



Handelshøyskolen BI - campus Oslo

BTH 17041

Bacheloroppgave - Logistikkledelse / Supply Chain Management

Bacheloroppgave

«Hub-and-spoke»-modellen i norsk avfallspraksis: hvilket alternativ er mest utslipp- og kostnadseffektivt når man sammenligner deponering og gjenvinning av masse?

Navn: Shehzad Husnain Akram, Seirwan Kareemi, Hammad Nazim Hussain

Utlevering: 07.01.2019 09.00

Innlevering: 03.06.2019 12.00

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
SAMMENDRAG.....	3
1.0 INNLEDNING	4
1.1 AVFALL I NORSK BYGG- OG ANLEGGSBRANSJE	4
1.2 PRESENTASJON AV SKANSKA IS OG AF DECOM	4
1.3 BAKGRUNN FOR PROBLEMSTILLING OG OPPGAVENS HENSIKT	5
1.4 AVGRENSNINGER OG FORBEHOLD	7
2.0 TEORETISK RAMMEVERK	8
2.1 BÆREKRAFT	8
2.1.1 Bærekraft innen avfall, bygg- og anlegg.....	8
2.1.2 Avfallshierarkiet	9
2.1.3 Effektiv avfallshåndtering i bygg- og anlegg.....	10
2.2 DISTRIBUTJONSNETTVERK	11
2.2.1 «Hub-and-spoke»-modellen.....	11
2.2.2 Drivkrefter for økt samarbeid i bærekraftsammenheng.....	11
2.3 TRANSPORTENS PÅVIRKNING PÅ MILJØPET.....	12
2.3.1 Utslipp innen lastebiltransport.....	12
2.3.2 Utrekning av CO ₂ -utslipp.....	13
2.3.3 Måling av transporteffektivitet.....	14
3.0 METODE	16
3.1 FORSKNINGSMODELL- OG DESIGN	16
3.2 DATAINNSAMLING	16
3.3 VALIDITET OG RELIABILITET	17
4.0 SITUASJONSBEKRIVELSE	18
4.1 NULLALTERNATIVET: DAGENS SITUASJON KARTLAGT	19
<i>Scenario én – vårrengjøringen (AF Decom)</i>	19
<i>Scenario to – overskuddsmasser (AF Decom og Skanska IS)</i>	22
4.2 ALTERNATIV 1: BRUK AV TERMINAL MED MASSETRANSPORT TIL RENSEANLEGG	26
4.4 TRANSPORTMODELL FOR ANALYSEN.....	30
4.4 MODELL FOR UTSLIPPSBEREGNING	33
5.0 SITUASJONSANALYSE – VÅRE FUNN	34
5.1 FASTE- OG VARIABLE KOSTNADER: INGEN STORE AVVIK	36
5.3 KJØRING PÅ NATTESTID FOR Å UNNGÅ TRAFIKK?	38
5.4 KALKULERING AV CO ₂ -UTSLIPP	40
6.0 PRESENTASJON AV RESULTATER MED KONKLUSJON	41
6.1 KLIMAGASSUTSLIPP	41
6.2 ØKONOMISKE KOSTNADER	42
LITTERATURLISTE OG REFERANSER.....	43

FORORD

Arbeidet med denne oppgaven har vært svært lærerikt der vi har fått innsyn i et spennende fagområde som har gitt mye utbytte, og der vi kan si at vi har tilegnet masse ny kunnskap i logistikk og avfall.

Vi vil rette en stor takk til samtlige bidragsytere: både Skanska IS, AF Decom og andre parter som har gjort det mulig å skrive denne oppgaven, og som har vist en genuin interesse til å ivareta miljøet med henholdsvis initiativ for en gjenvinnings-terminal og et renseanlegg for å motvirke forurensning.

Også veilederen vår Bente Flygansvær er vi takknemlige overfor, som med sitt engasjement innen temaområdet har gitt oss muligheter til å stille opp i både møter og feltbesøk hos bedriftene. Dette har vært av betydning når vi har skrevet vår oppgave, og har dessuten gjort arbeidet med oppgaven veldig spennende på grunn av dets nærhet til den virkelige verden, hvor ting strekker seg litt mer enn bare teori.

En rekke andre personer fortjener vår takknemlighet, særlig i lastebilmiljøet og i enkelte bedrifter, enten det har vært bidrag over e-post eller en telefonsamtale – vi setter veldig stor pris på all innsikt vi har fått.

Innad gruppen vil vi også takke hverandre for et utmerket samarbeid til tross for at det til tider har vært veldig hektisk med mange eksamener i sving.

God lesning!

SAMMENDRAG

Hensikten med denne oppgaven var å undersøke hovedstadens store utfordring som er en manglende evne til å forsyne seg selv med byggeråstoffer, dette skaper i tur store utslippsmengder på grunn av den omfattende transporten som forbindes med å hente inn disse mengdene fra andre steder i landet.

Vi har foretatt en utslipps- og kostnadsanalyse for å løse følgende problemstilling:

«Hub-and-spoke»-modellen i norsk avfallspraksis: hvilket alternativ er mest utslipp- og kostnadseffektivt når man sammenligner deponering og gjenvinning av masse?

Målet har vært å avdekke en mulig reduksjon av utslipp og kostnader ved bruk av et renseanlegg samkjørt med en ny terminalløsning på Oslo havn for innsamling og bearbeiding av forskjellige typer masser som kategoriseres under avfall – dette vurderes opp mot dagens håndtering av samme type masse, i stor grad karakterisert som langt mindre miljøfokuseret som en konsekvens av omfattende bruk av deponi.

Vi har satt opp en sammenligning av to alternativer: nullalternativet og alternativ 1, der nullalternativet gjelder deponering og alternativ 1 gjelder gjenbruk.

For analysegrunnlaget har vi hentet inn data som belyser de ulike kostnadene man forbinder med begge alternativene. Den foretrukne måten å gjøre dette på har vært å legge rammene for et fiktivt transportselskap som har sitt virke innen transport av masse – vi har brukt bransjetall fra Proff Forvalt for «benchmarking» i kombinasjon med data fra andre kilder til å beregne realistiske transportkostnader, i tillegg til utslippsdata for å kalkulere forskjellen i utslippsmengder fra de to alternativene.

Ved å legge om fra dagens håndteringsmetode til det mulige fremtidige alternativet vil man oppnå i transporten oppleve både økning i finansielle kostnader og utslipp i CO₂-ekvivalenter (henholdsvis 3 103 254 kroner dyrere og 100 000 kgCO₂ mer), noe som isolert sett støtter oppunder nullalternativet, men som fremkaller et behov for vurderinger knyttet til andre faktorer urelatert til transporten – eksempelvis en grundigere sammenligning i de totale utslippene ved bruk av deponi samt kostnader knyttet til selve deponeringen, for så å sette dette opp mot rammene for hvordan en tar i bruk renseanlegget, og mulighetene for handel med de rensede materialene.

1.0 INNLEDNING

1.1 Avfall i norsk bygg- og anleggsbransje

Det genereres årlig flere millioner tonn avfall, og mye av dette kommer direkte fra byggeaktivitet: i alt ble det for 2017 registrert rett i underkant av 1,9 millioner tonn fra kategoriene nybygging, rehabilitering og rivning i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2019). Av dette er 40 prosent fra riveaktivitet, mens nybygg og rehabilitering ligger på henholdsvis 35 og 25 prosent.

Av statistikken til SSB går det frem at man ikke ligger an til å innfri kravet om 70 prosent materialgjenvinning av bygg- og anleggsavfall innen 2020: kun 34 prosent av byggavfallet ble materialgjenvunnet i 2017, noe som tilsvarer en nedgang på åtte prosent fra året før, ifølge SSB.

Med fokus på hovedstaden så gir de enorme avfallsmengdene et korrelert behov for transport ut- og inn av hovedstaden når de skal deponeres, noe som også kaster lys på steinmassene som kreves til infrastrukturbygging. I Oslo opplever man et stort problem som er dårlig tilgang på steinmasser og andre byggeråstoffer til bruk innen byg- og anleggsprosjekter. Det foreligger et årlig behov for å transportere inn over 6,5 millioner tonn med stein, samtidig som 2-3 millioner tonn stein transporteres ut av byen (Johannesen, 2019). Slike aktiviteter bidrar til økte klimagassutslipp samt større kostander for byggeprosjekter enn det som er nødvendig, ifølge Johannesen.

1.2 Presentasjon av Skanska IS og AF Decom

Skanska Industrial Solutions har 1800 ansatte fordelt på ulike land, og en omsetning på åtte milliarder svenske kroner. Med rundt 150 masseuttak står de for 29 prosent av markedsandelene innen foredling av steinmaterialer.

Selskapets strategi er å etablere seg som en tilrettelegger for miljøriktig bygging og samfunnsutvikling, der de sier seg bevisste på sin rolle innen gjenvinning i tillegg til behovet for å innordne seg etter sirkulærøkonomien som de selv betegner som særlig rasktvoksende.

Siden 2001 har selskapet drevet med rensing av masser der de rene massene er blitt gjenbrukt i vei- og infrastrukturprosjekter i nærheten av området det har blitt samlet inn, derfor begrepet «kortreist». Ideen er at man eliminerer unødvendig frakt og på den måten minimerer transport.

I den anledning etablerer Skanska IS en masse- og gjenvinningsterminal på Oslo havn, kalt Grønlia gjenvinningsterminal. Anlegget har som hensikt å gi tilgang på kortreist byggeråstoff i en prosess der overskuddsmasser fra lokale byggeprosjekter leveres for gjenvinning, som i neste omgang gir tilgang til resirkulerte, godkjente materialer for bruk i nye bygg og anlegg.

På tilsvarende vis ønsker AF Decom (underlagt AF Gruppen) å bidra i utviklingen i den grad det lar seg gjøre: ved Nes i Akershus har de nylig opprettet et renseanlegg med tilgang på renseteknologi tilpasset norske forhold, der selskapet i samtaler kan fortelle at de ser et potensial for gjenvinning av nærmere 80-90 prosent av masser som kommer inn.

1.3 Bakgrunn for problemstilling og oppgavens hensikt

En overordnet hensikt med denne oppgaven er å belyse sentrale problemområder i den norske avfallssektoren under mer moderne forutsetninger. Slike forutsetninger forklares eksempelvis i at den norske bygg- og anleggsbransjen som står for mye av det genererte avfallet stadig lener seg mot å være mer miljøbevisst, der man i det siste har engasjert seg i aktiviteter med sirkulærøkonomiske trekk – mye takket være en overbevisning om at det kan være en driver for økonomisk vekst, i tillegg til at det sender de riktige signalene overfor interessenter som krever miljøtiltak fra virksomheten.

Følgelig står man ovenfor en strukturendring i bransjen som er verdt å undersøke nærmere, og særlig med hensyn til det man kan omtale som den nyeste utviklingen som karakteriseres i at flere av de større aktørene ser muligheter til å samarbeide på tvers av bransjen for å tjene fellesskapet i miljøspørsmålet, det grønne skiftet. I det som er et sjeldent tilfelle av samarbeid mellom to usannsynlige aktører så ønsker man å se på de potensielle gevinstene ved å opprette en terminal på Oslo Havn – et tiltak fra Skanska IS sin side, og som AF Decom er invitert til å benytte i deler av utførelsen av sine fremtidige aktiviteter i og rundt Oslo Sentrum.

I denne sammenheng tar man sikte på å undersøke to ulike tilfeller der man står overfor implementasjon av potensielle tiltak som begge stimulerer avfallshierarkiet på den måten at aktivitetene beveger seg oppover langs denne.

De to tilfellene går for Skanska IS og AF Decom henholdsvis ut på at man innfører en endring i hvordan masse fra rive- og rehabiliteringsprosjekter i Oslo Sentrum håndteres, og et initiativ der man tar ansvaret for en ny tilnærming i håndtering av vårrengjøringsmasser som fram til nå har endt opp med å deponeres, uten utsikter for gjenvinning eller gjenbruk.

Man har utarbeidet følgende problemstilling som dekker problemområdet under en ny forutsetning om bruk av en terminalløsning:

«Hub-and-spoke»-modellen i norsk avfallspraksis: hvilket alternativ er mest utslipp- og kostnadseffektivt når man sammenligner deponering og gjenvinning av masse?

Således er dette en vurdering for å bestemme hvorvidt det er mest effektivt å dumpe avfall i deponi eller å anvende det samme avfallet i gjenvinning eller gjenbruk.

For å gi et godt svar på denne problemstillingen så ønsker man å utføre en utslipps- og kostnadsanalyse der formålet er å avdekke et potensielt avvik i mengden utslipp i tillegg til de samlede kostnadene – dette er opplysninger som vil være med på å belyse hvorvidt tiltakene gjør seg attraktive fra et todelt perspektiv: det økonomiske så vel som det miljømessige.

Begge tiltak er foreslått av selskapene selv og anses i stor grad som realistiske til å kunne resultere i faktiske bidrag og som viktige bærebjelker for bransjens utvikling mot mer miljøbesparende egenskaper. De reelle mulighetene til å påvirke bransjens retning fremover i kombinasjon med vår interesse rundt temaområdet utgjør også bakgrunnen for at vi bestemte oss for å gå videre med denne problemstillingen.

Avslutningsvis vil det her påpekes at man retter kritikk mot Oslo kommune og den underordnede instansen i Bymiljøetaten ved Veidrift og vedlikehold for å hittil vise en likegyldig holdning overfor aktiviteter som innebærer å utrede alternative måter å håndtere den årlige vårrengjøringsprosessen. En tilsvarende likegyldig holdning finner man dessuten tendenser til i forbindelse med kommunens håndtering av det som genereres av overskuddsmasser og andre avfallstyper som ved tilvirkning kan brukes på nytt, og som kan bidra i arbeidet med å gjøre hovedstaden selvforsynt av byggeråstoffer som anvendes i nye byggeprosjekter i sentrum. Dette er tiltak som

Oslo kommune bør prioritere i de fremste rekkene når det gjelder å innfri vedtak man har hengende over seg og som serverer den hensikt å bidra til å gjøre Norge klimanøytralt innen 2030, jf. Innst. 407 S (2015-2016).

1.4 Avgrensninger og forbehold

For å løse denne problemstillingen på best mulig måte har vi som en avgrensning spesifisert omfanget av ulike aktiviteter som inngår i driften av terminalen på Oslo. En del av dette innebærer at man har besluttet å begrense avfallstypene til å gjelde det som på grovt vis er inndelt i to kategorier: på en side er det avfall som plukkes opp i forbindelse med vårrengjøringen i Oslo Sentrum og som for vårt tilfelle stort sett består av strøsand, grus og singel, mens den andre kategorien omfatter avfall som forbindes med resultatet av byggeprosjekter i sentrale områder rundt omkring i Oslo.

Vi begrenser oss til 30 000 tonn som et utgangspunkt for de to avfallskategoriene ettersom dette er en typisk mengde som samles opp under vårrengjøringen, og at det setter et praktisk sammenligningsgrunnlag for overskuddsmassene.

En annen avgrensning har vi tatt rundt det avfallstekniske: en kraftig forenkling av kravene som må oppfylles for å bruke de forskjellige deponiene med særlig hensyn til tilstandsklassene på avfallet. Dette er gjort fordi det ikke belyser transporten og spesifikasjonene rundt denne i så stor grad at det har vært en prioritet.

Det kan dessuten tenkes at enkelte aktiviteter fra de forskjellige prosessene har en mismatch i tid som kan bringe fram ytterligere kostnader i noen poster, dette har vi ikke tatt hensyn til i arbeidet med denne oppgaven.

2.0 TEORETISK RAMMEVERK

For det teoretiske grunnlaget i oppgaven vil vi gjøre rede for tre hovedområder som skal være fundamentet i analysene: et om *bærekraft* og tilhørende elementer i teori omkring blant annet det som omhandler avfallshierarkiet og sirkulærøkonomi – et om distribusjonsnettverk og til slutt en kartlegging av ren transportspesifikk teori slik man kjenner det igjen fra logistikken, og som vil være sentral i utførelsen av analysen som følger etter.

Med delkapittelet som er *distribusjonsnettverk* ønsker en å vise til enkel teori rundt «*hub-and-spoke*»-modellen for å knytte dette opp mot den nye terminalen på Oslo Havn og for å avdekke potensielle effektivitetsmomenter i situasjonsbeskrivelsen og den påfølgende analysen, når man vurderer inn- og utgående transport med flere selskaper som opererer ved den samme terminalen.

Det siste leddet i det teoretiske rammeverket innebærer en kartlegging av *transport*, spesifikt lastebiltransport som spesifiseres ytterligere i beskrivelsen. Herunder vil vi blant annet ta for oss en utredning av den tradisjonelle transportkalkylen med en vinkling mot massetransport i den grad det lar seg gjøre. I tillegg vil muligheter for transporteffektivitet kartlegges, det samme med miljøpåvirkning fra transport samt en tilnærming for utregning av CO₂-utslipp fra lastebiltransport som blir aktuelt når vi vurderer den delen av problemstillingen som fokuserer på miljøutslipp.

2.1 Bærekraft

2.1.1 Bærekraft innen avfall, bygg- og anlegg

I 1987 presenterte Brundtland-kommisjonen begrepet bærekraftig utvikling med en definisjon som i ettertid dannet grunnlaget for ny tekning på mange områder, også for bygg- og anleggsbransjen der bærekraft i nyere tid har spilt en mer aktiv rolle i aktivitetene store entreprenører foretar seg (Berardi, 2013), gjengitt av (Pan, Linner, Pan, & Cheng, 2017).

Blant de første definisjonene av bærekraft innen bygg- og anlegg lød «produksjon av et sunt miljø i lys av ressurseffektivitet og økologiske prinsipper» (Kibert, 1994), men området har til stadighet blitt forlenget til å omfatte andre elementer. Dersom en strekker seg litt så får man også avfallssektoren til å bli sammenfallende med noen av de samme prinsippene for bærekraft i sammenheng med bygg- og anlegg:

et stort fokus i bransjen har nemlig vært avfallshåndtering, for effektivitet i arbeidet så vel som miljøhensynet.

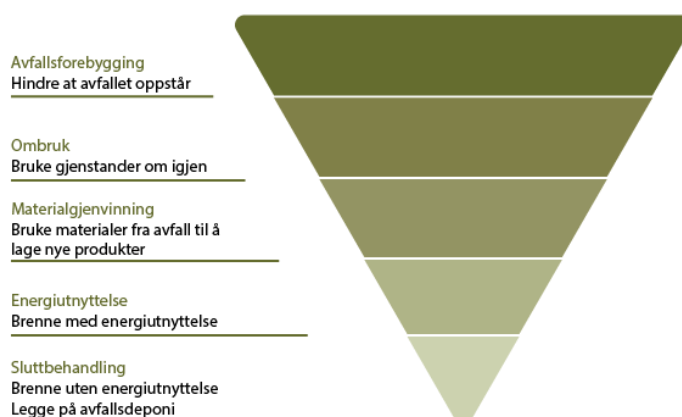
Avfall innen bygg- og anlegg har primært vært et problem som en direkte følge av dets påvirkning på miljøet i tillegg til effektivitetstap (Lam, Poon, Chau, & Chun, 2010).

Et annet aspekt til bærekraft innen bygg- og anlegg i likhet med andre bransjer er en nyere oppdagelse om at etterspørselssiden har fått et større fokus som følge av stadig mer miljøbevisste forbrukere (Sharma, Iyer, Mehrotra, & Krishnan, 2006), på den måten at et produkts opphav er av større betydning nå enn det var før. Dette er i tråd med at forskere på flere områder har argumentert for at miljøfokuserte strategier kan gi et kompetitivt fortrinn som også gir utslag i økonomisk prestasjon.

2.1.2 Avfallshierarkiet

Avfallshierarkiet er en måte å kategorisere ulike strategier innen avfallshåndtering – modellen brukes som en prioritetsmodell for minst tre måter å håndtere avfall på der rekkefølgen er styrt ut fra konsekvensene de forskjellige metodene innebærer. Det store skillet foreligger der man i en optimal situasjon prioriterer *reduksjon*, *gjenvinning* og *ombruk* fremfor *behandling/energiutnyttelse* og *deponering* (Van Ewijk & Stegemann, 2014), og det store fokuset har vært å unngå, eliminere, hindre eller redusere miljøproblemer i den grad man tillates (Gertsakis & Lewis, 2003).

AVFALLSHIERARKIET



Kilde: Miljødirektoratet 2016 / Miljøstatus.no

Avfallshierarkiet, med optimal rekkefølge oppover.

Schimdt et al. skriver dessuten at modellen utpeker enkelte strategier for håndtering av avfall som bedre egnet enn andre i et miljøperspektiv.

I arbeidet med vår problemstilling er det særlig gjenvinning og deponering som blir fokusområdene, men dette utelukker ikke muligheten for en liten digresjon der man vurderer *reduksjon* i hierarkiet, det mest foretrukne ståstedet.

Reduksjon (også kalt avfallsforebygging her) kan direkte knyttes opp situasjonen i norsk avfall så vel som avfall i global sammenheng: Bolden et al. argumenterer for bygg- og anleggsbransjen at merproduksjon tilsvarer større avfallsmengder, og at mer avfall skaper flere miljøbekymringer. For å få bukt med dette problemet så foreslås bruk av avfallsmateriale i produksjon av nye materialer, noe som i tur vil minimere bruk av landets deponiområder, med en konsekvens i redusert utslipp av farlige gasser som blant annet er til skade for menneskehelse og miljøkvalitet ellers.

På denne måten argumenteres det for at gjenvinning av byggeråstoffer bidrar til å spare naturressurser og energi i tillegg til at det hjelper med reduksjon av mengden luft- og vannforurensning som oppstår (Bolden, Abu-Lebdeh, & Fini, 2012).

2.1.3 Effektiv avfallshåndtering i bygg- og anlegg

En ny og mer presis form for avfallshåndtering er ifølge Kulatunga et al. en mulig tilnærming for dersom målet er å oppnå fordeler i form av økt kvalitet, bærekraft og økonomi i bygg- og anleggssektoren (Wibowo, Handayani, & Mustikasari, 2018). Det kan i tillegg stimulere oppunder minimerte kostnader for virksomheten.

For minimerte kostnader påpeker Wibowo blant annet oppstramming i stoffene man kjøper, bedre innsyn i kostnader forbundet med materielltransport og avfall som gode strategiimplementeringer. Dessuten utpekes avfallsminimering som et bra tiltak, med henvisning til andre kilder der det blant annet understrekes at tiltak som dette kan ha positive effekter i form av redusert helserisiko knyttet til deponering av avfall for å legge opp til bedre produktivitet og sikkerhet ved byggeplasser.

Viktigst av alt for vårt problemområde er muligens at effektiv avfallshåndtering i bygg- og anlegg krever arbeid i planleggingsfasen – noe som også lager en direkte kobling til avfallshierarkiet. For å prestere bedre i forhold til miljøhensynet innen sektoren så må man unngå eller minimere avfallsforekomst fra byggeprosjektene,

gjenbruke overskuddsmasser og omdirigere avfallet fra deponier til gjenvinningsfasiliteter (Wibowo, Handayani, & Mustikasari, 2018).

Et interessant funn man innordner i denne delen av det teoretiske rammeverket går ut på at entreprenører ifølge Bolden et al. utviser en forsiktig holdning i kjøp av gjenvunnet materiale for bruk i nye prosjekter, der mye av grunnen skyldes prisene på disse. På en annen siden velger entreprenører slike byggeråstoffer i arbeidet sitt i et ledd for å redusere deponibruk (Bolden, Abu-Lebdeh, & Fini, 2012).

2.2 Distribusjonsnettverk

2.2.1 «Hub-and-spoke»-modellen

«Hub-and-spoke»-teori har sin opprinnelse fra flytransport, men har beveget seg til andre former for transport der det i godstransport gjør seg gjeldende når forskjellige laster kommer fra ulike opprinnelsessteder og som konsolideres ved en eller flere terminaler (ofte kalt «hub»). Herfra sendes de videre gjennom såkalte «radiale» forbindelser (kalles alternativt «spoke») til et endelig destinasjonssted (Lumsden, Dallari, & Ruggeri, 1999). Dette stilles som et alternativ til den klassiske «point-to-point»-modellen.

Vareflyten i slike transportnettverk kan ifølge Lumsden et al. deles i to: 1) transport over lengre distanser mellom terminal og samlingsområdet, 2) transport i kortere strekninger der det stort sett anvendes mindre kjøretøy.

Gitt noen forutsetninger har «hub-and-spoke»-nettverk viktige fordeler:

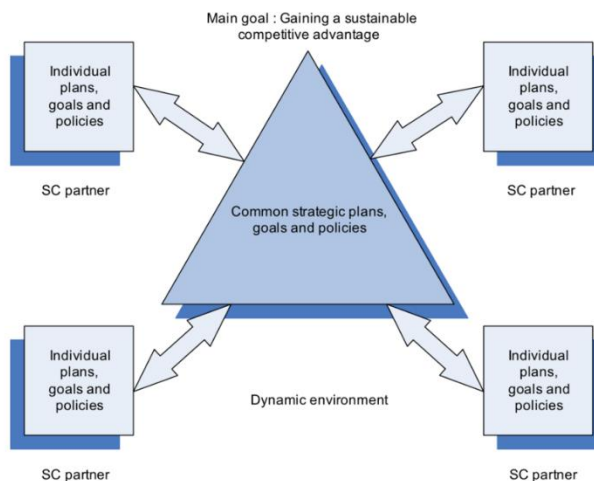
- Færre forbindelser som kreves for å oppfylle det samme antallet koblinger
- Høyere kapasitetsutnyttelse som følge av mer konsentrert transport, også på grunn av det lavere antallet forbindelser
- Mulighet for høyere og mer effektiv transportfrekvens mellom nodene

På en annen side oppgir den samme kilden ulemper i økt gjennomsnittlig ledetid og økte avstander mellom forskjellige noder (Lumsden, Dallari, & Ruggeri, 1999).

2.2.2 Drivkrefter for økt samarbeid i bærekraftssammenheng

Man ser et snitt til å koble den nye terminalløsningen ved Oslo havn og samarbeid mellom de forskjellige aktørene opp mot læren om forsyningsnettverk ved hjelp av

Camarinha et al. sine beretninger på dette feltet, der de forklarer «samarbeidende nettverk» som bestående av både organisasjoner og folk som stort sett er uavhengig og geografisk distribuert, men som samarbeider for å oppnå noe alle ønsker til felles eller et overordnet mål.



Samarbeid i en forsyningskjede (Selim, Araz, & Ozkarahan, 2004).

2.3 Transportens påvirkning på miljøet

Transportsektoren står for en vesentlig andel av de totale klimautslippene i Norge (Bø & Grønland, Moderne transportlogistikk, 2014), i tur opplever man at utslippet kan være av slik karakter at det svekker miljøet: dieselforbruket kan ha akutte og kroniske effekter på både mennesker og natur – eksempelvis kan økt bruk av særlig tyngre lastebiler i rurale områder ramme de tilhørende miljøene (Zoyhofski, 2016).

Det er bred enighet blant forskere at transportsektoren i større grad enn tidligere må bidra for å redusere klimagassutslipp (Schmied & Knörr, 2012) – dette betyr ikke nødvendigvis at en virksomhet vil ta skade som følge av disse strukturendringene. Heller legges det opp til at transportselskaper burde kartlegge sine CO₂-avtrykk der man heller kan lene seg mot å redusere utslippene mer effektivt. Av Schmied et al. sine utredninger på dette området går det frem at det nye miljøhensynet i tillegg til å introdusere kostnadsbesparelser for virksomheten, kan gi et potensielt kompetitivt fortrinn dersom kundene prioriterer dette kravet.

2.3.1 Utslipp innen lastebiltransport

Miljøpåvirkning fra godstransport korrelerer sterkt med energimengden som brukes i prosessen, med en særlig sterk variabel i utslipp av karbondioksid (CO₂). Lenge forholdt man seg til et etablert utgangspunkt på 2,63 kg utslipp fra én liter forbrent diesel (McKinnon A. C., 2010), mens tallet i nyere tid har blitt svekket som følge

av innstramming i påbudte utslippsstandarder, i enkelte tilfeller fjerning av farlige stoffer som svovel og omlegging til renere alternativer for drivstoffet man benytter.

Den negative påvirkningen stopper dog ikke på driften av kjøretøyet, men utvides ifølge Wu & Dunn til anvendelse av kjøretøyet og utbyggingen av transportnett, uten at vi baserer oppgaven vår på disse faktorene i noe særlig omfang annet enn man kan presisere at det kan være av betydning hvorvidt man legger transporten til nattestid som et alternativ til vanlig dagtid, for å unngå trafikk.

For transport i avfallshåndtering oppstår utslipp av klimagasser primært i oppsopet av avfallsmengdene, overføring av dette og den påfølgende transporten – i alle ledd oppstår energiforbruk som en direkte konsekvens av oppsamling og forflytting av massene (Eisted, Larsen, & Christensen, 2009). Dersom en avgrensner dette til å kun gjelde lastebiler så forekommer miljøpåvirkning primært fra forbruket av drivstoff, der sjåførens kjørestil er av betydning for variasjonen i denne i tillegg til faktorer som topografien og lastens størrelse (Bø & Grønland, Moderne transportlogistikk, 2014). En annen variabel finnes i valg av kjøretøy samt kjøretøyets aerodynamiske egenskaper (McKinnon A. C., 2010).

Dessuten tillegges bilens vedlikeholdsprogram stor vekt som en determinant for forbruket av drivstoff: McKinnon siterer en rapport fra britiske myndigheter der det kommer frem at dekk med trykk som er 20 prosent under normalen resulterer i en økning på ti prosent i rullemotstand og dermed en reduksjon i drivstoffeffektivitet på omkring to prosent, dette underbygges av dekkprodusenten Michelin.

Også regelmessig sjekk av aksler for eventuelle ujevnheter og kontroll av eksosrøyk påpekes av McKinnon som indikatorer for unormal svak ytelse i drivstofforbruket, dette er med på å påpeke viktigheten av vedlikeholdsprogrammet til produsenten.

Det har blitt opp gjennom årene blitt gjort flere forsøk på å legge om transport til nattestid for et positivt bidrag med tanke på utslipp som følge av at man unngår trafikk. Blant annet avdekket Bø et al. at lastebiltransport om natten kunne legge opp til raskere transport, mindre administreringstid, reduksjon i ventetid og lavere reparasjonskostnader som følge av mildere kjøring (Bø & Hammervoll, Cost-based pricing of transportation services in a whole-saler-carrier relationship, 2010).

2.3.2 Utregning av CO₂-utslipp

Kalkulering av klimagassutslipp er ikke et nytt fenomen, men metodene i hvordan man utfører det på har hatt betydelige avvik fra hverandre gjennom tidene, med en

konsekvens at disse ofte kan være tvilsomme og at det kan være en utfordring å vurdere disse i ettertid (Schmidt, Holm, Merrild, & Christensen, 2006).

Eksempelvis hender det ifølge Schmidt et al. at en utslippsanalyse konkluderer med at utvalgte aktiviteter er fritt for utslipp, men at man ikke har tatt hensyn til energien som har blitt utnyttet i foregående ledd før plantene som brukes i biodrivstoff har blitt til – blant annet transportene som kan spores tilbake i forbindelse med dette.

For transportører er det viktig å bruke riktige CO₂-omregningsfaktorer for ulike typer drivstoff (Bø & Grønland, Moderne transportlogistikk, 2014), der man har et markant skille mellom utslipp fra biodrivstoff og fossilt drivstoff. For et gitt tilfelle der det brukes en blanding av de to drivstofftypene så må også dette bli gjort rede for i utregningen.

Bø beskriver en aktivitetsbasert kalkulasjonsmetode som en mulig tilnærming, der det benyttes det transporterte volumet, distansen som tilbakelegges samt det direkte CO₂-utslippet transporten gir. Det påpekes at denne beregningen bør være så eksakt som mulig for at det skal gi et riktig bilde av det totale klimautslippet som kommer fra transporten, og at man kan regne ut gjennomsnittsutslippet for de forskjellige transportalternativene eller spesifikke utslipp knyttet til hvert enkelt oppdrag. Med utgangspunkt i dette kan et transportselskap ha målsetninger på hvor høy man kan tillate utslippet til å bli.

De viktigste parameterne for utregningen er utnyttelsesgrad, energieffektivitet for det aktuelle kjøretøyet samt tomkjøringsandelen en oppnår ved reposisjonering og klargjøring (Bø & Grønland, s. 198). Det siste er i tråd med det Schmidt forsøker å eksemplifisere, med mangel på hensyn til utslippet som forekommer der det ikke fraktes noe. Et eksempel på dette er en tom returlast.

2.3.3 Måling av transporteffektivitet

En tom returlast indikerer altså dårlig kapasitetsutnyttelse, og denne typen kjøring faller under mål på transporteffektivitet. Tomkjøring med lastebiler representerer isolert sett dårlig utnyttelse av transportmiddelets kapasitet ifølge en rapport fra Transportøkonomisk institutt, der det kommer frem at tomkjøring er utbredt innen norsk massetransport.

Av rapporten kommer det fram at til tross for at kjøretøyene er lite spesialiserte og at dette teknisk sett tilsier at bilene kan anvendes i mange sammenhenger, så merkes utfordringer med å få bukt med problemet på grunn av et noe stramt opplegg ved kjøring av masse, noe som bærer en videre konsekvens i at det er vanskelig å finne returtransport (Transportøkonomisk institutt, 1998).

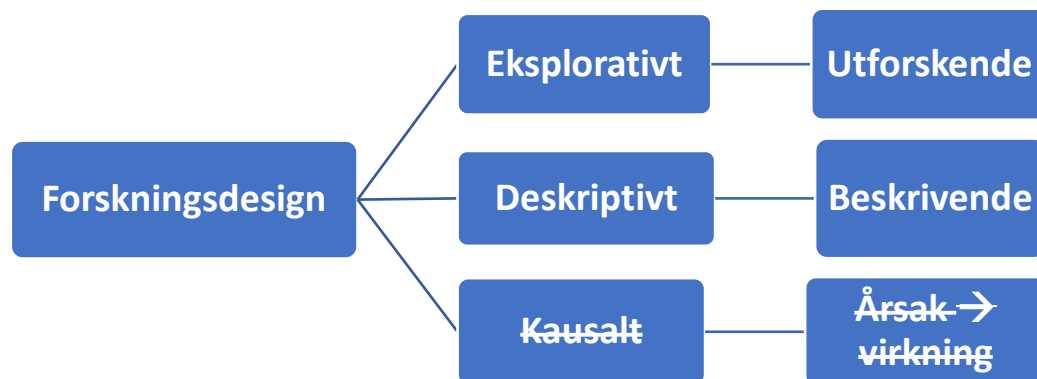
Forskeren McKinnon har foreslått måter å få bukt med dette problemet som er svak kapasitetsutnyttelse på, disse går i hovedsak ut på at man øker returlastene, bruker kjøretøy med større lastekapasitet og dessuten at man i større grad lener seg på mer transporteffektive ordresykluser (McKinnon A. C., 1996).

Bø og Grønland omtaler «benchmarking» som en anerkjent metode for å innhente verdifull innsikt omkring kostnadene i en virksomhet for å sammenligne seg med andre, og at man på den måten får en bedre indikasjon på prestasjonen i en bedrift, og for å avdekke hvorvidt kostnadene er på et riktig nivå (Bø & Grønland, s. 223). Forfatterne skriver videre at tall som er gode i bruk for slik «benchmarking» ofte er vanskelig å få innsyn i ettersom det i mange tilfeller er snakk om sensitiv data.

3.0 METODE

3.1 Forskningsmodell- og design

I denne oppgaven har vi hatt et eksplorativt og utforskende forskningsdesign med begrunnelse i at vi har sett på denne tilnærmingen som mest egnet til å gi et godt svar på problemstillingen.



Oversikt over forskningsdesign – hentet fra Gripsrud, Olsson og Silkoset.

Løsningen er basert på en komparativ saksstudie der vi vurderer dagens situasjon opp mot en fremtidig måte å håndtere avfall på. Spesifikt har vi foretatt en studie for å sammenligne det man har inndelt i to alternativer: dagens situasjon, heretter kalt nullalternativet, og alternativ én, den mulige fremtidige løsningen.

Vi har forsøkt å kartlegge følgende spørsmål som skal være til hjelp med studiet:

- Hvordan måle utslippseffektivitet
- Hvordan måle kostnadseffektivitet
- Effektivitet i lys av en terminalløsning
- Potensial for å påvirke klimagassutslipp i riktig retning

3.2 Datainnsamling

For gjennomføring av denne oppgaven har vi hatt behov for data i form av både tall og andre opplysninger som kan hjelpe i utarbeidelsen av den realistiske transportkalkylen.

Datainnsamlingen har inkludert behov for å hente inn opplysninger rundt lønn, faste og variable kostnader samt tidsprosesser for de ulike rutene. Innhentingene har vært bestående av både primær- og sekundærdata der vi har satt sammen dette i et system for blant annet «benchmarking»-materiale: innholdet er basert på informasjon fra forskjellige kilder, deriblant Googles API for avstandsmåling og Proff Forvalt for nøkkeltall som kan belyse de ulike kostnadspostene et massetransportselskap har.

Utover dette har man hatt et møte med de forskjellige aktørene til stede, dette inkluderer AF Decom, Skanska IS og representanter fra Oslo havn. I tillegg har vi vært på feltbesøk ved det nye renseanlegget på Nes (Esval Miljøpark) der vi har fått en omvisning for å få bedre forståelse for hvordan renseteknologien fungerer. Av sekundært materiell har man hatt tilgang på dokumenter som belyser temaområdet på en god måte – en NGU-rapport (2018.025) med tittelen *Transport av byggeråstoffer og miljøfotavtrykk*, samt en SINTEF-rapport som hadde til hensikt å regne ut miljøgevinsten ved gjenvinning av overskuddsmaterialer generert i E16 og Felleskprosjektet.

3.3 Validitet og reliabilitet

Av det som relevant for beregningenes reliabilitet er at vi har basert dataen vår på data som kan gi grunnlag for realistiske estimater på de forskjellige rutene man har valgt.

Vi setter eksempelvis mye lit til Google og deres Maps-API for avstandene man tilbakelegger og trafikken som oppleves langs disse rutene. I den forbindelse har vi forsøkt i den forbindelse å redusere effekten av eventuelle feilestimater ved å basere alle tallene som er brukt i kalkylene på «worst-case»-scenariene, altså tall for rutetid basert på de mest pessimistiske estimatene.

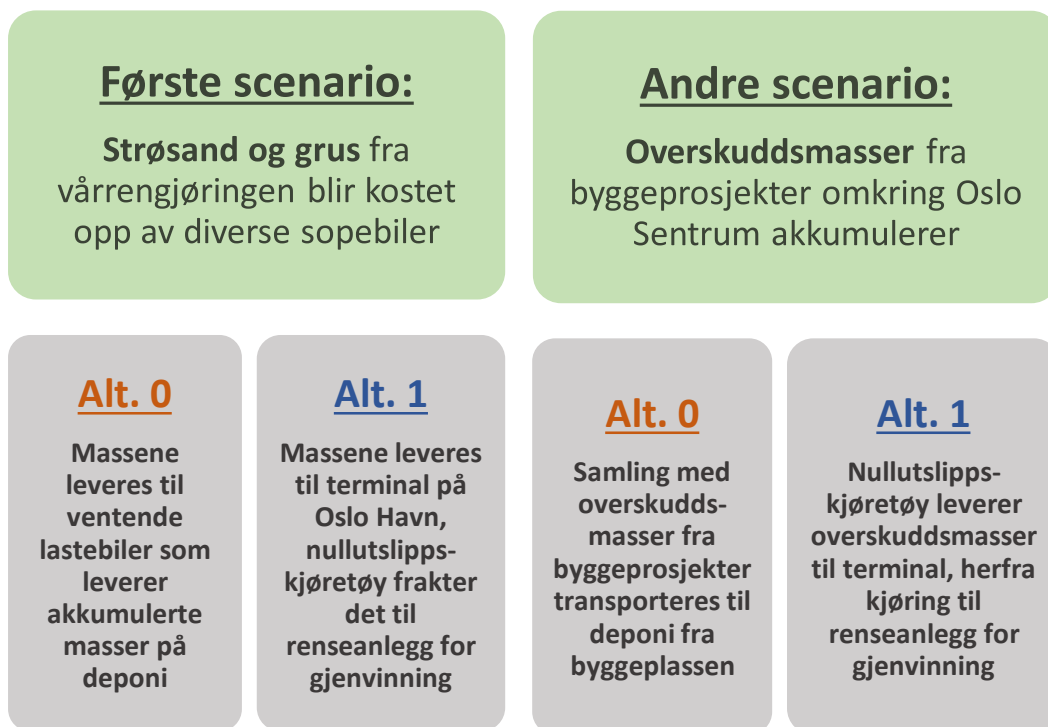
På samme måte har vi stolt på API-en til å gi korrekte utregninger av avstandene mellom ulike områder fra Oslo sentrum og til destinasjonene, med visshet om at det kan foreligge utbygging i disse områdene som kan gi et feilestimat og følgelig et feil anslag i rutetidene man har systematisert.

4.0 SITUASJONSBESKRIVELSE

I dette kapittelet tar vi for oss en beskrivelse av de to alternativene. Innledningsvis gjør man betraktninger i forhold til nullalternativet, for deretter å gjøre tilsvarende med de momenter som blir relevante i forbindelse med alternativ én – den mulige fremtidige løsningen.

For begge alternativene vil man inkludere de tilhørende prosessene som inngår i de to selskapenes kjerneaktiviteter for denne oppgaven. Dette er for AF Decom snakk om 1) håndtering av vårrengjøringsmassene som sopes opp i regi av kommunen v. Bymiljøetaten, avgrenset til sentrumsområder og 2) avfall som oppstår i forbindelse med byggeprosjekter omkring Oslo, der det genereres forurenset overskuddsmasse. Sistnevnte avfallskategori er sammenfallende med kjernevirksomheten til Skanska IS, som også tar del i aktivitetene der man tar imot overskuddsmasse i form av rive- og byggavfall fra forskjellige prosjekter i sentrumsområdet, begrenset til Ring 2.

Disse to grovt inndelte kjerneaktivitetene omtales heretter stadig som henholdsvis scenario én og scenario to, og det er gjennomgående disse scenariene man bruker for å svare på problemstillingen:



Figur: Alternativ håndtering av begge massetyperne.

4.1 Nullalternativet: dagens situasjon kartlagt

Scenario én – vårrengjøringen (AF Decom)

Hvert år blir det som konsekvens av store mengder med snø i Oslo som andre norske byer et naturlig behov for å strø veier og gater med enorme mengder strøsand- og grus i tillegg til andre mineraler som skal bidra til bedre fremkommelighet. I tur står man overfor en mer krevende jobb når snøen gradvis forsvinner og man må samle opp de samme mengdene man månedene i forveien har strødd ut – dette initiativet fanges opp av Veidrift og vedlikehold, en organisatorisk enhet under Bymiljøetaten.

Arbeidet med å sope opp de flere titalls tonnene med mineraler som hvert år ligger igjen blir utført som del av et anbud på helårsdrift av Oslo sentrum i et område som begrenses til å gjelde det som er innenfor Ring 2 (Bymiljøetaten, 2019).

Vårrengjøringen finner som regel sted i april og mai, der man for alvor setter i gang allerede rundt påsketider og fullfører arbeidet aller helst før 17. mai. I nyere tid er det Hadeland Maskindrift AS som er ansvarlig driftsentreprenør for rengjøringen, og mye av arbeidet går i at man har bortimot 70 feie- og spylebiler i full sving, der man i stor grad finner gjentatte aktiviteter i forvanning, feiing og etterspyling.

Feieaktivitetene resulterer årlig i omkring 30 000 tonn i Oslo alene (Berge, 2019) der sopebilene fra CityCat-serien typisk har en nyttelast på mellom tre og fire tonn. De oppsamlede mengdene lastes videre i prosessen om bord en rekke lastebiler for videre transport til endelig destinasjon. Med få unntak er disse destinasjonene en rekke faste deponiområder man har lent seg på de siste årene: i hovedvekt Lindum i Drammen og ROAF på Berger som har tatt inn store mengder, i tillegg til Skjørten i Askim og Asak Massemottak på Sørums, begge underlagt Norsk Gjenvinning M³. Man har ikke fått innsyn på den faktiske fordelingen, og tar derfor utgangspunkt i en jevn fordeling på de fire deponiene.

Kostnadene som i prosessen videre oppstår knyttes i stor grad til to kostnadsposter: 1) transportkostnadene til deponiområdet og 2) kostnadene ved selve deponeringen.

Kostnader for transport

For kostnadene som oppstår i transporten så kobles disse opp mot frakt av det som er bestående av opptil 30 tonn (omtrentlig 24m³) urene mengder strøsand, grus og

singel av gangen – masser som typisk innordnes i tilstandsklasse 2 eller 3. Disse brukes som regel til å fylle over annen forurenset masse som er deponert på samme område (Sørgjerd, 2018), men som gjerne er forurenset i større grad og som innehar et større potensial for å være til skade for miljøet, ofte stemplet som farlig avfall.

Transporten er generisk og bestående av diverse kjøretøy med overvekt av lastebil med henger, alltid med tippeegenskaper. Av særlig relevant karakter er det å påpeke at kostnadene forbundet med drift av disse kjøretøyene ikke avviker særlig med det som er etablert praksis i transportnæringen med fokus på massetransport, dette påpekes ettersom det er av betydning for modellen som brukes for analysen. Slike kostnader er de man finner for å holde kjøretøyene ved like med reparasjoner og service, kostnader til dekk og annet som typisk oppstår.

I prosessen med å innhente data som skal belyse transporten fra Oslo sentrum til de utvalgte deponiområdene så har man raskt blitt innforstått med at mange av disse opplysningene ikke er tilgjengelige for innsyn fra allmennheten – basert på erfaring så beror dette seg på at slik data skjermes som en konsekvens av hvordan anbudet er spesifisert. I dialog med Bymiljøetaten kommer frem at pris på vårrengjøringen er en gitt sum å forholde seg til for hver sesong og at man har bakt inn transporten i denne prisen, som for øvrig utføres av samme entreprenør.

Prisen og tilhørende spesifikasjoner anses som en forretningshemmelighet mellom de to involverte partene (Bymiljøetaten, 2019), noe som for denne oppgaven betyr at man må lene seg på en alternativ måte å kalkulere en realistisk kalkyle for transporten – forutsetningene for denne skal benyttes i begge alternativene og blir gradvis gjort rede for.

Av det som likevel har blitt avdekket i samtaler med Hadeland Maskindrift har man blitt opplyst om at de får en typisk kapasitetsutnyttelse på 18m^3 for sine kjøretøy – dette representerer et avvik fra tallet man får fra Bymiljøetaten, men antas forklart i et avvikende resultat i hvordan ulike massetyper vektet når det er rent: ikke uten forurensning, men i den forstand at massene ikke har homogene egenskaper. Til eksempel kan noen lass inneholde større mengder stein i forhold til sand og grus eller motsatt, slik at vekten og volumet kan variere.

For å få et innblikk i kostnadene ved selve transporten som er foretatt av Hadeland Maskindrift så har vi tatt en beslutning om å lage en kalkyle basert på et fiktivt transportselskap med en rekke forutsetninger som er forenelige med hva en typisk transportør må forholde seg til ved tilhold og arbeid i Oslo.

Dette er gjort for å utarbeide spesifikasjoner i transporten med det som reflekterer realistiske, vanlige priser i dagens transportmarked, og spesifikt med utgangspunkt i massetransport, frakt av grave- og rivemasser og det nærliggende.

Som en overordnet tilnærming har man bestemt betingelser for en caseorganisasjon som driver med transport av gods i sin primære virksomhet. Flere hensyn er tatt for å legge rammene for et selskap som på en bra måte kan være representativt for slike transporter, og viktigst av alt har vært å sette sammen gode estimater på de ulike kostnadene som oppstår med virksomhetens drift og som setter grunnlaget for de ulike pristilbudene man kan legge frem.

Kostnader ved deponering

Den andre sentrale kostnadsposten oppstår i selve deponeringen etter at transport er overstått.

Fra kontaktpersoner i Hadeland Maskindrift AS har vi fått opplyst om at valget av deponi er en kostnadsvurdering, der man baserer valget på hvilken pris man får fra de forskjellige selskapene som driver deponivirksomhet.

Deponering av masse ved et mottak eller et avfallsdeponi er ikke gratis – her må en belage seg på å måtte betale priser som er spesifisert i forhold til antall tonn og type avfall. I tillegg til å være avhengig av ulike avfallstyper (eksempler gitt i betong/tegl med forskjellige egenskaper, asfalt, hage- og parkavfall og gateoppsop) så fastsettes prisene basert på tilstandsklasser fra en til fem:

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

Tilstandsklasser med beskrivelse av tilstand, hentet fra Miljødirektoratets rapport.

Slike tilstandsklasser gir uttrykk for grunnens innhold av miljøgifter og bidrar blant annet til større grad av forutsigbarhet (Statens forurensningstilsyn, 2009).

Basert på dialogen med de ulike aktørene så karakteriseres de oppsamlede massene fra rengjøringen stort sett som innordnet tilstandsklassene to og tre, lettforurenset. Også her stilles det krav for å falle innunder spesifikke priskategorier i tillegg til at de forskjellige mottakene opererer med forskjellige prislistene og diverse tilbud, men av erfaring så oppleves samtlige mottaksområder til å være særlig imøtegående og fleksible på pris dersom man tilbyr store volumer til deponering. I samtaler med Lindum AS har man også fått inntrykk av at det hjelper å deponere avfallet på vegne av Oslo kommune dersom man har mål om en ekstra gunstig pris.

Ved henvendelse til deponiet har man fått innsyn i deres standardpriser for næringskunder i 2018 – av denne går det frem at den veiledende prisen for deponering av ett tonn med gateoppsop summerer seg til 803 kroner ekskludert merverdiavgift, se vedlegg 1. I en spesifikk forespørsel for deponering av 1000 tonn gateoppsop på vegne av Oslo kommune så har man fått et tilbud om en samlepris på 300 per tonn, gitt at avfallet er klassifisert i en blanding av tilstandsklassene to og tre. Det har i begrenset grad vært kontakt med ROAF og Skjørten for å finne ut av deres priser, men man går ut ifra at de forskjellige deponiene opererer med noenlunde like priser for å få dette til å gå rundt som et vanlig, kompetitivt marked ellers.

Scenario to – overskuddsmasser (AF Decom og Skanska IS)

Når en beveger seg fra eksempelet med vårrengjøring og deponering av strøsand- og grus så finner man et tilsvarende problemområde i og rundt Oslo sentrum som karakteriseres i at man står igjen med store mengder bygg- og anleggsavfall som akkumulerer i det nye prosjekter stadig iverksettes: her er det snakk om avfall fra nybygging, rehabilitering og rivning i den utbredte bygge- og anleggsvirksomheten man har i hovedstaden.

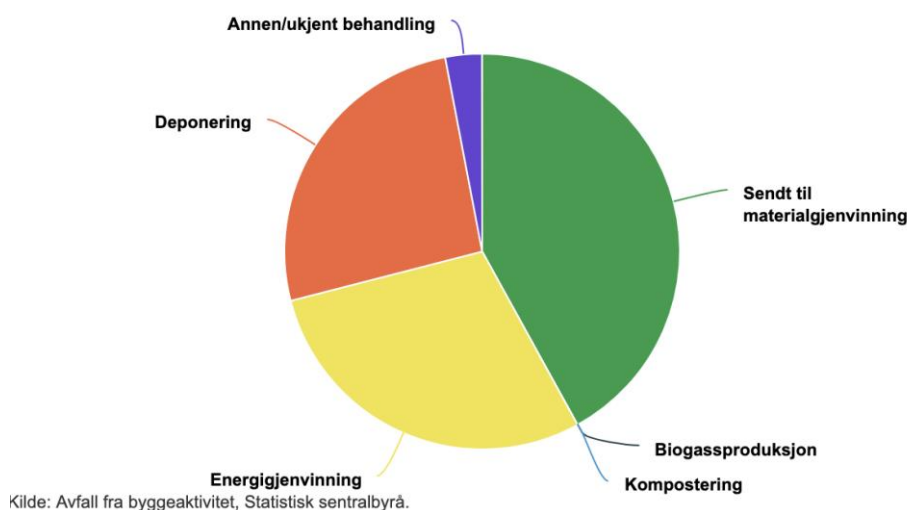
Massene som genereres er i enkelte tilfeller rene og kan gjenbrukes på stedet mens andre kan være forurenset i lettere grad, eller forurenset til den grad at man omtaler det som farlig avfall. Det er de lett forurensete massene man tar imot på AF Decom sitt nye renseanlegg ved Esva Miljøpark. I 2017 ble i overkant av to millioner tonn avfall av denne typen deponert, og ytterligere en halv million tonn brukt som fyll-

og/eller dekkmasser (Statistisk sentralbyrå, 2018). For denne statistikken viser SSB utelukkende tall på landsbasis, men det er nærliggende å anta at store deler av denne mengden avfall er fra nybygging, rehabilitering og rivning i Oslo.

En generell oppfatning av markedet basert på kommunikasjon med entreprenører og innsyn i avfallsregnskapet til SSB er at de større, offentlige byggherrene de siste årene har hatt et høyt fokus på avfallshåndtering, men at dette samtidig bærer preg av begrensninger i måten det gjennomføres på, og at det avhenger av hva slags masser det er snakk om. Fra de samme kildene har vi fått opplyst om at det ønskes gjenbruk av alle overskuddsmasser, og at dette normalt spesifiseres i forespørselen.

Her kommer også massetyper og den tilhørende tilstandsklassen inn i bildet og som utgjør en rolle i hvordan massene behandles: for mens rene masser stort sett brukes på byggeplassen eller selges videre så blir forurensede overskuddsmasser som regel transportert til et deponi for enten å deponeres eller renses, avhengig av hva som er hensiktsmessig. Til tross for den positive utviklingen i byggherrenes holdning til gjenbruk av overskuddsmassene så dokumenterer Statistisk sentralbyrå en nedgang i den totale gjenvinningen på landsbasis siden 2005, dette korrelert med at mengden avfall som går på deponi økte i 2016 sammenlignet med året før (Skjerpen, 2018).

Ny statistikk viser også spesifikt til at byggavfallet i nyere tid har økt, i kombinasjon med at man har merket en nedgang i materialgjenvinning fra den samme kategorien med avfall (Avfall Norge, 2019) – sammen representerer dette en dårlig utvikling.



Behandling av avfall fra nybygging, rehabilitering og rivningsarbeid.

For denne oppgaven er det tatt spesielt hensyn til kategorien *lett forurensede masser* og det som er nærliggende, dette er eksempelvis kassert jord, stein eller grus som ikke er farlig avfall (Statistisk sentralbyrå, 2019), men som likevel krever særskilt behandling fordi det inneholder stoffer som innehar potensial til å forurense. I tråd med dette finner man andre avfallstyper som er relevante for denne oppgaven fordi det nye renseanlegget på Nes kan behandle dette, en samlet oversikt følger under:

<u>Avfallstype</u>	<u>Beskrivelse</u>
Lett forurensede masser	Masser (jord, sand, leire, gravemasser) som er lett forurenset tilsvarende tilstandsklasse 2 og 3. Ble i 2017 generert 2841 tusen tonn avfall i denne kategorien, 80 prosent gikk til deponi og 20 prosent ble brukt som fyllmasse på deponi.
Forurensede gravemasser	Masser som er forurenset tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5, men under grensen for farlig avfall
Forurensede rivemasser, med og uten armering	Tegl, leca og lignende materialer, forurenset men under grensen for farlig avfall. Kan inneholde jern.
Forurenset betong, med og uten armering	Forurenset masse, under grensen for farlig avfall. Kan inneholde jern.
Forurensede muddermasser	Muddermasser som er over normverdi for rene masser og under grensen for farlig avfall.

Ulike avfallstyper med tilhørende beskrivelser (Norsk Gjenvinning, 2015).

Overskuddsmassene som genereres består av forskjellige massetyper: gravemasser (jord, stein, grus, leire) og rivemasser (betong, tegl, takstein) – per dags dato blir disse massene deponert uten utsikt for gjenvinning eller gjenbruk dersom det bærer en grad av forurensning.

Transport- og deponeringskostnader

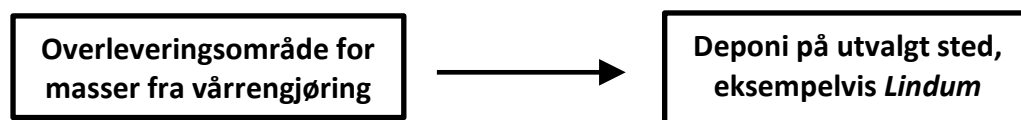
Akkumuleringen av overskuddsmassene fremkaller behov for omfattende transport ut- og inn, den utgående transporten med grave- og rivemassene til deponiområder mens transporten tilbake til prosjektområdet i aller høyeste grad klassifiseres som tomkjøring, kjøring uten last. Dersom en ser bort fra transporten så blir dessuten de

forurensede massene en belastning for landets deponier, der vi for dette scenariet har gjort en forutsetning om at de samme fire deponiene fungerer som mottak for denne typen avfall, på samme måte som i scenario 1.

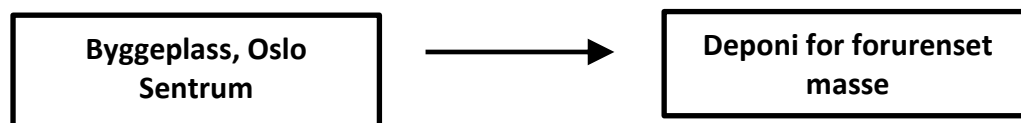
På tilsvarende vis må det betales en sum per tonn avfall levert på disse deponiene, og man går ut fra den samme prislisten man har fått fra Lindum. Deponiet har en egen kategori for bygge- og riveavfall der de krever over dobbelt så mye per tonn, 1638 kroner ekskludert merverdiavgift. Prisdifferansen skyldes at massene har en mindre ren sammensetning. I samtalene med Lindum gikk det fram at de for denne kategorien ikke ville gitt en tilsvarende betydelig reduksjon i prisen, men at det er en mulighet for at kundeforholdet spiller en rolle når prisene fastsettes. Også her har man en forutsetning om at massene fordeles likt på de fire deponiene.

For nullalternativet har man dermed følgende samleoversikt for prosessene slik de gjennomføres på den tradisjonelle måten:

Scenario 1 – 30 000 tonn strøsand- og grus fra vårrengjøringen:



Scenario 2 – 30 000 tonn overskuddsmasser, lett forurenset:



Figur x: nullalternativet med dagens løsning, uten terminal.

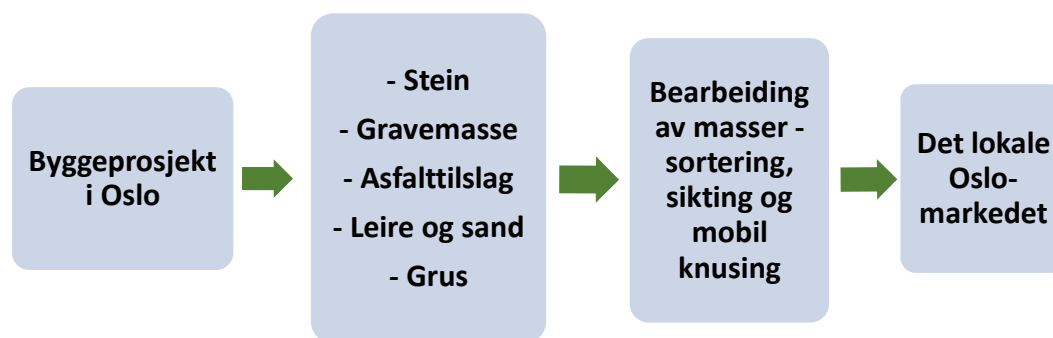
Av særlig betydning for den påfølgende analysen er strukturen på transporten til de forskjellige deponiene i nullalternativet, som preges av masse tomkjøring for begge scenarier: fyllingsgraden på lastebilene utgjør ikke mer enn ca. 40 prosent. Tallet baseres på en gjennomsnittlig last på 30 tonn som underrettet av kontaktpersoner i både Bymiljøetaten og Hadeland Maskindrift, med et typisk tall for maks nyttelast som varierer mellom 35 og 37 tonn.

4.2 Alternativ 1: bruk av terminal med massetransport til rensanlegg

Den alternative måten å håndtere de totalt 60 000 tonnene oppsop fra vårrengjøring og overskuddsmasse fra byggeprosjekter i Oslo sentrum foreslås i forbindelse med opprettelsen av Grønlia Gjenvinningsterminal, på initiativ fra Skanska IS.

Terminalen er ment å servere sin hensikt som en tilbyder av byggeråstoffer til det lokale Oslo-markedet for bruk i nye bygg og anlegg, dette i et ledd for å redusere behovet man merker i hovedstaden for å hente inn byggeråstoffene fra andre byer. (Skanska Industrial Solutions, 2019).

På denne måten ønsker man å gi entreprenører med tilhold i hovedstaden tilgang på kortreist masse, samtidig som det senker behovet transport inn og ut fra Oslo, med en nyttig subsidiær effekt i mindre klimagassutslipp fra veitransporten som ellers kreves for å transportere inn nyproduserte råstoffer til byggeprosjekter samt kjøring ut av byen med de forurensede massene.



Flytskjema for Grønlia-konseptet, hentet fra Skanska IS.

For flytskjemaet ovenfor påpekes det at aktivitetene fungerer som et samarbeid de to selskapene imellom, der de forurensede massene som kommer inn til terminalen blir transportert til Esval Miljøpark, hvor AF Decom har tilhold med sitt nye anlegg for å rense masser. Transporten er således todelt – der man for de korte strekningene i Oslo sentrum benytter seg av singelbiler uten henger, mens den lengre transporten til rensanlegget utføres med lastebil og henger.

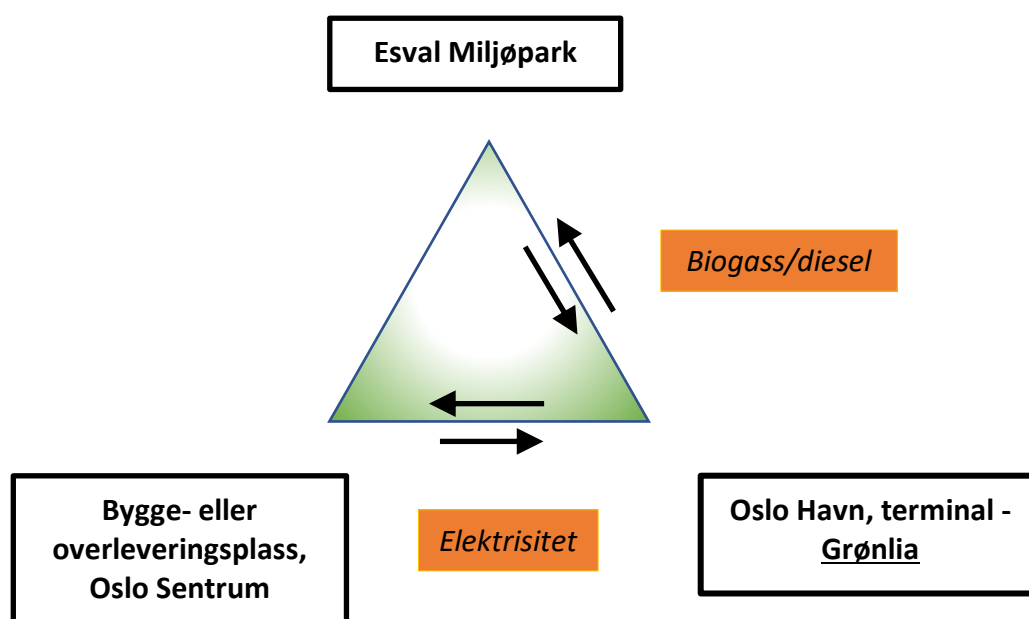
Valget om å utelukkende benytte seg av singelbiler for de kortere strekningene der man henter inn massene fra sentrumsområder er tatt i samråd med representanter fra aktørene. Dette er gjort for å sikre bedre fremkommelighet i stadig trangere gater i hovedstaden, der det gjør seg upraktisk å ha en henger på slep.

Slik transporten ut og inn av terminalen er lagt opp i den alternative håndteringsmetoden så tar man dessuten i bruk en mer variert bilpark på den måten at i årene som kommer så blir det tatt sikte på å lene seg på alternative drivstoffer. I den grad det er mulig i fremtiden så bør man legge om transporten på den lengre strekningen mot renseanlegget ved Nes (omkring 58 kilometer) til biodrivstoff, mens de korte turene i sentrum blir lagt om til elektriske alternativer i det disse introduseres til markedet.

Transport mellom terminal og bygge- eller overleveringsplass

Prosessen foregår i alternativ én ved at singelbilene følger planlagte ruter mellom terminalen på Oslo havn og det som i førstescenariet vil være en overleveringsplass for gateoppsoptet fra vårrengjøringen, eller for det andre scenariet en byggeplass der anleggsmaskiner står stasjonert for å laste de forurensede grave- og rivemassene om bord lastebilene for transport til mellomlageret som er Grønlia Miljøpark, den nye terminalen. I dette leddet foreslås bruk av elektriske lastebiler så fort disse blir tilgjengelige, tanken er at investeringen forbundet med å anskaffe disse bilene fort vil vise seg lønnsomme som følge av den store kostnadsreduksjonen man oppnår ved omlegging til strøm fra diesel som drivstoff, og som et minstekrav eliminere klimagassutslipp man ellers forbinder med dieselforbruket.

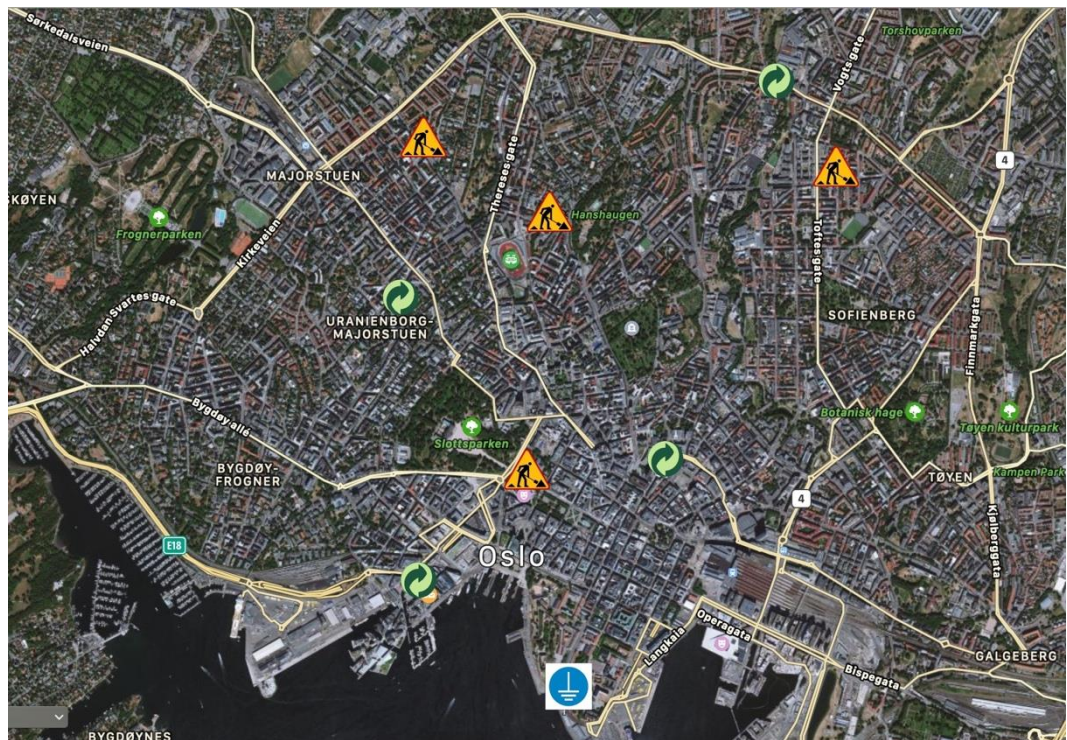
Alternativ én - fellesmodell for håndtering av masser gjennom Grønlia



Prosessflyten i den alternative tilnærmingen.

Strekningene for transport fra byggeplass eller plass for overlevering av oppsop til Oslo havn er satt til det som er innenfor Ring 2, avstandene varierer mellom 1,5 og fem kilometer for henholdsvis Storgata og Sandakerveien, alle med utgangspunkt i Oslo havn (Akershusstranda 19).

I den vedlagte Excel-filen finner man under «trafikkdata, alt. 1» en liste over hvilke forutsetninger man har tatt med hensyn til strekning i kilometer, en forenklet oversikt over pessimistiske og optimistiske reisetider mellom de to punktene der vi har brukt de pessimistiske anslagene i våre utregninger for å få oversikt over «worst case»-scenariene. Dette har vi gjort for å være konsekvente i beregningene våre for de to alternativene, for sammenlignbarhetens skyld.



Kart over Ring 2, åtte potensielle bygge- og overleveringsplasser er markert.

Bildet ovenfor viser en enkel oversikt over prosjekter som foregår innenfor Ring 2, disse er til dels hypotetiske som man har valgt selv, i tillegg til et mindre fåtall fra kommunens lister over innvilgede gravesøknader for byen (Oslo kommune, 2019). Poenget har vært å ha en variert kilometeravstand og minst mulig bruk av samme gater for de forskjellige områdene, slik at man fanger opp større grad av variasjon i trafikken samt beveger seg på flere antall gater, også for variasjonens skyld.

For disse korte strekningene forutsetter man konsekvent 13 tonn last begge veier i scenario 2 for håndtering av overskuddsmasser fra bygg- og rivningsarbeid. Dette betyr at man forenkler prosessen til følgende spesifikasjon: de rensede massene som transporteres ut fra terminalen og til eksempelvis Sandakerveien der det foregår et byggeprosjekt med behov for nye byggeråstoffer består av rundt 13 tonn råstoffer i et kjøretøy med maksimal nyttelast på omkring 15 tonn – det samme gjelder for transporten tilbake med de ferske, forurensede massene man graver opp eller river ned.

I den virkelige verden er det lett å se for seg at rene masser bruker mindre plass i kubikk sammenlignet med forurensede masser, dette fordi sistnevnte gruppe i stor grad vil ha en annen sammensetning med store massemengder som ikke faller under den rensede kategorien ved Esva Miljøpark, men som filtreres ut i anlegget, enten som glass og metall i hver sine containere. Alternativet kan være andre, diverse massetyper som går til biproduktet i renseanlegget, «filterkaken», som består av en ekstremt konsentrert mengde forurensning og som tar mye mindre plass enn dersom det skulle vært løse masser.

En konsekvens som kommer av dette er et potensielt avvik som skyldes at man tar i bruk feil lastekapasitet og som i kombinasjon med at lastebilenes nyttelast varierer typisk mellom 14 og 16 tonn skaper et lite rom for feilestimering i både kostnads- og utslippsberegningene, men som vi ikke anser som spesielt kritisk.

Den praktiske implikasjonen av det hele er at transporten vil ha en utnyttelsesgrad på rundt 86 prosent, noe som for de elektriske kjøretøyene betyr lite for utslippet da disse bruker fornybar energi. På den andre siden derimot så vil det i sammenheng med kostnadene ha påvirkning, med et særlig utslag i kostnadene som går til lønn. Dette vil være av betydning for alternativets førstescenario for gateoppsop, der man naturligvis antar tomkjøring til overleveringsstedet.

Transport mellom terminal og Esva Miljøpark

Når man fokuserer på den lengre strekningen fra Oslo havn til Esva Miljøpark så vil man stort sett se likheter med transporten fra nullalternativet som beskrevet over. Det store unntaket som gjør alternativ én å foretrekke isolert sett er eliminering av tomkjøringsandelen, denne preger transporten i nullalternativet for begge scenarier, der lastebilene på tilbakeveien kjører tomt, med en overordnet fyllingsgrad rundt 40 prosent (maks nyttelast utgjør 37 575 kg, transportøren kjører 30 000 kg én vei).

4.4 Transportmodell for analysen

For å analysere den innsamlede dataen så har man ansett det som mest egnet å utføre en tradisjonell transportkalkyle som er blir gjeldende for begge alternativer som er presentert tidligere i beskrivelsen. Kalkylen tar for seg transporten i begge scenarier for å avdekke de rent finansielle kostnadene forbundet med å frakte den spesifiserte mengden strøsand og grus fra vårrengjøringen til de utvalgte deponiområdene, og på tilsvarende vis overskuddsmassene fra rive- og bygningsarbeider i Oslo sentrum.

På en annen side deler kalkylen grunnlag for å løse problemstillingens andre fokusområde, det som omfatter klimagassutslippet man vil generere i transporten. Dette suppleres med en modell for utslippsberegning, denne forklares i neste delkapittel.

Modellen vi har lent oss på er en tradisjonell transportkalkyle slik man har lagt frem denne i det teoretiske rammeverket, med innsamling av data om faste kostnader så vel som variable i tillegg til kostnader forbundet med lønn for å sette sammen en årskalkyle, hvorpå disse opplysningene igjen har blitt brukt til å regne ut estimater på den foretrukne prisformen innen massetransport.

Modellens forutsetninger

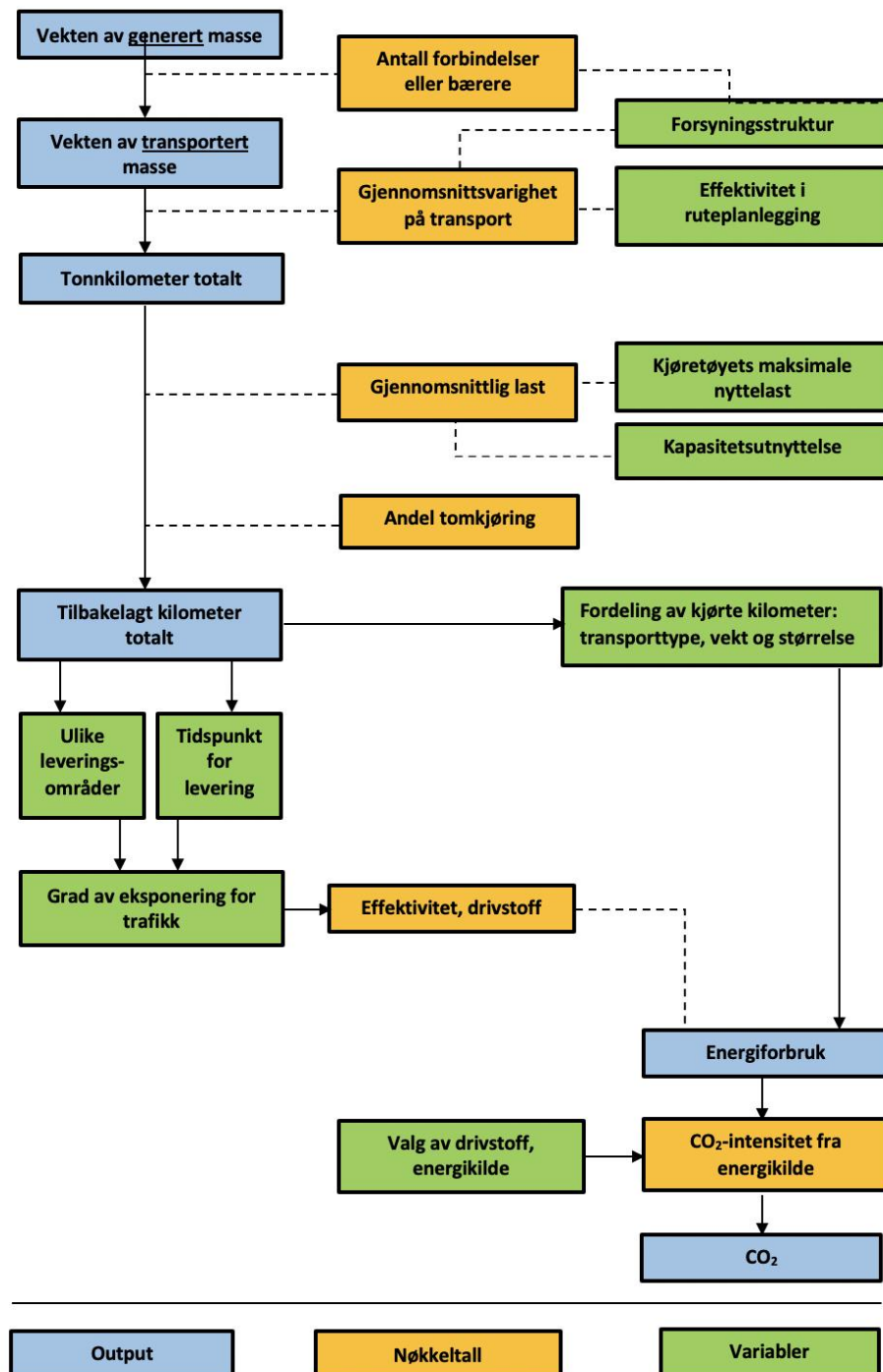
<p><u>Faste kostnader:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kapitalkostnader • Avskrivninger • Forsikring • Administrasjon • Avgifter og annet 	<p>Kapitalkostnader: rentesatsen basert på forskjellige kilder, settes på fire prosent og gjøres gjeldende for samtlige chassisinvesteringer, også for hengere. Etableringsgebyr er én prosent av lånopptaket hos de største bankene, og plottes under avgifter.</p> <p>Tatt hensyn til SSB sin lønnsstatistikk for utregning av administrasjonskostnader, gjennomsnittslønn for kategorien «ledere av logistikk og transport», antall biler ikke tatt med i vurderingen.</p> <p>Bomavgifter i tillegg til vektårsavgift (for tre-akslet bil og henger) vrakpantavgift og miljødifferensiert avgift for dieseldrevne biler er tatt med. Avgifter til bom utgjør en innviklet kostnadspost å kalkulere, men samtlige av bilene treffer månedstaket Fjellinjen har, 120 makspasseringer på Indre ring +</p>
---	---

	<p>Osloingen, 60 passeringer for Bygrensen.</p> <p>Bomavgifter summeres til 10 980 per bil, se Excel-ark «bomstasjoner og priser». Har ikke tatt hensyn til én times gratis passering etter første passering, fordi effekten fanges opp av månedstaket.</p> <p>For elektriske kjøretøy er hverken vektårsavgift (med miljødifferensiert avgift) eller bomutgifter tatt med i beregningen.</p>
<p><u>Variable kostnader:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Drivstoff • Reparasjon og vedlikehold • Dekkkostnad 	<p>Drivstoffkostnader baseres på gjennomsnittstall fra <i>Global Petrol Prices</i> – 15.61 kr/l oppleves som et høyt estimat, kilden opplyser at dataen blant annet hentes fra de respektive landenes myndigheter.</p> <p>Strømpriser hentet fra SSB, elektrisitetsstatistikk.</p> <p>Dekk: Grunnlaget for dekkrelaterte beregninger stammer fra Hadeland Maskindrift som på e-post forteller at man opplever variasjon i hvor mange kilometer som sliter ut disse, men at typisk på bilene som går i Oslo-området vil være mellom 40 000 til 50 000 kilometer. Kostnadene for nye dekk er basert på gjennomsnittlig markedspris på x antall dekk (avhengig av kjøretøy og akselkonfigurasjon) – det vanlige er 385/65 R 22,5, og det er pris på slike fra Michelin vi har hentet (Dekkonline.no).</p> <p>For reparasjon og vedlikehold har man fjernet det uforutsigbare ved dette gullavtale hos Volvo, i samråd med et av deres kontaktpersoner. Slike avtaler kan variere i pris, men estimatet på 6000 kroner/mnd er basert på bruk i massetransport, 80 000 kilometer i året. I ettertid bestemte man seg for å øke denne med 2 000 på grunn av betraktelig økning i kilometer/år.</p>

<p>Laste- og lossetid</p>	<p>Man har gått frem med en kraftig forenkling av laste- og lossetid i denne oppgaven, basert på informasjon om at disse tidsprosessene er ganske standardiserte for tippbiler som bærer stein, grus og lignende.</p> <p>For lasting av massene så anser vi det som mest hensiktsmessig å tallfeste denne prosessen til tre minutter, en tid man målte seg frem til ved befarng. Det kommer dessuten inn i bildet hvilke maskiner man har på prosjektområdet/anlegget.</p> <p>Lossingen baseres på hydraulikk og gjennomføres på under ti sekunder ved hver avlesning med mindre mekanismen går kaputt, men da har man større bekymringer enn lossetiden. Likevel oppgir man denne posten til å være to minutter for å etterkomme krav om mottakskontroll – alle lass skal kontrolleres både ved mottak og lossing for å avdekke hvorvidt det er feil i beskrivelse av avfallets utseende, sammensetning, innhold av inhomogeniteter eller urenheter.</p>
<p>Lønn</p>	<p>Utgangspunkt i en prognose basert på månedslønnstatistikk fra Statistisk sentralbyrå samt bransjesegmentering vha. Proff Forvalt (foreligger i Excel-vedlegg). Inkludert sosiale utgifter så er kostnaden for lønn satt til 263 kroner i timen.</p>
<p>Ruter i nullalternativet</p>	<p>Fire ruter med variasjon i avstand pga. enveiskjørt gater og lignende i sentrumsgater. Spesifisert i Excel, ark «Trafikkdata nullalt.».</p>
<p>Ruter i alternativ 1</p>	<p>Åtte sentrumsruter for variasjon, mellom 1,5 og 5 km én vei. Fast rute til Esval, rundt 58 km.</p>

4.4 Modell for utslippsberegning

For beregning av utslipp i transport for de to alternativene i denne oppgaven har vi valgt å benytte oss av en modell som har sitt opphav fra McKinnon. Modellen utgjør et rammeverk for utslippsminimering i transport, der man forsøker å spore opphavet til klimagassutslippene, med blant annet fokus på tomkjøring/kapasitetsutnyttelse og i hvilken grad man er eksponert for trafikk:



Rammeverk for å analyse muligheter for utslippsminimering, hentet fra Alan McKinnon.

5.0 SITUASJONSANALYSE – VÅRE FUNN

For transportselskapet har man tatt en beslutning om å gå til innkjøp av fire nye tre-akslede Volvo av typen FH 540 – i samtaler med personer i transportnæringen har det kommet fram at disse er populære innen massetransport. Av egen vurdering har man kommet frem til at denne modellen med sine spesifikasjoner er representativ for biler som brukes i denne typen transport. Innkjøpet av de fire bilene er gjort til 9 280 000 kroner inkludert påbygg og en tilpasset henger fra Maur Bilpåbygg AS. Priser og detaljer er hentet fra samtaler med de ulike selskapene, der man har mottatt uforpliktende tilbud for å danne seg et bilde av prisene. Denne informasjonen har man kombinert med opplysninger man har hentet fra markedet for tippbiler på både Finn og Mascus, for å sjekke om prisene er i samsvar. Spesifikasjoner følger under:

Fiktiv Transport AS				
Chassis, navn	Volvo FH 540 (6x4)	Volvo FH 540 (6x4)	Volvo FH 540 (6x4)	Volvo FH 540 (6x4)
Chassis, investeringssum (uten henger)	kr 1 900 000	kr 1 900 000	kr 1 900 000	kr 1 900 000
Pris, henger	kr 420 000	kr 420 000	kr 420 000	kr 420 000
Investeringssum med henger/påbygg	kr 2 320 000	kr 2 320 000	kr 2 320 000	kr 2 320 000
Antall aksler	3	3	3	3
Maks nyttelast, bil alene	16 225	16 225	16 225	16 225
Maks nyttelast, henger alene	21 350	21 350	21 350	21 350
Maks nyttelast totalt	37 575	37 575	37 575	37 575
Årsmodell	2019	2019	2019	2019
Slagvolum (cm ³)	12 777	12 777	12 777	12 777
Motorytelse/effekt, i KW	405	405	405	405
Motorytelse/effekt, i HK	543	543	543	543
Nåværende kilometerstand	100	100	100	100
Miljøklasse	Euro 6T	Euro 6T	Euro 6T	Euro 6T

Figur x: spesifikasjoner på en tre-akslet Volvo FH 540 (2019).

Valget om å kjøpe fire biler er basert på at man i innledende fase gjorde en utregning for å avdekke hvor mange turer som måtte til for å fullføre oppdraget noenlunde i takt med vårrengjøringsprosessen, slik at det er så virkelighetsnært som mulig og sammenlignbart med hvordan Hadeland Maskindrift gjennomfører oppdraget i dag.

Funnet var at dersom 30 000 tonn skal fraktes i laster på 30 tonn, så må fire biler være i aktiv drift gjennom 40 dager (åtte uker, fem arbeidsdager hver uke) før man kan si seg ferdig med transportoppdraget. Denne beregningen krever i snitt 6,25 turer per dag for én lastebil, litt mer enn det en får med åtte timers arbeidstid, ref. Excel-arket «Nullalternativ». Dette valget setter også et viktig grunnlag for videre beregninger til både faste- og variable kostnader blant annet, fordi vi bruker den tilbakelagte distansen til å fordele aktiviteten jevnt utover året, med en optimistisk forutsetning om tilsvarende aktivitetsmengde for resten av året.

Utover dette er det tatt en rekke andre spesielle forutsetninger for å få det til å gå rundt: eksempelvis har man for det fiktive selskapet valgt at arbeidsmengden spres likt på året, slik at de har aktiv drift som tilsvarer den samme mengden arbeid som de to månedene oppdraget utføres for kommunen og entreprenører i hovedstaden – en konsekvens har vært at man også utelukket andre jobber urelatert med oppdraget.

På denne måten kombinert med at man forutsetter at selskapet har vært i drift både årene før og etter, så sikrer vi i større grad en balansert føring av kostnader, dette har vært viktig for særlig de faste kostnadene og de variable, der man eksempelvis har satt den årlige kilometerberegningen til 509 400, fordelt ganske ujevnt som en direkte konsekvens av at man har henført spesifikke biler til spesifikke deponier.

Et utdrag for å illustrere dette ligger under:

Generell kilometerspesifikasjon					
	Lindumbilen	Roafbilen	Skjørtenbilen	Asakbilen	SUM
Med last	10 613	10 613	10 613	10 613	42 450
Uten last	10 613	10 613	10 613	10 613	42 450
Kilometer kjørt totalt i oppdrage	21 225	21 225	21 225	21 225	84 900
Kilometer kjørt totalt, årlig	127 350	127 350	127 350	127 350	509 400
Spesielt tilpasset kilometerspesifikasjon					
	Lindumbilen	Roafbilen	Skjørtenbilen	Asakbilen	SUM
Med last	12 625	6 775	13 400	9 113	41 913
Uten last	12 525	7 550	13 575	9 338	42 988
Kilometer kjørt totalt i oppdrage	25 150	14 325	26 975	18 450	84 900
Kilometer kjørt totalt, årlig	150 900	85 950	161 850	110 700	509 400

Dette er i prinsippet en dårlig tilnærming fordi det skaper flaskehalser som enkelt kan ordnes ved bedre planlegging, dette har vi ikke tatt stilling til annet enn å belyse forskjellen, stort sett for å få et realistisk estimat på dekkostnadene. For øvrig så går det frem av utregningene over at ved kjøring av to like mengder til henholdsvis ROAF og Lindum så oppnår man grovt sett halvert antall kilometer i arbeidet for den samme jobben (12 500 kilometer mot 6750 kilometer), dette utgjør en jobb for kommunen å prioritere ROAF og Asak i den grad det lar seg gjøre, i et ledd for å spare for å spare betydelige summer i transporten av vårrengjøringsmassene.

Det blir for øvrig kapasitetsbegrensninger hos de forskjellige deponiene å ta hensyn til: disse har vi hatt manglende innsyn i og har av den grunn fordelt massemengdene likt på de fire store områdene i nærheten av Oslo en kan deponere på – for alt man vet så varierer disse såpass stort i pris per tonn deponert masse at det kan vise seg mindre lønnsomt til tross for at det eventuelt befinner seg nærmere geografisk.

5.1 Faste- og variable kostnader: ingen store avvik

For de to alternativene har man i de sammenlignbare rutene (Oslo sentrum til de fire deponiene, Oslo sentrum til Esval) tilnærmet like store kostnadsposter i de to kategoriene, dette fordi man har basert kalkylene på at den gjennomføres av samme transportør. Det er likevel en forskjell å utpeke i de faste kostnadene per kjørte km, denne har oppstått som følge av avstandsforskjellene mellom de destinasjonene. I begge alternativene har man overdimensjonert ved å gjøre kjøreaktiviteten i tiden med oppdrag lik året ellers, slik at det i større grad tegner bilde av en reell bedrift som ikke utelukkende eksisterer for å transportere massene fra de to scenariene.

Faste kostnader		
Administrasjonskostnader	kr	798 606
Avskrivning	kr	1 313 162
Forsikring	kr	160 000
Rentekostnader	kr	259 840
Avgifter, annet	kr	664 356
Sum faste kostnader per km	kr	6,27

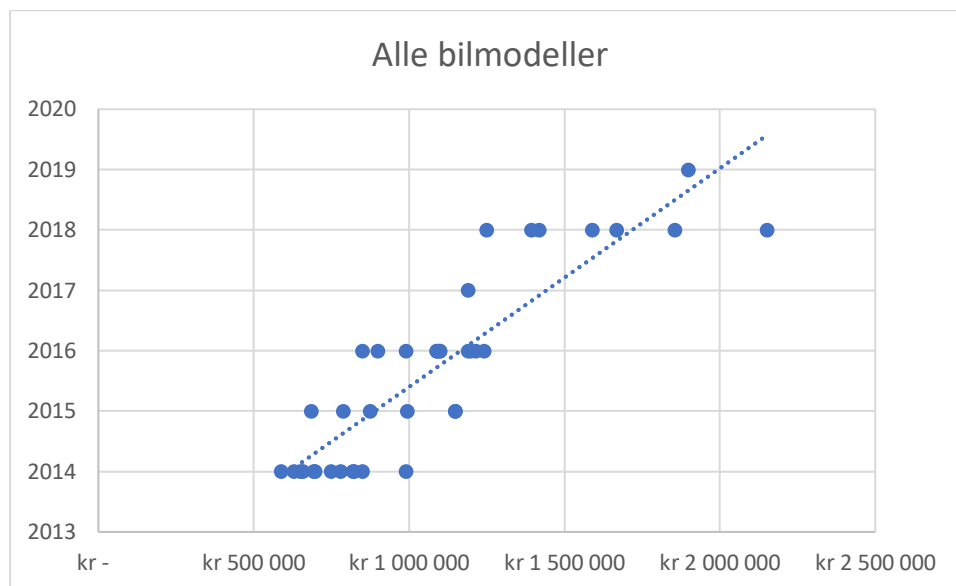
Faste kostnader i Fiktiv Transport AS for transport i «Nullalternativet».

Variable kostnader		
Dieselpri (per liter)	kr	15,61
Dieselforbruk (liter per kilometer)		0,50
Dieselskostnader (kr per kilometer)	kr	7,81
Reparasjon og vedlikehold	kr	0,85
Dekkestnad	kr	1,58
Sum variable kostnader (per km)		10,23

Variable kostnader i Fiktiv Transport AS for transport i «Nullalternativet».

Dette har utslag i transporten på den måten at oppdraget i alternativ 1 får en lengre avstand å fordele de faste kostnadene på, og at man på en annen side burde hatt en måte å balansere dette på.

Eksempelvis er det normalt at forsikringen blir dyrere desto mer en bil kjører i løpet av et år. På samme måte kan en argumentere for at det vil foreligge økte kostnader i både administrasjon så vel som avskrivning, der ekstrakjøringen kan indikere mer planlegging (og følgelig mer administrasjonsarbeid) i tillegg til en betraktelig lavere restverdi å forholde seg til, dette skyldes en forholdsvis høyere kilometerstand som bieffekt. I figuren under illustreres bilens verdireduksjon i takt med årsmodell. For samtlige Volvo-modeller fra 2015 finner vi at kilometerstanden er av betydning når en slik bil selges på brukmarkedene Finn.no eller Mascus:



Illustrasjon av restverdi, suppleres med datagrunnlaget fra Excel-arket «Biler, investering».

Under de variable kostnadene oppleves det at de som forbindes med utgifter til dekk fremstår å være noe høye i forhold til det som er etablert praksis i transportsektoren som helhet, men vi finner at disse er noenlunde i takt med massetransport og andre transporttyper likhetstrekk, der det regelmessig oppstår behov for bruk av henger. I tilfellet for Fiktiv Transport så er kjøringen utelukkende tilhengerbasert, og til tross for den relativt høye kostnaden så er denne i takt med fordelingsprosenten som går av de distanseavhengige kostnadskomponentene med utgangspunkt i *Kostnadsmodeller for transport og logistikk* (Grønland, 2018). Tabellen vises i vedlegg 3.

5.2 Priser for transport – tonnpris

Priser	Lindum	ROAF	Skjørten	Asak
Faste kostnader	kr 631,16	kr 359,50	kr 676,96	kr 463,02
Variable kostnader	kr 1 029,32	kr 586,28	kr 1 104,01	kr 755,11
Lønnskostnader	kr 507,63	kr 286,46	kr 504,71	kr 370,74
SUM KOSTNADER	kr 2 168	kr 1 232	kr 2 286	kr 1 589
Brutto turpris, etter fortjeneste	kr 2 255	kr 1 282	kr 2 377	kr 1 652
Timepris	kr 1 168,54	kr 1 176,91	kr 1 239,04	kr 1 172,55
Tonnpris	kr 75	kr 43	kr 79	kr 55

En annen observasjon ligger i kostnadssummen og følgelig tonnprisene på kjøring av avfallet til de forskjellige områdene: det store avviket i prisene legger opp til et stort behov for å vurdere avstanden til deponiene, til dels også trafikken til de ulike områdene. Det er også grunnen til at en bør være kritisk til hvorvidt det er greit å ta en forutsetning om jevnfordeling av masser slik vi har gjort det, og en grunn til å anta at Hadeland Maskindrift har tatt hensyn til dette selv for mer effektiv transport.

Et utgangspunkt i fastsettingen av prisen for oppdraget ser ut til å være best basert på tonnprisen som med forutsetning om 30 tonn i én last gir priser som varierer fra 43 kr for ROAF og opptil 89 for Skjørten som er lengst unna. I tråd med teori rundt området som beskrevet i det teoretiske rammeverket så legger dette opp til langt større grad av forutsigbarhet, en som spesielt Bymiljøetaten og entreprenørene kan sette pris på slik at de er innforstått med alle kostnadene forbundet med transporten.

5.3 Kjøring på nattestid for å unngå trafikk?

Det ble foretatt en liten analyse for å avdekke potensielle effekter av å unngå trafikk gjennom kjøring ved nattestid – i tabellen under fremkommer det at forskjellen i gjennomsnitt er på litt over 16 minutter for den totale kjøretiden der begge tallene er utregnet med utgangspunkt i pessimistiske tider:

<u>Strekning</u>	<u>Antall kilometer</u>	<u>Kjøretid i timer, dag</u>	<u>Kjøretid i timer, natt</u>
Oslo, Lindum (Drammen)	50,5	1,85	1,49
Lindum, Oslo	50,1		
Oslo, ROAF (Skedsmo)	27,1	1,01	0,95
ROAF, Oslo	30,2		
Oslo, Skjørten (Askim)	53,6	1,84	1,30
Skjørten (Askim), Oslo	54,3		
Oslo, Asak (Sørum)	36,45	1,33	1,21
Asak, Oslo	37,35		

Kjøretider mellom de ulike strekningene i nullalternativet, ref. Excel-ark «Trafikkdata, nullalt.»

Opplysninger om kjøretidene er hentet fra Google sitt Maps-API (Distance Matrix) hvorpå disse er satt i et system basert på varighet i trafikk og følgelig et bedre anslag i de faktiske kjøretidene mellom rutene, følgende bør man være oppmerksom på:

1. All trafikkdataen er hentet fra en uke i 2019 (Uke 15, april), fra mandag til fredag – klokkeslettene for nattarbeid er satt til mellom kl. 22 og 06.
2. Har ikke tatt hensyn til avvik fra uke til uke – dette kan være utslagsgivende for feil i begge retninger (et eksempel er påsken som kommer inn i bildet) og som gir garanti for endringer i trafikken)
3. Bør utvise en litt kritisk holdning til deler av datasettet, eksempelvis har man kommet over noen uforklarlige avvik på unaturlige tider av døgnet

4. Det store spriket i kjøretid med optimistiske og pessimistiske estimater kan ha utslag i reliabiliteten
5. Avvik som forekommer i tilsynelatende like ruter stammer fra forskjellige tilnærminger i sentrum, oftest på returen – eksempel på dette finnes i at man får Lindum-ruten anbefalt uten gjennomgang via Skippergata/Langkaia, mens gjennomgangen blir foreslått som optimal rute på tilbakeveien. Dette skyldes sannsynligvis API-preferanser ved lyskryss eller enveiskjorte gater. I disse tilfellene har vi tatt et gjennomsnitt av de to kjøretidene.
6. Selv om man for denne oppgaven har tilstrebet å bruke «worst case» i alle tilfeller (gjennom bruk av pessimistiske estimater) så er det ikke alltid dette er gjort. Det skyldes at man tar utgangspunkt i hele timer, til tross for at søkemotoren også tilbyr tall til hvert 15. minutt. Man finner for eksempel at det verste tilfellet av en trafikkforsinkelse som følge av trafikk for en mandag mellom sentrum og Lindum blir rundt 75 minutter dersom man finner på å legge turen mellom tre og fire på ettermiddagen, mens det som vi har i vår data opplyser om mellom 65/70 minutter.

Blant ringvirkningene nattetidstransporten medfører er i overensstemmelse med Bø et al. at man oppnår raskere transport som vist i en gjennomsnittlig økning i kjøretid på rundt 16 minutter og potensielt mindre tid i administrasjon som slår ut i de faste kostnadene. Sammen med dette er en mulig nedgang i reparasjonskostnader (i vårt tilfelle irrelevant fordi transportselskapet har gullavtale) på grunn av mildere kjøremomstendigheter.

På en annen side har vi motpolene til disse fordelene av å kjøre på nattestid, som er at sjåførene bør gis et nattetillegg. Dette kan være av særlig utslagsgivende karakter for de overordnede kostnadene forbundet med transporten. Uten at man har regnet på et passende nattetillegg, så er det ikke utenkelig at denne spiser opp den positive effekten man oppnår i den kortere kjøretiden, slik at bruk av nattekjøring tar seg bedre ut i teori når det gjelder å få bukt med tung trafikk.

Et annet spørsmål som oppstår i forbindelse med en slik gjennomføring er hvorvidt man opplever et «mismatch» i tid eller ikke: det kan kreve at entreprenøren på sin side også må ha nattarbeidere for å laste ombord avfallet, og da har man heller ikke vurdert problemet med støy som kommer inn i bildet.

5.4 Kalkulering av CO2-utslipp

Når man beveger seg til utregningen av klimagassutslippene så har det vært mange faktorer å ta hensyn til, hvor tilnærmingen vår har vært en relativt forenklet måte å gjøre det på.

Forskjellen mellom de to alternativene problemområdet dekker er at man ender opp med et paradoks: på en side har man at utslippene fra kjøring i sentrum elimineres for de korte strekningene ved bruk av terminalløsningen, mens man på en annen side opplever at transporten mellom Oslo havn (terminal) og rensaneanlegget skaper en større åpning for CO2-utslipp. Her må det presiseres at man har benyttet samme dieselbil i begge alternativene, og at gjennomsnittsavstanden mellom Oslo sentrum og de fire deponiområdene er kortere enn til rensaneanlegget på Esval. I det endelige forslaget er det anbefalt å bruke lastebiler med alternative drivstoffer i dette leddet, noe som hittil har vist seg problematisk med tippbiler som må ettermodifiseres for å få slike egenskaper.

For transportene i nullalternativet er samtlige ruter beregnet med en utslippsfaktor tilhørende kjøretøy med EURO6-klassifisering og maksimal totalvekt på 50 tonn. Med en utnyttelsesgrad på rundt 50 prosent så tilsvarer dette en utslippsfaktor på 0,0866 CO2-ekvivalenter per tonnkilometer, målt i kilogram. Det gir følgende måte å regne ut det totale utslippet på, med henvisning til Excel-arket «Nullalternativet»:

NULLALTERNATIVET I CO2					SUM
Scenario 1 (Strøsand- og grus)	32 800	17 601	34 813	23 674	108 889
Scenario 2 (Overskuddsmasser)	32 800	17 601	34 813	23 674	108 889
SUM I CO2-ekvivalenter					217 777

En tilsvarende tilnærming med bruk av fyllingsgrad og kjøretøyets bekt er benyttet for å regne ut utslippene fra alternativ 1. Her har man tatt i bruk McKinnons tabell med tomkjøringsgrader hvor man har vært nødt til å gjøre en vurdering på grunn av mangel på samstemt fyllingsgrad – utslippsfaktoren som ble brukt er 0,0449 med forutsetning om mellom 40 og 44 tonn totalvekt, og 80 prosent fyllingsgrad:

Alternativ 1 i CO2 (totalt)	SUM
Scenario 1 (Strøsand- og grus)	158 946
Scenario 2 (Overskuddsmasser)	158 946
SUM	317 892

6.0 PRESENTASJON AV RESULTATER MED KONKLUSJON

Formålet med denne oppgaven har vært å utrede en mulighetsstudie for å kartlegge bruk av deponi og gjenvinning i avfallshåndtering med fokusområdene som er håndtering av mengdene strøgrus og sand fra vårrengjøringen i Oslo i tillegg til det som er av overskuddsmasser fra rive- og rehabiliteringsprosjekter innenfor Ring 2.

Utregningene av både finansielle kostnader og klimagassutslipp forbundet med de to måtene å håndtere avfall på gir forskjellige signaler, der man ikke opplever å få et oversiktlig bilde av tallene alene eller et entydig bilde på hva som er riktig å gjøre basert på tallene – man ser seg nødt til å måtte supplere til dette for å danne et representativt bilde av hva fremtiden innebærer for norsk avfall ved bruk av ny teknologi og andre nyvinninger.

Dette karakteriseres for nå i Grønlia Gjenvinningsterminal, introduksjonen av en terminal der entreprenørene kan vise frem interesse for miljøet ved å gå sammen om miljøvennlige løsninger i bygg- og anleggsbransjen.

6.1 Klimagassutslipp

Ved å planlegge gjenbruk av strøsand- og grus fra foregående sesonger kombinert med implementering av et effektivt system på terminalen ved Oslo havn så vil man kunne oppnå en substansiell miljøgevinst i form av at 30 000 nye tonn for hver av de to avfallstypene løftes opp i avfallshierarkiet, at de går til nye masser og byggeråstoffer uten forurensning – men dette kommer med en forholdsvis liten økning i de totale CO₂-utslippene forbundet med transporten.

Klimagassutslippet målt i CO₂-ekvivalenter er utregnet for alternativ 1 til å være 317 892 kg sammenlignet med 217 777 kg som oppstår i nullalternativet. Den store forskjellen har oppstått i den betraktelig lengre avstanden man må tilbakelegge for rensaneanlegget, der det i det hele tatt kan argumenteres for hvorvidt man beveger seg litt fjernt fra begrepet «kortreist».

En vil likevel kunne legge opp til kraftige reduksjoner for dette miljøutslippet ved å bruke nyere teknologi som blir tilgjengelig. Utslippsfrie biler nærmer seg stadig også til lastebiltransporten, dette begrenses ikke til noen av alternativene slik at for begge måter å håndtere avfallet på kan det skapes rom for forbedring.

6.2 Økonomiske kostnader

De rent finansielle kostnadene har noen av de samme karakteristikkenes til seg, der en kartlegging av kun transportkostnadene isolert sett ville påpekt nullalternativet som det beste valget av de to.

En stor kostnadspost er likevel forbundet med å deponere de forurensede massene fremfor rensing av disse: man har regnet seg frem til at det vil koste i overkant av 58 millioner NOK å deponere de totalt 60 000 tonnene med avfall fordelt på de fire deponiene. Denne kostnaden i kombinasjon med de skadelige effektene av å bruke deponier gjør oppgavens andre alternativ mer fristende, også fra et økonomisk ståsted. Det må i den forbindelse sies at man ikke har regnet ut en motpost til dette for alternativ 1, som ville vært naturlig i form av prisen det tar å rense en tilsvarende mengde masse i anlegget på Esva og som ville gitt et mer nyansert bilde.

NULLALTERNATIVET		ALTERNATIV 1	
NOK	CO2	NOK	CO2
<u>61 922 951</u>	<u>217 777</u>	<u>6 886 205</u>	<u>317 892</u>

En vurdering av kun kostnader som forbindes med transport ville i likhet med CO₂-utslippsberegningene vært i nullalternativets favør, også her på grunn av distansen som spiller en særlig stor rolle i kalkuleringene. Mye av dette skyldes økte lønnskostnader forbundet med den ekstra tiden transportørene er på veien for å levere masser til rensning.

Det understrekes her at forskjellene ved de to tilnærmingene «kun» har tatt hensyn til transport og behandling av 60 000 tonn avfall. Det egentlige tallet som er mye høyere særlig på grunn av lett forurensede masser som stammer fra byggeprosjekter i Oslo betyr også at den forholdsvis lave forskjellen mellom resultatene for de to blåses opp i langt større skala når man går opp til større mengder å ta hensyn til, dette bør være av betydning når man foretar et valg.

Litteraturliste og referanser

- Avfall Norge. (2019, April 05). *Mindre avfall blir gjenvunnet enn tidligere år*. Hentet fra Avfall Norge:
<https://www.avfallnorge.no/bransjen/nyheter/mindre-avfall-blir-gjenvunnet-enn-tidligere-%C3%A5r>
- Bø, E., & Grønland, S. E. (2014). *Moderne transportlogistikk*. Oslo: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Bø, E., Flygansvær, B., & Grønland, S. (2012). *Miljøvennlig innsamling av avfall - en studie av nye renovasjonstekniske løsninger*. Oslo: Sitma.
- Berardi, U. (2013). Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building. *Sustainable Cities and Society*.
- Berge, J. (2019, mai 06). *Nettavisen*. Hentet fra Med vårrengjøringen strømmer også pengene inn i kommunekassa.:
<https://www.nettavisen.no/nyheter/1485-biler-tauet-inn-i-oslo/3423679246.html>
- Bolden, J., Abu-Lebdeh, T., & Fini, E. (2012, Desember 29). Utilization of recycled and waste materials in various construction applications. *American Journal of Environmental Science*, 9.
- Bymiljøetaten. (2019, April 04). Spørsmål om oppsop av strøsand og grus - vårrengjøring. Oslo.
- Eisted, R., Larsen, A. W., & Christensen, T. H. (2009). Collection, transfer and transport of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contribution. *Waste Management & Research, SAGE Journals*.
- Ekanayake, L. L., & Ofori, G. (2004). Building waste assessment score: design-based tool. *Building and Environment*, 39(7), ss. 851-861.
- Gertsakis, J., & Lewis, H. (2003, Mars). Sustainability and the Waste Management Hierarchy. *A discussion paper on the waste management hierarchy and its relationship to sustainability*.
- Grønland, S. E. (2018). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk - basisår 2016*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Greiff, S., & Ytterås, E. (2015). *Veileder til karakterisering og mottakskontroll av avfall til deponi*. Avfall Norge.
- Hagman, R., Thune-Larsen, H., Hovi, B. H., & Eriksen, K. S. (2009). *Energieffektivisering og CO2-utslipp for innenlands transport 1994-2050*. Oslo: Transportøkonomisk Institutt (TØI).
- Kibert, C. J. (1994). Establishing principles and a model for sustainable construction. *Proceedings of the first international conference on sustainable construction*, (ss. 6-9). Tampa, Florida.
- Lam, P. T., Poon, C. S., Chau, C. K., & Chun, K. P. (2010). Factors for affecting the implementation of green specifications in construction. *Journal of environmental management*, ss. 654-661.
- Liu, S., Kasturiratne, D., & Moizer, J. (2011, April 30). A hub-and-spoke model for multi-dimensional integration of green marketing and sustainable supply chain management. *Industrial Marketing Management*.
- Lumsden, K., Dallari, F., & Ruggeri, R. (1999). Improving the efficiency of the Hub and Spoke system for the SKF European distribution network. *International Journals of Physical Distribution & Logistics Management*, ss. 50-66.

- McKinnon, A. C. (1996). The Empty Running and Return Loading of Road Goods Vehicles. *Transport Logistics*, 1-19.
- McKinnon, A. C. (2010). Increasing fuel efficiency in the road freight sector. *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*. Norsk Gjenvinning. (2015, Februar 01). Forurensede masser. Oslo, Skøyen.
- Oslo kommune. (2019). Gravesøknader i Oslo kommune. Oslo, Norge.
- Pan, M., Linner, T., Pan, W., & Cheng, H. (2017, Mai). A framework of indicators for assessing construction automation and robotics in the sustainability context. *Journal of Cleaner Production*.
- Sørgjerd, C. (2018, april 12). *Aftenposten*. Hentet fra 38.000 tonn grus skal fjernes fra gatene: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/WL3xzK/38000-tonn-grus-skal-fjernes-fra-gatene-Se-nar-det-blir-rent-der-du-bor>
- Schmidt, J., Holm, P., Merrild, A., & Christensen, P. (2006, September 18). Life cycle assessment of the waste hierarchy – A Danish case study on waste paper. *Waste Management*.
- Schmied, M., & Knörr, W. (2012). *Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services*. European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services (CLECAT).
- Sharma, A., Iyer, G., Mehrotra, A., & Krishnan, R. (2006, September 21). Sustainability and business-to-business marketing: A framework and implications. *Industrial Marketing Management*.
- Skanska Industrial Solutions. (2019, Februar). Vi bygger for et bedre samfunn. Oslo.
- Skjerpen, C. (2018, 05 24). *Laveste gjenvinning siden 2005*. Hentet fra Statistisk sentralbyrå (SSB): <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/laveste-gjenvinning-siden-2005>
- Statens forurensningstilsyn. (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*. Oslo: Miljødirektoratet.
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2019). *Renter i banker og kredittforetak*. Hentet fra Statistikkbanken: <https://www.ssb.no/statbank/table/10729/tableViewLayout1/>
- Statistisk sentralbyrå. (2018, September 25). *Avfallshåndtering ved avfallsanlegg*. Hentet fra Statistikk for deponert avfall: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfhand>
- Statistisk sentralbyrå. (2019). *Lett forurensede masser*. Hentet fra <https://www.ssb.no/ajax/ordforklaring?key=350499&sprak=no>
- Transportøkonomisk institutt. (1998). *Tomkjøring med lastebiler*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Van Ewijk, S., & Stegemann, J. A. (2014). Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. *Journal of Cleaner Production*, ss. 122-128.
- Wibowo, M., Handayani, N., & Mustikasari, A. (2018, April). Factors for implementing green supply chain management in the construction industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*.
- Zoyhofski, R. M. (2016). Estimates of Emissions from Heavy Duty Diesel Vehicles and Control Strategies Related to Transport Activities Supporting High Volume Hydraulic Fracturing Wells in the Marcellus Shale Formation. *RIT Scholar Works*.

Vedlegg 1: Volum- og vektinformasjon for ulike massetyper**Volum- og vektinformasjon****Tekniske spesifikasjoner:****Asfalt** (SAPnr. 160901)1m³ = ca vekt: 1500 kg**Betong m armeringsjern** (SAPnr. 161102)1m³ = ca vekt: 2400 kg**Betong uten armeringsjern** (SAPnr. 161101)1m³ = ca vekt: 2200 kg**Bilruter** (SAPnr. 134101)1m³ = ca vekt: 400 kg**Blandet glassemballasje** (SAPnr. 131201)1m³ = ca vekt: 400 kg**Blandet kontorpapir** (SAPnr. 125102)1m³ = ca vekt: 125 kg**Blandet plast** (SAPnr. 179901)1m³ = ca vekt: 50 kg**Blandet trykkeripapir** (SAPnr. 125101)1m³ = ca vekt: 125 kg**Bølgepapp** (SAPnr. 122110)1m³ = ca vekt: 50 kg**Bølgepapp - komprimert** (SAPnr. 122120)1m³ = ca vekt: 150 kg**Gips** (SAPnr. 161501)1m³ = ca vekt: 1000 kg**Jern og metaller** (flere SAPnr.)1m³ = ca vekt: Opptil 8000 kg**Masser - grus/sand/stein** (flere SAPnr.)1m³ = ca vekt: 1900 kg**Matavfall** (SAPnr. 111101)1m³ = ca vekt: 500 kg**Restavfall blandet** (SAPnr. 119901)1m³ = ca vekt: Gjennomsnitt 125 kg**Restavfall, komprimert tørt** (SAPnr. 119913)1m³ = ca vekt: 350 kg**Restavfall, komprimert, vått** (SAPnr. 119914)1m³ = ca vekt: 450 kg**Trevirke** (SAPnr. 114901)1m³ = ca vekt: Opptil 700 kg

Hentet fra Norsk Gjenvinning, som også opplyser om at dette er en veiledende oversikt og ingen fasit, da avvik vil forekomme ut fra hva de ulike avfallstypene inneholder.

Vedlegg 2: Veiledende priser for deponering (Lindum)

Nedenfor er gitt et utdrag av våre veiledende standardpriser for 2019:

Vare	Pris i kr./tonn eks. mva
Asbest	2 127,-
Asfalt	175,-
Betong/tegl, ren	292,-
Betong/tegl m/trevirke innblandet	520,-
Betong/tegl med armering, ren	307,-
Betong, forurenset	852,-
Blandet næringsavfall, kontor- og forretningsavfall, rydde- og flytteavfall, industriavfall til sortering, bygge- og riveavfall	1 638,-
EE-avfall (Elretur) fra næring Til gjenvinningsstasjon	1887,-
EE-avfall (Renas) fra næring (Tar ikke imot)	0,-
Hage-/parkavfall	777,-
Keramikk/porselen til deponi	804,-
Oljeholdig sand/slam til behandling	1 502,-
Gipsavfall rent	1 130,-
Gipsavfall urent (med stenderverk osv)	1 255,-
Gateoppsop	803,-
Avløpssøppel	2 020,-
Sluk overvann/sandfang, spyling avløp m.m.	1 847,-
Treverk i containere/på stor bil	574,-
Treverk løst (småbiler m/u henger)	574,-
Impregnerert treverk	2 348,-
Våtorganisk avfall næring	1 144,-

De aller fleste typer **forurensete gravemasser** tas i mot til behandling eller deponering. Pris varierer med type masse og type forurensning. Ta kontakt for konkret tilbud.
Vi kan også håndtere de aller fleste typer **organisk avfall eller slam**. Ta kontakt for tilbud på konkret løsning og pris.
Ved **store leveranser eller sammensatt leveranse**; be om særskilt pristilbud. Kanskje vi kan finne løsninger som totalt sett gir en gunstig pris.

Oversikt mottatt fra Lindum AS ved forespørsel – veiledende priser på deponering av ulike masser.

Vedlegg 3: Fordeling av distanseavhengige kostnadskomponenter

Kjøretøytype	Vedlikehold	Drivstoff	Dekk, vask og rekvisita
Lett distribusjon	19%	61%	20%
Tung distribusjon, kassebil	19%	59%	22%
Tung distribusjon, containere	17%	63%	20%
Semitrailer (norsk) (trekkvogn og henger)	17%	64%	19%
Tømmer (med henger)	21%	56%	23%
Tankbil (trekkvogn med semihenger)	15%	63%	22%
2525 Lastebil med henger	22%	67%	11%

Hentet fra Kostnadsmodeller for transport og logistikk – basisår 2016 (Grønland, 2018)

Vedlegg 4: Fordeling av tidsavhengige kostnadskomponenter

Kjøretøytype	Kapitalkostnad	Lønnskostnad	Forsikring, årsavgift og øvrige kostnader
Lett distribusjon	11%	87%	2%
Tung distribusjon, kassebil	15%	83%	2%
Tung distribusjon, containere	22%	75%	3%
Semitrailer (norsk) (trekkvogn og henger)	20%	76%	3%
Tømmer (med henger)	25%	71%	4%
Tankbil (trekkvogn med semihenger)	39%	58%	3%
2525 Lastebil med henger	37%	60%	3%

Hentet fra Kostnadsmodeller for transport og logistikk – basisår 2016 (Grønland, 2018)

Vedlegg 5: Ulike utslippsfaktorer basert på kjøretøy med totalvekt 40-44 tonn.

load tonnes	% of truck-kms run empty										
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
10	81.0	84.7	88.8	93.4	98.5	104.4	111.1	118.8	127.8	138.4	151.1
11	74.8	78.2	81.9	86.1	90.8	96.1	102.1	109.1	117.3	127.0	138.6
12	69.7	72.8	76.2	80.0	84.3	89.2	94.7	101.1	108.6	117.5	128.1
13	65.4	68.2	71.4	74.9	78.9	83.4	88.5	94.4	101.3	109.5	119.3
14	61.7	64.4	67.3	70.6	74.2	78.4	83.2	88.7	95.1	102.7	111.8
15	58.6	61.0	63.8	66.8	70.3	74.2	78.6	83.7	89.7	96.8	105.3
16	55.9	58.2	60.7	63.6	66.8	70.5	74.6	79.5	85.1	91.7	99.7
17	53.5	55.7	58.1	60.8	63.8	67.2	71.2	75.7	81.0	87.2	94.7
18	51.4	53.5	55.8	58.3	61.2	64.4	68.1	72.4	77.4	83.3	90.4
19	49.6	51.5	53.7	56.1	58.8	61.9	65.4	69.5	74.2	79.8	86.5
20	48.0	49.8	51.9	54.2	56.8	59.7	63.0	66.9	71.4	76.7	83.0
21	46.6	48.3	50.3	52.5	54.9	57.7	60.9	64.5	68.8	73.9	80.0
22	45.3	47.0	48.8	50.9	53.3	55.9	59.0	62.5	66.5	71.4	77.2
23	44.2	45.8	47.6	49.6	51.8	54.3	57.2	60.6	64.5	69.1	74.7
24	43.2	44.7	46.4	48.3	50.5	52.9	55.7	58.9	62.7	67.1	72.4
25	42.3	43.8	45.4	47.3	49.3	51.7	54.3	57.4	61.0	65.2	70.3
26	41.5	42.9	44.5	46.3	48.3	50.5	53.1	56.0	59.5	63.6	68.5
27	40.8	42.2	43.7	45.4	47.3	49.5	52.0	54.8	58.1	62.1	66.8
28	40.2	41.5	43.0	44.6	46.5	48.6	51.0	53.7	56.9	60.7	65.3
29	39.7	41.0	42.4	44.0	45.7	47.8	50.1	52.7	55.8	59.5	63.9

Hentet fra Alan McKinnon.

Vedlegg 5: Beregninger for nullalternativet, finnes utfyllende i Excel-vedlegg.

Antall uker		52
Arbeidsdager i uken		5
Årslønn, sjåfør	kr	547 191
Antall turer for oppdraget, hver bil		250

Faste kostnader		
Administrasjonskostnader	kr	798 606
Avskrivning	kr	1 313 162
Forsikring	kr	160 000
Rentekostnader	kr	259 840
Avgifter, annet	kr	664 356
Sum faste kostnader per km	kr	6,27

Variable kostnader		
Dieselpriis (per liter)	kr	15,61
Dieselforbruk (liter per kilometer)		0,50
Dieselskostnader (kr per kilometer)	kr	7,81
Reparasjon og vedlikehold	kr	0,85
Dekkostnad	kr	1,58
Sum variable kostnader (per km)		10,23

Antall kjøretøy		4
Antall tonn innsamlet for frakt		30 000
Tonn per last fraktet		30
Totalt antall turer, utg. i tonn		1 000
		2
To måneder, åtte uker		8
Åtte uker, 40 dager		40
Turer per dag, totalt		25,000
Turer per dag, per bil		6,250

Prosesser og tidsbruk	Lindum	ROAF	Skjørten	Asak
Gjennomsnittshastighet (km/t)	54	57	59	56
Distanse tur-retur (kilometer)	100,6	57,3	107,9	73,8
Kjøretid i timer	1,85	1,01	1,84	1,33
Lastetid, per last	0,050	0,050	0,050	0,050
Lossetid, per last	0,033	0,033	0,033	0,033
Laste- og lossetid per tur	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833
Totaltid per tur	1,93	1,09	1,92	1,41
Lønn	Lindum	ROAF	Skjørten	Asak
Timelønn	kr 263	kr 263	kr 263	kr 263
Timelønn ved overtidsarbeid	kr 278	kr 278	kr 278	kr 278
Totaltid per tur	1,93	1,09	1,92	1,41
Sum lønnskostnader, per tur	kr 507,63	kr 286,46	kr 504,71	kr 370,74

	Lindum	ROAF	Skjørten	Asak
Prosentfordeling	25 %	25 %	25 %	25 %
Tonnfordeling	7500	7500	7500	7500
Antall turer, basert på tonn	250	250	250	250
Total kjøretid	461,57	251,39	458,80	331,48
Antall arbeidsdager påkrevd	58	31	57	41

NULLALTERNATIVET I NOK					SUM					
Scenario 1 (Strøssand- og grus)	kr	563 710	kr	320 382	kr	594 278	kr	413 105	kr	1 891 476
Scenario 2 (Overskuddsmasser)	kr	563 710	kr	320 382	kr	594 278	kr	413 105	kr	1 891 476
SUM I NOK									kr	3 782 951
NULLALTERNATIVET I CO2					SUM					
Scenario 1 (Strøssand- og grus)		32 800		17 601		34 813		23 674		108 889
Scenario 2 (Overskuddsmasser)		32 800		17 601		34 813		23 674		108 889
SUM I CO2-ekvivalenter										217 777

Rentesats	4 %	4 %	4 %	4 %		
Rentekostnader	kr 64 960	kr 64 960	kr 64 960	kr 64 960	kr 259 840	
Etableringsgebyr	kr 23 200	kr 23 200	kr 23 200	kr 23 200	kr 92 800	
Levetid, antall år	4	4	4	4		
Restverdi	kr 928 000	kr 928 000	kr 928 000	kr 928 000		
Avskrivning	kr 328 290	kr 328 290	kr 328 290	kr 328 290	kr 1 313 162	
Nytt sett med dekk, 385/65R22,5	kr 78 838	kr 78 838	kr 78 838	kr 78 838	kr 315 353	
Forsikring	kr 40 000,00	kr 40 000,00	kr 40 000,00	kr 40 000,00	kr 160 000,00	
Serviceavtale	kr 108 000	kr 108 000	kr 108 000	kr 108 000	kr 432 000	

Rentesats og etableringsgebyr til bruk i kapitalkostnadsposten, oktober 2018 til mars 2019							
10729: Renter på nye utlån (prosent), etter utlånstype, sektor, statistikkvariabel og måned							
		Renter på nye utlån					
		2018M10	2018M11	2018M12	2019M01	2019M02	2019M03
Totale nedbetalingslån	Totalt	2,87	2,87	3,11	2,91	2,89	2,99
Andre nedbetalingslån	Totalt	3,32	3,22	3,41	3,40	3,47	3,44
Siste oppdatering:		Tallet for "andre nedbetalingslån" gir et bedre bilde av den realistiske renten, da renter fra huslån ikke er medregnet her.					
Renter på nye utlån:		Etableringsgebyr til kapitalkostnader, store banker opererer med 1%, også DNB.					
20190528 08:00							
Kilde:							
Statistisk sentralbyrå							

Vektårsavgift			
	Trekslet	Kombinert (3+2)	
Én bil	kr 1 314	kr	6 129
Alle biler (4)	kr 5 256	kr	24 516

Hentet fra Skatteetaten.no.

Vrakpantavgift	
Én bil	kr 5 000
Alle biler (4)	kr 20 000

Hentet fra Skatteetaten.no.

Utrekning av månedstak	
Maks passeringer Bygrensen	60 kr 3 660,00
Maks passeringer Osloring	120 kr 7 320,00
Månedstak, én bil	kr 10 980,00
Månedstak, fire biler	kr 43 920,00
Årspris med månedstak	kr 527 040,00

Priser hentet fra Fjellinjen.

GJENNOMSNIITLIGE DIESELPRISE SOM HENTET FRA GLOBAL PETROL PRICES (BETALINGSMUR) - 18. MAI 2019						
Country ISO code	Country	Country ID	Year	Currency	Diesel	
NOR	Norway	214	2016	NOK	13,182	
NOR	Norway	214	2017	NOK	14,629	
NOR	Norway	214	2018	NOK	15,388	
NOR	Norway	214	2019	NOK	15,614	

Kraftpriser i sluttbrukermarkedet, kvartalsvis. Øre/kWh			
	1. kvartal 2019	Endring i prosent	
	Øre/kWh	Siste 3 md.	Siste 12 md.
Husholdninger. Total pris for kraft, nett	124,3	0,7	16,8
Kraftpris	55,2	0,7	29,9
Nettleie	30,4	3,4	9
Avgifter	38,7	-1,3	7,5
Husholdninger. Kraftpris etter kontrakt			
Nye fastpriskontrakter-inntil 1-års varig	46	-10,3	39,8
Nye fastpriskontrakter-Over 1-års varig	42,3	-2,8	53,3
Alle andre fastpriskontrakter	34,6	1,2	13,8
Kontrakter tilknyttet elspotprisen	53,1	0	25,8
Variabel pris kontrakter	63,6	3,9	43,2
Næringsvirksomhet kraftpris ekskl. avg			
Tjenesteytende næringer	51,1	0,8	31
Industri untatt kraftintensiv industri	50,3	1,8	30,3
Kraftintensiv industri	32,5	2,2	3,5
¹ Nye fastpriskontrakter er inngått i løpet av måleperioden, mens eldre fastpriskontrakter er inng			
Kilde: Statistisk sentralbyrå			

Månedslønn administrativt arbeid, snitt		
SUM, 2015	kr 59 440,00	
SUM, 2016	kr 60 790,00	
SUM, 2017	kr 62 320,00	
SUM, 2018	kr 64 230,00	
Årslønn administrativt arbeid, snitt		
SUM, 2015	kr 713 280,00	
SUM, 2016	kr 729 480,00	2,27 %
SUM, 2017	kr 747 840,00	2,52 %
SUM, 2018	kr 770 760,00	3,06 %
PROGNOSE - SUM, 2019	kr 798 605,96	3,61 %
PROGNOSE - SUM, 2020	kr 829 872,13	3,92 %
PROGNOSE - SUM, 2021	kr 864 871,12	4,22 %
Månedslønn sjåfør, snitt		
SUM, 2015	kr 36 090,00	
SUM, 2016	kr 36 780,00	
SUM, 2017	kr 37 620,00	
SUM, 2018	kr 38 730,00	
Årslønn sjåfør, snitt		
SUM, 2015	kr 433 080,00	
SUM, 2016	kr 441 360,00	1,91 %
SUM, 2017	kr 451 440,00	2,28 %
SUM, 2018	kr 464 760,00	2,95 %
PROGNOSE - SUM, 2019	kr 481 571,61	3,62 %
PROGNOSE - SUM, 2020	kr 501 492,31	4,14 %
PROGNOSE - SUM, 2021	kr 525 211,01	4,73 %

Estimert kjøretid i minutter, Oslo sentrum (Akershusstranda 19) til Lindum (Lerpeveien 155) - 50,5km langs hovedrute (E18):

	MANDAG		TIRSDAG		ONSDAG		TORSDAG		FREDAG	
	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk
00:00	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
01:00	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
02:00	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
03:00	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
04:00	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
05:00	45	45	40	45	45	45	45	45	40	45
06:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
07:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
08:00	40	50	40	55	40	55	40	55	40	50
09:00	40	55	40	55	40	55	40	55	40	50
10:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
11:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
12:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
13:00	40	50	40	50	40	55	40	50	40	55
14:00	40	50	40	50	40	50	40	55	40	60
15:00	45	65	45	65	45	65	45	80	55	100
16:00	50	70	45	70	50	75	55	85	55	85
17:00	40	55	40	55	40	60	45	65	45	60
18:00	40	50	40	50	40	50	40	55	40	55
19:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
20:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
21:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
22:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	45
23:00	45	45	45	45	45	45	40	45	45	45
Dag	82,2	113,9	81,7	112,8	81,7	112,2	81,1	111,1	78,3	103,9
Natt	82,2	89,4	83,9	90,0	83,9	89,4	81,7	88,9	82,9	89,4

Estimert kjøretid i minutter, Oslo sentrum (Akershusstranda 19) til ROAF (Bølerveien 93) - mellom 27,1 - 30,2km langs hovedrute (E6):

	MANDAG		TIRSDAG		ONSDAG		TORSDAG		FREDAG	
	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk
00:00	24	28	24	26	24	28	24	28	24	28
01:00	24	26	24	26	24	26	24	26	24	26
02:00	26	26	24	28	24	28	26	26	24	28
03:00	24	26	24	28	24	26	24	26	24	28
04:00	22	28	22	26	22	26	22	26	22	26
05:00	22	26	22	26	22	28	22	28	22	28
06:00	20	24	20	24	20	26	20	26	20	26
07:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
08:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
09:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
10:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
11:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
12:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
13:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
14:00	20	26	20	26	20	26	20	26	24	45
15:00	22	35	22	35	24	40	26	45	35	80
16:00	28	65	28	50	30	55	35	60	35	70
17:00	20	28	20	28	22	45	24	40	24	45
18:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
19:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
20:00	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26
21:00	20	26	22	26	20	26	20	26	20	26
22:00	24	28	24	28	24	28	24	28	22	28
23:00	24	28	24	28	24	28	24	28	24	28
Dag	45,3	60,8	45,1	60,8	44,9	59,9	44,9	60,4	44,4	59,8
Natt	49,6	56,0	50,4	56,7	49,8	57,0	50,0	57,2	49,9	56,7

Estimert kjøretid i minutter, Oslo sentrum (Akershusstranda 19) til Skjærten Mossemottak (Vammveien) - 53,6km langs hovedrute (E18):

	MANDAG		TIRSDAG		ONSDAG		TORSDAG		FREDAG	
	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk	optimistisk	pesimistisk
00:00	45	45	45	45	45	45	50	50	45	45
01:00	45	45	45	45	50	50	45	45	45	45
02:00	45	45	45	45	50	50	50	50	45	45
03:00	45	45	45	45	45	45	50	50	45	45
04:00	45	45	45	45	50	50	50	50	45	45
05:00	45	45	50	50	45	45	50	50	50	50
06:00	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
07:00	40	50	40	50	45	50	40	50	40	50
08:00	40	55	45	55	40	55	40	50	40	50
09:00	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
10:00	45	50	45	50	45	50	40	50	40	50
11:00	45	50	45	50	45	50	40	50	40	50
12:00	40	50	40	50	45	55	40	50	40	50
13:00	40	50	45	55	40	55	40	50	40	55
14:00	40	55	40	55	40	55	40	55	40	55
15:00	45	60	45	60	45	55	45	60	45	60
16:00	45	75	45	70	45	70	45	75	45	70
17:00	45	65	45	60	45	65	45	70	45	60
18:00	40	50	40	55	45	55	45	55	40	50
19:00	45	50	40	50	45	50	45	50	40	50
20:00	50	50	45	50	45	50	45	45	40	50
21:00	45	45	50	50	50	50	50	50	45	45
22:00	45	45	50	50	50	50	50	50	50	50
23:00	45	45	45	45	50	50	45	45	45	45

Takstgruppe 2: Indre ring, Osloingen og bygrensen etter 1. juni 2019				
<i>Toveis betaling</i>	<i>Euro V</i>	<i>Euro VI</i>	<i>Nullutslipp</i>	
Utenom rush	kr 86,00	kr 53,00	kr -	
I rushtiden (06:30 til 09:00) og (15:00 til 17:00)	kr 101,00	kr 69,00	kr -	
<i>Data hentet fra Fjellinjen</i>				
BOMAVGIFTER ETTER 1. JUNI 2019, Euro VI eller eldre				
Rute	Lindum	ROAF	Skjørten	Asak
Bompenger sentrum til deponi	kr 53	kr 53	kr 85	kr 53
Bompenger sentrum til deponi m/rush	kr 69	kr 69	kr 101	kr 69
Bompenger deponi til sentrum	kr 106	kr 106	kr 138	kr 106
Bompenger deponi til sentrum m/rush	kr 138	kr 138	kr 170	kr 138
Totale bomavgifter begge veier	kr 159	kr 159	kr 223	kr 159
Totale bomavgifter begge veier, m/rush	kr 207	kr 207	kr 271	kr 207
Passering i rush registreres i tidsrommet mellom 06.30 - 09.00 og 15.00 - 17.00.				
Utregning av månedstak				
Maks passeringer Bygrensen	60	kr 3 660,00		
Maks passeringer Osloingen/Indre ring	120	kr 7 320,00		
Månedstak, én bil		kr 10 980,00		
Månedstak, fire biler		kr 43 920,00		
		kr 527 040,00		