

Ingrid Elisabeth Aadnesen
Tyri Røset Finnes
Ruth Ogbamicael

Forslag til tiltak som kan redusere klima- og miljøbelastning på kommunaltekniske anlegg

Suggestions for reducing the environmental impact
on construction projects

Prosjektnummer 11-2020

Bacheloroppgave i ingeniørfag, bygg

Veileder: Omar Sabri

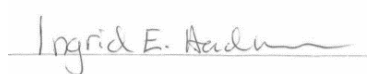
Mai 2020

Forord

Denne bacheloroppgaven ble skrevet som den avsluttende oppgaven for en treårig bachelorutdanning ved Institutt for bygg- og miljøteknikk (IBM) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Hvor alle tre studentene har valg studieretning Anleggsteknikk. Oppgavens omfang ble bestemt i samarbeid med Trondheim kommune, ved Sissel Herstad som ekstern veileder. Prosjektet tar for seg problematikken rundt klima- og miljøbelastninger på kommunaltekniske anlegg, og hvordan dette kan reduseres. For gruppen var målet å komme med et godt bidrag i prosessen mot en mer bærekraftig bransje. Gjennom prosjektet tilegnet vi oss en god faglig forståelse og fikk innsyn i et tema som har et økende fokus i dagens samfunn. Noe vi forhåpentligvis tar med oss videre i mange år fremover.

Flere har bidratt til ferdigstillingen av denne oppgaven, som vi her ønsker å takke. Først vil vi takke vår intern veileder og faglærer Omar Sabri for faglige og akademiske råd, hjelp til utforming av oppgaven samt god veiledning gjennom hele prosjektet. Videre vil vi takke Henrik Andersson, professor ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, som bidro mye i bruk av den matematiske modellen, en del av oppgaven som ikke ville vært mulig uten hans hjelp. Ettersom det tidligere ikke har vært skrevet mye om temaet i denne bacheloroppgaven, belaget gruppen seg på store bidrag fra relevante fagpersoner, for innhentning av informasjon. Vi vil derfor takke SG Entreprenør, intervjuobjektene (Gudmund K. Olsen, Anette Fenstad, Rune Furunes og Benjamin Strandquist), øvrig kommunalt personale og andre fagpersoner for god hjelp. Til slutt vil vi takke Sissel Herstad, vår eksterne veileder, for en spennende oppgave, god oppfølging og nyttige innspill.

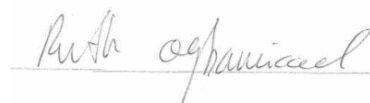
Trondheim, 20. mai 2020



Ingrid Elisabeth Aadnesen



Tyri Røset Finnes



Ruth Ogbamicael

Sammendrag

Bygg og anleggsbransjen må som andre bransjer i dagens samfunn, gjøre sitt for at klima- og miljøpåvirkningen kan reduseres. For å klare dette, må bransjen stå sammen. Til tross for dette, er det byggherren som i mange av tilfellene må stå for forandringen. Byggherren har muligheten til å sette føringen, ettersom det oftest er de som hyrer inn både rådgivere og entreprenører. De har dermed muligheten til å sette klima- og miljøkrav i kontrakten.

Formålet med bacheloroppgaven er å komme med forslag til tiltak som kan brukes for å redusere klima- og miljøbelastningen i anleggssektoren. Hensikten er å starte en informasjonsinnhenting rundt temaet, for at Trondheim kommune og andre byggherrer kan få innspill til hvilke tiltak som kan gjøres for å få mer bærekraftige anlegg. Gjennom studien har metoden vært litteraturstudium, kvalitative semistrukturerte intervjuer og kjøring av en matematisk modell.

Det er flere aspekter ved dagens situasjon som kan forbedres med tanke på mer klima- og miljøvennlige prosjekter. Entreprenørene kan for eksempel vurderes ut ifra hvor bærekraftig deres planlagte utførelse er og hvordan de planlegger å oppnå mest mulig massegjennbruk. I kontrakten kan byggherren stille krav til mengde tomgangskjøring og gjenvinningsgrad. Videre kan det stilles krav til at maskinene skal være elektriske, og i overgangen til elektriske maskiner skal det brukes biodrivstoff.

God og tidlig planlegging kan blant annet bidra til å redusere mengde overskuddsmasse som fraktes til varig deponi. Dersom byggherren har en oversikt over prosjektene som kommer i årene fremover, kan prioriteringen bestemmes ut ifra best mulig massebalanse. Ved bruk av en massebalanseplattform, kan entreprenørene registrere over- og underskudd av masse, og slik samarbeide om ressursene. For optimering av massegjennbruk bør en mellomagringsplass i større grad komme inn i planleggingsfasen for et anlegg. Andre tiltak som kan benyttes er å øke prisen på bruk av jomfruelige masser, og å ta i bruk nye og mer bærekraftige materialer.

Transportlogistikken er en betydelig del av overskuddsmassehåndteringen. I denne oppgaven blir det derfor tatt utgangspunkt i tre lokale prosjekter i Trondheim kommune, og data fra disse blir brukt i en matematisk modell. Modellen skal finne ut hvilke prosjekter som kan samkjøres, for å få økonomiske og klima- og miljømessige besparelser. Det blir gjort to kjøring, hvorav den andre kjøringen resulterer i en 3,3 % reduksjon av transportavstanden for de tomme lastebilene. Det er også en viss reduksjon i pris og CO₂-utslipp, men hovedgevinsten er for nærmiljøet.

Abstract

The construction industry, along with other industries, should contribute to reducing climate emission. All the parts of the construction industry ought to stand together to manage this. Still, in many cases, it is the construction client who has to bring about the change. The client has a unique opportunity to direct the industry by stipulating environmental demands in their contracts.

The purpose of this bachelor thesis is to present suggestions on how to reduce the environmental impact on construction projects. By gathering information, Trondheim Municipality and other construction clients can get some input on how to make projects more sustainable. Throughout this study, the used method was literature review, qualitative semi-structured interview, and a computed mathematical model.

There are multiple aspects of the climate issue that have potential to be improved upon. The contractor can, for instance, be chosen based on how environmentally friendly their planned execution will be and how they plan to reuse most of the material mass. In the contract, the client can demand a maximum amount of idling for machines, or a required high percentage of the materials to be recycled.

Carefully thought out and early planning can reduce the amount of residual mass that is transported to a landfill. If the client has a plan for the upcoming projects, the order of the projects can be determined such that mass balances. It is possible to create a platform where the contractors register their mass supply and demand. In this way, different contractors can coordinate their projects. Another element that should be included in the planning phase for a construction site is a plan for an in-between storage, to optimize the reuse of the mass. The cost of using virgin masses can also be increased to make the use of it an even bigger disadvantage, or in general use more environmentally friendly material.

Transport logistics is of great importance in the handling of residual mass. Therefore, three local projects in Trondheim Municipality are considered, and data from these are used in a mathematical model. The model is programmed to evaluate how the project can improve economically and environmentally. Having completed two computations, the second computation resulted in a 3,3 % reduction of the transport distance for empty vehicles. There is also a certain reduction in cost and CO₂ emissions, however it is the local environment that has the most to gain.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
Liste over figurer	vii
Liste over tabeller	viii
Definisjonsliste	ix
1 Innledning	1
1.1 Avgrensinger	2
2 Bakgrunn for studien	4
2.1 Trondheim kommune	4
2.1.1 Asbjørnsens gate og Tyholtveien	4
3 Teoretisk rammeverk	5
3.1 Klima og miljø i Trondheim kommune	5
3.1.1 Klimaplan	5
3.1.2 CO ₂ -utslipp innad i kommunen	6
3.2 Kontrakt	7
3.2.1 BVP i det norske markedet	7
3.2.2 Sirkulær økonomi	8
3.3 Massehåndtering	9
3.3.1 Avfallspolitikk	9
3.3.2 Tilstandsklasser	11
3.3.3 Dagens praksis	12
3.4 Logistikk	13
3.4.1 Optimeringsmodellen	14
3.4.2 Pareto-optimal	15
3.5 Kjøretøy og drivstoff	16
3.5.1 Europeisk standardisering	16
3.5.2 Nullutslippskjøretøy	17

3.5.3 Elektrisk lastebil.....	18
3.5.4 Biodrivstoff.....	18
3.5.5 Effekten av biodrivstoff.....	20
3.6 Praksis utenfor Norge.....	20
3.6.1 FNs bærekraftsmål.....	21
3.6.2 Hvordan redusere klimagassutslippene.....	22
3.6.3 Planlegging.....	23
3.6.4 CEEQUAL.....	25
4 Metode.....	27
4.1 Litteraturstudie.....	27
4.2 Samtaler og intervju med eksterne.....	27
4.2.1 Semistrukturert intervju.....	27
4.3 Optimeringsmodellen.....	28
4.3.1 Variabler.....	29
4.3.2 Forenklinger.....	31
5 Resultat.....	32
5.1 Intervju.....	32
5.1.1 Gudmund K. Olsen – Anleggsleder fra SG Entreprenør.....	32
5.1.2 Anette Fenstad – Rådgiver ved Miljøenheten i Trondheim kommune.....	34
5.1.3 Rune Furunes – Prosjektleder i Advansia (del av AFRY).....	36
5.1.4 Benjamin Strandquist – Tidligere kommunikasjonsrådgiver i BIL.....	37
5.1.5 Øvrige intervjuer.....	39
5.2 Tur-retur.....	41
5.2.1 Kjøring 1s.....	41
5.2.2 Kjøring 2.....	42
6 Drøfting av mulige tiltak.....	44
6.1 Kontrakt.....	44
6.2 Anskaffelse av prosjekter ved bruk av BVP.....	46

6.3 Planlegging	46
6.4 CEEQUAL.....	47
6.5 Plattform for massebalanse.....	48
6.6 Prisendring som tiltak.....	48
6.7 Krav til kjøretøy og drivstoff.....	49
6.8 Tenke nytt	51
6.9 Anvendelse i Trondheim kommune	51
6.10 Optimeringsmodellen	53
7 Innovasjon og utvikling.....	56
8 Konklusjon	59
8.1 Tilbakeblikk på studien og videre muligheter	60
8.1.1 Videre arbeid.....	61
9 Referanseliste	62
Vedlegg 1 Artikkel.....	68
Vedlegg 2 Plakat	70
Vedlegg 3 Klimamål i Trondheim kommune	71
Vedlegg 4 Kjøring 1	72
Vedlegg 5 Kjøring 2, uten retur	74
Vedlegg 6 Kjøring 2, med retur	76

Liste over figurer

Figur 1 Oversiktskart for plasseringen til Tyholtprosjektet	4
Figur 2 Direkte klimagassutslipp i Trondheim 2013	6
Figur 3 Sirkulær økonomi	9
Figur 4 Avfallshierarkiet	10
Figur 5 Ikke farlig avfall til deponi	13
Figur 6 Sammenheng mellom kostnad og CO ₂ -utslipp	15
Figur 7 Utslipp av klimagasser fra transport i 2018	16
Figur 8 Salg av biodrivstoff i Norge inndelt i konvensjonelt og avansert	19
Figur 9 FNs bærekraftsmål	21
Figur 10 Forprosjektets planleggingsfaser	24
Figur 11 Illustrasjon av to prosjekter med to separate deponier	29
Figur 12 Oversiktskart over forsyningskjenettverket, kjøring 1	30
Figur 13 Oversiktskart over forsyningskjenettverket, kjøring 2	30
Figur 14 Oversikt over deponiforvaltning i et utvalg kommuner	39
Figur 15 Klima- og miljøfokus i kontrakt i et utvalg kommuner	40
Figur 16 BVP på kommunale anleggsprosjekter.....	41
Figur 17 Illustrert gravemaskin med georadarteologi	57
Figur 18 Illustrasjon av konseptet sentrumsnært massehåndteringssted.....	58

Liste over tabeller

Tabell 1 Utslippskutt ved ulike tiltak i transportsektoren	6
Tabell 2 Tilstandsklasser for forurenset grunn [mg/kg tørrstoff]	11
Tabell 3 Grenseverdier av utslipp for Euro VI	17
Tabell 4 Masseoverskuddsskjema	25
Tabell 5 Resultat fra kjøring 1.....	41
Tabell 6 Resultat tur-returalternativ	42
Tabell 7 Resultat fra kjøring 2.....	42
Tabell 8 Resultat tur-returalternativ	43

Definisjonsliste

- Bransjen: En fellesbetegnelse for grunneiere, entreprenører, utbyggere, transportører, myndigheter og forskningsmiljøer, som aktører innenfor bygg og anlegg.
- Bærekraftig: Blir i denne sammenheng brukt som et synonym til noe som er gunstig for klima og miljø.
- Deponi: Et permanent avfallssted for overskuddsmasser. Dette kan også kalles tipp og varig deponi. Definisjonen brukes også for utfyllingssteder, hvor masse blir liggende.
- Forsyningskjedenettverk: Er en fellesbetegnelse for nettverket hvor tungtransport frakter masser til og fra. I denne oppgaven vil dette være: Deponi, behandlingsanlegg og utfyllingssted.
- Klima og miljø: I denne oppgaven blir klima ansett i relasjon til karbondioksidgassutslipp, mens miljø referer til nærmiljø. De brukes derfor sammen her, da begge er nødvendig å ta hensyn til.
- Mellomlager: Et midlertidig lagringssted for overskuddsmasser.
- Utslippsfri og fossilfri: I forbindelse med kjøretøy og maskiner skilles det mellom utslippsfrie og fossilfrie. Utslippsfrie er alle typer som ikke fører til utslipp av noe slag. Fossilfrie har lokale utslipp, men benytter ikke fossile brennstoff.

1 Innledning

Med et stadig økende behov for å hindre de store klimaendringene jorda står ovenfor, er det viktig at endringer blir gjort på flere plan og i alle industrier. Bygg- og anleggsbransjen er på verdensbasis en stor bidragsyter til utslipp som påvirker både klima og miljø. Den samme bransjen er også ansvarlig for utbygging og forbedring av infrastruktur, boliger og arbeidsplasser. For at bransjen skal ha en bærekraftig fremtid må endringer skje allerede nå.

De forente nasjoner (FN) har innført bærekraftsmålene, blant annet for å stoppe klimaendringer innen 2030 (1). Disse bærekraftsmålene skal hjelpe administrative myndigheter i verdens land med å tilrettelegge for industriene og videre utvikling. Trondheim kommune følger også disse bærekraftsmålene i sitt arbeid, og ved hjelp av en omfattende klimaplan ønsker de å gå foran som et eksempel med tanke på bærekraftig utvikling (2). I samarbeidet med Trondheim kommune ble gruppen satt i kontakt med relevante informanter, blant annet SG Entreprenør AS som har et pågående prosjekt i Asbjørnsens gate og Tyholtveien.

Spørsmålet rundt hvordan massehåndtering kan bli mer klima- og miljøvennlig har fått økende fokus den siste tiden. I forbindelse med anleggsprosjekter, anses massehåndtering som hele prosessen fra massen oppgraves til den transporteres til gjenvinning, utfylling eller permanent deponering. Transport er en vesentlig del av massehåndtering. Det blir derfor sett på muligheten for å kutte ned på den totale transportlengden, ved å samkjøre prosjekter. Bortsett fra transporten, kan blant annet utbygging av maskinpark, gjenbruk av masser og minimering av mengde masse som graves opp, være noen av områdene med utbedringspotensialet for bærekraftig drift.

Et gjennomgående tema i denne oppgaven er klima og miljø, og hvordan det kan bli tatt mer hensyn til, gjennom arbeidet som utføres på kommunaltekniske anlegg. Behovet for å finne mer bærekraftige løsninger, gjenspeiles i teorien og tiltakene som blir foreslått i oppgaven. Gjennom økende fokus på bærekraftige tiltak på anleggsprosjekter, er det ønskelig å skape en holdningsendring blant aktørene i bransjen. Det tyder på at flere allerede er klare for endringen, da mange har uttrykt meninger om hvordan drifte kommunaltekniske anlegg med hensyn til klima og miljø.

Problemstillingen for denne bacheloroppgaven er: «Hvordan kan klima- og miljøbelastning reduseres på kommunaltekniske anlegg?». Oppgavens omhandler transportaspekter og deponi i massehåndtering, samt hvordan klima- og miljørelaterte krav implementeres i kontraktene mellom byggherren og entreprenører. Gjennom en bærekraftig tankegang, kan man belyse at pris ikke er den eneste verdien som vektlegges for prosjekter, slik det tradisjonelt sett ofte har

vært. Oppgaven er hovedsakelig et litteraturstudium, som i tillegg bruker kvalitative semistrukturerte intervjuer for teoriinnhentning. Det ble ansett som relevant å opprette dialog med anleggsarbeidere, entreprenører, kommunale ansatte, rådgivere, faglærere og andre relevante personer med kunnskap om bransjen. Litteraturen ble hovedsakelig hentet fra kilder på Google Scholar og andre søkemotorer, hvor det var mulighet for å søke etter både norske og internasjonale kilder.

Oppgaven vil innledningsvis presentere teori knyttet opp mot blant annet bærekraftige tiltak i anleggssektoren. Videre følger metode og så resultater i form av samtaler og intervjuer, etterfulgt av resultat fra optimeringsmodellen. Det kommer deretter en gjennomgang av forslag til tiltak som kan benyttes på kommunale anlegg, etterfulgt av anvendelse i Trondheim kommune hvor de mest relevante og gjennomførbare tiltakene fremlegges. I tillegg drøftes mulighetene for samkjøring. Videre følger et kapittel om innovasjon og utvikling, hvor fremtidige teknologiske utviklinger og idéer blir drøftet. Til slutt kommer konklusjonen, tilbakeblikk på studien og diskusjon rundt muligheten for videre arbeid knyttet til problemstillingen og temaet.

1.1 Avgrensinger

Da samarbeidet med Trondheim kommune startet desember 2019, ble det uttrykt et ønske om informasjonsinnhenting knyttet til reduksjon av utslipp på kommunaltekniske anlegg. Denne problemformuleringen åpnet for flere tolkninger. Det ble derfor avgjort at hovedperspektivet for oppgaven skulle være massehåndtering samt hvordan kontrakter med entreprenører kan brukes, for å sikre bærekraftig drift. Tolkningen av oppgaven var åpen fra start, slik at nye temaer og perspektiver som dukket opp underveis, ble tatt hensyn til.

Oppgaven tar ikke for seg beregninger av klimagassutslipp eller klimafotavtrykk for de ulike forslagene. Grunnen til dette, er at oppgaven utviklet seg i større grad til å bli et litteraturstudium, med forslag til ulike muligheter for videre drift. Det har ikke blitt tatt høyde for økonomiske beregninger i denne oppgaven. Unntaket er kjøringen av optimeringsmodellen for samkjøring mellom ulike prosjekter. Her blir det sett på hvordan man kan oppnå besparelser for både økonomi og utslipp. Kommunen må utenom det, selv avgjøre hvilke konsekvenser som driften til de ulike tiltakene kan medbringe. I enkelttilfeller har det likevel blitt påpekt hvordan noen av tiltakene kan medføre større kostnader for både byggherre og entreprenører.

Massehåndtering på kommunaltekniske anlegg er et sentralt perspektiv i denne oppgaven. Det blir derimot ikke gått inn på selve oppgravingen av masser, da transport og deponering heller ble prioritert. Det blir heller ikke tatt hensyn til forurensede masser, da det hovedsakelig antas

rene masser. Grunnen til dette er at det er ulike regler for varig deponering av forurensete masser og rene masser.

Det ble heller ikke sett på flere pågående prosjekter da Tyholtprosjektet ble ansett som tilstrekkelig for å få innsyn i konkurransegrunnlag, kontrakt og drift.

2 Bakgrunn for studien

Spørsmålet rundt hvordan masse fra bygg- og anleggsbransjen kan håndteres mer klima- og miljøvennlig har de siste årene fått et økt fokus i dagens samfunn. Det er derfor utgitt få artikler og øvrig informasjon rundt temaet foreløpig. Med bakgrunn i dette, startet en dialog med Trondheim kommune. Trondheim kommune, som byggherre, er interessert i flere bærekraftige løsninger på prosjektene sine. I enheten for Kommunalteknikk, ble det derfor vist interesse om et samarbeid for innsamling av informasjon rundt temaet. Slik ble det opprettet kontakt med Sissel Herstad, som er avdelingsleder for Veg, i Kommunalteknikk hos Trondheim kommune.

2.1 Trondheim kommune

Trondheim kommune er en bykommune i Trøndelag og er Norges tredje mest befolkede kommune (3). Kommunen som organisasjon jobber blant annet med byutvikling, og innunder denne paraplykategorien finner man enhetene: Kommunalteknikk og Miljøenheten (4). Enheten for Kommunalteknikk har ansvaret for forvaltningen av kommunale byrom, grøntområder, vann- og avløpsanlegg og kommunale veger i Trondheim (5).

2.1.1 Asbjørnsens gate og Tyholtveien

Et av prosjektene som Kommunalteknikk sin vegavdeling arbeider med i dag, er prosjektet i Asbjørnsens gate og Tyholtveien, senere referert til som Tyholtprosjektet. Prosjektet strekker seg 500 meter fra Henrik Mathiesens veg til Asbjørnsens gate, se Figur 1 (6). Her skal kommunen bygge fortau samt oppgradere vann- og avløpsanlegget, hvorav nye vann-, spillvann- og overvannsledninger skal legges inn (7). Entrepriseformen for prosjektet er generalentreprise, hvor SG Entreprenør er entreprenørselskapet som Trondheim kommune har inngått kontrakt med. Anleggslederen på prosjektet er Gudmund K. Olsen (6). Tyholtprosjektet ble brukt som et praktisk eksempel for studien, med Olsen som kontaktperson. Han ble i tillegg brukt som kilde for generelle bransjerelaterte spørsmål.



Figur 1 Oversiktskart for plasseringen til Tyholtprosjektet (7)

3 Teoretisk rammeverk

Store deler av denne studien benytter litteratursøk. I delkapittel 3.1 blir det presentert hvilke klima- og miljøtiltak Trondheim kommune har planlagt å jobbe mot, samt utslippene av karbondioksid (CO₂) i kommunen de siste årene. Videre i delkapittel 3.2, tar oppgaven opp kontrakter ved å presentere ulike typer entreprisereformer, samt sirkulær økonomi. Deretter blir massehåndtering presentert i delkapittel 3.3. Dette blir knyttet opp mot avfallshierarkiet og tilstandsklasser, samt sett i sammenheng med dagens praksis. I delkapittel 3.4 blir det skrevet om logistikk, før en masteroppgave som omhandler logistikk og samarbeid mellom prosjekter knyttet til transport av masse, blir presentert. Videre i delkapittel 3.5 fokuseres det på anleggsmaskiner, dagens standard og teori rundt nullutslippskjøretøy og biodiesel. Til slutt blir det i delkapittel 3.6 presentert et sammenligningsgrunnlag til hvordan land utenfor Norge håndterer klima- og miljøutfordringene innen bygg og anlegg, i tillegg til CEEQUAL.

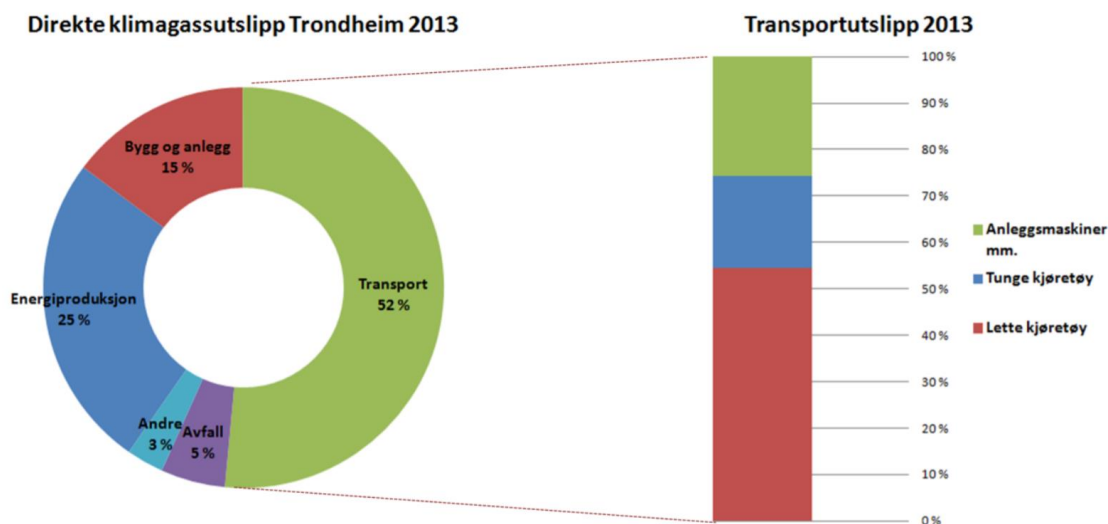
3.1 Klima og miljø i Trondheim kommune

Trondheim er Norges teknologiske hovedstad, og har derfor en unik mulighet til å gå foran som eksempel, til å bli en mer klimavennlig by (2). Dersom Trondheim skal få til dette, må det være et tett samarbeid mellom den offentlige sektoren, næringslivet og innbyggerne.

3.1.1 Klimaplan

Miljøenheten i Trondheim kommune, har formulert en kommunedelplan innenfor energi og klima, kalt klimaplanen, gjeldende for perioden 2017-2030 (8). Formålet med klimaplanen er å redusere klimagassutslippene i kommunen. Planen skal brukes som utgangspunkt og veiledning for fremtidige tiltak som skal besluttes i Trondheim. Klima skal bli mer prioritert i politiske vedtak og her får kommunen en viktig rolle (2). Kommunen som byggherre kan sette klimakrav i konkurransegrunnlaget, og på denne måten sikre at utslippene reduseres.

Hovedmålene i klimaplanen, se Vedlegg 3, baserer seg på direkte utslipp av klimagasser i Trondheim kommune (2). Direkte utslipp vil si klimagasser som slippes ut innenfor kommunegrensene. Av de direkte utslippene er 52 % av utslippene fra transport, se Figur 2. Videre er utslippene fordelt på lettere kjøretøy med 28 %, anleggsmaskiner med 13 % og tunge kjøretøy med 10 %.



Figur 2 Direkte klimagassutslipp i Trondheim 2013 (2, s.18)

Det kommer frem i klimaplanen at kommunen planlegger å legge til rette for fossilfrie kjøretøy, ved etablering av energistasjoner for elektrisitet (el), hydrogen og biodrivstoff (2). Mål 5 i klimaplanen sier at de direkte klimagassutslippene skal innen 2030 være redusert med 80 % sammenlignet med 1991, se Vedlegg 3. For å nå målet er det nødvendig med nullvekst i biltrafikken, samt flere nullutslippslastebiler og nullutslippsanleggsmaskiner. I Tabell 1 kan man se at det mest effektive tiltaket for å redusere utslippene innen transport, er å utfase dagens kjøretøy i bytte mot elektrisitet, hydrogen og biodrivstoff. Her kan det oppnås opp mot 68 % reduksjon av utslippene. Et annet tiltak kan være å legge til rette for bedre gang- og sykkelvegtilbud samt kollektivtransport, og slik oppnå en reduksjon i transportbehovet.

Tabell 1 Utslippskutt ved ulike tiltak i transportsektoren (2)

Tiltak	Utslippskutt
Reduksjon i transportbehov	12 %
Energieffektivisering av kjøretøyflåten	15 %
Overgang til el, hydrogen og biodrivstoff	68 %

3.1.2 CO₂-utslipp innad i kommunen

Målet for Trondheim kommune, i likhet med resten av landet, er å redusere den totale mengden CO₂-utslipp. På Miljødirektoratets nettsider finnes det kommune- og fylkesstatistikk over utslipp av klimagasser fra de siste årene (9). Statistikken viser CO₂-utslippet fra ulike sektorer. Disse sektorene inkluderer blant annet industri, olje og gass, oppvarming, annen mobil

forbrenning samt jordbruk og vegtrafikk. Våren 2020 kom tallene for 2018, som viser at Trondheim kommune har en 2 % økning fra 2017. Tallet for hele 2018 er 455 937,9 tonn CO₂-ekvivalenter (CO₂-eq). Det er likevel en nedgang på 20,6 % siden 2009. Den største nedgangen har vært i sektorene industri, olje og gass, energiforsyning, oppvarming og vegtrafikk. I motsetning har det vært en økning i utslipp fra sektorene luftfart, sjøfart og annen mobil forbrenning.

3.2 Kontrakt

Byggherren vil ved utlysning av et konkurransegrunnlag, motta anbud fra entreprenører. Etter utvelgelse av entreprenør, vil det dannes en avtale mellom partene om utførelsen av bygge- eller anleggsprosjektet (10). Dette kalles en entreprisekontrakt eller byggekontrakt. Ved inngåelse av byggekontrakter benyttes Norsk Standard (NS), som har standardiserte regler for ulike typer kontrakter. NS 8405 Norsk bygge- og anleggskontrakt er den mest sentrale. Det finnes ulike entreprisformer, hvor generalentreprise, totalentreprise og delentreprise er de vanligste. Hovedforskjellen er mengden ansvar som byggherren tar for fremdrift av prosjektet og koordinering av entreprenørene (11). Ved totalentreprise inngår byggherren en avtale med en entreprenør, som selv står ansvarlig for å prosjektere eller å leie inn noen for prosjektering. Delentrepriser er vanlig på store prosjekter, hvor arbeidet deles inn i bolker som kan settes bort til ulike entreprenører (10). En generalentreprise, vil si at entreprenøren har ansvar for den utførende delen av prosjektet, mens byggherren er ansvarlig for å leie inn et selskap for prosjektering og planlegging. Tyholtprosjektet blir utført med generalentreprise, hvor SG Entreprenør ansvarlig for utføringen og Rambøll er innleid for prosjektering og planlegging (7).

3.2.1 BVP i det norske markedet

Tradisjonelt sett blir anskaffelsen av prosjekter i bygg- og anleggsbransjen valgt ut ifra det beste tilbudet, og ofte vil dette si lavest mulig pris. Dette er imidlertid ikke den eneste måten å velge ut en leverandør på. Best Value Procurement (BVP), oversatt til «anskaffelse av best mulig verdi», ble utviklet ved Arizona State University i USA (12). Dette er en innkjøp- og prosjektstyringsmetode som vektlegger kompetansen og prestasjonen hos leverandøren. I USA er metoden benyttet på over 1700 prosjekter over en 20-års periode, med stor grad av suksess. I Europa var Nederland først ut, og i ettertid har både Norge, Polen, Tsjekkia og Danmark tatt metoden i bruk. I Norge er trolig Nye Veier AS den største aktøren for BVP-metoden, da de benytter metoden for alle sine prosjektanskaffelser (13).

I anbudet konkurreres det på prestasjon, tilleggsverdien, risikovurdering og pris, og består av kun seks sider (13). I konkurransen blir det foretatt intervjuer for kompetansevurdering og

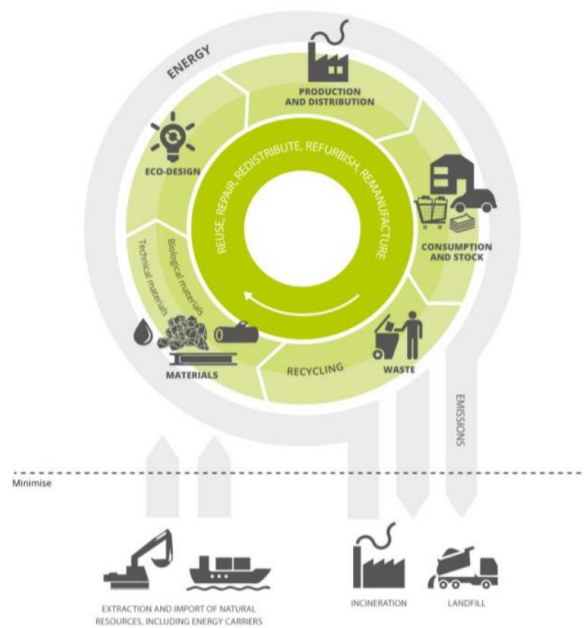
erfaringskartlegging av nøkkelpersoner hos tilbyder. Når den beste leverandøren er valgt, må tilbudet konkretiseres og detaljeres av tilbyder. Etter det vil kontrakten bli signert. Man skiller videre mellom A- og B-sertifisering (14). For å oppnå sertifiseringen må man delta på BVP-kurs. For å oppnå de høyeste nivåene må man i tillegg ha erfaring fra gjennomføring av BVP-prosjekter (12).

3.2.2 Sirkulær økonomi

Jordklodens ressursbank har blitt brukt i mange årtusener, men ressursene er begrenset. Mange materialer kan regnes som naturlige ettersom de hentes direkte ut fra naturen, som for eksempel stein fra et brudd. Problemet er at ressursene ikke kommer tilbake igjen. Dersom man først har sprengt bort deler av et fjell, vokser ikke fjellet frem igjen. Derfor har det blitt snakket mer om konseptet «sirkulær økonomi», hvor fokuset er å utnytte jordas ressurser på best mulig måte (15). Dette kan bidra til bærekraft på lengre sikt.

Det er flere tiltak som kan settes inn for å få en mer sirkulær økonomi. (15). For eksempel kan mer materialer med lengre levetid produseres og dermed maksimere nytten. Materialene kan også produseres slik at de ikke får noen ubrukte restprodukter etter produksjonen, eller designe produkter som er lett å gjenbruke. I tillegg til dette er det gunstig å produsere materialer som er lette å vedlikeholde, noe som gjør at levetiden øker. Med andre ord vil det gjennom sirkulær økonomi bli økt kvalitet på det som produseres.

Det å bytte over til sirkulær økonomi kan også være økonomisk gunstig for et selskap (16). Ettersom man ofte må lengre unna for å få tak i jomfruelige ressurser, vil det være gunstig å gjenbruke mest mulig av materialene man har til rådighet. Effektiv ressursutnyttelse kan også brukes som en konkurranseparameter i innledende faser av et prosjekt. Sirkulær økonomi blir illustrert i praksis i Figur 3 (17).



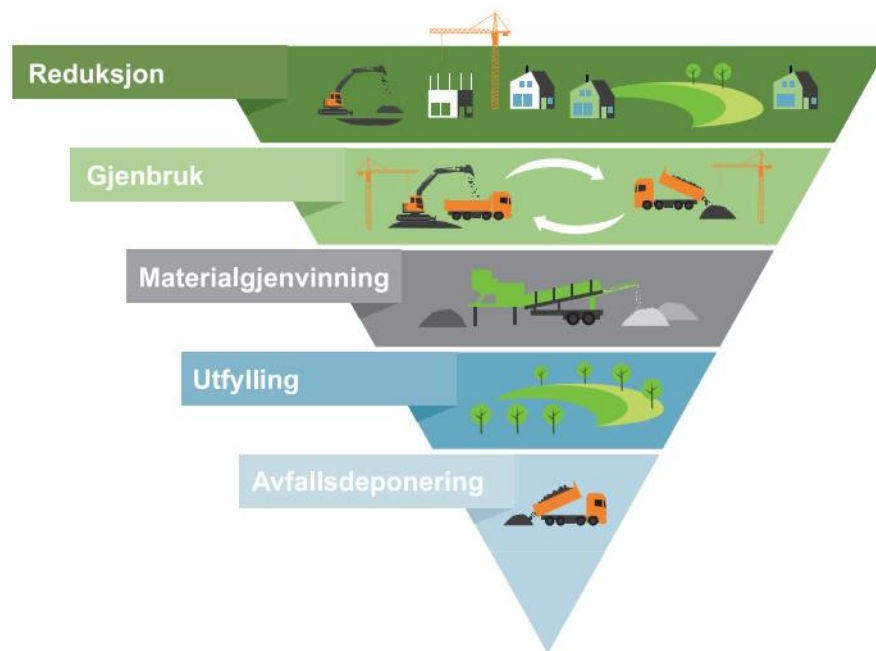
Figur 3 Sirkulær økonomi (17, s.2)

3.3 Massehåndtering

Massehåndtering blir i denne sammenheng brukt som en fellesbetegnelse for håndteringen av overskuddsmasser på et anlegg. Massene kan være asfalt, betong, plast, papp, stein, jord, leire og så videre. I dag blir massene i stor grad sortert, for så bli fraktet til deponi, gjenvinningsstasjoner, mellomaggringssteder eller utfyllingssteder. Den europeiske union (EU) har et rammedirektiv som fastslår at 70 vektprosent av bygg- og anleggsavfallet, som går innunder ikke-farlig materiale, skal gå til gjenvinning (18). Et enkelt prosjekt kan ha en høyere gjenvinningsprosent, men dette fremkommer oftest gjennom kontrakt eller interne mål i selskapet. I dag anses det som viktig å finne løsninger for hvordan å best mulig gjenbruke ikke-forurensede overskuddsmasser, slik at minst mulig blir sendt til varig deponi (28. februar 2020, intervju med Gudmund K. Olsen). Anleggsbransjen har et stort potensial for å bli bedre på massehåndtering og dermed minke klimagassutslippene.

3.3.1 Avfallspolitikk

Det er EUs avfallspolitikk som er førende for hvordan avfallshåndtering utføres i Norge (19). Her blir det avgjort at man skal følge et avfallshierarki med prioritert rekkefølge, vist i Figur 4. Avfallshierarkiet er et fint utgangspunkt for hvordan massen ideelt sett skal håndteres, og viser rekkefølgen for hvordan håndteringen av overskuddsmasser blir mest klima- og miljøvennlig. Avfallshierarkiet er inndelt i fem trinn, hvor rekkefølgen indikerer den ideelle rangeringen, fra mest til minst belastende (20).



Figur 4 Avfallshierarkiet (21, s.9)

Reduksjon av avfall er det øverste trinnet i hierarkiet, hvor målet er å minimere produksjonen av avfall (20). I byggebransjen ble det i 2018 produsert 1,82 millioner tonn avfall i Norge (22). Ideelt sett skal dette tallet senkes betraktelig. Dette kan gjøres gjennom bevisstgjøring og generelt fokus på mindre avfallsproduksjon gjennom livsløpet til et prosjekt. Videre i avfallshierarkiet kommer gjenbruk (20). Gjenbrukstrinnet omhandler bruken av ressurser flere ganger, istedenfor å kaste dem. Med andre ord, jobbe mot mest mulig gjenbruk av allerede eksisterende materialer og masser på anleggsplassen. Dette burde anses som det beste alternativet for overskuddsmassehåndtering. På det neste trinnet, som er materialgjenvinning, brukes materialet om igjen for å lage nye produkter. Det neste trinnet er utfylling, og handler om å nyttiggjøre de resterende overskuddsmaterialene (21). Her kan overskuddsmassene for eksempel legges rett ut i naturen for å fylle opp et gitt areal (13. mars 2020, intervju med Anette Fenstad). Dette er i mange tilfeller områder som skal fylles opp, og overskuddsmassen erstatter da bruken av nye ressurser (21). På det nederste trinnet er alt det øvrige som ikke har funnet sin plass på de tidligere trinnene, og går derfor rett på et avfallsdeponi, hvor det ikke har større nytte (20). Dette er det minst klima- og miljøvennlige utfallet for massene, og det som burde unngås i størst mulig grad. Tradisjonelt sett har avfallsdeponering vært den mest benyttede måten å kvitte seg med masser på. I nyere tid har det derimot tredd i kraft regelverk som skal hindre at nedbrytbart materiale havner på slike deponier. I Trondheim er den vanligste

måten å håndtere masser på, å sende det til deponi (13. mars 2020, intervju med Anette Fenstad).

3.3.2 Tilstandsklasser

Hvordan massen blir håndtert avhenger av hvilken tilstandsklasse massen er i. Dersom overskuddsmassen er ren, kan den brukes uten videre bearbeidelse. Er massen derimot forurenset, må den renskes før en eventuell videre bruk. For å finne tilstanden til grunnen, blir det tatt undersøkelser for å se hvor høy konsentrasjonen av helsefarlige stoffer som massen inneholder (23). Deretter blir verdiene sammenlignet med angitte grenseverdier som resulterer i en tildeling av tilstandsklasse. Disse tilstandsklassene indikerer om massen kan gjenbrukes, hvor den kan bli brukt og eventuelt om den må bearbeides først. Klassene er standardiserte, men kan justeres for lokale tilfeller. Tabell 2 viser helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn angitt i mg/kg tørrstoff for Trondheimsregionen, hvor det er justerte verdier for nikkel og krom (24). Hvis massen er i tilstandsklasse 1, regnes den som ren (23). Alt over 1 er ulike grader av forurensete masser. Man kan likevel benytte masser i tilstandsklasse 2 ned mot en meter under overflaten, og tilstandsklasse 3 på det som ligger dypere, dersom planlagt arealbruk er grøntområde, park eller boligområde (24).

Tabell 2 Tilstandsklasser for forurenset grunn [mg/kg tørrstoff] (24, s.7)

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Stoff	Meget God	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen	<8	8-20	>20-50	>50-600	>600-1000
Bly	<60	60-100	>100-300	>300-700	>700-2500
Kadmium	<1,5	1,5-10	>10-15	>15-30	>30-1000
Kobber	<100	100-200	>200-1000	>1000-8500	>8500-25000
Krom-total ¹⁾	<100	100-200	>200-500	>500-2800	>2800-25000
Krom VI	<2	2-5	>5-20	>20-80	>80-1000
Kvikksølv	<1	1-2	>2-4	>4-10	>10-1000
Nikkel ¹⁾	<75	75-153	>135-200	>200-1200	>1200-2500
Sink	<200	200-500	>500-1000	>1000-5000	>5000-25000
Sum PAH ₁₆	<2	2-8	>8-50	>50-150	>150-2500
Benzo(a)pyren	<0,1	0,1-0,5	>0,5-5	>5-15	>15-100
Sum PCB ₇	<0,01	0,01-0,5	>0,5-1	>1-5	>5-50
Alifater C ₈ -C ₁₀	<10	10	>10-40	>40-50	>50-20000
Alifater>C ₁₀ -C ₁₂	<50	50-60	>60-130	>130-300	>300-20000
Alifater>C ₁₂ -C ₃₅	<100	100-300	>300-600	>600-2000	>2000-20000
Fenol	<0,1	0,1-4	>4-40	>40-400	>400-25000
Benzen	<0,01	0,01-0,015	>0,015-0,04	>0,04-0,05	>0,05-1000
Trikloretan	<0,1	0,1-0,2	>0,02-0,6	>0,6-0,8	>0,8-1000
Tributyltinn (TBT)	<0,015				
Trifenyltinn (TPHT)	<0,015				

1) Av hensyn til naturlig bakgrunnsnivå, aksepteres det høyere innhold av krom og nikkel i ren jord i Trondheim enn Miljødirektoratets normverdier.

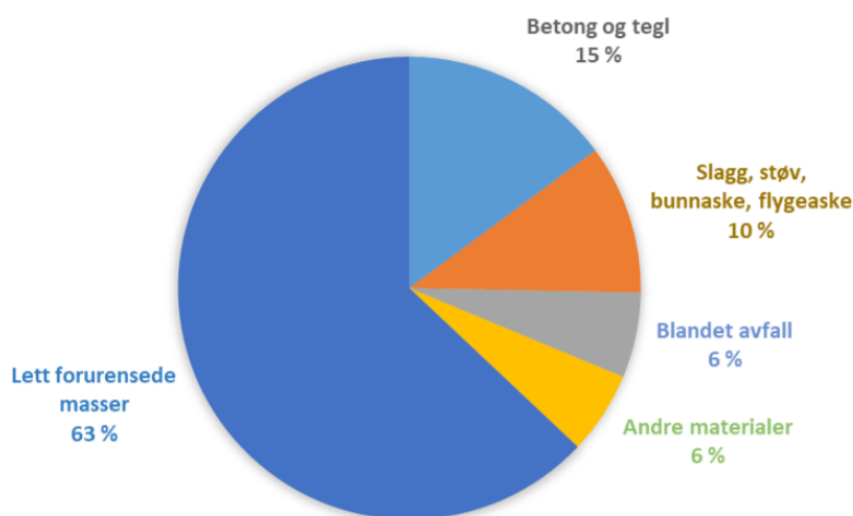
3.3.3 Dagens praksis

For at et entreprenørselskap skal ønske å gjennomføre et prosjekt, må det være utsikter for at de kan tjene på det (25). På den andre siden sitter byggherren med en gitt sluttsum, som prosjektet helst ikke skal overskride. Økonomifaktoren er regnet som en av de viktigste elementene i gjennomføringen av et prosjekt, for alle involverte parter. Klima og miljø har det derimot tradisjonelt sett ikke vært stort fokus på, med mindre det har blitt stilt krav til det i konkurransegrunnlaget og kontrakten. Grunnen til dette kan være at det er mer tidskrevende og at det på flere plan kan øke total kostnadene i prosjektet.

Den enkleste løsningen for håndteringen av overskuddsmasser vil være å sende massene på deponi og deretter kjøpe rene masser, da det som oftest krever minst tid og planlegging (25, 26). I tillegg stilles det i noen tilfeller krav til parametere som for eksempel komprimeringsgrad og korngradering. Da kan løsningen ofte bli å kjøpe inn nye masser som tilfredsstiller kravene, istedenfor å sortere de eksisterende massene.

En løsning for enklere håndtering av overskuddsmasser er å ha en mellomlagringsplass på alle anlegg. Et mellomlager er nyttig for midlertidig lagring av overskuddsmasser, som kan benyttes på et senere tidspunkt. I henhold til avfallsforskriften kan overskuddsmassen være på et mellomlager opptil ett år, dersom massen skal til deponi, eller opptil tre år hvis massen skal gjenvinnes eller til behandling (27). Unntak kan være områder som er regulert til deponi, hvor deler av arealet kan benyttes til mellomlagring (14. mai 2020, Anette Fenstad, telefonsamtale med gruppen). I noen tilfeller kan også spesifikke prosjekter få regulert mellomlagringssted innad på anleggsområdet. Bruk av mellomlager krever ofte et stort areal, som kan være krevende å få til i tettbygde strøk. Der det ikke er plass til å danne mellomlagringssted, vil løsningen ofte være å sende overskuddsmassen til varig deponi (25). Dersom et mellomlagringssted først opprettes er det viktig at det plasseres nært gjeldende prosjektet, slik at transportavstanden blir kortest mulig (28). En mellomlagringsplass er å foretrekke, ettersom gjenbruk av lett forurenset masse i utgangspunktet er billigere enn rensing og deponering av massen (25). Faktorer som tid, transport og tilgjengelighet spiller derimot inn, og kan gjøre gjenbruk av massene til en økonomisk belastning. I Norge sendes det meste av overskuddsmassene fra anleggsprosjekter til varig deponi. Som Figur 5 viser var det i 2016 1,9 millioner tonn med ikke farlige masser som ble sendt til deponi, hvorav 63 % var lett forurensete masser.

AVFALL (IKKE FARLIG) TIL DEPONI 2016 (TOTALT 1,9 MILL. TONN)



Figur 5 Ikke farlig avfall til deponi (25, s.9)

Som det ble presentert i avfallshierarkiet, er gjenbruk det første alternativet som bør vurderes for overskuddsmasser. Enten innenfor samme prosjekt, et annet nærliggende prosjekt eller eventuell behandling og sortering for senere bruk (25). For at massen skal kunne gjenbrukes, kreves det at den oppfyller prosjektspesifikke kvalitetskrav. Dersom gjenbruk av massen ikke er mulig på samme prosjekt, er et godt alternativ å bruke overskuddsmassen på et nærliggende prosjekt som mangler masser. Massegjenbruk mellom prosjekter krever god planlegging og logistikk, derfor skjer det oftere når den samme entreprenøren utfører arbeid for begge prosjektene. Entreprenørene i Trondheim har god kontakt (26. mars 2020, Gudmund K. Olsen, e-post til gruppen). Dersom det er mangel på ønsket masse kan de kontakte hverandre, for å høre om noen har overskudd på gjeldende masse.

I dag er det en tendens i bransjen for å gjøre ting slik det alltid har blitt gjort (29). Mange teknologier og løsninger for arbeid som er klima- og miljøvennlig, eksisterer allerede. Gjenbruk og gjenvinning av overskuddsmasser er bærekraftige løsninger og bidrar til at ressursene varer lengre. På den andre siden kan deponering, i noen prosjekter, være en enkel utvei og blir derfor ofte benyttet. Denne tendensen bør forandres slik at man sammen kan nå bærekraftsmålene.

3.4 Logistikk

Logistikk er i denne oppgaven definert som transport og plassering av materialer og utstyr som brukes på et prosjekt (30). God logistikk øker effektiviteten i et prosjekt, og er ofte et resultat av god planlegging. Ved gjennomtenkt logistikk, vil materialer og utstyr ankomme til riktig tid

og sted, og dermed ikke forsinke prosjektet. Forsinkelser kan føre til ventetid, som igjen kan føre til økte kostnader på prosjektet. Dette gjelder blant annet kostnader i form av timelønn og låneutgifter for utstyr. Potensielle forsinkelser kan også få konsekvenser for parallelle faser i prosjektet. Dette kan unngås ved god og tidlig planlegging.

I planleggingsfasen lages det som regel en oversikt over hvilke materialer og utstyr som er nødvendig til et gitt tidspunkt, samt eventuelt hvor det skal lagres (30). I gjennomføringsfasen må man med bakgrunn i velfungerende logistikk utføre det som er planlagt. Det må da være god oversikt over alt som går inn og ut av anlegget, hvor utstyr og materialer må være lett tilgjengelige (31). God logistikk vil i tillegg si hvor godt anlegget er organisert, hvor ryddig det er og andre elementer som inkluderer hvor trygt det er å bevege seg rundt på anlegget.

3.4.1 Optimeringsmodellen

I Våren 2019 skrev Eirik Oskari Halvorsen (32) en masteroppgave med tittelen «Optimizing environmental and economic aspects of collaborative transportation and logistics related to construction and demolition projects». Den ble skrevet ved Instituttet for industriell økonomi og teknologiledelse ved NTNU, og den interne veilederen var professor Henrik Andersson. Masteroppgaven drøfter hvordan økonomiske og miljømessige besparelser kan oppnås ved bedre logistikk og planlegging av massehåndteringen, samt ved samarbeid mellom aktørene i bygg- og anleggsbransjen. Oppgaven ble skrevet i samarbeid med Bærum Ressursbank, som er et samarbeid mellom Bærum kommune og aktører i bransjen, for å optimere utnyttelsen av overskuddsmasse som er forventet de neste årene (33).

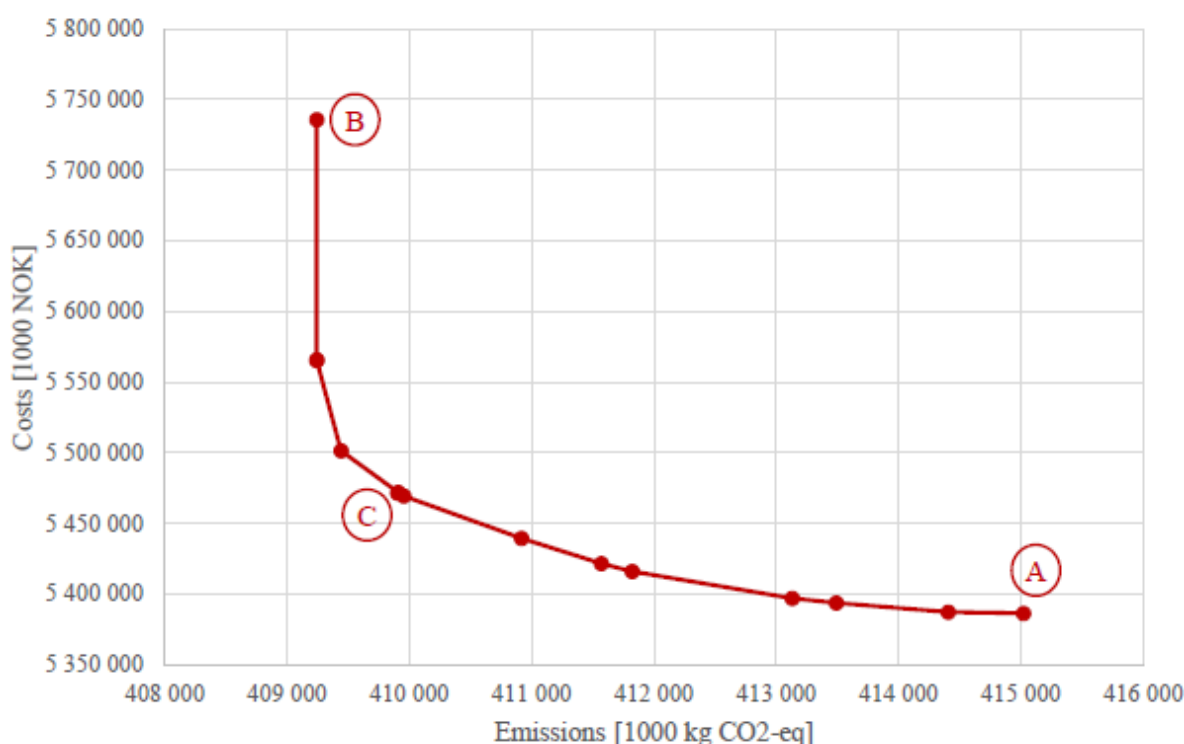
For å oppnå et optimalt samarbeid mellom ulike prosjekter, ble det utviklet en matematisk modell. Modellen er en optimeringsmodell som tar for seg tur-returtransport og kobler det opp mot et forsyningskjedenettverk (32). Modellen tar for seg både klima- og miljømessige samt økonomiske kriterier. Den ble laget for å undersøke om samarbeid mellom flere prosjekter kunne redusere klimagassutslippene og kutte kostnadene. Halvorsen konkluderer avslutningsvis med at hovedbidraget fra oppgaven var en modell som videre kan benyttes i bygg- og anleggsektoren.

Halvorsen sin oppgave resulterte i at det lønte seg med transportsamkjøring av masser mellom prosjektene, både med tanke på miljø og økonomi (32). Det var derimot marginalt lønnsomt med tanke på klimaet, med en liten reduksjon i CO₂-utslipp. Samtidig var det en 40-60 % reduksjon i avstandene lastebilene kjørte tomme. Dette vil ha en positiv innvirkning på nærmiljøet til prosjektene, som totalt sett får mindre lastebiler kjørende rundt. Samkjøring var i tillegg meget gunstig for økonomien til prosjektene totalt sett, med 20-40 % kostnadsreduksjon

på transport. Hvert individuelle prosjekt gikk derimot ikke i pluss, og det argumenteres derfor for at hvis prosjektene skulle samkjøres slik, måtte Bærum kommune ordne en lik gevinstdeling mellom alle deltagende parter.

3.4.2 Pareto-optimal

I masteroppgaven presenteres det en Pareto-optimal graf (32). Denne viser sammenhengen mellom kostnader og CO₂-utslipp for et prosjekt. Grafen indikerer at utslippene kan reduseres betraktelig mot en liten økning i kostnadene. Det kommer derimot til et punkt hvor kostnadene øker mye, uten nevneverdig reduksjon i utslippene. Som Figur 6 viser, er det i punkt A økonomien som står sentralt. Her kan utslippene reduseres uten at kostnadene blir for store. I punkt B har man gjort alle tenkelige tiltak for å redusere klimagassutslippene. Dette har gått betraktelig utover økonomien. Punkt B er derfor et tilsynelatende dårlig valg, da det på dette nivået vil koste mye for liten reduksjon i utslipp. For et prosjekt er det optimalt med god balanse mellom kostnad og utslipp. Området rundt punkt C er derfor å foretrekke. Her er utslippene redusert uten at kostnadene øker for mye. Ifølge Andersson (25. februar 2020, møte med gruppen), er denne grafen adapterbar for andre prosjekter.

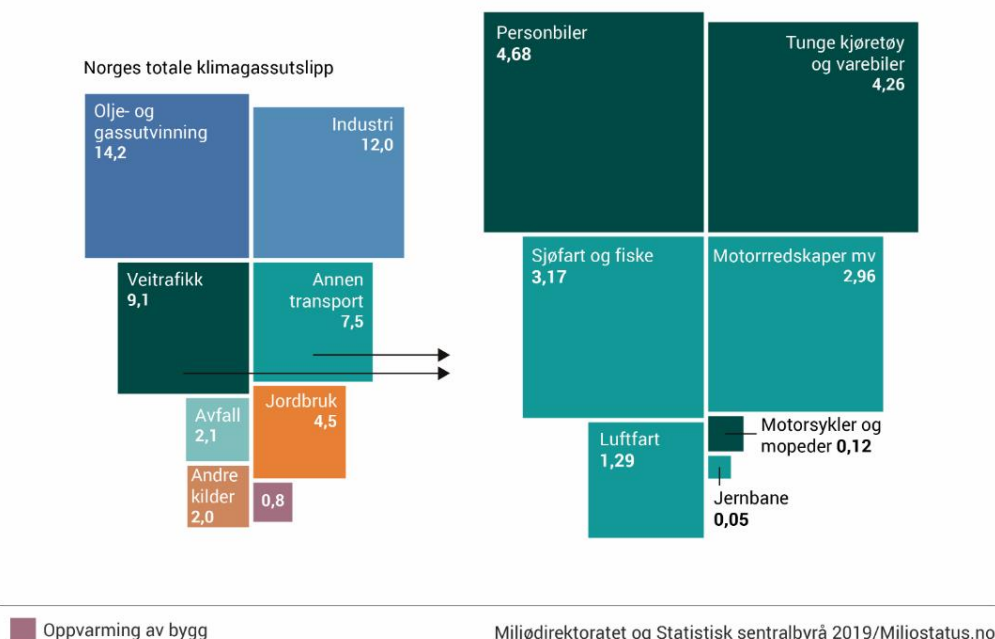


Figur 6 Sammenheng mellom kostnad og CO₂-utslipp (32, s.63)

3.5 Kjøretøy og drivstoff

Av Norges klimagassutslipp er 32 % av utslippene fra transport, noe som utgjør den største utslippskilden (34). Innad i transportsektoren, står vegtrafikken for den største andelen av utslippene. I tillegg til personbiler, skyldes en betydelig andel av utslippene tunge kjøretøy og varebiler. Figur 7 viser utslippene av klimagasser fra transportsektoren i 2018.

Utslipp av klimagasser fra transport i 2018
Millioner tonn CO₂-ekvivalenter



Figur 7 Utslipp av klimagasser fra transport i 2018 (34)

Lange avstander mellom prosjekter, deponi og masseuttak, gjør at massene transporteres på tunge kjøretøy over lengre perioder. Dette vil ha en innvirkning på klimafotavtrykket til et prosjekt, da det som tidligere nevnt kan være liten plass på anlegget og dermed vanskelig å lagre massene på stedet. Noen typer masser krever også rensing, tining eller permanent deponering, som gjør at transportdelen av prosjektet er unngåelig. Det blir derfor sett videre på hvordan man i større grad kan hindre utslipp av klimagasser, samt svevestøv og andre partikler som påvirker nærmiljøet.

3.5.1 Europeisk standardisering

I tråd med fremtidsplanene for å hindre store klima- og miljøutslipp, har EU satt stadig strengere målsetninger for å forbedre motorer i både personbiler og anleggsmaskiner (35). Dette resulterer i krav som, i tråd med teknologisk utvikling, stadig blir strengere. Dagens høyeste krav tilsvarer standarden for Euro 6/VI motorer, som produseres for både bensin- og dieselmotorer. Standarden ble laget for å minke utslippene av svevestøv og nitrogenoksid

(NO_x), som bidrar til å forbedre luftkvaliteten i trafikkerte områder. Kravene gjelder for alle kjøretøy som selges i Europa, uavhengig av produksjonslandet (18. mars 2020, intervju med Benjamin Strandquist). International Council on Clean Transportation (ICCT) er en organisasjon som publiserer vitenskapelige og tekniske analyser, samt annen objektiv forskning, som gagnar folkehelsen og minker klimapåvirkninger i transportsektoren (36). I en orientering fra juni 2016 går ICCT inn på effektene av Euro 6/VI standarden, som blant annet 17 av G20-landene følger (35, 37). Her kommer det frem at dersom standarden følges og forurensningene minker, kan risikoen for lungekreft, astma, hjerneslag og iskemisk hjertesykdom unngås.

Man skiller mellom Euro VI og Euro 6, hvor romertallene gjelder for tunge kjøretøy og anleggsmaskiner, mens de arabiske tallene er for lette kjøretøy som personbiler (35). Euro VI-standardene ble først introdusert av EU i 2009, men har senere blitt revidert. I dag benyttes gjeldende krav fra 2014. Utslippsgrensene gjelder for ulike typer partikkelutslipp (38). Tabell 3 viser grenseverdier for utslipp ved ulike typer tenning av kjøretøyet.

Tabell 3 Grenseverdier av utslipp for Euro VI (38, s.20)

Grenseverdier								
	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC (mg/kWh)	CH ₄ (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	NH ₃ (ppm)	Svevestøv masse (mg/kWh)	Svevestøv nummer (#/kWh)
WHSC (CI)	1500	130			400	10	10	8,0 x 10 ¹¹
WHTC (CI)	4000	160			460	10	10	6,0 x 10 ¹¹
WHTC (PI)	4000		160	500	460	10	10	6,0 x 10 ¹¹
Merknad: PI = Gnisttenning CI = Kompresjonstenning								

Euro VI har altså en større innvirkning på nærmiljø enn klima, da kravene regulerer utslipp av blant annet svevestøv, karbonmonoksid (CO) og NO_x. Regulering av CO₂ er ikke tatt høyde for i standarden. En av grunnene kan være at CO₂-utslippene påvirkes av hvilken type drivstoff som benyttes i kjøretøyet (18. mars 2020, intervju med Benjamin Strandquist). Det sees derfor nærmere på regulering av nullutslippskjøretøy og hvilke typer drivstoff som kan benyttes i disse kjøretøyene, da dette er mer rettet mot klimapåvirkningene.

3.5.2 Nullutslippskjøretøy

I henhold til Gjeldende Nasjonal Transportplan (2018-2029), ønsker regjeringen å ta en rekke grep for å redusere utslippene innen transportsektoren (39). Det legges blant annet til rette for at innen 2025 så skal nye personbiler og lette varebiler være nullutslippskjøretøy, og samtidig være lønnsomme. I tillegg skal 75 % av langdistansebussene, 50 % av lastebilene og de nye tyngre varebilene være nullutslippskjøretøy innen 2030. Dette vil trolig ha en positiv

innvirkning på klimagassutslippene i transportsektoren de kommende årene, og vil gjøre klimavennlige alternativ mer tilgjengelige for forbrukerne. I anleggsbransjen vil reduksjon av nullutslippslastebiler ha størst innvirkning, da disse benyttes til transport av blant annet masser. Nullutslippskjøretøy inkluderer både batterielektriske og hydrogenelektriske kjøretøy (40). For begge teknologiene er det elektriske motorer (el-motorer) som sørger for fremdrift av kjøretøyene. Forskjellen er imidlertid at batterielektriske kjøretøy lades opp av strømmettet, imens hydrogenelektriske kjøretøy omdanner hydrogen til elektrisitet i motorens brenselceller. Forbrenningsprosessen i brenselcellene generer bare vanndamp som utslipp, og kan derfor anses som nullutslippsbiler (18. mars 2020, intervju med Benjamin Strandquist). Det er derimot svært få hydrogenfyllestasjoner i Norge, og det selges få hydrogenelektriske kjøretøy sammenlignet med batterielektriske.

3.5.3 Elektrisk lastebil

Elektriske lastebiler (el-lastebiler) et nullutslippskjøretøy som anleggsbransjen kan få stor nytte av. Disse lastebilene har null eksosutslipp og kan derfor redusere store deler av klimautslippene som er tilknyttet anleggsbransjen (41). El-lastebiler er også gunstige med tanke på nærmiljøet, ettersom de har lavt støynivå.

I Norge har det de siste årene vært benyttet få el-lastebiler (42), og antallet har ikke økt nevneverdig ettersom el-lastebiler fortsatt ikke er konkurransedyktige, hverken på pris, rekkevidde eller nyttelast. For at el-lastebiler med større rekkevidde skal utvikles, må ladeinfrastrukturen forbedres (41). Dette kan innkjøperne bidra med ved å investere i utviklingen av elektriske kjøretøy. Flere veletablerte selskaper holder på å utvikle og produsere el-lastebiler med bedre batterikapasitet, som vil forlenge rekkevidden til maskinene (43). Disse lastebilene er typisk drevet av enten batteri eller hydrogen. Noen av selskapene har planer om å gjøre kjøretøyene tilgjengelig i Norge i løpet av 2020 og 2021.

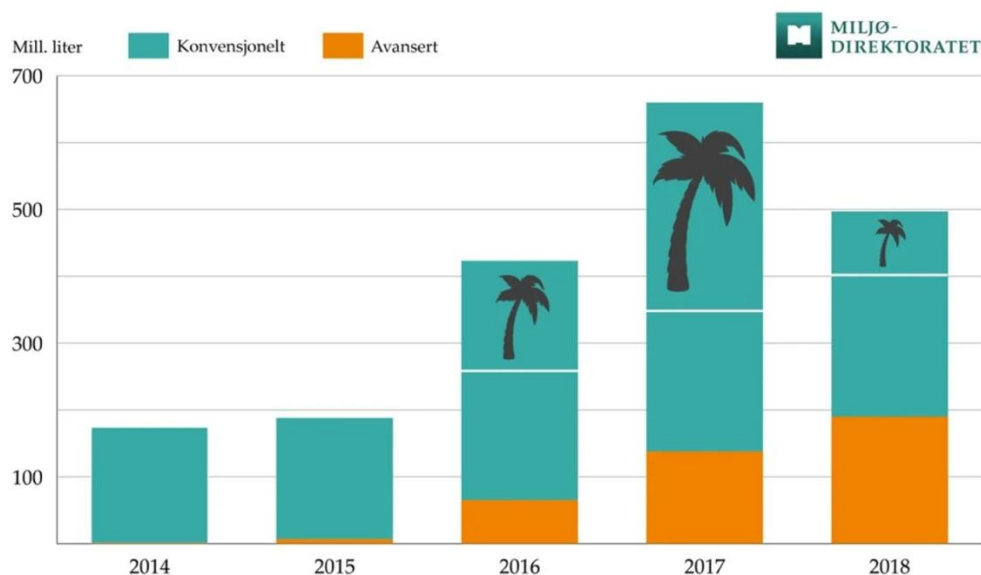
I dag er det hovedsakelig el-lastebiler for korte distanser og lokal distribusjon som er tilgjengelige i markedet (44). Det kan være en mulig løsning for mindre anleggsprosjekter, hvor masser ikke skal fraktes langt. Innkjøpsprisen er høyere enn fossildrevne lastebiler, men skal tilgjengjeld være billigere i drift og vedlikehold.

3.5.4 Biodrivstoff

De teknologiske framskrittene har gjort at drivstofforbruket har blitt betraktelig redusert siden 1975 (45). Det er forventet at denne tendensen skal fortsette de neste årene. I de siste årene har i tillegg salget av biodrivstoff hatt en økning i Norge (46). Biodrivstoff er drivstoffer som

fremstilles av biologisk materiale (47). Ved å erstatte fossilt drivstoff kan biodrivstoff bidra til å redusere klimagassutslipp.

Biodrivstoff forekommer både som gass og flytende brensel (47). Det skilles ofte mellom konvensjonelt og avansert biodrivstoff. I henhold til norske regelverk er skillet basert på hvilke råstoff som benyttes i produksjonen. Råstoff som går til produksjon av konvensjonelle biodrivstoff kan benyttes til mat- eller dyrefôrproduksjon. Rester og avfall fra landbruk, skogbruk og næringsmiddelindustri kan benyttes i fremstillingen av avansert biodrivstoff. Statistikk fra Miljødirektoratet viser at avansert biodrivstoff har hatt en økning (46). Bare i 2018 ble det solgt nesten 40 % mer biodrivstoff enn året før. Denne typen biodrivstoff er produsert av rester og avfall, og anses i tillegg som gjenvunnet. I 2018 sank det totale salget av biodrivstoff i det norske markedet. Hovedgrunnen er at det ble importert tre ganger mindre palmeolje i 2018 enn i 2017, vist i Figur 8.



Figur 8 Salg av biodrivstoff i Norge inndelt i konvensjonelt og avansert (46)

En grunn til den drastiske nedgangen i salg av palmeolje i Norge, kan være en bevisstgjøring av problemene knyttet til palmeoljeproduksjonen. Denne produksjonen bidrar til regnskogødeleggelse i Sørøst-Asia (48). I land som Malaysia og Indonesia, hvor palmeoljeindustrien er svært utbredt, har dette negative konsekvenser for innbyggerne, dyr og ikke minst klimaet. Ved avskoging frigjøres store mengder klimagasser, noe som er skadelig for hele kloden. Det er derfor positivt å se at rapsolje i 2018 forbigikk palmeolje som det mest brukte råstoffet i norsk biodrivstoff (46). I tillegg benyttes mer norske råstoffer, selv om dette fortsatt er marginalt sammenlignet med importert råstoff. Tall fra miljødirektoratet viser at

andelen norsk råstoff kun utgjorde 1,1 % i 2018, en økning fra 0,4 % i 2017. Dette er likevel en positiv tendens som minker importen av biodrivstoff og råstoff til Norge.

3.5.5 Effekten av biodrivstoff

Klimaeffektene av biodrivstoff kan vurderes på flere måter (47). Dette avhenger av om vurderingen baseres på livsløpsutslipp i et globalt perspektiv eller i et nasjonalt klimaregnskap, hvor det blir tatt hensyn til direkte utslipp. I henhold til FNs klimakonvensjon, anses CO₂-utslipp fra biodrivstoffforbrenning i de nasjonale klimagassregnskapene som null. CO₂ som oppstår etter forbrenning av biomasse, bidrar ikke til mer CO₂-tilførsel i det naturlige karbonkretsløpet, da disse utslippene blir tatt opp av voksende biomasse. Biodrivstoffbruk bidrar likevel til klimagassutslipp før forbrenning. Utslippene kommer fra dyrking av råstoff, drivstoffproduksjon og transporten av ferdigstilt produkt. Dersom råstoffet er avfall, beregnes utslippene først fra avfallsinnsamlingen. Ettersom man ikke inkluderer utslippene før avfallsinnsamlingen, har avansert biodrivstoff ofte lavere livsløpsutslipp enn konvensjonelt biodrivstoff.

Biodrivstoff har også noen negative sider (47). Blant annet vil beslaglegging av areal med høy biodiversitet, hogging av regnskog eller potensielle matproduksjonsarealer, være negative konsekvenser av biodrivstoffproduksjonen. I likhet med fossile drivstoff vil biodrivstoff, ved forbrenning, også ha en lokal forurensning. Likevel kan bærekraftig produksjon og erstatning av fossile drivstoff gi betydelige utslippsreduksjoner ved bruk av biodrivstoff. For å sikre at biodrivstoffet er bærekraftig kan man benytte sertifiserte produkter. Et eksempel er HVO Diesel 100 (HVO100) hvor fremstillingen utelukkende er rester fra skogsbruk, animalsk fett og vegetabiliske oljer, altså fornybare råvarer (49). Her står HVO for «Hydrotreated Vegetable Oil» (47). Med sertifisering kan man hindre økt salg av biodrivstoff laget av for eksempel palmeolje, og dermed forhindre de negative effektene av biodrivstoff.

Bærekraftig biodrivstoff kan ikke alene kutte alle transportrelaterte utslipp (47). Det er en begrenset ressurs, men kan bidra til å redusere utslippene fra transportsektoren frem til mindre kjøretøy, varebiler, ferger og bybusser blir elektriske. For tunge kjøretøy, luftfart og skipsfart vil behovet for biodrivstoff være mer langsiktig, da den teknologiske utviklingen ikke har kommet hit enda.

3.6 Praksis utenfor Norge

Miljøenheten i Trondheim kommune (13. mars 2020, intervju med Anette Fenstad) påpekte at Norge ligger et par hakk bak andre land i Europa, med tanke på bærekraft. Et av landene som

ble brukt som et eksempel var Danmark. Det kan være flere grunner til dette, men regjeringen til Danmark har blant annet uttalt at de ønsker å satse stort på klima og miljø (50). Dette ble et mål allerede i 2011, og intensjonen var da at Danmark skulle bli et demonstrasjonsland. Danmark har i ettertid fortsatt filosofien om å være et forbilde innen det grønne skifte og energiutnyttelse (51).

3.6.1 FNs bærekraftsmål

Danmark har som andre land tatt utgangspunkt i FNs bærekraftsmål. Bærekraftsmålene er en arbeidsplan som verden skal jobbe mot sammen, og innen 2030 i stor grad ha bekjempet ulikheter, utryddet fattigdom samt stoppet klimaendringene (1). Bærekraftsmålene består av 17 mål, vist i Figur 9, og de skal fungere som retningslinjer for næringsliv, sivilsamfunn og landet som helhet. Trondheim kommune har også tatt utgangspunkt i FNs bærekraftsmål i sin klima- og energipolitikk (8).



Figur 9 FNs bærekraftsmål (1)

Som beskrevet over gjelder FNs bærekraftsmål også for næringslivet. Det er derimot ikke alle målene som er like aktuelle for alle bransjer. I januar 2020 utga den danske Bygherreforeningen (52) et manifest, hvor alle bransjeaktuelle mål beskrives. Manifestet er ment som en veileder for byggherrer, for å få FNs bærekraftsmål inn i arbeidet. Det argumenteres for at gjennom byggherrens posisjon, har byggherren en god mulighet til å sette ambisiøse mål og krav for samarbeidspartnere sine. Dette betyr at det er byggherrens interesser som former retningen bygg- og anleggsbransjen beveger seg mot. Denne makten gjør at de kan utgjøre en avgjørende forskjell innen bærekraft. Byggherrer skal gjennom sitt samfunnsansvar ta høyde for menneskenes sunnhet, trivsel, komfort og produktivitet. De har videre ansvar for å

21

ta samfunnets interesser og verdier i betraktning. Dette gjør at byggherren har muligheten til å koble utvikling av forretningsmodeller opp mot samfunnsansvaret.

Manifestet går videre i dybden på de enkelte målene som anses for å være mest aktuelle for bygg- og anleggsbransjen. Disse er 3, 7, 8, 9, 11, 12, 13 og 17, med spesiell vekt på 13. I mål 3 skal byggherren legge til rette for sunnhet, trygghet og trivsel i det som bygges, med blant annet fokus på universell utforming, materialvalg og sikkerhet (52). Under mål 7 skal byggherren bidra til det grønne skiftet. Dette kan oppnås gjennom effektivisering og anvendelse av langvarig energi, samt valg av materialer som er fremstilt på en energieffektiv måte. I mål 8 skal byggherren sikre ansvarlig arbeid, godt samarbeid og ordnede lønn- og arbeidsforhold, for å slik oppnå høyere produktkvalitet. For mål 9 legges det vekt på å finne fremtidsrettede løsninger, blant annet i måten man løser byplanlegging, anvendelse av ny teknologi og unngå unødvendig transport av restmasser og materialer. I mål 11 skal byggherren tilrettelegge for et inkluderende samfunn og skape bæredyktige rammer for menneskelig aktivitet. Under mål 12 skal byggherren strebe etter mest mulig holdbare løsninger og jobbe for å bruke minst mulig ressurser. Det skal også gjenbrukes mest mulig og livsløpsanalyse (LCA) er viktig. I mål 17 skal byggherren legge til rette for å nå bærekraftsmålene, dette gjennom samarbeid og dialog med myndigheter og bransjen.

I mål 13 settes det krav til at byggherren skal ta stilling til klimarelaterte konsekvenser for materialvalg, og andre bestemmelser gjennom hele livsløpet til prosjektet (52). Da tenker man spesielt på konsekvensen av klimagasser og at det ferdige produktet skal kunne stå imot eventuelle klimautfordringer som villere og våtere vær. I tillegg nevnes tilrettelegging i selve utførelsen, for blant annet logistikk og transport. Det artikkelen fra Byggherreforeningen i Danmark har presisert, er konkrete tiltak for hvordan bygg- og anleggssektoren til gjennomføring av målene.

3.6.2 Hvordan redusere klimagassutslippene

Våren 2020 la den danske Regjeringens klimapartnerskaber (53) frem «Anbefaling til regjeringen fra klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren». Dette er en plan hvor over 100 virksomheter og spesialister fra bransjen har gått sammen etter oppfordring fra regjeringen. Formålet var å komme frem til en plan som setter klimautfordringene i fokus, og presenterer tiltak for å redusere klimagassutslipp. Målene skal oppnås gjennom utvikling, ikke avviking. Det påpekes at mange av løsningene finnes allerede, men de må bli tatt i bruk. Planen tar utgangspunkt i at Danmark skal nå klimamålene sine, som er å minke CO₂-utslippet med 70 % innen 2030, i samsvar med bærekraftmålene til FN. Bygg- og anleggsbransjen kan stå for mellom 20-25 % av utslippskuttet.

I rapporten blir det presentert fem hovedinitiativer for å minke utslipp på et anlegg. De to første punktene omhandler utslippsfrie anleggsmaskiner og overgang til elektriske kjøretøy på vegene (53). Når de eksisterende anleggsmaskinene blir modne for utskifting, burde de nye være utslippsfrie. I overgangsfasen til ny maskinpark, kan biodrivstoff benyttes. Det er ikke bare anleggsmaskinene som kan være utslippsfrie, men også persontransporten. Mange av kjøretøyene som brukes på en anleggs plass er personbiler. Disse benyttes for å komme til og fra arbeidsplassen, og rundt på anlegget. Dagens teknologi har kommet langt nok til at disse bilene kan kjøre elektrisk.

Videre presenterer rapporten muligheten for å ta i bruk nye materialer og ny teknologi (53). Anleggsbransjen bruker mye betong, i alt fra broer til vann- og avløpsrør. For å redusere klimafotavtrykket, kan man ta i bruk nye sementtyper med mindre sementklinker. Dette kan føre til utslippskutt i sementproduksjonen med inntil 30 %. Asfalt er et annet materiale som blir mye brukt på anlegg. Her foreslår rapporten å ta i bruk klimavennlig asfalt (KVS). KVS er en ny type asfalt, som er designet for å redusere rulle motstanden til biltrafikken. Dermed kan CO₂-utslippet minkes, ettersom bilene bruker mindre drivstoff, uten å redusere sikkerhet eller levestandighet. KVS har blitt jobbet med siden 2011, men ble først tatt i bruk i 2018 (54). Analyser indikerer at levetiden på veger med KVS er minst den samme som for veger med tradisjonell asfalt, samtidig som reduksjonen av CO₂-utslipp er på 1,2 %. Andre fordeler ved bruk av KVS er mindre støy, som er positivt for nærmiljøet, og mindre rulle motstand som senker vedlikeholdsbehovet. Prisen på KVS er rundt 10 % høyere enn tradisjonell asfalt. Til slutt foreslår rapporten å ta i bruk ny teknologi, i form av for eksempel roboter. Teknologien utvikler seg mye fra år til år, og ved utnyttelse av kommende teknologier, kan utslippene reduseres.

Danmark sin plan er å gjennomføre disse tiltakene, i tillegg til noen mindre insentiver, innen 2030 (53). Ved å gjennomføre de nevnte tiltakene, kan bygg- og anleggssektoren redusere CO₂-utslippene med opp mot 683 000 tonn CO₂/år. For å oppnå dette, må samfunnet som helhet stå sammen og prioritere klimaet.

3.6.3 Planlegging

Viktigheten av god planlegging kommer frem i flere artikler fra Danmark. Hvis planleggingen kommer inn på et tidlig stadium, kan man skape merverdi, samtidig som man reduserer CO₂-utslipp og får en mer sirkulær økonomi på et prosjekt (29). Dette gjelder også for håndtering av overskuddsmasser, som kan være av stor betydning og verdi. Ved å redusere bruken av masser og gjenbruke mest mulig, vil det være økonomiske besparelser og samtidig være mer bærekraftig. Dette kan oppnås ved god planlegging, tidlig i prosjektet.

En av planleggingsmodellene for håndtering av overskuddsmasser er visualisert i Figur 10 (29). Her går forprosjektet gjennom fire faser, fra 0-3. Det er tatt utgangspunkt i at byggherren planlegger på hvilke tidspunkt prosjekter skal igangsettes, basert på en overskuddsmasseligning.



Figur 10 Forprosjektets planleggingsfaser (29, s.16)

I fase 0 er det avklaring av visjon som skal utføres (29). Her blir det fremlagt en plan for arbeidet som skal gjøres, og det opprettes styre- og arbeidsgrupper. Videre i fase 1 skal kartleggingen av prosjektet utføres. Først blir historiske erfaringer gjennomgått. Deretter blir det sett på prosjekter som kommer fem-femten år frem i tid, og i den sammenheng hvilke overskuddsmasser som oppstår på ulike prosjekter til gitte tidspunkt. I fase 2 er det fokus på analyse. I denne kategorien blir det produsert en mulighetskatalog og en liste over de anbefalte prosjektene i prioritert rekkefølge. Katalogen og listen blir produsert med utgangspunkt i en workshop sammen med aktuelle parter. Det blir også utarbeidet en kartlegging av gjenvinningsmulighetene. Til slutt i fase 3 arbeides det med strategi for prosjektene. Dette innebærer videre arbeid med hvert individuelle prosjekt, hvor det opprettes prosedyrer for massehåndtering og nye samarbeidspartnere presenteres.

En annen mulighet er å sette opp et masseoverskuddsskjema (29). Her kan man registrere hvilke massetyper hvert anlegg kommer til å oppdrive, og samtidig se eventuelle bruksområder. Tabell 4 viser et eksempel på et masseoverskuddsskjema, og hvordan det kan settes opp. Vurderingen av massene må gjøres individuelt for ulike prosjekter. På denne måten får man raskt og enkelt oversikt over mulighetene for videre bruk av overskuddsmassene. Typiske eksempler som overskuddsmassene kan brukes til, er å lage en støyvold, heve terrenget, oppfylling av ledningstraséer eller benyttes i lokalsamfunnet til utbygging av en naturlekeplass.

Tabell 4 Masseoverskuddsskjema (29, s.32)

Massetype Plassering	Jord	Torv/ gjørme	Uegnet leire og silt	Enskornet sand/lagdelt leire	Kalkstab. leire	Morene- leire	Sand og grus
I grønne områder	+	+	+	+	+	+	+
Stier med lettere trafikk	-	-	-	+	+	+	+
Veg- oppbygging	-	-	-	+	+	+	+
I demninger	(+)	-	-	+	+	+	+
Under- bygning	-	-	-	+	+	+	+

3.6.4 CEEQUAL

The Civil Engineering Quality Assessment & Awards Scheme også kalt CEEQUAL, er en miljøsertifiseringsordning som har sin opprinnelse fra England (55). Den handler om å analysere arbeidet som utføres på anleggsprosjekter, for deretter finne eventuelle forbedringspotensialer. For vurderingen av prosjekter benytter CEEQUAL evidensbaserte kriterier, samt en ekstern verifisering (56). Dette gjør at man får et resultat som viser hvor bærekraftig et prosjekt er (55). CEEQUAL er et lignende system som det mer kjente BREEAM, som er et sertifiseringssystem for bygninger (57). Gjennom fokus på temaer som arealbruk, energi, materialer, innemiljø og ledelse vil det her bli gitt en sertifisering med et nivå, fra «Pass» til «Outstanding». På samme måte som BREEAM, krever også CEEQUAL gjennomføring av kurs (58).

Etter den internasjonale lanseringen i 2011, har denne måten å gjennomføre og styre et prosjekt på, blitt relativt vanlig. Allerede i 2014 hadde Sverige åtte prosjekter som fikk en vurdering (59). På den andre siden, ble det første norske CEEQUAL-sertifiserte prosjektet først ferdig i 2018 (60).

CEEQUAL-kompetansen i Norge er foreløpig begrenset (55). Grunnen er at systemet er relativt nytt, i tillegg til at anlegg ofte er offentlig forvaltet. Offentlige myndigheter har gått ut og sagt at det skal bygges mer klima- og miljøvennlig, men det er også et ønske om at det skal bygges mye veg for pengene. CEEQUAL kan i utgangspunktet virke mindre lønnsomt, men skal i teorien skape bedre prosjekter. Blant annet ser metoden på avfallsminimering, gjennomtenkt ressursbruk og hele livsløpet, som må bli tatt i betraktning når man ser på kostnadene (61). De

Økonomiske besparelsene på CEEQUAL-prosjekter har vært betraktelige. Ved hjelp av gjennomtenkt design og alternativ materialbruk har prosjekter spart 3,3 % av den totale prosjektkostnaden grunnet avfallsminimering. Målet er at CEEQUAL skal bli bransjestandard, og mange land har klart å gjøre dette (55). Da vil byggherren bruke bærekraftskravene i CEEQUAL som utgangspunkt til kriterier i utlysningen av konkurransegrunnlag.

4 Metode

I dette kapitlet gjøres det rede for metodevalg for innhenting av teori og data til optimeringsmodellen. For teoridelen ble det benyttet litteratursøk, intervju og samtaler med relevante fagfolk. Tidlig i prosessen gikk det mest tid på å sette seg inn i hvordan massehåndtering fungerer i anleggsbransjen i dag, samt generell innhenting av informasjon om klima og miljø. Utover våren fortsatte litteratursøket, samtidig ble relevante fagfolk intervjuet og datainnhenting til optimeringsmodellen startet.

4.1 Litteraturstudie

Det fins lite eksisterende faglitteratur som omhandler massehåndtering og klima- og miljøtiltak i kontrakter. For å få best mulig oversikt ble det bestemt at innsamlingen av teori hovedsakelig skulle være gjennom fagartikler fra internett. Informasjonen ble for hvert tilfelle vurdert, for å sikre god kvalitet. Der eksisterende litteratur ikke strakk til, ble intervjuer utført.

4.2 Samtaler og intervju med eksterne

Temaene i oppgaven har blitt mer og mer aktuelt de siste årene, men mye av arbeidet er fortsatt i startfasen. Intervju og samtaler med relevante fagfolk innenfor anleggsbransjen, har derfor blitt en brukt metode. Intervju og samtaler er en fin måte å tilegne seg mer kunnskap, som supplerer til litteratursøk. Grunnet et ønske om utdypelse av ulike temaer, avhengig av den faglige bakgrunnen til intervjuobjektet, ble det bestemt å bruke kvalitativ fremfor kvantitativ metode. Ved kvalitativ metode er det mer direkte kontakt med intervjuobjektene, og metoden gjør det enklere å stille relevante spørsmål (62).

Det ble bestemt at flere folk, fra ulike deler av bransjen, skulle intervjues for bedre forståelse av dagnes situasjon. Intervjuobjektene er derfor fra byggherre, entreprenør og andre fagpersoner, med ulik bakgrunn innenfor relevante temaer.

4.2.1 Semistrukturert intervju

Det ble benyttet en semistrukturert intervjumetode for innhenting av informasjon om massehåndtering, klima- og miljøtiltak, kontrakt og andre relevante temaer. Ved semistrukturert intervjumetode, er kun noen spørsmål skrevet ned på forhånd av intervjuet (63). Spørsmålene vil avhenge av intervjuobjektet og hvilke tema vedkommende har mest innsikt i. Utover de allerede satte spørsmålene, formes flere spørsmål underveis i intervjuet. Disse vil avhenge av hva intervjuobjektet har svart på tidligere spørsmål. Denne metoden gir mer informasjon rundt et tema, samtidig som den er lukket nok til å fortsatt være relevant. Med andre ord tilpasses et semistrukturert intervju til hvert intervjuobjekt. Dette gjør at intervjuobjektet har mulighet til å gå i dybden på det de synes er mest relevant. Slike intervju

har likhetstrekk med vanlige samtaler, men oppfattes likevel som seriøst. Før starten av hvert intervju ble innholdet i bacheloroppgaven kort presentert med hovedfokuset bak studien. Informantene har i etterkant av intervjuene blitt forespurt om samtykke til bruken av navn og informasjon i oppgaven.

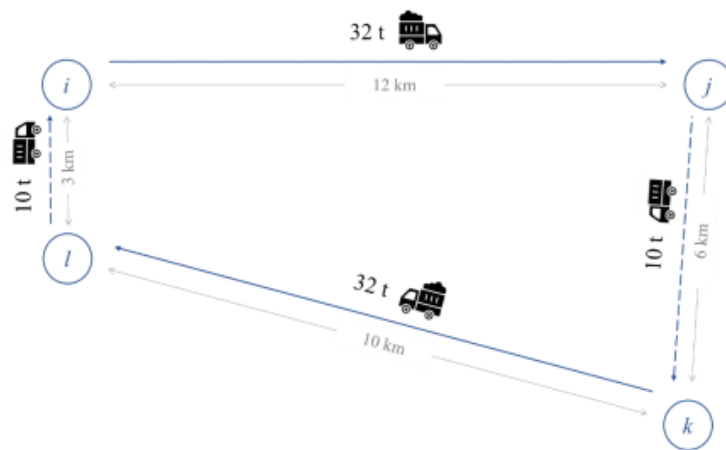
I midten av mars ble det satt inn strenge krav for sosial distansering grunnet kronavirusutbruddet. Dette gjorde det vanskeligere å treffe intervjuobjektene personlig, grunnet restriksjoner fra staten og helsemyndighetene. Derfor foregikk de resterende intervjuene og samtalene med relevante personer over telefon og e-post.

4.3 Optimeringsmodellen

Ifølge Andersson (25. februar 2020, møte med gruppen) var optimeringsmodellen mulig å bruke for andre byggherrer, også utenfor Bærum. Derfor ble det bestemt å kjøre en simulering for tre lokale prosjekter i Trondheim, for å se om økt samarbeid mellom gitte prosjekter var lønnsomt. Prosjektene som det blir tatt utgangspunkt i er: Høgskoleringen (2017-2018), Lund snuplass (2018-2019) og Klostergata (2018-2019). Dette var prosjekter som Sissel Herstad (17. april 2020, møte med gruppen) foreslo å bruke. Oversikt over inngående og utgående masse på prosjektene ble oppgitt av ansatte i Trondheim kommune.

Optimeringen ble gjort gjennom en optimeringsmodell i programmet Fico Xpress. Før dataen leses av programmet, settes den sammen og behandles i Excel. Verdiene som ble brukt, var en kombinasjon av lokal data fra Trondheim og andre generelle data som lå inne i modellen fra før av. Selve kjøringen av programmet ble utført av Andersson, som hadde programvaren installert. I tillegg kjente han godt til systemet, og kunne derfor rette på feilmeldinger som dukket opp i programvaren. Det ble videre bestemt å kjøre modellen to ganger, hvor en asfaltsforutsetning skilte mellom kjøring 1 og kjøring 2.

Modellen tar utgangspunkt i at hvert enkelt prosjekt har individuell transport av masser (32). Det vil si at lastebilen kjører med fullt lass, fra et gitt prosjekt og til for eksempel et deponi. Her lastes massen ut av lastebilen. Deretter vil lastebilen kjøre, uten lass, tilbake til prosjektet det kom fra. Med andre ord vil lastebilen kjøre med fullt lass til deponiet og kjøre tom tilbake. Istedenfor denne tradisjonelle måten, som ble presentert over, bruker modellen tur-returprinsippet (roundtrips). Dette gjøres for å se om det er mulig å redusere den totale transportmengden. Istedenfor å kjøre tilbake med tomt lass, går konseptet ut på å heller samkjøre prosjektene og dermed redusere den totale mengde tungtransport som utføres. I Figur 11 illustreres dette for eksempel med to separate prosjekter og to separate deponier, som lastebilene kjører mellom.

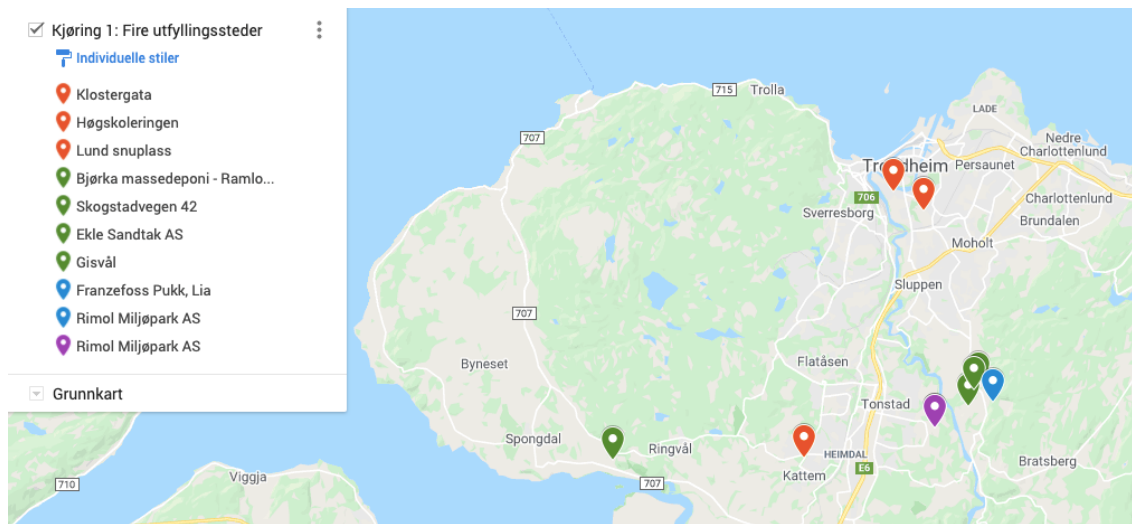


Figur 11 Illustrasjon av to prosjekter med to separate deponier (32, s.29)

Tur-returmodellen tar i utgangspunktet ikke hensyn til at det krever mer tid og planlegging for å gjennomføre samkjøring mellom prosjekter (32). Derfor er det lagt inn en sikkerhetsfaktor. Dersom under 20 % av avstanden reduseres ved bruk av samkjøring, vil ikke resultatet bli tatt med.

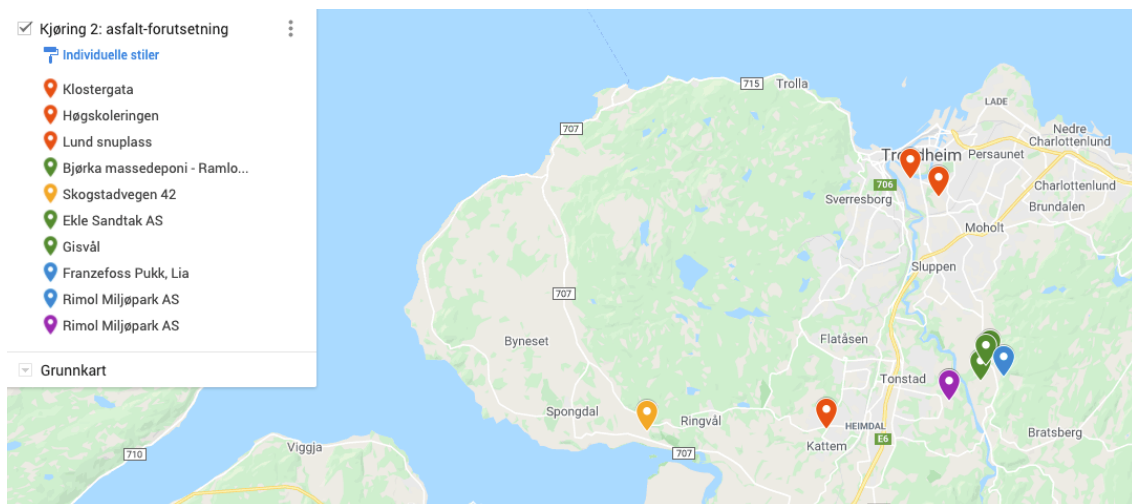
4.3.1 Variabler

Modellen krever en viss mengde data å jobbe ut ifra. Halvparten av verdiene som benyttes er lokale verdier, mens den andre halvparten er generelle data som Halvorsen bruke i sin simulering. Som nevnt er det brukt tre lokale prosjekter, som ble utført i perioden 2017-2019. Disse må ha tilhørende lokale deponi, behandlingsanlegg og varig deponi for rene masser. For de varige deponiene, ble det tatt utgangspunktet i et kart over Trondheimsregionen (64). Tallene som brukes er kapasiteten og avstandene fra utfyllingsdeponiene i Trondheim kommune, som per 2019 var i drift og som har kapasitet på 40 000 m³ eller mer. Deponiene ble funnet fra en liste på nettsiden «Norske Utslipp», og kapasiteten ble oppgitt ved forespørsel (65). Det ble til slutt bare tatt utgangspunkt i ett behandlingsanlegg, Rimol Miljøpark, som behandler forurensede masser. Prosjektene plassering sett opp mot forsyningskjedenettverket er vist under på Figur 12. På kartet er prosjektene markert med rødt, utfyllingsstedene med grønt, deponiene med blått og behandlingsanlegget med lilla. Rimol Miljøpark har både deponi og behandlingsanlegg på samme sted. På den første kjøringen blir alle prosjektene og forsyningskjedenettverkeanleggene tatt med.



Figur 12 Oversiktskart over forsyningskjedenettverket, kjøring 1

På den andre kjøringen, blir det lagt inn en forutsetning om at kun Skogstadvegen 42 kunne ta imot asfalt. Denne er nå markert som oransje, som vist på Figur 13. Ellers er fargene på markeringen de samme som ved kjøring 1.



Figur 13 Oversiktskart over forsyningskjedenettverket, kjøring 2

Bortsett fra det ovenfornevnte, ble den dataen Halvorsen brukte i sin utførelse, overført til kjøringen som skulle utføres for Trondheim kommune. Dette gjaldt blant annet samtlige verdier knyttet opp mot kostnader og økonomi. I tillegg ble det brukt verdier for vekt, kapasitet, dieselbruk og CO₂-utslipp for tungtransport, samt prosessene for jord, stein og asfalt.

4.3.2 Forenklinger

I kjøringen av modellen for Trondheim kommune, blir det gjort en del forenklinger. Dette gjøres da det i utførelsen til Halvorsen var mer detaljerte data og et større datasett. Anvendelsen for Trondheim blir en forenklet variant, basert på dataen som var mulig å oppdrive. I tillegg er det tatt utgangspunkt i tre prosjekter som har blitt gjennomført, istedenfor utgangspunkt i syv forskjellige prosjekter som skal foregå i fremtiden.

To av de tre utvalgte prosjektene, hadde oppgitte verdier av masse inn og ut av prosjektet for hele to-årsperioden som prosjektene ble gjennomført i. Modellen bruker derimot årlige verdier. Derfor ble det antatt at mengdene masse var fordelt likt over begge årene. Denne antagelsen er etter all sannsynlighet ikke riktig, men representativ nok til å bruke i en forenklet kjøring. Videre er det mindre detaljerte graderinger av massene som brukes, sammenlignet med masteren til Halvorsen. Blant annet der det var oppgitt at løsmasser er av variert materialer, antas det at halvparten er organiske masser og andre halvparten er uorganiske masser.

En siste forenkling ble gjort under den andre kjøringen. Her ble det satt en forutsetning om at bare utfyllingsstedet Skogstadvegen 42 kunne ta imot asfalt. Dette ble gjort for å illustrere en alternativ løsning til i den første kjøringen. Denne forutsetningen er anleggsmessig ulogisk da det etter all sannsynlighet, ikke blir tatt imot asfalt på et utfyllingsstede. Kjøringen blir likevel brukt da det skaper et hensiktsmessig sammenlikningsgrunnlag.

5 Resultat

I dette kapitlet blir resultatene presentert. Resultatene er hovedsakelig i form av intervju, enten i person, over telefon eller e-post. Derimot vil ikke regelmessige samtaler med ekstern veileder og relevant fagperson, slik som Sissel Herstad og Henrik Andersson, gjengis i form av referat. Grunnen til dette er jevnlig kontakt hvor det generelt ble gitt mer veiledning knyttet til oppgavens omfang og optimeringsmodellen. I tillegg blir det i 5.2 presentert et resultat, hvor modellen til Halvorsen er benyttet for å se hvordan samkjøringen mellom gitte prosjekter fungerer.

5.1 Intervju

Spørsmålene som ble stilt, varierte i stor grad avhengig av intervjuobjektet. Resultatet av intervjuene bærer derfor preg av variasjon, samtidig som hver fagperson medbringer informasjon av kvalitet.

5.1.1 Gudmund K. Olsen – Anleggsleder fra SG Entreprenør

Gudmund K. Olsen jobber for SG Entreprenør og er anleggsleder på Tyholtprosjektet. Kommunikasjonen med han var i første omgang et personlig intervju, som fant sted den 28. februar 2020, men etter forandring i hverdagen, grunnet koronaviruset, foregikk resten av kommunikasjonen over telefon og e-post. I intervjuet ble Olsen hovedsakelig spurt om entreprenørens rolle tidlig i et prosjekt, massehåndtering og tiltak for å gjøre anleggsbransjen mer klima- og miljøvennlig. Dette skapte videre diskusjoner rundt nærliggende temaer.

Innledningsvis ble Olsen spurt om når entreprenøren kommer inn i en prosjektprosess og hvordan dette tidspunktet påvirker prosessen videre. Han fortalte at det i dag er vanligst at entreprenøren kommer inn etter et ferdigprosjektert førsteutkast. Entreprenøren priser da ut ifra de oppgitte beskrivelser og tegningene. Eventuelle feil som oppdages, blir ikke informert om. Alle konkurrerende entreprenører priser etter de samme premissene. Feil kan være både mangler på tegningene og manglende punkter i konkurransegrunnlaget som entreprenøren vet må være der av erfaring. Dersom entreprenøren kommer inn på et tidligere tidspunkt, kan de være med på å eliminere mulige feil og samarbeide om å finne gode løsninger. Ventetiden mellom hver gang noe må omprosjekteres vil også gå ned. Olsen stiller seg positiv til et tidligere samarbeid med byggherren, slik som ved bruk av BVP. Generelt er et godt samarbeid mellom alle partene å foretrekke. Dersom entreprenøren ikke kommer tidligere inn, foreslår Olsen at driftsavdelingen i kommunen kan ha større innflytelse på prosjektet. De ansatte i driftsavdelingen sitter på stor kompetanse, og det kan derfor være gunstig å ha dem med i

planleggingen, ett eller to møter med noen fra denne avdelingen kan muligens redusere antall prosjekteringsfeil.

Videre ble spørsmål rundt håndtering av masse tatt opp. Olsen forteller at på Tyholtprosjektet ble 20-30 % av oppgravd masse gjenbrukt. På prosjektet er det ikke regulert en mellomagringsplass. Et slikt område hadde vært en gunstig løsning, for at brukbar overskuddsmasse ikke unødig blir sendt på varig deponi. For å likevel oppnå 20-30 % gjenbruk, kjøres noen av lassene med masse til den ferdige delen av prosjektet, for å bli brukt som fyllmasse. Dette krever relativt god logistikk og er ikke en optimal løsning med tanke på mest mulig massegjennbruk. Hvis man skulle hatt et mellomagringssted, burde dette være på minst ett mål, ideelt sett mellom ett og to. Han forteller videre at entreprenørene i Trondheim samarbeider relativt godt sammen. Hvis det er overskudd av brukbar masse på et prosjekt, vil anleggslederen ofte forhøre seg med andre prosjekter om det er behov for massen der. Her prioriteres prosjektene til eget selskap først. Ledere fra de forskjellige entreprenørselskapene møtes ukentlig gjennom Maskinentreprenørenes Forening (MEF). Dette er en fin måte å holde seg oppdatert på maskinfronten, men også på hva de andre entreprenørene jobber med for tiden. Han forteller videre at en måte å redusere oppgravde masser på, er å ha mer nøyaktig oversikt over hva som ligger under bakken, dette gjelder blant annet rør. Det er ikke alltid at de oppgitte kartene til systemene under bakken er like nøyaktige, det kan dermed føre til unødvendig mer graving.

Til slutt ble det diskutert rundt temaet om hvilke tiltak som kunne innføres for å redusere klima- og miljøutslippene. Her er det mye som gjøres allerede. Støvdemping og støyreduksjon er blant tiltakene på miljøsidene som blir hyppig brukt ved behov. Det er også et økende fokus på klima. Tomgangskjøring er her et eksempel. Fra gamledager var det vanlig å la anleggsmaskinene stå på, mens man gikk inn i brakken for å spise lunsj. Tankegangen var at man raskere fikk en ny maskin, ettersom den da hadde gått lengre. Dette er hverken heldig med tanke på økonomien eller klimagassutslipp. Denne holdningen går bransjen bort fra, men den kan fortsatt henge litt igjen. Olsen forteller at for å fremskynde holdningsendringen, har Tyholtprosjektet stort fokus på å få ned tomgangskjøringen. Det er innført en intern konkurranse blant maskinførerne, hvor det er om å gjøre å ha minst mulig tomgangskjøring. Det finnes systemer som kan detektere hvor mye maskinen går på tomgang. Dette systemet kan også gi byggherren muligheten til å sette et tomgangskjøringskrav i kontrakten. Maskinene har i dag en innstilling, som gjør at det vil bli noe tomgangskjøring når man skrur den av og på. Dette gjør at med dagens teknologi, er det ikke mulig å få tomgangskjøringen til null, men den kan senkes betraktelig. Her kan en starte med en grense på for eksempel 20 %. Det er fullt

mulig å komme ned til 5-10 %, derimot kan 20 % være et greit utgangspunkt. Et slikt krav vil i teorien være en vinn-vinn-situasjon, hvor man slipper ut mindre klimagasser, og det blir billigere for entreprenøren.

Bruken av biodiesel i maskinene ble også diskutert. Stort sett alle maskiner som går på diesel kan kjøre med biodiesel, men effekten vil være avhengig av årstiden. Biodrivstoff er også noe dyrere enn vanlig diesel. En løsning er å bruke biodiesel på den varmere halvdel av året, da effekten er størst, samtidig som at det da ikke går voldsomt ut over økonomien til prosjektet. Et annet alternativ er å bytte til helelektriske maskiner. Her sier Olsen at dette kunne fungert, men dagens overføringsnett (el-nett) har i de fleste tilfeller ikke nok kapasitet til å lade opp store anleggsmaskiner. For de mindre maskinene, typisk under fem tonn, har el-nettet kapasitet. I tillegg er de nye helelektriske store maskinene fortsatt ikke konkurransedyktige på pris. Både kapasiteten på nettet og konkurransedyktigheten til maskinene, vil etter all sannsynlighet bli bedre i løpet av de nærmeste årene.

5.1.2 Anette Fenstad – Rådgiver ved Miljøenheten i Trondheim kommune

Anette Fenstad jobber som rådgiver for Miljøenheten i Trondheim kommune.

Kommunikasjonen med henne foregikk over telefon og e-post. Hun ble hovedsakelig spurt om tre temaer: Mellomlagringsmuligheter i Trondheim, generelt om deponier og om diskusjonen rundt økende plassmangel for overskuddsmasser.

Det kommer frem at temaet rundt massehåndtering med et klima- og miljøperspektiv er høyst aktuelt, både i Trondheim og resten av landet. Fokuset rundt massehåndtering har økt de siste årene, men ytterligere da avfallsregelverket ble innstrammet og fokuset på sirkulær økonomi økte.

Innledningsvis ble Fenstad spurt om hvilke mellomlagringsmuligheter det er i Trondheim kommune. Hun forteller at kommunen ikke har noen egne mellomlagringsanlegg. Noe av grunnen til dette er at det i henhold til regelverket ikke kan lagres overskuddsmasser i mer enn tre år, før massene regnes som permanent lagret (27). Det vil derfor kreve god logistikk og planlegging for at massen ikke skal mellomlagres for lenge. Store prosjekter, som for eksempel europavegutbygginger, pleier å regulere et område som blir brukt internt på prosjektet for mellomlagring av masser, så lenge utbyggingsarbeidet pågår. Dette øker muligheten for gjenbruk i eget prosjekt. Anlegg som har tillatelse til å ta imot masser, uavhengig om de er rene eller forurenset, kan mellomlagre masser, for eksempel i påvente av analyseresultat som viser forureningsgraden.

Videre ble det spurt om deponiene i Trondheim, og hvordan de er organisert. Fenstad forteller at deponiene som er oppe og går i Trondheim drives av private firma. Det har tidligere vært et kommunalt eid massedeponi for lett forurensede masser, men dette holder på å bli avviklet. Dette deponiet ble i tillegg driftet av en privat aktør. Det er ikke planlagt å starte opp et nytt kommunalt deponi per i dag. Fenstad tror dette blant annet kan skyldes prinsippspørsmålet, om hva Trondheim kommune som en offentlig aktør skal drifte av næringsvirksomhet. Hvis kommunen skulle ha startet med deponivirksomhet, ville man kanskje ha blitt nødt til å lage et aksjeselskap (AS) ut av det, som det eksempelvis er gjort med Trondheim Parkering. Dette hadde på sin side tatt lang tid å ordne. Det oppfordres derfor til at privat sektor drifter tilstrekkelig mengde anlegg som massemtak, og da ikke bare for egne prosjekter. Når massedeponiene prioriterer egne prosjekter, øker prisene betraktelig for eksterne. Dette kan gi en økonomisk uforutsigbarhet i prosjektene. Det indikeres av bransjen at denne tendensen er avtagende i dag, men at det fortsatt er uforutsigbarhet med tanke på økonomi og mulighet til å kvitte seg med overskuddsmasser i et prosjekt.

For å få en oversikt over områder som kan bli deponier for rene masser, ble det i 2015 gjort en utredning for å lage en interkommunal arealplan av kommunene i Trondheimsregionen (66). Resultatet fra utredningen ligger i form av en kartoversikt på Trondheimsregionen sine nettsider. Kartet viser en oversikt over områder som har blitt brukt, er i bruk og kan komme i bruk for deponering av rene masser, altså masser i tilstandsklasse 1. Deponering er den vanligste måten å håndtere masser på i Trondheim i dag.

Til slutt ble det spurt om hvilke planer kommunen har fremover. Det har blitt indikert ved flere anledninger at Trondheim kommune begynner å få litt plassmangel, og det ble derfor spurt om det har blitt diskutert potensielle løsninger. Fenstad forteller at bransjen ikke nødvendigvis planlegger langt frem i tid. Det kan ta fire år å regulere nye områder til massedeponi. Når det er behov for nye områder å deponere eller mellomlagre masser, har disse områdene ikke blitt regulert enda. Det skjer også at bransjen søker om å regulere områder utenfor de utredede områdene i den interkommunale arealplanen, som grunnet konflikt med dyreliv, dyrket mark eller av andre grunner ikke er mulig å regulere til deponi. I tillegg blir det vanskeligere å finne steder man kan deponere masser. De opprinnelige deponiene blir fylt opp, og de nyopprettede blir lengre unna. Deponi kan ikke opprettes hvor som helst, da slike anlegg ikke er populært blant folk, ettersom det oppdriver støy og støv fra tungtransport i tillegg til trafikkproblemer. Samtidig er tungtransport over store avstander lite klima- og miljøvennlig. Dette kombinert med at det er begrenset tilgang på kvalitetsmasser, som pukk og grus, gjør det lite bærekraftig å ikke redusere bruken av massedeponi samt gjenbruke og gjenvinne om mulig.

Bygg- og anleggsbransjen har en tendens til å gå i samme gamle spor. Dette innebærer at det er enklere å se etter nye steder å deponere massen enn å finne nye løsninger, helst uten ekstra kostnad. Dersom massene fra et prosjekt er gjenbrukbare, kan det oppstå et problem med at prosjekter hvor massen kan gjenbrukes, ikke pågår samtidig. Det er et ønske og behov for å kvitte seg med massene, og når det ikke kan gå til et annet prosjekt, blir det naturlig å sende det på deponi. Kommunen og bransjen har skjønt at dette ikke kan fortsette. Derfor er det viktig at det blir presisert hva som forventes, både av det offentlige og av næringen. Kravene til drift kommer til å øke fremover. Det er mulig å se til land som Danmark og Nederland, som har kommet lengre enn Norge i utviklingen av løsninger og forskning tilknyttet dette temaet. Flere lokale i bransjen påstår på sin side at grunnforholdene i Trondheim består hovedsakelig av leire, og gjenbrukspotensialet er derfor ikke stort. I den sammenheng pågår nå en gjennomgang av overskuddsmassene som produseres i Trøndelag, for å undersøke muligheten for gjenbruk. Resultatet skal presenteres i en rapport som blir ferdig sommeren 2020.

Massehåndtering er som tidligere nevnt, et tema som er mye omdiskutert de siste årene. Det er derfor startet en kunnskapsinnhenting om temaet som skal være ferdig til sommeren 2020. Det har også blitt utlyst et konkurransegrunnlag av Trondheim kommune. Her vil det vinnende rådgiverselskapet få i oppdrag å lage en utredning om hvilke potensialet det er i gjenbruk av overskuddsmasser, løsningsalternativer for sorteringsanlegg til gjenbruk og hvordan man kan få økt gjenbruk gjennom tiltak.

5.1.3 Rune Furunes – Prosjektleder i Advansia (del av AFRY)

Gjennom samtale med Sissel Herstad kom det frem at Rune Furunes, prosjektleder i Advansia (del av AFRY), som var innleid som assisterende prosjektleder på prosjektet ved Trondheim Torg. Prosjektet var et fossilfritt anlegg. Han ble derfor kontaktet for å svare på spørsmål knyttet til gjennomføringen av fossilfrie anleggsplasser i kommunaltekniske samarbeid. Gjennom e-postkorrespondanse svarte Furunes på spørsmål 19. mars 2020. Temaene for intervjuet var gjennomføringen av fossilfrie anleggsplasser og bruken av biodiesel på Torvet prosjektet.

Innledningsvis ble Furunes spurt om å definere begrepet «fossilfri anleggsplass». Han svarte at denne definisjonen innebærer at Torvet skulle benyttes utslippsfrie maskiner samt bærekraftig biodiesel. Videre ble det stilt spørsmål angående bruk av biodiesel og batterielektriske maskiner, hvor Furunes kunne utdype mer. Han fortalte at det ble benyttet HVO100 sertifisert biodiesel på alle maskiner på plassen, massetransporten, samt betongleveransen. Det ble estimert at over 90 % av drivstoffet var fossilfritt, for transporten knyttet til prosjektet. For små materiell ble det benyttet vanlig diesel for leveransen. En elektrisk hjullaster ble også benyttet,

og mannskapsbilene var elektriske. For vinterdrift ble fjernvarme benyttet til oppvarming av telt. Vanligvis benyttes dieselaggregat, og dette er normalt sett en stor utslippskilde på anleggsplasser.

Videre ble det spurt mer om tilgjengeligheten og prisnivået på biodiesel. Furunes kunne her meddele at tilgjengeligheten ikke har vært noe problem. Prisen er derimot høyere for biodiesel enn vanlig fossilt drivstoff. For anleggsmaskiner er prisen for HVO100 rundt dobbelt av normalpris for avgiftsfri diesel. Lastebiler betaler derimot avgift på normal diesel, og prisen for biodiesel blir da rundt 40 % dyrere enn normalt.

Furunes' synspunkt ble etterspurt for hvilke forutsetninger som ligger til grunne for å kunne drifte en fossilfri anleggsplass, og om dette er en gunstig løsning for fremtidige anleggsprosjekter. Eventuelt om det finnes andre gunstige løsninger hvordan prosjektenes klima- og miljøbelastning blir mindre, men fortsatt lønnsomt. Han fortalte at en vesentlig forutsetning for drift av fossilfrie anleggsplasser er klare krav i kontraktene. Det bør fremheves som en egen post i beskrivelsen, for å sikre likt prisgrunnlag fra alle entreprenørene som gir tilbud. Det er derfor også viktig at byggherren følger opp gjennomføringen av de satte kravene. Furunes kunne ikke snakke på vegne av Trondheim kommune, men kom med egne synspunkt på spørsmålet om hvorvidt fossilfrie anleggsplasser er en god løsning for fremtidens prosjekter. Han mener at fossilfrie anleggsplasser er et godt delmål på veien til å få utslippsfrie anleggsplasser. Det vil det trolig være fornuftig å innføre krav om fossilfrie anleggsplasser for byggherrer og entreprenører for kunnskapsinnhenting og økt fokus på reduksjon av klimaavtrykket i bransjen. Dette krever en holdningsendring, noe som kan være tidkrevende.

I global sammenheng er det omstridt hvilken effekt biodiesel egentlig har. Sertifiseringer og krav til HVO100 og tilsvarende bærekraftig biodiesel er derfor nødvendig for å hindre avskoging, av spesielt regnskog, og høye globale CO₂-utslipp. Dersom biodiesel ikke er sertifisert, kan krav til Euro VI på alle maskiner og kjøretøy gi en mer reell reduksjon av utslippene. Et resultat av dette kan være at det blir kapasitetsproblemer med å levere nok til alle anleggsplasser. Optimering av massehåndtering på et prosjekt kan også gi vesentlige besparelser. Transport står for en stor andel av de totale utslippene på et anleggsprosjekt, og avstandene til godkjent deponi kan være lange. Det er klart rom for forbedring på overordnet plan for optimering på dette punktet.

5.1.4 Benjamin Strandquist – Tidligere kommunikasjonsrådgiver i BIL

På Teknologidagene i 2019 holdt Benjamin Strandquist, daværende ansatt i Bilimportørens Landsforening (BIL), foredraget «Nullutslippsmålene for tunge kjøretøy» (45). I letingen etter

relevante kilder dukket denne presentasjonen opp og Benjamin Strandquist ble derfor kontaktet i håp om at han hadde tid til å svare på noen spørsmål på e-post. Svarene kom 18. mars 2020 og omhandlet i hovedsak biodrivstoff, nullutslippskjøretøy og Euro VI-krav.

Det første spørsmålet var knyttet til potensialet ved bruk av biodrivstoff for å nå nullutslippsmålene for tunge kjøretøy. Strandquist mener at dersom man erstatter all bensin og diesel med bærekraftig biodrivstoff, vil alle klimagassutslippsproblemene knyttet til forbrenningsmotoren vært løst. Likevel ville forbrenningsmotorene fortsatt ha lokale utslipp i form av NO_x og partikler. I dag tilsier hverken tilgjengeligheten eller prisnivået på biodrivstoff at dette er gjennomførbart. Det finnes også ulike typer biodrivstoff. Noen av disse kan erstatte fossilt drivstoff i eksisterende motorer, mens andre krever tilpassede motorer.

Neste spørsmål handlet om hvordan biogass skiller seg fra biodiesel, og hvilken som er mest gunstig. Strandquist påpekte at det er ulike måter å definere gunstighet på, men kort oppsummert er biogass av varierende kvalitet, det gir kjøretøyene begrenset rekkevidde og tilgjengeligheten er dårligere enn for biodiesel. Vedlikeholdsbehovet øker ved gassdrift for motoren. Reparasjoner og vedlikehold krever spesiell kompetanse og tilrettelegging på verksted, noe som gir høye vedlikeholdskostnader.

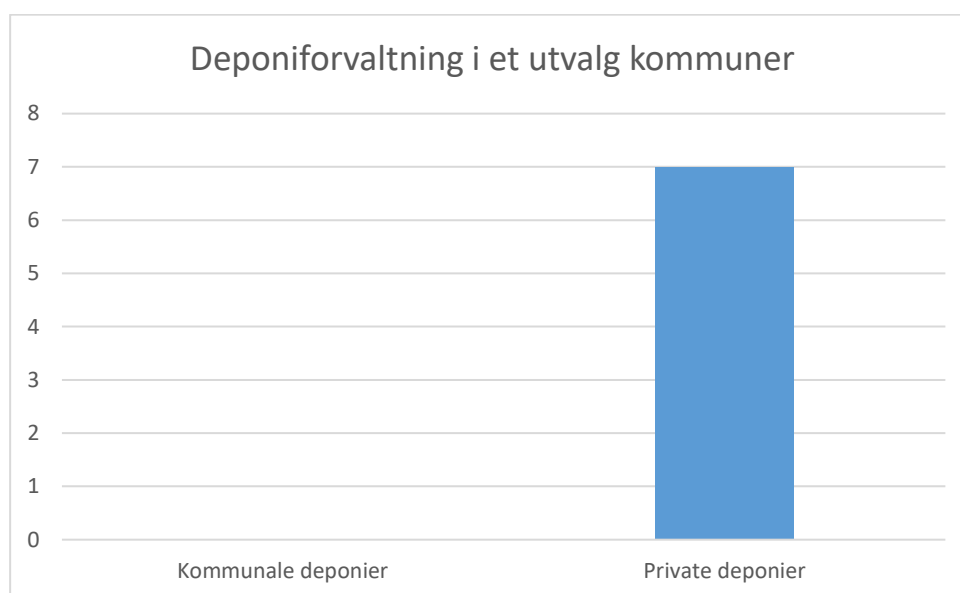
Videre ble det spurt om hvilke drivstofftyper som går under paraplybegrepet «nullutslipp». Dette gjelder i dag både hydrogenelektriske og batterielektriske kjøretøy. Det selges imidlertid svært få hydrogenelektriske kjøretøy i Norge, de bruker hydrogen som drivstoff og det er heller ikke mange hydrogenfyllestasjoner her til lands. Likheten mellom de to typene er at begge har teknologi som sørger for elektrisk drift. Det er altså el-motorer som driver kjøretøyet fremover. Batterielektriske kjøretøy får strøm fra et batteri som må lades opp fra strømmettet, mens hydrogenelektriske får strøm fra brenselceller som omdanner hydrogen til elektrisitet. Forbrenningsprosessen i brenselcellene generer bare vanndamp som restprodukt, og kan derfor regnes som nullutslippsbiler.

De ble så spurt om Euro VI-kravene gjelder for kjøretøysproduksjon i Europa, eller kjøretøy som selges i Europa. Her svarer Strandquist at kravene gjelder for alle kjøretøy som selges i Europa, uavhengig av hvor produsenten holder til. Til slutt ble det spurt om det fantes noen gode kilder angående CO₂-utslipp fra Euro VI sammenlignet med biodrivstoff. Han svarte at det ikke er forskjeller på Euro-klassifisering eller biodrivstoff, men skiller kun på bensin og diesel, da Euro VI ikke tar hensyn til CO₂-utslipp.

5.1.5 Øvrige intervjuer

Flere av informantene gir uttrykk for at driften av kommunaltekniske anlegg i Trondheim kommune, er representativ for resten av landet. For å ha et sammenligningsgrunnlag, ble det tatt kontakt med et utvalg andre kommuner. Utvalget var delvis tilfeldig og ikke alle kommunene svarte. De som svarte, skapte et sammenligningsgrunnlag. Kommunene ble blant annet spurt om de hadde egne deponier, hvordan de satte klima- og miljøkrav i konkurransegrunnlaget og BVP.

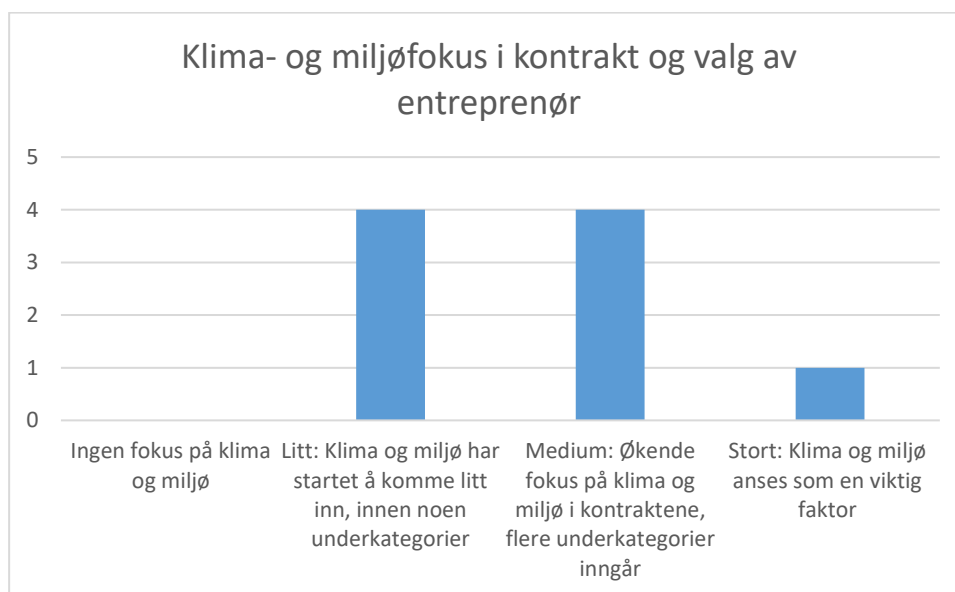
Av de syv kommunene som svarte angående deponi, hadde ingen av dem egne deponier som var forvaltet av kommunen, vist i Figur 14. Det var hovedsakelig entreprenøren som fikset dette selv, og entreprenøren måtte samarbeide med hverandre om bruken.



Figur 14 Oversikt over deponiforvaltning i et utvalg kommuner

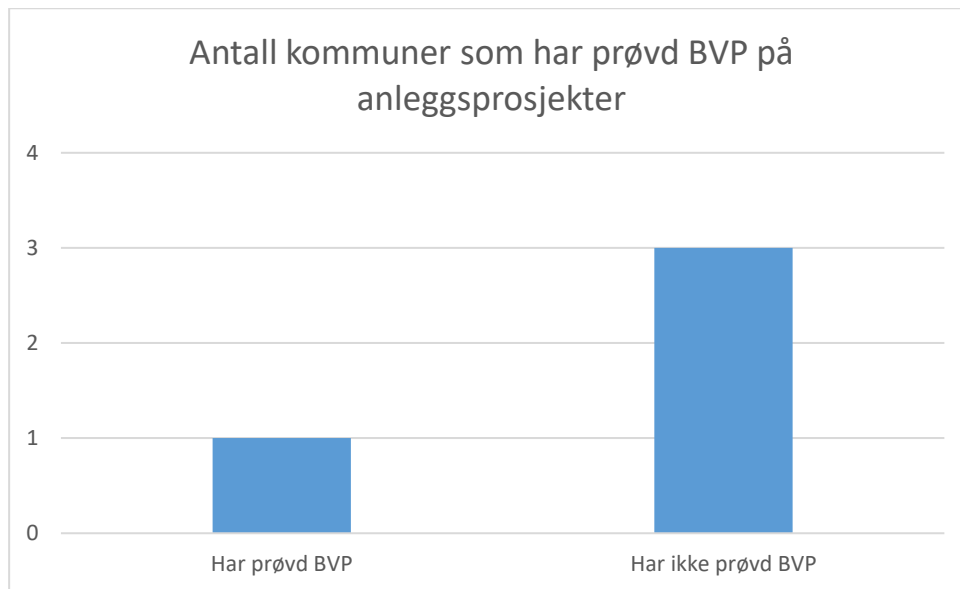
Med tanke på klima- og miljøhensyn i konkurransegrunnlaget, var det større spredning. Samtlige kommuner hadde en form for klimaklausul i konkurransegrunnlaget, men den var av varierende viktighet og omfang. Et eksempel på en kommune som anser klima og miljø som en viktig faktor, er Bergen. I denne kommunen består vurderingsgrunnlaget av 40 % pris og 60 % oppgaveforståelse, hvor det under oppgaveforståelse vektet blant annet klimavennlige løsninger (26. mars 2020, Gry B. Stenersen, Bymiljøetaten, Bergen kommune, e-post til gruppen). Et annet eksempel er Hamar. I Hamar planlegger de på sikt å ha kontrakter bestående av 70 % pris og 30 % klimavekting (25. februar 2020, Teknisk drift hos Hamar kommune, e-post til gruppen). Dette er et mål som de skal oppnå, men for å skape en myk overgang, velger

de å gradvis bevege seg mot denne prosentfordelingen. Figur 15 viser en oversikt over klima- og miljøfokus i et utvalg kommuner.



Figur 15 Klima- og miljøfokus i kontrakt i et utvalg kommuner

Gjennom samtale med flere kommuner, har det kommet frem at BVP ikke er normalt å benytte på kommunaltekniske anleggsprosjekter. Av fire kommuner hadde kun Trondheim kommune utprøvd denne metoden for anskaffelse, se Figur 16. Likevel stilte de tre andre kommunene seg positive til å se nærmere på muligheten for BVP på anleggsprosjekter de kommende årene. Trondheim kommunes avdeling for Veg, har per dags dato ikke planer om å benytte denne metoden igjen (6. mars 2020, Sissel Herstad, møte med gruppen). Noen av kommunene har derimot prøvd BVP på byggeprosjekter, men det anses ikke som relevant her.



Figur 16 BVP på kommunale anleggsprosjekter

5.2 Tur-retur

Under blir resultatene fra de to kjøringene av modellen til Halvorsen presentert. I den første kjøringen ble alle prosjektene knyttet opp mot samtlige forsyningskjedenettverk uten individuelle forutsetninger. I den andre kjøringen derimot blir det lagt inn en forutsetning, hvor Skogstadvegen 42 var den eneste som kan ta imot asfalt. Ellers var de to kjøringene like. Antatte relevante verdier for begge kjøringene blir her presentert i tabeller. Fullstendig resultat vises i Vedlegg 4, 5 og 6.

5.2.1 Kjøring 1

Resultatene fra kjøring 1, blir presentert i Tabell 5. De tre prosjektene samlet, utgjør systemet.

Tabell 5 Resultat fra kjøring 1

Utslipp og kostnad ved transport	Utgangspunkt uten tur-retur	Besparelse ved tur-retur	Prosentvis reduksjon
System utslipp [CO ₂ -eq]	200	-	0 %
System kostnad [10 ³ NOK]	600	-	0 %

Gjennom treårsperioden prosjektene gikk over, fant modellen ingen gunstige tur-returløsninger, etter satte kriterier. Resultat er illustrert i Tabell 6.

Tabell 6 Resultat tur-returalternativ

2017
-
2018
-
2019
-

Den fulle oversikt over resultatet fra kjøring 1, er vedlagt som Vedlegg 4.

5.2.2 Kjøring 2

Resultatene fra kjøring 2 blir presentert i Tabell 7. Også her utgjør systemet de tre prosjektene samlet. Tonnkilometer er produktet av transportavstand og mengde gods (67), tilbakelagte kilometer er hvor langt lastebilene kjører, og tomme kilometer er hvor langt de respektive kjøretøyene kjører uten lass.

Tabell 7 Resultat fra kjøring 2

Utslipp og kostnad ved transport	Utgangspunkt uten tur-retur	Besparelse ved tur-retur	Prosentvis reduksjon
System utslipp [CO ₂ -eq]	220	1,7	0,773 %
System kostnad [1000 NOK]	6 865	53	0,772 %
Tonnkilometer [tkm]	2 288 420	17 739	0,775 %
Tilbakelagte kilometer [km]	108 972	1 774	1,628 %
Tomme kilometer [km]	54 486	1 774	3,256 %

Gjennom den treårsperioden prosjektene varte, fant modellen tur-returmuligheter, presentert i Tabell 8.

Tabell 8 Resultat tur-returalternativ

2017
-
2018
Høgskoleringen → Rimol (beh.anlegg) → Klostergata → Lia, Franzefoss (deponi)
Høgskoleringen → Skogstadvegen 42 (utf.) → Lund snuplass → Rimol (beh.anlegg)
Klostergata → Skogstadvegen 42 (utf.) → Lund snuplass → Rimol (beh.anlegg)
2019
Klostergata → Skogstadvegen 42 (utf.) → Lund Snuplass → Rimol (beh.anlegg)
Merknad: Hvor «utf» er utfyllingssted, og «beh.anlegg» er behandlingsanlegg.

Den fulle oversikten over resultatet fra kjøring 2, er vedlagt som Vedlegg 5 og 6.

6 Drøfting av mulige tiltak

Som Pareto-optimalen i Figur 6 indikerer, kan klima- og miljøbelastningen reduseres til et visst punkt, uten at det går drastisk utover økonomien. Det vil derfor bli presentert mulige tiltak til hvordan klima og miljø i større grad kan vektes i kontrakter, som delvis erstatning til dagens prisvekting. I delkapittel 6.1 blir det presentert forslag og diskusjon til hvilke krav som kan implementeres i kontrakter. I delkapittel 6.2 diskuteres anskaffelsen av prosjekter ved BVP og i delkapittel 6.3 drøftes planlegging for et prosjekt. Videre i delkapittel 6.4 drøftes det hvordan CEEQUAL kan komme inn i kontrakter, før det i delkapittel 6.5 presenteres muligheten rundt en plattform for massebalanse. Prisendring som tiltak blir diskutert i delkapittel 6.6, hvor det blir tatt opp at økonomisk gevinst kan påvirke driften på prosjekter til å bli mer bærekraftig. I delkapittel 6.7 blir det så diskutert krav til kjøretøy og drivstoff og i delkapittel 6.8 drøftes nye måter å tenke på. Det er ikke alle forslagene som er like aktuelle for Trondheim kommune. Derfor blir det, i delkapittel 6.9, presentert tiltak som anses for å være de mest aktuelle. Disse kan fungere som en supplering til de allerede eksisterende retningslinjene i klimaplanen. Til slutt i delkapittel 6.10 blir resultatet fra Halvorsen sin modell drøftet.

6.1 Kontrakt

På kontraktsplanet er det potensielt størst påvirkningsmulighet, hvis en byggherre ønsker å få klima og miljø inn i prosjektene. Som det kom frem av Byggherremanifestet fra Danmark, har byggherren en unik posisjon til å starte prosessen med å fremme klima og miljø i kontraktene (52).

I utlysningen av kontrakter kan byggherren sette klima- og miljøspesifikke krav. Byggherren kan eksempelvis gjennom prosentvis vekting, vurdere entreprenører med bakgrunn i hvordan overskuddsmassehåndteringen skal utføres. Slik kan entreprenøren få muligheten til å komme med kreative løsninger, til hvordan å gjenbruke massene på mest klima- og miljøvennlig måte. Hvordan overskuddsmassen håndteres, kan også bestemmes før entreprenøren velges. Dersom man først utlyser oppdraget til rådgivere og arkitekter, kan et ledd i vurderingen være måten de planlegger å dimensjonere for mest mulig gjenbruk av eksisterende masser (29).

Videre kan man velge å vekte vurderingsgrunnlaget annerledes. I dag er det vanlig med fordelingen 70 % pris og 30 % kvalitet, som oppgis av byggherren i konkurransegrunnlaget (68). Byggherren har også mulighet til å velge en annen vekting. Et eksempel er å legge inn klima og miljø som en egen prosentvis vekting, for eksempel slik det gjøres hos Hamar kommune, hvor dette skal utføres på sikt (25. februar 2020, Teknisk drift hos Hamar kommune, e-post til gruppen). Her jobbes det mot å ha kontrakter med 70 % pris- og 30 % klimavekting.

En annen mulighet er å vurdere en lignende løsning som Bergen kommune, hvor vurderingsgrunnlaget er på 40 % pris og 60 % oppgaveforståelse (26. mars 2020, Gry B. Stenersen, Bymiljøetaten hos Bergen kommune, e-post til gruppen). Under oppgaveforståelse vektlegges blant annet klima- og miljøvennlige løsninger.

Et annet element som kan brukes som en konkurranseparameter, for å fremme en mer klima- og miljøvennlig utbyggingsmetode, er ressursutnyttelse. I utlysningen kan byggherren med bakgrunn i sirkulær økonomi, vekte hvordan entreprenøren planlegger å bruke ressursene som eksisterer på anlegget. Dette kan føre til mindre avfall og overskuddsmaterialer som blir transportert bort, som igjen fører til mindre tungtransport. I kontrakten stilles det også krav til gjenvinningsgrad. Minstekravet til EU er 70 %, men i kontrakter kan byggherren sette høyere krav, til for eksempel 80 % (18). Enkelte prosjekter kan oppnå en høyere prosentandel, men dette må vurderes individuelt. Typiske prosjekter som kan oppnå høy gjenvinningsgrad, er prosjekter som har store mengder lett gjenvinnbare materialer, slik som asfalt og betong (69).

Det å gjøre kontrakter mer klima- og miljøvennlig er ofte dyrere, og byggherrer må derfor være villige til å ta på seg denne kostnaden for å gjøre driften mer bærekraftig. På den andre siden trenger ikke alle kontraktskrav å være en økonomisk byrde. Et krav som kan inkluderes i konkurransegrunnlaget er tomgangskjøringsprosenten. Det kom frem gjennom intervjuet med Olsen (28. februar 2020, intervju) at det finnes systemer som kan registrere tomgangskjøring for anleggsmaskiner. Det vil alltid være noe tomgangskjøring, men denne kan senkes betraktelig ved bevisstgjøring. Ifølge Olsen er krav om maks 20 % for tomgangskjøring en realistisk prosentandel å starte med. Etter at man har bygget opp en kultur for lite tomgangskjøring, kan grensen senkes ned til 5-10 %. For å fremskynde holdningsendringen kan byggherren for eksempel starte med krav om maks 10 % tomgangskjøring på anlegget. Dette er i utgangspunktet en gunstig løsning for klima og miljø, samt økonomien til entreprenørselskapet. Det kan eventuelt legges inn som en bonusordning, hvor entreprenøren får høyere bonus ved mindre tomgangskjøring.

En annen måte transporten av overskuddsmasser kan reduseres på er ved å legge inn en bonus for mengde masse som ikke deponeres. Dette blir ikke nødvendigvis nevneverdig dyrere for byggherren. I de aller fleste kontrakter, blant annet kontrakten på Tyholtprosjektet, blir massekjøringen priset etter per m³ som fraktes bort (70). Byggherren kan innledningsvis regne ut et overslag over antatt mengde masse som skal fraktes ut fra anlegget. Med utgangspunkt i dette tallet, vil man kunne gi entreprenøren en bonus for mengde kubikkmeter masse som ikke blir fraktet til deponi. Denne løsningen er gunstig for byggherren som blir belastet per m³, for entreprenøren som får en bonus og for klima og miljø som får redusert utslipp fra tungtransport.

Dette kan resultere i at entreprenøren finner flest mulige måter å gjenbruke massen på. Mange entreprenører er allerede flinke til massegjennbruk, ettersom det er økonomisk gunstig å transportere minst mulig, men et slikt krav kan være en pådriver for å minimere mengden.

6.2 Anskaffelse av prosjekter ved bruk av BVP

I en anskaffelsesprosess kan man få innvirkning på resultatet basert på hvordan konkurransegrunnlaget vektlegges. Ved bruk av BVP-metoden vil ikke prisen være den eneste avgjørende faktoren, men kvalitet og gjennomføringen blir også vektlagt. Her kan i større grad verdien av klima og miljø vektlegges. En negativ side ved BVP er nødvendigheten av ulike kurs og sertifiseringer, for å kunne benytte metoden. Dette vil kreve tid, penger og engasjement fra både byggherre og entreprenører.

Som tidligere nevnt har få av de kontaktede kommunene prøvd BVP for anskaffelse av anleggsprosjekter. Kun en av fire spurte kommuner har prøvd denne metoden på kommunale anleggsprosjekter. Grunnen til dette kan være at det krever mye av byggherren, og omstiller hele anskaffelsesprosessen. Den innhentede informasjonen indikerer at BVP ikke er vanlig i kommunal drift, som gjør erfaringsdeling mindre tilgjengelig. Trondheim kommune var tidlig ute med å prøve metoden, men har per dags dato ikke planer om å benytte metoden igjen (6. mars 2020, Sissel Herstad, møte med gruppen). På kommunaltekniske anlegg brukes det ofte lokale entreprenørselskap. Det kan ikke forventes at alle disse har de nødvendige kursene som BVP-metoden krever, sammenlignet med større selskaper. Dette kan føre til at kommunen ikke får like mange svar på konkurransegrunnlaget som ved vanlig anskaffelsesprosess.

Det kan tyde på at bruken av BVP på kommunale anleggsprosjekter, fortsatt er mer tungvint enn gunstig. På en annen side har likevel anskaffelse ved BVP-metoden positive sider med tanke på verdi i form av klima- og miljøvennlig drift og tiltak. Dersom man kan implementere noe av metoden i de eksisterende anskaffelsesprosessene, får man likevel utnyttet de gode sidene ved BVP. En løsning kan derfor være at kommunen konstruerer en egen metode. Da kan de bestemme fordelingen av vurderingsgrunnlaget, og deretter gi kontrakten til entreprenøren som ønsker å utgjøre en forskjell innenfor klima og miljø. På denne måten slipper man sertifiseringer og kurs, men sender fortsatt et viktig budskap til entreprenørene om hva som blir vektlagt fremover.

6.3 Planlegging

God planlegging av et prosjekt, kan utgjøre en stor forskjell for det ferdige produktet. Byggherrer kan lage en oversikt over hva som skal bygges og utbedres i den kommende fem-til tiårsperioden. Deretter vil byggherren kunne lage en plan, med utgangspunkt i massebalanse.

På denne måten kan prosjekter med behov for masse og prosjekter med masseoverskudd pågå i samme tidsrom, og det blir mulig å samkjøre dem. Dermed vil mellomlagring av masse bli kortest mulig. Med en slik planlegging kan man også på et tidlig stadium finne alternative måter å bruke rene restmasser på, eksempelvis til utbygging av grøntareal. En slik planlegging vil på den andre siden kreve mye av byggherren som iverksetter det, hovedsakelig i form av ressurser, da de kommer til å trenge mer tid og bemanning i startfasen. I tillegg kreves det at man alltid har god oversikt. Det å sette av tid til så grundig planlegging kan virke voldsomt, og man ser ikke nødvendigvis nytten før flere år frem i tid. Det totale miljøregnskapet vil derimot gagne på en slik løsning, da dette kan føre til bedre ressursbruk og mindre tungtransportkjøring.

FN sine bærekraftsmål er ønskelig å få implementert i flere deler av samfunnsutviklingen. Dette burde komme inn som en del av planleggingsfasen. Her kan det bygges videre på arbeid som allerede eksisterer. Norske byggherrer kan også ta utgangspunkt i den danske Byggherreforeningens manifest, hvor konkrete tiltak for bygg- og anleggsbransjen presenteres (52). Manifestet er en fin veileder til hvilke temaer som er aktuelle å tenke igjennom, ettersom FNs bærekraftsmål burde være en del av prosjektet fra start til slutt.

Videre kan man i større grad tilrettelegge for mellomlagringssted. Plasseringen av et mellomlagringssted må komme inn i planleggingsfasen av et prosjekt. Det må vurderes i sammenheng med hvordan en best mulig kan utføre logistikken på anlegget. Det er ofte ikke krevende å finne et område som er egnet til mellomlagringssted, da disse kan være grøntarealer, sletter, jorder, baner, parkeringsplasser og lignende. De eneste kravene er at området må være store nok og i nærheten av anlegget. Bruk av mellomlagring vil være en utgift, enten til privatperson eller kommunen for leie av området, men dette kan delvis bli tilbakebetalt ved mindre massetransport. Et mellomlagringssted er i stor grad også gunstig for entreprenøren, da de ønsker å deponere minst mulig masse. Logistikken rundt hvordan dette kan oppnås, blir betydelig enklere når man har et egnet område. Ved at mindre masse blir fraktet på deponi, vil det spare nærmiljøet for tungtransport, samtidig som det reduserer CO₂-utslipp. I tillegg vil det da være mindre jomfruelig masse som benyttes, der eksisterende masser kunne blitt brukt til oppfylling.

6.4 CEEQUAL

I Norge har CEEQUAL foreløpig ikke blitt en bransjestandard, og det er fortsatt få prosjekter som har tatt systemet i bruk. CEEQUAL, som en gjennomføringsmetode, blir muligens først tatt i bruk på større prosjekter før det etter hvert adapteres til mindre. Dette har med kapasitet og kvalifikasjoner å gjøre. Byggherren må være villig til å investere tid i starten av prosjektet,

da metoden krever kursing, mye planlegging og godt samarbeid. På kommunalt nivå er kapasitet ofte en begrensende faktor, for å være ledende i en slik forandring innen bærekraftig utbygging. Byggherre kan uavhengig bruke deler av kravene i CEEQUAL i konkurransegrunnlagene. På den måten er det mindre kursing som kreves, samtidig som man får inn bærekraftstiltakene i kontraktene.

6.5 Plattform for massebalanse

En annen måte å redusere masse som blir transportert til varlig deponi, er å øke samarbeidet om massebalanse. Dette kan gjøres ved bruk av en plattform for massebalanse, for eksempel tippnett.no (71). Dette er en plattform som bidrar til massebalanse ved innmelding av underskudds- og overskuddsmasse for nærliggende bygg- eller anleggsprosjekter. En slik plattform kan bidra til bedre ressursutnyttelse, mindre CO₂-utslipp, sparing av penger og raskere gjennomføring av massehåndteringen på anlegg fordi kjørelengden blir kortere.

Tungtransport utgjør en betydelig kostnad for entreprenørene, samtidig som det bidrar til forurensning, støy samt vegslitasje, og plattformen kan bidra til å redusere dette.

Entreprenørene kjenner ikke til hverandres behov, og derfor blir overskuddsmasse heller transportert til deponi. Kommunale byggherrer kan organisere bruk av TippNett eller opprette et samarbeid mellom entreprenørene. Entreprenørene i Trondheim har allerede god kontakt og SG Entreprenør var åpne for å prøve en løsning som TippNett (26. mars 2020, Gudmund K. Olsen, e-post til gruppen).

Et problem som kan oppstå, er at for få prosjekter foregår samtidig til at prosjektene kan samarbeide om massene. En løsning her kan være å benytte et mellomlagringssted, frem til det blir behov for overskuddsmassen. Etter Norges lover kan ikke massen ligge der i mer enn ett år (27). Unntaket er hvis området er regulert til deponi, eventuelt mellomlagringssted opprettet for et spesifikt prosjekt (14. mai 2020, Anette Fenstad, samtale med gruppen). Til tross for denne problematikken, kan en løsning som TippNett være til god hjelp for bedre oversikt av massebalansebehovet.

6.6 Prisendring som tiltak

Ønske om økonomisk gevinst er felles for alle bransjer. Uten gevinst er det umulig å fortsette driften som før. Gjennom samtale med entreprenør og fagfolk, kom det frem at det er dyrere å sende masser til avfallsdeponi enn gjenvinning. Et slikt pristiltak påvirker entreprenørene til å ta mer bærekraftige valg, da det blir større økonomiske besparelser ved gjenvinning.

Ved å benytte slike avgifter kan man påvirke driften til å bli mer bærekraftig. Man kan derfor se på muligheten for å benytte avgifter mot bruken av jomfruelige masser, istedenfor å behandle og gjenbruke de eksisterende. Slik kan man fremme en bærekraftig mentalitet for gjenbruk og ressursbesparelse gjennom økonomisk gunstighet. For at dette skal gjennomføres på en god måte, må det følges nøye opp. Etersom steinbruddene ofte er privateide og ikke kommunale, vil det derimot kunne oppstå problemer med dokumentering og oppfølging av steinmassene inn til et prosjekt. En annen mulighet er kompensasjoner for å gjenbruke ressursene, slik at man unngår avgifter og heller gir tilbake for bærekraftige valg. Dette krever også god oppfølging. Det er viktig å få frem at slike tiltak blir gjort for å føre til mer bærekraftig drift. På den måten kan man bidra til en holdningsendring, der bransjen ser at bærekraftig drift ikke trenger å gå på bekostning av økonomisk gevinst.

Gjennom prisendring kan man dermed påvirke driften til å bli mer bærekraftig, enten med avgifter eller kompensasjoner. Slike tiltak gjør det lettere å ta bærekraftige valg med tanke på utnyttelse av jomfruelige masser sammenlignet med eksisterende masser. Byggherren må her gjøre nøye vurderinger av nytte og praktisk utføring.

6.7 Krav til kjøretøy og drivstoff

Et annet tiltak byggherrer kan se nærmere på, er å sette krav til anleggsmaskinene og drivstoffet som benyttes på anleggsplassen. Krav til bruk av den nyeste teknologien og de mest klima- og miljøvennlige alternativene som finnes i markedet, kan ha en positiv innvirkning for driften. I Trondheim kommune sin klimaplan står det at byggherren og entreprenørene bør i de ulike anleggsprosjektene benytte seg av elektriske kjøretøy og maskiner, der det er muligheter og marked for det (2). Et eksempel fra kommunen er utbyggingen av det nye Torvet, som var fossilfritt (72). Gjennom samtale med Rune Furunes fra Advansia (del av AFRY), som var assisterende prosjektleder, kom det frem at ved gjennomføring av fossilfrie anleggsplasser, må det fremkomme klare kontraktskrav (19. mars 2020, intervju med gruppen).

Konkurransesgrunnlaget bør ha en egen fremhevet post for å sikre at prisgrunnlagene fra entreprenørene er like. Videre er det viktig at byggherren følger opp gjennomføringen av kravene som har blitt satt.

Innføringen av Euro VI-krav på alle anleggsplasser, er trolig det enkleste tiltaket byggherren kan innføre på maskin- og drivstofffronten. Alle nye maskiner og kjøretøy som selges i Europa må følge disse kravene (18. mars 2020, intervju med Benjamin Strandquist). Dette gjør at tilgjengeligheten er tilstrekkelig og kontroll av motorutslipp ikke er nødvendig, fordi utslippene allerede er standardiserte. Det kan imidlertid oppstå et problem med tanke på unødvendig

utbygging. Dersom en entreprenør har velfungerende maskiner som er av eldre modeller enn Euro VI, vil det ikke være hensiktsmessig å kaste disse. Forøvrig kan det også installeres partikkelfilter på kjøretøy som tilhører Euro III og eldre standarder (73). En annen mulighet kan være å stille krav til de nyeste maskinene på anleggsplassen, helt til maskinparken er utskiftet. Ved å sette krav til minst Euro VI slipper byggherren å endre kravene dersom det på et tidspunkt kommer en revisjon med Euro VII.

I tillegg til krav om Euro VI kan det også stilles krav til fossilfritt drivstoff. Som tidligere nevnt er det største problemet med biodrivstoff, at det er en begrenset ressurs (47). I markedet finnes det også ulike typer biodrivstoff. Noen bidrar til klimagassutslipp og beslaglegging av arealer som kunne vært utnyttet til matproduksjon eller som har høy biodiversitet. Biodrivstoff har i tillegg lokal forurensning. Etter samtale med Furunes (19. mars 2020, intervju med gruppen) kom det frem at det finnes sertifiseringer for biodrivstoff. Dersom biodrivstoffet opprettholder en viss sertifisering, har ikke produksjonen bidratt til høye globale utslipp av CO₂ eller nedhogging av regnskog. Det er derfor essensielt at man inkluderer krav til sertifiseringen av biodrivstoffet, dersom den ønskelige effekten er reduksjon av CO₂-utslipp. På sikt er biodrivstoff et dårligere alternativ enn elektrifiseringen av maskinparken. Både med tanke på begrenset tilgang, partikkelutslipp fra maskinen på anleggene og skadene produksjonen av biodrivstoff kan påføre nærområdene i produksjonslandene. Det er derimot et godt alternativ mens teknologien for elektrifisering blir videreutviklet. Fossilfrie anleggsplasser kan være et viktig delmål mot utslippsfrie anleggsplasser. Dette krever mer av byggherren, da dette er både dyrere og behøver god oppfølging. Likevel er det en god måte å lære mer om drift av bærekraftige prosjekter, samt opparbeide erfaring så tidlig som mulig. Et vesentlig aspekt er prisnivået på biodrivstoff. Prisen er høyere enn konvensjonell diesel, og vil derfor øke kostnaden på prosjektene for entreprenørene (19. mars 2020, intervju med Rune Furunes). For anleggsmaskiner vil prisen på biodrivstoff være rundt det dobbelte sammenlignet med normal avgiftsfri diesel, sammenlignet med lastebiler hvor prisen for sertifisert biodrivstoff er 40 % dyrere. Dersom man er villig til å betale mer, kan sertifisert biodrivstoff trolig ha en positiv effekt på klima- og miljøregnskapene for hvert prosjekt.

Med ny teknologi kan utslippsfrie maskiner og kjøretøy utvikles videre. Dette gjelder hovedsakelig for hydrogenelektriske og batterielektriske motorer. Fossilfrie anleggsplasser anses som et delmål til utslippsfrie. For å oppnå utslippsfrie anleggsplasser, må elektriske lastebiler og anleggsmaskiner utnyttes. Dersom el-lastebiler skal benyttes på lengre strekninger, må ladeinfrastrukturen utvides. For at tilbudet skal være godt på et nasjonalt plan, kan dette ansvaret tillegges statlig eller kommunale byggherrer, slik at man hindrer store variasjoner.

I all hovedsak er det nødvendig med en holdningsendring i anleggsbransjen, som allerede er på vei. Det er derfor viktig at byggherren er tidlig ute med å sette krav til utslippene på anleggsplassene. De beste løsningene for å redusere utslippene fra maskinparkene er kanskje ikke funnet enda. Derimot kan man som byggherre lære mye om utslippene i sektoren og samtidig endre holdningene i bransjen ved å øke fokuset på utslippsfrie eller fossilfrie alternativ.

6.8 Tenke nytt

Verden går fort fremover. Nye produkter blir oppfunnet stadig hyppigere, samtidig som at eksisterende produkter forbedres. Det har vært mye forskning på produkter som brukes i bygg- og anleggsbransjen, og resultatet av dette er blant annet at nye og mer bærekraftige materialer har kommet i markedet. I starten kan det å ta i bruk ny teknologi være en relativt stor utgift. Mindre etterspørsel i markedet fører til at det er færre som lager materialet, sammenlignet med andre tradisjonelle produkter og det påvirker prisen. Dette er en trend som kan forandres. Med økt etterspørsel vil produksjonen også øke, slik at prisen går ned.

En ny betong- eller asfalttype er noe en byggherre kan prøve ut på et prosjekt. Det forventes at produktene som brukes i anleggsbransjen skal være av god kvalitet slik at de holder i mange år. Det å være den første til å ta i bruk et nytt produkt har derfor en viss risiko. Man kan ikke helt sikkert vite hvordan nye materialer vil holde etter 20 år. Samtidig vet man godt hvor bestandige konvensjonelle materialer er. I dag er det derimot så gode systemer, at en kan få en representativ indikasjon på bestandigheten til et materiale etter en viss tidsperiode. Her er det også mulig å se til utlandet. Man kan se på forskning fra land som for eksempel Danmark, og se på resultatene derifra. Dette vil gi en god indikasjon, selv om det er nasjonale forskjeller.

I tillegg til utbytting av materialer vil bruken av ny teknologi være en løsning som kan bli mer aktuelt i dagens samfunn. Flere bedrifter velger for eksempel å drive papirløse byggeplasser, hvor modellene og tegningene er på nettbrett (74). Nye modelleringsprogrammer, sånn som Bygningsinformasjonsmodellering (BIM), kan også gjøre det enklere å oppdage feil på et tidlig stadium. Å se på teknologisk utvikling og hvordan denne konkret kan bidra til å redusere utslippene, blir ikke i denne oppgaven diskutert i detalj, selv om reduksjonspotensialet trolig er stort.

6.9 Anvendelse i Trondheim kommune

Som tidligere nevnt er ikke alle de tidligere drøftede tiltakene, like aktuelle for Trondheim kommune. Derfor vil dette delkapitlet presentere tiltakene som anses mest aktuelle og gjennomførbare.

I 6.1 ble det presentert flere forslag til hvordan man kan få et økt fokus på klima og miljø i kontraktene. Gruppen anser alle forslagene som er presentert i dette delkapittelet som relevante for Trondheim kommune. Når det er sagt, er det trolig gunstig å gjøre en vurdering av hvilke tiltak som er aktuelle for ulike prosjekter. Dette gjelder spesielt forslaget om prosentvis vekting. Det vil være naturlig med en individuell vurdering for hvert prosjekt, men samtlige kontrakter burde få en viss økning i hvor mye klima- og miljøvennlige løsninger vektlegges. Hamar kommune sin måte å løse problematikken på, hvor de gradvis øker den prosentvise vektningen, kan være et godt utgangspunkt (25. februar 2020, Teknisk drift hos Hamar kommune, e-post til gruppen). Dersom man istedenfor ønsker å være bransjeførende, og gå inn for høyere prosentandel med en gang.

Bortsett fra prosentvis vekting i konkurransegrunnlaget, er kravet til gjenvinningsgrad samt plan for ressursutnyttelse og overskuddsmassehåndtering mulig å iverksette på mange prosjekter. Nyten av hvert tiltak kan vurderes individuelt og samtidig må det vurderes hvor mange tiltak som implementeres samtidig. En god løsning kan være å teste ut enkelte, for å se hvordan bransjen løser utfordringene. Gruppen mener videre at tiltakene som er gunstige for alle parter, burde bli en del av dagens kontrakter. I spissen er krav til tomgangskjøring, hvor det er økonomisk gunstig for entreprenøren, i tillegg til at det er bra for klima og miljø. Trondheim kommune har lagt frem noen Miljøkrav for høring (4. mai 2020, Sissel Herstad, e-post til gruppen). Her foreslår de å sette krav til null tomgangskjøring på prosjektene. Som nevnt er dette foreløpig urealistisk å gjennomføre ifølge Olsen (5. mai 2020, telefonsamtale med gruppen). Med maskinene som brukes i dag, vil det oppstå noe tomgangskjøring når man starter og slår av maskinen. Man kan derimot oppnå ned til 5-10 %, og dette kan være et krav som fremkommer i kontraktene. Trondheim kommune kan også vurdere om det er mulig å legge til en bonus for mengde masse som gjenbrukes på anleggene, for å fremme en positiv holdning rundt massejenbruk.

Videre burde det i kontrakten settes krav til utslippsfrie og fossilfrie maskiner. Maskinparken vil etter hvert byttes ut, og ved å sette krav til utslippsfrie og fossilfrie maskiner fremskynder man denne prosessen. Dette vil i tillegg gjøre etterspørselen av utslippsfrie maskiner større, som igjen fører til produksjonsøkning og mer konkurransedyktige maskiner. For å sikre mindre lokale utslipp, burde det stilles krav til Euro VI. Dersom man skal fortsette å benytte de vanlige maskinene, mener gruppen at biodrivstoff burde brukes i større grad, så lenge den er produsert bærekraftig. I Miljøkravene som er lagt frem av kommunen, inngår også tiltak for anleggsmaskiner og kjøretøy (4. mai 2020, Sissel Herstad, e-post til gruppen). Her foreslår de å stille krav til fossilfrie maskiner og kjøretøy på bygg- og anleggsplasser. Kjøretøy til og fra

anleggsplassen i forbindelse med transport av masser og avfall, skal minst være Euro VI og benytte fossilfritt drivstoff. Biodrivstoff som benyttes skal være palmeoljefritt og sertifisert. Mange av kravene som presenteres i Miljøkravene samsvarer med forslagene i delkapittel 6.7, noe som tyder på at forslagene trolig er gjennomførbare på kommunaltekniske anlegg.

Hvis man ser bort i fra krav som stilles i kontrakten, mener gruppen at det er gunstig å ta i bruk en massebalanseplattform, som for eksempel TippNett. Ved å ta i bruk en slik løsning, kan ulike entreprenørselskaper enkelt se hvilke prosjekter som pågår samtidig, og se hvem som har underskudd og overskudd av en masse. Dersom kommunen vil være mer førende, er det mulig å gå inn for grundigere langtidsplanlegging. På den måten vil de kunne koordinere prosjektene for å få mest mulig massegjennbruk. Som nevnt krever dette langtidsplanlegging og god gjennomføringsgrad for å ha en effekt. Dersom det er gjennomførbart, vil gruppen videre foreslå at mellomlagringsplasser for masser blir en del av samtlige prosjekter. Dette er et relativt enkelt tiltak, som gjør det lettere å redusere mengde masse som transporteres til deponi.

De øvrige forslagene presentert i delkapitlene 6.1 til 6.8 er også gjennomførbare. Spesielt gjelder dette avsnittene angående ny teknologi. Selv om det i denne oppgaven ikke er gått i dybden på modelleringsplattformer som BIM, mener gruppen at det i større grad burde bli tatt i bruk. Ellers er det hovedsakelig de ovenfornevnte punktene som gruppen i første omgang mener Trondheim kommune kan ta utgangspunkt i.

6.10 Optimeringsmodellen

Den første kjøringen resulterte ikke i en gunstig tur-returløsning, etter de satte rammene. Grunnen til dette er måten prosjektene er plassert i forhold til hverandre, se Figur 12. Alle leddene i forsyningskjedenettverket ligger i samme området, og med nevnt utgangspunkt, var det ingen samkjøring som lønte seg. Desto flere prosjekter og ledd i forsyningskjedenettverket som blir tatt med, desto større sjanse for å få et samkjøringsresultat (15. mai 2020, Henrik Andersson, e-post til gruppen).

Den andre kjøringen resulterte derimot i en tur-returløsning som var lønnsom. Som tidligere beskrevet, brukte denne kjøringen forutsetningen om at Skogstadvegen 42 var det eneste stedet som kunne ta imot asfalt. Skogstadvegen ble valgt da det ikke ligger i samme område som de øvrige forsyningskjedenettverksanleggene, som oversiktskartene i Figur 12 og 13 viser, og det ble antatt av Andersson (15. mai 2020, e-post til gruppen) at en slik forutsetning kunne skape et resultat. Utfyllingsstedet tar etter all sannsynlighet ikke imot asfalt. Dette ses bort i fra da kjøring 2 ble utført for å illustrere at samkjøring kan lønne seg, ved riktige forutsetninger. Kjøringen blir derfor vist til som resultat, da målet var å undersøke samkjøringsmulighetene.

En kan argumentere for at dette skaper et mindre nøyaktig bilde, og dermed er et mindre representativt svar, enn kjøring 1. Dataen fra begge kjøringene er fra et utvalg prosjekter, behandlingsanlegg, utfyllingssteder og deponier. Det er med andre ord litt tilfeldig hvordan prosjektene ligger i forhold til hverandre og forsyningskjedenettverket, samt hvilke som ble tatt med. Derfor vurderes resultatene fra kjøring 2 på lik linje med resultatene fra kjøring 1.

Det kommer frem av resultatet i kjøring 2, at det er størst reduksjon i avstanden som blir kjørt av lastebilen med tomt lass, med 3,3 %. Dette samsvarer med resultatene fra masteren, hvor Halvorsen også fikk størst reduksjon i antall kilometer kjørt med tomme lass (32). Reduksjonen av CO₂-utslipp i kjøring 2 utgjør en betydelig mindre prosentandel. Grunnen til dette er at det er betraktelig mindre utslipp ved tomme lass enn ved fulle lass. Den totale kjørelengden har blitt kortere, men den reduserte lengden er i stor grad grunnet reduksjonen i lengden som lastebilene kjører tomme. Derfor gagnar det ikke i like stor grad klimaet, men som Halvorsen også nevner, er det gunstig for nærmiljøet, som får mindre lastebiler kjørende rundt. I tillegg til er det en viss økonomisk gevinst i å bruke en tur-returmodell for systemet som helhet.

Den prosentvise reduksjonen i utslipp og kostnader er betydelig mindre for Trondheim sin kjøring, sammenlignet med Halvorsen sin. Det kan være flere grunner til dette. Som tidligere nevnt har det blitt brukt færre prosjekter i denne kjøringen, enn i masteroppgaven til Halvorsen. Dersom færre prosjekter deltar i samkjøringen, vil ikke like mange kunne bidra til mindre transport og utnyttelse av ressursene, noe som kan ha stor innvirkning på resultatet. I tillegg er det variasjon i datasettene, hvor Bærum Ressursbank hadde større grad av nøyaktighet, mens det for Trondheim ble mer generelt.

En annen forskjell er at flere av prosjektene fra Bærum er store prosjekter, med store mengder masse. Typiske prosjekter som det ble tatt utgangspunkt i var utbygging av E18, E16 og Fornebubanen (32). Dette kan utgjøre en stor forskjell i resultatet. Flere av prosjektene skal vare over flere år, og har mer masse som skal inn og ut. Prosjektene som ble brukt i Trondheim kommune var mindre, og varte kun i en ett- til toårsperiode.

Trondheim kommune sine prosjekter, er ofte mindre enn de store regionale prosjektene (14. januar 2020, Sissel Herstad, møte med gruppen). Resultatet kunne derfor potensielt ha blitt nærmere Halvorsen sitt, om man hadde brukt flere prosjekter. Med flere prosjekter hadde både samarbeidspotensialet og muligheten for å kutte CO₂-utslipp og kostander, økt. Det er mulig at mindre kommunale prosjekter ikke kan oppnå de samme resultatene av samkjøring, som større prosjekter.

Til tross for mulig gevinst, kan det å samkjøre mange små prosjekter for å optimere transportbruken, være vanskelig og tidskrevende med tanke på logistikk. Videre krever bruk av modellen en oversikt over hvilke mengde masser som produseres i hvert prosjekt, og hvilke masser det er behov for. En slik langtidsplan krever god oversikt for å kunne opparbeides.

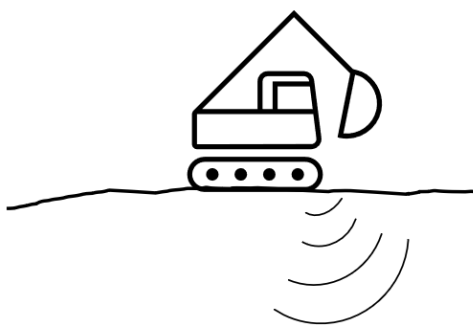
7 Innovasjon og utvikling

Historisk sett har teknologi hatt stor innvirkning på menneskers liv. Dette gjelder alt fra elektrisitet til de første menneskene i verdensrommet og videre til mobiltelefoner og elektriske kjøretøy. Det er ingen grunn til å tro at den teknologiske utviklingen stopper nå. Derfor vil det i dette kapitlet bli presentert to idéer som kan ha en positiv effekt på bygg- og anleggsbransjen. Det blir først sett nærmere på hvordan teknologisk utvikling kan bidra til bedre og mer effektive maskiner. Deretter presenteres et sentrumsnært massehåndteringssted som kan øke samarbeidet mellom prosjekter og samtidig redusere klima- og miljøutslippene.

Hvis en sammenligner dagens maskiner med maskinparken for 20 år siden, innser man hvor langt utviklingen har kommet. Samtidig skal den enda lengre. Maskinparken kommer sakte, men sikkert til å bli byttet ut med mer klima- og miljøvennlige maskiner. Men hva om man kunne utstyrt de nye maskinene med noe mer?

Det ble nevnt av Olsen (28. februar 2020, intervju med gruppen) at et problem som kan inntreffe, er at kartene over hva som finnes i grunnen, og som blir tildelt entreprenøren, ikke er helt korrekte. Han forteller at tidligere var det vanlig at en representant fra byggherren gikk over området med en georadar og markerte for eksempel aktuelle rør i bakken. De utdelte kartene følges, og dersom røret er markert feil, blir mer masse enn nødvendig gravd opp. På den måten går det både tid og penger på noe tilsynelatende bortkastet, samtidig som dette er negativt for klima og miljø. Da dette ble tatt opp med Herstad (12. mai 2020, samtale med gruppen) forklarte hun at de erfaringene Trondheim kommune har med denne type registrering, ikke har gitt tilstrekkelig resultater. Med mer nøyaktig teknologi, vil nok effekten trolig være bedre.

Dersom en god georadar hadde vært plassert på en gravemaskin, kunne man funnet ut nøyaktig hvor røret ligger, samtidig som gravemaskinen beveger seg rundt på anleggsplassen. Her sparer man et ledd. Byggherren slipper å gå over området på forhånd, samtidig som nøyaktigheten på hvor entreprenøren graver, blir bedre. Figur 17 viser en illustrasjon av et fremtidig scenario av en gravemaskin med georadarteologi.



Figur 17 Illustrert gravemaskin med georadarteknologi

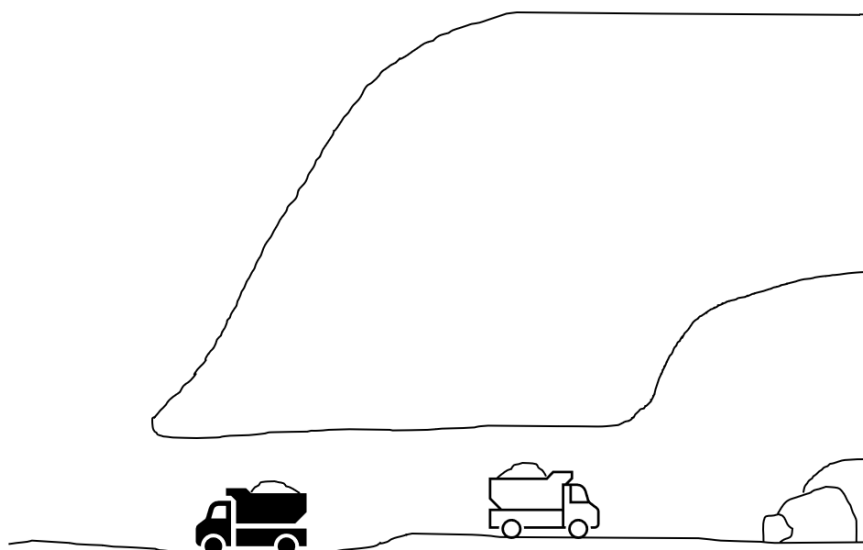
Et annet område hvor potensialet for å tenke innovativt er stort, er rundt de økende avstandene for massetransport. Lange avstander til deponi, renseanlegg og steinbrudd anses som et problem for alle parter i bransjen med tanke på klima- og miljøutslipp for et prosjekt. Med årene har avstanden også økt, da de nyetablerte stedene må lengre unna bykjernen for å finne tilstrekkelig med plass eller god stein til steinbruddutvikling. Mangel på mellomagringssted har blitt påpekt som et problem av både byggherre og entreprenør. En idé er å etablere et sentrumsnært massehåndteringssted, hvor masser også kan mellomlagres, eksempelvis i en fjellhall eller på ubrukte industriområder. Havneområder som ikke er i drift, kan være relevant å se nærmere på. Denne idéen spiller videre på tiltaket som Bærum Ressursbank har opprettet.

Utbygging av en fjellhall kan være et alternativ dersom terrenget rundt sentrum er kupert. Et slikt sted vil ha nærhet til de fleste prosjekter i kommunen. Her kan masse som er av tilstrekkelig kvalitet oppbevares, for deretter benyttes i samme eller et nytt prosjekt. Dersom man har teleholdige masser, kan disse lagres her for å tine, da det i vinterhalvåret kan være kaldere ute på anlegget enn inne i en fjellhall. Dette kan også bidra til samarbeid på tvers av prosjekter uavhengig av hvilken entreprenør som er ansvarlig. Opprettelse av en fjellhall blir ansett som gunstig, fordi man kan etablere massehåndteringssted uten å rive eksisterende bebyggelse, men fortsatt ha nærhet til sentrum. Driften av massehåndteringssted vil være under bakken, og derfor skjermes fra innbyggere i nærheten av området. Nærmiljøet kan derimot bli påvirket av transport inn og ut av fjellhallen. Forurensninger i form av støy og støv fra tungtransport kan bli ansett som plagsomme, både under bygging og i drift. Ved utbygging under eksisterende bebyggelse, må rystelser fra fjellhalldrivingen bli tatt hensyn til. Et masselagringssted som dette kan også gå på bekostning av grøntarealer og turområder nært til sentrum.

Et annet alternativ er å benytte havneområder. De er ofte regulert til industriformål og man kan unngå nærhet til boliger. Man slipper i tillegg å bygge ut et nytt område, slik at planleggingen og utførelsen vil ta vesentlig mindre tid. Ved utbygging av et slikt område, må det kanskje bli tatt hensyn til at infrastrukturen må utbedres for ferdsel av tungtrafikk, dersom det ikke allerede er dimensjonert for. Dersom det ikke bygges en form for hall eller et innendørs lagringssted, får man ikke de samme fordelene til fjellhall med tanke på tining av teleholdige masser. Et annet problem som kan oppstå er uønsket avrenning fra massene ned i fjorden (14. mai 2020, Anette Fenstad, telefonsamtale med gruppen).

For begge løsningene, er det nødvendig med god logistikk og et overordnet system som registrer massene. En plattform for massebalanse kan da nevnes som en mulig løsning for dette. Dersom samarbeidet oppstår på tvers av bedrifter, må det også redegjøres for pris og verdi av massene. Slik hindrer man en gevinstforskjell blant entreprenørene, da dette er både urettferdig, og kan føre til at samarbeidsviljen forsvinner. Fordelene er likevel store ved et interkommunalt samarbeid om ressursene som er tilgjengelige, da dette på sikt kanskje hindrer unødvendig utsprengning av nye masser.

En slik fjellhall eller utnyttelse av havneområder krever mye planlegging og engasjement, både fra byggherre og entreprenørene. Det er viktig at det blir gjort rede for behovet, samt at konsekvensene bli tatt hensyn til i en utredning. Derfor er et slikt masselagringssted muligens ikke en løsning for nærmeste fremtid, men det er definitivt et initiativ man kan se nærmere på dersom muligheten byr seg. Figur 18 viser konseptet av et sentrumsnært massehåndteringssted i en fjellhall.



Figur 18 Illustrasjon av konseptet sentrumsnært massehåndteringssted

8 Konklusjon

Med et stadig økende behov for å hindre store klimaendringer, er det ønskelig å utgjøre en forskjell og bidra til endringer i driften av kommunaltekniske anlegg. Bygg- og anleggsbransjen kommer fortsatt til å være sentral i samfunnsutviklingen i mange år fremover. Gjennom denne oppgaven har temaene klima og miljø blitt drøftet i flere sammenhenger, i håp om å bidra til en holdningsendring rundt viktigheten av bærekraftig prosjektutførelse.

Med utgangspunkt i problemstillingen «Hvordan kan klima- og miljøbelastning reduseres på kommunaltekniske anlegg?» ble det presentert teori og intervjuer. Videre ble forslag til tiltak drøftet før det ble gjort en vurdering av hvilke forslag som kan anvendes i Trondheim kommune. I tillegg ble det gjennomført en simulering for samkjøring av massetransport.

Det første tiltaket som ble foreslått for kommunale byggherrer, var å implementere krav med større fokus på klima og miljø i kontrakter. Dette gjelder prosentvis vektning av klima- og miljøvennlige løsninger, som tillegg til prisvektning i prosjekter. Dette kan gjøres ved å gradvis øke prosentandelen, eller ved å gå inn for en høyere vektning med en gang. Krav til gjenvinningsgrad og tomgangskjøring kan også implementeres i kontraktene, så lenge kravene er mulige for entreprenøren å oppnå. Likevel kan kommunen som byggherre fremskynde en positiv holdningsendring ved å sette strenge krav. Et annet mulig krav er utslippsfrie og fossilfrie maskiner, som kan inngå i kontrakten og dermed fremskynde utbygging av maskinparken. Bærekraftig biodrivstoff kan benyttes der de vanlige maskinene enda er i bruk. Ellers kan en plan over ressursutnyttelse og overskuddsmassehåndtering anses som gunstige å benytte for mange prosjekter.

Ved bruk av en massebalanseplattform kan entreprenørene i kommunen se hvilke prosjekter som pågår samtidig, og om noen har overskudd eller underskudd av masse. En annen mulighet er grundig langtidsplanlegging. Byggherren koordinerer hvilke prosjekter som bør pågå samtidig med tanke på mest mulig massegjennbruk. Dette krever mye arbeid og god planlegging for å få en effekt. Om mulig, bør mellomagringsplasser for masser reguleres til samtlige prosjekter, da dette kan redusere mengde masse som fraktes på deponi. Forslag til tiltak som BVP, CEEQUAL og prisendring kan også vurderes, selv om de ovenfornevnte anses som mest gjennomførbare. Det burde også gjøres individuelle vurderinger for hvert enkelt prosjekt. I tillegg kan teknologisk utvikling i større grad enn tidligere bli dratt nytte av, selv om det ikke spesifikt blir gått inn på i denne oppgaven.

Det kom frem som resultat av optimeringsmodellen til Halvorsen, at det i kjøring 2 lønte seg med samkjøring mellom prosjekter. Som resultatet viser, oppnås det en reduksjon på 3,3 % i

avstanden som kjøres med tomme lass. Denne reduksjonen betyr mest for nærmiljøet, som får mindre belastning fra tungtransport. For økonomi og klimaet vil reduksjonen være noe mindre. Dette indikerer at det kan være lønnsomt å ha samarbeidende prosjekter. Det krever god logistikk og fremtidsplanlegging. For kommunale byggherrer, anses modellen som anvendbar dersom en god langtidsplan og oversikt over massene ligger til grunn.

8.1 Tilbakeblikk på studien og videre muligheter

Det skal mye til for at et prosjekt blir gjennomført uten noen justeringer. Denne studien er intet unntak, spesielt med tanke på utbruddet av koronapandemien. Den opprinnelige planen var å være mer på anlegget til SG Entreprenør i Tyholtveien. Der var planen å snakke med forskjellige anleggsfolk og maskinførere om blant annet massehåndtering. Det var med disse planlagt å ha en diskusjon, for å forstå dagens situasjon og eventuelle forbedringspotensialer. Ikke lenge etter prosjektoppstart brøt pandemien ut, staten kom med retningslinjene som forhindret fysiske møter med andre mennesker. Bransjen merket dette ved at flere ble nødt til å ha hjemmekontor eller måtte være hjemme med barn. Dette resulterte i at SG Entreprenør og deres ansatte hadde mindre tid til rådighet for å hjelpe. Gruppen kunne derfor ikke være like mye ute på anlegget som opprinnelig planlagt og ønsket. Dette førte videre til at mengden Tyholtprosjektet ble brukt som eksempel, ble redusert. Oppgaven gikk da fra å være basert på diskusjon og intervjuer med flere fagfolk på et anlegg, til å bli mer generell. Tyholtprosjektet ble fortsatt brukt som eksempel, men i mindre grad. De gjennomførte intervjuene, ble holdt over e-post eller telefon, istedenfor personlig møte.

Selve oppgavegjennomførelsen bærer også preg av pandemiutbruddet. Gruppen bestemte seg for å møtes rundt tre ganger i uken, over lydsamtalefunksjonen på Facebook. Til tross for relativt jevnlig oppdateringer, ble det naturlig nok mindre diskusjon og felles drøfting enn hva det muligens hadde blitt, hvis man møttes personlig. Videre ble teksten tilsvarende mer oppdelt, ettersom man i større grad ble nødt til å skrive hver for seg. Det ble derfor brukt mer tid mot slutten av oppgaven til å sy sammen teksten til en sammenhengende tekst, enn hva man i utgangspunktet kunne forventet. I tillegg ble muligheten for å diskutere med klassekamerater, lærere og andre på et hverdagslig plan, borte. Det er ingen hemmelighet at mange idéer kan oppstå ved diskusjon rundt et tema. Man får i større grad muligheten til å sette ord på det man skriver om, og gjennom dialog kan nye idéer oppstå. Denne muligheten ble borte ved nedstengningen.

Rent bortsett fra koronautbruddet ble oppgaven skrevet i et mellomstadium med tanke på informasjonen om temaet. Oppgaven diskuterer et tema med økende aktualitet. Dette resultere i

at mange av tiltakene som kan regnes som innovative eller nyskapende, allerede har blitt presentert som idéer. Oppgaven kom derimot litt tidlig med tanke på at flere rapporter rundt temaet er påbegynt, men har ikke blitt publisert enda. Temaet var derfor også litt utfordrende å skrive om, da det i dag ikke eksisterer overveldende mye informasjon, det legges derfor opp til muligheter for videre arbeid.

8.1.1 Videre arbeid

Studien åpner for videre arbeid. Temaene oppgaven tar opp og drøfter er dagsaktuelle, og de kommer til å bli mer aktuelle i tiden fremover. Spesielt gjelder dette all ny teknologi som eksisterer, og som kan bli tatt i bruk på et anlegg. Det å ta i bruk ny teknologi kan ha mange positive innvirkninger på et prosjekt. Det kan være tids- og kostnadsbesparende, skape bedre nøyaktighet og bidra til mer klima- og miljøvennlige løsninger. En studie rundt hvordan teknologi på et anlegg kan bidra, hadde vært nyttig og lærerikt.

Oppgaven har fokusert på å komme med forslag til tiltak som kan redusere klima- og miljøutslipp. Videre forskning kan undersøke om tiltakene faktisk har en effekt, eventuelt hvilken kombinasjon av krav som lønner seg med tanke på klima, miljø, økonomi og fremdrift. Dette gjelder også løsninger som massebalanseplattformer. Arbeid kan inkludere om en slik løsning er gunstig, og om det fører til mindre permanent deponering av masser.

9 Referanseliste

1. De forente nasjoner. FNs bærekraftsmål [Internett]. De forente nasjoner; [oppdatert 28. januar 2020; hentet 17. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>.
2. Kommunedelplan: energi og klima 2017-2030 [Internett]. Trondheim: Trondheim kommune; [hentet 12. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/miljoenheten/klima-og-energi/kommunedelplan-energi-og-klima130618.pdf>.
2. Kommunedelplan: energi og klima 2017-2030 [Internett]. Trondheim: Trondheim kommune; [hentet 12. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/miljoenheten/klima-og-energi/kommunedelplan-energi-og-klima130618.pdf>.
3. Trondheim i tall [Internett]. Trondheim: Trondheim kommune; [oppdatert 23. mars 2020; hentet 15. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/aktuelt/om-kommunen/statistikk/trondheim-i-tall/>.
4. Byutvikling [Internett]. Trondheim: Trondheim kommune; [oppdatert 4. desember 2019; hentet 15. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/aktuelt/om-kommunen/organisasjonen/byutvikling/>.
5. Kommunalteknikk [Internett]. Trondheim Trondheim kommune; [oppdatert 18. mars 2020; hentet 20. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/kommunalteknikk/>.
6. Trondheim kommune. Konkurransgrunnlag del II Entreprise - Kontraktsgrunnlaget for Tyholtveien. Trondheim; 1. mars 2019.
7. Rambøll. Vedlegg 9 - Geoteknisk notat. Trondheim; 1. februar 2016.
8. Klimaplan og klimaarbeid [Internett]. Trondheim kommune; [oppdatert 5. februar 2020; hentet 25. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/aktuelt/utvalgt/andre-omrader/miljo/Klima/klimaplan/?fbclid=IwAR31P22DPtC6e5zmE2GIPVuqfo0NzywMn5C1U-F_dXcVlaUIxvE06zHORNc.
9. Miljødirektoratet. Utslipp av klimagasser i kommuner [Internett]. Miljødirektoratet [oppdatert 15. april 2020; hentet 23. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=705§or=-2>.
10. Hugsted R, Thue JV. Byggekontrakt [Internett]. Store norske leksikon; [oppdatert 28. februar 2019; hentet 30. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/byggekontrakt>.
11. Entreprisereformer [Internett]. Byggordboka; [oppdatert 9. april 2018; citd 7. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/entreprisereformer>.
12. Best Value Procurement (BVP) [Internett]. Anskaffelser.no; 27. mai 2016 [hentet 23. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/best-value-procurement-bvp-prestasjonsinnkjop>.
13. Nye Veier. Prosjektanskaffelser [Internett]. Nye Veier; [hentet 23. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.nyeveier.no/prosjektanskaffelser/>.

14. Nyseter J, Johnsrud A. Best Value Procurement - et bidrag til mer effektive byggeprosjekter i offentlig sektor? [Masteroppgave]. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet; Juni 2019.
15. Benjaminsen C. Hva betyr egentlig sirkulær økonomi? [Internett]. SINTEF; 9. april 2018 [hentet 20. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/hva-betyr-egentlig-sirkular-okonomi/>.
16. Dansk Industri. Hvad er cirkulær økonomi? [Internett]. Dansk Industri; [hentet 20. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.danskindustri.dk/vi-radgiver-dig-ny/forretningsudvikling/gronne-forretningspotentialer/cirkular-okonomi/om-cirkular-okonomi/>.
17. Spillum P, Nielsen F, Hartnik T. Sirkulærøkonomi i praksis: Regelverk og metode [Internett]. Miljødirektoratet; [hentet 23. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <http://tema.miljodirektoratet.no/Documents/Arrangementer/Miljoforum2017/5.%20Sirkul%C3%A6r%C3%B8konomi%20i%20praksis%20-%20Milj%C3%B8direktoratet.pdf>.
18. Frydenlund J. Dette er kravene til kildesortering på byggeplass [Internet]: Norsk Gjenvinning. 14. januar 2020. [hentet 02. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://blogg.norskgjenvinning.no/dette-er-kravene-til-kildesortering-pa-byggeplass>.
19. Kristiansund kommune. Hovedplan for avfall, gjenvinning og avfallsreduksjon [Internett]. Kristiansund: Kristiansund kommune; 3. mai 2018 [hentet 4. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.kristiansund.kommune.no/_f/p1/i369c7d99-3dd1-44e1-8626-456cd01f3e64/hovedplan-avfall-352018.pdf.
20. LOOP. Avfallshierarki [Internett]. Store norske leksikon; [oppdatert 9. juli 2018; hentet 5. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/avfallshierarki>.
21. Regionalplan for massehåndtering på Jæren 2018 - 2040 [Internett]. Stavanger: Rogaland fylkeskommune; 13. desember 2017 [hentet 5. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.rogfk.no/_f/p1/i7f073407-f074-404a-9502-0e712566b33f/regionalplan-for-massehandtering-pa-jaren-2018-2040.pdf.
22. Statistisk sentralbyrå. Avfall fra byggeaktivitet [Internett]. Statistisk sentralbyrå; [oppdatert 24. mars 2020; hentet 24. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/avfbygganl>.
23. Trondheim kommune. Håndtering av forurenset grunn [Internett]. Trondheim: Trondheim kommune Miljøenheten; [oppdatert April 2016; hentet 25. februar 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/miljoenheten/faktaark/63---handtering-av-forurenset-grunn/fa-63-handtering-av-forurenset-grunn---13-april-2016-lenker-rettet-feb-2018.pdf>.
24. Asplan viak. Tiltaksplan for flytting av avfall fra Heggstadmoen avfallsdeponi til eksternt mottak [Internett]. Fylkesmannen i Trøndelag; 29. mai 2019 [oppdatert 12. juli 2019; hentet 28. januar 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.fylkesmannen.no/contentassets/df9a39b096c04e42961fd222709862b4/tiltaksplan-for-flytting-av-avfall-fra-heggstadmoen-avfallsdeponi-til-eksternt-mottak-utg.2.pdf?fbclid=IwAR3XNYJh_cpft9LI9sgWfvtcWQof_ZnCntgS5y-3n6h0dCSWgiyeBh5u0u4.
25. Norges Geotekniske Institutt. Barrierer som hindrer nyttiggjøring [Internett]. Norges Geotekniske Institutt; 28. september 2018 [hentet 18. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ngi.no/download/file/13113>.

26. Rasch MK. Applying material flow analysis for optimizing construction aggregates management in the road sector [Masteroppgave]: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet; Juni 2018.
27. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) 9-2 Virkeområde: Klima- og miljødepartementet; 2004 [
28. Masseforvaltning [Internett]. Vestby kommune; 23. mars 2018 [hentet 20. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.vestby.kommune.no/getfile.php/4421327.1066.mlpluuiwla7wl/Grunnlagsdokument+-+Masseforvaltning.pdf>.
29. Jessen SH. DAKOFA - Jordhåndtering [Internett]. Dansk Kompetencecenter for Affald og Ressourcer; 2. september 2019 [oppdatert hentet 10. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://dakofa.dk/?type=71598&tx_tcdakofa_forcedownload%5Bdownload%5D=31735&tx_tcdakofa_forcedownload%5Bcode%5D=ecafbedb9b18034dc964b95803a83864bb29d6d6&cHash=ad76b7ffa943d312bc7dab0835c56b9d.
30. Dekker N. The Importance of Logistics on Construction Sites [Internett]. Assignar; 24. mai 2017 [hentet 17. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.assignar.com/au/construction/importance-logistics-construction-sites/>.
31. Logistics management in construction [Internett]. Designing Buildings Wiki; 14. desember 2016 [oppdatert 14. april 2020; hentet 18. april 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Logistics_management_in_construction.
32. Halvorsen EO. Optimizing environmental and economic aspects of collaborative transportation and logistics related to construction and demolition projects [Masteroppgave]. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet; Juli 2019.
33. Bærum Ressursbank [Internett]. Miljødirektoratet; [hentet 30. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klimasats/2017/barum-ressursbank/>.
34. Miljødirektoratet. Klimagassutslipp fra transport [Internett]. Miljøstatus; [oppdatert 15. november 2019; hentet 10. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-fra-transport/>.
35. Williams M, Minjares R. A technical summary of Euro 6/VI vehicle emission standards [Internett]. International Council on Clean Transportation; Juni 2016 [hentet 6. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Euro6-VI_briefing_jun2016.pdf.
36. History [Internett]. International Council on Clean Transportation; [hentet 11. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://theicct.org/mission-history>.
37. Knudsen OF, Lundbo S. G20 [Internett]. 14. februar 2009 [oppdatert 5. mars 2019; hentet 3. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/G20>.
38. Commission Regulation [Internett]. Den europeiske union; 31. januar 2014 [hentet 19. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:047:0001:0057:EN:PDF>.
39. Nasjonal transportplan 2018–2029 [Internett]. Samferdselsdepartementet; 5. april 2017 [hentet 11. mars 2020]. Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdfs/stm201620170033000dddpdfs.pdf>.

40. Fremdrifts- og drivstofftyper [Internett]. Bilimportørens Landsforening; [hentet 18. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://bilimportorene.no/fakta/fremdrifts-og-drivstofftyper/>.
41. Sørderholm J. Volvo utvikler elektrisk tippbil til anlegg [Internett]. Anleggsmaskinen; 11. desember 2019 [hentet 30. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://anleggsmaskinen.no/2019/12/volvo-utvikler-elektrisk-tippbil-til-anlegg/>.
42. Stølen SI. Antall elektriske lastebiler registrert i 2019: 1 [Internett]. Norges Lastebileier-Forbund; 7. januar 2020 [hentet 30. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://lastebil.no/Aktuelt/Nyhetsarkiv/2020/Antall-elektriske-lastebiler-registrert-i-2019-1>.
43. Elektriske lastebiler på vei inn i markedet i Norge [Internett]. Zero; 29. januar 2020 [hentet 30. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://zero.no/elektriske-lastebiler-pa-vei-inn-i-markedet-i-norge/>.
44. Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren [Internett]. Statens vegvesen; [hentet 30. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan/nasjonal-transportplan-2022-2033/_attachment/2685765?_ts=16a8d2999f8&fast_title=Muligheter+og+barrierer+for+fossilfrie+anleggsplasser+i+transportsektoren.pdf.
45. Bilimportørens Landsforening. Nullutslippsmålene for tunge kjøretøy [Internett]. Statens vegvesen; 21. oktober 2019 [hentet 2. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/2878141/binary/1355448?fast_title=Tungt+C3%A5+oppn%C3%A5+nullutslippsm%C3%A5lene+for+tunge+kj%C3%B8ret%C3%B8y.pdf.
46. Salget av avansert biodrivstoff økte i fjor [Internett]. Miljødirektoratet; 3. mai 2019 [hentet 11. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2019/mai-2019/salget-av-avansert-biodrivstoff-okte-i-fjor/>.
47. Fakta om biodrivstoff [Internett]. Miljødirektoratet; 30. april 2019 [oppdatert 3. mai 2019; hentet 11. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <http://tema.miljodirektoratet.no/no/Tema/Energi/Biodrivstoff/Fakta-om-biodrivstoff/>.
48. Problemet med palmeolje [Internett]. Regnskogfondet; [hentet 19. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.regnskog.no/no/om-regnskogen/derfor-forsvinner-regnskogen/problemet-med-palmeolje>.
49. HVO Diesel 100 [Internett]. Preem; [hentet 11. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.preem.no/norsk/produkter/hvo-diesel-100>.
50. Bjartnes A. Look to Denmark! [Internett]. Dagsavisen; 3. oktober 2011 [oppdatert 3. juli 2019; hentet 19. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.dagsavisen.no/debatt/look-to-denmark-1.442704>.
51. En bæredygtig grøn omstilling [Internett]. Danmarks regjering; [hentet 19. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.regeringen.dk/regeringsgrundlag/en-baeredygtig-groen-omstilling/>.
52. Bygherremanifest [Internett]. Bygherreforeningen; Januar 2020 [hentet 16. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://bygherreforeningen.dk/download/86/fns-verdensmaal/30410/bygherremanifest-til-fns-verdensmaal.pdf>.

53. Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren [Internett]. Regeringens klimapartnerskaber; [hentet 18. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://kefm.dk/media/12999/klimapartnerskab-bygge-og-anlaegssektoren-hovedrapport.pdf>.
54. KLIMAVENTLIG ASFALT Resultater [Internett]. Vejdirektoratet; 21. august 2019 [hentet 18. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.vejdirektoratet.dk/api/drupal/sites/default/files/2019-11/KVS%20-%20Konklusjonsnotat.pdf>.
55. Linge GN. Hva er egentlig CEEQUAL? [Internett]. Skanska; [hentet 7. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-ceequal/>.
56. CEEQUAL [Internett]. Grønn byggallianse; [hentet 7. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/ceequal/>.
57. BREEAM [Internett]. Grønn byggallianse; [hentet 7. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/breem/>.
58. Assessors [Internett]. CEEQUAL; [hentet 7. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ceequal.com/assessors/>.
59. CEEQUAL [Internett]. Sweden Green Building Council; 28. september 2018 [hentet 15. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.sgbc.se/utveckling/hallbar-infrastruktur/ceequal/>.
60. Norges første Ceequal-sertifiserte anleggsprosjekt [Internett]. Anlegg & Transport; 13. mars 2018 [hentet 9. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.at.no/artikler/norges-forste-miljosertifiserte-anleggsprosjekt/432583>.
61. Why choose CEEQUAL? [Internett]. CEEQUAL; [hentet 9. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ceequal.com/why-choose-ceequal/>.
62. Andersen G. Valg av forskningsmetode [Internett]. Nasjonal digital læringsarena [oppdatert 31. januar 2019; hentet 7. april 2020]. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/subjects/subject:19/topic:1:195989/topic:1:195829/resource:1:56937>.
63. Coward SR. En studie av hvordan organisasjoner gjennomfører intervjuer ved rekruttering [Bacheloroppgave]: Høgskolen i Oslo og Akershus; 2017.
64. Massedeponi - Kartportal med status for deponiområder [Internett]. Trondheimsregionen; [hentet 12. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://trondheimsregionen.no/areal-og-transport/massedeponi-2/>.
65. Oversikt virksomheter [Internett]. Miljødirektoratet; [hentet 24. april 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.norskeutslipp.no/no/Listesider/Virksomheter/?SectorID=300&fbclid=IwAR2J6yFPvGJ2AD EVZMw1-EyJ9DIqOS_9fd9filgbvXw1BKa3ufLcLOB27f4.
66. Trondheimsregionen. IKAP-2 Mål, strategier og retningslinjer for arealutvikling i Trondheimsregionen [Internett]. Trondheim kommune; 13. februar 2015 [hentet 12. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/11-politikk-og-planer/planer/regionale-planer/interkommunal-arealplan-for-trondheimsregionen-ikap2.pdf>.
67. Tonnkilometer [Internett]. Statistisk sentralbyrå; [hentet 9. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/ajax/ordforklaring?key=331118&sprak=no>.
68. Trondheim kommune. Konkurransgrunnlag del 1A for anskaffelser under terskelverdi - Konkurranseregler for Tyholtveien. Trondheim; 1. mars 2019.

69. Statens vegvesen. Gjenbruksmaterialer [Internett]. Statens vegvesen; [oppdatert 21. mai 2019; hentet 11. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/vegteknologi/Vegbyggingsmaterialer/Gjenbruksmaterialer>.
70. Rambøll. Vedlegg 1 - Mengdebeskrivelse [Internett]. Trondheim: Trondheim kommune; 28. februar 2019 [hentet 4. februar 2020].
71. Om TippNett [Internett]. TippNett; [hentet 15. april 2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.tippnett.no/Site/AboutUs>.
72. Skoglund U. Ren bygging av nye Torvet [Internett]. Trondheim kommune; 30. august 2019 [hentet 26. mars 2020]. Tilgjengelig fra: <https://trondheim2030.no/2019/08/30/ren-bygging-av-nye-torvet/>.
73. Trondheim kommune. Veileder til miljøplan tema 14: Transport og energiforbruk [Internett]. Trondheim kommune; [hentet 22. mars 2020]. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/kommunalteknikk/miljoplan/14_transport_energieforbruk.pdf.
74. Statsbygg innfører krav om papirløse byggeplasser [Internett]. Byggeindustrien; 15. august 2018 [hentet 23. april 2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1362995>.

Vedlegg 1 Artikkel

Fremtidens tiltak for bærekraftige anlegg

Ingrid Elisabeth Aadnesen, Tyri Røset Finnes og Ruth Ogbamicael
Institutt for bygg- og miljøteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim
20.05.2020

Med økende kunnskap og teknologisk fremgang blir det trolig lettere å ta mer hensyn til klima og miljø i årene som kommer. For å bidra positivt til utviklingen av mer bærekraftige løsninger, ble det startet et samarbeid med Trondheim kommune. Her har det blitt sett nærmere på forslag til tiltak som reduserer klima- og miljøbelastningen på kommunaltekniske anlegg (1). Det ble hovedsakelig tatt utgangspunkt i prosessene knyttet til massehåndtering samt kontraktskrav som kan være standard for driften av kommunaltekniske anlegg.

Forslagene til tiltak kan brukes av flere byggherrer og gjelder ikke kun lokalt for Trondheim kommune. Som oftest er det byggherren som må sette føringen for å få mer klima- og miljøvennlig drift. Det første forslaget som drøftes er krav som kan implementeres i kontrakter. Her inngår endring av prosentvis vektning som avgjør hvilken entreprenør som får et prosjekt. I stedet for å kun vurdere etter pris kan man også ta hensyn til andre verdier et prosjekt medbringer. Dette gjelder for eksempel klima- og miljøgunstig drift. Her kan en plan for håndtering av overskuddsmasser samt mest mulig gjenbruk og ressursutnyttelse av massene, være et eget vurderingsgrunnlag. Det kan også settes krav til gjenvinningsgrad eller tomgangskjøring.

De siste årene har salget av elektriske personbiler økt betraktelig (2). Dette er en trend som man ønsker å se i større grad i

anleggsbransjen. Derimot er utviklingen av utslippsfrie lastebiler og anleggsmaskiner ikke en enkel oppgave med tanke på batterivekt og -størrelse. Noen mindre maskiner kan allerede nå drives av elektrisk motor, og bør benyttes der det er mulig. Byggherren kan gjennom kontrakter og prosjektbeskrivelse sette standarden for hvilke maskiner og kjøretøy som skal benyttes på anleggsplass. Tiltak som fossilfritt drivstoff kan benyttes de første årene, fram til den teknologiske utviklingen av elektriske motorer er tilstrekkelig. Et eksempel er biodrivstoff, som kan benyttes i konvensjonelle anleggsmaskiner uten særlig tilpasning av motoren. Biodrivstoffet som benyttes bør derimot ha sertifiseringen som tilsier at produksjonen er bærekraftig.



Massehåndtering på anlegg

Overskuddsmassehåndteringen påvirkes av transportlogistikken. Muligheten for samkjøring mellom prosjekter kan vurderes innad i kommunen, for å redusere transportavstanden. Dette kan redusere klima- og miljøutslipp, samt gi økonomiske besparelser. Dette krever god

planlegging og oversikt over massebehovet frem i tid. For å skape bedre samarbeid mellom prosjektene, kan det opprettes en plattform for massebalanse hvor over- og underskudd av masse registreres. En tredje løsning for å redusere masse som transporteres til varig deponi, er å opprette et mellomlagringssted på anlegget.



Samarbeid mellom ulike prosjekter

Med fokus på bærekraftig drift av anleggsprosjekter kan byggherrer redusere klima- og miljøbelastningen prosjektene danner. I prosjektskontrakter kan det stå krav til tiltak som sikrer bærekraftig drift. Dette kan være at klima- og miljøtiltak blir vektet i anbudsrunder i tillegg til pris, en plan for ressursutnyttelse og overskuddsmassehåndtering, eller krav til gjenvinningsgrad og tomgangskjøring blir implementert i kontraktsgrunnlaget. Bruk av fossilfrie og utslippsfrie løsninger for anleggsmaskiner og transportkjøretøy er også gunstig med tanke på klima og miljø.

Referanser

1. Aadnesen IE, Finnes TR, Ogbamicael R. Forslag til tiltak som kan redusere klima- og miljøbelastning på kommunaltekniske anlegg [bachelor/bacheloravhandling/bacheloroppgave]. Trondheim: NTNU; 2020.
2. Statistisk sentralbyrå. Over 140 000 elbiler i Norge [Internett]. Oslo: Statistisk sentralbyrå; 22. mars 2018 [hentet 12. mai 2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/over-140-000-elbiler-i-norge>

Prosjektnummer: 11-2020
 Ingrid Elisabeth Aadnesen, Tyri Røset Finnes og Ruth Ogbamicael
 Intern veileder: Omar Sabri
 Ekstern kontakt: Sissel Herstad, Trondheim kommune

FORSLAG TIL TILTAK SOM KAN REDUSERE KLIMA- OG MILJØBELASTNING PÅ KOMMUNALTEKNISKE ANLEGG

Suggestions for reducing the environmental impact on construction projects

FORSLAG TIL TILTAK SOM KAN IMPLEMENTERES I KONTRAKTENE OG UTFØRSELEN AV ANLEGGSPROSJEKTER

- **STØRRE PROSENTVIS VEKTING AV BÆREKRAFTIGE LØSNINGER I KONTRAKTEN**
- **UTSLIPPS- ELLER FOSSILFRI MASKINPARK PÅ ANLEGGENE**
- **FOKUS PÅ REDUKSJON AV TOMGANGSKJØRING OG ØKT GJENVINNINGSGRAD**
- **PROSJEKTPLANLEGGING OPP MOT RESSURSNUTNYTTELSE OG OVERSKUDDSMASSEHÅNDTERING**
- **PLANLAGT BÆREKRAFTIG UTFØRELSE SOM VURDERINGSKRITERIUM**
- **BRUK AV MASSEBALANSEPLATTFORM**
- **SAMARBEID MELLOM FLERE PROSJEKTER OM MASSEBALANSE**
- **TILRETTELEGGING FOR MELLOMLAGRINGSPLASS PÅ ANLEGGET**

SAMKJØRINGSALTERNATIV FRA MATEMATISK MODELL

2017

-

2018

Høgskoleringen → Rimol (beh.anlegg) → Klostergata → Lia, Franzefoss (deponi)

Høgskoleringen → Skogstadvegen 42 (utf.) → Lund snuplass → Rimol (beh.anlegg)

Klostergata → Skogstadvegen 42 (utf.) → Lund snuplass → Rimol (beh.anlegg)

2019

Klostergata → Skogstadvegen 42 (utf.) → Lund Snuplass → Rimol (beh.anlegg)

Det ble brukt en matematisk modell for å se på mulig gevinst ved samkjøring av masser mellom prosjekter, utfyllingssted, behandlingsanlegg og deponi. Modellen sjekker om det lønner seg å samkjøre prosjektene, og slik gi økonomiske samt klima- og miljømessige besparelser. Av to kjøring, resulterte den andre i en 3,3 % reduksjon av transportavstanden for tomme lastebiler. Det er også en viss reduksjon i pris og CO₂-utslipp, men hovedgevinsten er for nærmiljøet.

Energi- og klimamål for Trondheim by

Mål 1. I 2020 er Trondheim et forbilde og en samarbeidsarena for grønn verdiskaping og utvikling av klimavennlige teknologi og levemåter

Mål 2. I 2020 er de direkte klimagassutslippene i Trondheim redusert med 10 % i forhold til 1991

Mål 3. I 2025 er Trondheim robust for å møte framtidige klimaendringer

Mål 4. I 2030 er stasjonær energibruk i bygg og anlegg på samme nivå som i 2013 (ca 3,5 TWh). Dette tilsvarer en 20 % reduksjon i forbruk per person

Mål 5. I 2030 er de direkte klimagassutslippene redusert med 80 % i forhold til 1991

Energi- og klimamål i Trondheim kommunes virksomhet

Mål 6. Trondheim kommune skal starte innfasingen av klimanøytral kjøretøypark for tyngre kjøretøy så snart de er tilgjengelige

Mål 7. I 2020 er energiforbruket i egen virksomhet redusert med 7 % i forhold til 2017

Mål 8. Ved rullering av planen i 2020 fastsettes måltall for indirekte utslippskutt

Mål 9. Klimafotavtrykket til større investeringsprosjekter i Trondheim kommune skal reduseres med 30 % i forhold til sammenlignbare referansebygg, forutsatt at livssyklus kostnadene ikke øker vesentlig

Mål 10. I 2030 er Trondheim kommune en nullutslippsvirksomhet

Vedlegg 4 Kjøring 1

Kjøring 1

-----RESULTS - FLOWS-----
Rimol (beh.anlegg) - Betong - ferdigbetong : 4276
Høgskoleringen : 3908 -- 0.95
Lund Snuplass : 368 -- 0.1

-----RESULTS - EMISSIONS-----

Roundtrips:

2017:

2018:

2019:

2020:

SystemOptimum, Environmental

SysTransportation emissions: 0.2 1000 tonn CO2-eq
SysRoundtrip savings: 0.0 1000 tonn CO2-eq
SysExt transport emissions: 19.3 1000 tonn CO2-eq
SysProcess emissions: 0.4 1000 tonn CO2-eq
SysVirgin emissions: 1.0 1000 tonn CO2-eq
SysDisposal emissions: 0.0 1000 tonn CO2-eq
SysExtDisposal emissions: 0.0 1000 tonn CO2-eq

SysTotal emissions: 20.9 1000 tonn CO2-eq

SysTransportation costs: 0.006 Mrd
SysExtTransport costs: 0.598 Mrd
SysRoundtrip savings: 0.000 Mrd
SysFacility costs: 0.067 Mrd
SysDisposal costs: 0.000 Mrd
SysFillings costs: 0.000 Mrd
SysExt purchase: 0.020 Mrd
SysExt disposal: 0.002 Mrd
SysExt sale: 0.000 Mrd

SysTotal costs: 0.693 Mrd

TotalProjectsCosts: 0.638048 Mrd

ProjectsCosts: [mill NOK]

Cost:	HOG	LUS	KLO
Transp.int	4.6	0.7	0.6
Transp.ext	326.3	194.4	77.0
R.trip sav.	-0.0	-0.0	-0.0
Disposal	0.0	0.0	0.4
To Fac.	4.9	5.5	0.3
To Fill.	0.0	0.0	0.0
Purchases	1.3	0.1	0.0
Sales	-0.0	-0.0	-0.0
ExtPurchase	11.4	6.1	2.1
ExtSale	-0.0	-0.0	-0.0
ExtDisposal	1.1	0.5	0.5

TOTALS	349.6	207.4	81.0	638.0
--------	-------	-------	------	-------

TotalProjectsEmissions: 20.8841 1000 tonn CO2-eq
ProjectsEmissions: [1000 tonn CO2-eq]

Emission:	HOG	LUS	KLO	
Transp.int	0.1	0.0	0.0	
Transp.ext	10.5	6.3	2.5	
R.trip sav.	-0.0	-0.0	-0.0	
Virgin	0.7	0.3	0.1	
Processes	0.4	0.0	0.0	
TOTALS	11.7	6.6	2.6	20.9

Vedlegg 5 kjøring 2, uten retur

Kjøring 2 - uten retur

-----RESULTS - FLOWS-----
Rimol (beh.anlegg) - Betong - ferdigbetong : 4276
Høgskoleringen : 3908 -- 0.95
Lund Snuplass : 368 -- 0.15

-----RESULTS - EMISSIONS-----

Roundtrips:

2017:

2018:

2019:

2020:

SystemOptimum, Environmental

SysTransportation emissions: 222.0 tonn CO2-eq
SysRoundtrip savings: 0.0 tonn CO2-eq
SysExt transport emissions: 3469.0 tonn CO2-eq
SysProcess emissions: 414.6 tonn CO2-eq
SysVirgin emissions: 1014.0 tonn CO2-eq
SysDisposal emissions: 0.0 tonn CO2-eq
SysExtDisposal emissions: 0.0 tonn CO2-eq

SysTotal emissions: 5119.6 tonn CO2-eq

SysTransportation costs: 6.865 Mrd
SysExtTransport costs: 107.288 Mrd
SysRoundtrip savings: 0.000 Mrd
SysFacility costs: 67.095 Mrd
SysDisposal costs: 0.381 Mrd
SysFillings costs: 0.000 Mrd
SysExt purchase: 19.669 Mrd
SysExt disposal: 0.000 Mrd
SysExt sale: 0.000 Mrd

SysTotal costs: 201.299 Mrd

TotalProjectsCosts: 0.146435 Mrd

ProjectsCosts: [mill NOK]

Cost:	HOG	LUS	KLO
Transp.int	5.2	0.8	0.9
Transp.ext	59.0	35.8	12.5
R.trip sav.	-0.0	-0.0	-0.0
Disposal	0.0	0.0	0.4
To Fac.	4.9	5.5	0.3
To Fill.	0.0	0.0	0.0
Purchases	1.3	0.1	0.0
Sales	-0.0	-0.0	-0.0
ExtPurchase	11.4	6.1	2.1
ExtSale	-0.0	-0.0	-0.0

ExtDisposal	0.0	0.0	0.0	

TOTALS	81.8	48.3	16.3	146.4

TotalProjectsEmissions: 5.05788 1000 tonn CO2-eq
ProjectsEmissions: [1000 tonn CO2-eq]

Emission:	HOG	LUS	KLO	
Transp.int	0.2	0.0	0.0	
Transp.ext	1.9	1.2	0.4	
R.trip sav.	-0.0	-0.0	-0.0	
Virgin	0.7	0.3	0.1	
Processes	0.3	0.0	0.0	

TOTALS	3.0	1.5	0.5	5.1

Tonkm "transportation":	2288420	mill tonnkm
Tonkm "roundtrip savings":	0	mill tonnkm
Tonkm "ext out/in":	35762618	mill tonnkm
Total tonnkm:	38051038	mill tonnkm
Km empty driving w/o roundtrips:	54486	mill km
Km empty driving reduced:	0	mill km (0 %)
Km empty driving reduced:	0	mill km (0 %)
Vehicle kilometers f:	108972	mill km
Vehicle kilometers g:	0	mill km spart
Vehicle kilometers ext:	1702982	mill km
Total vehicle kilometers:	1811954	mill km

Vedlegg 6 Kjøring 2, med retur

Kjøring 2 - med retur

SysTransportation emissions:	222.0	tonn CO2-eq
SysRoundtrip savings:	1.7	tonn CO2-eq
SysExt transport emissions:	17344.9	tonn CO2-eq
SysProcess emissions:	414.6	tonn CO2-eq
SysVirgin emissions:	1014.0	tonn CO2-eq
SysDisposal emissions:	0.0	tonn CO2-eq
SysExtDisposal emissions:	0.0	tonn CO2-eq

SysTotal emissions: 18993.7 tonn CO2-eq

SysTransportation costs:	6.865	Mrd
SysExtTransport costs:	536.439	Mrd
SysRoundtrip savings:	0.053	Mrd
SysFacility costs:	67.095	Mrd
SysDisposal costs:	0.381	Mrd
SysFillings costs:	0.000	Mrd
SysExt purchase:	19.669	Mrd
SysExt disposal:	0.000	Mrd
SysExt sale:	0.000	Mrd

SysTotal costs: 630.397 Mrd

-----RESULTS - FLOWS-----

Rimol (beh.anlegg) - Betong - ferdigbetong : 4276
Høgskoleringen : 3908 -- 0.95
Lund Snuplass : 368 -- 0.1

-----RESULTS - EMISSIONS-----

Roundtrips:

2017:

2018:

Høgskoleringen -> Rimol (beh.anlegg) -> Klostergata -> Lia,
Franzefoss (deponi)

Høgskoleringen -> Skogstadvegen 42 (utf.) -> Lund Snuplass ->

Rimol (beh.anlegg)

Klostergata -> Skogstadvegen 42 (utf.) -> Lund Snuplass -> Rimol
(beh.anlegg)

2019:

Klostergata -> Skogstadvegen 42 (utf.) -> Lund Snuplass -> Rimol
(beh.anlegg)

2020:

SystemOptimum, Environmental

SysTransportation emissions:	222.0	tonn CO2-eq
SysRoundtrip savings:	1.7	tonn CO2-eq
SysExt transport emissions:	3469.0	tonn CO2-eq
SysProcess emissions:	414.6	tonn CO2-eq
SysVirgin emissions:	1014.0	tonn CO2-eq
SysDisposal emissions:	0.0	tonn CO2-eq
SysExtDisposal emissions:	0.0	tonn CO2-eq

SysTotal emissions: 5117.8 tonn CO2-eq

SysTransportation costs: 6.865 Mrd
SysExtTransport costs: 107.288 Mrd
SysRoundtrip savings: 0.053 Mrd
SysFacility costs: 67.095 Mrd
SysDisposal costs: 0.381 Mrd
SysFillings costs: 0.000 Mrd
SysExt purchase: 19.669 Mrd
SysExt disposal: 0.000 Mrd
SysExt sale: 0.000 Mrd

SysTotal costs: 201.246 Mrd

TotalProjectsCosts: 0.146435 Mrd

ProjectsCosts: [mill NOK]

Cost:	HOG	LUS	KLO	
Transp.int	5.2	0.8	0.9	
Transp.ext	59.0	35.8	12.5	
R.trip sav.	-0.0	-0.0	-0.0	
Disposal	0.0	0.0	0.4	
To Fac.	4.9	5.5	0.3	
To Fill.	0.0	0.0	0.0	
Purchases	1.3	0.1	0.0	
Sales	-0.0	-0.0	-0.0	
ExtPurchase	11.4	6.1	2.1	
ExtSale	-0.0	-0.0	-0.0	
ExtDisposal	0.0	0.0	0.0	
TOTALS	81.8	48.3	16.3	146.4

TotalProjectsEmissions: 5.05788 1000 tonn CO2-eq

ProjectsEmissions: [1000 tonn CO2-eq]

Emission:	HOG	LUS	KLO	
Transp.int	0.2	0.0	0.0	
Transp.ext	1.9	1.2	0.4	
R.trip sav.	-0.0	-0.0	-0.0	
Virgin	0.7	0.3	0.1	
Processes	0.3	0.0	0.0	
TOTALS	3.0	1.5	0.5	5.1

Tonkm "transportation": 2288420 mill tonnkm
Tonkm "roundtrip savings": 17739 mill tonnkm
Tonkm "ext out/in": 35762618 mill tonnkm
Total tonnkm: 38033300 mill tonnkm
Km empty driving w/o roundtrips: 54486 mill km
Km empty driving reduced: 1774 mill km (3.25565 %)

Km empty driving reduced:	1774 mill km (3.25565 %)
Vehicle kilometers f:	108972 mill km
Vehicle kilometers g:	1774 mill km spart
Vehicle kilometers ext:	1702982 mill km
Total vehicle kilometers:	1810180 mill km

