

Optimalisering av anleggsmaskindrift og massehåndtering ved Norsk havteknologisenter

Optimization of Construction Machinery Operation and Bulk Handling at Ocean Space Centre

Trondheim Mai 2024

Navn studenter:

Isak Tysnes Mathisen
Anders Læg Reid

Intern veileder:
Omar Kusay Sabri

Ekstern veileder:
Hallvard Wennevold

Prosjektnr:
2024 - 44

Rapporten er ÅPEN



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Rapporten er ÅPEN

Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål

Overordnet tema for bacheloroppgaven er anleggsdrift. Oppgaven handler om valget mellom eierskap versus innlei av anleggsmaskiner, samt massehåndtering i Trym Anlegg AS sitt arbeid med NTNU's nye campus, "Norsk havteknologisenter". Målet med bacheloroppgaven er å gjøre rede for hvordan valget mellom leie og eierskap av anleggsmaskiner påvirker sentrale deler ved et prosjekt. I tillegg til å se på fordeler og ulempene dette valget medbringer. Som nevnt er det også et mål å gjøre rede for hvordan massehåndtering, i form av internlagring og salg, kan gjennomføres ved Norsk havteknologisenter, og i hvilken grad det påvirker økonomien og miljøet ved prosjektet. Dette skal oppnås ved analyser og beregninger av flere forskjellige faktorer.

Det finnes en del litteratur og forskning som er mer eller mindre relevante for deler av temaene. Utfordringen er derimot å finne tidligere arbeid knyttet opp mot problemstillingene.

Avslutningsvis vil bacheloroppgaven ha en konklusjon, i form av et eller flere avsnitt, hvor fordeler, ulemper og ikke minst muligheter, vil bli belyst. Målet for denne oppgaven, vil da være å bidra til å øke kunnskapen både for forfatterne selv, men også anleggsbransjen generelt, og være et hjelpemiddel for fremtidige prosjekter innen anleggsdrift.

Resultatmål:

- Formulere oppgavens problem på en god og oversiktlig måte
- Innhente et tilstrekkelig teoretisk grunnlag for videre arbeid
- Presentere resultatene på en god og gjennomført måte
- Gjennomføre en diskusjon som tar for seg begge sider av saken med en kritisk refleksjon
- Konkludere ut ifra resultater og diskusjon

Forord

Bacheloroppgaven har vært et samarbeid mellom student Anders Læg Reid og student Isak Tysnes Mathisen. Oppgaven er skrevet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU Trondheim, hvor begge forfatterne også har blitt undervist de siste tre årene. De to forfatterne har lite praktisk erfaring og kompetanse innenfor temaene, men har blitt undervist i flere anleggsgfag høsten 2023. Av den praktiske kompetansen forfatterne innehar, inkluderes tidligere sommerjobber i både konsulent- og entreprenørfirmaer.

Vi har som nevnt ingen kompetansetung erfaring fra dette fagfeltet fra før, men har gjennom undervisning i aktuelle fag, samt samtaler med andre representanter fra anleggsbransjen, blitt motivert og fascinert av bacheloroppgavens fagfelt. Valg av temaer ble derfor en relativt enkel oppgave for oss. Det burde også nevnes at interessen vi har for fagfeltet, kommer med tanke på arbeidslivet etter endt studie. Vi er altså interesserte i å kunne jobbe innenfor dette fagfeltet når den tid kommer.

Arbeidsprosessen var god og uten store problemer. Eventuelle utfordringer som oppsto underveis i oppgaveskrivingen, ble løst på en tilstrekkelig måte. Mye av grunnen til dette var det gode samarbeidet mellom oss som skrev oppgaven sammen. God dialog og planlegging la grunnlaget for en god og smertefri samarbeidsperiode. Som samarbeidspartnere, er vi også svært fornøyde med hvordan arbeidsfordelingen har fungert. Begge parter har bidratt med sine kompetanser og ferdigheter der det trengtes. Resultatet ble da en god og jevnt fordelt arbeidsmengde.

Først og fremst sendes en takk til ekstern bedrift, Trym Anlegg, som har delt egne data og erfaringer med oss. I tillegg har de fungert som en sparringpartner gjennom arbeidsperioden dersom vi har trengt det. De har også vært så hjelpsomme at de har lagt til rette for at vi fikk en kontorplass å skrive oppgave på, i deres lokaler. Videre takkes også intern veileder, Omar K. Sabri, for god og tydelig veiledning, samt kontinuerlige tilbakemeldinger gjennom våren. Helt til slutt vil forfatterne takke hverandre for godt og fruktbart samarbeid.

Sammendrag

I denne bacheloroppgaven som omhandler problemstillingene ”Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner prosjektkostnadene og prosjektvirksomheten?” og ”Hvordan vil internlagring og salg av sprengstein fungere ved Norsk havteknologisenter, og hvordan vil det påvirke kostnader og miljøet?” har forfatterne samlet inn og bearbeidet informasjon og data. Dette er blitt gjort gjennom dokumentdeling på mail, samt samtaler og intervjuer med erfarne fagpersoner. Ut ifra dette har forfatterne funnet svar på sine problemstillinger. Det er konkludert med at hverken leie eller eie er et klart bedre valg enn alternativet. Det er derimot konkludert med at valget mellom leie og eie er komplekst og avhenger av en rekke faktorer som blant annet økonomi og miljøpåvirkning. I henhold til problemstillingen knyttet til internlagring, er det konkludert med at at det så absolutt er mulig med internlagring og videre salg av sprengsteinen ved Norsk havteknologisenter. Oppgaven har også resultert i oppdagelser av mulige løsninger på internlagring som kan gi store potensielle økonomiske og miljømessige gevinster. Dette gjelder ikke bare for Norsk havteknologisenter, men også for andre fremtidige prosjekter.

Abstract

This bachelors degree addresses the following research questions: "How does the choice of either owning or renting construction site machinery affect the project costs and the project operation?" and "How would internal storage and resale of blasted rock work at Ocean Space Centre, and how does this affect the project costs and the environment?". During the project writing the authors have collected and processed data and usefull information from several external sources. With this data and information, the authors have come to some appropriate conclusions. The first of which is that there are several prominent factors and variables which affects both the project costs and also the project operation. In accordance to the second research question, the group have come to the conclusion that it is very much possible to engage in internal storage and further sale of blasted rock at Ocean Space Centre. The task writing have also resulted in discoveries of possible sololutions which could solve the internal storage issue, and possibly lead to even bigger environmental and economic profits. This also applies to other projects, not just Ocean Space Centre.

Innhold

Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål	i
Forord	iii
Sammendrag	v
Abstract	vii
Figurliste	xiii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for rapporten	1
1.1.1 Forfatterens bakgrunn	1
1.1.2 Norsk havteknologisenter	1
1.2 Problemstillinger	2
1.3 Målsetting	2
1.4 Avgrensing	2
1.5 Oppgavens oppbygning	3
1.6 Relevans	3
2 Teori	4
2.1 Eierskap versus innleie av anleggsmaskiner	4
2.1.1 Leie av anleggsmaskiner	4
2.1.2 Eierskap av anleggsmaskiner	5
2.2 Delingsøkonomi	6
2.3 "Item-sharing"	6
2.4 Deponi og internlagring	7
2.4.1 Omregningsfaktor	7
2.4.2 Internlagring og salg	8
2.4.3 Deponi	8
2.4.4 Ombruk	8
2.4.5 Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	9
2.4.6 Transportkostnader	9
2.5 Anleggsmaskiner	9
2.5.1 Gravemaskiner	9

2.5.2	Masseforflytningsmaskiner	10
2.6	Arbeidstid	10
2.7	Prosjektets varighet	11
2.8	Drivstofforbruk hos gravemaskinene	11
2.9	Miljøkrav og retningslinjer	11
2.9.1	Spesifikke miljøkrav for Norsk havteknologisenter	12
2.9.2	Generelle krav	13
3	Metode	14
3.1	Litteratur	14
3.1.1	Kompendium	14
3.1.2	Eksterne artikler	14
3.1.3	Håndbøker	15
3.2	Innhenting av data	15
3.2.1	Ekstern bedrift	15
3.2.2	Andre bedrifter	16
3.3	Beregning av data	16
3.3.1	Kostnader av anleggsmaskiner	16
3.3.2	Internlagring og salg av steinmasser	17
3.4	Analyse av krav	17
3.5	Intervjuer	17
3.6	Formler	18
4	Resultater	19
4.1	Kostnadsberegning	19
4.1.1	Beregningsresultater	20
4.2	Effektivitet og fleksibilitet på prosjekt	21
4.3	Miljøpåvirkning ved eierskap versus leie av anleggsmaskiner	22
4.3.1	Elektrifisering	22
4.3.2	”Item-sharing” og delingsøkonomi	22
4.4	Totalt volum av sprengstein	25
4.5	Kostnad ved transport og levering av sprengstein	26
4.6	Totalt volum til internlagring	26
4.7	Kostnadsbesparelse og utførelse ved internlagring og salg	28
4.8	Drivstofforbruk hos gravemaskinene	28

4.9	CO_2 -utslipp	29
4.9.1	Gravemaskiner	29
4.9.2	Transport av masse	29
4.9.3	Forskjell i drivstoffkostnad	30
4.10	Internlagringens påvirkning på CO_2 -utslippet	31
4.11	Hvor stort er potensialet med internlagring og salg, og hvordan påvirker det økonomi og CO_2 -utslipp?	31
5	Diskusjon	32
5.1	Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner prosjektkostnadene og prosjektvirksomheten?	32
5.1.1	Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner prosjektkostnadene?	32
5.1.2	Hvilke faktorer i henhold til vedlikehold bør vurderes når en sammenligner kostnadene ved leie og eierskap?	33
5.1.3	Hvordan kan valget mellom leie og eie påvirke miljøavtrykket?	34
5.1.4	Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner operasjonell fleksibilitet?	35
5.1.5	Hvordan påvirkes prosjektytelsen ved valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner?	37
5.1.6	”Station-based sharing” eller ”free-floating sharing”?	38
5.2	Internlagring og salg av sprengstein ved Norsk havteknologisenter	39
5.2.1	Hvor mye stein skal fjernes og hvor stort volum er tilgjengelig for internlagring?	39
5.2.2	Kan dette gjennomføres uten problemer for drift og økonomi?	39
5.2.3	Hvordan er miljøpåvirkning med internlagring og salg?	40
5.2.4	Potensialet med internlagring og salg ved Norsk havteknologisenter	41
5.3	Usikkerheter ved forfatterens tilnærming og fremgangsmåte	42
5.4	Videre arbeid med tema	43
6	Konklusjon	44
6.1	Hvordan valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner påvirker prosjektkostnadene og prosjektvirksomheten:	44
6.2	Hvordan vil internlagring og salg av sprengstein fungere ved Norsk havteknologisenter, og hvordan vil det påvirke kostnader og miljøet?	45

Vedleggsliste

48

Figurliste

1.1	En virtuell fremstilling av Norsk havteknologisenter. Bildet er hentet fra prosjektets nettside	1
2.1	Veiledende omregningsfaktor	7
2.2	CAT 326 er en 30-tonners gravemaskin som brukes ved Norsk havteknologisenter. Bildet er hentet fra Pon Cat sine nettsider	10
4.1	Kostnadsutviklingen til en CAT 326, krysningspunkt markert	20
4.2	Kostnadsutviklingen til en CAT 326 med eh markert	21
4.3	Kilometric performance[5]	23
4.4	Totalt utslipp ved leie versus eierskap, i forhold til fotavtrykk[5]	24
4.5	Miljømessige fordeler med deling av sykler i Shanghai[13]	25
4.6	Internlagring	26
4.7	Avstand fra Tyholttårnet til Bratbergsvegen 296	30

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for rapporten

1.1.1 Forfatterens bakgrunn

Det grunnleggende temaet for oppgaven omhandler både generell anleggsdrift, samt deler av den spesifikke anleggsdriften ved Norsk havteknologisenter. Begge forfatterne går bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim, og tar anleggsgfag. Derfor ble valget av tema naturlig. Forfatterne har over en lengre periode hatt interesse for bygge- og anleggsplassvirksomhet, samt hvordan entreprenørene administrerer og drifter disse.

1.1.2 Norsk havteknologisenter

Det har i flere år blitt diskutert og vurdert å bygge et nytt campus for Institutt for marinteknikk ved NTNU. I desember 2021[1] ble det endelig bestemt at regjeringen skulle finansiere prosjektet Norsk havteknologisenter. Prosjektet ble satt i gang i 2022, og har som mål å ferdigstilles i 2028. Byggherre for prosjektet Norsk havteknologisenter er Statsbygg på vegne av Nærings- og fiskeridepartementet, mens de utførende oppgavene har blitt tildelt entreprenørene Ruta Entreprenør, Trym Anlegg og HENT. Trym Anlegg blir herfra omtalt som kun Trym. Entreprenørene står for henholdsvis rive-, grunn- og byggearbeid for Professor Mørchs' hus, rive- og grunnarbeid for Bassengbygget og selve byggingen av Bassengbygget[2].



Figur 1.1: En virtuell fremstilling av Norsk havteknologisenter. Bildet er hentet fra prosjektets nettside

Store deler av Norsk havteknologisenter vil være nybygg, men den nye campusen vil også bestå av noen rehabiliterte bygg. Til sammen skal det totale arealet av nybyggene på campus utgjøre 45 000 kvadratmeter[1]. Disse 45 000 kvadratmeterne skal blant annet romme flertallige undervisningsrom for studenter, forskjellige laboratorier og ikke minst et 3 000 kvadratmeter stort basseng[3]. Gjennom de nevnte oppgraderingene av fasilitetene til NTNU sitt Institutt for marinteknikk, er målet at Norsk havteknologisenter skal bli et nasjonalt kunnskapscenter for utvikling av havnæringene.

1.2 Problemstillinger

Denne bacheloroppgaven tar i all hovedsak for seg to nøye utvalgte hovedproblemstillinger:

- **Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner prosjekt-kostnadene og prosjektvirksomheten?**
- **Hvordan vil internlagring og salg av sprengstein fungere ved Norsk havteknologisenter, og hvordan vil det påvirke kostnader og miljøet?**

1.3 Målsetting

Målet med oppgaven er å oppnå en god og forbedret forståelse av anleggsvirksomheten, spesielt knyttet opp mot drift og bruk av anleggsmaskinene og prosessen som omhandler internlagring og deponering. I kjølvannet av dette håper forfatterne på et godt resultat som kan knyttes opp mot oppgavens temaer og problemstillinger. I henhold til de mer spesifikke målsettingene, er det å komme fram til eventuelle løsninger og muligheter som reduserer kostnader bundet opp mot anleggsdriften og eventuelle tiltak som kan redusere prosjektets miljøpåvirkning ved flytting av masser, sett på som ønskelig å oppnå.

1.4 Avgrensing

Anleggsdrift generelt er et omfattende tema, og forfatterne har derfor valgt å begrense temaet til anleggsmaskinbruken og masseflyttingsprosessene i anleggsvirksomheten.

1.5 Oppgavens oppbygning

Oppgaven er strukturert på en slik måte at den skal belyse problemstillingene for så videre å utdype og forklare resultatmålet med oppgaven.

Etter en kort introduksjon av oppgaven, innledes oppgaven med en teori- og metodedel. Disse skal gi leseren innsikt i teorien og kunnskapen forfatterne har opparbeidet seg i forkant, og underveis i oppgaven. I tillegg vil metodedelen gi leseren en forståelse i hvordan forfatterne har jobbet og bearbeidet innhentet data gjennom prosjektperioden. Videre vil en resultatdel vise til hva forfatterne har funnet ut gjennom oppgaveskrivingen og undersøkelsene. Deretter vil diskusjonsdelen bruke resultatene til å videre drøfte og belyse ulike løsninger og resultater med tilhørende fordeler og ulemper. Avslutningsvis vil konklusjonsdelen ta for seg avgjørende konklusjoner og slutninger forfatterne har kommet fram til, og presentere disse for leseren.

Det kan også være verdt å merke seg at de tilhørende underpunktene og avsnittene i teori-, resultat-, diskusjons- og konklusjonsdelen er satt opp i en rekkefølge som sammenfaller med rekkefølgen på oppgavens problemstillinger. Altså vil den første av de to hovedproblemstillingene kommenteres først i alle de delene som er nevnt i over.

1.6 Relevans

Problemstillingene som denne bacheloroppgaven presenterer er aktuelle temaer for anleggsbransjen, men som også er i resten av samfunnets interesse.

De økonomiske aspektene som oppgaven belyser, vil nok være mest aktuelle for anleggsbransjen i seg selv, og da spesielt entreprenørene i samme bransje. Likevel vil en god økonomisk flyt, samt en god effektivitet på anleggsprosjekt, være fordelaktig for resten av samfunnet.

Når det gjelder masseflyttingen og den miljøpåvirkningen denne har hos Norsk havteknologisenter, vil dette være relevant for både anleggsbransjen og samfunnet grunnet flere av de samme grunnene. Minkede klimautslipp og forbedrede løsninger vil alltid være i alle de involvertes interesse.

2 Teori

2.1 Eierskap versus innleie av anleggsmaskiner

Forfatterne gikk inn i denne bacheloroppgaven med et ønske om blant annet å finne ut av hvilke fordeler og ulemper som forekommer ved å eie, samt ved å leie anleggsmaskiner for en anleggsentreprenør. Forfatterne hadde svært lite erfaring med innleie eller administrasjon av anleggsmaskiner fra før, og måtte derfor innledningsvis danne seg et grunnlag og en generell forståelse av hvordan eierskap og innleie av anleggsmaskiner fungerte i praksis. Da det finnes lite tilgjengelig litteratur knyttet direkte opp mot dette temaet, måtte forfatterne hente inn teori og data på alternative måter.

Når det kommer til anleggsdrift hvor en trenger å benytte anleggsmaskiner, kan anleggsmaskiner skaffes på to hovedmåter. Enkelt forklart kan entreprenøren enten eie egne maskiner, eller så kan maskiner leies inn fra eksterne bedrifter. Her spiller mange forskjellige faktorer inn i henhold til de økonomiske aspektene. Nettopp hvordan dette påvirker økonomien og prosjektvirksomheten til et anleggsprosjekt, er en problemstilling forfatterne ønsker å sette seg inn i. I anleggsbransjen er det flere forskjellige type maskiner som går under betegnelsen ”anleggsmaskin”, som for eksempel lastebiler, dumpere, hjullastere, borerigger og gravemaskiner. I denne delen av oppgaven vil gravemaskinene bli satt i fokus.

2.1.1 Leie av anleggsmaskiner

Det å leie inn anleggsmaskiner innebærer flere ting. Når en leier inn anleggsmaskiner fra en annen bedrift, betaler innleieren en avtalt sum til den eksterne bedriften som leier ut. Akkurat hvilken sum som blir bestemt, varierer fra avtale til avtale, dette gjelder også for hvilke betingelser som inkluderes. Disse avtalesummene kan basere seg på antall timer maskinen er i bruk, en bestemt dags- eller månedspris, eller lignende. Avtalene kan også inkludere maskinfører eller andre avtalte betingelser.

Det finnes flere forskjellige leieavtaler entreprenøren kan benytte seg av. Hvilken type avtale det er snakk om, avhenger av betingelsene som er nevnt i avsnittet over. Den mest fremtredende faktoren som spiller inn, er lengden av leieperioden. En kan for eksempel inngå avtaler om langtidsleie, som vil si at det inngås en avtale om at entreprenøren skal leie inn en gravemaskin i en bestemt periode. Dette er mest vanlig når entreprenør

arbeider på et forutsigbart prosjekt, hvor en vet at det trengs en gravemaskin i hele den nevnte perioden.

Alternativet til en slik avtale, er korttidsleie. Her leies gravemaskinene inn måned for måned eller uke for uke. Altså vil entreprenøren kunne avbryte leieperioden i løpet av kort tid, om det trengs. En slik leieavtale legger i større grad til rette for mer fleksibilitet for entreprenøren og dermed også prosjektvirksomheten.

En annen og litt annerledes form for innleie av anleggsmaskiner, er innleie av en underentreprenør (UE). En slik avtale innebærer at prosjektledelsen ikke bare leier inn anleggsmaskiner og eventuelle maskinførere, men også en annen entreprenør til å gjøre deler av prosjektarbeidet for dem. Selv om dette er en relevant leiemetode som mange entreprenører bruker, vil ikke innleie og bruk av UE bli diskutert nevneverdig i denne oppgaven.

En siste form for innleie av anleggsmaskiner kalles for "internleie". Internleie innebærer at selve prosjektet leier inn anleggsmaskiner fra egen entreprenør. Altså leier prosjektet inn anleggsmaskiner internt fra eget selskap. Da det i dette tilfellet er den overliggende entreprenøren som eier anleggsmaskinene, og ikke en ekstern utleier, vil en slik innleieavtale, i denne bacheloroppgaven, regnes som en form for eierskap av anleggsmaskinene.

2.1.2 Eierskap av anleggsmaskiner

Som nevnt, er det å eie sine egne anleggsmaskiner et alternativ til å leie dem inn. Sammenlignet ved innleie av maskiner, så vil en bedrift som velger å kjøpe inn sine egne maskiner, måtte ta hensyn til andre faktorer.

Etter samtaler med flere personer med stor erfaring fra anleggsbransjen, eksempelvis Trym og Vegard Olsen, har forfatterne fått innsikt i de ulike aspektene ved eierskap av anleggsmaskiner.

Hovedforskjellen mellom eierskap og leie av anleggsmaskiner, er investeringen entreprenør gjør ved kjøp av selve maskinen. Ifølge Pon Cat, som er en anerkjent gravemaskinforhandler og utvikler, koster eksempelvis en ny 31-tonners gravemaskin av typen CAT 326, 2 850 000 kroner (2024). Dette er en stor investering for entreprenøren, som ofte betaler summen med kun egenkapital, ifølge Trym. Etter en slik investering burde enhver entreprenør ha en forretningsplan eller modell for hvordan de skal forvalte maski-

nen videre. I Trym sin forretningsmodell vil de la gravemaskinen brukes i 8 000 - 12 000 effektive timer, avhengig av størrelsen på maskinen, før de selger den videre til omtrentlig 30 % av den originale kjøpesummen.

Nettopp hva som støtter oppunder eierskap og hvilke faktorer som støtter oppunder leie av anleggsmaskiner, vil forfatterne gå nærmere inn på i oppgavens diskusjons- og drøftingsdel.

2.2 Delingsøkonomi

Store Norske Leksikon (SNL) definerer delingsøkonomi som en økonomisk modell der det byttes, leies eller utveksles tjenester og eiendeler i samhandling med hverandre. Dette skjer gjennom digitale plattformer eller eksterne formidlingsaktører[4]. Videre beskriver SNL at et karakteristisk trekk ved delingsøkonomi er at utvekslingen i hovedsak foregår mellom privatpersoner. Dette blir omtalt som person-til-person-delning, eller peer-to-peer på engelsk. Aktiviteten kan derimot også skje mellom foretak og personer. I tillegg er ofte en tredjepart involvert for å sørge for at prosessen går som det skal.

2.3 ”Item-sharing”

”Item-sharing” er et behovsbasert konsept hvor utstyr eller produkter gjøres tilgjengelig gjennom en form for delingsøkonomi, som forklart i 2.2. En forskningsrapport av Moritz Behrend fra 2020 beskriver dette konseptet gjennom to ulike modeller[5]. Den ene omtales som ”station-based sharing”, og går ut på at det aktuelle produktet blir forsynt fra lokale stasjoner, hvor maskinene oppbevares mellom bruk. Brukere henter produktet og leier det for den nødvendige perioden. Den andre formen omtales som ”free-float sharing”, og går ut på at det aktuelle produktet overføres direkte til neste bruker. Dette fører til at produktet ikke trenger å leveres tilbake etter endt brukerperiode.

Rapporten sammenligner en salgsbasert modell opp mot de to forskjellige modellene for ”Item-sharing”, og diskuterer fordeler og ulemper ved disse. Den baserer diskusjonen på utslipp av CO_2 , hvor den studerer fotavtrykket til et nytt produkt opp mot utslippet knyttet til transport fra og til forbrukere. Videre blir andre former for transportrelatert forurensing neglisjert. Eksempler er forurensing i form av støv eller støy, i tillegg til utslipp i havet.

2.4 Deponi og internlagring

Ved Norsk havteknologisenter er det 152 000 fm^3 som skal sprenges og fraktes ut av anleggsplassen. Dette utgjør 243 000 lm^3 (1). Trym er pålagt å fjerne disse massene før neste kontrakt, som er selve bygget, har startdato. Derfor er de nødt til å finne en løsning på hva som skal gjøres med massene innen den tid. Avhengig av kvaliteten på steinen, finnes det ulike måter å håndtere massene på, for eksempel gjennom deponi eller ombruk. Til slutt er det også viktig å nevne kapittel 9 i Avfallsforskriften. I § 9-1 står det: ”Formålet med bestemmelsene i dette kapitlet er å sikre at deponering av avfall skjer på en forsvarlig og kontrollert måte slik at skadevirkninger på miljøet og menneskers helse forebygges eller reduseres så langt det er mulig.” [6] Dette betyr at steinmassene må lagres på en sikker måte. Om massene er forurenset, må de leveres til godkjente anlegg for å bearbeides eller deponeres.

2.4.1 Omregningsfaktor

Når det skal regnes på volum av masser, enten det er berg- eller løsmasser, er det viktig å presisere hvilken type masse det er snakk om. Rettere sagt, hvilken tilstand massen har. For å gjøre det, skilles det mellom tre ulike forhold:

- Teoretisk faste masser (fm^3): beskriver massen i fast, upåvirket form i grunnen før den er gravd opp eller sprengt ut. Fast tilstand.
- Løse masser (lm^3): beskriver massen etter den er lastet på transportmiddel. Løs tilstand.
- Anbrakte masser (am^3): beskriver massen etter den er anbrakt, bearbeidet og komprimert. Anbrakt tilstand.[7]

Figur 2.1: Veiledende omregningsfaktor

Type masse	a) Omregningsfaktor i forhold til teoretisk fast masse		
	Teoretisk fast	Løs	Anbrakt
Tunnelstein og stein fra grøft	1,00	1,80	1,50
Øvrig sprengstein	1,00	1,60	1,40
Morene, sand, grus	1,00	1,25	1,10
Leire, silt	1,00	1,15	1,00

a) Dette er gjennomsnittstall som vil variere noe med blant annet sprengningsmetode og bergart. Overberg inkludert

Grunnen til at det er viktig å skille mellom disse tre ulike tilstandene, er at en masse opptar forskjellig volum ut ifra hvilken tilstand massen er i. Med tanke på dette, er det beregnet ulike omregningsfaktorer som skal brukes når massene skal omregnes fra en tilstand til en annen. Løse og anbrakte masser vil oppta mer volum enn faste masser. Dette er fordi hulrom og luft vil utgjøre en mye større del av volumet i løs og anbrakt tilstand. For eksempel, om volumet i løs tilstand skal regnes ut ifra volumet i fast tilstand, er en nødt til å inkludere omregningsfaktoren. Omregningsfaktorene som brukes i denne oppgaven er hentet fra Tabell 7.4-1 Veiledende omregningsfaktor i Håndbok R761. Tabell 7.4-1 er lagt til som figur 2.1.

2.4.2 Internlagring og salg

Internlagring av steinmasser er en form for mellomlagring av løs- eller steinmasser på selve anleggsplassen. I hvilken grad massene kan selges, varierer fra avtal til avtale. I avtalen med Norges vassdrags- og energidirektorat er det uvisst om Trym tar betalt for steinmassene, dette grunnet at forfatterne ikke har fått full innsikt i de aktuelle avtalebetingelsene som omhandler dette. Forfatterne betegner likevel denne overleveringen av steinmasse for salg, men tar ikke hensyn til de eventuelle summene senere i oppgaven.

2.4.3 Deponi

Om steinmassene er av så dårlig kvalitet at den ikke kan sendes til en ombrukssentral eller brukes direkte i andre prosjekter, kan de deponeres. Når steinmasser deponeres, sendes de til et deponi som finner et passende sted å legge massene. Dersom det ikke er tiltenkt at de skal brukes på nytt, vil de bli liggende der i ubestemt tid.

2.4.4 Ombruk

Deponering er ofte siste løsning, og er et lite gunstig tiltak. Dette er verken gunstig for miljøet eller økonomien til Trym. Derfor er det ønskelig å bruke steinmassene om igjen. Dette kan for eksempel gjøres ved levering til ombruksstasjoner. I denne oppgaven brukes Franzefoss som eksempel. Om mulig, bearbeider de steinmassene og selger de videre til nytt bruk. Dette er en bærekraftig løsning for miljøet.

2.4.5 Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er underlagt Energidepartementet (ED). De har ansvar for å forvalte Norges vann- og energiressurser, i tillegg til å ivareta det statlige arbeidet knyttet til skredforebygging[8]. De blir herifra omtalt som kun NVE. På dette prosjektet har Trym avtale med NVE som sier at Trym ønsker å gi bort 35 000 lm^3 steinmasser til NVE. Denne massen skal NVE hente selv og transportere bort til deres bruk. Da forsvinner kostnadene for både transport til leveringssted og selve leveringen av massene. NVE har kapasitet til å ta i mot omtrent 500 lm^3 hver dag.

2.4.6 Transportkostnader

Ved Norsk havteknologisenter bruker Trym Ramlo Sandtak til å transportere steinmassene ut av anleggsplassen og til aktuelle steder. Med transportkostnader menes de utgiftene som kommer ved å få transportert de aktuelle steinmassene ut av anleggsplassen og til angitt sted. Etter dialog med Trym, har forfatterne fått vite at det koster 55 kr/tonn, eller 93,5 kr/ lm^3 for å levere til dem. Dette inkluderer transport til hoveddeponi. Levering til andre plasser enn hoveddeponi medfører andre priser. Ombrukstasjonen til Franzefoss brukes kun for å regne ut et eksempel på CO_2 -utslipp. Ellers brukes levering til hoveddeponiet for utregning av kostnader knyttet til transport og levering.

2.5 Anleggsmaskiner

Med anleggsmaskiner menes maskiner som brukes til blant annet flytting og bearbeiding av jord- og steinmasser, i tillegg til annet energikrevende arbeid som foregår på en anleggsplass. De kan kjøre ved hjelp av belter eller hjul, og kan gå på både fossilt og fossiltfritt drivstoff, i tillegg til elektrisitet. I denne oppgaven vil det fokuseres hovedsaklig på gravemaskiner, som på generell basis, vil omtales som anleggsmaskiner i denne oppgaven.

2.5.1 Gravemaskiner

Gravemaskinen er en allsidig maskin, som kan bekle flere roller på anleggsplassen. Likevel er gravemaskinens hovedrolle å grave opp stein- og løsmasser, i tillegg til å laste disse opp i fraktemaskiner. Det finnes gravemaskiner i forskjellige vekt og størrelser, som gir de forskjellig kapasitet og prisklasse. Vekten og størrelsen på gravemaskinen varierer ut

ifra bruksområde og grabbstørrelse, det vil si størrelsen på spaden til maskinen. Jo tyngre gravemaskinen er, jo større ansamlinger med løsmasse kan gravemaskinen flytte på av gangen.



Figur 2.2: CAT 326 er en 30-tonners gravemaskin som brukes ved Norsk havteknologisen-ter. Bildet er hentet fra Pon Cat sine nettsider

2.5.2 Masseforflytningsmaskiner

Masseforflytningsmaskiner er et samlebegrep på maskiner som løfter eller flytter på masser. De brukes blant annet på anleggsplassen for å sørge for at riktig masse havner på riktig sted. De brukes både til å frakte masse inn på, ut av og rundt inne på anleggsplassen. Eksempler på disse er hjullastere, dumpere, dozere, veihøvlere og beltelastere. Gravemaskiner kan også regnes som masseforflytningsmaskin, men de er beskrevet for seg selv i avsnitt 2.5.1. Lastebiler kan også nevnes når det er snakk om å flytte masser ut av anleggsplassen og på offentlig vei. Disse blir senere nevnt og brukt som eksempel i delen som tar for seg masseflytting og transport.

2.6 Arbeidstid

Under arbeidet Trym gjør på dette prosjektet, opereres det med forskjellige arbeidstider gjennom uken. Fra mandag til onsdag, er det som hovedregel drift fra klokken 7-19. Fra torsdag til fredag, er det derimot drift fra klokken 7-15. På lørdager og søndager er det som regel lite drift på anleggsplassen. Den eneste driften som foregår i helgene, er arbeid med spuntveggene. Arbeidet med spuntveggen tas ikke med i denne oppgaven, da det kun fokuseres på arbeidstiden tilknyttet graving og lasting. Dette gir da en total drift på 52

timer i uken. Ut ifra erfaring hos både Trym og produsenten av anleggsmaskiner, Pon Cat, estimeres det at gravemaskinene går på tomgang gjennomsnittlig 30-35 % av tiden. Dette fører til at omtrent 35 av de 52 timene i uken, er effektive timer for gravemaskinene.

2.7 Prosjektets varighet

Med prosjektets varighet menes perioden som knyttes til arbeidet med fjell og sprengstein, altså inkluderes ikke løsmassene. Første salve og arbeidet med sprengsteinen begynte i starten av juni 2023, og skal etter Trym sitt mål, bli ferdig- og klargjort til overlevering til neste kontrakt i slutten juni 2024. Dette gir en arbeidsperiode på rett i underkant av 13 måneder.

2.8 Drivstofforbruk hos gravemaskinene

Tallene under er erfaringstall fra Trym på prosjektet Norsk havteknologisenter og er fra mars måned. Det er derfor jobbet i kun tre av fire uker i mars, grunnet at anleggsmannskapet hadde fri i påskeuken. Derfor har forfatterne valgt å gange antall timer med en faktor på 1,33 i senere utregninger, for å få et gjennomsnittlig tall på hvor mange timer maskinene brukes i måneden. I følge Trym har anleggsmaskinene deres på Tyholt et gjennomsnittlig forbruk på 24,8 l/t.

8 tonner	20 tonner	30 tonner	40 tonner 1	40 tonner 2
Ca. 80 timer	Ca. 135 timer	Ca. 145 timer	Ca. 200 timer	Ca. 132 timer

2.9 Miljøkrav og retningslinjer

I løpet av de siste årene har bevaring av miljøet fått større fokus, dette gjelder også bygg- og anleggsbransjen. Dette motiveres blant annet av forskning og rapporter som sier at bygg- og anleggssektoren står for store mengder av det totale CO_2 -utslippet i Norge, i likhet med i resten av verden. En rapport utført av Miljødirektoratet fra 2023, sier at bygg- og anleggsvirksomheten, fra 2013 til 2021, hadde et årlig utslipp på 2,2-2,3 Mt CO_2e . Dette utgjorde 4,5 % av det totale utslippet i Norge gjennom denne perioden. Videre konkluderer rapporten med at omtrent 75 % av dette utslippet stammer fra anleggsvirksomhet[9]. Dette legger et godt grunnlag for motivasjon når det kommer til miljøkrav knyttet til denne oppgaven og anleggsbransjen generelt.

2.9.1 Spesifikke miljøkrav for Norsk havteknologisenter

Som en konsekvens av det økte fokuset på klimagassutslipp og forurensing, som er nevnt i 2.9, har anleggsnæringen blitt nødt til å endre seg i takt med dette. Tidligere var det mer eller mindre kun et økonomisk fokus på anbudsgivningen til prosjekter. Dette har ført til at en konsekvent kun har tenkt på økonomisk profitt, og nærmest neglisjert andre faktorer som klimagassutslipp og miljøpåvirkning. Derimot har nye og strengere miljøkrav fra statlige byggherrer, men senere også private, ført til en mer miljøvennlig retningsforandring i hele anleggsbransjen. Dette innebærer at byggherre oftere, og i større grad enn før, favoriserer de mer miljøvennlige prosjektløsningene, fremfor kun å se på de økonomiske utgiftene. Dette skiftet i anleggsbransjen har dermed ført til at spesifikke miljøkrav ofte er inkludert i enhver kontrakt mellom entreprenør og byggherre. Dette er da tilfelle ved prosjektet Norsk havteknologisenter, hvor disse kravene er oppgitt under:

- Fossilfri byggesplass. Dette innebærer at alle anleggsmaskiner inne på anleggsplassen, ekskludert lastebiler, skal gå på elektrisitet eller fossilfri diesel (HVO-100).
- Forventede klimagassutslipp for hele prosjektet inkludert massetransporten skal beregnes. Hvert kvartal regnes påløpte CO_2 -utslipp, i tillegg til at det resterende CO_2 -utslippet estimeres.
- Det skal opprettholdes sporbarhet på hvor løsmasser og fjell har blitt gjenbrukt eller deponert.
- Prosjektet skal oppnå minimum 90 % kildesortering på avfall basert på vekt. Avfallssorteringsgraf rapporteres månedlig i månedsrapport. Det er ønske om så lav andel med restavfall som mulig.
- Rene løsmasser leveres til godkjent deponi eller kan gjenbrukes internt eller på andre prosjekter og til andre entreprenører.
- Forurensede løsmasser i klasse 2 og høyere skal leveres til godkjent mottak (for eksempel Rimol Miljøpark).
- Røddlistede skadelige plantearter som har blitt oppdaget skal leveres til godkjent mottak.
- Ett generelt ønske om så høy mulig andel gjenbruk som mulig.

2.9.2 Generelle krav

I tillegg til miljøkrav, står anleggsbransjen overfor en rekke andre krav. Dette er innenfor blant annet helse, miljø, sikkerhet, kvalitetskontroller, arbeidsrettigheter og dokumentasjon. I motsetning til miljøkravene er disse kravene mindre relevant for denne oppgaven, og blir av den grunn ikke diskutert videre.

3 Metode

Denne delen av bacheloroppgaven viser til hvordan forfatterne har jobbet med og bearbeidet oppgaven under prosjektperioden. Med det menes hva forfatterne har gjort for å tilegne seg relevant kunnskap og data for å kunne løse og svare på problemstillingene på best mulig vis. Det gjøres også rede for hvordan kunnskapen og datamaterialet er anvendt for å komme frem til oppgavens resultater og vinklinger.

3.1 Litteratur

Forfatterne begynte med å lese seg opp på de aktuelle temaene og dannet seg dermed et adekvat forståelsesgrunnlag av oppgaven og temaene. Dette har forfatterne gjort ved å innhente relevant lesestoff og informasjon både ved artikkellese via nettet, men i også i stor grad ved intervjuer og samtaler med prosjektingeniører, maskinførere og økonomiansvarlige i ulike selskap.

3.1.1 Kompendium

Forfatterne har høsten 2023 hatt undervisning innenfor faget anleggsteknikk og har dermed hatt tilgang på gjeldende kompendium i emnene BYGT2315 Anleggsteknikk og TBA4150 Anleggsteknikk ved NTNU Trondheim. Dette kompendiet er blitt brukt for å tilegne seg bakgrunnskunnskap rundt temaene anlegg og anleggsdrift. Dette har vært med på å danne selve grunnlaget for interessen og gjennomføringen av denne bacheloroppgaven. Kompendiet er altså i all hovedsak blitt brukt til å skape en helhetlig forståelse for oppgavens tema.

3.1.2 Eksterne artikler

På nettet ligger det et flertall av nyttige artikler som angår flere av oppgavens temaer, spesielt i henhold problemstillingen ”Hvordan vil internlagring og salg av sprengstein fungere ved Norsk havteknologisenter, og hvordan vil det påvirke kostnader og miljøet?”. Disse artiklene er blant annet hentet fra Miljødirektoratet[9]. Forfatterne har brukt flere av disse for å tilegne seg relevant kunnskap og data. Disse artiklene har blitt aktivt brukt for å se på og å sammenligne tallverdier som baserer seg på klima- og miljøpåvirkning.

3.1.3 Håndbøker

Statens vegvesen har publisert en rekke håndbøker, som inneholder blant annet veinormaler. Veinormalene består av regler og krav som brukes som et viktig hjelpemiddel for arbeid knyttet vei og trafikkanlegg. I tillegg inneholder håndbøkene tilhørende veiledninger som forklarer hvordan disse reglene og kravene skal brukes[10].

3.2 Innhenting av data

En stor del av en slik bacheloroppgave baserer seg på innhentede tallverdier og aktuelle data. Forfatterne har derfor benyttet flere ulike metoder og databaser for å kunne samle inn tilstrekkelig mengder med data. Både epostkorrespondanse og intervjuer i form av Teamsmøter, i tillegg til møter på anleggsplassen til Norsk havteknologisenter, har vært forfatternes foretrukne metode for kommunikasjon med både Trym og andre eksterne intervjuobjekter.

3.2.1 Ekstern bedrift

På vei inn mot, samt gjennom hele prosjektperioden, har forfatterne hatt kontinuerlig dialog med ekstern bedrift, Trym. Dette har hjulpet både for forfatterne, men også for Trym ved at de har fått tatt del i prosessen. Dette har gitt Trym muligheten til å være med på å forme bacheloroppgaven. Gjennom dialog med Trym har forfatterne fått tilgang til diverse data som er aktuelle for oppgaven, og da spesielt de økonomiske verdiene og tall for masseflyttingen, som bygger oppunder selve bacheloroppgaven.

Som nevnt kort i 3.2, har forfatterne gjennomført intervjuer og møter med flere representanter fra Trym gjennom høsten, og spesielt våren. Disse møtene, samt korrespondanse via epost, har bidratt som en kontinuerlig informasjonkanal mellom Trym og forfatterne. Større spørsmål og vinklinger har blitt diskutert og omtalt under møtene, mens enklere dokumenter, spørsmål og fildelinger er gjennomført via epost.

3.2.2 Andre bedrifter

Gjennom prosjektperioden har forfatterne også vært i kontakt med flere andre bedrifter. En av de første bedriftene var Franzefoss, som ga forfatterne en innsikt i erfaringer og priser vedrørende deponering og gjenbruk av steinmaterialer.

En annen bedrift forfatterne har vært i kontakt med, er Pon Cat. Pon Cat er en ledende produsent av anleggsmaskiner, og de ga oss, på lik linje med Franzefoss, en innsikt i erfaringer og priser bedriften har. Denne informasjonen har blitt brukt til å regne ut totale kostnader for deres maskiner.

3.3 Beregning av data

Denne bacheloroppgaven drøfter og omhandler flere temaer som baserer seg på erfaringstall og verdier. Da er det svært viktig å klare å bearbeide og anvende tall og data forfatterne får tilsendt, på en riktig måte. For å bearbeide dataen, har forfatterne tatt i bruk flere forskjellige dataprogrammer. Excel, Latex via Overleaf og Microsoft Teams har vært de mest fremtredende dataprogrammene. Derav Excel til bruk ved utregninger, Overleaf til skriving av selve bacheloroppgaven og Microsoft Teams til fildeling og fillagring.

3.3.1 Kostnader av anleggsmaskiner

Da forfatterne har hatt et fokus på blant annet kostnadsberegninger av anleggsmaskiner i denne bacheloroppgaven, har forfatterne kommunisert med flere bedrifter, for å samle inn så mye data og erfaringer som mulig. Dette er gjort fordi forfatterne mener at en større database gir grunnlag for et mer nøyaktig resultat og konklusjon.

For å danne seg et godt forståelsegrunnlag av det økonomiske aspektet ved bygg- og anleggsdriften, hadde forfatterne et ekstra fokus på å stille spørsmål angående dette temaet i møte med bedriftene. Forfatterne hadde derfor forberedt ulike spørsmål knyttet opp mot kostnadene av anleggsmaskiner i bygg- og anleggsdriften, samt hvordan de ulike bedriftene håndterer disse kostnadene. Videre i prosessen har forfatterne laget flere passende Excel-filer som vil kunne bearbeide datamaterialet forfatterne har samlet inn.

3.3.2 Internlagring og salg av steinmasser

Internlagring og salg av steinmassene ved Norsk havteknologisenter er hovedtema for den andre problemstillingen. Det ble også her gjort en del beregninger. Disse bygger mye på tall og verdier som Trym har oppgitt, og gjelder blant annet priser, drivstofforbruk, tilgjengelig plass til lagring og mengde stein til NVE. Det ble gjort flere antagelser og forutsetninger som var så tett opp til virkeligheten som mulig for å avgrense omfanget av oppgaven.

3.4 Analyse av krav

Som nevnt i 2.9.1, stilles det en rekke krav fra byggherre til anleggsvirksomheten. I dette tilfellet er det Statsbygg som er byggherre. Forfatterne har blitt gjort oppmerksom på disse kravene gjennom dialog med entreprenør og byggherre på tilhørende prosjekt, i tillegg til for eksempel nettsiden til Lovdata[6]. For å sørge for at arbeidet som blir gjort i denne oppgaven etterfølger disse kravene, har forfatterne analysert kravene og deretter prøvd å finne løsninger som ivaretar disse.

3.5 Intervjuer

For å øke troverdigheten på oppgaven har forfatterne, som nevnt i 3.3.1, gjennomført intervjuer med flere personer og bedrifter som alle har relevante kunnskaper og erfaringer i henhold til oppgavens tema.

Intervjuene er gjennomført på videomøte, hvor forfatternes arbeid først ble introdusert. Deretter ble intervjuobjektene stilt flere relevante spørsmål knyttet til oppgaven. En del av intervjuene endte opp som samtaler hvor forfatterne og intervjuobjektene diskuterte ulike deler av oppgavens tema. Flesteparten av intervjuene endte altså opp som ustrukturerte intervju. Det er blir referert til disse ustrukturerte intervjuene flere steder i oppgaven.

En viktig del av intervjuprosessen var å finne passende intervjuobjekter. Forfatterne passet derfor på å gjøre tilstrekkelig forarbeid før de mulige intervjuobjektene ble kontaktet. Det var viktig for forfatterne at intervjuobjektene hadde relevant erfaring innenfor bygg- eller anleggsdrift, slik at de kunne komme med relevant innsikt under intervjuene.

3.6 Formler

Gjennom resultatdelen har forfatterne oppgitt flere beregnede summer. For å beholde flyten i teksten, er utregningene lagt til i Vedlegg 1, kalt Formler. Ved de summene hvor forfatterne mener at formelen for utregningen er viktig, er summene markert med et tall tilsvarende det som står ved siden av formelen i Vedlegg 1. Disse tallene står i en vanlig parentes, eksempelvis (1). Disse må ikke forveksles med referansehenviingen, hvor tallet står i en firkantparentes, eksempelvis [1].

4 Resultater

I denne oppgaven har forfatterne bearbeidet og undersøkt store mengder med data, som de har blitt presentert for. Disse resultatene vil bli redegjort for i dette kapittelet.

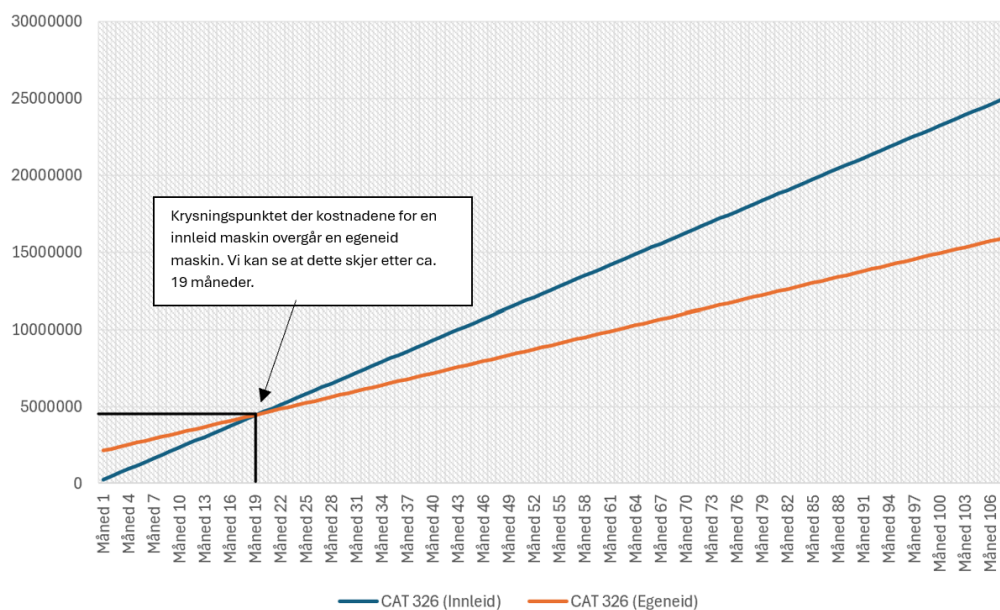
4.1 Kostnadsberegning

Forfatterne har sett på spesifikke eksempler av hvordan økonomien tilknyttet anleggsmaskiner påvirkes av eierskap versus innleie. Da det er svært mange kostnader som varierer fra leieavtale til leieavtale, har forfatterne i denne kostnadsberegningen tatt utgangspunkt i et flertall av fakturaer, økonomiske rapporter, samt erfaringstall fra både Trym og andre eksterne selskaper. Ut ifra dette har forfatterne kommet fram til passende antagelser og normaliseringer av kostnadene som knyttes opp mot driften av anleggsmaskinene.

Ut ifra det bearbeidede datamaterialet, kunne forfatterne lage et regnestykke med en tilhørende graf. Slik kunne forfatterne framstille de økonomiske variasjonene mellom eierskap og innleie av anleggsmaskiner grafisk. Som nevnt i avsnittet over, er det svært mange kostnader som i større eller mindre grad påvirker kostnadene av bruken av anleggsmaskinene. I dette tilfellet er kostnader tilknyttet maskinenes drivstoff, servicearbeid, reparasjoner, førerlønn og administreringarbeid inkludert. I tillegg er selvsagt maskinens innleiepris eller innkjøpspris også lagt til grunn. I dette tilfellet vil de kostnadene eksempelvis være henholdsvis 2 810 kroner/dag og 3 800 000 kroner. Det vil også være verdt å merke seg at forfatterne i denne beregningen har tatt hensyn til Trym sin forretningsmodell, som er beskrevet i avsnitt 2.1.2. Altså er den prosjekterte videresalgssummen trukket fra innkjøpssummen i regnestykket og dermed viser grafen en 30 % mindre innkjøpssum enn den faktiske summen.

4.1.1 Beregningsresultater

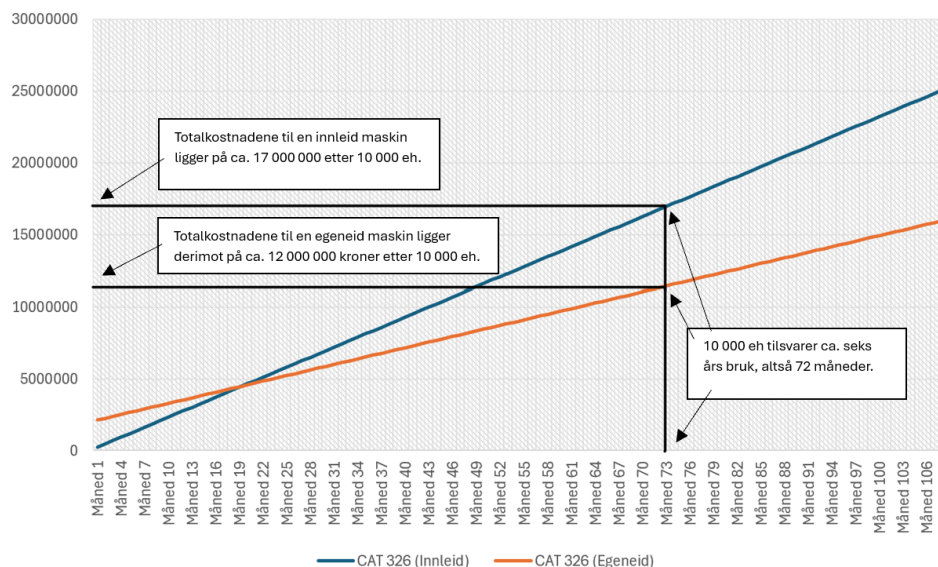
Beregningsresultatene er tydelige. De viser at det å eie en anleggsmaskin er vesentlig billigere enn å leie inn maskinen, i det lange løp. Figur 4.1 og figur 4.2 viser begge kostnadsutviklingen til en gravemaskin av typen CAT 326 over ni år.



Figur 4.1: Kostnadsutviklingen til en CAT 326, krysningspunkt markert

I figur 4.1 er også krysningspunktet mellom kostnadene for den innleide- og den egneide maskinen markert. Her kan en se at allerede etter 19 måneder, altså i overkant av kun halvannet år, vil de totale kostnadene tilknyttet innleie av anleggsmaskin overskride kostnadene ved kjøp av den samme maskinen. Ut ifra figur 4.1 kan en også merke seg at etter ni år, vil de totale kostnadene som påløper entreprenøren ved å leie inn anleggsmaskinen, bli nærmere 10 000 000 kroner mer enn ved innkjøp av den samme maskinen.

For å se nærmere på hvordan Trym sin forretningsmodell for anleggsmaskiner utspiller seg i dette scenariet, har forfatterne markert kostnadsdifferansen en egneid versus en innleid maskin vil ha etter 10 000 effektive timer (eh), altså omtrentlig da Trym selger anleggsmaskinene sine videre. Som en kan se ut ifra figur 4.2 så vil denne kostnadsdifferansen være på nærmere 6 000 000 kroner. Dette tilsvarer omtrentlig 50 % av de totale kostnadene en egneid anleggsmaskinen vil påløpe over de samme 10 000 effektive timene.



Figur 4.2: Kostnadsutviklingen til en CAT 326 med eh markert

4.2 Effektivitet og fleksibilitet på prosjekt

Da mange av aspektene ved effektivitet og fleksibilitet på anleggsplass er ikke-tallfestede verdier, vil det være vanskelig å komme med spesifikke resultater. Likevel vil erfaringstalene forfatterne har fått fra de eksterne kildene, bygge oppunder et tilstrekkelig resultat en kan ta med seg videre.

Ut ifra de nevnte samtalene forfatterne har hatt med kompetansetunge aktører innenfor bransjen, har forfatterne funnet ut at det er flere variabler som kan være med å påvirke effektiviteten og fleksibiliteten på et prosjekt. Ut ifra samtalene og intervjuene kom det tydelig fram at om en maskinfører har kjennskap til maskinen vedkommende skal kjøre, så vil det være fordelaktig. Ifølge Trym, vil effektiviteten til en maskinfører som kjenner maskinen sin, kunne øke med opptil 15 % i henhold til fremdriften vedkommende får gjort. Dette er betydelige sifre sett over en hel prosjektperiode.

Et annet viktig faktum som ble lagt fram i intervjuene og samtalene, var det at på prosjekter der entreprenører leier inn mesteparten av maskinparken, vil prosjektledelsen kjenne på en større fleksibilitet. Dette i henhold til at det vil være lettere å få leid inn nødvendige maskiner til alle slags bruk. Altså vil prosjektledelsen i praksis ha tilgang til en større og mer allsidig maskinpark, om en velger å leie inn anleggsmaskiner. Selv om dette også vil kunne medføre en større kostnad, sammenlignet med om man kun hadde benyttet sine egne maskiner.

4.3 Miljøpåvirkning ved eierskap versus leie av anleggsmaskiner

4.3.1 Elektrifisering

I likhet med mange andre kjøretøy, kan gravemaskiner også drives av elektrisitet istedenfor drivstoff. I gravemaskinens tilfelle, er dette en hel del dyrere. I en artikkel fra Næringsforeningen sier daglig leder i Bjelland AS, Joakim Hetland, at elektriske anleggsmaskiner er mye dyrere enn fossildrevne[11]. Han kommenterer at timesprisen for en fossil maskin kan ligge på 1 000 kroner, mens den for en tilsvarende elektrisk maskin vil kunne ligge på det dobbelte. I tillegg til timesprisen, legger han til at det også er en betydelig forskjell i innkjøpspris. Da prisen på en vanlig Cat 320 kan ligge på 2,5 millioner kroner, kan den elektriske versjonen Cat 320 Z-line ligge på 5,5 millioner kroner. Dette er etter de har fått støtte fra statsforetaket, Enova. Erfaring fra Trym sier også at elektriske anleggsmaskiner er betydelig dyrere enn fossildrevne. Samme erfaring sier også at det er en god del tekniske problemer med elektriske maskiner som fører til store kostnader knyttet til service, blant annet på grunn av lite kunnskap og erfaring med nettopp elektriske maskiner.

4.3.2 "Item-sharing" og delingsøkonomi

Forkortelse	Forklaring
D	"Kilometric performance"
SL	Grad av etterførsel møtt
sb	"Station-based item-sharing"
sbp	"Station-based item-sharing" med forespørsler
ff	"Free-floating item-sharing"
ffp	"Free-floating item-sharing" med crowdshipping
W	Utsalgssteder eller stasjoner

Figur 4.3: Kilometric performance[5]

Table 2

Comparison of alternative business models and configurations.

(a) Ownership (Reference).									
n	$ W $	$SL^{buy}[\%]$				$D^{buy}[10^3 \text{ km}]$			
1000	1	100				29.6			
	4	100				19.1			
	9	100				13.8			
(b) Station-based sharing.									
n	$ W $	Setting 1				Setting 2			
		sb		sbp		sb		sbp	
		$SL^{sb}[\%]$	$D^{sb}[10^3 \text{ km}]$	$SL^{sbp}[\%]$	$D^{sbp}[10^3 \text{ km}]$	$SL^{sb}[\%]$	$D^{sb}[10^3 \text{ km}]$	$SL^{sbp}[\%]$	$D^{sbp}[10^3 \text{ km}]$
10	1	20	355.1	20	53.6	6	312.5	6	8.5
	4	20	229.0	20	36.1	6	201.5	6	5.7
	9	20	165.9	20	32.7	6	145.9	6	5.9
20	1	40	414.3	40	146.7	11	329.1	11	22.6
	4	40	267.1	40	93.9	11	212.2	11	14.4
	9	39	192.0	40	78.2	11	153.6	11	13.8
50	1	94	575.5	94	539.7	28	378.8	28	85.4
	4	88	359.3	94	356.4	28	244.3	28	53.0
	9	81	249.9	94	272.8	28	176.5	28	44.4
75	1	100	591.8	100	591.8	42	420.2	42	155.7
	4	99	380.0	100	382.1	42	271.2	42	96.3
	9	96	270.3	100	279.3	42	196.1	42	76.8
100	1	100	591.9	100	591.9	56	461.6	56	239.0
	4	100	381.5	100	381.5	56	297.9	56	149.3
	9	99	275.2	100	276.3	55	214.9	56	114.2
(c) Free-floating sharing.									
n	Setting 1				Setting 2				
	ff		ffc		ff		ffc		
	$SL^{ff}[\%]$	$D^{ff}[10^3 \text{ km}]$	$SL^{ffc}[\%]$	$D^{ffc}[10^3 \text{ km}]$	$SL^{ff}[\%]$	$D^{ff}[10^3 \text{ km}]$	$SL^{ffc}[\%]$	$D^{ffc}[10^3 \text{ km}]$	
10	20	13.9	20	1.2	6	2.0	6	0.4	
20	40	29.7	40	3.7	11	4.1	11	0.9	
50	92	88.5	94	31.6	28	11.0	28	3.2	
75	100	72.7	100	25.4	42	17.5	42	6.6	
100	100	58.9	100	20.6	56	24.9	56	11.4	

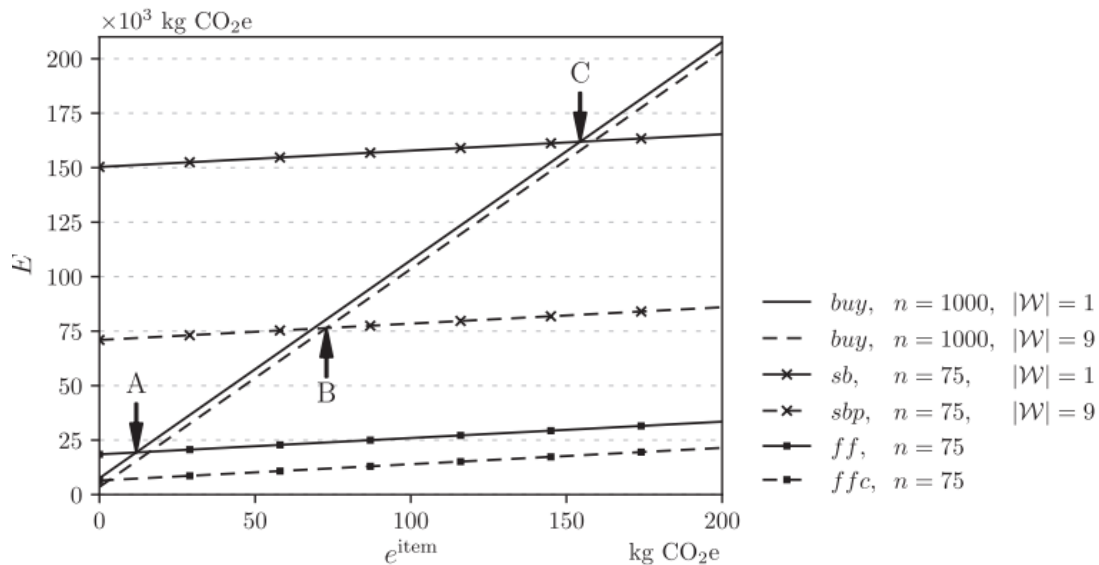
Figur 4.3 er hentet fra Behrend sin artikkel[5] og viser en forenklet oversikt over ”the kilometric performance” for både salgbasert modell og de to forskjellige modellene for ”Item-sharing”. Med ”kilometric performance” menes den totale avstanden et produkt må transporteres ut ifra de salgs- og delingsbaserte modellene. Parametrene i oversikten er stort sett standardisert og passer ikke fullstendig med parametrene til forfatterne. I tillegg er noen av parametrene vanskelig å anslå. Derfor er parametrene som er brukt i denne oppgaven estimerer og ikke nødvendigvis helt lik de virkelige tallene. Oversikten viser at ved den salgbaserte modellen (a), vil D bli mindre, jo flere utsalgssteder som finnes for produktet.

Videre viser oversikten forskjellen på to ulike versjoner av ”station-based sharing” (b). De er med og uten muligheten til å foreta forespørsler til stasjoner på internett, hvor uten er sb og med er sbp . Oversikten viser at sbp generelt gir lavere D enn sb , med unntak av tilfellene når SL går mot 100 %. I tillegg skiller oversikten mellom to ulike situasjoner. I situasjon 1 får stasjonene forespørsler på tilfeldige tidspunkt gjennom uken,

mens i situasjon 2 får stasjonen bare forespørsler i helgene. Situasjon 2 gjør det lettere å planlegge, som fører til en mindre distanse enn for situasjon 1.

Til slutt tar oversikten for seg ”free-floating sharing” (c). Oversikten viser forskjellen med og uten publikumslevering. Publikumslevering kommer fra det engelske ordet ”crowdshipping” og er en betegnelse på at uavhengige aktører frakter med seg produkter ”fra a til b” gjennom turer som uansett skal gjennomføres. Dette reduserer D betydelig. I tillegg skiller oversikten mellom de to samme situasjonene som ved (b). På samme måte som ved (b), ser en at situasjon 2 gir lavere D .

Figur 4.4: Totalt utslipp ved leie versus eierskap, i forhold til fotavtrykk[5]



Figur 4.4 er også hentet fra Behrend sin artikkel[5] og viser sammenhengen mellom det totale CO_2 -utslippet til de ulike modellene og fotavtrykket til det tilhørende produktet. Den viser at totale CO_2 -utslippet til en salgbasert modell er avhengig av fotavtrykket til produktet. De leiebaserte modellene er ikke så avhengig av fotavtrykket, men utslipp som kommer i form av transport mellom forbrukere. I denne figuren er en avhengig av å vite fotavtrykket til anleggsmaskiner for å kunne få ut et spesifikt svar, men en kan se en tydelig trend. Den er at jo større fotavtrykket til den aktuelle anleggsmaskinen er, jo bedre er det med leiebaserte modeller, med tanke på CO_2 -utslippet.

I en annen rapport gjennomført av blant annet Ying Li, ved Shandong University i Kina, beskrives virkningen av delingsøkonomi i den kinesiske byggenæringen[12]. Her konkluderer de med at delingsøkonomi ikke bare var gunstig fra et økonomisk og sosialt ståsted, men også fra en bærekraftig perspektiv.

No.	District	Area (km ²)	Fuel (t)	CO ₂ (t)	NO _x (t)	Fuel per unit area (kg/km ²)	CO ₂ per unit area (kg/km ²)	NO _x per unit area (kg/km ²)
1	Baoshan	301	733	2214	5.6	2433	7348	19
2	Changning	37	409	1236	3.1	10,995	33,205	84
3	Chongming	1357	0	0	0	0	0	0
4	Fengxian	721	1	3	0	1	4	0
5	Hongkou	23	774	2339	5.9	33,087	99,921	254
6	Huangpu	20	566	1709	4.3	27,609	83,379	212
7	Jiading	463	296	893	2.3	638	1928	5
8	Jingan	37	956	2888	7.3	26,006	78,539	200
9	Jinshan	595	0	0	0	0	0	0
10	Minhang	373	486	1469	3.7	1305	3942	10
11	Pudong	1397	623	1882	4.8	446	1347	3
12	Putuo	55	906	2737	7.0	16,330	49,317	125
13	Qingpu	668	21	63	0.2	31	94	0
14	Songjiang	605	42	128	0.3	70	212	1
15	Xuhui	55	964	2912	7.4	17,478	52,784	134
16	Yangpu	61	1579	4769	12.1	26,078	78,756	200
	Shanghai city	6769	8358	25,240	64	1235	3729	9

Figur 4.5: Miljømessige fordeler med deling av sykler i Shanghai[13]

Til slutt vises det til en rapport av blant annet Yongping Zhang, ved University College London[13]. Den legger frem de miljømessige fordelene, i form av antall tonn redusert, ved deling av sykler gjennom undersøkelser som er gjort i Shanghai. Som figur 4.5 viser, har ordningen med deling av sykler ført til en reduksjon i drivstofforbruk på 8 360 tonn. Denne figuren er hentet fra denne rapporten[13]. Dette har igjen ført til en reduksjon i CO₂- og NO_x-utslipp på henholdsvis 25 240 tonn og 64 tonn.

4.4 Totalt volum av sprengstein

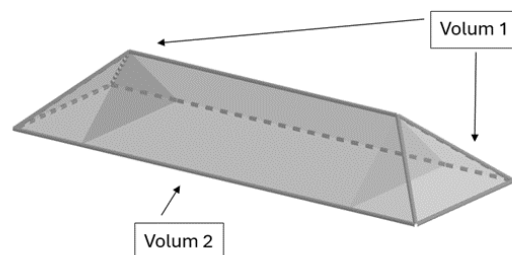
Som nevnt i 2.4 er det 152 000 fm^3 ved Norsk havteknologisenter som skal sprenges og fjernes. For å senere kunne regne ut antall turer med lastebil som må kjøres ut av anleggsplassen, må det legges til en omregningsfaktor. Ifølge NVE, er omregningsfaktoren fra faste masser (fm^3) til løse masser (lm^3) ca. 1,6. Dette betyr at det i teorien skal transporteres 243 000 lm^3 (1) ut av anleggsplassen og til deponi, med lastebil.

4.5 Kostnad ved transport og levering av sprengstein

For senere å kunne undersøke hvor mye det går an å spare på å gi bort steinmassene fra Norsk havteknologisenter, istedenfor å sende de til deponi eller ombruksstasjoner, er det viktig å se på kostnader for både transport og levering. På Norsk havteknologisenter brukes Ramlo Sandtak til å transportere massene til egne, eller andre aktører sine, deponi og ombruksstasjoner. Uavhengig av hvor steinmassene skal transporteres, koster det som nevnt $93,5 \text{ kr}/\text{lm}^3$ for Trym. Dette innebærer både kostnader for transport og levering av massene. Totalt blir da kostnadene for transport og levering på 22 700 000 kr(3).

4.6 Totalt volum til internlagring

Ifølge Trym, er det i utgangspunktet satt av to områder til internlagring inne på anleggsområdet. Det ene området er på ca. $2\,700 \text{ m}^2$ ($30 \text{ m} \cdot 90 \text{ m}$), mens det andre området er på ca. $1\,000 \text{ m}^2$ ($25 \text{ m} \cdot 40 \text{ m}$). For videre å kunne finne det totale volumet sprengstein som kan lagres inne på anleggsplassen, er en nødt til å inkludere geoteknikk. Nærmere bestemt er en nødt til å finne den største helningsvinkelen steinmassene kan lagres i, uten å rase, figur 4.6.



Figur 4.6: Internlagring

Denne vinkelen kalles friksjonsvinkel, ϕ . Ifølge figur 3.3 under kapittel 3.5.1 i Håndbok 016 Geoteknikk i veibygging, er friksjonsvinkelen i dette tilfelle 42 grader[14]. Utregningen av volum deles opp i område 1 og 2, som videre deles opp i volum 1 og 2. Trym oppgir at de ofte lagrer massen inntil fjellvegger for å kunne lagre mer. Det er derimot litt uvisst hvor høye disse fjellveggene er. Av den grunn har forfatterne derfor valgt å regne med lagring som vist på figur 4.6, slik at en får en utregningsmodell som kan brukes i

fremtidige prosjekter. Derfor vil det i virkeligheten kunne lagres enda mer enn det som regnes ut her, avhengig av i hvilken grad det blir lagt til rette for. Utregninger blir dermed:

Område 1:

$$h\ddot{o}yde_1, h_1 = b/2 \cdot \tan \phi = 30m/2 \cdot \tan 42^\circ = 13,51m$$

$$Volum_{1.1} = (G \cdot h)/3 = ((30m)^2 \cdot 13,51m)/3 = \underline{4051,8m^3}$$

$$Volum_{1.2} = (l_1 \cdot b \cdot h)/2 = (60m \cdot 30m \cdot 13,51m)/2 = \underline{12155,5m^3}$$

Område 2:

$$h\ddot{o}yde_2, h_2 = b/2 \cdot \tan \phi = 25m/2 \cdot 42^\circ = 11,26m$$

$$Volum_{2.1} = (G \cdot h)/3 = ((25m)^2 \cdot 11,26m)/3 = \underline{2344,8m^3}$$

$$Volum_{2.2} = (l_2 \cdot b \cdot h)/2 = (15m \cdot 25m \cdot 11,26m)/2 = \underline{2110,3m^3}$$

Totalt volum:

$$Volum_{1.1} + Volum_{1.2} + Volum_{2.1} + Volum_{2.2} = \underline{\underline{20662,4m^3}}$$

Det totale volumet for internlagring er omtrent $20\,700\,m^3$. Dette er derimot ikke det totale volum av sprengstein som kan ligge lagret. Massen som blir lagret inne på anleggsplassen regnes som anbrakt masse (am^3). Derfor må det legges til en omregningsfaktor på 1,14 for å finne antall lm^3 , som da blir $23\,600\,lm^3(4)$.

På grunn av erfaring med at lagrede masser inne på anleggsplassen, kan føre til nedsatt fremdrift, har Trym valgt å redusere området. Det ble bestemt at det kan lagres $5\,000\,lm^3$ inne på anleggsplassen før det skaper utfordringer for fremdriften. Selv om det i teorien kunne fungert å lagre det utregnede volumet, har forfatterne gått videre med erfaringstallet til Trym for å holde videre utregninger knyttet til prosjektet. Utregningen over er fortsatt tatt med for å vise potensialet med internlagringen.

Til slutt legges det til at det, i løpet av tidsperioden denne oppgaven ble skrevet i, ble diskutert en løsning hvor Trym skulle finne en ekstern lagringsplass for opptil $50\,000\,lm^3$. Denne løsningen blir nevnt senere i oppgaven, men blir ikke nevneverdig fokusert på. Dette er fordi slik lagringsplass ikke nødvendigvis vil bli en mulighet, og det vil derfor heller bli fokusert på en løsning uten dette.

4.7 Kostnadsbesparelse og utførelse ved internlagring og salg

Trym har som nevnt en avtale med NVE, som sier at NVE henter 35 000 lm^3 av steinmassene på anleggsplassen. Hadde det ikke vært for denne avtalen, måtte Trym betalt for å transportere vekk og bli kvitt disse massene selv. Dette betyr at avtalen reduserer Trym sine utgifter med 3 270 000 kr(5), som tilsvarer en reduksjon på 93,5 kr/lm^3 .

På prosjektet NVE skal transportere de 35 000 lm^3 med steinmasser til, kan de bare ta imot 500 lm^3 om dagen. Dette gjør at det tar NVE 70 dager(6) å ta imot all massen. Siden Trym sier at det er plass til 5 000 lm^3 på anleggsplassen, kan uthenting av steinmasser være ferdig 10 dager før NVE skal hente de siste lassene med steinmasse. Med uthenting menes sprengning, graving og lasting ut av plassen. Dette forutsetter nødvendigvis at internlageret er fylt opp og kan forsyne NVE i 10 dager. Dette fører til at Trym er nødt til å legge til rette for NVE minst 60 dager før Trym er ferdig med sprengning og graving.

Videre kan en gjøre de samme beregningene med volumet forfatterne kom frem til ved regning i 4.6. Da får en at volumet kunne ha forsynt NVE i omtrent 47 dager(7). Dette betyr at Trym kun må legge til rette for NVE's henting 23 dager før Trym avslutter uthenting av masser.

4.8 Drivstofforbruk hos gravemaskinene

På prosjektet med Norsk havteknologisenter ble gravemaskinene tilsammen brukt 692 timer i mars. Som nevnt i 2.8 legger forfatterne til en faktor på 1,33, slik at beregningene tilsvarer en normal, full arbeidsmåned. Ut ifra dette regnestykket får en 920,4 timer. Dette blir senere sett på som brukstid i en gjennomsnittlig måned. Ved et gjennomsnittlig forbruk på 24,8 l/t per maskin, ender en opp med et forbruk på 22 800 l i måneden(15). Dette tilsvarer 5 070 l/uke om en antar at mars besto av ca. 4,5 uker.

4.9 CO_2 -utslipp

4.9.1 Gravemaskiner

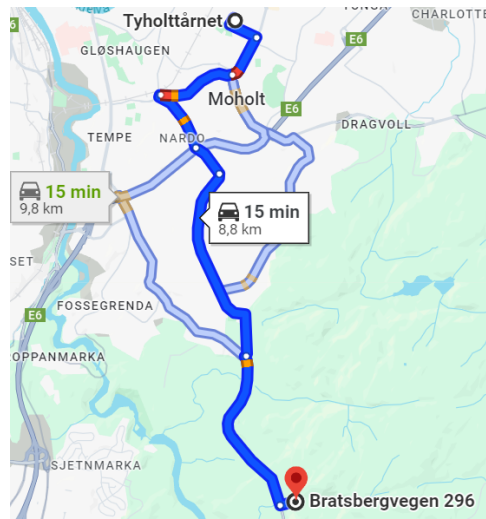
Ut ifra erfaringstall fra entreprenør, bruker gravemaskinene på prosjektet 5 070 liter drivstoff i uken. Dette er forutsatt en uke med 52-timers drift. I følge Miljødirektoratet, vil bruk av vanlig diesel føre til $2,66 \text{ kg } CO_2/liter$ [15]. Om gravemaskinene kun gikk på vanlig diesel, ville dette ført til et CO_2 -utslipp på $13\,500 \text{ kg } CO_2/uke$ (8). På dette prosjektet har derimot Trym et krav om å bruke fossilfritt drivstoff, som i dette tilfelle er HVO Anleggisdiesel 100. Et slikt drivstoff reduserer CO_2 -utslippet med 60 % sammenlignet med fossil diesel[16]. Dette fossilfrie drivstoffet produseres av flere forskjellige produsenter, og det er derfor litt variasjon i tallene de ulike produsentene oppgir knyttet til reduksjonen i klimagassutslipp. Derfor har forfatterne tatt utgangspunkt i reduksjonen produsenten Preem oppgir på sin nettside[17]. Det samme gjelder også for drivstoffprisene som brukes senere i oppgaven. Bruken av HVO Anleggisdiesel 100 fører dermed til en reduksjon på $8\,100 \text{ kg } CO_2/uke$ (9). Dette vil si at det nye utslippet blir $5\,400 \text{ kg } CO_2/uke$.

4.9.2 Transport av masse

I følge Trym tar lastebilene $18 \text{ } m^3/tur$. Om en ser for seg at all massen skal transporteres ut av anleggsplassen og leveres til eventuelle leveringssteder, fører dette til at det må kjøres omtrent $13\,500$ turer(2).

I denne oppgaven har forfatterne valgt Franzefoss sitt sorteringsanlegg som ligger i Bratsbergveien 296, utenfor Trondheim som et eksempel. For å finne CO_2 -utslippet fra transporten, er en nødt til å vite avstand fra prosjektet til sorteringsanlegget. Som vist i figur 4.7 er avstanden fra prosjektet $8,8 \text{ km}$, som gjør at én tur ender på $17,6 \text{ km}$. Ramlo oppgir at de har et utslipp på $1,463 \text{ kg } CO_2\text{-eq/km}$.

Ifølge Trym har lastebilene som brukes, en kapasitet på $2\,000 \text{ } m^3$ hver dag. Det vil si $10\,000 \text{ } m^3$ i uken, da det i helgene kun arbeides med spuntveggen. Trym sier derimot at de kun sprenger $6\,000 \text{ } m^3$ i uken, som betyr at lastebilene trenger å transportere $9\,600 \text{ } m^3$ etter inkludert omregningsfaktor. Videre krever dette $533,3$ turer i uken(11), om hver lastebil tar $18 \text{ } m^3$ hver gang. Dette fører til at det blir kjørt totalt $9\,390 \text{ km}$ i uken(12). Multipliseres dette med tallet fra Ramlo, blir det ukentlige CO_2 -utslippet fra transport $13\,480 \text{ kg } CO_2/uke$ (13). Det totale utslippet blir da $18\,900 \text{ kg } CO_2/uke$.



Figur 4.7: Avstand fra Tyholttårnet til Bratbergsvegen 296

4.9.3 Forskjell i drivstoffkostnad

Med utgangspunkt i prisene Preem oppgir på sin nettside, som ble hentet 5. april 2024, koster vanlig anleggsdiesel 18,14 kr/liter, mens HVO Anleggsdiesel 100 koster 23,63 kr/liter[17]. Disse prisene er inkludert MVA. Med et forbruk på 5 070 liter i uken betyr dette at Trym bruker 27 800 kr mer i uken(10) på å bruke HVO Anleggsdiesel 100, enn de hadde gjort om de brukt vanlig anleggsdiesel . Dette tilsvarer en økning på omtrent 30 % i drivstoffkostnader. Om en ser for seg at det totalt, med helligdager og ferier, er omtrent fire uker uten drift i året, er det igjen 48 uker med drift. Dette fører til at Trym, på et prosjekt som Norsk havteknologisenter, bruker 1 340 000 kr mer på drivstoff til gravemaskiner hvert år, enn om de hadde brukt vanlig anleggsdiesel framfor HVO Anleggsdiesel 100. Kravet om fossilfritt drivstoff eller elektriske maskiner, gjaldt kun maskinene inne på anleggsplassen, og omfatter derfor ikke lastebilene som kjører til sorteringsanlegget. Derfor ser ikke forfatterne på prisforskjell mellom de to ulike drivstoffene for lastebiler.

4.10 Internlagringens påvirkning på CO_2 -utslippet

35 000 av de 243 000 lm^3 som skal transporteres ut, blir som sagt hentet av NVE. De 35 000 lm^3 utgjør dermed 14,4 % av all massen. Det er grunn til å tenke at dette da reduserer CO_2 -utslippet fra transporten, ned til 85,6 %. Dette er fordi antall turer til sorteringsanlegget også vil bli redusert ned til 85,6 %. Gjennomsnittlig blir da det nye utslippet fra transporten 11 500 kg CO_2 /uke(14). Forfatterne har derimot grunn til å tro at utslippet fra gravemaskinen vil ligge på omtrent det samme, både med og uten internlagring og salg. Altså på 5 400 kg CO_2 /uke. Da blir det totale CO_2 -utslippet på 16 900 CO_2 /uke.

4.11 Hvor stort er potensialet med internlagring og salg, og hvordan påvirker det økonomi og CO_2 -utslipp?

Ifølge Trym kan NVE i teorien ta imot 50 000 lm^3 av steinmassene som sprenges og graves ut ved Norsk havteknologisenter, men hindres av den nevnte mottakskapasiteten på 500 lm^3 om dagen. Hadde det blitt lagt til rette for henting av steinmasse tidligere, kunne NVE hentet alle disse massene som hadde ført til en kostnadsbesparing på 4 675 000 kr(16), i stedet for 3 270 000 kr(5). I tillegg ville dette ført til en reduksjon i CO_2 -utslippet på hele 70 200 kg CO_2 (17).

I tillegg til NVE, er det mulighet for andre bedrifter å hente masse på samme måte som NVE. I teorien gjør dette at all steinmassen kan hentes på en slik måte. Hadde dette vært tilfellet, ville kostnadene for transport og levering reduseres med samtlige 22 700 000 kr(3). I tillegg ville det totale CO_2 -utslippet bli redusert med 348 000 kg CO_2 (18).

5 Diskusjon

I denne diskusjonsdelen vil forfatterne drøfte rundt oppgavens to hovedproblemstillinger. Drøftingen innebærer generell diskusjon, samt egne tanker og meninger. Problemstillingene og den tilhørende drøftingen vil bli presentert i den samme rekkefølgen som de blir presentert i 1.2.

5.1 Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner prosjektkostnadene og prosjektvirksomheten?

Det er utallige faktorer som i større eller mindre grad, påvirker den økonomiske situasjonen ved valget om å eie versus å leie inn anleggsmaskiner på anleggsprosjekter. Da enkelte faktorer påvirker økonomien mer enn andre, har forfatterne valgt å trekke fram de mest fremtredende faktorene i denne sammenhengen.

5.1.1 Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner prosjektkostnadene?

Selv om det ikke utgjør en enorm økonomisk forskjell for entreprenørene, vil det være flere situasjoner og omstendigheter som vil favorisere enten eierskap eller leievirksomhet.

Den mest åpenbare påvirkningsfaktoren på økonomien er selve lengden på prosjektperioden. Hvis en legger til grunn regnestykket og grafen som er oppgitt i resultatdelen, figur 4.1 og 4.2, kommer det tydelig fram nettopp hvordan kostnadene på en anleggsmaskin vil utvikle seg i takt med lengden på prosjektperioden. Ut ifra denne grafen, kan en enkelt se at relativt korte prosjektperioder medfører mindre kostnader ved innleie enn ved eierskap av anleggsmaskin. En innleid anleggsmaskin vil koste mer per uke enn det en egneid maskin vil. Derimot vil den initielle investeringen entreprenøren må gjennomføre være så stor at det vil ta tid før leieutgiftene vil overskride eierskapsprisen, i de kortere prosjektene. En kan likevel også argumentere for at kjøp av en anleggsmaskin faktisk kan være kostnadseffektivt selv ved kortere prosjektperioder. I det tilfellet at dette skal kunne stemme, er det svært viktig at entreprenøren har en forutsigbar framtid foran seg. Det vil altså være essensielt at entreprenøren har en god og forutsigbar plan på hvordan de skal benytte seg av maskinen også etter at det initielle prosjektet er ferdigstilt. Slik vil entreprenøren sørge for at den egneide maskinen har minimalt med ”dødtid”, altså

perioder hvor maskinen ikke brukes. Ved å planlegge godt, vil altså en kortere prosjektperiode kunne forlenges. Dette vil være spesielt gunstig i tilfeller hvor entreprenører har flere egne anleggsmaskiner.

En annen viktig faktor som har en nevneverdig påvirkning på prosjektkostnadene, avhengig om entreprenøren eier eller leier, er leietilbudene og ratene entreprenør får av eksterne maskinutleiere. Ved å eie egne maskiner, vil entreprenøren alltid vite hvilke leiepriser de skal ha, når de internleier maskinene sine ut til prosjekter. Altså vil prosjektet alltid kunne forvente hvilke kostnader de vil ha. Den behageligheten kan ikke entreprenøren påberope seg om de velger å leie inn maskiner fra ekstern utleier. Den generelle økonomien og flyten i markedet vil da kunne ha stor påvirkning på prisen entreprenøren må betale for leie av anleggsmaskin. Tatt i betrakning kan dette både ha en god og en uheldig påvirkning på et prosjekts økonomi, avhengig av hvor heldig eller uheldig entreprenøren er med den økonomiske situasjonen i markedet.

Totalt sett vil altså økonomien til en entreprenør ikke påvirkes altfor mye i henhold til om en eier egne anleggsmaskiner eller om en leier inn. Derimot vil selve prosjektkostnadene til et enkelt prosjekt kunne påvirkes.

5.1.2 Hvilke faktorer i henhold til vedlikehold bør vurderes når en sammenligner kostnadene ved leie og eierskap?

Det er ikke kun de økonomiske avtalene og kontraktene som bestemmer kostnadseffektiviteten og besparelsene til entreprenøren under prosjektperiodene. Flere andre faktorer spiller vesentlige roller når regnskapet skal settes opp etter endt prosjektperiode.

Selve bruken og vedlikeholdet av den enkelte maskin vil ha mye å si for økonomien til et prosjekt, og ikke minst for entreprenøren selv. Enten entreprenøren eier eller leier, vil måten maskinen brukes og vedlikeholdes av brukerne, ha mye å si for økonomien. Ifølge Trym og deres erfaringer, vil en godt vedlikeholdt gravemaskin ha en nevneverdig høyere videresalgverdi, enn en gravemaskin som ikke er tatt like godt vare på. En godt ivaretatt førerhytte, mangel på riper og deformasjoner og ikke minst at gravemaskinens funksjoner fortsatt fungerer optimalt, er gode indikatorer på at gravemaskinen er godt vedlikeholdt.

Som nevnt i forrige avsnitt vil også et godt vedlikehold på innleide gravemaskinener være fordelaktig for et prosjekts økonomi. Dette skyldes at entreprenøren står ansvarlig for eventuelle skader som skjer på innleide maskiner. Prosjektet vil da som oftest få tilsendt

faktureringsgebyr av ekstern utleier, på de forårsakede skadene.

Ut ifra de nevnte betingelsene tidligere i avsnittet, vil entreprenør og prosjektledelsen ofte måtte ta en vurdering på hvilken maskinfører som skal kjøre hvilken maskin. Som nevnt i resultatdelen, vil det være fordelaktig å ha en fører som kjenner til maskinen. Dette vil da på et generelt grunnlag føre til en mer bærekraftig kjøring, både økonomisk og miljømessig, men også for maskinens bærekraftighet.

Flere andre faktorer enn kun de rent økonomiske kan altså vurderes når en skal sammenligne kostnadene ved leie og eierskap. Hvor store utslag disse valgene vil ha, er derimot svært situasjonsbasert, og vil derfor variere fra prosjekt til prosjekt.

5.1.3 Hvordan kan valget mellom leie og eie påvirke miljøavtrykket?

Det er ikke kun de økonomiske utsiktene som er av betydning for entreprenørene rundt valget mellom å leie eller eie. Miljøpåvirkningen som følger med valget, kan være betydelig og det vil derfor være viktig å gjøre seg opp noen tanker rundt blant annet materialbruk, klimagassutslipp og fotavtrykk i denne sammenhengen. Nettopp dette vil forfatterne gå nærmere inn på i denne delen av diskusjonen.

Et passende måte å innlede denne diskusjonen vil være ved Behrends rapport[5] om delingsøkonomi og det han omtaler som ”item-sharing”. Dette er til tross av at hans utregninger ikke er fullstendig tilpasset anleggsmaskiner som produkt, og gjøres på grunnlag av en tydelig trend. Den trenden viser blant annet at produktets fotavtrykk er betydelig mindre om det tas i bruk en av de leieformene som Behrend beskriver. Dette kommer blant annet av at det forbrukes mindre materialer og energi i forbindelse med produksjon, på grunn av at det da produseres færre maskiner. Om en derimot tar for seg miljøpåvirkning i form av transporten av produktet, vil en se at en salgsbasert modell ikke kommer like dårlig ut. Dette kan en se ved å bruke Trym og deres prosjekt, Norsk Havteknologisenter, som et eksempel. Trym er en trøndelagsbasert entreprenør, som har flere prosjekter i nettopp Trøndelag. Om de kjøper en maskin til det prosjektet, kan de ved prosjekt-slutt, overføre den til et annet, nærliggende prosjekt. Det gjelder også for situasjoner der maskiner blir stående uten arbeid over lengre perioder.

Selv om rapporten til Behrend[5] er knyttet opp mot tema i denne oppgaven, er rapporten til Ying Li[12] noe mer relevant. Dette er fordi den spesifikt tar for seg byggebransjen. Forfatterne velger å kun henviser til rapportens konklusjon, i og med at dens

resultatdel bærer preg av avanserte tabeller og analyser, som var i overkant vanskelige å tyde. Li konkluderer med at det er et stort potensiale med delingsøkonomi i byggebransjen til å kunne redusere utslipp av miljøgasser.

Videre henvises det til rapporten skrevet av blant annet Yongping Zhang[13] og resultatene denne kom frem til. Resultatene viser store fordeler med deling av sykler med tanke på miljøet, men disse er derimot ikke direkte konsekvenser av delingsøkonomi. Disse reduksjonene er derimot en konsekvens av kutt i antall fossildrevne kjøretøy og en økning i antall syklist. Når det er sagt, velger forfatterne fortsatt å ta med disse resultatene. Det er fordi dette er et eksempel på hvordan delingsøkonomi kan føre til nytenkning og konsepter som har en positiv påvirkning på miljøet. Med det menes at delingsøkonomi ikke bare kan ha en direkte påvirkning på miljøet slik som Behrend[5] viser, men også at det kan ha en indirekte påvirkning.

Ved å se på disse tre rapportene, kan en oppsummere med følgende: leie av anleggsmaskiner fører til at det kan produseres færre maskiner, som videre fører til et lavere material- og energibruk gjennom produksjon. Samtidig vil leie også føre til mer transport av anleggsmaskinene, fra en forbruker til neste, som igjen vil føre til mer CO_2 -utslipp.

Til slutt kommer dilemmaet og valget mellom bruken av elektriske og fossildrevne anleggsmaskiner. Elektrifisering av anleggsbransjen er et veldig aktuelt tema, som er mye diskutert. Som vist i oppgavens resultatdel, 4.3.1, er elektriske anleggsmaskiner betydelig dyrere enn fossildrevne. I tillegg er erfaringen med elektriske anleggsmaskiner liten. Til sammen skaper disse to punktene en stor risiko om en velger å kjøpe elektriske maskiner. Om en derimot leier de i stedet for å eie, fører det til større økonomisk sikkerhet og forutsigbarhet. Med dette dilemmaet tatt i betraktning, er det en klar fordel å leie inn elektriske anleggsmaskiner.

5.1.4 Hvordan påvirker valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner operasjonell fleksibilitet?

Prosjektflexibilitet handler om evnen til å forholde seg til usikkerheten knyttet til endringer i plan og uforutsette hendelser gjennom prosjekter. Både nye krav, forsinkelser, urolige tider i verden, uventede grunnforhold og naturkatastrofer fører alle til en usikkerhet i bransjen. Dette krever at fleksibilitet hos entreprenør opprettholdes, slik at prosjektene en jobber med skal gjennomføres innenfor gitte rammer.

Om en ser på valget om eie eller leie inn maskiner, ser en at dette kan være med å påvirke prosjektfleksibiliteten. Om det skulle oppstå noe uforutsett og at arbeidet med en anleggsmaskin opphører over en lengre periode, vil maskinen i utgangspunktet stå i ro. For å unngå at den tar opp plass som videre kan påvirke resten av driften, bør den flyttes ut av anleggsplassen. Om maskinen eies, er det beste alternativet ofte å overføre den til et annet prosjekt. Dette er derimot ikke alltid en mulighet, og i de tilfellene må maskinen oppbevares en på en lagringsplass. Hvis entreprenøren ikke allerede har en egnet plass for lagring, må det leies et område til lagring, som vil medføre ekstra utgifter. I motsetning til om den aktuelle maskinen er leid inn, så vil det da være enklere å unngå at maskiner som ikke er i bruk, tar opp unødvendig plass på anleggsplassen. Dette er fordi maskiner som leies inn, som nevnt, kun leies inn for en viss periode, altså kan maskinen leveres tilbake til utleier, når det ikke lenger er bruk for den, slik at prosjektfleksibiliteten blir bedre.

På anleggsplassen gjøres det ofte flere ulike operasjoner som krever mye forskjellig utstyr. Hvis en skulle investert i alt dette utstyret ville det blitt veldig dyrt. Om en derimot leier utstyret kan en få inn de anleggsmaskinene som trengs til akkurat den tidsperioden det er snakk om. Her blir det også ofte brukt underentreprenører, men disse blir, som nevnt, betraktet som en form for leie i denne oppgaven.

Til slutt er det også viktig å kommentere hvordan fleksibiliteten varierer med lengden på prosjektet. På prosjekter som går over en lengre periode, gjerne to eller flere år, er det lettere å investere i anleggsmaskiner. Dette er fordi entreprenøren, vet at maskinen vil bli brukt jevnlig i lengre perioder. En kan i tillegg planlegge i god tid, og eventuelt supplere med innleie av maskiner, til å ta enkelte jobber. På mindre og kortere prosjekter er god fleksibilitet enda viktigere. Dette er fordi maskinene vil bli brukt i kortere perioder og derfor fort kan bli stående uten arbeid om det ikke er bruk for dem og de ikke overføres til andre prosjekter. Da er det positivt å ha fleksible leiekontrakter hvor maskinene kan leveres tilbake ved prosjektslutt eller når det ikke er bruk for dem lenger.

5.1.5 Hvordan påvirkes prosjektytelsen ved valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner?

Forfatterne har allerede sett på hvordan et prosjekts operasjonelle fleksibilitet påvirkes av egeneide versus innleide anleggsmaskiner. Videre skal påvirkning på prosjektytelse diskuteres. Prosjektytelse handler om hvordan prosjekter oppnår deres forventede resultater, og tar for seg aspekter som gjennomføringstid og kvalitet. God prosjektytelse oppnås blant annet gjennom å skaffe riktig utstyr og bruke dette på en effektiv og god måte.

Gjennomføringstid er tett tilknyttet fremdriften, og den påvirkes blant annet av to avgjørende faktorer; maskinutnyttelse og tilgjengelighet. God maskinutnyttelse oppnås ved riktig bruk av maskinene. Det handler blant annet om dyktighet hos fører, men ikke minst også om kjennskapen føreren har til anleggsmaskinen. Jo mer erfaring og kjennskap føreren har med anleggsmaskinen, jo mer effektivt kan arbeidet utføres. Det har både med at de ulike arbeidsoppgavene kan utføres mer effektivt, men også at det blir mindre skader på maskinene, som igjen fører til mindre tid på verksted. Effektivt arbeid er også gunstig med tanke på miljøet. Dette er fordi maskinen vil brukes i kortere perioder, og de vil dermed bruke mindre drivstoff eller strøm.

For å få brukt denne erfaringen og kjennskapen mange maskinførere har til ulike anleggsmaskiner, er det viktig å sette fører sammen med en maskin personen kjenner godt. Dette kan kobles opp mot spørsmålet om en skal leie eller eie anleggsmaskiner. Om entreprenør kjøper en ny anleggsmaskin, kan det være vanskelig å få inn en fører som kjenner til denne maskinen, enten det er snakk om å leie inn fører eller om en har fører selv. Om det derimot leies inn en anleggsmaskin, kan en, litt avhengig av hvor det leies fra, leie inn fører også. På denne måten er det lettere å sikre at fører har kjennskap til maskinen. Til slutt legges det til at dette kan varierer fra ulike entreprenører og prosjekter, og at disse poengene er på et mer generelt grunnlag.

Tidligere i dette punktet nevnes det at god tilgjengelighet er en viktig faktor i henhold til et prosjekts gjennomføringstid. Med tilgjengelighet menes det i hvilken grad anleggsmaskiner og annet utstyr som trengs, er på plass til riktig tid. Om en anleggsmaskin ikke er tilgjengelig for et arbeid som må gjøres, vil dette påvirke gjennomføringstiden til prosjektet negativt. Det er derfor veldig viktig for et prosjekt å kontinuerlig sørge for god tilgjengelighet. Om det skal gjøres flere forskjellige typer arbeid, er tilgjengeligheten sterkt avhengig av prosjektflexibilitet. Hvis en leier inn, istedenfor å eie maskiner,

vil en lettere kunne oppfylle behovene for tilgjengeligheten på anleggsmaskiner. I tillegg kan leie føre til at en får den nyeste og beste teknologien på markedet, uten de enorme investeringskostnadene som eventuelle kjøp av lignende utstyr ville ført til. Derimot vil eierskap av en maskin sørge for at en fortsatt har denne maskinen tilgjengelig, selv om det skulle oppstå mangel på lignende maskiner på leiemarkedet. Da ville et prosjekt som kun opererte med innleide maskiner oppleve ventetid, og dermed at arbeidet blir utsatt.

5.1.6 ”Station-based sharing” eller ”free-floating sharing”?

Det er til nå blitt diskutert fordeler og ulemper med eierskap versus innleie av anleggsmaskiner, ut fra både et økonomisk, miljømessig og driftsmessig perspektiv. Det er ikke blitt tatt et standpunkt angående hva som er best. I denne delen ser en derimot for seg at det er blitt tatt et valg om å leie inn deler av, eller hele maskinparken. Hvilken form for leie burde da brukes med tanke på operasjonell fleksibilitet og prosjektytelse?

Om en ser bort ifra muligheten for UE, og bare ser på former for leie av enkelte maskiner, kan Behrends rapport[5] igjen nevnes. Som nevnt i 2.3, mener Behrend at det finnes to tilnærminger til leieordning, omtalt som ”Item-sharing”. ”Free-floating sharing” er en god tilnærming for mindre produkter som brukes over en kortere periode. Et eksempel er elektriske sparkesykler som blir satt ifra på en vilkårlig plass, før neste bruker plukker den opp. Når det gjelder maskiner i anleggsbransjen, blir denne tilnærmingen mindre hjelpsom. Dette er fordi anleggsmaskiner som regel er store og dermed tar mye plass om de skal lagres på anleggsplassen til neste forbruker. Av erfaring er ”ledig plass” et sjeldent fenomen på anleggsplasser. Med det i bakhodet, er ”station-based sharing” en mer aktuell tilnærming. På denne måten kan anleggsmaskinene lagres på stasjoner eller andre anviste plasser slik at de ikke står i veien for aktivitet på anleggsplassen. Miljømessig avhenger dette valget i stor grad av avstander mellom forbrukerne, i tillegg til avstander fra forbrukerne til stasjonene. I situasjoner hvor avstanden til stasjonene blir betydelig lengre enn avstanden mellom forbrukerne, vil ”Free-floating sharing” være det beste alternativet. Om avstandene er noenlunde like, vil dette valget ha mindre påvirkning.

5.2 Internlagring og salg av sprengstein ved Norsk havteknologisenter

Til nå er det blitt gjort utregninger angående forskjellige aspekter knyttet opp mot internlagring og eventuelt salg av sprengstein. I denne delen vil det bli diskutert hvordan internlagring og salg av sprengstein vil fungere på Norsk havteknologisenter, og hvordan det vil det påvirke kostnader, miljøet og driften på prosjektet. I tillegg vil det bli drøftet kort rundt potensialet som ligger i dette tiltaket, på Norsk havteknologisenter på Tyholt.

5.2.1 Hvor mye stein skal fjernes og hvor stort volum er tilgjengelig for internlagring?

På prosjektet ved Norsk havteknologisenter skal Trym, som allerede nevnt, sprengte og grave ut 152 000 fm^3 , som tilsvarer 243 000 lm^3 . Dette må transporteres ut av anleggsplassen og leveres til de aktuelle mottaksanleggene. Dette fører til både store utgifter for Trym og omfattende CO_2 -utslipp. Internlagring og salg av steinmassene ved Norsk havteknologisenter fører til reduksjon i nettopp dette. I 4.6 ble det regnet frem til at det kunne blitt lagret 23 600 lm^3 på anleggsplassen. Erfaring fra Trym sa derimot at det ikke kunne bli lagret mer enn 5 000 lm^3 uten å skape problemer for driften. Her oppstår det et dilemma, hvor en enten kan lytte til Tryms erfaring eller prøve å øke dette tallet. Dette medfører en risiko for å forstyrre driften, men risiko trenger ikke alltid være negativt. Risiko kan også være positivt og kan gi større fortjeneste.

5.2.2 Kan dette gjennomføres uten problemer for drift og økonomi?

Når det kommer til problemer med internlagring, er det særlig to ting forfatterne har sett på. Det er nemlig driften og økonomien knyttet til den. Om det for eksempel lagres for mye steinmasse på anleggsplassen eller at massen som lagres, lagres på feil plass, vil steinmassen kunne ligge i veien for annet arbeid. Dette skaper derfor problemer for driften og den planlagte fremdriften. Om fremdriften til prosjektet ikke følges, vil dette igjen kunne påvirke økonomien i negativ forstand. Som nevnt flere ganger, vil Trym kun lagre 5 000 lm^3 , på tross av at det ble regnet ut et større teoretisk potensial. Dette er et eksempel på hvilke hensyn en er nødt til å ta i forhold til internlagringen, for å opprettholde driften. I 4.7 ble det vist at selv med lagring av kun 5 000 lm^3 , kan det leveres nødvendig steinmasse til NVE, så lenge det legges til rette for dette i 60 dager. En kan til og med

stille spørsmålsteget ved om internlagringen i det hele tatt er nødvendig for å kunne levere de 35 000 lm^3 til NVE, med tanke på tidsperioden som er tilgjengelig. Dette kan være tilfellet, men da er det også viktig å kommentere at internlagringen gjør arbeidet med å hente steinmassene mer fleksibelt. Med dette menes det at det legges til rette for henting i helgene og at Trym kan gjøre seg ferdig med sitt arbeid på anleggsplassen flere dager før siste del av massen trenger å bli hentet. For å få til minst mulig problemer for driften er det viktig å planlegge godt, og i god tid i forveien. Da vil en redusere sannsynligheten for at driften stanser i påvente av at steinmassene skal hentes og fjernes fra anleggsplassen. Dermed kan en si, at det ved god erfaring og planlegging, absolutt vil være en god mulighet for internlagring og videresalg av sprengstein på Norsk havteknologisenter, uten at det skal være til hinder for den generelle driften.

Når det kommer til problemer med økonomien, er særlig fremdriften og tidsestimatet noe som vil kunne påvirke prosjektets økonomi negativt. Derav er det de samme faktorene, som nevnt tidligere, som spiller inn på driften, og som da påvirker økonomien. Om en ser på det store bildet, har det allerede blitt vist at en, for eksempel ved Norsk havteknologisenter, vil kunne spare 3 270 000 kr på en slik avtale som Trym har med NVE. Dermed vil internlagringen ha minimal negativ effekt på økonomien, så lenge fremdrift og tidsestimatet opprettholdes, uten de største endringene.

5.2.3 Hvordan er miljøpåvirkning med internlagring og salg?

Som tidligere nevnt i 4.10 blir CO_2 -utslippet fra gravemaskinen sett på som tilnærmet uendret selv om en tar med internlagringen og det følgende salget av steinmassene. Dette er fordi all massen fortsatt må graves opp, enten rett på lastebilene eller via internlagring først. Forskjellen som eventuelt kommer fra at deler av massen må innom internlagring, er vanskelig å beregne, og blir derfor ikke sett på ytterligere. På grunn av dette, er det virkningen på CO_2 -utslippet gjennom transporten som blir kommentert. Som nevnt blir CO_2 -utslippet, gjennom bruk av HVO Anleggsdiesel 100 og internlagring med salg, redusert til 16 900 CO_2 /uke. Det er viktig å legge til at dette kommer på bekostning av en utgiftsøkning som oppstår ved bruk av HVO Anleggsdiesel 100. Bruken av denne dieselen er derimot et krav ved prosjektet og blir derfor sett på som nødvendig i dette tilfellet.

Videre er det viktig å reflektere rundt om denne reduksjonen virkelig er en reduksjon om en ser på hele anleggsbransjen i sin helhet. Med dette menes at selvom Trym slipper å transportere massen og dermed kan unnlate dette fra sitt miljøregnskap, må noen andre transportere det. Med andre ord, CO_2 -utslippet produseres fremdeles, bare ikke som en del av prosjektets miljøregnskap. En kan derimot argumentere for at det fortsatt er en reduksjon i CO_2 -utslipp, fordi steinmassen slipper å transporteres innom et sorterings- eller behandlingsanlegg før det skal videre på neste prosjekt.

Når det kommer til påvirkningen internlagring eller lagring andre plasser, har på dyre- og planteliv, har forfatterne funnet lite litteratur. Forurensende masser vil selvfølgelig påvirke dette negativt, men de skal uansett håndteres i henhold til Avfallsforskriften[6] og prosjektets egne krav, og vil bli behandlet før de eventuelt blir internlagret. Derfor blir ikke dette diskutert noe ytterligere i denne oppgaven, men forfatterne vil derimot kommentere at en vinkling knyttet opp mot dette aspektet, kunne vært et interessant tema for videre arbeid.

5.2.4 Potensialet med internlagring og salg ved Norsk havteknologisenter

I 4.11 legges det til at det potensielt kan leveres 50 000 lm^3 til NVE. Om dette gjennomføres vil det føre til en kostnadsbesparelse på 4 675 000 kr og en reduksjon i CO_2 -utslipp på 70 200 kg CO_2 . Dette er selvfølgelig meget teoretiske verdier, og avhenger av at det legges til rette for, samt at alle antagelser er så tett opp til virkeligheten som mulig.

Første antagelse forfatterne har gjort, er at Trym produserer minst 500 lm^3 om dagen hele denne perioden. Videre blir det antatt at de som henter massen for NVE, har samme arbeidsmengde og -tider som Trym. Til slutt antas det også at NVE kun henter masse i ukedagene, slik at det hentes steinmasse fem dager i uken. Et interessant poeng å belyse her, er at det blir et enda større potensial om det også hentes steinmasse i helgene. På tross av at Trym ikke har drift i helgen, kan dette gjennomføres på grunn av internlagringen. Uansett om disse antagelsene ikke skulle være fullstendig korrekte i henhold til virkeligheten, fremmer dette argumentet for potensialet som ligger i internlagring og salg av sprengstein ved dette prosjektet. Til slutt legges det til at det ikke utelukkende er bedrifter som NVE som kan kjøpe steinmasse, men også en rekke andre bedrifter og aktører som vil kunne være potensielle kjøpere. Hadde det blitt gjennomført henting av all steinmassen gjennom at flere bedrifter henter masse, ville en fjerne all kostnad knyttet

til transport av steinmasse. I tillegg ville det redusert CO_2 -utslipp med 348 000 kg CO_2 . Dette gjør det enda mer aktuelt med internlagring på både dette prosjektet, men også på andre lignende prosjekter i fremtiden.

5.3 Usikkerheter ved forfatternes tilnærming og fremgangsmåte

Det finnes både fordeler og ulemper ved enhver framgangsmåte. Også når det kommer til tilnærmingen og de valgte framgangsmåtene forfatterne har valgt seg ut ved denne bacheloroppgaven.

Verdiene forfatterne har fått fra Trym i henhold til kostnader av leie av anleggs-maskiner er utelukkende hentet fra Trym sine økonomiske rapporter. Dette kan føre til lite variasjon i kostnader og priser, og gir ikke et like omfattende resultat som en kunne fått om en hadde henvendt seg til flere selskaper. Ved å kun få tilgang til økonomien til én entreprenør, vil en altså kunne argumentere for at databasen en har hentet data fra, er for liten. Det er likevel viktig å merke seg at denne bacheloroppgaven er skrevet i samarbeid med Trym. Dette betyr blant annet at Trym har bruksrett på eventuelle funn i denne bacheloroppgaven. Fra dette perspektivet vil det da være fordelaktig at brorparten av verdiene som er brukt i ulike utregninger er hentet fra kun Trym. Utregningene og eventuelle funn vil da være skreddersydd til Trym, noe som selvsagt vil være fordelaktig sett fra Trym sitt perspektiv.

En annen faktor som en kan velge å se på, er det at forfatterne kunne ha kontaktet enda flere intervjuobjekter. Et gjentakende argument som en også kan bruke i denne sammenhengen, er det at et større utvalg med data, hadde gitt et mer nyansert resultat. For å oppsummere, så hadde det derfor mest sannsynlig vært fordelaktig å ha intervjuet enda flere representanter med tilknytning fra bransjen. Likevel er det viktig å tenke på at det i en slik prosjektperiode, hvor en har tids- og ressursbegrensninger, er varierende hvor mye tid og krefter en kan legge ned i de forskjellige gjøremålene. Forfatterne har altså prioritert det slik, at antall intervjuer og samtaler som er blitt gjennomført, var tilstrekkelig i denne oppgaven. Dette har på den andre siden medført at forfatterne har hatt mer tid på andre deler av oppgaven.

Et siste poeng, er at det er gjort antakelser og forenklinger for å begrense omfanget på oppgaven. Dette kan føre til svar som ikke nødvendigvis stemmer helt med virkeligheten, men som derimot blir estimater som kan fungere som en veiledning i samråd med

virkelige eksempler.

Til tross for at det er flere måter forfatterne kunne ha gjennomført denne bacheloroppgaven på, er forfatterne sikre på at den valgte metoden gir uttrykk for en adekvat bacheloroppgave til slutt.

5.4 Videre arbeid med tema

Tatt i betraktning det resultatet forfatterne har kommet fram til i løpet av denne oppgaven, vil det være interessant å fortsette med videre undersøkelser og utregninger på de aktuelle temaene som har blitt dekket i denne bacheloroppgaven.

I avsnitt 2.1.1, blir det nevnt at leieavtaler hvor entreprenører leier inn UE, ikke ville bli diskutert i denne oppgaven. Slike avtaler er vanlig i anleggsbransjen, og det ville derfor vært svært interessant om eventuelt videre arbeid tilknyttet disse temaene, kunne utforsket dette aspektet mer. Spesielt da hvordan innleie av UE påvirket prosjektvirksomheten til et prosjekt, samt gjerne sammenlignet det opp mot funnene forfatterne har gjort i denne oppgaven.

Resultatene og konklusjonene forfatterne sitter igjen med etter denne bacheloroppgaven er ikke nødvendigvis så spesifikke og tallfestede som de kunne vært. Om forfatterne hadde hatt mer tid, samt en større tilgang på prosjektdata, økonomi og produktivitetstall fra flere bedrifter, ville forfatterne kunnet ha produsert enda mer avanserte og omfattende utregninger. Ved videre arbeid med oppgaven, ville det vært svært interessant om en klarte å få tilgang til denne type data og erfaringstall. Slik ville en kunne fått tilbake mer nøyaktige tallverdier i henhold til økonomien og produktiviteten til de undersøkte prosjektene. Med disse mer konkrete resultatene og verdiene kunne en enklere knytte resultatverdiene opp mot de forskjellige aspektene ved et prosjekt. Dette hadde altså vært svært interessant å se resultatet av.

6 Konklusjon

Som det er nevnt og drøftet i diskusjonsdelen, så er det mange forskjellige scenarier og situasjoner som påvirker de økonomiske, driftsmessige og miljømessige aspektene på et anleggsprosjekt, spesielt knyttet til valget ved eierskap versus innleie av anleggsmaskiner. Også prosjektets metode for massehåndtering vil kunne ha en vesentlig innvirkning på prosjektet totalt sett. Til tross for alle disse faktorene og variablene som påvirker prosjektvirksomheten, har forfatterne, gjennom undersøkelser og analyse, funnet ut at det er noen faktorer som er mer fremtredende enn andre.

6.1 Hvordan valget mellom å leie og eie anleggsmaskiner påvirker prosjektkostnadene og prosjektvirksomheten:

Som forfatterne har funnet ut gjennom arbeidet med denne bacheloroppgaven, finnes det ikke ett riktig svar på spørsmålet "eierskap eller leie av anleggsmaskiner". Hva som vil gagne et prosjekt rent økonomisk, driftsmessig og miljømessig, varierer fra prosjekt til prosjekt.

Ser en eksempelvis på lengden av et prosjekt, vil et lengre og mer forutsigbart prosjekt tilsi at eierskap av sine egne anleggsmaskiner vil være det mest fordelaktige valget. Både når en ser på de økonomiske og driftsmessige variablene. I motsetning til i et lengre prosjekt, så vil løsningen på kortere og mer uforutsigbare prosjekt, være å leie inn anleggsmaskiner. En stor investering i nytt anleggsutstyr vil da være ineffektivt og samtidig begrense prosjektets fleksibilitet.

For å konkludere, så vil ikke entreprenøren nødvendigvis få noen betydelige økonomiske utslag ved å enten eie eller å leie inn anleggsmaskiner på prosjekt, sett i det store og hele bildet. Men det vil uansett være viktig for entreprenøren og prosjektledelsen å se på omstendighetene og omfanget til det aktuelle prosjektet. Slik at prosjektet kan oppnå den best mulige løsningen når en skal vedta om en skal investere i egneide eller innleide anleggsmaskiner.

6.2 Hvordan vil internlagring og salg av sprengstein fungere ved Norsk havteknologisenter, og hvordan vil det påvirke kostnader og miljøet?

Med bakgrunn i det som er kommet frem i denne oppgaven kan det konkluderes med at internlagring er fullt mulig ved Norsk havteknologisenter. Deler av steinmassene som skal transporteres ut, kan lagres på anleggsplassen slik at potensielle kjøpere, som i dette tilfeller er NVE, kan hente massen selv. Internlagringen og salget av steinmassene ved Norsk havteknologisenter vil fungere på stort sett samme måte uavhengig av størrelsen på internlageret. Forskjellen er hvor lenge lageret kan forsyne de potensielle kjøperne uten at lageret fylles på. Potensialet som ligger i internlagringen avhenger av hvor stor steinmassen som kan lagres av gangen, som videre avhenger av tilgjengelig plass.

Denne oppgaven viser at internlagringen og salg av steinmasser utelukkende påvirker kostnader og økonomien positivt, så lenge det legges til rette for. Miljøet blir også positivt påvirket av internlagringen og salget, med tanke på CO_2 -utslippet. Når en ser på påvirkning på dyre- og plantelivet, er det mer usikkert hvordan påvirkningen vil være, da forfatterne ikke har gått i dybden på dette.

Med dette i mente, kan det konkluderes med at internlagring og salg av steinmasser ved Norsk havteknologisenter, samt andre lignende prosjekter, er en god løsning. Ved en slik massehåndtering følger det altså med et stort økonomisk og miljømessig potensial, såfremt prosjektets fremdrift ikke påvirkes nevneverdig.

Referanser

- [1] NTNU. Om byggeprosjektet [Internett]. Trondheim: NTNU; ukjent publiseringsdato [hentet 9. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://shorturl.at/dqzKT>.
- [2] Statsbygg. Norsk Havteknologisenter [Internett]. Trondheim: Statsbygg; ukjent publiseringsdato [hentet 9. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://www.statsbygg.no/prosjekter-og-eiendommer/norsk-havteknologisenter>.
- [3] NTNU. Havbassenget [Internett]. Trondheim: NTNU; ukjent publiseringsdato [hentet 9. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/norskhavteknologisenter/havbassenget>.
- [4] Brekke S. Delingsøkonomi [Internett]. Bergen: Store norske leksikon; 30. mai 2023 [hentet 28. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/delingsøkonomi>.
- [5] Behrend M. Science Direct. Kiel: School of Economics and Business, Kiel University, Germany; 2020. Buying versus renting: On the environmental friendliness of item-sharing; 1-13.
- [6] Lovdata. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) [Internett]. Oslo: Lovdata; 13. mars 1981 [hentet: 8. mars 2024]. Tilgjengelig fra: <https://shorturl.at/FIKL9>.
- [7] NVE. Modul G2.001: Omregning av volum av masser [Internett]. Oslo: NVE; 23. mars 2022 [hentet 28. februar 2024]. Tilgjengelig fra: <https://shorturl.at/gkv46>.
- [8] NVE. Dette er NVE [Internett]. Oslo: NVE; 26. februar 2015 [oppdatert 02. mai 2024; hentet: 28. mars 2024]. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/om-nve/dette-er-nve/>.
- [9] Miljødirektoratet, Nye Veier, Statens vegvesen. Kunnskapsgrunnlag om barrierer og potensial for utslippskutt i bygge- og anleggsvirksomhet [Internett]. Trondheim: Miljødirektoratet; 26. mai 2023 [hentet 8. april 2024]. Rapport nr. M-2538 Tilgjengelig fra: <https://shorturl.at/eftQ5>.
- [10] Statens vegvesen. Om håndbøkene [Internett]. Oslo: Statens vegvesen; ukjent publiseringsdato [hentet 28. mars 2024]. Tilgjengelig fra: <https://shorturl.at/lnuOP>.
- [11] Frafjord S. El-maskiner er dobbelt så dyrt [Internett]. Stavanger: Næringsforeningen; 06. februar 2023 [hentet 15. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://rb.gy/et5k8u>.

-
- [12] Li Y. Science Direct. Shandong: School of Management, Shandong University; 2019. The impact of sharing economy practices on sustainability performance in the Chinese construction industry; 9.
- [13] Zhang Y. Science Direct. London: The Bartlett Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London; 2018. Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis; 300.
- [14] Statens vegvesen. Håndbok V016: Geoteknikk i vegbygging [Internett]. Oslo: Statens vegvesen; mai 2009 [hentet 24. februar 2024]. Rapport nr. 5. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/189817>.
- [15] Miljødirektoratet. Utslippsfaktorer i klimagassregnskap for Norge [Internett]. Oslo: Miljødirektoratet; 20. juni 2022 [hentet 9. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://t.ly/4LyDb>.
- [16] Preem. HVO Anleggsdiesel 100 [Internett]. Lysaker: Preem; ukjent publiseringsdato [hentet 14. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://www.preem.no/norsk/produkter/hvo-anleggsdiesel-100/>.
- [17] Preem. Drivstoffpriser [Internett]. Lysaker: Preem; ukjent publiseringsdato [hentet dato 10. april 2024]. Tilgjengelig fra: <https://www.preem.no/norsk/drivstoffpriser/>.

Vedleggsliste

1. Vedlegg 1 Formler
2. Vedlegg 2 A3-Plakat
3. Vedlegg 3 Fagartikkel