

RAPPORT

# Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser

Klimaetaten Oslo Kommune

Rapportnr.: 2018-0367, Rev. 1

Dokumentnr.: 10078671-R-01-A

Dato: 2018-04-27



Prosjektnavn: Rapport  
Rapporttittel: Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser  
Oppdragsgiver: Klimaetaten Oslo Kommune, Postboks 7184 Majorstua 0307 OSLO Norway  
Kontaktperson: Philip Mortensen  
Dato: 2018-04-27  
Prosjektnr.: 10078671  
Org. enhet: Markets & Policy Development  
Rapportnr.: 2018-0367, Rev. 1  
Dokumentnr.: 10078671-R-01-A  
DNV GL AS Energy  
Markets & Policy Development  
P.O. Box 300  
1322 Høvik  
Norway  
Tel: +47 67 57 99 00

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Utført av:



Sophie Davidsson  
Senior Consultant

Godkjent av:



Erik Dugstad  
Service Line Leader, Energy Markets and Technology

Arne Øvrebø Lie  
Consultant

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2018. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- Fri distribusjon (internt og eksternt)  
 Fri distribusjon innen DNV GL  
 Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er kontraktspart  
 Ingen distribusjon (konfidensiell)

Rev.nr.	Dato	Utgivelser	Utført av	Godkjent av
Rev. 1	27.04.2018	Korrigerings av igangsatt bruksareal i Oslo kommune, med tilhørende endringer i figurer og tekst.	Sophie Davidsson	Erik Dugstad

## Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG .....	3
1 INNLEDNING .....	8
1.1 Definisjoner	8
1.2 Metode	8
2 KARTLEGGING AV UTSLIPP .....	11
2.1 Energibehov og utslipp fra byggeplasser	11
2.2 Energibehov og utslipp fra anleggsplasser	14
3 UTSLIPP FRA BYGG- OG ANLEGGSVIRKSOMHET I OSLO KOMMUNE .....	16
3.1 Utslipp per kvadratmeter og entreprisekrone	16
3.2 Bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune	18
3.3 Utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune	19
3.4 Usikkerhet i estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune	20
3.5 Justering av estimert årlig utslipp fra byggeplasser	21
3.6 Sammenligning av resultater med estimat fra SSB	22
4 TEKNOLOGI OG KOSTNADSUTVIKLING .....	24
4.1 Oppvarming og uttørking	24
4.2 Anleggsmaskiner	25
5 POTENSIALET FOR UTSLIPPSREDUKSJON .....	27
5.1 Referansebanen	27
5.2 Lav implementeringstakt av utslippsfrie alternativer	28
5.3 Høy implementeringstakt av utslippsfrie alternativer	29
6 AKTØRBILDET .....	31
6.1 Aktører på byggeplassen	31
6.2 Hvem har ansvar for utslippet på byggeplassen?	31
7 REFERANSER .....	33
VEDLEGG A – DETALJER ANLEGGSPROSJEKT .....	37
Anleggsplass for et VA-prosjekt	37
Anleggsplass for et mindre samferdselsprosjekt	38
Anleggsplass for et større samferdselsprosjekt	40
VEDLEGG B – INNGANGSVERDIER SCENARIOANALYSE .....	42

## SAMMENDRAG

DNV GL har på oppdrag fra Klimaetaten i Oslo Kommune estimert forbruket av fossilt drivstoff til oppvarming og anleggsmaskiner og tilhørende utslipp fra bygg- og anleggsplasser i Oslo kommune. Studien ser også nærmere på tilgjengelig teknologi, kostnadsutvikling og hvilke aktører som er involvert og har eierskap eller mulighet til å påvirke utslippene. På grunnlag av dagens situasjon er det utarbeidet en referansebane og to scenarier, med ulik implementeringstakt av ny teknologi, mot utslippsfrie bygg- og anleggsplasser i 2030. Studien baserer seg på DNV GLs rapport om Utslippsfrie byggeplasser utarbeidet i 2017 på oppdrag av Norsk Fjernvarme, Energi Norge og Enova /D57/.

### Kartlegging av utslipp

Basert på tidligere erfaringstall og data innhentet fra konkrete prosjekter i Oslo kommune er utslipp fra aktiviteter på bygge- og anleggsplasser kartlagt. Aktivitetene på bygge- og anleggsplasser kan deles inn i tre kategorier som fører til utslipp; produksjon av varme og elektrisitet til oppvarming og uttørking, bruk av større anleggsmaskiner (>37 kW) og bruk av mindre anleggsmaskiner (<37 kW). For referanseanleggsplassene er det ikke blitt identifisert behov for oppvarming og uttørking.

Energibehov og utslipp fra byggeplasser er estimert for fem ulike typer byggeplasser basert på tre referanseprosjekt. Resultatene vises i tabellen nedenfor, totalt og per kvadratmeter.

#### Oversikt over totalt energibehov og utslipp ved ulike typer byggeplasser, totalt og per kvadratmeter

Type byggeplass		Areal [m <sup>2</sup> ]	Energibehov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
Boligblokk – høyt utslipp oppvarming	totalt	10 000	2 757 000	902 000	30 750	620
	per m <sup>2</sup>		276	90	3,075	0,062
Boligblokk – middels utslipp oppvarming	totalt	10 000	1 352 000	463 000	4 180	380
	per m <sup>2</sup>		135	46	0,418	0,038
Boligblokk – lavt utslipp oppvarming	totalt	10 000	1 352 000	243 000	3 730	200
	per m <sup>2</sup>		135	24	0,373	0,020
Flerbrukshall	totalt	3600	141 000	108 000	650	10
	per m <sup>2</sup>		39	30	0,181	0,003
Barnehage	totalt	1650	34 000	30 000	120	2
	per m <sup>2</sup>		21	18	0,076	0,001

De tre boligblokk eksemplene er basert på det samme referanseprosjektet men med forskjellige antagelser om behov for oppvarming. Alle tre referanseprosjekt har enkle grunnforhold, noe som fører til lavere estimert utslipp fra anleggsmaskiner enn ved vanskelige grunnforhold.

Energibehov og utslipp fra anleggsplasser er estimert for tre referanseprosjekt, et VA-prosjekt og et samferdselsprosjekt. Tabellen nedenfor viser resultatene, totalt og per entreprisekrone (målt i MNOK).

#### Oversikt over totalt energibehov og utslipp ved tre type anleggsplasser, totalt og per entreprisekrone (MNOK)

Type anleggsplass		Energibehov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
VA-prosjekt	totalt	149 000	131 000	800	40
	per MNOK	5 300	4 700	29	1,43
Mindre samferdselsprosjekt	totalt	26 000	23 000	90	1
	per MNOK	2 500	2 300	9	0,14
Større samferdselsprosjekt	totalt	348 000	308 000	2 900	132
	per MNOK	700	600	6	0,28

Det er stor variasjon i utslipp per entreprisekrone. Dette kan til dels forklares ved prosjektenes forskjell i innhold og andel anleggsarbeid. VA-prosjektet utgjøres nesten til hundre prosent av anleggsarbeid. Det større samferdselsprosjektet inkluderer andre kostandselementer som ikke fører til bruk av anleggsmaskiner, noe som fører til et lavere utslipp per entreprisekrone.

## Utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet i Oslo kommune

Det årlige utslippet fra bygg- og anleggsvirksomhet i Oslo kommune er estimert basert på informasjon fra referanseprosjektene.

For byggeplasser benyttes utslipp per kvadratmeter sammen med igangsatt bruksareal i 2017 for å skallere opp til kommunenivå. De tre referansebyggeplassene viser på hvor stor forskjell det kan være i energibruk og utslipp mellom ulike typer byggeplasser. Flerbrukshallen og Barnehagen er både spesielle bygg og byggeplasser hvor det har vært fokus på å redusere energibehov og utslipp. Disse er derfor mindre relevante for bruk til oppskalering på kommunenivå. I tabellen nedenfor vises estimert utslipp per kvadratmeter ved bruk av de samme forutsetningene og beregninger som ble benyttet ved beregnet utslipp per kvadratmeter for en «typisk» byggeplass i rapport om fossil- og utslippsfrie byggeplasser i 2017 /D57/. Andel areal for store byggprosjekter er oppdatert til tall for Oslo kommune; andelen store byggeprosjekter er omkring 75 prosent i Oslo kommune sammenlignet med 54 prosent nasjonalt.

**Energibehov og utslipp (CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>) per kvadratmeter fra en gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune. Justert for andel store byggeprosjekter (fra 54 prosent nasjonalt til 75 prosent i Oslo kommune). Basert på /D57/**

Aktivitet	Energibehov per m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> e [kg/m <sup>2</sup> ]	NO <sub>x</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	PM <sub>2.5</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Oppvarming	47 kWh	10	0,08	0,008
Innvendig oppvarming	34 kWh	6,1	0,05	0,006
Betongherding på plass	8 kWh	2,2	0,02	0,001
Betongherding fugestøp	4 kWh	1,1	0,01	0,001
Fasadeoppvarming	1 kWh	0,3	0,002	0,000
Anleggsmaskiner	30 kWh	24,5	0,37	0,005
<b>TOTALT</b>	<b>77 kWh</b>	<b>34 kg</b>	<b>0,45 kg</b>	<b>0,013 kg</b>

Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til estimert utslipp per kvadratmeter, spesielt til utslippet fra anleggsmaskiner. Som følge av hav- og fjordavsetninger er det store mektigheter med silt og leire i områder av Oslo kommune. Stedvis er tykkelsen av hav- og fjordavsetningene innenfor Oslo sentrum opptil 60-70 meter og i disse avsetningene er det stedvis påvist kvikkleire. /D75/ Referanseprosjektene for byggeplasser er alle eksempler på byggeplasser med relativt enkle grunnforhold. Det anses som sannsynlig at gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune har større behov for grunnarbeider enn hva som ligger til grunn i referanseprosjektene. På bakgrunn av dette justeres energibehovet for anleggsmaskiner opp med 50%. Denne justering bør oppdateres så snart det foreligger data for et prosjekt med vanskelige grunnforhold. Tabellen nedenfor viser estimert energibehov og utslipp fra en gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune, justert for vanskelige grunnforhold.

**Energibehov og utslipp (CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>) per kvadratmeter fra en gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune. Bruk av anleggsmaskiner justert for vanskelige grunnforhold.**

Aktivitet	Energibehov per m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> e [kg/m <sup>2</sup> ]	NO <sub>x</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	PM <sub>2.5</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Oppvarming	47 kWh	10	0,08	0,008
Innvendig oppvarming	34 kWh	6,1	0,05	0,006
Betongherding på plass	8 kWh	2,2	0,02	0,001
Betongherding fugestøp	4 kWh	1,1	0,01	0,001
Fasadeoppvarming	1 kWh	0,3	0,002	0,000
Anleggsmaskiner	45 kWh	37	0,555	0,0075
<b>TOTALT</b>	<b>92 kWh</b>	<b>47 kg</b>	<b>0,64 kg</b>	<b>0,016 kg</b>

Som bakgrunn for estimert utslipp per entreprisekrone for den gjennomsnittlige anleggsplassen i Oslo kommune benyttes de tre referanseprosjektene for anleggsplasser. Det er stor usikkerhet knyttet til hvor stor andel av anleggsmarkedet hvert prosjekt henholdsvis kan tenkes representere. Det antas at

utslippsnivået fra VA-prosjektet er representativt for omtrent 60%, det større samferdselsprosjektet 30% og det mindre samferdselsprosjektet 10% av anleggsmarkedet. Tabellen nedenfor viser en oversikt over resulterende energibehov og utslipp per entreprisekrone for en gjennomsnittlig anleggsplass i Oslo kommune.

**Energibehov og utslipp (CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>) fra en gjennomsnittlig anleggsplass, per entreprisekrone (MNOK).**

Type anleggsplass	Andel av BA-markedet	Energibehov [kWh/MNOK]	CO <sub>2</sub> e [kg/MNOK]	NO <sub>x</sub> [kg/MNOK]	PM <sub>2.5</sub> [kg/MNOK]
VA-prosjekt	60%	5 300	4 700	29	1,43
Mindre samferdselsprosjekt	10%	2 500	2 300	9	0,14
Større samferdselsprosjekt	30%	700	600	6	0,28
'Gjennomsnittlig' anleggsplass		3 640	3 230	20	0,96
Større anleggsmaskiner		3 552	3 143	20	1
Mindre anleggsmaskiner		106	94	0,38	0,01

Igangsatt bruksareal i 2017 /D69, D70/ og størrelsen på anleggsmarkedet i 2017 /D71/ benyttes for å skallere opp prosjektdataene til kommunenivå. Tabellen nedenfor viser estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune, justert for vanskelige grunnforhold.

**Estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune, justert for vanskelige grunnforhold**

Aktivitet	Energibehov [MWh]	CO <sub>2</sub> e [tonn]	NO <sub>x</sub> [tonn]	PM <sub>2.5</sub> [tonn]
Byggeaktivitet	109 160	55 450	756	19
Anleggsaktivitet	24 300	21 500	132	6
<b>TOTALT</b>	<b>133 460</b>	<b>76 950</b>	<b>888</b>	<b>25</b>

Scenarioberegningene i kap. 5 viser på betydelig usikkerhet og at CO<sub>2</sub>e utslippet fra bygge og anleggsaktivitet i 2018 ligger mellom 44 300 og 122 200 tonn CO<sub>2</sub>e, med en forventningsverdi på 80 700 tonn CO<sub>2</sub>e.

### Teknologi og kostnadsutvikling for oppvarming

Nullutslippsløsninger innen oppvarming og uttørking er i bruk i dag, og teknologien på sekundærsiden av energikilde og eventuell overføring, for eksempel vannbårne systemer på byggeplassen, er relativt moden. Det kan imidlertid være mulig å hente ut noen stordriftsfordeler dersom markedsandelen til fossil- og utslippsfrie oppvarmingsløsninger øker. Sannsynligvis vil hoveddelen av kostnadsutviklingen styres av sluttbrukerprisen for energibærerne.

Innenfor oppvarming og uttørking på byggeplassen dreier utviklingen frem mot 2020 og 2030 derfor seg om andre alternativer til oppvarming som kan benyttes i de tilfeller da muligheten for bruk av dagens alternativer er begrenset. Eksempel på slike nye løsninger kan være bruk av store mobile batteribanker eller hydrogen.

Utviklingen for utslippsfri oppvarming basert på hydrogen kan skje raskt. Der hvor naturgass benyttes for bygningsoppvarming idag kan hydrogen erstatte naturgass som energibærer /D68/. Veien derfra til å erstatte bruk av naturgass med hydrogen til oppvarming og uttørking på byggeplassen er sannsynligvis ikke lang. Gitt videre utvikling av infrastrukturen for hydrogen i Norge kan aktørenes forventning om tilgang til hydrogen som alternativ til oppvarming rundt 2020 være realistisk.

### Teknologi og kostnadsutvikling for anleggsmaskiner

Utviklingen innen utslippsfrie anleggsmaskiner har vært stor de siste årene. Tidligere var det kun anleggsmaskiner tilkoblet kraftnettet via en kabel, håndholdt utstyr og mindre maskiner som var

tilgjengelig elektrisk, mens det i dag for eksempel er tatt i bruk store, batterielektriske gruvelastere på markedet i USA. I tillegg lanseres en 25 tons batterielektrisk gravemaskin i Norge i løpet av 2018 /D72/. Investeringskostnadene for elektriske anleggsmaskiner kan være fra 20% høyere til omtrent tre ganger så høy, avhengig av type anleggsmaskin.

Størstedelen av merkostnaden for batterielektriske anleggsmaskiner skyldes prisen på batterier. Det har vært en signifikant reduksjon i batterikostnader de siste årene, og DNV GL forventer at kostnadene vil fortsette å falle frem mot 2020. DNV GL forventer sterk videre vekst i batterimarkedet frem mot 2030, drevet av både økt behov etter balansering i kraftsystemet og i det elektriske personbilmarkedet. Med den forventede utviklingen innen batteriteknologi er det trolig at nærmest alle typer anleggsmaskiner vil kunne elektrifiseres innen 2030.

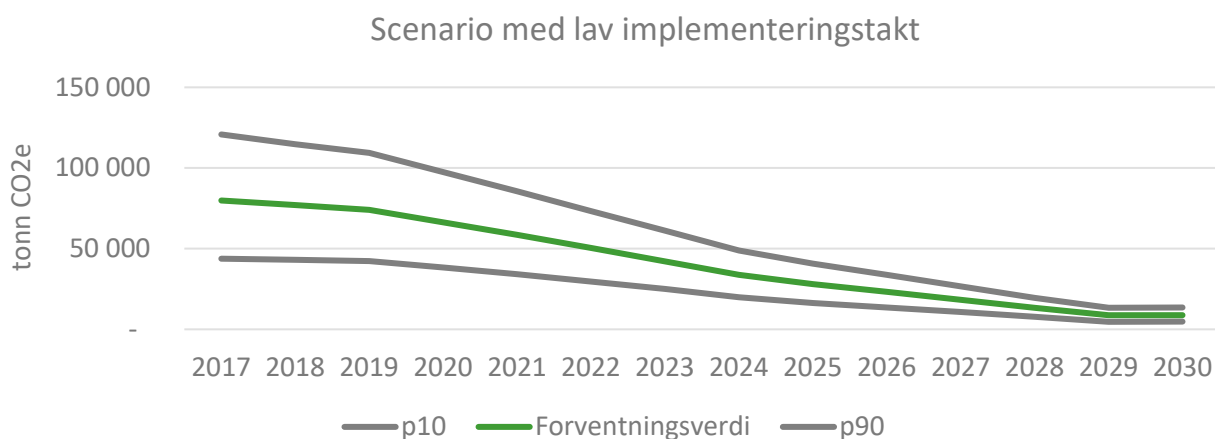
### Potensialet for utslippsreduksjon

Potensialet for utslippsreduksjon fra bygge- og anleggsplasser i Oslo kommune estimeres ut fra sammenligning mellom en referansebane, hvor en fortsetter som idag uten implementering av utslippsfrie alternativer, og to fremtidige scenarier for iverksettelse av utslippsfrie alternativer på bygge- og anleggsplasser.

Det første scenarioet forutsetter lav implementeringstakt av utslippsfrie teknologier. Scenarioet legger til grunn at det kreves arbeid og endringer i bransjen for at utslippsfrie løsninger skal kunne tas i bruk i stort omfang på bygge- og anleggsplasser. Den globale etterspørselen etter anleggsmaskiner uteblir og/eller batterikostnadene synker i lavere takt enn forventet.

Antagelser om implementeringstakt:

- Nullutslippsteknologier for oppvarming og uttørking tas i bruk gradvis frem mot 2025.
- Mindre anleggsmaskiner (antatt levetid 5-7 år) byttes ut mot helelektriske innen 2025.
- Større anleggsmaskiner (antatt levetid 5-15 år) erstattes med nullutslippsteknologier fra 2020 og gradvis frem mot 2030.



### Simulert utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune frem mot 2030 ved lav implementeringstakt av nullutslippsteknologier.

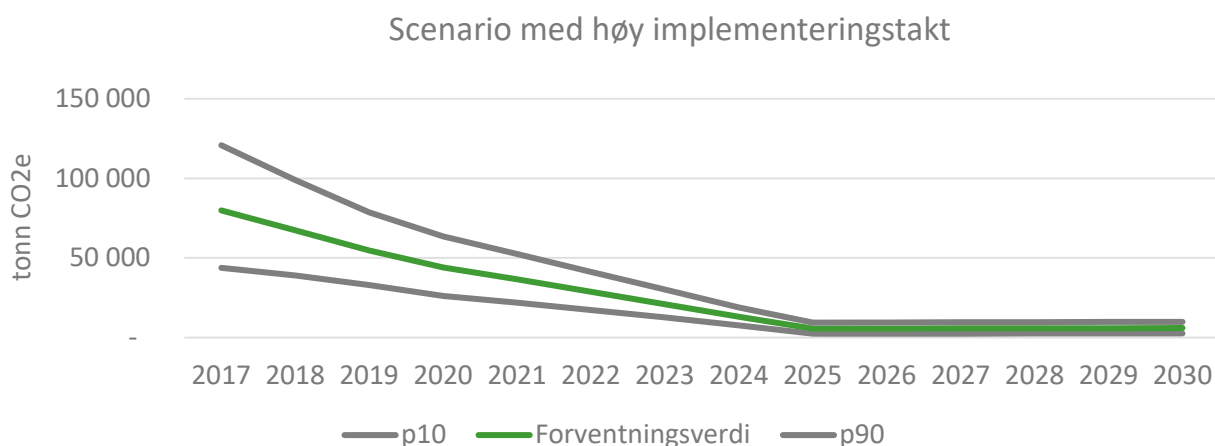
For scenarioet med lav implementeringstakt er forventet potensiale for reduksjon sammenlignet med referansebanen 17 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2020, 59 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2025 og 83 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2030.

Scenariet med høy implementeringstakt er basert på at byggherren på bygge- og anleggsplasser i Oslo kommune stiller krav til utslippsfrie byggeplasser. For å nå dette scenarioet så må alle byggeplasser som starter opp i 2023 være nest inntill utslippsfrie og krav om utslippsfrie byggeplasser må tre ikraft minst 2

år før for å få fortgang i utviklingen. Det forventes at det i spesielle tilfeller kan være behov for å benytte konvensjonell teknologi til tross for krav om utslippsfri byggeplass.

Antagelser om implementeringstakt:

- Nullutslippsteknologier for oppvarming og uttørking tas i bruk innen 2020 men 10% av all oppvarming er fortsatt basert på fossile energikilder i 2020 og frem mot 2030.
- Mindre anleggsmaskiner byttes ut mot helelektriske innen 2025 i likhet med scenariot med lav implementeringstakt.
- Større anleggsmaskiner erstattes i liten grad frem mot 2020, men erstattes i rask takt med nullutslippsteknologier frem mot 2025



### **Simulert utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune frem mot 2030 ved høy implementeringstakt av nullutslippsteknologier.**

For scenarioet med høy implementeringstakt er forventet potensiale for reduksjon sammenlignet med referansebanen 39 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2020, 81 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2025 og 86 000 tonn i 2030.

### **Aktørbildet**

I en byggeprosess er det mange aktører som er involvert. Byggeprosessen starter med byggherrens ide om et nytt bygg og avsluttes når bygget tas i bruk. Aktørene kan påvirke prosessen på forskjellige måter, f.eks. ved å stille krav, både til selve byggeprosessen og til endelig bygg.

For å omtale hvem som har ansvar for utslippet på byggeplassen refererer vi til det mest brukte globale standardiserte rammeverket for å måle og håndtere klimagassutslipp fra privat og offentlig sektor, Green House Gas (GHG) Protocol. Organisasjonen står bak verdens mest brukte standarder for klimaregnskap, blant annet et rammeverk for selskaper (GHG Protocol Corporate Standard) og et rammeverk for byer (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories).

Ved applisering av GHG Protocol sitt rammeverk for byer på bygge- og anleggsplasser så er Byggherren den aktør som er ansvarlig for utslippet. Dette grunnet at scope-definisjonene for en by skiller seg fra hvordan de er definert for et selskap. Scope 1 utslipp er utslipp som skjer innenfor grensen til byen. Scope 2 utslipp er utslipp som skjer som følge av bruk av nett-distribuert elektrisitet, varme, damp og/eller kjøling innenfor byens grenser. Scope 3 inkluderer de utslipp som skjer utenfor byens grenser og som er et resultat av aktiviteter innenfor byens grenser. Byggeplassen kan tenkes representere byen og grensene til byggeplassen representerer bygrensen. Ansvarlig for utslippet på byggeplassen skulle da være Byggherren, som er den aktør som er ansvarlig for og står bak utbyggingen.



## 1 INNLEDNING

Det har de siste årene vært økt oppmerksomhet rundt utslipp fra landets byggeplasser. I dag benyttes det hovedsakelig fossile energikilder på bygge- og anleggsplasser og forbruk av anleggsdiesel utgjør rundt 10 % av Oslos klimagassutslipp<sup>1</sup>. Potensialet for utslippskutt gjennom å ta i bruk fossil- og utslippsfrie løsninger på byggeplassen anses å være betydelig.

I denne rapport har DNV GL på oppdrag fra Klimaetaten i Oslo Kommune estimert forbruket av fossilt drivstoff til oppvarming og anleggsmaskiner og tilhørende utslipp fra bygg- og anleggsplasser i Oslo. Studien ser også nærmere på tilgjengelig teknologi, kostnadsutvikling og hvilke aktører som er involvert og har eierskap eller mulighet til å påvirke utslippene. På grunnlag av dagens situasjon er det utarbeidet to scenarier, med ulik implementeringstakt av ny teknologi, mot utslippsfrie bygg- og anleggsplasser i 2030. Studien baserer seg på DNV GLs rapport om Utslippsfrie byggeplasser utarbeidet i 2017 på oppdrag av Norsk Fjernvarme, Energi Norge og Enova /D57/.

Formålet med rapporten er å danne et kunnskapsgrunnlag for utredning av tiltak for økt andel lav- og nullutslippskjøretøy og -maskiner i anleggsvirksomheten i Oslo kommune.

Alle bygg- og anleggsprosjekt er forskjellige og variasjonen i energibruk og utslipp er stor fra prosjekt til prosjekt. I tillegg finnes det foreløpig begrenset med erfaringstall som beregninger kan baseres på. Dette gir en signifikant usikkerhet forbundet med tallene som presenteres i rapporten. Rapporten må dermed sees på som et tidlig steg for å få på plass bedre dokumentasjon. Ettersom datagrunnlaget forberedes og flere erfaringstall blir tilgjengelige vil beregningene kunne oppdateres og konklusjonene forbedres.

### 1.1 Definisjoner

Begrepene utslippsfri og fossilfri brukes ofte om hverandre i forbindelse med utslipp fra byggeplasser. Derfor har vi her presisert hva vi legger i disse begrepene i denne rapporten.

En utslippsfri byggeplass innebærer bruk av energikilder som ikke fører til utslipp av CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub> eller PM på byggeplassen. Utslippsfrie alternativer til oppvarming inkluderer oppvarming basert på elektrisitet, fjernvarme og andre energibærere som ikke fører til CO<sub>2</sub>e-, NO<sub>x</sub>- eller PM-utslipp på byggeplassen. Utslippsfrie alternativer ved bruk av anleggsmaskiner inkluderer batterielektriske maskiner og elektriske maskiner koblet direkte til strømmettet. Når det gjelder transport inkluderer utslippsfrie alternativer batterielektriske eller hydrogen-drevne lastebiler. På lengre sikt kan det også tenkes at det vil utvikles andre utslippsfrie alternativer som vil erstatte eller kan komme i tillegg til de utslippsfrie alternativene nevnt ovenfor.

I tillegg til de utslippsfrie alternativene nevnt i avsnittet over inkluderer fossilfrie alternativer bruk av biobasert brensel, herunder pellets, bioetanol, biodiesel, HVO og biogass. En fossilfri byggeplass innebærer bruk av biobaserte energikilder. Ved bærekraftig forvaltning av arealer bidrar biobaserte energikilder ikke til netto utslipp av CO<sub>2</sub>. Isteden slippes CO<sub>2</sub> som inngår i naturens naturlige kretsløp ut og ved bærekraftig forvaltning av arealer vil CO<sub>2</sub>, som slippes ut ved høsting og forbrenning, tas opp i nye planter og trær som vokser opp. /D59/

### 1.2 Metode

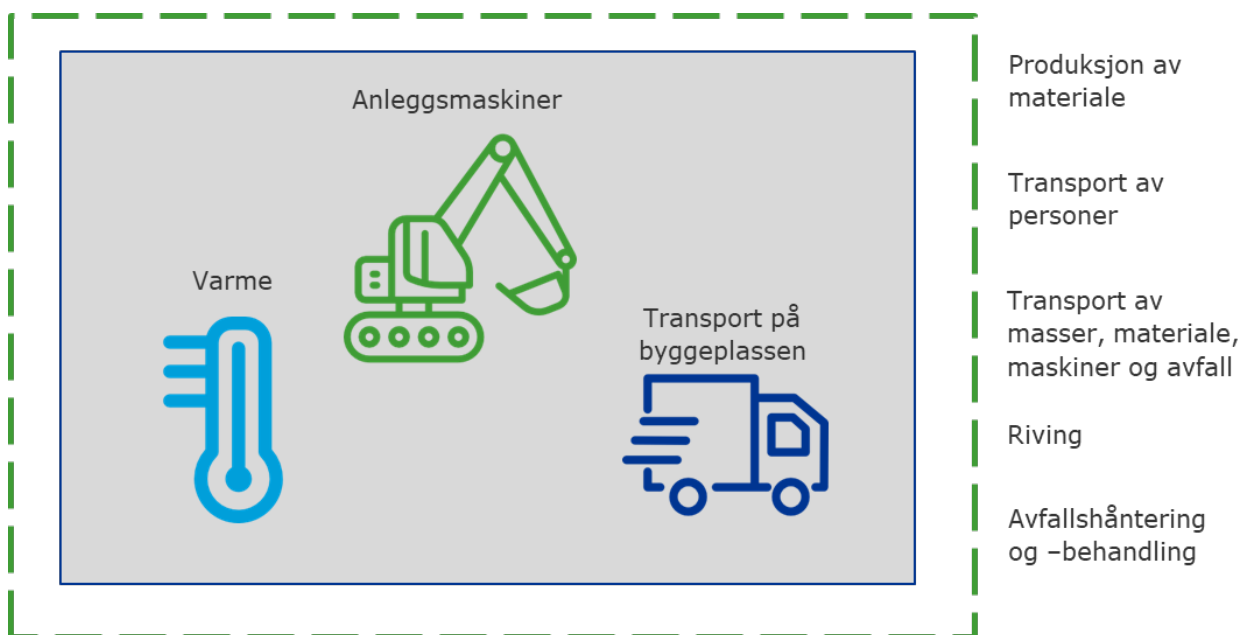
I dette kapittelet gjør vi kort rede for innhold og metoden vi benytter for å komme frem til resultatene i rapporten.

---

<sup>1</sup> Beregnet som andel av utslipp fra dieseldrevne motorredskaper av totale direkte utslipp av klimagasser i Oslo kommune 2016 (Klimagasser, etter region, kilde (aktivitet), komponent, statistikkvariabel og år (fylkesfordelt), Statistikkbanken, SSB 2018).

I rapporten konsentrerer vi oss om aktiviteter *på byggeplassen*. Fokuset er på aktiviteter som fører til bruk av avgiftsfri diesel. Energibruk og utslipp knyttet til produksjon av materialer eller andre aktiviteter forbundet med byggeprosessen som skjer andre steder enn på selve byggeplassen omfattes ikke av analysen. I rapporten går vi heller ikke inn på eller vurderer utslippsfaktorer knyttet til produksjon av ulike energibærere. I rapporten legges det til grunn at hverken elektrisitet eller fjernvarme fører til utslipp på byggeplassen.

Figur 1 illustrerer hvilke aktiviteter som er inkludert i analysen, innenfor det grønne markerte feltet. Aktiviteter som er satt utenfor det grønne markerte feltet er aktiviteter som er utenfor scope for denne analysen.



**Figur 1. Fokus i analysen er på aktiviteter på byggeplassen som benytter avgiftsfri diesel<sup>2</sup>.**

I kapittel 2 kartlegges energiforbruket og utslippet for bygg og anleggsplasser basert på ulike typer byggeplasser; en «typisk» byggeplass fra rapporten «Fossil og utslippsfrie byggeplasser» /D57/ og ny informasjon om fra bygg- og anleggsprosjekt i Oslo kommune. For disse prosjektene beregnes energiforbruk og utslipp per kvadratmeter og/eller per prosjektkostnad i MNOK.

Basert på kartlagt energiforbruk og utslipp for bygg- og anleggsplassene beregner vi i kapittel 3 gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet i Oslo kommune. For å skalere opp verdiene fra eksempelprosjektene til regionale tall for Oslo har vi benyttet:

- Igangsatt bruksareal for Oslo, basert på SSB-statistikk (byggeplasser) /D69, D70/
- Markedsstatistikk, utarbeidet av Prognosesenteret (anleggsplasser) /D71/

I kapittel 4 gir vi en oversikt over tilgjengelige fossil- og utslippsfrie alternativer som finnes i dag, før vi i kapittel 5 gir et anslag for potensialet for utslippsreduksjon fra anleggs- og byggevirkosomhet i Oslo frem mot 2030, ved henholdsvis lav og høy implementeringstakt. Potensialet for utslippsreduksjon beregnes ut fra en referansebane. Referansebanen innebærer en utvikling uten økt bruk av fossilfrie og utslippsfrie løsninger.

<sup>2</sup> Ikoner laget av Freepik; Vignesh Oviyan, [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

Rapporten avsluttes med et kapittel om aktørbildet, hvor det geografiske markedet omtales, hvem som eier utslippene og hvilke aktører som har mulighet til å påvirke.

### 1.2.1 Bruk av utslippsfaktorer

Utslipp av klimagasser i rapporten er beregnet i form av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (CO<sub>2e</sub>) og for dette har vi i hovedsak benyttet utslippsfaktorer fra SSB /D60/. For CO<sub>2e</sub>-utslipp fra HVO100 er det benyttet faktorer utarbeidet av det britiske miljøverndepartementet (Department for Environment, Food & Rural Affairs - DEFRA). DEFRA har publisert oppdaterte faktorsett hvert år siden 2002, i rapporten er faktorsett for 2017 benyttet.

NO<sub>x</sub> er en fellesbetegnelse for nitrogenforbindelsene NO og NO<sub>2</sub>. I denne rapporten er NO<sub>x</sub>-utslipp beregnet basert på Euro IV-krav til utslipp av nitrogenforbindelser for transport og miljøkrav for anleggsmaskiner, samt SSBs faktor for *V15 auto diesel for motorisert utstyr /D60/* for de kilder hvor anleggsmaskinens effekt ikke er spesifisert.

I Norge er det svevestøv og NO<sub>2</sub> som bidrar mest til lokal forurensning og det er særlig svevestøv som gir risiko for helseskader /D61/. Svevestøv måles ved utslipp av mindre partikler med henholdsvis en diameter på 10 og 2,5 µm (PM10 og PM2,5). I denne rapport estimeres utslipp av svevestøv ved utslipp av PM2,5. For PM2,5 er utslippsfaktorer fra SSB for *V15 auto diesel for motorisert utstyr /D60/* benyttet.

## 2 KARTLEGGING AV UTSLIPP

I dette kapittelet beregner vi energibehovet og tilhørende utslipp for henholdsvis byggeplasser og anleggs plasser.

### 2.1 Energibehov og utslipp fra byggeplasser

Tabell 1 viser en oversikt over estimert energibehov og utslipp for ulike typer byggeplasser, basert på erfaringstall og data innhentet fra konkrete prosjekter i Oslo og omegn.

**Tabell 1. Oversikt over totalt energibehov og utslipp ved ulike typer byggeplasser, totalt og per kvadratmeter**

Type byggeplass		Areal [m <sup>2</sup> ]	Energibehov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
Boligblokk – høyt utslipp oppvarming	totalt	10 000	2 757 000	902 000	30 750	620
	per m <sup>2</sup>		276	90	3,075	0,062
Boligblokk – middels utslipp oppvarming	totalt	10 000	1 352 000	463 000	4 180	380
	per m <sup>2</sup>		135	46	0,418	0,038
Boligblokk – lavt utslipp oppvarming	totalt	10 000	1 352 000	243 000	3 730	200
	per m <sup>2</sup>		135	24	0,373	0,020
Flerbrukshall	totalt	3600	141 000	108 000	650	10
	per m <sup>2</sup>		39	30	0,181	0,003
Barnehage	totalt	1650	34 000	30 000	120	2
	per m <sup>2</sup>		21	18	0,076	0,001

Hvert prosjekt kan deles inn i tre aktiviteter som fører til utslipp:

- Produksjon av varme og elektrisitet til oppvarming og uttørking
- Bruk av større anleggsmaskiner
- Bruk av mindre anleggsmaskiner

I det følgende beskrives disse aktivitetene og tilhørende utslipp nærmere.

#### 2.1.1 Utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet til oppvarming og uttørking

Midlertidig oppvarming og uttørking på byggeplassen kalles ofte byggvarme. Byggvarme benyttes til innvendig oppvarming og uttørking av fukt, betongherding, fasadeoppvarming og tining/frostsikring. I dag er diesel og propan de to energikildene som i størst grad benyttes til oppvarming. I forbindelse med innvendig oppvarming benyttes også elektrisitet og fjernvarme i betydelig grad, samt pellets og biodrivstoff i noe grad.

Oppvarming og uttørking på byggeplassen kan deles inn i tre aktiviteter 1) oppvarming ved støping av dekke på byggeplassen (betongherding), 2) fasadeoppvarming og 3) innvendig oppvarming. Oppvarming på byggeplassen brukes til uttørking av materiale og for å oppnå tilfredsstillende temperatur når det er for kaldt ute til å kunne gjennomføre nødvendig arbeid. Oppvarmingsbehovet er altså i stor grad styrt av utetemperaturen. Generelt kan man si at oppvarmingsbehovet i hovedsak er begrenset til perioden fra november til og med mars. I øvrige deler av året er oppvarmingsbehovet neglisjerbart.

Tabell 2 gir en oversikt over estimert energibehov og utslipp fra oppvarming for tre byggeplasser.

**Tabell 2. Oversikt over energibehov og utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet ved ulike typer byggeplasser**

Type byggeplass	Periode	Areal [m <sup>2</sup> ]	Energi-behov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
Boligblokk – høyt utslipp*	nov-mar	10 000	2 482 500	659 052	27 029	416
Boligblokk – middels utslipp**	nov-mar	10 000	1 077 750	220 536	454	181
Boligblokk – lavt utslipp***	nov-mar	10 000	1 077 750	0	0	0
Flerbrukshall****	nov-des (over 1 år)	3 600	19 068	41	208	3
Barnehage	apr-nov	1 650	-	-	-	-

\*Høyt energibehov og 100% avgiftsfri diesel, \*\*Middels energibehov og 100% propan, \*\*\*middels energibehov og 100% fjernvarme, \*\*\*\*100% HVO

### 2.1.2 Utslipp fra større anleggsmaskiner

Større anleggsmaskiner defineres som anleggsmaskiner med en motoreffekt høyere enn 37kW /D05/. Større anleggsmaskiner kan deles i to kategorier; maskiner til grunnarbeid og til bygningsarbeid. For grunnarbeid brukes ofte større, dieseldrevne maskiner som gravere og pelemaskiner. Antall anleggsmaskiner og deres brukstid vil variere med kompleksiteten til grunnforholdene. Det er stor variasjon i bruk av anleggsmaskiner fra byggeprosjekt til byggeprosjekt, fra prosjekter med enkle grunnforhold som kun krever et par gravere i noen måneder til prosjekter som i tillegg krever maskiner for utskifting av masse, peling osv. Kompleksiteten av prosjekter påvirker i betydelig grad energibruken og utslipp fra anleggsmaskiner på byggeplassen.

Til bygningsarbeid brukes gjerne dieseldrevne mobilkraner, i kombinasjon med tårnkraner og lifter. Bruk av tårnkran er ikke inkludert i beregningene, ettersom disse i hovedsak allerede er elektriske.

Tabell 3 gir en oversikt over energibehov og utspill fra større anleggsmaskiner fra tre forskjellige byggeplasser.

**Tabell 3. Oversikt over energibehov og utslipp fra større anleggsmaskiner**

Type byggeplass	Grunnforhold	Areal [m <sup>2</sup> ]	Energi-behov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg] <sup>3</sup>	PM2.5 [kg] <sup>2</sup>
Boligblokk	Enkle	10 000	246 131	217 809	3 282	164
Flerbrukshall	Enkle (tennisbaner)	3600	122 407	108 322	444	7
Barnehage	Enkle (berg)	1650	33 520	29 663	122	2

Alle de tre eksemplene på byggeplasser har grunnforhold som er relativt enkle. Dette medfører en risiko for underestimering av utslipp fra større anleggsmaskiner ved en oppskalering til tall på kommunenivå basert på disse verdiene.

### 2.1.3 Utslipp fra mindre anleggsmaskiner

Mindre anleggsmaskiner defineres som maskiner med motoreffekt lavere enn 37kW /D05/. Denne gruppen inkluderer flere tradisjonelt fossildrevne maskiner slik som mini hjullaster, mini gravemaskiner, boremaskiner, asfaltspredere, vibroplater, gressklippere og motorsager.

Det foreligger lite informasjon om forbruk av avgiftsfri diesel som følge av bruk av mindre anleggsmaskiner på byggeplasser. Det er sannsynlig at dette forbruket enten rapporteres sammen med

<sup>3</sup> Det betydelig høyere utslippet av NO<sub>x</sub> og PM2.5 for boligblokken skyldes at anleggsmaskinene i dette prosjekt har motortype Steg IIIA og utslipp er beregnet basert på utslippskrav innen EU for dieseldrevne utslippsmaskiner. For flerbrukshallen og barnehagen er motortype og effektkategori ikke definert og SSBs utslippsfaktor for motorisert utstyr er derfor benyttet.

forbruket til de større anleggsmaskinene eller ikke rapporteres i det hele tatt. I eksempelprosjektene foreligger kun informasjon mindre anleggsmaskiner i form av anleggsgartnerutstyr og vibroplate. Tabell 4 gir en oversikt over energibehov og utslipp fra mindre anleggsmaskiner i eksempelprosjektene.

**Tabell 4. Oversikt over energibehov og utslipp fra mindre anleggsmaskiner, per m2**

Type byggeplass	Grunnforhold	Areal [m2]	Energi-behov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
Boligblokk	Enkle	10 000	28 323	25 064	444	38
Flerbrukshall	Enkle (tennisbaner)	3600	-	-	-	-
Barnehage	Enkle (berg)	1650	882	781	3	0,05

#### 2.1.4 Evt. annet utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel som fremkommer fra datagrunnlaget

Det er ikke identifisert annen bruk av avgiftsfri diesel i referanseprosjektene.

## 2.2 Energibehov og utslipp fra anleggsplasser

Som bakgrunn for beregning av energibehov og utslipp fra anleggsplasser benyttes et referanseprosjekt fra Vann og Avløpsetaten (VAV) og to referanseprosjekt fra Bymiljøetaten (BYM) i Oslo kommune.

Referanseprosjektet fra VAV er en anleggsplass med graving av ca. 800 meter kombinertgrøft med vanlige til vanskelige grunnforhold. Prosjektet er estimert til å være representativt for ca. 40 % av VAVs prosjekter. Det første referanseprosjektet fra BYM er en anleggsplass for et mindre samferdselsprosjekt ved Akershusstranda. Det er et lite sykkeltiltak med en varighet på ca 6 måneder. Det andre referanseprosjektet fra BYM er en anleggsplass for et større samferdselsprosjekt, et trikkeprosjekt ved Tinghuset og Tullinløkka med en varighet på omtrent 2 år. Prosjektet går ut på å oppgradere trikkeinfrastrukturen fra Tinghuset til Holbergs plass, med midlertidig spor over Tullinløkka. I tillegg oppgraderes overvannsløsninger, kabeltraseer og vann- og avløpsinfrastruktur.

Referanseprosjektet fra VAV omtales i det videre som VA-prosjektet og referanseprosjektene fra BYM som det mindre og det større samferdselsprosjektet. Ikke for noen av prosjektene er det identifisert behov for midlertidig oppvarming på anleggsplassen. Derimot er det identifisert bruk av større og mindre anleggsmaskiner. Tabell 5 viser en oversikt over estimert energibehov og utslipp for de tre anleggsplassene.

**Tabell 5. Oversikt over totalt energibehov og utslipp ved tre type anleggsplasser, totalt og per entreprisekrone (MNOK)**

Type anleggsplass		Energibehov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
VA-prosjekt	totalt	149 000	131 000	800	40
	per MNOK	5 300	4 700	29	1,43
Mindre samferdselsprosjekt	totalt	26 000	23 000	90	1
	per MNOK	2 500	2 300	9	0,14
Større samferdselsprosjekt	totalt	348 000	308 000	2 900	132
	per MNOK	700	600	6	0,28

Det er stor variasjon i utslipp per entreprisekrone. Dette kan til dels forklares ved prosjektenes forskjell i innhold og andel anleggsarbeid. VA-prosjektet utgjøres nesten hundre prosent av anleggsarbeid. Det større samferdselsprosjektet inkluderer andre kostandselementer som ikke fører til bruk av anleggsmaskiner, noe som fører til et lavere utslipp per entreprisekrone.

I det følgende presenteres energibehov og utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet og større og mindre anleggsmaskiner for hvert prosjekt. For detaljert informasjon og beregninger se vedlegg A.

### 2.2.1 Utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet

I forbindelse med de tre anleggsprosjektene er det ikke identifisert behov for midlertidig oppvarming eller uttørking på anleggsplassen.

### 2.2.2 Utslipp fra større anleggsmaskiner

VA-prosjektet har vanlige til vanskelige grunnforhold og kan dermed forventes gi et middels til høyt anslag på utslipp fra større anleggsmaskiner.

**Tabell 6. Oversikt over energibehov og utslipp fra større anleggsmaskiner**

Type anleggsplass	Energi-behov [kWh]	CO <sub>2e</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
VA-prosjekt	144 076	127 497	783	40
Mindre samferdselsprosjekt	25 945	22 960	94	1
Større samferdselsprosjekt	333 206	294 864	2 843	132

### 2.2.3 Utslipp fra mindre anleggsmaskiner

I VA-prosjektet ble det benyttet flere mindre anleggsmaskiner så som hoppetusser, asfалtspredere og hjullaster. I forbindelse med det større samferdselsprosjektet er det rapportert inn bruk av to mini gravemaskiner og en liten hjuldumper mens det for det mindre samferdselsprosjektet ikke er rapportert inn noe bruk av mindre anleggsmaskiner.

**Tabell 7. Oversikt over energibehov og utslipp fra mindre anleggsmaskiner**

Type anleggsplass	Energi-behov [kWh]	CO <sub>2e</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
VA-prosjekt	4 499	3 982	16	0,25
Mindre samferdselsprosjekt	-	-	-	-
Større samferdselsprosjekt	15 214	13 463	55	0,85

### 2.2.4 Evt. annet utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel som fremkommer fra datagrunnlaget

I tillegg til bruk av større og mindre anleggsmaskiner ble det ved VA-prosjektet brukt fire lastebiler med et totalt forbruk av avgiftsfri diesel på 14 500 liter med et tilsvarende CO<sub>2e</sub>-utslipp på omkring 60 tonn. Det er også rapportert inn transportdata for det mindre samferdselsprosjektet.

Transport utenfor byggeplassen holdes utenfor denne analysen og er derfor ikke tatt med i de videre beregningene.



### 3 UTSLIPP FRA BYGG- OG ANLEGGSVIRKSOMHET I OSLO KOMMUNE

I denne delen av rapporten gir vi en indikasjon på nivået av energibehov og utslipp fra bygge- og anleggsplasser i Oslo kommune. Vi benytter beregnet energibehov og utslipp i kapittel 2 til å estimere utslipp per kvadratmeter og entreprisekrone. Utslipp per entreprisekrone måles per million kroner (MNOK). Et anslag på energibehov og utslipp fra bygge- og anleggsplasser i Oslo kommune gis basert på igangsatt bruksareal i 2017 og størrelsen på anleggsmarkedet i 2017.

#### 3.1 Utslipp per kvadratmeter og entreprisekrone

Basert på kartleggingen av energibehov og beregnet utslipp knyttet til bruk av oppvarming, anleggsmaskiner og transport i kapittel 2 beregner vi i dette avsnitt utslipp per kvadratmeter for henholdsvis bygge- og anleggsplasser.

##### 3.1.1 Utslipp per kvadratmeter for byggeplasser

De tre byggeplassene i kapittel 2.1 er eksempel på hvor stor forskjell det kan være i energibruk og utslipp mellom ulike typer byggeplasser. Flerbrukshallen og Barnehagen er både spesielle bygg og byggeplasser hvor det har vært fokus på å redusere energibehov og utslipp. Disse er derfor mindre relevante for bruk til oppskalering på kommunenivå. Vi har derfor valgt å legge til grunn de samme forutsetningene og beregninger som ble benyttet ved beregnet utslipp per kvadratmeter for en «typisk» byggeplass i rapport om fossil- og utslippsfrie byggeplasser i 2017 /D57/. Det som er endret er andel areal for store byggprosjekter. Andelen store byggprosjekter er omkring 75 prosent i Oslo kommune sammenlignet med 54 prosent nasjonalt.

Tabell 8 gir en oversikt over forutsetningene som er lagt til grunn ved beregningene av energibehov og utslipp per kvadratmeter, basert på kartlegging av energibehov i rapport om fossil- og utslippsfrie byggeplasser i 2017 /D57/.

**Tabell 8. Forutsetninger for beregning av energibehov og utslipp for en gjennomsnittlig stor byggeplass. Boligblokk 10 000m<sup>2</sup>. Basert på /D57/**

<b>Forutsetninger</b>						
Areal	10 000 m <sup>2</sup>					
Andel store bygg	75 %					
Andel andre bygg	25 %					
Oppvarmingsbehov	November til og med mars					
<b>Aktivitet</b>	<b>Oppvarmingsbehov</b>	<b>Andel</b>	<b>Areal*</b>	<b>Energibehov elektrisitet pr. m<sup>2</sup></b>	<b>Energibærere</b>	
Oppvarming	75%					
Støping av dekke på plass (betongherding)	5/12	35 %	2 625 m <sup>2</sup>	70 kWh	Diesel (50%), propan (50%)	
Fugestøp (betongherding)	5/12	65 %	4 875 m <sup>2</sup>	15 kWh	Diesel (50%), propan (50%)	
Fasadeoppvarming	5/12	5 %	375 m <sup>2</sup>	40 kWh	Diesel (50%), propan (50%)	
Innvendig oppvarming	5/12	100 %	7 500 m <sup>2</sup>	110 kWh	Diesel (34%), propan (31%), fjernvarme (13%), elektrisitet (18%), pellets (2%), biodrivstoff (2%)	
Anleggsmaskiner	NA	100 %	10 000 m <sup>2</sup>	30 kWh	Diesel (100%)	

\* Areal med oppvarmingsbehov. Beregnet basert på «areal», «oppvarmingsbehov» og «andel»

Tabell 9 presenterer resulterende utslipp per kvadratmeter med justert andel store byggeprosjekter fra 54 prosent til 75 prosent, tabellen inkluderer også beregnet utslipp for PM2.5.

**Tabell 9. Energibehov og utslipp (CO<sub>2e</sub>, NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>) per kvadratmeter fra en gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune. Justert for andel store byggeprosjekter (fra 54 prosent nasjonalt til 75 prosent i Oslo kommune). Basert på /D57/**

Aktivitet	Energibehov per m <sup>2</sup>	CO <sub>2e</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	NO <sub>x</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	PM <sub>2.5</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Oppvarming	47 kWh	10	0,08	0,008
Innvendig oppvarming	34 kWh	6,1	0,05	0,006
Betongherding på plass	8 kWh	2,2	0,02	0,001
Betongherding fugestøp	4 kWh	1,1	0,01	0,001
Fasadeoppvarming	1 kWh	0,3	0,002	0,000
Anleggsmaskiner	30 kWh	24,5	0,37	0,005
<b>TOTALT</b>	<b>77 kWh</b>	<b>34 kg</b>	<b>0,45 kg</b>	<b>0,013 kg</b>

Beregnet utslipp fra oppvarming for eksempelbyggeplassen *Boligblokk – høyt utslipp*<sup>4</sup> i kap. 2.1.1 er 65 kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>. Utslipp per kvadratmeter for den typiske byggeplassen i Oslo kommune (Tabell 9) er betydelig lavere, 10 kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>, dette skyldes flere faktorer:

- På en byggeplass er det kun behov for oppvarming i tidsperioden november til mars, dermed gir ikke alle byggeplasser opphav til utslipp fra oppvarming.
- For innvendig oppvarming benyttes allerede idag alternative energikilder så som fjernvarme, elektrisitet, pellets og biodrivstoff.
- Støping av dekke på plass (betongherding) er ikke relevant på alle byggeplasser<sup>5</sup>. Dersom det benyttes prefabrikkerte betongelementer er det kun behov for fugestøping.
- Andelen store byggeprosjekter, med pusset fasade eller annen fasade med behov for fasadeoppvarming, har vært begrenset de siste 10 årene. Det er derfor lagt til grunn at kun 5 prosent av store byggeprosjekter har fasader hvor det er behov for oppvarming.

Samlet reduserer disse faktorene beregnet utslipp for oppvarming ved den typiske byggeplassen i Oslo kommune, ettersom denne skal være eksempel på kommunens gjennomsnittlige byggeplass. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til estimert utslipp per kvadratmeter for kommunens gjennomsnittlige byggeplass, denne usikkerheten omtales videre i kap 3.4.

### 3.1.2 Utslipp per entreprisekrone for anleggsplasser

Som bakgrunn for utslipp per entreprisekrone (måles i MNOK) for anleggsplasser benyttes de tre referanseprosjektene beskrevet i del 2.2. Mellom anleggsplassene er det stor variasjon i utslipp per entreprisekrone. Det er estimert et utslipp per entreprisekrone for en 'gjennomsnittlig' anleggsplass for å muliggjøre aggerering til utslipp fra anleggsplasser i Oslo kommune.

Det er stor usikkerhet knyttet til hvor stor andel av anleggsmarkedet hvert prosjekt henholdsvis kan tenkes representere. Det antas at utslippsnivået fra VA-prosjektet er representativt for omtrent 60%, det større samferdselsprosjektet 30% og det mindre samferdselsprosjektet 10% av anleggsmarkedet. Tabell 10 viser en oversikt over resulterende energibehov og utslipp per entreprisekrone for en 'gjennomsnittlig' anleggsplass.

<sup>4</sup> Antatt høyt energibehov for innvendig oppvarming og uttørring, betongherding ved støping av dekke på byggeplassen og et høyt behov for fasadeoppvarming, samt at all oppvarming er basert på avgiftsfri diesel

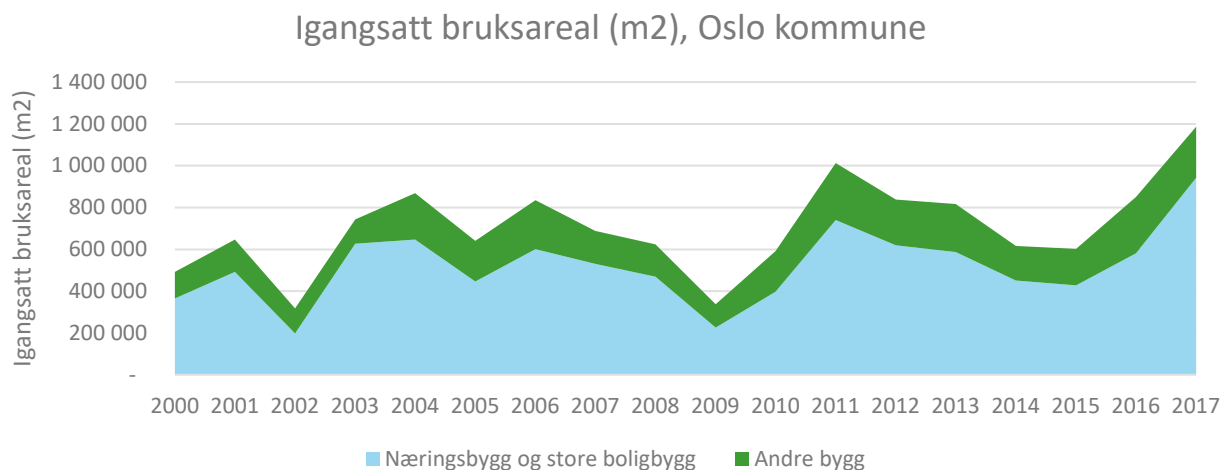
<sup>5</sup> Det er lagt til grunn at 35% av store byggeprosjekt med oppvarmingsbehov støper dekke på byggeplassen mens resterende 65% benytter prefabrikkerte elementer og dermed ikke har behov for mer enn fugestøping på byggeplassen, ref /D57/.

**Tabell 10. Energibehov og utslipp (CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>) fra en anleggsplass, per entreprisekrone (MNOK).**

Type anleggsplass	Andel av BA-markedet	Energibehov [kWh/MNOK]	CO <sub>2</sub> e [kg/MNOK]	NO <sub>x</sub> [kg/MNOK]	PM <sub>2.5</sub> [kg/MNOK]
VA-prosjekt	60%	5 300	4 700	29	1,43
Mindre samferdselsprosjekt	10%	2 500	2 300	9	0,14
Større samferdselsprosjekt	30%	700	600	6	0,28
'Gjennomsnittlig' anleggsplass		3 640	3 230	20	0,96
Større anleggsmaskiner		3 552	3 143	20	1
Mindre anleggsmaskiner		106	94	0,38	0,01

### 3.2 Bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune

For å anslå årlig byggeaktivitet har vi benyttet SSBs statistikk for igangsatt bruksareal /D69, D70/, se Figur 2. Statistikken er basert på datoer for når igangsettelsestillatelser registreres av kommunene. Tallene inkluderer oppføring av nye bygg men ikke renoverings- og vedlikeholdsprosjekter. Energiforbruk og utslipp knyttet til rehabilitering av bygg er dermed ikke inkludert i disse tallene. En igangsettingstillatelse innebærer ikke alltid at bygging settes i gang umiddelbart. Byggeaktivitet avhenger særlig av konjunkturer, f.eks. vil det i nedgangstider kunne være byggeprosjekter som ikke blir satt i gang, eller blir utsatt etter at tillatelse for bygging er gitt /D28/. For estimering av årlig utslipp benytter vi i det videre byggeaktiviteten i 2017.



**Figur 2. Igangsatt bruksareal i Oslo kommune i perioden 2000 til 2017 (SSB)**

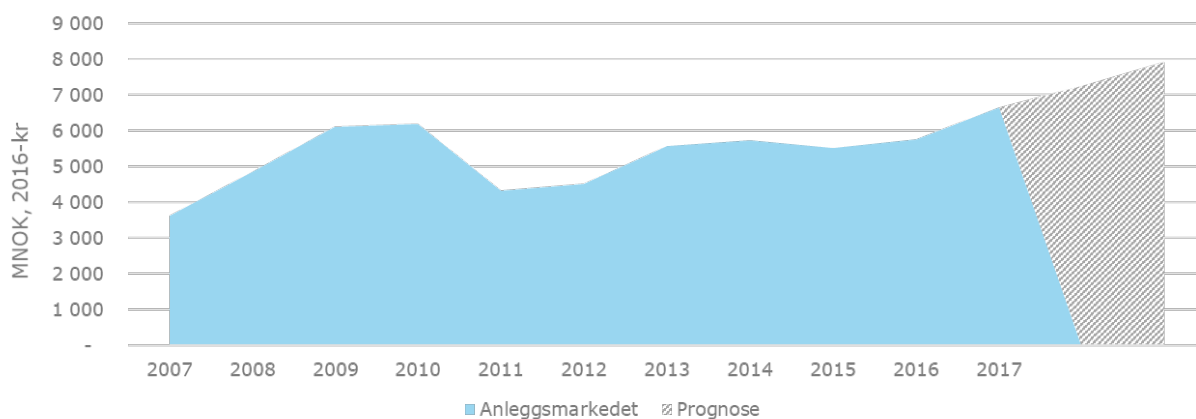
Ingangsatt bruksareal i 2017 er 1 186 400 m<sup>2</sup>, av det arealet er omtrent 75 prosent næringsbygg og store boligbygg (store byggeprosjekter) og 25 prosent andre bygg (mindre byggeprosjekter). Inndelingen er gjort basert på en grovsortering av bygningstype.

Prognosesenteret har overvåket anleggsmarkedet siden 2006. Anleggsmarkedet omfatter i hovedsak investeringer og vedlikehold av samferdselsanlegg, energianlegg, vann- og avløpsanlegg, landbaserte oljeanlegg, forsvarsanlegg og anlegg for primærnæringene /D58/. 70% av anleggsmarkedet for vedlikehold utgjøres av veivedlikeholdet. /D58/ SSB har tilsvarende estimat for anleggsmarkedet som baseres på bedrifter registrert i de ulike fylkene.

For å anslå årlig anleggsaktivitet i kommunen benytttes prognosesenterets anslag for totale anleggsmarkedet /D71/. Grunnen til at prognosesenterets statistikk benyttes fremfor SSB er at SSBs

statistikk ikke reflekterer produksjonen per fylke, men produksjonen til de bedriftene som er registrert i fylkene. Den produksjonen kan foregå over hele landet.

Figur 3 viser benyttet anslag for det totale anleggsmarkedet i Oslo, tallgrunnlaget inkluderer anleggsinvesteringer i perioden 2007 til 2016 og veivedlikehold for perioden 2013 til 2016.



**Figur 3. Anleggsmarkedet i Oslo kommune i perioden 2007 til 2017, prognose for 2018 og 2019 (Prognosesenteret) /D58, D71/.**

Det er usikkerhet i grunnlaget blant annet som følge av inkomplett datagrunnlag ettersom mye av anleggsvedlikeholdet i landet ikke er fylkesfordelt. I prognosen for 2018 og 2019 er prognosesenterets prognose for vekst i anleggsmarkedet på landsbasis benyttet. I det benyttet anslag for totale anleggsmarkedet i 2017 som er 6 650 MNOK.

### 3.3 Utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune

Legger man til grunn gjennomsnittlig energibehov og utslipp per kvadratmeter og entreprisekrone i del 3.1 og årlig bygge- og anleggsaktivitet i del 3.2 får man et anslag på årlig energibehov og utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune.

For byggeaktivitet viser beregningene at energibehovet er i størrelsesorden 91 GWh per år og at utslippet er i størrelsesorden 40 600 tonn CO<sub>2</sub>e, 536 tonn NO<sub>x</sub> og 16 tonn PM<sub>2.5</sub>. Se Tabell 11 for detaljer.

**Tabell 11. Gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp fra byggeaktivitet i Oslo kommune**  
**Forutsetninger**

Areal:	1 186 400 m <sup>2</sup>			
Andel store bygg:	75%			
Andel andre bygg:	25%			
Oppvarmingsbehov:	November til og med mars			
Aktivitet	Energibehov [MWh]	CO <sub>2</sub> e [tonn]	NO <sub>x</sub> [tonn]	PM <sub>2.5</sub> [tonn]
Oppvarming	55 770	11 520	97	10
Støping av dekke på plass (betongherding)	40 340	7 240	59	7
Fungestøp (betonherding)	9 490	2 610	24	1,590
Fasadeoppvarming	4 750	1 310	12	0,795
Innvendig oppvarming	1 190	360	2,373	0,199
Anleggsmaskiner	35 590	29 070	439	5,9
<b>TOTALT</b>	<b>91 360</b>	<b>40 590</b>	<b>536</b>	<b>16</b>

For anleggsaktivitet viser beregningene at energibehovet er i størrelsesorden 24 GWh per år og at utslippet er i størrelsesorden 21 500 tonn CO<sub>2</sub>e, 130 tonn NO<sub>x</sub> og 6 tonn PM<sub>2.5</sub>. Se Tabell 12 for detaljer.

**Tabell 12. Gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp fra anleggsaktivitet i Oslo kommune**

<b>Forutsetninger</b>				
Størrelse på anleggsmarkedet:	6 650 MNOK			
<b>Aktivitet</b>	<b>Energibehov [MWh]</b>	<b>CO<sub>2</sub>e [tonn]</b>	<b>NO<sub>x</sub> [tonn]</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> [tonn]</b>
Oppvarming	-	-	-	-
Større anleggsmaskiner	23 622	20 904	130	6
Mindre anleggsmaskiner	705	624	3	0,04
<b>TOTALT</b>	<b>24 300</b>	<b>21 500</b>	<b>132</b>	<b>6</b>

Tabell 13 oppsummerer estimert årlig energibehov og utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune.

**Tabell 13. Estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune**

<b>Aktivitet</b>	<b>Energibehov [MWh]</b>	<b>CO<sub>2</sub>e [tonn]</b>	<b>NO<sub>x</sub> [tonn]</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> [tonn]</b>
Byggeaktivitet	91 360	40 590	536	16
Anleggsaktivitet	24 300	21 500	132	6
<b>TOTALT</b>	<b>115 660</b>	<b>62 090</b>	<b>668</b>	<b>22</b>

### 3.4 Usikkerhet i estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune

Det er stor usikkerhet knyttet til det resultatet som presenteres i Tabell 13. Beregningene baserer seg på erfaringsdata fra et byggeprosjekt og tre anleggsprosjekt. Det begrensede datagrunnlaget fører til risiko for underestimering av årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune. I det følgende beskrives usikkerhet knyttet til utslipp fra henholdsvis byggeaktivitet og anleggsaktivitet.

#### 3.4.1 Usikkerhet i estimert årlig utslipp fra byggeaktivitet

I kap 3.1.1 beskrives at beregningene for byggeaktivitet er basert på en typisk byggeplass, eksemplifisert ved et stort boligbygg på 10 000 kvadratmeter. Dette prosjektet skal eksemplifisere den typiske byggeplassen i Oslo kommune. I det følgende beskrives forhold som fører til usikkerhet i estimert årlig utslipp fra byggeaktivitet i Oslo kommune:

- Det er for den typiske byggeplassen forutsatt relativt enkle grunnforhold, noe som fører til mindre bruk av anleggsmaskiner sammenlignet med et prosjekt med vanskelige grunnforhold. Hvis den gjennomsnittlige byggeplassen i Oslo kommune har større behov for grunnarbeider og tomteforberedelser enn antatt så er utslippet fra anleggsmaskiner underestimert.
- Det er antatt at det vil være behov for oppvarming kun for store bygg (75%) og kun i perioden november til mars. Hvis andelen store bygg er større eller perioden med behov for oppvarming er lenger så er utslippet fra oppvarming underestimert.
- For innvendig oppvarming benyttes allerede idag alternative energikilder så som fjernvarme, elektrisitet, pellets og biodrivstoff. Nasjonale markedsandeler for de ulike energikildene er benyttet for å beregne gjennomsnittlig utslipp fra en byggeplass i Oslo kommune. Hvis det i større grad benyttes alternative energikilder i Oslo enn på nasjonal-basis så er utslippet fra innvendig oppvarming overestimert.

- Andelen store byggeprosjekter, med pusset fasade eller annen fasade med behov for fasadeoppvarming, har vært begrenset de siste 10 årene. Det er derfor lagt til grunn at kun 5 prosent av store byggeprosjekter har fasader hvor det er behov for oppvarming. Hvis behovet er større så er utslippet fra oppvarming underestimert.
- Igangsatt bruksareal i Oslo kommune benyttes for å aggregere energibehov og utslipp fra typiske byggeplassen til kommunen totalt. Disse tallene inkluderer ikke renoverings- og vedlikeholdsprosjekter noe som fører til en underestimering av energibehov og utslipp fra byggeplasser i kommunen.

Til sammen gir disse forholdene en indikasjon på at årlig utslipp fra byggeaktivitet i Oslo kommune er underestimert.

### 3.4.2 Usikkerhet i estimert årlig utslipp fra anleggsaktivitet

Utslipp fra anleggsaktivitet er basert på tre referanseprosjekter og aggregert opp til kommunenivå ved bruk av anslag for det totale anleggsmarkedet, se kap 3.1.2 og 3.2. I det følgende listes parametere som fører til usikkerhet i estimert årlig utslipp fra anleggsaktivitet i Oslo kommune:

- Entrepriserkone (i MNOK) benyttes som måleenhet for aggregering av utslipp på prosjektnivå til kommunenivå. Dette fører til usikkerhet da det kan være mer eller mindre utslippsintensive elementer inkludert i kostnaden for prosjektet.
- De tre referanseprosjektene er benyttet for å lage et gjennomsnittlig anleggsprosjekt for Oslo kommune. Det er stor usikkerhet knyttet til denne fordelingen, i tillegg er ikke alle typer anleggsprosjekter representert. Dette fører til stor usikkerhet i faktisk utslippsnivå som kan være både lavere og høyere enn estimert.
- Stor del av anleggsvedlikeholdet i Norge er ikke fylkesfordelt, det fører til en underestimering av kommunens andel av anleggsmarkedet og dermed risiko for underestimering av utslipp.

Sammenlagt gir disse forholdene en indikasjon på at det er stor usikkerhet knyttet til estimert årlig utslipp fra anleggsaktivitet i Oslo kommune. Det foreligger for lite informasjon for å si noe om utslippene mest sannsynlig er over eller underestimert.

### 3.5 Justering av estimert årlig utslipp fra byggeplasser

Årlig CO<sub>2</sub>e utslipp fra bygge og anleggsvirksomhet i Oslo kommune er estimert til 62 090 tonn (kap 3.3). Scenarioberegningene i kap. 5 viser på betydelig usikkerhet og at CO<sub>2</sub>e utslippet fra bygge og anleggsaktivitet i 2018 ligger mellom 44 300 og 122 200 tonn CO<sub>2</sub>e, med en forventningsverdi på 80 700 tonn CO<sub>2</sub>e. I tillegg indikerer usikkerheten drøftet i kap 3.4.1 at gjennomsnittlig energibehov og utslipp per kvadratmeter for byggeplasser er underestimert.

Det anses som sannsynlig at gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune har større behov for grunnarbeider enn hva som ligger til grunn i referanseprosjektene. Som følge av hav- og fjordavsetninger er det store mektigheter med silt og leire i områdene fra Oslo sentrum via Groruddalen til Strømmen. Stedvis er tykkelsen av hav- og fjordavsetningene innenfor Oslo sentrum er opptil 60-70 meter. Lokalt i disse avsetningene er det påvist kvikkleire. /D75/

Referanseprosjektene for byggeplasser er alle eksempler på byggeplasser med relativt enkle grunnforhold. På bakgrunn av dette justeres energibehovet for anleggsmaskiner opp med 50%, se Tabell 14. Denne justering bør oppdateres så snart det foreligger data for prosjekt med vanskelige grunnforhold.

**Tabell 14. Energibehov og utslipp (CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>) per kvadratmeter fra en gjennomsnittlig byggeplass i Oslo kommune. Bruk av anleggsmaskiner justert for vanskelige grunnforhold.**

Aktivitet	Energibehov per m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> e [kg/m <sup>2</sup> ]	NO <sub>x</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	PM <sub>2.5</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Oppvarming	47 kWh	10	0,08	0,008
Innvendig oppvarming	34 kWh	6,1	0,05	0,006
Betongherding på plass	8 kWh	2,2	0,02	0,001
Betongherding fugestøp	4 kWh	1,1	0,01	0,001
Fasadeoppvarming	1 kWh	0,3	0,002	0,000
Anleggsmaskiner	45 kWh	37	0,555	0,0075
<b>TOTALT</b>	<b>92 kWh</b>	<b>47 kg</b>	<b>0,64 kg</b>	<b>0,016 kg</b>

Tabell 15 viser estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune, justert for vanskelige grunnforhold.

**Tabell 15. Estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune, justert for vanskelige grunnforhold**

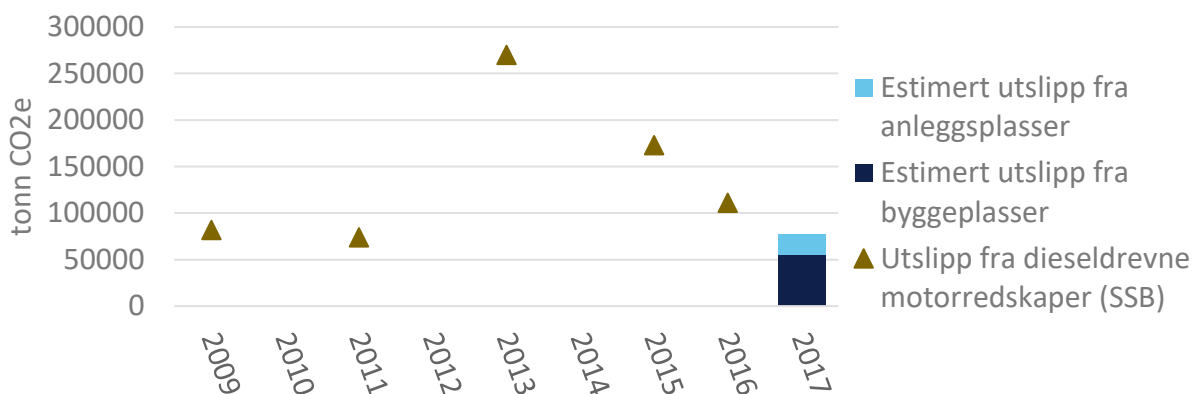
Aktivitet	Energibehov [MWh]	CO <sub>2</sub> e [tonn]	NO <sub>x</sub> [tonn]	PM <sub>2.5</sub> [tonn]
Byggeaktivitet	109 160	55 450	756	19
Anleggsaktivitet	24 300	21 500	132	6
<b>TOTALT</b>	<b>133 460</b>	<b>76 950</b>	<b>888</b>	<b>25</b>

### 3.6 Sammenligning av resultater med estimat fra SSB

SSBs estimert CO<sub>2</sub>e-utslipp for dieseldrevne motorredskaper omfatter utslipp fra avgiftsfri autodiesel i motorredskaper innen sektorene jordbruk, skobruk, forsvar, bygg og anlegg. Det er i tillegg noen utfordringer med å bruke kommunefordelte tall fra petroleumstatistikken:

- Det er en risiko for at den avgiftsfrie dieseln ikke er brukt i kommunen der hvor den er solgt
- Det er ikke registrert postnummer for alt salg, og alt salg er dermed ikke fordelt til kommunene
- Det kan være noe veksling mellom direkte kjøp og videreforhandlere. Salg til videreforhandlere er imidlertid ikke fordelt til kommuner

Figur 4 viser estimert utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet (justert for vanskelige grunnforhold) og SSBs estimat for utslipp fra dieseldrevne motorredskaper i Oslo kommune.



**Figur 4. Sammenligning mellom estimerte utslipp fra bygg- og anleggsplasser med metode i denne rapport (justert for vanskelige grunnforhold) og utslipp fra dieseldrevne motorredskaper (SSB) i Oslo kommune**

Det er et gap mellom estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet og SSBs estimat for dieseldrevne motorredskaper i Oslo kommune. Dette gap, sammen med den betydelige usikkerheten drøftet i kap 3.4.1 og 3.4.2, peker på at det estimerte årlige utslippet fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune utgjør et utgangspunkt men at det, til tross for justering for vanskelige grunnforhold, fortsatt kan være underestimert.



## 4 TEKNOLOGI OG KOSTNADSUTVIKLING

Dette kapitlet gir en kort oversikt over tilgjengelige teknologier for utslipps- og fossilfrie alternativer for bygg og anlegg i dag, og perspektiver på forventet utvikling frem mot 2030.

### 4.1 Oppvarming og uttørking

Oppvarming og uttørking på byggeplassen benyttes til innvendig oppvarming og tørking, betongherding, fasadeoppvarming og tining/frostsikring. Behovet for oppvarming er vanligvis begrenset til vintermånedene november til og med mars. I øvrige perioder dekkes i hovedsak eventuelt oppvarmingsbehov av elektrisitet.

#### 4.1.1 Tilgjengelige teknologier i dag

Fossilfrie løsninger er tilgjengelige og i bruk i dag, og flere aktører tilbyr dette i Oslo-området. Biodiesel kan benyttes som erstatning for fossil diesel til oppvarming og uttørking, og pellets kan benyttes dersom en har et vannbårent system. De fossilfrie løsningene fungerer med konvensjonell teknologi, og gir således ingen økning i investeringskostnader. Kostnadsforskjellen er hovedsakelig knyttet til økte energikostnader, ettersom fossilfritt drivstoff er dyrere enn diesel og propan, spesielt for anleggsgas som ikke er ilagt veibruksavgift. I intervjuer DNV GL har utført i forbindelse med prosjektet har pellets blitt trukket frem som en oppvarmingsløsning hvor energikostnadene er på linje med konvensjonelle løsninger. Merk at DNV GL ikke har gjennomført videre analyser for å verifisere dette.

Utslippsfrie løsninger for oppvarming og uttørking er også tilgjengelige og i bruk i Oslo i dag, dog med noen praktiske begrensninger. For bruk av både elektrisitet og fjernvarme må en etablere ny infrastruktur frem til byggeplassen på et tidligere tidspunkt enn ved konvensjonelle løsninger. Dette fordrer god planlegging, og at det er mulig å få på plass infrastrukturen i rimelig tid. Dersom effektbehovet i byggeperioden overstiger effektbehovet til bygget i drift kan dette også i noen tilfeller begrense bruken av nullutslippsløsninger noe. Utover dette er elektrisitet tilgjengelig i hele Oslo og fjernvarmenettet dekker i dag store deler av Oslo sentrum (innenfor Ring 3), Groruddalen og sørover til Kolbotn<sup>6</sup>.

Dersom infrastrukturen som kreves for nullutslippsløsninger er mindre eller tilsvarende det som kreves for bygget i drift, vil ikke dette representere en merkostnad. Intervjuer peker på at behovet for bygget i drift som regel tilsvarende tilstrekkelig effekt i byggeperioden. Hovedforskjellen i kostnader for nullutslippsløsninger er da også gitt av energikostnadene. Basert på intervjuer DNV GL har gjennomført med flere entreprenører og utleieselskaper tegnes det generelt et bilde av fjernvarme som konkurransedyktig med konvensjonelle løsninger, mens elektrisitet er noe dyrere. Merk at DNV GL ikke har gjennomført videre analyser for å verifisere dette.

#### 4.1.2 Perspektiver fremover

Nullutslippsløsninger innen oppvarming og uttørking er i bruk i dag, og teknologien på sekundærsiden av energikilde og eventuell overføring, for eksempel vannbårne systemer på byggeplassen, er relativt moden. Det kan imidlertid være mulig å hente ut noen stordriftsfordeler dersom markedsandelen til fossil- og utslippsfrie oppvarmingsløsninger øker. Sannsynligvis vil hoveddelen av kostnadsutviklingen styres av sluttbrukerprisen for energibærerne.

Innenfor oppvarming og uttørking på byggeplassen dreier utviklingen frem mot 2020 og 2030 derfor seg om andre alternativer til oppvarming som kan benyttes i de tilfeller da muligheten for bruk av dagens alternativer er begrenset. Eksempel på slike nye løsninger kan være bruk av store mobile batteribanker

---

<sup>6</sup> <https://www.fortum.no/fjernvarme-i-oslo>

eller hydrogen. Store, mobile batteribanker forventes å følge utviklingen til batterier generelt, med noe tidsforskyvelse, for omtale av utviklingen av batterier se kapittel 4.2.2.

Flere aktører har i intervjuer ytret en forventning om at hydrogen vil være tilgjengelig som alternativ til oppvarming rundt 2020. Det er trolig at hydrogen først vil bli et alternativ innen transportsektoren, ettersom det allerede er flere hydrogenbiler og lastebiler under utvikling som er planlagt lansert i perioden 2018 til 2020. Hydrogenbiler kan normalt ikke benytte tradisjonelt drivstoff, noe som kan gjøre det utfordrende å få etablert ny infrastruktur for hydrogen /D66/. Således er det utfordrende å etablere infrastruktur for å selge hydrogen som drivstoff før det finnes nok biler på veiene, samtidig som det ikke vil kjøpes hydrogenbiler før det finnes tilstrekkelig med fyllestasjoner. I desember 2017 hadde Norge 9 hydrogenstasjoner i drift og 3 nye er under etablering i 2018 og 2019, fra 2020 forventes det også å være maritime hydrogenstasjoner /D67/.

Utviklingen for utslippsfri oppvarming basert på hydrogen kan imidlertid skje raskt. Der hvor naturgass benyttes for bygningsoppvarming idag kan hydrogen erstatte naturgass som energibærer /D68/. Veien derfra til å erstatte bruk av naturgass med hydrogen til oppvarming og uttørring på byggeplassen er sannsynligvis ikke lang. Gitt videre utvikling av infrastrukturen for hydrogen i Norge kan aktørenes forventning om tilgang til hydrogen som alternativ til oppvarming rundt 2020 være realistisk.

## 4.2 Anleggsmaskiner

Bruken av anleggsmaskiner varierer betydelig mellom prosjekter, for eksempel kan vanskelige grunnforhold føre til et behov for både flere og større anleggsmaskiner.

### 4.2.1 Tilgjengelige teknologier i dag

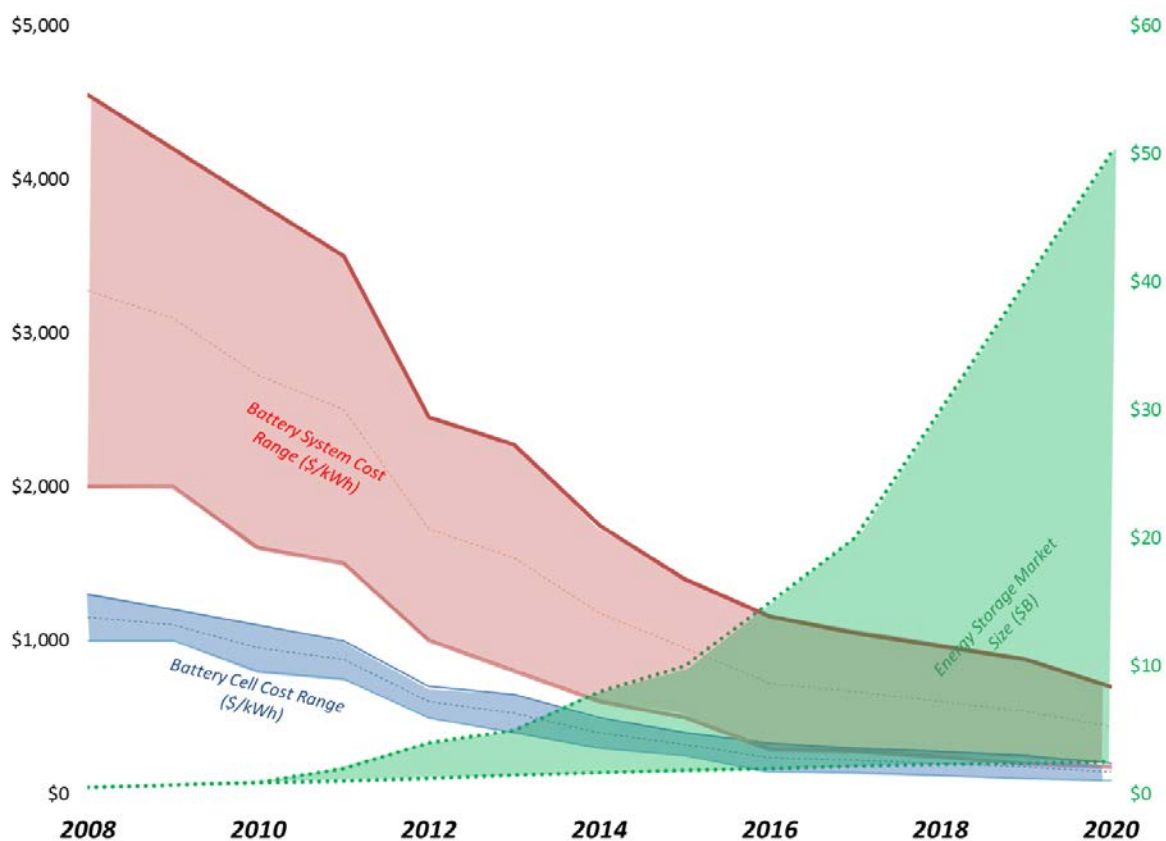
Med tanke på fossilfrie alternativer kan de aller fleste anleggsmaskiner kjøres med biodiesel, og dette er allerede tilgjengelig og i bruk flere steder i Oslo. I likhet med for oppvarming vil merkostnaden her hovedsakelig være styrt av energikostnaden. Ettersom diesel til anleggsmaskiner som ikke er ilagt veibruksavgift er merkostnaden for biodiesel betydelig.

Utviklingen innen utslippsfrie anleggsmaskiner har vært stor de siste årene. Tidligere var det kun anleggsmaskiner tilkoblet kraftnettet via en kabel, håndholdt utstyr og mindre maskiner som var tilgjengelig elektrisk, mens det i dag for eksempel er tatt i bruk store, batterielektriske gruvelastere på markedet i USA. I tillegg lanseres en 25 tonn batterielektrisk gravemaskin i Norge i løpet av 2018 /D72/. Investeringskostnadene for elektriske anleggsmaskiner kan være fra 20% høyere til omtrent tre ganger så høy, avhengig av type anleggsmaskin. Anleggsmaskinene i den høye enden av intervallet er gjerne ombygginger av eksisterende konvensjonelle maskiner. Energiforbrukene er imidlertid lavere, mye takket være høyere effektivitet ved elektrisk drift. Vedlikeholdskostnadene er også lavere ettersom det er færre bevegelige deler.

### 4.2.2 Perspektiver fremover

Elektriske anleggsmaskiner kan være batteridrevne eller tilknyttet kraftnettet via en kabel. Begge løsninger har sine fordeler og ulemper, og således forskjellige bruksområder. Anleggsmaskiner som forsynes med strøm via en kabel vil for eksempel ha begrenset bevegelighet, mens brukstiden til batterielektriske maskiner begrenses av batteriets kapasitet. Tenkte alternativer for å øke brukstiden til mobile nullutslippsmaskiner kan være utbytting av batteripakker underveis, eller å inkludere en hydrogentank og brenselcelle. Et eksempel på det sistnevnte alternativet er et PILOT-E-prosjekt der en hydrogenelektrisk graver er under utvikling /D73/.

Størstedelen av merkostnaden for batterielektriske anleggsmaskiner skyldes prisen på batterier. Det har vært en signifikant reduksjon i batterikostnader de siste årene, og DNV GL forventer at kostnadene vil fortsette å falle frem mot 2020, som illustrert i Figur 5.



**Figur 5. Kostnadsutvikling for batterier**

DNV GL forventer sterk videre vekst i batterimarkedet frem mot 2030, drevet av både økt behov etter balansering i kraftsystemet og i det elektriske personbilmarkedet. NVE har analysert den samlede batterikapaciteten for den norske elbilparken frem mot 2030. Veksten i bruk av batterier forventes først og fremst å komme i tilknytning til elbiler og bygg med solcelleanlegg. Beregninger i rapporten viser at samlet batterikapacitet for den norske elbilparken forventes vokse fra rundt 2,5 GWh i juni 2016 til nærmere 100 GWh i 2030. Litteraturstudier utført av NVE viser at batteristørrelsen for elbiler forventes å øke fra dagens gjennomsnitt på rundt 30 kWh til 80 – 100 kWh frem mot 2030. /D74/

Når det kommer til utslippsfrie anleggsmaskiner som en helhet, kan en økt etterspørsel i det norske markedet gi noe økning på tilbudssiden, men samtidig er Norge et lite marked. Etterspørselen etter utslippsfrie anleggsmaskiner i større markeder vil ha høyere innvirkning på utviklingen. Fokuset på utslipp fra bygg og anlegg globalt blir derfor viktig, men utviklingen kan også fremskyndes av andre hensyn enn klimagassutslipp alene. I London er det for eksempel fokus på støy i forbindelse med byggeaktivitet, som reduseres betraktelig ved bruk av el- eller hydrogendrevne anleggsmaskiner, og i anleggs- og gruvebransjen kan luftkvaliteten være en viktig driver.

Et annet moment som vil påvirke utviklingen de kommende årene er automatisering av kjøretøy. På sikt kan en se for seg at mindre, autonome anleggsmaskiner kan ta over noen av oppgavene til større anleggsmaskiner, for eksempel ved transport av masser eller materiell på bygge- og anleggsplasser.

Med den forventede utviklingen innen batteriteknologi er det trolig at nærmest alle typer anleggsmaskiner vil kunne elektrifiseres innen 2030. Dette er også på linje med aktørenes forventninger som er fremkommet i intervjuer. Fra intervjuene har det vært en generell forventning om god fremtidig tilgang på større elektriske anleggsmaskiner og entreprenørene er klare for å ta disse i bruk så fort de er tilgjengelig. Aktørene har en forventning om bred tilgang på utslippsfrie anleggsmaskiner i 2030, både elektriske og hydrogenbaserte alternativer.

## 5 POTENSIALET FOR UTSLIPPSREDUKSJON

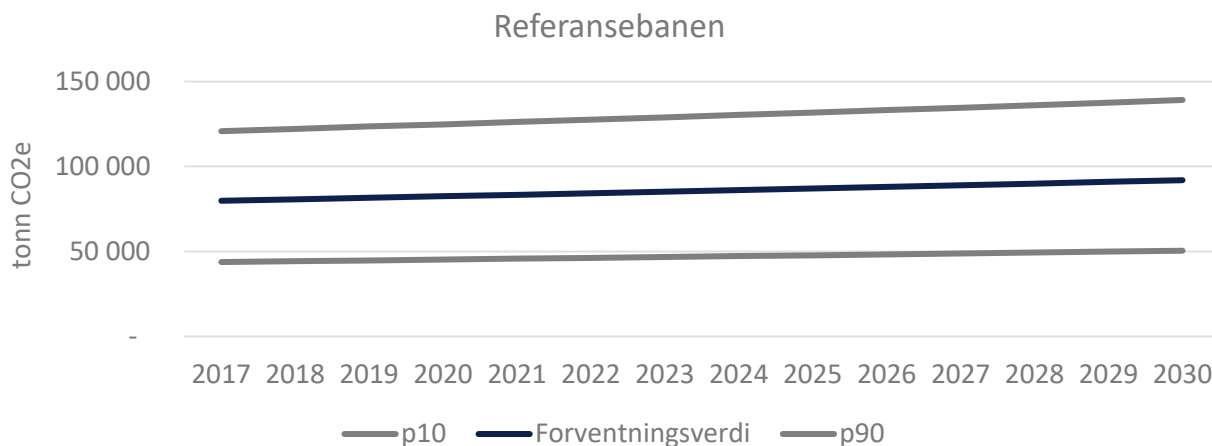
I dette kapitlet analyseres hvordan utslippene fra bygge- og anleggsplasser i Oslo kommune vil utvikle seg hvis ingen endringer gjennomføres, en referansebane. Basert på de perspektiver for teknologiutvikling som presenteres i kap. 4 skisseres to fremtidige scenarier for iverksettelse av utslippsfrie alternativer på bygge- og anleggsplasser, et med lav implementeringstakt og et med høy implementeringstakt av utslippsfrie teknologier.

Scenarioberegningene gjennomføres ved Monte Carlo simulering ved bruk av Palisade @Risk. Det forutsettes at aktivitet i bygg- og anleggsnæringer vokser i takt med forventet befolkningsvekst. Forholdet mellom bygg- og anleggsaktivitet og utslipp av klimagasser og annen forurensning til luft forutsettes uendret i hele perioden i referansebanen. Det er for referansebanen og de to scenarioene tatt utgangspunkt i SSBs befolkningsfremskrivning for kommunen (MMMM). Dette innebærer en forventet årlig vekst på 1,09% frem mot 2030 og i referansebanen tilsvarer dette en vekst i utslipp fra byggeplasser på omtrent 15% fra 2017 til 2030.

For utviklingen av byggeaktivitet frem mot 2030 er det tatt utgangspunkt i igangsatt bruksareal 2017 (1 186 400 m<sup>2</sup>) mens det for anleggsaktivitet er tatt utgangspunkt i anslag for det totale anleggsmarkedet i Oslo 2017 (6 650 MNOK).

### 5.1 Referansebanen

Som inngangsverdier til referansebanen benyttes referanseprosjektene fra kap. 2. Estimert utslipp for den gjennomsnittlige byggeplassen (kap. 3.1) benyttes som forventningsverdi mens referanseprosjektene benyttes for å fange opp usikkerhet. Resulterende CO<sub>2e</sub>-utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune frem mot 2030 vises i Figur 6.



**Figur 6. Simulert utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune frem mot 2030, uten implementering av nullutslippsteknologier.**

Tabell 16 viser resulterende utslipp for referansebanen for henholdsvis år 2018, 2020, 2025 og 2030.

**Tabell 16. Resultat for referansebanen, utslipp i tonn CO2e.**

Aktivitet	2018 <sup>7</sup>	2020	2025	2030
Lavt estimat (p10)	44 300	45 000	48 000	50 000
Forventningsverdi	80 700	83 000	87 000	92 000
Høyt estimat (p90)	122 200	125 000	132 000	139 000

Sammenlignet med beregnet årlig utslipp fra bygge- og anleggsvirksomhet i kap 3.3 får vi her et høyere forventet utslipp. Dette skyldes at når vi tar høyde for usikkerhet, ved forskjellen mellom referanseprosjektene presentert i kap 2, så er det gjennomgående større usikkerhet oppover sammenlignet med konstruert gjennomsnittlig byggeplass og anleggsplass. Dette underbygges av drøftingen av usikkerhet i kap. 3.4 hvor de fleste parametere tilsier at estimert årlig utslipp fra bygge- og anleggsvirksomhet i kap 3.3 er underestimert. Resultatet for 2018 i Tabell 16 er i linje med estimert årlig utslipp i Oslo kommune justert for vanskelige grunnforhold i kap. 3.5.

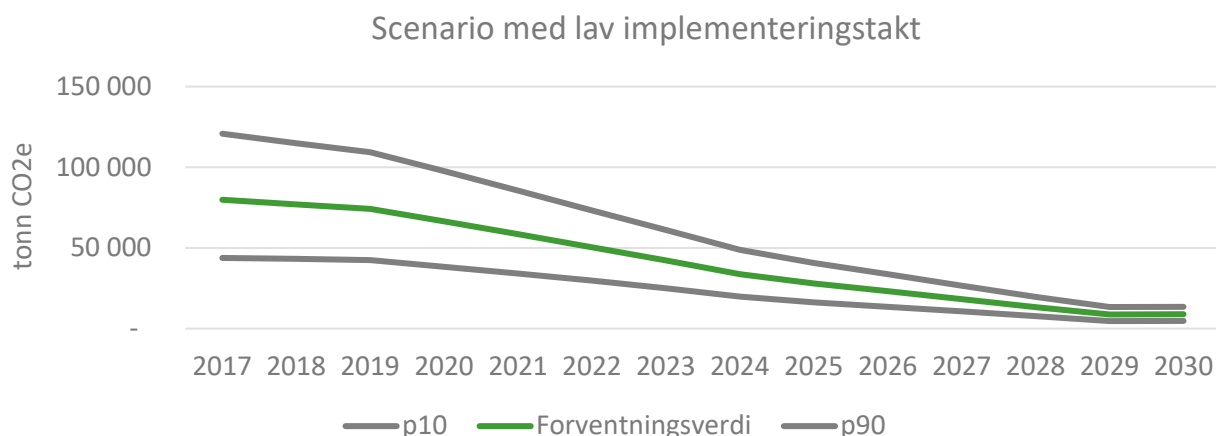
## 5.2 Lav implementeringstakt av utslippsfrie alternativer

Scenarioet med lav implementeringstakt er basert på at det kreves arbeid og endringer i bransjen for at utslippsfrie løsninger skal kunne tas i bruk i stort omfang på bygge- og anleggsplasser. Den globale etterspørselen etter anleggsmaskiner uteblir og/eller batterikostnadene synker i lavere takt enn forventet.

Antagelser om implementeringstakt:

- Nullutslippsteknologier for oppvarming og uttørking tas i bruk gradvis frem mot 2025.
  - o I 2020 forventes 38% av all oppvarming være utslippsfri.
  - o 10% av all oppvarming er fortsatt basert på fossile energikilder i 2025 og frem mot 2030
- Mindre anleggsmaskiner (antatt levetid 5-7 år) byttes ut mot helelektriske innen 2025.
  - o I 2020 forventes 38% av alle mindre anleggsmaskiner være byttet ut mot helelektriske.
  - o I 2025 forventes alle mindre anleggsmaskiner være elektrifisert.
- Større anleggsmaskiner (antatt levetid 5-15 år) erstattes med nullutslippsteknologier fra 2020 og gradvis frem mot 2030.
  - o Det forventes at 9% av alle større anleggsmaskiner byttes ut mot utslippsfrie alternativer i 2020.
  - o I 2025 forventes 55% være byttet ut mot utslippsfrie alternativer
  - o I 2030 forventes 90% være byttet ut mot utslippsfrie alternativer, det betyr at 10% av alle større anleggsmaskiner forstatt er fossildrevne i 2030

<sup>7</sup> Aktivitetsnivået i 2018 er for byggeaktivitet basert på igangsatt bruksareal i 2017 justert opp 1,09% og for anleggsaktivitet anleggsmarkedet i 2017 justert opp med 1,09%.



**Figur 7. Simulert utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune frem mot 2030 ved lav implementeringstakt av nullutslippsteknologier.**

Tabell 17 viser utslipp i tonn CO<sub>2</sub>e for henholdsvis år 2020, 2025 og 2030 ved lav implementeringstakt av nullutslippsteknologi.

**Tabell 17. Resultat for scenario med lav implementeringstakt, utslipp i tonn CO<sub>2</sub>e.**

Aktivitet	2020	2025	2030
Lavt estimat (p10)	38 000	16 000	5 000
Forventningsverdi	66 000	28 000	9 000
Høyt estimat (p90)	98 000	41 000	14 000

Forventet potensiale for reduksjon sammenlignet med referansebanen er 17 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2020, 59 000 tonn CO<sub>2</sub>e i 2025 og 83 000 tonn i 2030.

### 5.3 Høy implementeringstakt av utslippsfrie alternativer

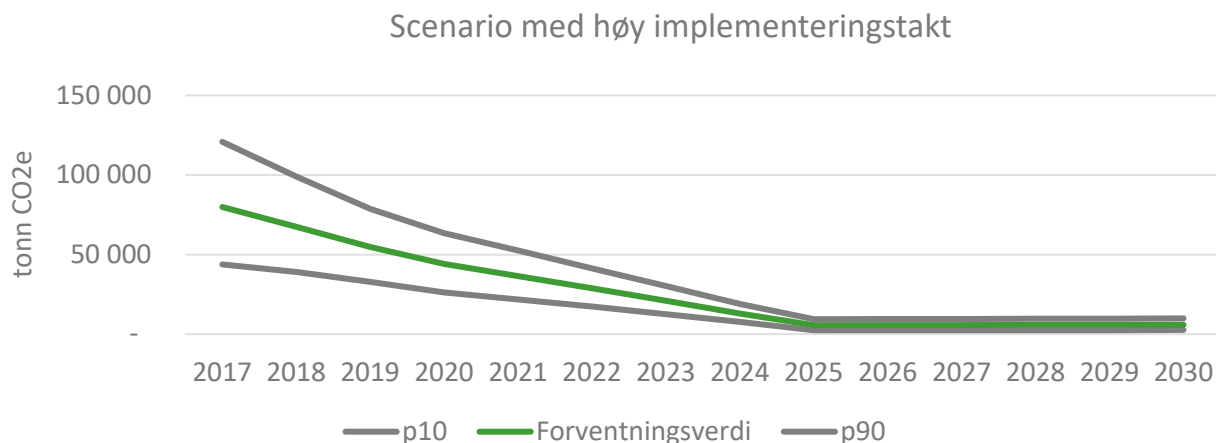
Scenariet med høy implementeringstakt er basert på at byggherren på bygge- og anleggsplasser i Oslo kommune stiller krav til utslippsfrie byggeplasser. For å nå dette scenarioet så må alle byggeplasser som starter opp i 2023 være nest inntill utslippsfrie og krav om utslippsfrie byggeplasser må tre ikraft minst 2 år før for å få forgang i utviklingen. Det forventes at det i spesielle tilfeller kan være behov for å benytte konvensjonell teknologi til tross for krav om utslippsfri byggeplass. Det er viktig å tidlig vise på etterspørselen etter utslippsfri teknologi og den tydeligste måten å gjøre dette på er å stille krav om utslippsfrie byggeplasser.

I tillegg legger dette scenarioet til grunn at aktørene i markedet ser andre fordeler med en overgang fra fossile energikilder så som miljøprofil, strategisk satsing og økonomi. Den globale etterspørselen etter elektriske anleggsmaskiner stiger raskt og utviklingskostnader kan fordeles på flere aktører og markeder. Sammen med fallende batteripriser gjør dette at merkostnaden (investering) faller, og kostnaden over levetiden til anleggsmaskiner blir betydelig lavere enn diesel.

Antagelser om implementeringstakt:

- Nullutslippsteknologier for oppvarming og uttørking tas i bruk innen 2020 men 10% av all oppvarming er fortsatt basert på fossile energikilder i 2020 og frem mot 2030. Det betyr at 90 % av all oppvarming forventes være utslippsfri i 2020.
- Mindre anleggsmaskiner byttes ut mot helelektriske innen 2025 i likhet med scenariot med lav implementeringstakt.
  - o I 2020 forventes 38% av alle mindre anleggsmaskiner være byttet ut mot helelektriske.
  - o I 2025 forventes alle mindre anleggsmaskiner være elektrifisert.

- Større anleggsmaskiner erstattes i liten grad frem mot 2020, men erstattes i rask takt med nullutslippsteknologier frem mot 2025
  - o I 2020 forventes 25% av alle større anleggsmaskiner være byttet ut mot helelektriske
  - o I 2025 forventes andelen helelektriske større anleggsmaskiner ha økt til 95%, 5% av alle større anleggsmaskiner forventes forstatt vær fossildrevne i 2025 og frem mot 2030



**Figur 8. Simulert utslipp fra bygge- og anleggsaktivitet i Oslo kommune frem mot 2030 ved høy implementeringstakt av nullutslippsteknologier.**

Tabell 18 viser utslipp i tonn CO2e for henholdsvis år 2020, 2025 og 2030 ved høy implementeringstakt av nullutslippsteknologi. Vi ser at utslippene går noe opp fra 2025 til 2030, dette skyldes at det er en økningen i bygge- og anleggsaktivitet i denne perioden som fører til økte utslipp (ref. referansebanen) samtidig som andelen utslippsfri teknologi i dette scenario ikke endres fra 2020 til 2025.

**Tabell 18. Resultat for scenario med høy implementeringstakt, utslipp i tonn CO2e.**

Aktivitet	2020	2025	2030
Lavt estimat (p10)	26 000	2 000	3 000
Forventningsverdi	44 000	6 000	6 000
Høyt estimat (p90)	63 000	9 000	10 000

Forventet potensiale for reduksjon sammenlignet med referansebanen er 39 000 tonn CO2e i 2020, 81 000 tonn CO2e i 2025 og 86 000 tonn i 2030.

## 6 AKTØRBILDET

Dette kapitlet omtaler aktørene knyttet til en byggeplass og hvem som er ansvarlig for utslippet på byggeplassen. og noe om hvordan markedet ser ut i Oslo kommune og regionalt.

### 6.1 Aktører på byggeplassen

I en byggeprosess er det mange aktører som er involvert. Byggeprosessen starter med byggherrens ide om et nytt bygg og avsluttes når bygget tas i bruk. Aktørene kan påvirke prosessen på forskjellige måter, f.eks. ved å stille krav, både til selve byggeprosessen og til endelig bygg. Nedenfor beskrives de største aktørgruppene kort, beskrivelsen er basert på ENOVAs aktørbeskrivelse i rapporten Byggstudien fra 2003 /D64/:

En **Byggherre** i form av enten en privat eller offentlig byggeiere. Private byggeiere har kjøp og utvikling av eiendom og tomter som sin kjernevirksomhet. Offentlige byggeiere er statlige/fylkeskommunale/-kommunale eiendomsbesittere/forvaltere og utbyggere.

**Arkitekter** kommer tidlig inn i et byggeprosjekt for å formgi bygget og bistå utbygger i begynnelsen av byggeprosessen.

**Entreprenører** utfører byggearbeidene. Fagområder er: Byggentreprenører, elektroentreprenører, ventilasjonsentreprenører, rørentreprenører. Flere entreprenørselskaper arbeider tverrfaglig.

**Leverandører/produsenter** arbeider som underentreprenør/underleverandør til entreprenørene. Det skjer mye produktutvikling i denne gruppen og det finnes mange aktører. Herunder flere aktører som er viktige for å muliggjøre utslippsfrie byggeplasser, f.eks. utleieselskap (anleggsmaskiner, byggestrømsentraler m.m.) og produsenter av anleggsmaskiner.

**Rådgivere** innen byggesektoren innenfor fagområder som: prosjektledelse, byggeledelse, teknisk rådgivning/prosjektering innen elektro, VVS, IT, Geoteknikk, FDV osv. Flere rådgivendeselskaper arbeider tverrfaglig.

En eller flere **Energileverandører** er involvert avhengig av valgt energiløsning. Denne gruppen inkluderer blant annet Nettselskap, Fjernvarmeselskap og Drivstoffsleverandører.

**Bygningsmyndighetene** ivaretar lover og forskrifter som er relevant for byggeprosjekter. Det offentlige er også regulerende myndighet. Andre offentlige instanser som har ansvar i byggevirksomhet er EL-tilsynet og Arbeidstilsynet.

**Store leietakere** kan også påvirke og stille krav om utslippsfrie byggeplasser og energieffektive bygg.

**Brukere/naboer.** Med begrepet brukere menes referansegrupper i en byggeprosess som består av vanlige brukere av bygget, naboer til bygget under byggeperioden, driftspersonell, vernombud, tillitsmenn og lignende.

### 6.2 Hvem har ansvar for utslippet på byggeplassen?

For å omtale hvem som har ansvar for utslippet på byggeplassen refererer vi til det mest brukte globale standardiserte rammeverket for å måle og håndtere klimagassutslipp fra privat og offentlig sektor, Green House Gas (GHG) Protocol. Organisasjonen står bak verdens mest brukte standarder for klimaregnskap, blant annet et rammeverk for selskaper (GHG Protocol Corporate Standard) og et rammeverk for byer (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories).

GHG Protocol Corporate Standard deler inn et selskaps klimagassutslipp i tre "scopes". Scope 1 er utslipp som kommer direkte fra egneide og kontrollerte kilder. Scope 2 er indirekte utslipp fra generering av oppkjøpt energi. Scope 3 er alle indirekte utslipp (som ikke er inkludert i Scope 2) i verdikjeden til det

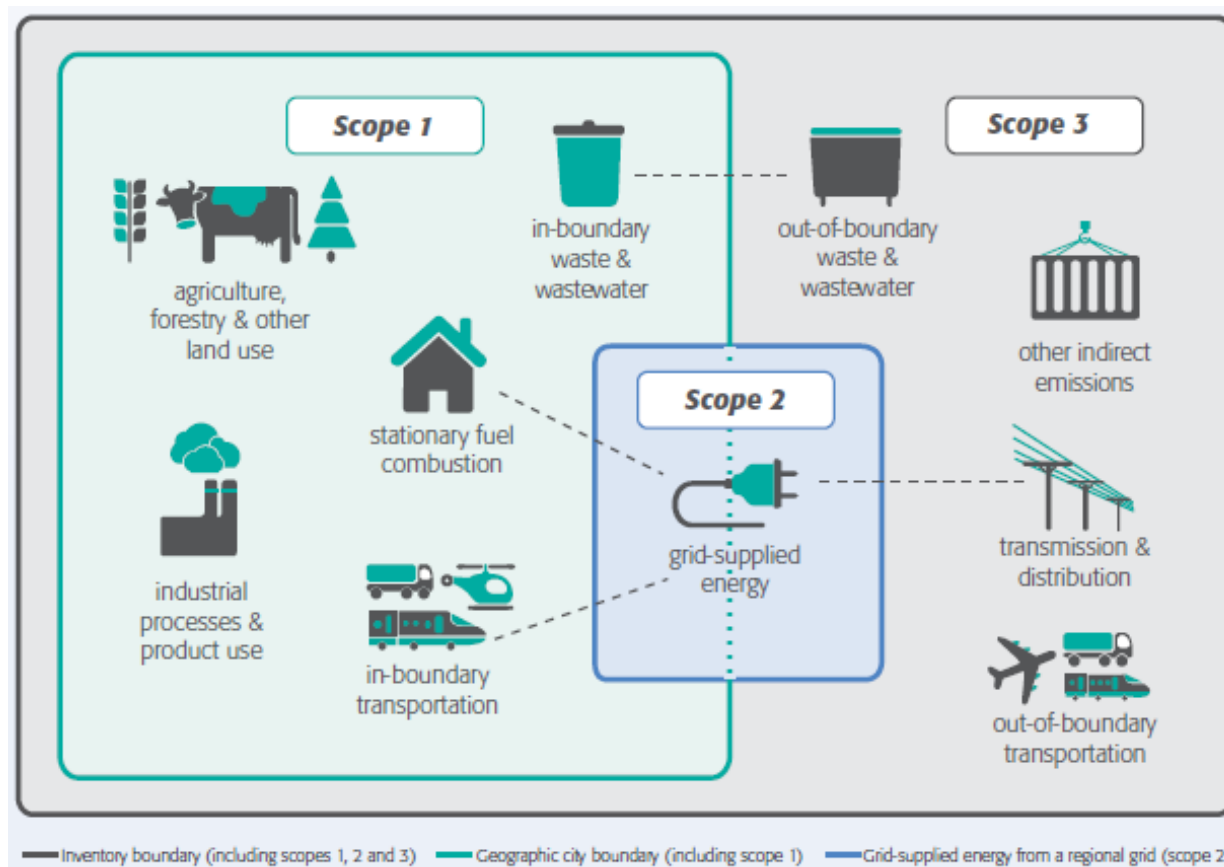


rapporterende selskapet, inkludert utslipp fra aktiviteter både oppstrøms og nedstrøms i verdikjeden. Global Reporting Initiative (GRI) baserer sin guide for rapportering av klimagassutslipp (GRI 305: Emissions 2016) på denne inndelingen til GHG Protocol.

Hvis de tre scopene i GHG Protocol Corporate Standard legges till grunn for ansvarsdeling på en byggeplass så er det fremst underleverandørene, de som eier selve utstyret og anleggsmaskinene som også svarer for utslippene. Argumentet bak dette er at den som eier utslippskilden også har størst mulighet til å gjøre noe med utslippet. Dette stemmer til dels på en byggeplass men underleverandørene er i stor grad avhengige av hvilke typer krav som stilles fra Byggherre og Entreprenør. Mer enn andre verdikjeder så ligner en byggeplass på et lite samfunn, og kanskje GHG Protocol sitt rammeverk for byer kan brukes.

Scope definisjonene for en by skiller seg noe fra hvordan de er definert for et selskap. Scope 1 utslipp er utslipp som skjer innenfor grensen til byen. Scope 2 utslipp er utslipp som skjer som følge av bruk av nett-distribuert elektrisitet, varme, damp og/eller kjøling innenfor byens grenser. Scope 3 inkluderer de utslipp som skjer utenfor byens grenser og som er et resultat av aktiviteter innenfor byens grenser.

Figur 9 gir en oversikt over scope-inndelingen for byer.



**Figur 9. Oversikt over kilder og avgrensninger for klimagassutslipp til en by, fra GHG Protocol /D65/**

Benyttes de tre scopene for en by på en byggeplass så kan en tenke seg at byggeplassen representerer byen og grensene til byggeplassen representerer bygrensen. Ansvarlig for utslippet på byggeplassen skulle da være Byggherren, som er den aktør som er ansvarlig for og står bak utbyggingen.

## 7 REFERANSER

- /D01/ Klimaregnskap for fjernvarme. Norsk Energi, 2014.
- /D02/ Miljøfaktaboken 2011. Uppskattede emissionsfaktorer for bränslen, el, varme och transporter. Värmeforsk, 2011.
- /D03/ D8T Beltelaster. CAT, 2011.
- /D04/ Hjullaster. CAT, 2009.
- /D05/ Arbetsmaskiner. Inventering av utsläpp, teknikstatus och prognos. Naturvårdsverket, 2009.
- /D06/ Arbetsmaskiner, Utsläpp och förslag till tekniska åtgärder. Naturvårdsverket, 1999.
- /D07/ Oppvarming og uttørking av bygg i byggeperioden. Magne Beddari, NESOs Formannsskole Samling 4, <http://www.neso.no/Global/Formannsskolen/.../VINN-Tom-p-44-Oppvarning-og-utt.pp> [Åpnet 22.03.2017]
- /D08/ Regioner och miljø. Energi. Statistisk centralbyrå, 2015.
- /D09/ Klassning av anläggningsmaskiner. MaskinLeverantörerna, 2014
- /D10/ Fossilfrie anleggsplasser. Zero, 2017
- /D11/ Campus Evenstad. Jakten på et Nullutslippsbygg (ZEB-COM). Statsbygg, 2017.
- /D12/ Utleiekatalogen. UCO, 2017.
- /D13/ Skader i bygg og anlegg: Utvikling og problemområder. Arbeidstilsynet, 2015.
- /D14/ Klimakur, 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Klima- og miljødirektoratet m.fl., 2010
- /D15/ NS 3451:2009. Bygningsdeltabellen. Norsk standard, 2009.
- /D16/ Grenseverdier og nasjonale mål. Forslag til langsiktige helsebaserte nasjonale mål og reviderte grenseverdier for lokal luftkvalitet. Miljødirektoratet, 2014.
- /D17/ Byggvarme. Vattenfall, <https://www.vattenfall.se/globalassets/fjarrvarme/andra-tjanster/produktblad-byggvarme.pdf> [Åpnet 05.04.2017]
- /D18/ Meld. St. 13 (2014-2015) Ny utslippsforpliktelse for 2030 – en felles løsning med EU. Klima- og miljødepartementet, 2015.
- /D19/ Oppvarming og uttørking av bygg. Beregninger. UCO, 2017.
- /D20/ Fjernvarme på byggeplass, presentasjon under Norsk Fjernvarmes fagdag 14. mars 2017. UCO, 2017.
- /D21/ Air quality in Europe — 2016 report. European Environment Agency, 2016.
- /D22/ Rapport 2013:9. Luftkvalitetskriterier. Virkninger av luftforurensning. Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet, 2013
- /D24/ Hva kreves for at vi kan levere. Presentasjon ved Birthe Almeland 13.12.2016. Veidekke Entreprenør AS, 2016.
- /D25/ Objektspecifika miljøkrav på bränslen, fordon och arbetsmaskiner vid upphandling av entreprenader och tjänster i storstadsområden. Baneverket, 2017.
- /D26/ Klimagasser fra norsk økonomisk aktivitet. SSB, 2017.
- /D27/ Ulykker i bygg og anlegg i 2015. Arbeidstilsynet, 2016.
- /D28/ Tabell: 05939: Byggeareal. Bruksareal til annet enn bolig, etter bygningstype (m<sup>2</sup>) (K) og Tabell: 05940: Byggeareal. Boliger og bruksareal til bolig, etter bygningstype (K). SSB, 2017.
- /D29/ Byggeareal. SSB, <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/byggeareal> [Åpnet 15.05.2017]
- /D30/ DEFRA GHG conversion factors 2016. Department for Environment, Food & Rural Affairs, 2016.
- /D31/ Konsekvensanalyse Håndbok V712. Statens Vegvesen, 2015.

- /D32/ Kvotesystemet. Miljødirektoratet, <http://www.miljostatus.no/klimakvoter> [Åpnet 05.04.2017]
- /D33/ Antall personer i bygge- og anleggsvirksomhet som i 2007 ble utsatt for støynivåer over 55 dBA, <http://www.miljostatus.no/miljotall/?topic=12&dataset=0#528ac7612fd34dfca9a98bbc526dc960> [Åpnet 15.05.2017]. SSB, 2007.
- /D34/ Energiinnhold, tetthet og virkningsgrad, <http://www.ssb.no/a/magasinet/miljo/tabell.html> [Åpnet 14.6.2017]. Energistatistikk, Statistisk sentralbyrå og Oljedirektoratet.
- /D35/ Scooptram ST7. Atlas Copco, <http://www.atlascopco.no/nb-no/mrba/products/loaders-and-trucks/electric-loaders/scooptram-st7-battery> [Åpnet 14.6.2017]
- /D36/ Wacker Neuson Kramer 5055e. Wacker Neuson, <http://construction.kramer-online.com/en/zero-emission/the-kramer-5055e.html> [Åpnet 14.6.2017]
- /D37/ Suncar HK TB 1140e. Suncare HK, <http://suncar-hk.com/en/products/tb1140e.php> [Åpnet 14.6.2017]
- /D38/ Wacker Neuson 803. Wacker Neuson, <http://eco.wackerneuson.com/en/home/eco-products/zero-emission/803-dual-power-track-excavator/> [Åpnet 14.6.2017]
- /D39/ Komatsu. Komatsu, [http://webassets.komatsu.eu/komatsu-machine.asp?machine\\_type\\_id=1&prdt\\_id=481](http://webassets.komatsu.eu/komatsu-machine.asp?machine_type_id=1&prdt_id=481) [Åpnet 14.6.2017]
- /D40/ Electric dumper. Ecovolve, <http://www.epowertrucks.co.uk/ecovolve-electric-dumper/> [Åpnet 14.6.2017]
- /D41/ Das weltweit grösste Elektrofahrzeug fährt demnächst in der Schweiz. Oeko News, [http://oekonews.at/?mdoc\\_id=1105651](http://oekonews.at/?mdoc_id=1105651) [Åpnet 14.6.2017]
- /D42/ ECO-095. Knutsen Maskin, [http://www.kmaskin.no/images/stories/unic/ECO\\_UNICS\\_NORSK.pdf](http://www.kmaskin.no/images/stories/unic/ECO_UNICS_NORSK.pdf) [Åpnet 14.6.2017]
- /D43/ Norges første elektriske sorteringsmaskin. Anleggsmaskinen, <http://anleggsmaskinen.no/2016/05/norges-forste-elektriske-sorteringsmaskin/> [Åpnet 14.6.2017]
- /D44/ Miljøatsing gir positive synergieffekter. Veidekke, <http://veidekke.no/om-oss/nyheter-og-media/temasaker/article21476.ece> [Åpnet 14.6.2017]
- /D45/ Vil ha fossilfrie maskiner. Anleggsmaskinen, <http://anleggsmaskinen.no/2016/03/vil-ha-fossilfrie-maskiner> [Åpnet 14.6.2017]
- /D46/ Toyota flytter hydrogenteknologi fra personbil til lastebil. Teknisk Ukeblad, <https://www.tu.no/artikler/toyota-flytter-hydrogenteknologi-fra-personbil-til-lastebil/381985> [Åpnet 14.6.2017]
- /D47/ Elektrisk femtonner fikk innovasjonspris. Anleggsmaskinen, <http://anleggsmaskinen.no/2016/04/elektrisk-femtonner-fikk-innovasjonspris/> [Åpnet 14.6.2017]
- /D48/ På full fart inn i betongbransjen. Heatwork, <https://heatwork.com/2017/01/paa-full-fart-betongbransjen/> [Åpnet 14.6.2017]
- /D49/ Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften). Lovdata, [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1994-10-04-918/KAPITTEL\\_25#§25-3](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1994-10-04-918/KAPITTEL_25#§25-3) [Åpnet 14.6.2017]
- /D50/ Overskridelse av svevestøynivåer i byer. Miljøverndepartementet, <http://www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Lokal-luftforurensning/> [Åpnet 15.6.2017]
- /D51/ Klimagassutslipp til oppvarming, Bygg- og anlegg. SSB, <https://www.ssb.no/klimagassn/> [Åpnet 5.4.2017]
- /D52/ Faktaside\_ Støy og helse. Arbeidstilsynet, <http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=78245> [Åpnet 5.5.2017]

- /D53/ Refereanseprosjekter Heatwork. Heatwork, <https://heatwork.com/produkter/concrete-systems-betongarbeid/referanser/referanseprosjekter/> [Åpnet 26.6.2017]
- /D54/ NOU 2012: 16 Samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet, 2012.
- /D55/ Kvotepriis for beregning av årlig CO2-kompensasjon. Miljødirektoratet, <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/klima/CO2-priskompensasjon/Kvotepriis-for-stottearet-2014/> [Åpnet 15.5.2017]
- /D56/ Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Lovdata, <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931> [Åpnet 15.5.2017]
- /D57/ Rapport, Fossil og utslippsfrie byggeplasser, 2017, DNV GL
- /D58/ BNL markedsrapport 2017 2.kvartal. Prognosesenteret, 2017.
- /D59/ Fakta om biodrivstoff. Miljødirektoratet, <http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2017/Februar-2017/Fakta-om-biodrivstoff1/> [Åpnet 21.03.2018]
- /D60/ Emission factors used in the estimations of emissions from combustion. SSB. 2017. [https://www.ssb.no/\\_attachment/291696/binary/95503?\\_version=547186](https://www.ssb.no/_attachment/291696/binary/95503?_version=547186)
- /D61/ Luftforurensning. Miljødirektoratet, 2018. <http://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/Rapport> [Åpnet 21.03.2018]
- /D62/ Förarlösa dumprar på Skanskas tåker. Skanska, 2017. <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/forarlösa-dumprar-på-skanskas-tåker/> [Åpnet 05.04.2018]
- /D63/ Svenskt samarbeite ska elektrifera bergtåkten. NyTeknik, 2018. <https://www.nyteknik.se/fordon/svenskt-samarbeite-ska-elektrifera-bergtåkten-6902221> [Åpnet 05.04.2018]
- /D64/ Byggstudien 2003 – Grunnlag for utvikling og tilpassing av programmer for å fremme energireduksjon og bruk av fornybar energi innenfor bygnæringen. Enova, 2003.
- /D65/ Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories - An Accounting and Reporting Standard for Cities. GHG Protocol.
- /D66/ Hydrogen i fremtidens energisystem. Fornybar.no, <http://www.fornybar.no/andre-teknologier/hydrogen/hydrogen-i-fremtidens-energisystem/hydrogen-i-fremtidens-energisystem> [åpnet 05-04-2018]
- /D67/ Her finner du hydrogenstasjonene i Norge. Norsk Hydrogenforum, <https://www.hydrogen.no/stasjoner/kart-over-stasjoner> [åpnet 05.04.2018]
- /D68/ Hydrogen - Innspill fra næringsliv, forskningsmiljøer og akademia til Energi21. Oppsummering fra strategisk arbeidsmøte om Hydrogen. Energi21, 2017. <https://energi21.no/prognett-energi21/Strategidokumenter/1253955410657>
- /D69/ Bruksareal til annet enn bolig (m<sup>2</sup>), etter region, bygningstype, statistikkvariabel og år - Igangsatt bruksareal til annet enn bolig. Statistikkbanken, Statistisk Sentralbyrå. Sist oppdatert 20-02-2018.
- /D70/ Boligbygg, etter region, bygningstype, statistikkvariabel og år - Bruksareal igangsatte boliger (m<sup>2</sup>). Statistikkbanken, Statistisk Sentralbyrå. Sist oppdatert 20.02.2018.
- /D71/ Statistikk for bygg- og anleggsmarkedet. Prognosesenteret, 2017.

- /D72/ Pon lanserer 25 tonns nullutslipps graver. Pon Equipment, 2018. <https://www.pon-cat.com/equipment/no/pon-lanserer-25-tonns-nullutslipps-graver> [åpnet 12.04.2018]
- /D73/ Skal utvikle utslippsfri 30 tonns graver. Anleggsmaskinen, 2017. <http://anleggsmaskinen.no/2017/12/utvikle-utslippsfri-30-tonns-graver/> [åpnet 12.04.2018]
- /D74/ Batterier i bygg kan få betydning for det norske kraftsystemet. Rapport nr 66-2017, NVE. [http://publikasjoner.nve.no/rapport/2017/rapport2017\\_66.pdf](http://publikasjoner.nve.no/rapport/2017/rapport2017_66.pdf)
- /D75/ Fare- og risikokartlegging av kvikkleireområder, Oslo kommune. NGI, 2011.

## VEDLEGG A – DETALJER ANLEGGSPROSJEKT

### Anleggsplas for et VA-prosjekt

VA-prosjektet involverte graving av ca. 800 meter kombinertgrøft med vanlige til vanskelige grunnforhold. Løsmasser (sand, silt, leire, delvis kvikk) og fast fjell med innslag av alunskifer. Graving, pigging, sprengning og sugebil. Prosjektet estimert til å være representativt for ca. 40 % av VAVs prosjekter.

#### Oppsummering av estimert energibehov og utslipp ved en anleggsplass for VA-prosjekt

Aktivitet	Energibehov [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM <sub>2.5</sub> [kg]
Oppvarming	-	-	-	-
Større anleggsmaskiner	144 076	127 497	783	40
Mindre anleggsmaskiner	4 499	3 982	16	0,25
Annet (transport)	67 769	59 971	222	3
<b>TOTALT</b>	<b>216 344</b>	<b>191 450</b>	<b>1 022</b>	<b>43</b>

I det følgende redegjøres det for utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet, større anleggsmaskiner, mindre anleggsmaskiner og transport.

#### Utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet

I forbindelse med dette anleggsprosjektet var det ikke behov for produksjon av varme eller elektrisitet for midlertidig oppvarming og uttørring på anleggsplassen.

#### Utslipp fra større anleggsmaskiner

VA-prosjektet har vanlige til vanskelige grunnforhold og kan dermed forventes gi et middels til høyt anslag på utslipp fra større anleggsmaskiner.

#### Forutsetninger, energibehov og utslipp fra større anleggsmaskiner

##### Forutsetninger

Type anlegg:	Graving av kombinertgrøft
Størrelse:	800 meter
Motortype:	Variert: Steg IIIA, Steg IIIB, Steg IV
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Antall	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO <sub>2</sub> e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM <sub>2,5</sub> [kg]
Gravemaskin, 14 tonn	2	23 400	70 204	62 126	94	6
Gravemaskin, 14 tonn	1	9 360	28 082	24 850	374	28
Gravemaskin, 8 tonn	1	585	1 755	1 553	27	2
Gravemaskin, 24 tonn	1	14 040	42 122	37 275	281	4
Asfaltfres	1	638	1 913	1 693	7	0
<b>TOTALT</b>		<b>48 023</b>	<b>144 076</b>	<b>127 497</b>	<b>783</b>	<b>40</b>

#### Utslipp fra mindre anleggsmaskiner

I VA-prosjektet ble det benyttet flere mindre anleggsmaskiner, med et totalt forbruk av avgiftsfri diesel på omtrent 1500 liter og et utslipp på 4 tonn CO<sub>2e</sub>.

#### Forutsetninger, energibehov og utslipp fra mindre anleggsmaskiner

### Forutsetninger

Type anlegg:	Graving av kombinertgrøft
Størrelse:	800 meter
Motortype:	Ikke definert, benytter SSB utslippsfaktorer for motorisert utstyr
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Antall	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO <sub>2e</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM <sub>2,5</sub> [kg]
Hoppetusse 400-600	1	125	374	331	1	0,02
Hoppetusse liten	1	62	187	166	1	0,01
Strømaggregat	1	75	225	199	1	0,01
Asfaltspreder	1	375	1125	996	4	0,06
Boremaskin	1	263	788	697	3	0,04
Hjullaster 1 tonn	1	600	1 800	1 593	7	0,10
<b>TOTALT</b>		<b>1 500</b>	<b>4 499</b>	<b>3 982</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>

### Evt. annet utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel som fremkommer fra datagrunnlaget

I tillegg til bruk av større og mindre anleggsmaskiner ble det ved VA-prosjektet brukt fire lastebiler med et totalt forbruk av avgiftsfri diesel på 14 500 liter med et tilsvarende CO<sub>2e</sub>-utslipp på 60 tonn. NO<sub>x</sub> utslippet fra lastebil 2 er lavere enn for lastebil 1 som følge av at lastebil to er av en nyere Euro-klasse.

### Forutsetninger, energibehov og utslipp fra annen bruk av avgiftsfri diesel

#### Forutsetninger

Type anlegg:	Graving av kombinertgrøft
Størrelse:	800 meter
Motortype:	Euro V, Euro VI
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Antall	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO <sub>2e</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM <sub>2,5</sub> [kg]
Lastebil 1 (Euro V)	1	8 073	24 220	21 433	161	1,6
Lastebil 2 (Euro VI)	1	8 073	24 220	21 433	32	0,8
Lastebil 3 (Euro VI)	1	6 143	18 429	16 308	25	0,6
Lastebil asfalt	1	300	900	796	4	0,0
<b>TOTALT</b>		<b>22 589</b>	<b>67 769</b>	<b>59 971</b>	<b>222</b>	<b>3</b>

### Anleggsplass for et mindre samferdselsprosjekt

Anleggsplassen for et mindre samferdselsprosjekt er representert ved et prosjekt ved Akershusstranda. Det er et lite aykkeltiltak med en varighet på ca 6 måneder. Prosjektet går ut på å lage en bedre sykkelløsning i krysset Akershusstranda og Kongens gate. Arealet bygges om, inkludert uttrauing av det alunskifer masser i området. I tillegg til dette skal det etableres plantefelt.

Prosjektet er pågående og det foreligger kun informasjon om drivstofforbruk for perioden desember 2017 til februar 2018. Denne informasjonen er brukt for å estimere totalt energibehov og utslipp for prosjektet, oversikt vises i tabellen nedenfor.

**Oppsummering av estimert energibehov og utslipp ved anleggsplass for mindre samferdselsprosjekt**

Aktivitet	Energibehov [kWh]	CO2e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
Oppvarming	-	-	-	-
Større anleggsmaskiner	25 945	22 960	94,16	1,45
Mindre anleggsmaskiner	-	-	-	-
Annet (transport)	88 960	78 723	322,84	4,97
<b>TOTALT</b>	<b>114 905</b>	<b>101 683</b>	<b>417,00</b>	<b>6,42</b>

I det følgende redegjøres det for utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet, større anleggsmaskiner, mindre anleggsmaskiner og transport.

**Utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet**

I forbindelse med dette anleggsprosjektet var det ikke behov for produksjon av varme eller elektrisitet for midlertidig oppvarming og uttørring på anleggsplassen.

**Utslipp fra større anleggsmaskiner**

VA-prosjektet har vanlige til vanskelige grunnforhold og kan dermed forventes gi et middels til høyt anslag på utslipp fra større anleggsmaskiner.

**Forutsetninger, energibehov og utslipp fra større anleggsmaskiner****Forutsetninger**

Type anlegg:	Mindre samferdselsprosjekt
Størrelse:	Sykkelløsning i veikryss, ombygging av arealet, etablering av plantefelt og uttrauing av alunskiffer
Motortype:	Variert: Steg IIIA, Steg IV
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Antall	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO2e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2,5 [kg]
Gravemaskin	2	8 648	25 945	22 960	94	1
<b>TOTALT</b>		<b>8 648</b>	<b>25 945</b>	<b>22 960</b>	<b>94</b>	<b>1</b>

**Utslipp fra mindre anleggsmaskiner**

I forbindelse med det mindre samferdselsprosjektet er det ikke rapportert inn noe bruk av mindre anleggsmaskiner.

**Evt. annet utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel som fremkommer fra datagrunnlaget**

I tillegg til bruk av større anleggsmaskiner er det brukt to lastebiler med henger.

**Forutsetninger, energibehov og utslipp fra annen bruk av avgiftsfri diesel****Forutsetninger**

Type anlegg:	Mindre samferdselsprosjekt
Størrelse:	Sykkelløsning i veikryss, ombygging av arealet, etablering av plantefelt og uttrauing av alunskiffer
Motortype:	Euro VI
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Antall	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO2e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2,5 [kg]
Lastebil m/henger	2	29 652	88 960	78 723	323	5
<b>TOTALT</b>		<b>29 652</b>	<b>88 960</b>	<b>78 723</b>	<b>323</b>	<b>5</b>



## Anleggsplass for et større samferdselsprosjekt

Anleggsplassen for et større samferdselsprosjekt er representert ved trikkeprosjekt ved Tinghuset og Tullinløkka. Prosjektet går ut på å oppgradere trikkeinfrastrukturen fra Tinghuset til Holbergs plass, med midlertidig spor over Tullinløkka. Det oppgraderes i tillegg overvannsløsninger, kabeltraseer, osv.

Prosjektet startet sommer 2017 og vil ferdigstilles sommer 2019. Det foreligger kun informasjon om drivstofforbruk for februar og mars 2018. Denne informasjonen er brukt for å estimere totalt energibehov og utslipp for prosjektet, oversikt vises i tabellen nedenfor.

### Oppsummering av estimert energibehov og utslipp ved anleggsplass for mindre samferdselsprosjekt

Aktivitet	Energibehov [kWh]	CO2e [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	PM2.5 [kg]
Oppvarming	-	-	-	-
Større anleggsmaskiner	333 206	294 864	2 843	132
Mindre anleggsmaskiner	15 214	13 463	55,21	0,85
Annet (transport)	-	-	-	-
TOTALT	348 420	308 328	2 898	132

I det følgende redegjøres det for utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet, større anleggsmaskiner, mindre anleggsmaskiner og transport.

### Utslipp fra produksjon av varme og elektrisitet

I forbindelse med dette anleggsprosjektet er det ikke rapportert behov for produksjon av varme eller elektrisitet for midlertidig oppvarming og uttørking på anleggsplassen.

### Utslipp fra større anleggsmaskiner

Prosjektet er et stort samferdselsprosjekt og med bruk av mange anleggsmaskiner, fremst gravemaskiner og hjullastare. Estimaten her er basert på aktiviteten i februar og mars, andre typer anleggsmaskiner vil med stor sannsynlighet brukes senere i anleggsprosessen.

### Forutsetninger, energibehov og utslipp fra større anleggsmaskiner

### Forutsetninger

Type anlegg:	Større samferdselsprosjekt
Størrelse:	Oppgradering av trikkeinfrastrukturen fra Tinghuset til Holbergs plass
Motortype:	Variert: Steg IIIA, Steg IIIB, Steg IV
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO2e [kg]	NOx [kg]	PM2,5 [kg]
Gravemaskin	2 245	6 735	5 960	106	9
Gravemaskin	2 993	8 980	7 947	141	12
Gravemaskin	18 995	56 987	50 430	760	57
Gravemaskin	11 926	35 781	31 664	394	3
Beltgående gravemaskin	13 722	41 169	36 432	55	3
Gravemaskin	4 259	12 779	11 308	170	13
Gravemaskin	3 223	9 671	8 558	13	1
Gravemaskin	6 396	19 189	16 981	26	2
Dumper	15 668	47 006	41 597	63	4
Midi gravemaskin	8 012	24 038	21 272	264	2
Kompakt hjullaster	10 879	32 638	28 883	359	3
Midi gravemaskin	4 881	14 644	12 959	229	20
Hjullaster	691	2 072	1 834	28	2
Hjullaster	7 172	21 517	19 041	237	2
<b>TOTALT</b>	<b>111 062</b>	<b>333 206</b>	<b>294 864</b>	<b>2 843</b>	<b>132</b>

### Utslipp fra mindre anleggsmaskiner

I forbindelse med det større samferdselsprosjektet er det rapportert inn bruk av to mini gravemaskiner og en liten hjuldumpere.

### Forutsetninger, energibehov og utslipp fra større anleggsmaskiner

#### Forutsetninger

Type anlegg:	Større samferdselsprosjekt
Størrelse:	Oppgradering av trikkeinfrastrukturen fra Tinghuset til Holbergs plass
Motortype:	Variert: Steg IIIA, Steg IIIB, Steg IV
Energibærer:	100% mineraldiesel
Virkningsgrad	30 %

Type	Forbruk diesel [liter]	Energibehov elektrisitet [kWh]	CO2e [kg]	NOx [kg]	PM2,5 [kg]
Mini gravemaskin	1 531	4 594	4 065	17	0,26
Mini gravemaskin	3 281	9 843	8 711	36	0,55
Liten hjuldumpere	259	777	688	3	0,04
<b>TOTALT</b>	<b>5 071</b>	<b>15 214</b>	<b>13 463</b>	<b>55</b>	<b>0,85</b>

### Evt. annet utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel som fremkommer fra datagrunnlaget

I forbindelse med det større samferdselsprosjektet er det ikke spesifikt rapportert inn noe transport.

## VEDLEGG B – INNGANGSVERDIER SCENARIOANALYSE

Scenarioberegningene gjennomføres ved Monte Carlo simulering ved bruk av Palisade @Risk. Det forutsettes at aktivitet i bygg- og anleggsnæringer vokser i takt med forventet befolkningsvekst. Forholdet mellom bygg- og anleggsaktivitet og utslipp av klimagasser og annen forurensning til luft forutsettes uendret i hele perioden i referansebanen. Det er for referansebanen og de to scenarioene tatt utgangspunkt i SSBs befolkningsfremskrivning for kommunen (MMMM). Dette innebærer en forventet årlig vekst på 1,09% frem mot 2030. Øvrige inngangsverdier presenteres i tabellen nedenfor. I tillegg er det gjort antagelser om implementeringstakt for utslippsfrie teknologier, disse omtales i kap 5.

ID	Aktivitet	Kommentar	Enhet	p10	mode	p90	E
<b>Byggeplassen</b>							
B1	Oppvarming på byggeplassen	p10: ingen behov for oppvarming. Mode: gjennomsnittlig byggeplass Oslo kommune. p90: høyt estimat for oppvarming	kg CO2e/m2	-	10	66	30
B2	Bruk av store anleggsmaskiner på byggeplassen	Alle referanser har relativt enkle grunnforhold. P10 barnehage. Mode: gjennomsnittlig byggeplass Oslo kommune. p90: det doble behov til flerbrukshallen	kg CO2e/m2	18	25	60	37
B3	Bruk av mindre anleggsmaskiner på byggeplassen	Lite erfaringstall på dette område, benytter derfor uniform fordeling. P10: estimat basert på tall for barnehage. p90: estimat basert på boligbygg men doblert	kg CO2e/m2	0,47		5	3
<b>Anleggsplassen</b>							
B1	Oppvarming på anleggsplassen		kg CO2e/MNOK	-	-	-	-
B2	Bruk av store anleggsmaskiner på anleggsplassen	Mode: gjennomsnittlig anleggsplass Oslo kommune. p90: VA-prosjekt, p10: Større samferdselsprosjekt	kg CO2e/MNOK	621	3 143	4 553	2 671
B3	Bruk av mindre anleggsmaskiner på anleggsplassen	Mode: gjennomsnittlig anleggsplass Oslo kommune. p90: VA-prosjekt. p10: Større samferdselsprosjekt	kg CO2e/MNOK	28	94	142	87
<b>Bygge- og anleggsaktivitet</b>							
	Andel store byggeprosjekter			60 %	75 %	90 %	75 %

## About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.