden på 134 000 m³.

Det er brukt mykje mindre masser til fylling i linja, ned 15 000 m³, og prosessen for stein til motfylling (26.2) er ikkje brukt, var prosjektert til 26 000 m³. Derimot ei lita auke på 5600 m³ på stein til vollar (25.4)



Figur 31: Totalmengder Storsandnes-Langnesbukt

Resultat prosjektanalyse

Så langt er det berre undersøkt mengdene i prosjekta, og ut frå dette framsatt nokre forslag til moglege forklaringar. For å gje eit tydelegare bilde av dei årsakene som ligg bak masseendringar i vegprosjekt er det vidare vald ut fire prosjekt med markante endringar som så er undersøkt meir detaljert. Det har ikkje vore praktisk mogleg for denne rapporten å gjere ei eksakt oppmåling og kvantifisering av alle endringane som er funnen, ettersom det m.a. ville krevd oppmåling og registrering av fleir hundre tverrprofilar per prosjekt. I staden er det gjort ein enklare gjennomgang av målebrev og tverrprofilar, endringsmeldingar og møtereferat frå eRoom for å finne sannsynlege forklaringar på dei mengdeendringane som kom fram for desse fire prosjekta i den første analysen.

Dei fire prosjekta er vald ut på bakgrunn av at dei har store eller på anna vis interessante mengdeendringar. Det har også vore nødvendig å ta hensyn til tilgangen på data og å kunne stille oppklarande spørsmål ved behov, særleg fordi fleir av prosjekta med store endringar har hatt tvistar mellom Vegvesenet og entreprenør og endringar som følgje av tvistane er ikkje alltid godt dokumentert eller forklart i eRoom. Ettersom ekstern veileder Arild Hegreberg er tilsett ved kontoret i Bodø har tilgang til eRoom og kunnskap om prosjekta vore størst i nærområdet der, og tre av dei fire prosjekta er difor i Salten.

Dei fire prosjekta som er analysert er:

- Tverlandshalvøya, Fv17 Salten
52 % auke i mengdene for masseflytting av jord, 12 % for sprenging og 21 % for masseflytting av sprengt stein.
- Røvika-Strømsnes, Rv80 Salten
Nedgang i alle tre prosessar. -16 % for sprenging og masseflytting av jord, og 34 % for masseflytting sprengt stein.
- Kråkmofjellet nord, E6 Salten
Kraftig auke på sprenging og masseflytting jord: +77,5 % på sprenging og heile +206 % på jordflytting. +20 % på masseflytting stein.
- Riksgrensen-Skibotn, E6 Troms
Største prosjekt i rapporten. 59 % vekst på sprenging, 224 % for masseflytting av jord og 55 % for masseflytting av sprengt stein.

Det var også ønskeleg å ta med eit av prosjekta i Finnmark, men eg fekk ikkje tilgang på eRoom for dei prosjekta i tide.

Analysen er stort sett gjort som følgjer:

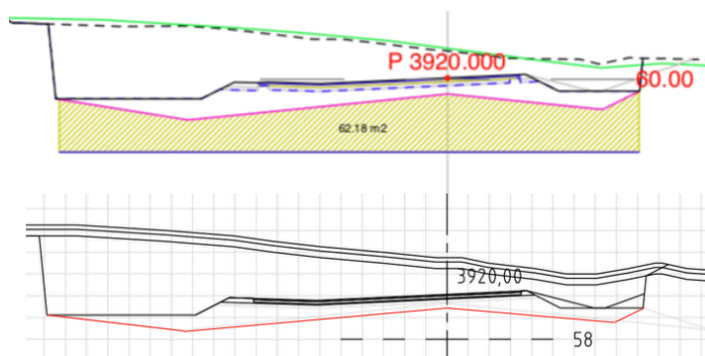
1. Kontroll av endringar i omfanget til prosjektet gjennom å samanlikne prosjektert og utført mengde berelag og/eller slitelag. Dersom desse endrar seg markant tydar det på endringar i omfanget av prosjektet, i form av meir eller mindre vegareal. Det vil sjølvsagt også ha konsekvensar for masseprosessane.
2. Gjennomgang av tekniske avklaringar og endringsmeldingar for å identifisere eventuelle endringar på utføringa.
3. Samanlikning av tverrprofilar frå målebrev med dei prosjekterte tverrprofilane for å samanlikne terrengoverflate, volum jordoverdekning og sprengt volum.
4. Gjennomgang av referat frå byggemøter og andre relevante dokument for å finne forklaringar på funn i punkt 3.

Tverlandshalvøya, Fv17 Salten

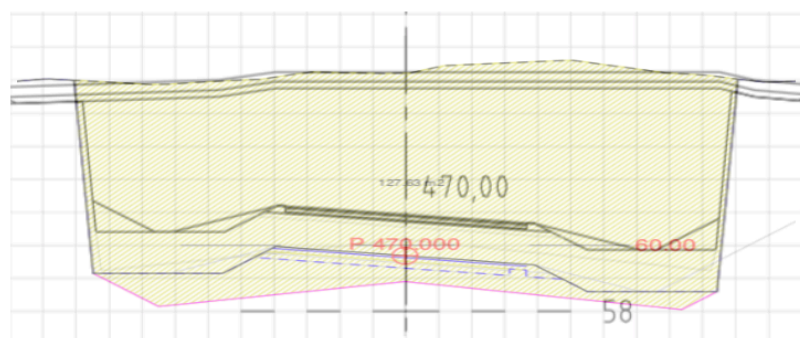
Kontroll av berelag viser ei auke på 0,9 % mot kontraktsmengde, så det har ikkje vore større endringar i omfanget for prosjektet. Derimot er det klart ut frå fleir byggemøtereferat at det har vore masseunderskot i prosjektet, altså mangel på steinmassar til fyllingar.

På prosess 22 *Sprenging* var det ein vekst på 16 400 m³ samanlikna med kontrakt. Analysen har avdekka to hovudpunkter som årsak til dette. Tilsaman forklarar dei ca. 15 500 m³ av dei auka mengdene.

1. Over ei strekning på ca. 100 m, profil 3860-3955, er det sprengt markant djupare enn prosjektert. Ca. 50 m² per profil, så totalt omtrent 5000 m³. Sjå figur 32.
2. Som følgje av masseunderskotet vart vegen senka ca. 1,5 m over ei strekning på rundt 350 m gjennom ei skjering ved profil 250-600, med ei bredde på ca. 20 m. Totalt ca. 10 500 m³ ekstra massar. Sjå figur 33.

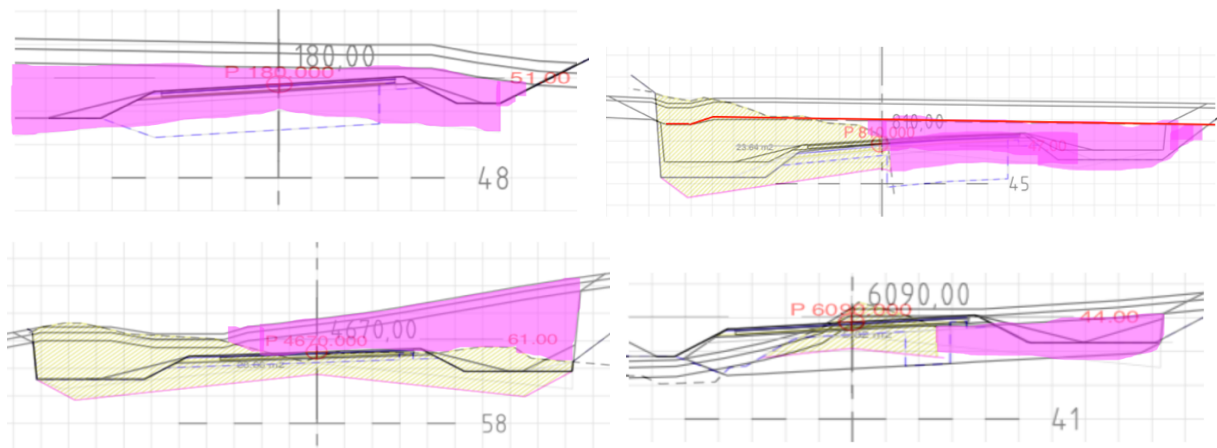


Figur 32: Det er sprengt ut ekstra massar (gul skravering) under prosjektert djup (raud strek) i profil 3920.



Figur 33: I profil 470 er vegbana senka ca. 1,5 m (blå) iff. prosjektert (grå).

Prosess 25 *Massetransport jord* har ein vekst på 38 300 m³. Det er ikkje funne direkte forklaringar på dette i endringsmeldingar eller møtereferat, men ei samanlikning av tverrprofilar tyder på at dette skuldast særst upresis fjelldyp i prosjekteringa. Det er som nemnd kjend frå møtereferat at det var underskot på steinmasser og ei naturleg forklaring på det er at det i gjennomsnitt var meir lausmassar og djupare på fjell enn prosjektert. Det er på stort sett alle tverrprofilar i prosjekteringa teikna konstant djup på lausmassene på tvers av profilet og langs mesteparten av traseen er djupna antatt ganske tynn, 0,3-1 m. Unntaket er eit parti på 800 m ved profil 5200-6000 kor djupna av lausmassene skifter brått frå ca. 0,5 m til 5 m frå éin profil til den neste, og det tydar på at det ikkje ligg veldig nøyaktige undersøkingar til grunn. Som figur 34 viser er det tydeleg at det på fleir profilar er djupare lausmasser enn prosjektert. I profilane i figur 34 er det typisk rundt 25 m³ meir lausmassar og da krev det ei strekning på 1500 m for å gje 38 000 m³. Det er ikkje gjort eksakte utrekningar av kor mange profilar som har ekstra lausmassar av dette omfanget, men etter ein grov gjennomgang verkar 1000-1500 m sannsynleg.



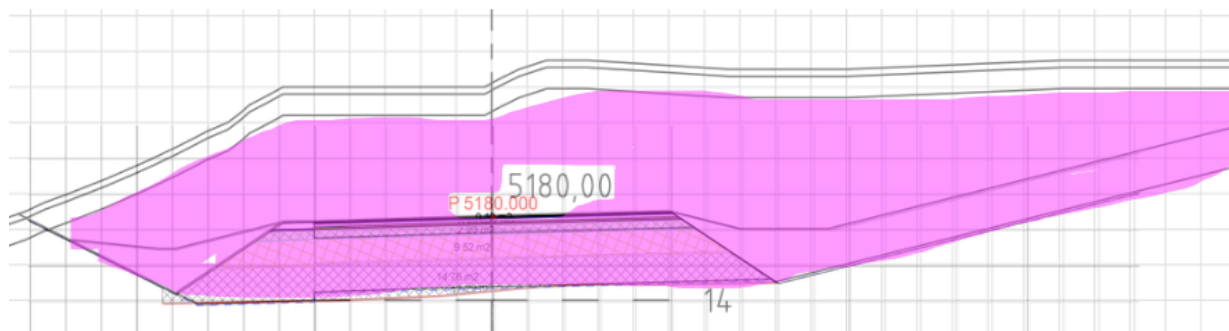
Figur 34: Raud skraving er prosjektert som fjell, men viste seg å vere lausmassar. Profil 180, 810, 4670 og 6090.

Prosess 26 *Massetransport sprengt stein* har ein vekst på 24 300 m³. Her er det sannsynleg at ca. 16 000 av dette kjem frå dei auka mengdene sprenging. I tillegg er det i byggemøtoreferat kommentert at det er innført eksterne masser frå Saltstraumen og Mjøneskleiva for å kompensere masseunderskotet. Målebrev viser at denne tranporten var på totalt 10 500 m³ og er fakturert med ein tilleggsnota på 23 kr/m³ med kommentar om at «i tillegg kjem oppgjør ihht. kontraktens postar». 23 kr/m³ er ein svært låg pris for lang massetransport inkludert utlegging, så det er rimeleg å tolke kommentaren dit at T-notaen berre gjeld køyringa *fram til* anlegget og at vidare transport og utlegging av desse massane er fakturert på prosess 26. Summen av dei ekstra sprengde massane og dei tilkøyrde massane blir ca. 26 000 m³ og forklarar dimed heile veksten på prosess 26.

Røvika-Strømsnes, Rv80 Salten

Endring i mengde slitelag er på 1,8%, så det er neppe større endringar i omfang på prosjektet. I dette prosjektet var det eit større rettsoppgjør i etterkant med store usemjer om målebrev. I etterkant av rettsoppgjøret er det gjort lite med dokumentasjonen av prosjektet, så mykje av dataa på prosjektet er usikre og seinare justert. Det er heller ikkje gitt at dei justerte mengdene ein kom fram til i retten alltid stemmer med dei korrekte mengdene, men heller er eit kompromiss.

På prosess 22 *sprenging* er det ein reduksjon i mengde på 7400 m³, lik 17 % av kontrakt. Etter gjennomgang av tverrprofilar finn eg at dette mest sannsynleg skuldast fjellflata er prosjektert for høgt over ei strekning på ca. 60 m ved profil 5200. Det er prosjektert ca. 25 m² sprengning her, men det viste seg å vere lausmassar og sprenging var ikkje nødvendig. Sjå figur 35. 25 m² over 60 m gjev totalt ca. 7 500 m³, som stemmer godt med den totale nedgangen på denne prosessen.



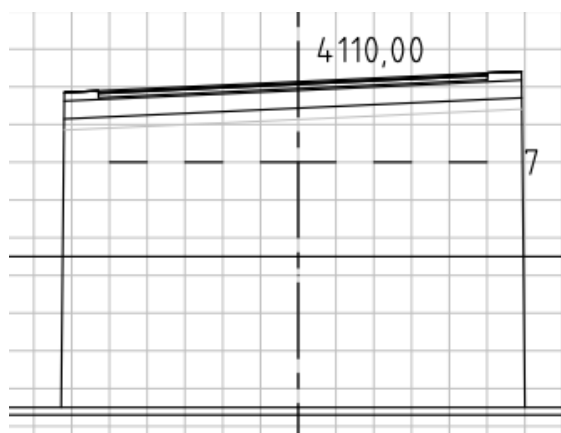
Figur 35: Tverrprofil 5180. Raud skravering er prosjektert sprengning som ikkje vart utført.

Begge prosessane på massetransport har reduksjon. Prosess 25 *massetransport jord* enda 22 200 m³ under kontrakt, medan 26 *massetransport sprengt stein* enda 64 200 m³ under. For jordmassene kom rundt 60% av reduksjonen på prosessen for transport til fyllplass, men denne endringa er usikker for det er mogleg arbeidet vart utført, men at dokumentasjonen frå entreprenør var for dårleg til å godkjenne.

Nedgangen i transport av sprengstein skuldast at mengdene til motfyllingar og til fylling i linja er redusert kraftig. For motfyllingene verkar det etter kontroll av kart og tverrprofilar som forklaringa er stor feil eller slingringsmonn i dei prosjekterte mengdene. I kontrakten er det satt opp 6000 m³ til motfylling på austsida av tunnelen og 45 000 m³ til motfylling på vestsida, men ut frå plankarta er det ikkje markant større eller djupare fyllingar på vestsida. Dette viser seg også i at slutresultatet var på 11 000 m³ på austsida og 13 600 m³ på vestsida. Eit overslag på mengde fylling ut frå tverrprofilane tyder på at dette stemmer langt betre enn kontraktsmengdene gjer. Det var også ein nedgang på 8 200 m³ i jordmasser til motfyllingar, og dei kan ha same forklaring.

Det er vanskeleg å finne ei tydeleg årsak til reduksjonen på 36 500 m³, 47 %, i sprengt stein frå lager til fylling i linja, igjen fordi tverrprofilane ikkje er tydelege nok på kor det skal fyllast i og det manglar mengdetabellar for profilane. Det har ikkje vore noko stor auke i lette fyllmassar, som kunne vore ei forklaring. Det kan hende ein har gløymd å

trekke frå volum under konstruksjonar (bruer og kulvertar) i prosjekteringa. Tverrprofilane ser i og for seg korrekte ut her, men ettersom eg ikkje har tilgang på masserapport for dei prosjekterte profilane kan eg ikkje utelukke det som ei forklaring.

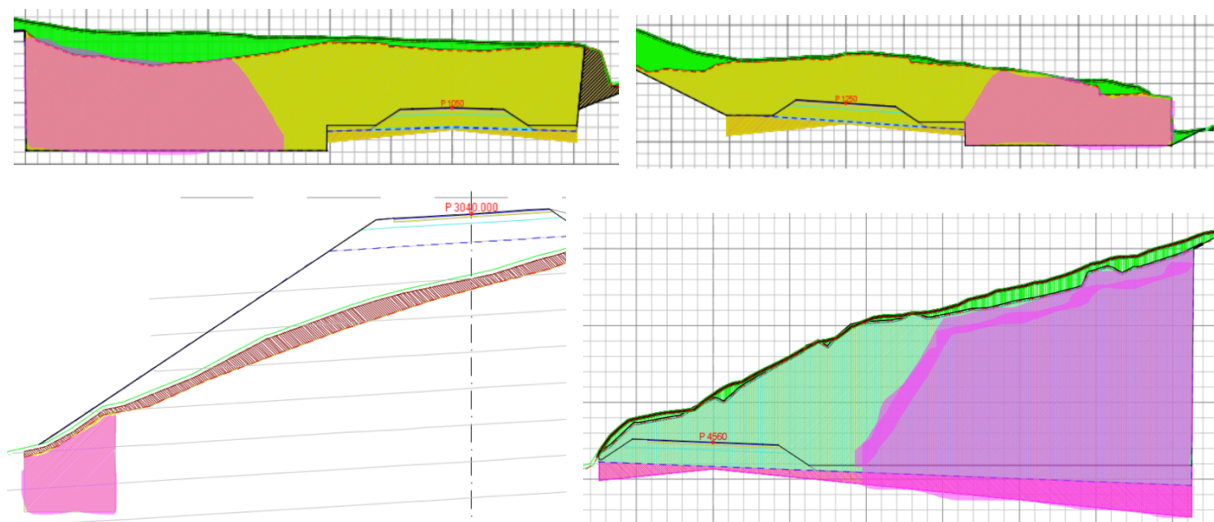


Figur 36: Tverrprofil av bru.

Kråkmofjellet nord, E6 Salten

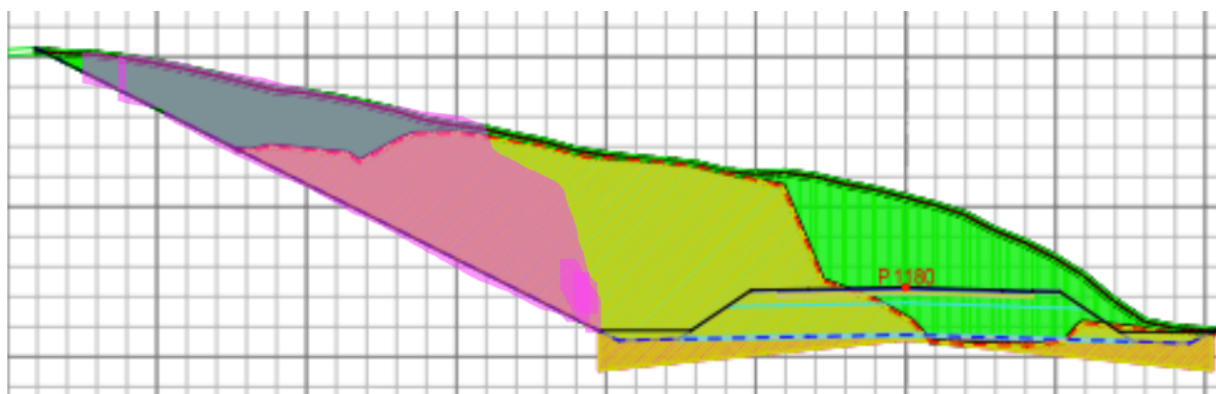
Endring i mengde berelag er berre på 2,1 %, så det er lite sannsynleg med større endringar i omfang på prosjektet.

22 Sprenging. Det er ein vekst på 113 000 m³ sprenging til 258 900 m³ totalt. Kontroll av endringsmeldingar og tverrprofilar viser at 22 000 m³ kjem frå eit sidetak som vart etablert langst veglinja i profil 1010-1100. 8000 m³ stammar frå auka sprenging av sideterreng for bakkeplanering ved profil 1230-1320, og 10 000 m³ skulast ekstra sprenging ved fyllingsfot på nordre del av strekninga for fundamentering av fyllinga. Det er også etablert eit ganske stort sidetak ved profil 4400-4600, men eg har ikkje funne dokumentasjon på om dette var prosjektert eller ikkje. Sidetaket er med på arbeidsteikningane, men historikken på desse er ikkje omfattande nok til å finne ut om dei er endra etter prosjektstart. Totalmengda i dette sidetaket er ca. 50-60 000 m³, så dersom dette ikkje var prosjektert forklarar det mykje av gjenverande differanse. Masserapporten viser at det aller meste av sprenging er gjort i og langs veglinja, men det er ikkje funne andre større avvik i tverrprofilane enn dei som er nemnd.



Figur 37: Raud skravering viser auka sprenging. Profil 1050, 1250, 3040 og 4560.

25 *Masseflytting jord*. Her er det totalt heile 193 700 m³ ekstra massetransport. Det er ikkje funne endringsordrar som isolert skulle gje så kraftig auke i jordmassene, men auka sprengingsareal slik som sidetak vil gje meir jordmassar. Eit overslag på profilane for dei to omtala sidetaka gjev ca. 50 000 m³ ekstra jordmassar frå desse. I tillegg er sideskråninga sprengd slakare på ein del parti i låg skjering, noko som også aukar overflatearealet og dermed jordmengda. Den prosjekterte mengda på 93 800 m³ er også ganske låg mtp. at vegen går gjennom eit morenerikt terreng med variabel fjelldjupne og dels djupe jordmassar. Den prosjekterte mengda gjev ca. 0,7 m overdekning av jord i snitt, men ein gjennomgang av profilane tyder på at det er eit for lågt estimat. Masserapportane viser at mengda jord transportert frå veglinja er mykje høgare enn prosjektert og ein stikkontroll av profilar viser jamt større jorddjupne, veldig sjeldan tynnare overdekning enn prosjektert, så det er sannsynleg at ein stor del av dei ekstra massane kjem frå eit gjennomsnittleg tjukkare jordlag.



Figur 38: Slakare skråning bygd enn prosjektert. Raud skravering er ekstra massar jord og sprenging. Profil 1180.

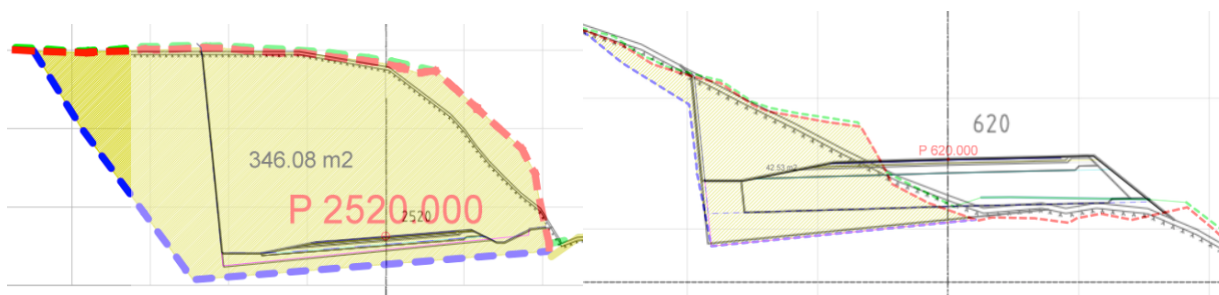
26 *Masseflytting sprengt stein*. Denne aukar med totalt 36 800 m³ og ender på 220 000 m³. Dette er å vente med ein såpass stor auke i sprenging, men det er interessant at totalmengden steintransport er lågare enn den totale mengda sprenging. I og med at det var diskusjon om denne prosessen og sluttmengda var resultat av eit kompromiss mellom Vegvesenet og entreprenør er det mogleg at dette kompromisset ikkje var heilt presist.

Det elles verd å merke seg at Kråkmofjellet er eit prosjekt med gode planteikningar, og særleg tverrprofilane er betre enn på dei andre prosjekta. Det er brukt fargemarkering for å skilje sprenging, steinfylling og jordplanering, noko som gjer det langt enklare å lese profilane og samanlikne dei med målebrev. Det vil vere ein fordel for oppfølging og kontroll om også andre prosjekt praktiserer dette.

Riksgrensen-Skibotn, E8 Troms

Endringa i slitelag frå kontrakt til utført for dette prosjektet er 29% i auka mengde. Det tydar i motsetnad til dei andre prosjekta at det her har vore ei utviding av prosjektet med meir vegareal bygd. Det største delprosjektet, Halsebakkan, er på 6,9 km, medan utbetringa av krysset i Skibotn utgjer omlag 2 km ny veg, målt i kart. 29 % av 6,9 er ganske nøyaktig 2,0. Dette kan tyde på at bygging av nytt kryss er kommen inn i prosjektet *etter* signering av kontrakt, men i oversikta over målebrev er det eigne prosessar med eigen stadkode for krysset, og eigne kontraktsmengder. Det gjeld prosess 25 og 26, men ikkje prosess 22. Kart tyder på at det var lite sprenging ved krysset, og dimed ikkje behov for eigen sprengingsprosess. Det er med andre ord tvilsomt at ein kan forklare veksten i mengder på prosjektet med etablering av krysset.

Prosess 22 *sprenging* aukar med 58 % og ei undersøking av tverrprofilane tyder på at dette skuldast markant større breidde på sprengingsprofilet. Det er gjennomgåande sprengt langt større grøft enn prosjektert. Sjå figur 40. Det er ikkje funne grunngeving for denne endringa i referat eller endringsmeldingar, så det er vanskeleg å seie kva som er bakgrunnen, men dei opphavlege profilane var knappe i grøftbreidda og hadde nær loddrette skjeringssider så det vil ikkje vere unaturleg om Vegvesenet og entreprenør har blitt einige om at eit slakare profil ville vere betre. Men det skulle da vore meldt inn som ei endringsordre frå Vegvesenet.



Figur 39: To døme på større sprenging enn prosjektert, både stor og mindre endring. Sorte linjer er prosjektert tverrsnitt, blå er utført.

Prosess 25 Massetransport jord har ein veldig stor vekst, med 223 % som var 137 700 m³ større utført mengde enn i kontrakten. Dette skuldast mest sannsynleg unøyaktig prosjektering av lausmasser. Kontraktsmengdene på 61 600 m³ svarar til eit relativt tynt lag lausmasser for ein 9 km vegtrasé, inkl. krysset, og tverrprofilane frå prosjekteringa har ikkje ein gong markert antatt djup på lausmassane. Det tydar at ein ikkje har gjort gode nok undersøkingar av lausmassane og heller estimert desse veldig grovt i prosjekteringa. I eit morenerikt dalføre som det dette prosjektet går i kan ein ofte finne betydelege mengder lausmassar. Døme på dette finn ein på fleire av tverrprofilane kor djupna til fjell viser seg å vere djupare enn prosjektert slik at det blir meir lausmassar over. Sjå figur 41 kor fjellet (raud strek) «dukkar» ned halvvegs over vegbana, eller ikkje kjem fram overhode.



Figur 40: To profilar kor det prosjekterte fjellet (grå tagget strek) er feil slik at det blir meir lausmassar.

Prosess 26 *Massetransport sprengt stein* aukar omtrent tilsvarande sprenginga, med 55 % og 172 300 m³ meir enn i kontrakten, mot 155 500 m³ auke for sprenginga. Det er ikkje uvanleg at sprengsteinstransporten ligg litt høgare enn sprenginga, m.a. fordi ein kan få betalt for å transportere delar av massane to gongar dersom dei må bearbeidast først. Det påfallande er at det er køyrd 113 200 m³ *frå* lager, men prosessen for køyring *til* lager står i null. Den var 116 400 m³ i kontrakten. Derimot har prosessen for stein frå skjering direkte til fylling i linja auka med heile 264 700 m³, meir enn ei tredobling. Ei mogleg forklaring er difor at alle massane først er ført på denne prosessen, uansett om dei er køyrd til fylling eller lager, også er lagermassene seinare ført på nytt på prosessen for køyring *frå* lager. I dei profilane det vart sprengt meir enn prosjekttert vil det også vere behov for auka tilbakefylling i grøfta, som også kan forklare at transporten ut i linja går opp.

4 Feilkjelder

Ei analyse som denne vil uunngåeleg har ganske stor usikkerheit rundt resultatane, ettersom det finst lite klare svar i datagrunnlaget på kva som er årsakene, og ein må i stor grad tolke og tenkje seg fram til moglege forklaringar. Kunnskap om korleis prosessane fungerer og heng saman i eit vegprosjekt er såleis essensielt. Det mest sentrale feilkjeldene i rapporten er følgjande:

Massane manglar sporbarheit

Ein kan sjå at det skjer ulike endringar i forskjellige mengder, men det er ingen sporing av kva som skjer med dei konkrete mengdene, så ein er nøyd til å anta samanhengar.

Upresise tverrprofilar

Tverrprofilane frå prosjekteringa er gjennomgåande lite presise. Dei viser stort sett antatt terrengoverflate, djupne til fjell, prosjektert planum og overbygning, men manglar detaljert info om dei ulike mengdene som skal trauast ut og fyllast inn. Dei kan berre nyttast til visuell samanlikning med dei utførte tverrprofilane og ei nøye analyse av eksakte mengder blir dimed for tidkrevjande for dette prosjektet.

Konflikt rundt mengder

Når det oppstår konflikt om oppgjøret, som det har for enkelte av prosjekta i denne rapporten, blir ofte mengdene og målebrev mindre til å stole på. Sluttresultatet blir resultat av eit kompromiss og kan ende med ein grovt anslått «rund» sum, eller nokre prosessar kan bli satt til null og mengdene overført til andre prosessar.

Feil bruk av prosesskode

Som hovudregel skal det mykje til å avvike frå koden, men det skjer at ein gjer særavtalar på enkeltprosjekt og fører mengder på andre prosessar eller med justeringar i strid med koden. Det kan påvirke kor samanliknbart det prosjektet blir i denne rapporten.

Unøyaktighet og kunnskapsmangel

Feil med tal kan oppstå ved føring av resultata, og manglande innsikt hos meg eller veileder kan bidra til feiltolking av data.

5 Diskusjon

Val av prosjekt

Oppgåva handla om å analysere eit betydeleg antal vegprosjekt med større massearbeid i Nord-Noreg dei siste 12-13 åra. Det viste seg kjapt at det ikkje var ubegrensa med tilgang på aktuelle prosjekt. Dei måtte vere ferdigstilt, ha tilgjengelege data og vere gjennomført som einingspriskontraktar med målebrev. Enkelte av prosjekta i denne rapporten har manglar eller stor usikkerheit på deler av datagrunnlaget, men andre prosjekt vart også heilt forkasta fordi dei ikkje hadde gode nok sluttoppgjør til å vere brukbare. Ei utfordring verkar her å vere at når vegen er opna så går alle vidare til neste prosjekt og føring av sluttoppgjør og dokumentasjon på det fullførte prosjektet blir litt gløymd av. Særleg verkar dette å gjelde prosjekt med konflikter i etterkant, som Røvika-Strømsnes og Kråkmofjellet nord. Det er ei utfordring for å kunne bruke data i etterkant til analyser som dette.

Datakvalitet

Til den reinte numeriske første analysen var dataane stort sett godt brukbare, med unntak av nokre enkeltprosessar på nokre prosjekt kor ein enkelt kunne forstå at noko ikkje stemde, i og med at tala var påfallande «runde» eller at store prosessar stod i null. Slike tal tydar ofte på ein konflikt eller ei særskild avtale om oppgjør på den prosessen og det er ikkje sikkert summen stemmer med det reelt utførte arbeidet. I andre tilfelle kan overføring av massar mellom naboprojekt gje feilaktive tal i eit prosjekt. Slike avvik skil seg ut og er ofte enkle å oppdage, men vanskeleg å kompensere for dersom ikkje dei tilførte mengdene er lista på ein eigen prosess.

Prosjektering

Det framstår for alle prosjekta som at deler av projekteringa er gjort utan gode data til grunn og det ender opp med prosjekterte verdiar som avvik ganske sterkt frå det reelle. Her verkar det særleg som lausmassar er ein gjengangar. Å anta at gjennomsnittleg djupne av lausmassar i normalt frodig terreng under tregrensa skal

ligge på rundt 0,5 m verkar å vere ei klar underestimering, det ser vi både for prosjekta Tverlandshalvøya, Kråkmofjellet og Riksgrensen-Skibotn. Vi ser at nedgangen på denne prosessen for Røvika-Strømsnes ikkje er knytt til same problem. Der er det lagt inn mengder for langt meir motfyllingar enn det som finst i prosjektkart og tverrprofilar. Det kan nok vere fristande å ta litt ekstra i, særleg om ein er usikker, men risikoen med overestimering er at det kan påverke prisen ugunstig om ein entreprenør set ein låg pris på ein stor post som seinare viser seg å bli mykje mindre, men samtidig satte ein høg pris på noko som går opp i mengde og får dermed godt betalt.

Sprenging er ein prosess som med unntak av Røvik-Strømsnes aldri går nemneverdig under kontraktssum, men derimot ofte går over utan at det er heilt lett å sjå *kor* den går opp i mengde. Analysen tydar på at det ofte blir tatt litt ekstra i skjeringar og at det veldig sjeldan blir sprengt *mindre* enn prosjektert. Ei mogleg forklaring på dette er at prosjekteringa i for liten grad tar inn blokkutfall og ugunstige foliasjonar som krev ekstra sprenging. Det kan difor vere smart å heve marginane litt når ein prosjekterer sprengningsprofilar, alternativt bør Vegvesenet bli mindre villige til å akseptere utviding av profilet.

Ser vi på mengdene for prosjekta ser vi og at samanhengen mellom endring i sprenging og transport av sprengt stein er ganske tydeleg. Med unntak av prosjekt kor det går større mengder stein inn eller ut av prosjektet plar desse som venta å ha ganske lik utvikling.

Kor går endringane?

Det er ein tydeleg tendens at dei store prosjekta har størst mengdeendringar, både i absolutte og relative verdiar. Om vi ser bort ifrå sprengsteinen (prosess 26) på Brattlia-Leirosen er det ingen av dei tre største prosjekta kor dette kan skuldast flytting av massar mellom prosjekt. For det begrensa datautvalet vi har her er det altså slik at når prosjekta blir større blir endringane også store. Ein skulle tenkje seg at endringar i store prosjekt vill «nulle ut» kvarandre, men det kan også tenkjast det motsatte, at systematiske feil og underestimeringar gjennom heile prosjektet vil få store sluttsommar. Det kan også vere det er større press på å kutte kostnadane i store prosjekt for å få igangsatt prosjektet. Det kan til dømes forklare minimale sprengingsprofilar, men så ombestemmer byggherre seg undervegs i gjennomføringa.

Ei anna moglegheit er også at store prosjekt går i meir jomfrueleg terreng med større usikkerheit.

Ser vi på dei resterande ni prosjekta derimot, er det langt mindre avvik. Det er enkeltprosessar som har store utslag, men i sum ligg prosessane på desse prosjekta innanfor +/- 15 % avvik frå kontraktsmengde. Det er også verd å merke seg at 13 av dei totalt 35 prosessane på dei 12 prosjekta har negativ endring. 13 av 26 om ein ikkje tel med dei tre største prosjekta. Utfordringa for gjennomsnittet er at når det sprekket i positiv retning kan det sprekket bli mykje større. I den retninga kan det sprekket med 100-200 %, medan det sjeldan går meir enn 20-30 % i negativ retning. For at snittet skal hamne rundt 0 bør difor fleirtalet av prosjekt gå 5-10% under projektert, for å kompensere for dei få som går kraftig over.

6 Konklusjon

Det er vanskeleg å konkludere klart på bakgrunn av dei føregåande analysane fordi mengden og kvaliteten på data og tolkninga av dei er for usikker til å konkludere med klare trendar. Det verkar som store prosjekt har større risiko for å gå høgt over prosjekterte mengder på alle tre prosessane, men samtidig er det andre prosjekt som ikkje er mykje mindre som treff bra. Ei fullstendig oversikt over alle prosjekt i regionen, inkludert tilstøytande prosjekt der det har vore utveksling av massar, ville nok gjeve eit meit nyansert bilde. Men det er nok eit for stort prosjekt for ei individuell bacheloroppgåve.

Sprenging

Sprengning hamnar jamnt noko over det prosjekterte, men er sjeldan veldig mykje over. Med tanke på massebalanse er det oftast ein fordel at denne ikkje går mykje under heller, så det er ikkje sikkert det er eit problem.

Skal eit likevel prøve å treffe betre med estimata verkar det som ein enten bør prosjektere med større marginar og ta større omsyn til fare for utfall, eventuelt bli strengare med entreprenør si utføring at prosjektert profil og ikkje akseptere volum utanfor.

Masseflytting av jord

Jordmassane er den mest uforutsigbare prosessen. Det er mykje som tyder på at ein gjer lite forundersøkingar av jordmengder langst traseen og heller nyttar grove estimat. For prosjekta utanom dei tre store går jordmengdene under prosjektert i snitt, men på enkeltprosjekt kan dei bomme kraftig. Ein må vurdere kor mykje jobb det er å prosjektere meir nøyaktige djupnar til fjell opp mot gevinsten. Dersom store ekstra jordmasser eller for lite ikkje har store konsekvensar kan det vere like greitt å halde fram som no.

Masseflytting av sprengt stein

Sprengt stein er den prosessen som mest konsekvent går over det prosjekterte. Den følger stort sett mengdene av sprenging, men stort sett litt over. Nokre gonger kan den også gå kraftig over og det er mest sannsynleg fordi det er tilført stein utanfrå eller stor auke i sprengstein krev mellomlagring som gjev dobbel transport. Store overskot av sprengstein kan vere utfordrande å handtere, så det er eit poeng å prøve å treffe godt på prosjekteringa.

7 Forsking og utvikling

Med bakgrunn i oppgåva er eg kommen til følgjande forslag til område det kan vere gunstig å forske på for treffe betre med prosjektering og gjennomføring av vegprosjekt:

1. Forske på betre og enklare metoder for å registrere kor djupt jordlaget er ned til fjell, slik at ein enkelt kan kartlegge heile vegtrasear. Her er resistivitetmålingar ein mogleg teknologi å utnytte enno betre.
2. Lage rutiner for betre rapportering av mengder, også frå prosjektering. Tverrprofilane bør ha ein masserapport for kvart profil som gjer det enkelt å samanstillе dei med dokumentasjonen i målebrev på utført arbeid for å oppdage større endringar.
3. Utvikle betre rutinar for logge «flytting» av massar mellom ulike underprosessar, samt begrunne auka eller reduserte mengder *når* det skjer, slik at grunnlaget for å lære av tidlegare feil blir betre.

For å ta temaet for denne oppgåva vidare bør ein sjå på å gjere ei meir omfattande detaljanalyse av prosjekter, og da helst med bruk av digitale vegmodellar og ikkje berre tverrprofilar og målebrev, for erfaringa her er at dei gjev mangelfull informasjon for å kunne dra sikre konklusjonar om årsakene til masseendringar.

8 Kjelder

Statens Vegvesen håndbok N200 Vegbygging, 2018. Oslo: Vegdirektoratet.

Statens Vegvesen håndbok R211 Feltundersøkelser, 2018. Oslo: Vegdirektoratet.

Statens Vegvesen håndbok R761 Prosesskode 1, 2018. Oslo: Vegdirektoratet.

Statens Vegvesen håndbok 025 Prosesskode 1, 2007. Oslo: Vegdirektoratet.

Nilsen, B., 2012. *Ingeniørgeologi - berg : grunnkurskompendium*. Trondheim: Tapir akademisk forlag, Kompendieforlaget .

Statens Vegvesen rapport, 2017. Bygging av store veganlegg i Norden -
Sammenligning av kostnader

Hansen, Fremstad, Dahl, 2017. Sammenligning av antatt og faktisk tunnelsikring,
bacheloroppgave. Trondheim: NTNU

Byggherrestrategi, 2018. Byggherreseksjonen. Henta frå NTNU Blackboard,
TBYG3008

Vedlegg

1. Artikkel
2. Plakat