

FOSSIL- OG UTSLIPPSFRIE BYGGEPLASSER

Rapport

Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona,
og Enova SF

Rapportnr.: 2017-0637, Rev. rev. 0

Dokumentnr.: 1144USSL-4

Dato: 2017-08-09



Prosjektnavn: Fossil- og utslippsfrie byggeplasser DNV GL AS Energy
Rapporttittel: Rapport Markets & Policy Development
Oppdragsgiver: Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med P.O. Box 300
Bellona, og Enova SF, Postboks 7184 Majorstua 1322 Høvik
0307 OSLO Norway
Norway Tel: +47 67 57 99 00


Kontaktperson: Guro Wensaas
Dato: 2017-08-09
Prosjektnr.: 10042858
Org. enhet: Markets & Policy Development
Rapportnr.: 2017-0637, Rev. rev. 0
Dokumentnr.: 1144USSL-4

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


Oppdragsbeskrivelse:

Utført av:


Guro Fastling
Senior Consultant


Arne Øvrebø Lie
Consultant

Godkjent av:


Erik Dugstad
Head of Section, Market & Policy Development

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (Åndsverkloven) © DNV GL 2017. 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)

Nøkkelord:

[Keywords]

Rev.nr.	Dato	Utgivelser	Utført av	Godkjent av
0	2017-08-09	Versjon 1	GUROF/ARNEL	ERIDU

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG.....	3
2	INNLEDNING.....	5
2.1	Definisjoner	5
2.2	Metode	5
3	ENERGIBEHOV OG UTSLIPP FOR EN «TYPISK» BYGGEPLASS.....	7
3.1	Spesifisering av en «typisk» byggeplass	7
3.2	Utslippsfaktorer	7
3.3	Oppvarming	7
3.4	Bruk av anleggsmaskiner	10
3.5	Transport til og fra byggeplassen	11
3.6	Oppsummering	12
4	ÅRLIG ENERGIBEHOV OG UTSLIPP FRA BYGGEVIRKSOMHET.....	13
4.1	Gjennomsnittlig energibehov og utslipp per kvadratmeter	13
4.2	Gjennomsnittlig byggeaktivitet per år	15
4.3	Gjennomsnittlig, årlig utslipp fra byggevirksomhet	15
4.4	Sammenligning med SSBs tall for utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet	16
5	TILGJENGELIG TEKNOLOGI FOR UTSLIPPS- OG FOSSILFRIE ALTERANTIVER.....	18
5.1	Oppvarming og uttørking	18
5.2	Anleggsmaskiner	19
5.3	Transport	20
6	POTENSIALET FOR UTSLIPPSREDUKSJON.....	21
7	EFFEKT AV TILTAK PÅ BYGGEPLASSEN.....	22
7.1	Drifts- og energikostnader	22
7.2	Investeringskostnader og infrastruktur	23
7.3	Klimagassutslipp	24
7.4	Helseeffekter av lokal luftforurensning	25
7.5	Oppsummering	29
8	KOSTNADSEFFEKTIVITETEN FOR ULIKE TILTAK.....	30
9	BARRIERER OG INSENTIVER.....	31
9.1	Spørreundersøkelse for kartlegging av barrierer og insentiver	31
9.2	Barrierer mot å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer	32
9.3	Hva må til for at byggeplasser skal bli utslippsfrie?	35
10	REFERANSER.....	37

1 SAMMENDRAG

Denne rapporten tar for seg potensialet for å redusere utslipp knyttet til bruk av energi på byggeplasser i Norge gjennom elektrifisering og bruk av fjernvarme og biobrensel.

Basert på innspill og erfaring fra byggebransjen har DNV GL kartlagt energibehovet for en «typisk» byggeplass og beregnet utslipp fra byggevirksomhet i Norge. Alle byggeplasser er imidlertid forskjellige og faktisk energibehov og utslipp vil derfor variere fra byggeplass til byggeplass. Kartleggingen viser at det totale energibehovet på byggeplasser er i størrelsesorden 640 GWh med tilhørende utslipp av omlag 340 000 tonn CO₂e og 4 700 tonn NO_x. Samtidig er potensialet for utslippsreduksjon på byggeplasser stort. Med fjernvarme eller elektrisitet til innvendig oppvarming, fossilfri betongherding og fasadeoppvarming, bruk av elektriske anleggsmaskiner, og all transport på biodiesel, vil CO₂e og NO_x utslippene på byggeplassen reduseres med henholdsvis 99,3 prosent og 95,5 prosent, sammenlignet med dagens utslipp på en «typisk» byggeplass.

Til oppvarming på byggeplasser benyttes i dag i stor grad varmeaggregat fyrt med diesel eller propan. I tillegg benyttes en betydelig andel elektrisitet og vannbåren varme basert på fjernvarme. Vannbåren varme basert på pellets og biodiesel benyttes også i noen grad. Fossil- og utslippsfrie alternativer som elektrisitet og vannbåren varme basert på fjernvarme eller pellets er alternativer som kan benyttes til oppvarming i alle faser av et byggeprosjekt. Teknologien på dette området er altså tilgjengelig slik at all fossil oppvarming på byggeplassene kan erstattes med fossil- eller utslippsfrie alternativer.

For anleggsmaskiner kan tilgjengelige teknologier deles inn i tre kategorier avhengig av energiforsyning; mobile elektriske maskiner (batteridrevet), stillestående elektriske maskiner (ledning til strømforsyning), og anleggsmaskiner drevet på biodiesel. Mobile elektriske maskiner kan bevege seg fritt og bruken av disse er dermed kun begrenset av batterikapasiteten. Tilgjengelige batterielektriske maskiner inkluderer i dag hullastere, dumpere og gravere. Dette er imidlertid ofte modeller med begrenset styrke/løftekapasitet. Stillestående elektriske anleggsmaskiner står på en fast lokasjon eller beveger seg innenfor et begrenset område. I denne kategorien er det i dag tilgjengelig både større elektriske gravemaskiner og elektriske betongsprøyterigger. Øvrige anleggsmaskiner, hvor det ikke finnes elektriske alternativer, kan kjøres på biodiesel (HVO).

For transport til og fra byggeplassen finnes det tilgjengelige alternativer til fossil tungtransport. Diesel som drivstoff i tunge kjøretøy kan erstattes med fossilfritt biobasert drivstoff, herunder biodiesel (HVO), biogass eller bioetanol. I tillegg er utslippsfrie alternativer som hydrogen- og elektriskdrevne godsbiler under utvikling og på vei til å bli kommersielt tilgjengelig.

Potensialet for utslippsreduksjon på byggeplasser er stort. Dersom det legges til grunn at det benyttes fjernvarme eller elektrisitet til innvendig oppvarming, 50 prosent pellets og 50 prosent elektrisitet som energikilde for betongherding og fasadeoppvarming og at det benyttes stillestående elektriske gravemaskiner, mobilt elektrisk anleggsgartnerutstyr og at mobilkran og all transport til og fra byggeplassen går på biodiesel, vil utslippene på byggeplassen reduseres med 99,3 prosent CO₂e og 95,5 prosent NO_x, sammenlignet med dagens utslipp på en «typisk» byggeplass. Dersom det legges til grunn at all oppvarming er basert på fjernvarme og elektrisitet, samt at 80 prosent av arbeidet som utføres med mobilkran kan erstattes av tårnkran, vil NO_x utslippene på byggeplassen reduseres ytterligere.

Denne rapporten viser også at det er begrensede merkostnadene ved å ta i bruk ikke-fossile løsninger på byggeplassen. Vannbårne oppvarmingsløsninger basert på fjernvarme og pellets, samt bruk av enkelte elektriske anleggsmaskiner, kan i noen tilfeller til og med være bedriftsøkonomisk lønnsomme som følge av at disse løsningene innebærer mer effektiv bruk av energi. I tillegg kan det være betydelige samfunnsøkonomiske gevinster knyttet til ikke-fossile løsninger i form av reduserte klimagassutslipp. De

utslippsfrie alternativene, og til en viss grad pellets, har også positive helseeffekter i form av reduserte NOx-utslipp og utslipp av svevestøv. Videre vil de utslippsfrie alternativene gi redusert støy på og rundt byggeplasser, noe som bidrar til et bedre arbeids- og lokalmiljø.

Rapportens kartlegging av barrierer for å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer på byggeplasser viser at det finnes utfordringer når det gjelder å ta i bruk nye løsninger for oppvarming. Utbyggere benytter i stor grad tradisjonelle, fossile løsninger basert på vane og har en oppfatning av at andre alternativer er betydelig dyrere. Kunnskap om alternative løsninger og kostnadene knyttet til å ta i bruk disse løsningene er derfor en viktig faktor for å bidra til å endre vanen med å benytte fossile oppvarmingsalternativer og i større grad ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer. Krav fra byggherre om å benytte fossil- eller utslippsfrie alternativer kan være et effektivt virkemiddel for å tvinge aktørene til å tenke nytt og dermed bidra til å bygge opp erfaring med ikke-fossile alternativer. Å være tidlig ute med planleggingen og ha god kontakt med det lokale energiselskapet fremheves også som viktige punkter for å ta i bruk ikke-fossile oppvarmingsløsninger.

Når det gjelder bruk av anleggsmaskiner og transport til og fra byggeplassen er biodrivstoff et fossilfritt alternativ som er tilgjengelig i dag. Flere mindre, elektriske anleggsmaskiner og enkelte større elektriske maskiner er også kommersielt tilgjengelig. Tilgangen på elektriske alternativer oppleves imidlertid som begrenset. Ettersom etterspørselen etter slike alternativer vokser forventes det at tilgangen på utslippsfrie maskiner og transportalternativer fremover vil øke.

Tilnærmet samtlige aktører vi har snakket med viser til eksisterende avgiftsstruktur for bruk av diesel i anleggsmaskiner og transport som den viktigste årsaken til at ikke-fossile alternativer benyttes i større grad. En avvikling eller reduksjon av avgiftsfritaket vil føre til at fossil- og utslippsfrie alternativer vil bli mer konkurransedyktig og det forventes dermed at disse vil bli tatt i bruk i større grad.

2 INNLEDNING

Det har de siste årene vært økt oppmerksomhet rundt utslipp fra landets byggeplasser, særlig i de store byene der lokal luftforurensing i perioder er et stort problem. I dag benyttes det hovedsakelig fossile energikilder på byggeplassene i Norge.

Det foreligger lite kunnskap om disse utslippene og det er stor usikkerhet knyttet til faktisk energibruk, utslipp og potensiale for utslippsreduksjon. Ifølge SSBs beregninger var klimagassutslippene fra bygg- og anleggsvirksomhet over 840 000 tonn i 2015, målt i CO₂-ekvivalentener. I Oslo utgjør utslipp fra anleggsmaskiner nærmere 30 prosent av CO₂-utslipp fra transport. Hvor stor andel av dette som er knyttet til byggeplasser er uklart. Potensialet for utslippskutt gjennom å ta i bruk fossil- og utslippsfrie løsninger på byggeplassen anses imidlertid å være betydelig.

DNV GL har derfor, på vegne av Energi Norge, Norsk Fjernvarme i samarbeid med Bellona, og Enova gjennomført en studie hvor energibruken og utslippene på byggeplasser er kartlagt nærmere. Studien ser også nærmere hva som er tilgjengelig ikke-fossile løsninger i dag og muligheter og utfordringene knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer.

Alle byggeprosjekt 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 er faktorer som fører til at tallene i rapporten er forbundet med usikkerhet. Rapporten må dermed sees på som et steg for å få opp et bedre diskusjonsgrunnlag. Ettersom datagrunnlaget forberedes og flere erfaringstall blir tilgjengelig vil beregningene kunne oppdateres og konklusjoner forbedres.

2.1 Definisjoner

Begrepene utslippsfri og fossilfri brukes om hverandre når det er snakk om utslipp fra byggeplasser. En presisjon av hva vi i denne rapporten legger i disse begrepene følger her.

En utslippsfri byggeplass innebærer bruk av energikilder som ikke fører til utslipp av CO₂e eller NO_x på byggeplassen. Utslippsfrie alternativer til oppvarming inkluderer oppvarming basert på elektrisitet, fjernvarme og andre energibærere som ikke fører til CO₂e eller NO_x 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 hydrogendrevne 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.

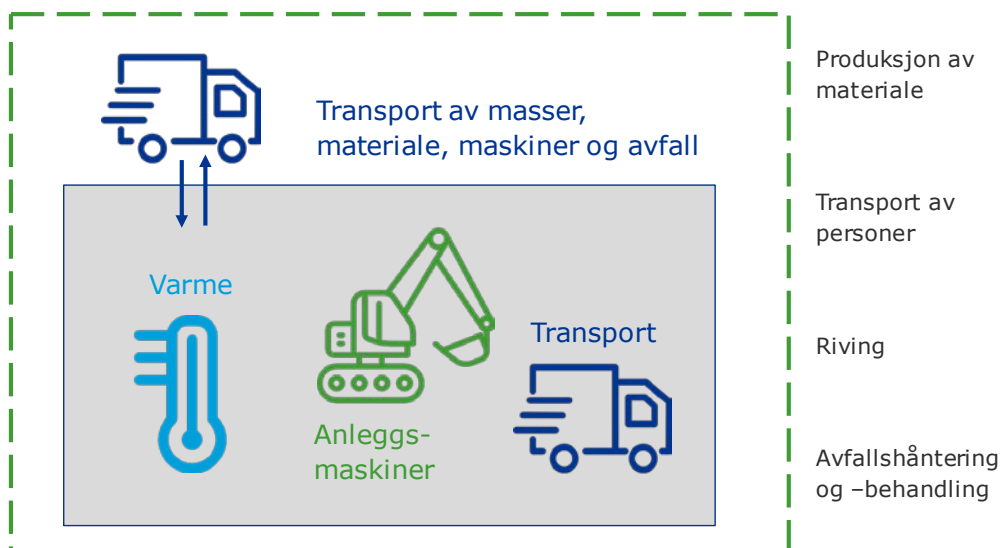
En fossilfri byggeplass innebærer bruk av energikilder som ikke gir utslipp av CO₂e. I tillegg til de utslippsfrie alternativene nevnt i avsnittet over inkluderer fossilfrie alternativer bruk av biobasert brensel, herunder pellets, biodiesel og biogass.

2.2 Metode

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

I rapporten konsentrerer vi oss om aktiviteter på byggeplassen. I tillegg ser vi på energibruk og utslipp knyttet til transport av masser, materialer, maskiner og avfall til og fra byggeplassen. Energibruk og utslipp knyttet til produksjon av materiale eller andre aktiviteter forbundet med byggeprosessen som skjer andre steder enn på 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 verken elektrisitet eller fjernvarme fører til utslipp på byggeplassen.

Figur 2-1 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 gjerne inkluderes i livsløpsanalyser av byggeprosjekter, men som ikke er inkludert i denne sammenheng.



Figur 2-1. Fokus i analysen er på aktiviteter på byggeplassen og transport til og fra byggeplassen. Ikoner laget av Freepik; Vignesh Oviyan, www.flaticon.com

For å komme fram til et potensiale for utslippsreduksjoner har vi i rapporten benyttet en nedenfra og opp tilnærming. Basert på intervjuer og innspill fra aktører i og tilknyttet byggebransjen, og en spørreundersøkelse, har vi i kapittel 3 kartlagt energibehovet for en «typisk» byggeplass og beregnet tilhørende utslipp. Byggeprosjektet vi har tatt utgangspunkt i er et boligblokkprosjekt på 10 000 kvadratmeter. Den «typiske» byggeplassen er nærmere beskrevet i del 3.1.

Basert på kartlagt energibehov for en «typisk» byggeplass beregner vi i kapittel 4 gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp fra byggevirksomhet i Norge. Til grunn for denne beregningen har vi benyttet SSBs tall for igangsatt bruksareal i perioden 2000 til 2016.

I kapittel 5 gir vi en oversikt over tilgjengelige fossil- og utslippsfrie alternativer som finnes i dag, før vi i kapittel 6 gir et anslag for det totale tekniske potensiale for utslippsreduksjon fra byggevirksomhet i Norge.

I kapittel 7 ser vi nærmere på effekten av å gjennomføre utslippsreducerende tiltak på byggeplasser, i form av en forenklet kost-nytte analyse. Mens vi i kapittel 8 gjør noen betraktninger rundt kostnadseffektiviteten for ulike tiltak når det gjelder reduksjon av klimagassutslipp.

I siste kapittel i rapporten ser vi nærmere på hva som er de viktigste barrierene knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer på byggeplassen, og hva som må til for at fossil- og utslippsfrie alternativer skal tas i bruk i større grad.

3 ENERGIBEHOV OG UTSLIPP FOR EN «TYPISK» BYGGEPLASS

I dette kapittelet beregner vi energibehovet og tilhørende utslipp for en «typisk» byggeplass.

Innledningsvis i dette kapittelet gir vi en nærmere spesifisering av hva vi mener med en «typisk» byggeplass og en kort redegjørelse for hvilke utslippsfaktorer som benyttes i beregningene.

I beregningene benytter vi en nedenfra og opp tilnærming, hvor vi basert på intervjuer med aktører i byggebransjen og en spørreundersøkelse har kartlagt energiforbruket for en «typisk» byggeplass.

3.1 Spesifisering av en «typisk» byggeplass

Byggeprosjektet vi har tatt utgangspunkt i er et boligblokkprosjekt på 10 000 kvadratmeter med følgende karakteristika:

Type byggeprosjekt	Boligblokk
Areal (BRA)	10 000 m ²
Takhøyde	3 m
Øvrige spesifikasjoner	Enkle grunnforhold Energiforbruket til brakker dekkes av elektrisitet Tårnkran går på elektrisitet Håndholdte maskiner går på batteri eller elektrisitet

I kartleggingen har vi delt aktiviteten på byggeplassen inn i tre områder; oppvarming, anleggsmaskiner og transport. Oppvarming inkluderer både oppvarming og uttørking.

3.2 Utslippsfaktorer

Utslipp av klimagasser i rapporten er beregnet i form av CO₂-ekvivalenter (CO₂e). I beregningene har vi benyttet generiske utslippsfaktorer 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 2016 benyttet.

NO_x er en fellesbetegnelse for nitrogenforbindelsene NO og NO₂. I denne rapporten er NO_x-utslipp beregnet basert på Euro IV-krav til utslipp av nitrogenforbindelser for transport og miljøkrav for anleggsmaskiner.

3.3 Oppvarming

Midlertidig oppvarming og uttørking på byggeplassen kalles ofte byggvarme. Byggvarme benyttes til innvendig oppvarming og uttørking av fukt, betongherding, fasadeoppvarming og tining/frostsikring.

Valg av fyringsmetode og bruk av energibærer avhenger av en rekke faktorer inkludert fyringsperiode, tilgjengelig energi, vane, krav fra byggherre, løsningsforslag fra utleieselskap og muligheter på byggeplassen. 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.

I rapporten deler vi inn oppvarming og uttørking på byggeplassen 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 utetemperatur. 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 begrenset eller det er ikke behov for oppvarming. Ettersom utetemperatur er avgjørende for oppvarmingsbehovet vil variasjon i temperatur og når arbeid utføres ha stor betydning for hvor stort oppvarmingsbehovet blir. Ved milde vintre vil oppvarmingsbehovet reduseres, mens ved kalde vintre vil oppvarmingsbehovet øke.

I dette kapittelet beregner vi energibehovet og tilhørende utslipp fra oppvarming dersom arbeid utføres i perioden fra november til og med mars. Beregningene gir dermed en indikasjon på maksimalt energibehov og utslipp knyttet til oppvarming på en «typisk» byggeplass.

Støping av dekke (betongherding)

Ved støping av dekke på byggeplassen er det i vintermånedene november til og med mars behov for oppvarming for at betongen skal herde. Energiforbruket knyttet til betongherding er i denne perioden i størrelsesorden 140-720 MWh for en boligblokk på 10 000 m². Tilhørende utslipp er i størrelsesorden 30-190 tonn CO₂e og 60-2 880 kg NO_x. Dersom det benyttes prefabrikkerte betongelementer er det kun behov for fugestøping. Energiforbruket på byggeplassen reduseres i så fall til om lag 1/5 av behovet sammenlignet med støping av dekke på byggeplassen, reflektert ved den nedre delen av intervallene. Beregningene forutsetter at oppvarmingen kjøres på full effekt i hele perioden. Ved bruk av automatisk eller manuell styring på byggeplassen, der oppvarming justeres etter temperatur og behov, vil energibehovet og utslippene reduseres. For oversikt over forutsetninger for beregningen og beregnede utslipp se Tabell 3-1.

Tabell 3-1. Forutsetninger for beregninger og beregnet energibehov og utslipp ved støping av dekke (betongherding) utført i perioden november tom. mars. Boligbygg, 10 000 m².

Forutsetninger						
Type bygg:	Boligblokk					
Areal:	10 000 m ²					
Takhøyde:	3 m					
Tiltak:	Åpne etasjer tildekkes mot fasadene med presenning					
Behov:	Perioden november til og med mars					
Areal:	600 m ² av gangen					
Effektbehov:	360 kW (60 kW per 100m ²)					
Type	Energibærer	Timer	Energibehov	CO₂e	NO_x	
Betongherding - Støpning av dekke på byggeplassen	Diesel	120	720 MWh	190 tonn	2 880 kg	
	Propan	120	720 MWh	150 tonn	300 kg	
Betongherding - Fugestøping for hulldekke	Diesel	24	140 MWh	40 tonn	580 kg	
	Propan	24	140 MWh	30 tonn	60 kg	

Fasadeoppvarming

For enkelte fasader, for eksempel pussede fasader, vil det generelt være behov for fasadeoppvarming i perioden november til og med mars. Energiforbruket ved fasadeoppvarming varierer betydelig og avhenger i stor grad av utetemperatur og grad av inndekning, ettersom fasadeoppvarming i prinsippet innebærer at en «fyrer for kråka». Erfaringstall fra utleieselskap viser at behovet ved fasadeoppvarming varierer betydelig, mellom 0,05-0,30 kW per m³. Ved fasadeoppvarming er det vanligvis behov for oppvarming over en lengre periode. Ved fasadeoppvarming av en boligblokk på 10 000m² i perioden november til og med mars vil bygget ha et energibehov i størrelsesorden 90-560 MWh. Tilhørende utslipp er i størrelsesorden 20-150 tonn CO₂e og 40 – 2 250 kg NO_x. For oversikt over forutsetninger for beregningen og beregnede utslipp se Tabell 3-2.

Tabell 3-2. Forutsetninger for beregninger og beregnet energibehov og utslipp ved fasadeoppvarming i perioden november tom. mars. Boligbygg, 10 000 m2.

Forutsetninger					
Type bygg:	Boligblokk				
Areal (BRA):	10 000 m2				
Tiltak:	Inndekket stillas (1,5 meter bredde)				
Behov:	Perioden november til og med mars				
Areal:	500 m2 av gangen (750 m3)				
Effektbehov:	0,05 – 0,3 kW per m3				
Type	Energibærer	Timer	Energibehov	CO2e	NOx
Høyt effektbehov (0,30 kW)	Diesel	2 500	560 MWh	150 tonn	2 250 kg
	Propan	2 500	560 MWh	110 tonn	240 kg
Lavt effektbehov (0,05 kW)	Diesel	2 500	90 MWh	25 tonn	380 kg
	Propan	2 500	90 MWh	20 tonn	40 kg

Innvendig arbeid

Innvendig oppvarming benyttes til uttørking av fuktighet og for å opprettholde tilstrekkelig temperatur i forbindelse med innendørs arbeid. Tilstrekkelig temperatur er blant annet nødvendig for å få en viss glans på maling, ved legging av parkett o.l. Generelt vil en kreve en gjennomsnittlig innetemperatur på om lag 15°C, eventuelt noe høyere. Legges det til grunn at gjennomsnittlig innvendig temperatur er 15°C vil energibehovet knyttet til innvendig oppvarming for en boligblokk på 10 000 m2 i perioden november til og med mars være i størrelsesorden 800-1 200 MWh. Tilhørende utslipp er i størrelsesorden 170-320 tonn CO₂e og 350-4 800 kg NO_x. For oversikt over forutsetninger for beregningen og beregnede utslipp se Tabell 3-3.

Tabell 3-3. Forutsetninger for beregninger og beregnet energibehov og utslipp ved innvednig oppvarming i perioden november tom. mars. Boligbygg, 10 000 m2.

Forutsetninger					
Type bygg:	Boligblokk				
Areal:	10 000 m2				
Tiltak:	Bygget er tett				
Behov:	Perioden november til og med mars				
Type	Energibærer	Timer	Energibehov	CO2e	NOx
Utendørs oppvarming (luftutskiftning 1,5 gang per time)	Diesel	2 350	1 200 MWh	320 tonn	4 800kg
	Propan	2 350	1 200 MWh	250 tonn	510 kg
Innendørs oppvarming (luftutskiftning 1,0 gang per time)	Diesel	1 640	840 MWh	220 tonn	3 360 kg
	Propan	1 640	840 MWh	170 tonn	350 kg

Oppsummering

For den «typiske» byggeplassen, bestående av en boligblokk på 10 000m2, vil det generelt være behov for oppvarming i perioden november til og med mars i forbindelse med støping av dekke, innvendig oppvarming og eventuelt fasadeoppvarming. Utslippene avhenger av energibehovet og hvilken energibærer som benyttes til oppvarming. Tabell 3-4-2 viser energibehovet og tilhørende utslipp dersom arbeid som krever oppvarming utføres i perioden november til og med mars og det kun benyttes fossilt brensel (50 prosent diesel og 50 prosent propan). I tabellen er det inkludert et høyt og et lavt anslag som reflekterer at utslippene på byggeplassen kan variere betydelig, avhengig av utetemperatur, grad av inndekking ved oppvaring, om det benyttes prefabrikkerte elementer, og luftutskiftningen som legges til grunn ved innvendig oppvarming.

Tabell 3-4-2. Energibehov og utslipp for en «typisk» byggeplass ved utført arbeid i november tom. mars, basert på bruk av 50% diesel og 50% propan. Høyt og lavt estimat

Type	Energibærer	Energibehov	CO2e	NOx
Høyt estimat				
Betongherding - Støping av dekke på byggeplassen	50% diesel, 50% propan	720 MWh	170 tonn	1 590 kg
Fasadeoppvarming	50% diesel, 50% propan	560 MWh	130 tonn	1 240 kg
Innvendig oppvarming	50% diesel, 50% propan	1 200 MWh	280 tonn	2 650 kg
Totalt		2 500 MWh	580 tonn	5 480 kg
Lavt estimat				
Betongherding - Fugestøping	50% diesel, 50% propan	140 MWh	30 tonn	300 kg
Fasadeoppvarming	50% diesel, 50% propan	90 MWh	20 tonn	200 kg
Innvendig oppvarming	50% diesel, 50% propan	840 MWh	200 tonn	1 900 kg
Totalt		1 070 MWh	250 tonn	2 400 kg

3.4 Bruk av anleggsmaskiner

Anleggsmaskiner kan deles i to kategorier; maskiner til grunnarbeid og bygningsarbeid. For grunnarbeid brukes ofte større, dieseldrevne maskiner som gravere og pelemaskiner. Antall anleggsmaskiner og deres brukstid i denne fasen 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. Vi ser også bort i fra lifter og håndholdt elektrisk utstyr da det antas at disse allerede går på batteri eller strøm og utgjør en svært liten andel av forbruket.

Beregningene i denne rapporten er basert på dieselforbruket til anleggsmaskiner i forbindelse med bygging av et skolebygg på om lag 7 400 m². Det er antatt at energiforbruket for anleggsmaskinene i dette prosjektet er representativt for et «typisk» prosjekt, og at disse varierer lineært med antall kvadratmeter. Prosjektet har relativt enkle grunnforhold, uten behov for peling. Motortypen for anleggsmaskinene er antatt å være Steg IIA, og virkningsgraden 30%, det samme som for transport generelt /D34/.

Tabell 3-5 gir en oversikt over forutsetninger, type anleggsmaskiner og beregnet energibehov og utslipp.

Tabell 3-5 Forutsetninger, energibehov og utslipp fra anleggsmaskiner

Forutsetninger							
Type bygg:	Skole						
Areal:	7 415 m ² , skalert opp til 10 000 m ²						
Motortype:	Steg IIIA						
Energibærer:	100% mineraldiesel						
Virkningsgrad	30 %						
Type	Antall	Periode	Forbruk diesel	Energibehov elektrisitet	CO2e	NOx	
Gravemaskin, 30 tonn	3	11 mnd	51 700 liter	150 MWh	130 tonn	2 010 kg	
Mobilkran, 60 tonn	1	1 600 timer	32 800 liter	100 MWh	30 tonn	440 kg	
Diverse småmaskiner	-	-	9 700 liter	30 MWh	90 tonn	270 kg	
TOTALT			91 500 liter	280 MWh	240 tonn	3 730 kg	

Bruk av anleggsmaskiner basert på diesel for et «typisk» byggeprosjekt tilsvarer klimagassutslipp i størrelsesorden 240 tonn CO₂e og NO_x utslipp i størrelsesorden 3 700 kg. Det elektriske energibehovet (kWh) er betydelig lavere enn energiforbruket til maskiner drevet på diesel/propan som følge av at elektriske maskiner er mer effektive. Det totale elektriske energibehovet er omtrent 280 MWh.

3.5 Transport til og fra byggeplassen

Det er et betydelig behov for transport til og fra en byggeplass. Masser som graves opp i forbindelse med grunnarbeidet må fraktes vekk til egnet deponeringssted, og det kan også være at nye masser må transporteres til anleggsplassen for å jevne ut eller stabilisere grunnen. Anleggsmaskiner og andre mindre verktøy som benyttes på byggeplassen må kjøres til byggeplassen og i senere faser vil det være behov for transport av andre materialer, inkludert prefabrikkerte byggelementer og interiør. I løpet av levetiden til anleggsplassen vil også store mengder avfall genereres. Dette avfallet må transporteres vekk fra anleggsplassen og til egnet mottak. Mengde og transportlengde vil variere fra byggeplass til byggeplass for alle disse segmentene, og påvirke totale utslipp. I tillegg er det mange som jobber på en byggeplass og det vil være mye persontransport fra og til byggeplassen. Persontransport har vi imidlertid holdt utenfor denne analysen. For den øvrige transporten er det antatt at all transport i dag foregår med dieseldrevne kjøretøy.

For analyse av energibruk og utslipp fra transport til og fra byggeplassen er transportbehovet delt inn i fire kategorier; 1) transport av masser, 2) transport av anleggsmaskiner og utstyr, 3) transport av avfall samt 4) transport av materialer.

DNV GL har mottatt rapportert kjørelengde for et næringsbygg på omtrent 9 100 m². Næringsbygget har i tillegg to etasjer med parkering under bygget. Det antas at rapportert kjørelengdene for dette prosjektet er representative for et «typisk» prosjekt, og at disse varierer lineært med antall kvadratmeter. Det forutsettes at transporten gjennomføres ved bruk av et kjøretøy av type tung godsbil (> 17 tonn), euroklasse IV og med en gjennomsnittlig fyllingsgrad på 50 prosent. Virkningsgraden for dieseldrevet transport er antatt å være 30 prosent /D34/.

For oversikt over forutsetninger for beregningen og beregnede utslipp se Tabell 3-6.

Tabell 3-6 Forutsetninger, energibehov og utslipp fra transport

Forutsetninger					
Type bygg:	Næringsbygg med to etasjer. Parkering under bygget antas tilnærmet lik spesifisert boligbyggprosjekt				
Areal:	9 100 m ² , skalert opp til 10 000m ²				
Type kjøretøy:	Tung godsbil (>17 tonn)				
Euroklasse:	IV				
Fyllingsgrad:	50%				
Energibærer:	100% mineral diesel				
Virkningsgrad:	30%				
Type transport	Kjørelengde	Estimert transportmengde	Energibehov elektrisitet	CO₂e	NO_x
Masser	54 100 km	459 700 tonn	60 MWh	50 tonn	680 kg
Anleggsmaskiner og utstyr	9 300 km	78 800 tonn	10 MWh	9 tonn	120 kg
Avfall	2 500 km	21 400 tonn	3 MWh	2 tonn	30 kg
Materialer	28 100 km	238 900 tonn	30 MWh	27 tonn	350 kg
TOTALT	94 000 km	798 820 tonn	100 MWh	90 tonn	1 180 kg

Dette innebærer at beregnet utslipp fra transport for en «typisk» byggeplass er omkring 90 tonn CO₂e og 1 180 kg NO_x. Den økte effektiviteten ved bruk av elektriske kjøretøy anslås å føre til et elektrisk energibehov på omtrent 100 MWh.

3.6 Oppsummering

Basert på innspill og erfaring fra byggebransjen har vi kartlagt energibehovet for en «typisk» byggeplass og beregnet tilhørende utslipp. Faktisk energibehov og utslipp vil variere betydelig fra byggeplass til byggeplass. Kartleggingen indikerer imidlertid at energibehovet på en for et «typisk» byggeprosjekt, bestående av et boligblokk på 10 000 m², kan være i størrelsesorden 1 800 MWh. Tilhørende utslipp er i størrelsesorden 670 tonn CO₂e og 8 130 kg NO_x.

For oversikt over forutsetninger for beregningen og beregnede utslipp se Tabell 3-7.

Tabell 3-7 Forutsetninger, energibehov og utslipp for en «typisk» byggeplass

Forutsetninger			
Type bygg:	Boligblokk		
Areal:	10 000 m ²		
Takhøyde:	3m		
Oppvarming:	Aktiviteter som krever oppvarming gjennomføres jevnt gjennom året. Oppvarmingsbehovet tilsvarer 5/12 av maksimalt oppvarmingsbehov. Gjennomsnitt av høyt og lavt estimat er lagt til grunn. Ikke behov for fasadeoppvarming (lite benyttet de siste 10 årene) Se del 3.3		
Anleggsmaskiner:	Se del 3.4		
Transport:	Se del 3.5		
Aktivitet	Energibehov	CO₂e	NO_x
Oppvarming	1 450 MWh	340 tonn	3 220 kg
Anleggsmaskiner	280 MWh	240 tonn	3 730 kg
Transport	100 MWh	90 tonn	1 180 kg
TOTALT	1 830 MWh	670 tonn	8 130 kg

4 ÅRLIG ENERGIBEHOV OG UTSLIPP FRA BYGGEVIRKSOMHET

I denne delen av rapporten gir vi en indikasjon på hva årlig, gjennomsnittlig energibehov og utslipp fra byggevirkksomhet i Norge kan være. For dette formål beregner vi først energibehov og utslipp per kvadratmeter, basert på beregningene i del 3. Deretter beregner vi årlig, gjennomsnittlig energibehov og utslipp fra byggevirkksomhet i Norge, basert på igangsatt bruksareal i perioden 2000 til 2016.

4.1 Gjennomsnittlig energibehov og utslipp per kvadratmeter

Basert på kartleggingen av energibehov og beregnet utslipp knyttet til bruk av oppvarming, anleggsmaskiner og transport i del 3 beregner vi i dette avsnittet energibehov og utslipp per kvadratmeter.

I beregningene har vi lagt til grunn følgende forutsetninger:

Oppvarmingsbehov: I mindre bygninger, som f.eks. eneboliger, er oppvarmingsbehovet begrenset og det er lagt til grunn at behovet dekkes av elektrisitet. I beregningene er det dermed antatt at oppvarmingsbehovet er avgrenset til større byggeprosjekter, herunder næringsbygg og store boligbygg. Andelen store byggeprosjekter i perioden 2000 til 2016 har variert mellom 49 prosent og 59 prosent, og gjennomsnittlig andel store byggeprosjekter i denne perioden er 54 prosent, se avsnitt 4.2 /D28/. Videre er det kun behov for oppvarming deler av året, i perioden november til og med mars. Vi har lagt til grunn at byggeaktiviteten for store byggeprosjekter fordeler seg jevnt over året og at oppvarmingsbehovet dermed tilsvarer om lag 40 prosent (5/12) av maksimalt oppvarmingsbehov.

Betongherding: Det er lagt til grunn at 35 prosent av store byggeprosjekt med oppvarmingsbehov støper dekke på byggeplassen, mens resterende 65 prosent benytter prefabrikerte elementer og har dermed kun behov for fugestøping på byggeplassen.

Fasadeoppvarming: Andelen store byggeprosjekter, med pusset fasade eller annen fasade med behov for fasadeoppvarming, har vært begrenset de siste 10 årene. Vi har i beregningene derfor lagt til grunn at kun 5 prosent av store byggeprosjekter har fasader hvor det er behov for oppvarming. Oppvarmingsbehovet knyttet til fasadeoppvarming er vanligvis høyt. Flere av aktørene vi har vært i kontakt med har påpekt at de anser et effektbehov på 0,3 kW i større grad å være representativt for hva som vanligvis er nødvendig ved fasadeoppvarming, enn den nedre delen av erfaringstallet. Det finnes imidlertid prosjekter hvor behovet er mindre. Vi har derfor lagt til grunn at 2/3 av prosjekter med behov for fasadeoppvarming har et høyt energibehov, mens resterende 1/3 har et lavt energibehov.

Innvendig oppvarming: Det legges til grunn at alle store byggeprosjekter har behov for innvendig oppvarming.

Energibærere oppvarming: Ved støping av dekke og til fasadeoppvarming benyttes i dag varmeaggregat basert på diesel eller propan. Vi har lagt til grunn at andelen diesel og propan er like stor. Til innvendig oppvarming benyttes også andre løsninger som vannbåren varme basert på fjernvarme og elektrisitet. For beregningen av utslipp knyttet til innvendig oppvarming har vi benyttet markedsandeler for ulike energibærere for vinteren 2015/2016 fra utleieselskapene UCO og Naboen AS¹.

Anleggsmaskiner: Bruk av anleggsmaskiner varierer fra byggeplass til byggeplass, og er særlig avhengig av prosjektets grunnforhold. Byggeprosjektet som ligger til grunn for beregning av

¹ Markedsandelene til UCO og Naboen er vektet med henholdsvis 2/3 og 1/3 for å reflektere selskapenes størrelse.

energibruk fra anleggsmaskiner er basert på et stort prosjekt med relativt enkle grunnforhold. Kompliserte prosjekter vil ha et høyere energibehov enn det vi har lagt til grunn, mens mindre og enkle prosjekter vil ha et lavere energibehov. I analysen er det antatt at kartlagt energibehov og beregnede utslipp for en «typisk» byggeplass i del 3 reflekterer et gjennomsnitt av ulike prosjekter.

Transport: Energiforbruket knyttet til transport til og fra byggeplassen vil også variere fra byggeplass til byggeplass, avhengig av mengde som skal transporteres og transportavstander. Byggeprosjektet som ligger til grunn for beregningene i del 3 er fra et byggeprosjekt som ligger i en storbyregion. I spredtbebygde strøk kan avstandene ved frakt av f.eks. materialer eller anleggsmaskiner være lengre, mens behovet for bortkjøring av masser og avstander kan være kortere. I analysen er det antatt at kartlagt energibehov og beregnede utslipp for en «typisk» byggeplass i del 3 reflektere et gjennomsnitt av ulike prosjekter.

Tabell 4-1 gir en oversikt over forutsetningene som er lag til grunn ved beregningene av energibehov og utslipp per kvadratmeter, basert på kartlegging av energibehov fra del 4.

Tabell 4-1. Forutsetninger for beregning av energibehov og utslipp for en gjennomsnittlig stor byggeplass. Boligblokk 10 000m².

Forutsetninger					
Areal	10 000 m ²				
Andel store bygg	54 %				
Andel andre bygg	46 %				
Oppvarmingsbehov	November til og med mars				

Aktivitet	Oppvarmingsbehov	Andel	Areal*	Energiforbruk elektrisitet pr. m²	Energiforbruk
Oppvarming	54%				
Støping av dekke på plass (betongherding)	5/12	35 %	3 500 m ²	70 kWh	Diesel (50%), propan (50%)
Fungestøp (betonherding)	5/12	65 %	6 500 m ²	15 kWh	Diesel (50%), propan (50%)
Fasadeoppvarming	5/12	5 %	500 m ²	40 kWh	Diesel (50%), propan (50%)
Innvendig ² oppvarming	5/12	100 %	10 000 m ²	110 kWh	Diesel (34%), propan (31%), fjernvarme (13%), elektrisitet (18%), pellets (2%), biodrivstoff (2%)
Anleggsmaskiner	NA	100 %	10 000 m ²	30 kWh	Diesel (100%)
Transport	NA	100 %	10 000 m ²	10 kWh	Diesel (100%)

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

Basert på overnevnte forutsetninger blir energibehov per kvadratmeter 79 kWh. Utslipp knyttet til dette forbruket tilsvarer 39 kg CO₂e og 0,55 kg NO_x per kvadratmeter. Tabell 4-2 gir en oversikt over energibehovet og utslipp for ulike aktiviteter.

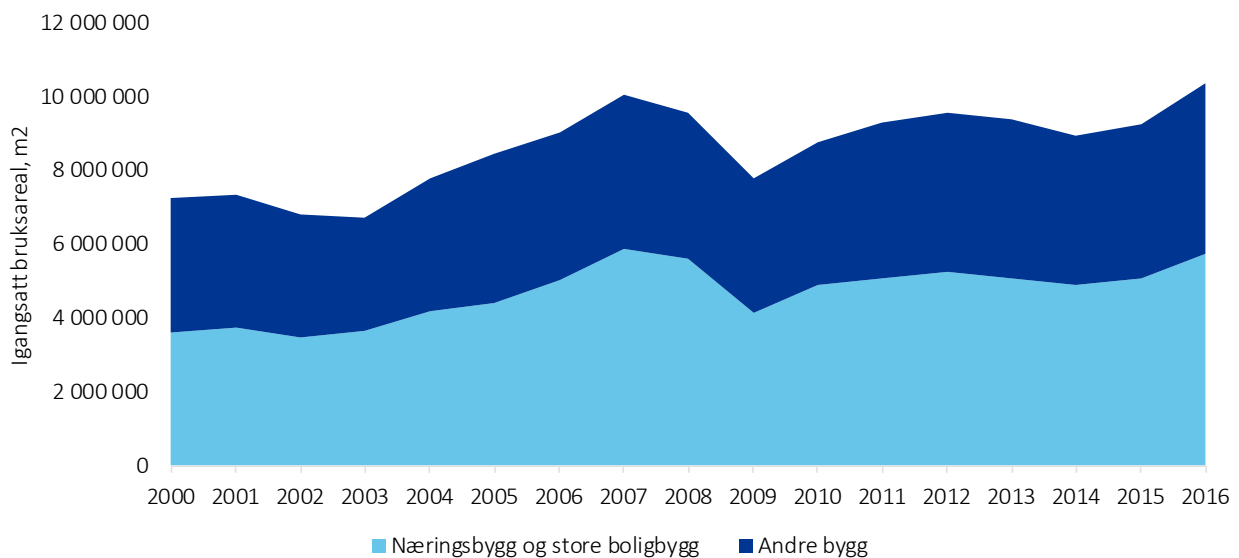
² Andelen for ulike energibærere er basert på tall fra utleieselskapene UCO og Naboen AS. For å reflektere selskapenes størrelse er UCOS markedsandelene vektet med 2/3 og Naboens med 1/3.

Tabell 4-2 Energibehov og utslipp (CO₂e og NO_x) per kvadratmeter

Aktivitet	Energibehov	CO ₂ e	NO _x
Oppvarming			
Innvendig oppvarming	25 kWh	3,8 kg	0,04 kg
Betongherding på plass	6 kWh	1,4 kg	0,01 kg
Betongherding fugestøp	3 kWh	0,7 kg	0,01 kg
Fasadeoppvarming	0 kWh	0,0 kg	0,00 kg
Anleggsmaskiner	30 kWh	24,5 kg	0,37 kg
Transport	10 kWh	9,0kg	0,12 kg
TOTALT	79 kWh	39 kg	0,55 kg

4.2 Gjennomsnittlig byggeaktivitet per år

For å anslå årlig byggeaktivitet har vi benyttet SSBs statistikk for igangsatt bruksareal. Statistikken er basert på datoer for når igangsettelsestillatelser registreres av kommunene. Tallene inkluderer oppføring av nye bygg. 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/. Vi benytter i beregningene derfor data for perioden 2000 til 2016 som gir et bilde på gjennomsnittlig byggeaktivitet på år.



Figur 4-1. Igangsatt bruksareal (bruksareal til boliger og annet enn bolig) for 2000-2016, fordelt på store byggeprosjekter og andre bygg. Kvadratmeter (m²) /D28/

I perioden 2000 til 2016 var igangsatt bruksareal mellom 6,7 millioner kvadratmeter og 10,3 millioner kvadratmeter. Gjennomsnittlig igangsatt bruksareal var i perioden 8,6 millioner kvadratmeter. I figuren er bruksareal delt inn næringsbygg og store boligbygg (store byggeprosjekter) og andre bygg (mindre byggeprosjekter). Inndelingen er gjort basert på en grovsortering av bygningstype. Andelen næringsbygg og store boligbygg har i perioden variert fra 49 til 59 prosent, og var i gjennomsnitt 54 prosent.

4.3 Gjennomsnittlig, årlig utslipp fra byggevirksomhet

Dersom man legger til grunn gjennomsnittlig energibehov og utslipp per kvadratmeter fra del 4.1 og årlig byggeaktivitet fra del 4.2 får man et anslag på gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp fra

byggevirksomhet i Norge. Beregningene viser at energibehovet på byggeplasser er i størrelsesorden 640 GWh per år. Tilhørende utslipp er i størrelsesorden 340 000 tonn CO₂e og 4 700 kg NO_x. Energiforbruk og utslipp fordelt på oppvarming, bruk av anleggsmaskiner og transport er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp

Forutsetninger				
Areal	8,6 mill. m ²			
Andel store bygg	54 %			
Andel andre bygg	46 %			
Oppvarmingsbehov	November til og med mars			

Aktivitet	Energibehov pr. m²	Energibehov	CO₂e	NO_x
Oppvarming				
Støping av dekke på plass (betongherding)	25 kWh	50 000 MWh	12 000 tonn	310 tonn
Fungestøp (betongherding)	6 kWh	20 000 MWh	5 000 tonn	110 tonn
Fasadeoppvarming	3 kWh	4 000 MWh	1 000 tonn	40 tonn
Innvendig oppvarming	0 kWh	210 000 MWh	32 000 tonn	10 tonn
Anleggsmaskiner	30 kWh	260 000 MWh	211 000 tonn	3 180 tonn
Transport	10 kWh	90 000 MWh	77 000 tonn	1 030 tonn
TOTALT	275 kWh	640 000 MWh	338 000 tonn	4 680 tonn

4.4 Sammenligning med SSBs tall for utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet

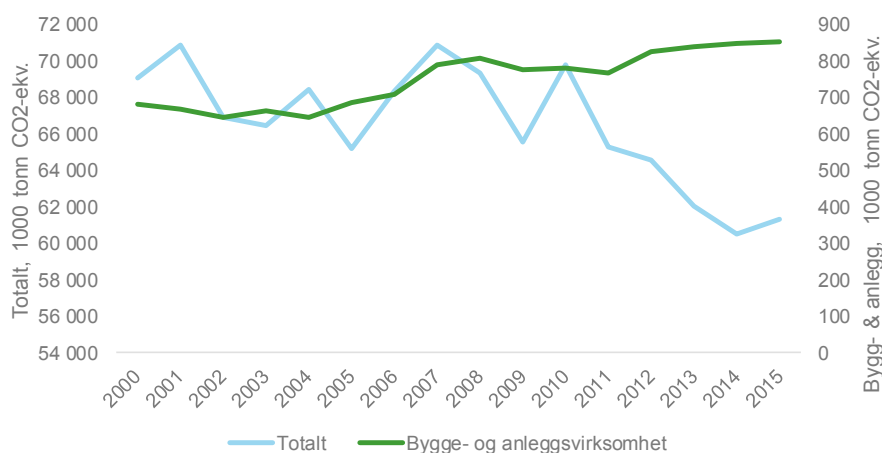
SSB har ikke egne tall for utslipp fra byggevirksomhet, men publiserer tall for utslipp av klimagasser og annen luftforurensning fra bygg- og anleggsvirksomhet. Utslippstallene er beregnet ved å multiplisere energiforbruket i bygg- og anleggsvirksomhet i energiregnskapet med standard faktorer for utslipp /D33/. Tallene inkluderer:

- Forbruk av energiprodukter til oppvarming i bygg- og anleggsvirksomhet
- Bruk av drivstoff, bensin og diesel, til anleggsmaskiner og kjøretøy for bygg- og anleggsvirksomhet.

Bygg og anleggsvirksomhet inkluderer i denne sammenheng næringskode 41.2 Oppføring av bygning, 42 Anleggsvirksomhet og 43 Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet. Tall for forbruk av fyringsparafin, tungoljer og tungdestillat er hentet fra salgsstatistikken for petroleumsprodukter. Salgsstatistikken for petroleumsprodukter er basert på rapporter fra oljeselskapene. Tall for forbruk av fyringsolje, treavfall og drivstoff er basert på tall innhentet i 1995. Disse er framskrevet i alle etterfølgende år ut i fra sysselsettingstall. SSB peker på at det er svakheter i beregningsmetodikken som er benyttet, særlig knyttet til framskrivning av tall innhentet i 1995. De viser til at det er grunn til å tro at kvaliteten på framskrivningene har blitt stadig dårligere ettersom det har vært en betydelig vridning i bruk av kilder til oppvarming. Også framskrivningene knyttet til bruk av drivstoff er veldig usikre.

SSB jobber med å gjennomgå og revidere datakilder og beregningsmetoder i energiregnskapet. Metoden for beregning av utslipp av klimagasser og annen luftforurensning i bygg- og anleggsvirksomhet er én av metodene som vil oppdateres. SSB opplyser at den oppdaterte metoden for blant annet utslippsberegning vil implementeres i beregningene som publiseres i desember.

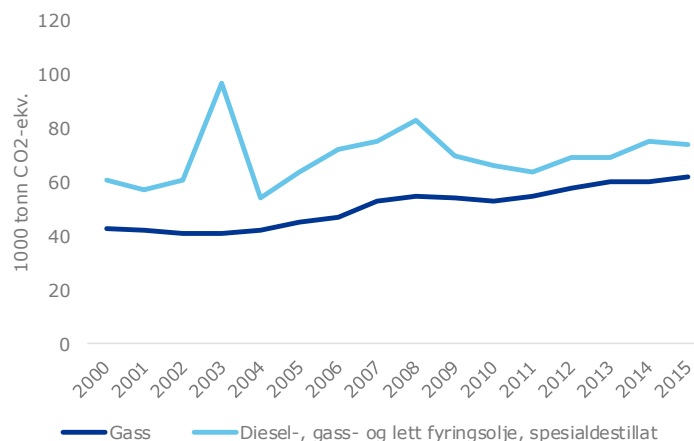
Figur 4-2 viser utviklingen i totale klimagassutslipp, fra alle næringer og husholdninger, i perioden 2000 til 2015 (høyre akse) og klimagassutslipp fra bygg- og anleggssektoren i samme periode (venstre akse). Figuren viser at klimagassutslippene totalt har gått betydelig ned i denne perioden, mens klimagassutslippene fra bygg- og anleggsvirksomhet har gått opp.



Figur 4-2 Utvikling i klimagassutslipp i alt (høyre akse) og i bygg- og anleggsektoren (venstre akse) i perioden 2000 til 2015. 1000 tonn CO2-ekvivalenter. /D26/

Klimagassutslipp (CO₂e) fra bygge- og anleggsvirksomhet var i 2015 854 000 tonn /D26/. Kartleggingen av utslipp gjort i denne rapporten indikerer at klimagassutslipp fra byggeplasser er i størrelsesorden 340 000 tonn. Dette tilsvarer om lag 40 prosent av SSBs totale klimagassutslipp fra bygge- og anleggsvirksomhet i 2015.

SSB publiserer også tall for utslipp fra bruk av mineralolje (diesel, gass- og lett fyringsolje, spesialdestillat) og gass til oppvarming i bygge- og anleggsvirksomheten. Figur 4-3 viser utslipp fra bruk av mineralolje og gass i bygg- og anleggsvirksomheten i perioden 2000 til 2015. Gass og mineralolje utgjorde henholdsvis 73 000 tonn og 62 000 tonn CO₂e i 2015, som til sammen utgjør 135 000 tonn CO₂e. I del 4.3 er CO₂e utslipp knyttet til oppvarming på byggeplassen beregnet å være i størrelsesorden 50 000 tonn. Det er uklart hvor stor del av oppvarmingen i SSBs utslippstall som er knyttet til bygg- og hvor stor del som er knyttet til anleggsvirksomhet. Bruk av oppvarming i anleggsvirksomhet er vanligvis begrenset. SSBs utslippstall kan dermed indikere at utslippstallene knyttet til oppvarming er noe høyere enn det vi har kommet frem til i denne rapporten.



Figur 4-3. Utslipp fra bruk av mineralolje og gass til oppvarming i bygg- og anleggsvirksomheten /D60/

5 TILGJENGELIG TEKNOLOGI FOR UTSLIPPS- OG FOSSILFRIE ALTERNATIVER

Denne delen gir en oversikt over tilgjengelige teknologier for utslipps- og fossilfrie alternativer på byggeplassen.

5.1 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.

5.1.1 Innvendig oppvarming og uttørking

Mobile varmeaggregat basert på diesel eller propan (såkalte «kokoverk») er den oppvarmingsløsningen som i størst grad benyttes til innvendig oppvarming. I tillegg benyttes elektrisitet og vannbårne varmeløsninger basert på fjernvarme i betydelig grad. Oppvarming basert på fjernvarme krever at en fjernvarmesentral er installert. Enten kan fjernvarmesentralen som skal benyttes i byggets bruksperiode også benyttes i byggeperioden, eller så kan det installeres en mobil fjernvarmesentral som benyttes kun i byggeperioden. Utleieselskapet El-bjørn er blant selskapene som tilbyr utleie av mobile fjernvarmesentraler. De fleste store utleieselskap tilbyr utleie av vannbårne varmeaggregater til oppvarming. Der fjernvarme ikke er tilgjengelig er vannbårne løsninger basert på biobrensel, herunder pellets, et alternativ. Både i forbindelse med bygging av LHL-klinikken ved Gardermoen og Jordal Amfi i Oslo blir det benyttet vannbårne oppvarmingssystem basert på pellets. Norsk Bio er et selskap som leverer byggvarme og byggtørking basert på fast biobrensel. I tillegg til overnevnte løsninger benyttes det også i noe grad biodrivstoff (HVO100) til oppvarming som erstatning for diesel i mobile varmeaggregat. Tabell 5-1 viser oversikt over andelen av ulike typer energibærere som benyttes til oppvarming. Tallene er basert på markedsandeler fra utleieselskapene UCO og Naboen AS³.

Tabell 5-1. Markedsandeler for ulike typer drivstoff/energikilder for oppvarming

Energibærer	Markedsandel
Diesel	31 %
Propan	34 %
Fjernvarme	13 %
Elektrisitet	18 %
Pellets	2 %
Biodrivstoff	2 %

5.1.2 Betongherding

Til betongherding benyttes hovedsakelig oppvarming med mobile varmeaggregat basert på diesel eller propan. Det finnes også løsninger for å benytte elektrisitet eller vannbåren varme til betongherding. Et system basert på vannbåren varme gir mulighet til å benytte fossil- og utslippsfrie alternativer, herunder biodiesel/-gass, fjernvarme og pellets. Selskapet HeatWork leverer selvgående, mobile væskebårne varmesystemer hvor fjernvarme, pellets eller annet biobrensel kan benyttes. HeatWork-løsningen er blant annet benyttet for å herde betong på toppen av brutårnene til Hålogalandsbrua i Narvik /D64/. Det er imidlertid flere aktører som har pekt på at det kan oppstå utfordring med frysing forbundet med vannbårne løsninger, men blant annet HeatWork har løsninger på markedet som takler dette /D48/. Når det gjelder elektrisitet viser Naboen AS til at elektrisitet blant annet har blitt benyttet til betongherding i forbindelse med utbygging på Barcode i Oslo.

³ UCOs oppgitte markedsandeler er vektet med 2/3 og Naboen 1/3 for å reflektere størrelsen på utleieselskapene.

5.1.3 Fasadeoppvarming

Til fasadeoppvarming benyttes i dag hovedsakelig mobile varmeaggregat basert på diesel eller propan. Fossil- og utslippsfrie alternativer er de samme som for betongherding, se del 5.1.2.

5.1.4 Oppsummering

Tabell 5-2 oppsummerer hvilke utslippsfrie og fossilfrie alternativer for oppvarming og uttørking som finnes i dag. Et alternativt tiltak for å redusere utslipp knyttet til oppvarming og uttørking på byggeplassen er å flytte arbeid som krever en minimumstemperatur til perioder av året hvor oppvarmingsbehovet er mer begrenset.

Tabell 5-2. Tilgjengelige teknologier for oppvarming

Type	Energibærer	Innvendig oppvarming og uttørking	Betongherding	Fasadeoppvarming
Fossil	Diesel	X	X	X
	Propan	X	X	X
Fossilfri	Pellets	X	X	X
	Biodiesel	X	X	X
Utslippsfri	Elektrisitet	X	X	X
	Fjernvarme	X	X	X
	Grunnvarme	X	X	X

5.2 Anleggsmaskiner

Tilgjengelige teknologier for fossil- og utslippsfrie anleggsmaskiner kan deles inn i tre kategorier avhengig av energiforsyning; mobile elektriske (batteridrevet), stillestående elektriske (koblet til kraftnettet), og anleggsmaskiner drevet på biodiesel. Kategoriseringene og tilgjengelige teknologier innenfor disse områdene er beskrevet nærmere nedenfor.

5.2.1 Mobile elektriske anleggsmaskiner

Med mobile elektriske anleggsmaskiner menes batteridrevne anleggsmaskiner som kan bevege seg fritt. Driften av disse er dermed kun begrenset av batterikapasiteten. I dag finnes det batterielektriske alternativer til flere forskjellige typer mobile anleggsmaskiner. Dette er ofte modeller med mindre styrke/løftekapasitet.

Elektriske lastere er tilgjengelig fra leverandører som Wacker Neuson (inkl. Weidemann og Kramer), Atlas Copco og Avant. Den største av disse er Atlas Copcos Scooptram ST7 Battery gruvelaster med en løfteevne på opptil 6,8 tonn, og med over fire timer driftstid /D35/. Wacker Neusons Kramer 5055e hjullaster har en løfteevne på opp til 2,5 tonn, og omtrent 5 timer driftstid /D36/.

Suncar HK leverer to beltegravere (omtrent to og 16 tonn) med en oppgitt driftstid på «en arbeidsdag» /D37/. I tillegg er en «dual power» gravemaskin fra Wacker Neuson (ett tonn) tilgjengelig som kan kjøres på diesel og elektrisitet /D38/. I sistnevnte tilfelle står dieselmotoren i ro, mens kraften leveres gjennom et eksternt elektrisk drevet hydraulikk-aggregat. Komatsu leverer også to hybride beltegravere på omtrent 23 og 27 tonn, som hevdes å ha et omtrent 30% lavere dieselforbruk enn ved konvensjonell drift /D39/.

Wacker Neuson, Messersi, Fort, TUFFTRUK og Ecovolve tilbyr mini belte- og hjuldumpere. Den største versjonen til Ecovolve har en lasteevne opp til 1,5 tonn, og driftstid tilsvarende «en typisk arbeidsdag» /D40/. I tillegg har en Komatsu 605-7 hjuldumper (110 tonn) blitt bygget om til batteridrift i Sveits med et 600 kWh batteri, som da var den største batterikapasiteten på et kjøretøy noensinne /D41/.

Unic har en batteridrevet mobilkran med løftekapasitet på 3 tonn /D42/.

5.2.2 Stillestående elektriske anleggsmaskiner

Med stillestående elektriske anleggsmaskiner menes anleggsmaskiner som er direkte koblet til kraftnettet og dermed står på en fast lokasjon eller beveger seg innenfor et begrenset område.

Større elektriske gravemaskiner enn nevnt i 5.2.1 er tilgjengelig fra for eksempel Hitachi og Sennebogen. Sennebogen leverer maskiner med driftsvekt fra 20 til 165 tonn, den minste med en effekt på 90kW. I Norge er flere Sennebogen i overkant av 20 tonn i drift, og i Japan er minst én fra Hitachi i tilsvarende størrelse i drift. Alle driftes for håndtering av materialer eller søppelsortering /D43/.

Veidekke har benyttet seg av elektriske betongsprøyterigger, vanligvis er disse drevet på diesel. De peker på at disse både har lavere innkjøps- og driftskostnader /D44/.

5.2.3 Anleggsmaskiner på HVO

For de anleggsmaskiner som det ikke finnes elektriske alternativer for i dag så er det mulig å kjøre konvensjonelle maskiner på HVO-diesel.

Caterpillar og Volvo har godkjent at deres maskiner kjøres på HVO-diesel. Hitachi avventer per mars 2016 en endelig godkjenning og beskrivelse av drivstoffet fra EUs side før de godkjente bruken /D45/.

5.2.4 Oppsummering

Tabell 5-3 oppsummerer tilgjengelige teknologier for noen utvalgte anleggsmaskiner.

Tabell 5-3. Tilgjengelige teknologier for utvalgte anleggsmaskiner

Type	Mobil elektrisk	Stillestående elektrisk	Biodiesel
Gravere < 75 kW	X	X	X
Gravere > 75 kW		X	X
Mindre mobilkraner	X	X	X
Større mobilkraner		X	X
Hjullastere (alle)	X	X	X
Mindre dumpere	X	X	X
Større dumpere	X*	X	X

* Eksisterer, men ikke kommersielt tilgjengelig.

5.3 Transport

Det finnes flere tilgjengelige alternativer til fossil tungtransport. Diesel som drivstoff i tunge kjøretøy kan byttes ut mot fornybare drivstoff som HVO, biogass eller bioetanol. Utslippsfrie alternativer (dvs. alternativer uten utslipp i drift) som hydrogen- og elektriskdrevne godsbiler er under utvikling og på vei ut i markedet.

Toyotas prosjekt «Project Portal», tester nå ut hydrogendrift på lastebiler i Los Angeles havn og i 2018 planlegger Asko å ta i bruk minst tre hydrogendrevne lastebiler (treakslede 27-tonnsbiler fra Scania) /D46/. Samtidig utvikles teknologi for batterielektrisk tungtransport og Tesla planlegger å vise frem en batterielektrisk lastebil i september 2017.

6 POTENSIALET FOR UTSLIPPSREDUKSJON

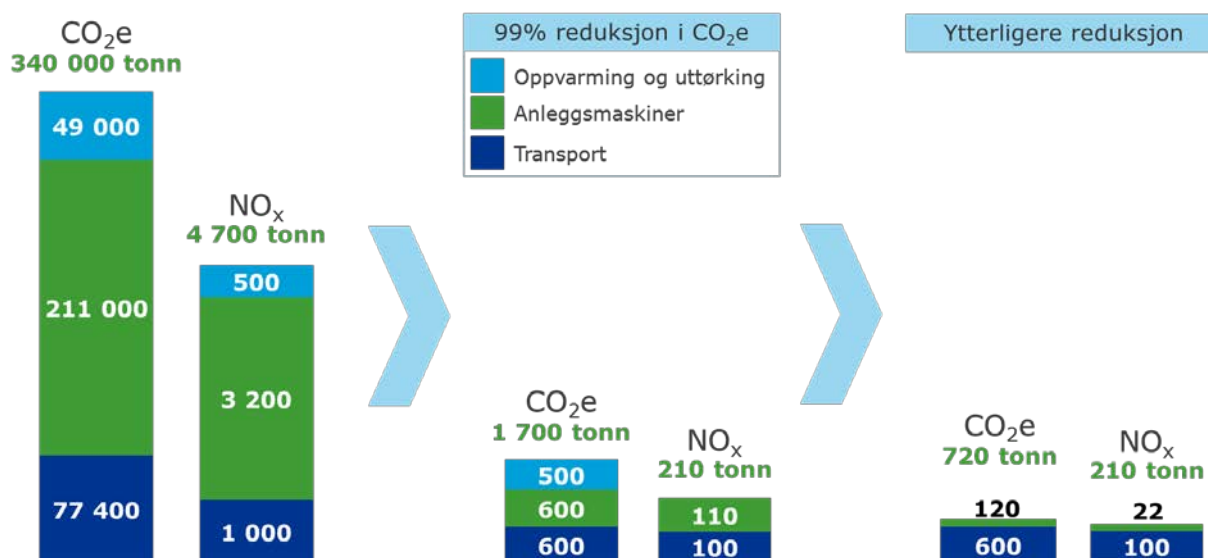
Basert på beregninger for gjennomsnittlig, årlig energibehov og utslipp fra byggevirkosomhet i Norge i kapittel 4 og kartlegging av tilgjengelig teknologi i kapittel 5 beregner vi i denne delen det totale tekniske potensialet for utslippsreduksjoner.

For oppvarming og uttørking er det i dag tilgjengelig teknologi for en omlegging fra fossile alternativer til fossil- eller utslippsfrie alternativer, jf. kapittel 5.1. For alle typer oppvarming og uttørking kan utslippsfrie alternativer som fjernvarme og elektrisitet, eller fossilfrie alternativer som biodiesel og pellets, benyttes. Ved kvantifisering av potensialet for utslippsreduksjon har vi lagt til grunn at det benyttes en vannbåren varmeløsning basert på fjernvarme eller elektrisitet til innvendig oppvarming og at det ved betongherding og fasadeoppvarming benyttes 50/50 pellets og elektrisitet som energikilde. Disse tiltakene vil redusere lokale CO₂e-utslipp med 99,1 prosent, hvor den gjenværende andelen utslipp stammer fra pellets. Lokale utslipp av NO_x reduseres med 99,9 prosent.

Tilgjengelig teknologi for anleggsmaskiner avhenger, som diskutert i kapittel 5.1, av type anleggsmaskin og ytelse. Dersom det legges til grunn at stillestående elektriske gravemaskiner og mobilt elektrisk anleggsgartnerutstyr erstatter dieselmaskiner og at mobilkranen basert på diesel erstattes med biodiesel, reduserer de lokale utslippene knyttet til bruk av anleggsmaskiner med 99,7 prosent CO₂e og 96,5 prosent NO_x.

All dieseldrevet transport, herunder transport av masser, materiale, maskiner og avfall, kan erstattes med fossilfrie biobaserte alternativer. Transportutslippene er antatt å reduseres ved hjelp av en overgang til biodiesel, ettersom elektriske/hydrogenkjøretøy av denne størrelsen ikke er kommersielt tilgjengelige i dag. Lokale utslipp fra transport vil da reduseres med 99,2 prosent CO₂e og 96,5 prosent NO_x.

Totalt gir de nevnte tiltakene en reduksjon av CO₂e med 99,3 prosent og NO_x med 95,5 prosent. Dersom en antar at flere tiltak kan gjennomføres ved å erstatte all oppvarming med fjernvarme og elektrisitet, samt at 80 prosent av arbeidet som utføres med mobilkran kan erstattes av tårnkran, er ytterligere reduksjoner mulig. Figur 6-1 viser potensialet for utslippsreduksjon i disse to tilfellene, basert på årlige utslipp beregnet i kapittel 4.



Figur 6-1 Potensiale for utslippsreduksjon

7 EFFEKT AV TILTAK PÅ BYGGEPLASSEN

I denne delen av rapporten belyser vi effekten av å ta i bruk utslippsfrie alternativer på byggeplassen. Effekten belyses i form av en forenklet kost-nytte analyse der vi ser på merkostnader ved å ta i bruk utslippsfrie alternativer og gevinster knyttet til reduserte klimagassutslipp og helseeffekter i form av reduserte NOx-utslipp, svevestøv, støy og eksplosjonsfare.

7.1 Drifts- og energikostnader

I dette avsnittet ser vi på merkostnadene ved å gå over til fossil- og utslippsfrie alternativer. Kostnadsberegningene er gjort basert på gjennomsnittlig årlig energibehov på byggeplassen.

7.1.1 Oppvarming

Det er i dag ofte dyrere å benytte utslippsfri og fossilfri energi til oppvarming og uttørking på byggeplassen sammenlignet med diesel og propan. Det er imidlertid ikke alltid tilfellet. Flere fjernvarmeselskap tilbyr priser på linje med fossile energikilder i byggeperioden. I beregningene under er det lagt til grunn at det benyttes 50 prosent fjernvarme og 50 prosent elektrisitet til innvendig oppvarming. For betongherding og fasadeoppvarming det lagt til grunn at det benyttes 50 prosent pellets og 50 prosent elektrisitet.

Tabell 7-1 viser en oversikt over energikostnader for ulike energibærere og beregnet merkostnad ved bruk av utslipp- og fossilfri oppvarming. Fjernvarmekostnaden er satt lik dieselkostnaden ettersom flere fjernvarmeselskap tilbyr priser på linje med fossile energikilder. Elektrisitetskostnadene varierer med lokasjonen, avhengig av den lokale prisen for byggestrøm og nettleien til det lokale nettselskapet. Det er her antatt en totalpris på 90 øre/kWh i gjennomsnitt. Kostnader for øvrige energikilder er satt basert på estimater fra utleieselskaper for oppvarming og uttørking.

Tabell 7-1 Oversikt over energikostnader for ulike energibærere og beregnet merkostnad ved bruk av fossil- og utslippsfri oppvarming

Energi-kostnader				
Aktivitet	Totalt energibehov	Gjennomsnittlig pris i dag	Gjennomsnittlig pris med tiltak	Merkostnad
Propan	70 øre/kWh			
Diesel (avgiftsfri)	85 øre/kWh			
Fjernvarme	85 øre/kWh			
Elektrisitet	90 øre/kWh			
Biodiesel	115 øre/kWh			
Pellets	75 øre/kWh			
Innvendig oppvarming	197 GWh	82 øre/kWh	88 øre/kWh	12 MNOK
Betongherding på plass	49 GWh	78 øre/kWh	83 øre/kWh	2,4 MNOK
Betongherding fugestøv	18 GWh	78 øre/kWh	83 øre/kWh	0,9 MNOK
Fasadeoppvarming	3 GWh	78 øre/kWh	83 øre/kWh	0,2 MNOK
TOTALT	267 GWh	-	-	16 MNOK

Merkostnaden ved å benytte fossil- og utslippsfri energi til oppvarming og uttørking er estimert til 16 MNOK. Merkostnaden er beregnet med bakgrunn i den totale differansen i energikostnaden mellom de fossil- og utslippsfrie alternativene og diesel og propan. I beregningene er det antatt at riggekostnader for fossil- og utslippsfrie alternativer ikke er vesentlig fra de fossile alternativene.

Aktører som har erfaring med bruk av fossil- og utslippsfrie alternativene peker på at selv om ikke-fossile alternativer ofte er noe dyrere i innkjøpspris per kWh er totalkostnaden den samme eller noe lavere sammenlignet med fossile alternativer. Dette som følge av at elektrisitet og vannbårne alternativer basert på for eksempel fjernvarme har en høyere virkningsgrad og dermed er mer effektive. I tillegg bidrar bedre styring til en mer effektiv bruk av oppvarmingsløsningene. Med bedre styring

menes det at varmen reduseres eller slås av når det ikke er behov for oppvarming. I tillegg peker flere aktører på at elektrisitet og vannbårne løsninger basert på fjernvarme/ pellets er bedre løsninger med tanke på fukt, ettersom disse ikke avgir fuktighet slik varmeaggregat basert på diesel og propan gjør.

7.1.2 Anleggsmaskiner og transport

I dag benyttes vanligvis fossil diesel i anleggsmaskiner og til transport. En overgang fra diesel til biodiesel fører til en økning i energikostnadene på omtrent 30%, mens ved overgang til elektrisitet vil energikostnadene synke. Bakgrunnen for at kostnadene synker ved bruk av elektrisitet er den høye effektiviteten til elektriske maskiner som fører til et lavere energiforbruk. Videre vil det være lavere vedlikeholdskostnader for elektriske maskiner enn tilsvarende konvensjonelle maskiner, som vil redusere driftskostnadene ytterligere enn det som kommer frem i beregningene /D47/.

Tabell 7-2 viser en oversikt over energikostnader for aktuelle energibærere og beregnet merkostnad ved bruk av fossil- og utslippsfrie anleggsmaskiner og transport. Merkostnaden er beregnet som differansen mellom energikostnader for fossil- og utslippsfrie alternativer og diesel. I beregningene er det lagt til grunn at gravemaskiner og anleggsgartnerutstyr erstattes med elektriske alternativer og at mobilkranen går på biodiesel. For transport er det lagt til grunn at all transport går på biodiesel.

Beregningene viser at som følge av redusert energibehov ved bruk av elektriske maskiner vil man oppnå en kostnadsreduksjon ved gå over til fossil- og utslippsfrie anleggsmaskiner. For transport vil bruk av biodiesel istedenfor fossil diesel medføre en økt kostnad som følge av at biodiesel er dyrere enn avgiftsfri diesel som benyttes i dag.

Tabell 7-2. Oversikt over energikostnader for ulike energibærere og beregnet merkostnad ved bruk av fossil- og utslippsfrie i anleggsmaskiner og transport

Energikostnader				
Diesel	8,9 kr/l			
Biodiesel	12 kr/l			
Aktivitet	Dieselforbruk i dag	Biodieselforbruk med tiltak	Elektrisitetsforbruk med tiltak	Merkostnad
Anleggsmaskiner	79 mill. liter	27 mill. liter	154 GWh	-230 MNOK
Transport	29 mill. liter	29 mill. liter	-	90 MNOK
TOTALT	108 mill. liter	56 mill. liter	154 GWh	-140 MNOK

7.2 Investeringskostnader og infrastruktur

Investeringskostnadene som er nødvendige for å muliggjøre tiltakene kan deles i to hovedkategorier; maskiner og utstyr på byggeplassen, samt infrastruktur for energi (fremføring av fjernvarme og kraftforsyning med tilstrekkelig kapasitet).

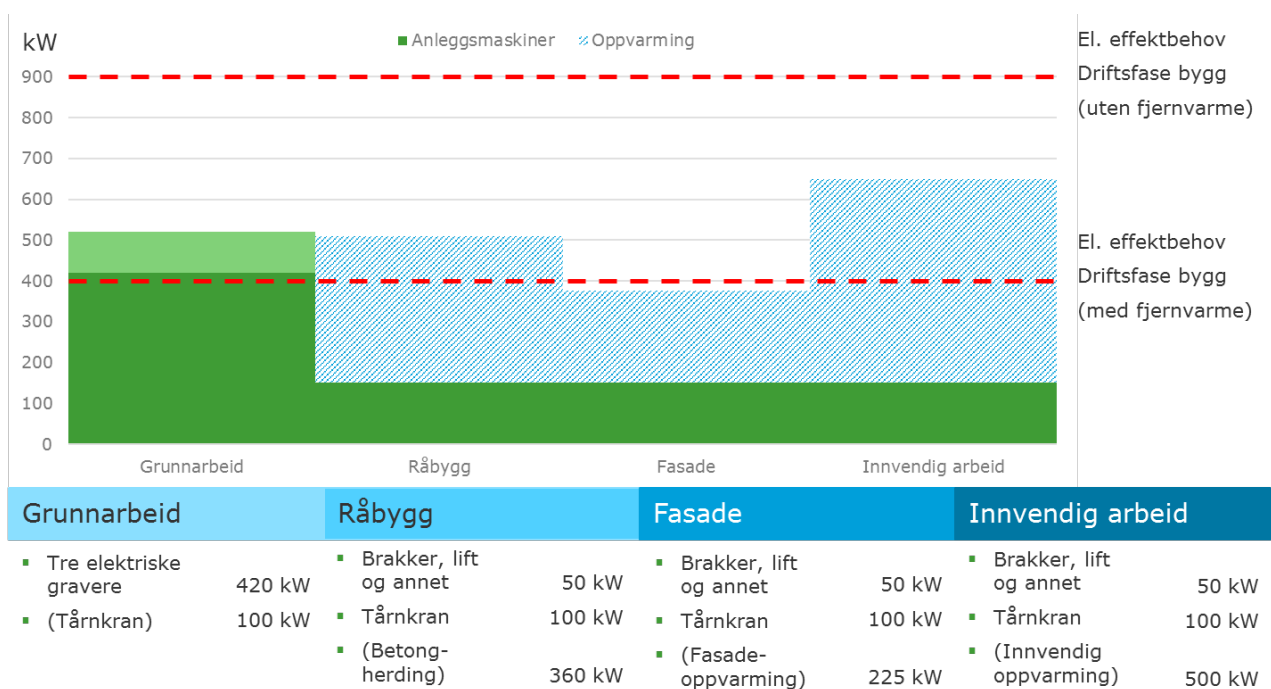
For maskiner og utstyr ligger merkostnaden for elektriske anleggsmaskiner og utstyr fra 20 prosent til 100 prosent over investeringskostnaden for tilsvarende fossile alternativer. I den lave enden av intervallet har man for eksempel mindre elektriske anleggsmaskiner, i den høye enden av intervallet ligger ombygging av større, konvensjonelle anleggsmaskiner til elektrisk drift. Med teknologiutvikling som følge av økt etterspørsel etter elektriske anleggsmaskiner og reduserte batteripriser de kommende år, vil merkostnaden reduseres.

Merkostnaden for energi-infrastruktur vil avhenge av i hvilken grad infrastrukturen kan benyttes av det ferdige bygget. Fremføring av rør for fjernvarme til oppvarming og uttørring vil ikke føre til noen merkostnad, ettersom disse vil brukes til å forsyne det ferdige bygget med varme og riggekostnadene for varmeanlegg er tilsvarende som for andre energikilder. Generelt vil ikke effektbehovet til oppvarming og

uttørking på byggeplassen overstige det endelige effektbehovet til bygget, og det er dermed i utgangspunktet ikke kapasitetsutfordringer.

Utover oppvarming og uttørking vil effektbehovet som må håndteres av kraftnettet hovedsakelig avhenge av antall anleggsmaskiner og størrelse på disse. Effektbehovet til den «typiske» byggeplassen og det ferdige bygget er illustrert i Figur 7-1. Som vist i figuren ligger effektbehovet for byggeplassen stort sett godt under effektbehovet til det ferdige bygget. I forbindelse med grunnarbeid ligger effektbehovet noe over det elektriske effektbehovet i driftsfasen, dersom bygget benytter fjernvarme til oppvarming. Et slikt udekket effektbehov oppstår imidlertid kun dersom maksimal motoreffekt for de tre graverne utnyttes samtidig, noe som vil kunne unngås med begrenset effektstyring på byggeplassen. Tar man utgangspunkt i en boligblokk med 125 leiligheter, 20 Amper sikringer i snitt og en samtidighetsfaktor på 0,7 uten eventuell kapasitet til elbillading, er det ferdige byggets effektbehov, dersom en ser bort fra oppvarming.

En tidlig fremføring av kabel og nødvendige nettoppgraderinger som sikrer kapasiteten det ferdige bygget har behov for, vil sikre at det er tilgjengelig effekt på byggeplassen. Det er antatt at kostnadsforskjellen mellom provisoriske anlegg som benyttes i dag og en mobil, midlertidig nettstasjon er ubetydelig. Den midlertidige nettstasjonen vil kunne eies av entreprenøren eller leies av utleieselskap, og benyttes i en rekke prosjekter.



Figur 7-1. Effektbehov i byggeperioden og installert effekt i byggets driftsfase

7.3 Klimagassutslipp

Det er fastsatt ambisiøse mål for klimapolitikken i Norge og EU. EU har satt som mål at utslippene som omfattes av det europeiske kvotesystemet skal reduseres med 43 prosent sammenlignet med 2005 /D18/. Stortinget har vedtatt at Norge skal kutte sine klimagassutslipp med minst 40 prosent innen 2030, sammenlignet med 1990, og være karbonnøytral i 2050.

Bruk av fossil drivstoff til oppvarming, drift av anleggsmaskiner og transport bidrar til klimagassutslipp. Ved å erstatte bruk av diesel og propan på byggeplassen med elektrisitet, fjernvarme eller andre fossilfrie alternativer reduseres utslippene av CO₂.

7.3.1 Verdien av CO₂-reduksjoner

Å sette en verdi på CO₂-utslipp slik at de fullt ut reflekterer skadekostnaden er utfordrende ettersom det er stor usikkerhet knyttet til skadene som følger av global oppvarming.

Ved fastsettelse av en verdi på CO₂-utslipp har vi tatt utgangspunkt i målsetningene som er satt i klimapolitikken og benyttet kostanden for CO₂-utslipp i det Europeiske kvotesystemet (EU ETS). Det er enighet om at kostnaden for CO₂-utslipp i det europeiske kvotesystemet ikke reflekterer skadekostnaden fullt ut, men den si noe om hvordan skader knyttet til klimaendringer er verdsatt i dag.

Det er forventet at CO₂-prisene vil kunne øke betraktelig, men det stor usikkerhet knyttet til hva fremtidige kvotepriser vil bli. Kvoteprisen fremover vil avhenge av ambisjonsnivået som legges til grunn for klimapolitikken, styrt av politiske vedtatt innstramning i det europeiske kvotesystemet. Dagens kvoteregime utløper etter 2019 og kvoteregimet vil fra og med 2020 strammes inn. Det er imidlertid usikkert hvor sterk innstramningen vil bli.

I det europeiske kvotesystemet skilles det mellom kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor, det vil si utslipp som omfattes og ikke omfattes av kvotesystemet. EUs kvotesystem dekker i dag om lag 50 prosent av utslippene i Norge og omfatter landbasert industri, petroleumsvirksomhet og luftfart /D32/. Utslipp fra transportsektoren inngår ikke i kvotepliktig sektor. Selv om kvotesystemet ikke dekker transportsektoren, og dermed utslipp på byggeplassen, indikerer kvoteprisen hvordan reduksjon av CO₂-utslipp er verdsett. For en nærmere diskusjon rundt verdsetting av CO₂-reduksjoner i samfunnsøkonomisk analyse se *NOU 2012:16 Samfunnsøkonomiske analyser /D54/*.

Ved verdsetting av CO₂-reduksjoner har vi lagt til grunn en kvotepris tilsvarende kvoteprisen Miljødirektoratets benytter ved fastsettelse av årlig CO₂-kompensasjon /D55/. Miljødirektørens beregning er basert på EUA forwardprisen (European Union Allowance). Prisen på EUA forwardkontrakter som benyttes som grunnlag hentes fra den børsen som har størst volum av EUA forwardkontrakter første kvartal i året før støtteåret. For omregning av EUA forwardpriser til norske kroner benyttes Norges Banks daglige valutakurs. Tabell 7-3 viser forutsetningene for og beregnet verdi av at potensialet for CO₂e-reduksjonene realiseres.

Tabell 7-3. Verdi av klimagassreduksjoner /D55/

Forutsetninger	
Potensiale for CO ₂ e-reduksjon	338 300 tonn
Kvotepris	70 NOK/tonn
Verdi av CO₂e-reduksjon	23,7 MNOK

Verdi av CO₂e-reduksjonen er i størrelsesorden 24 MNOK millioner kroner, gitt en kvotepris på 70 NOK som tilsvarer kvoteprisen for beregning av årlig CO₂-kompensasjon i 2016.

7.4 Helseeffekter av lokal luftforurensning

Luftforurensning blir av Verdens helseorganisasjon, WHO, vurdert som en av de viktigste årsakene til uønskede helseeffekter og for tidlig død i verden. I følge beregninger fra European Environmental Agency (EEA) var i 2013 utslipp av svevestøv (PM_{2,5}) og NO₂ årsak til at henholdsvis 1 590 og 170 mennesker i Norge døde for tidlig /D22/.

Ved å erstatte bruk av forbrenningsmotorer på byggeplassen med elektrisitet, fjernvarme eller andre utslippsfrie alternativer reduseres utslippene av partikler og NO₂. Dette vil bidra til bedre luftkvalitet og helsegevinster.

7.4.1 Verdien av NO_x-reduksjoner

Utslipp av NO_x fører til skader på natur og dyreliv. Gjennom Gøteborgprotokollen, under Genèvekonvensjonene om grenseoverskridende luftforurensing, forpliktet Norge seg til å redusere NO_x-utslippene med 18 prosent i 2010, sammenlignet med basisåret 1990. I 2010 var Norges utslipp på 185 000 tonn NO_x, 15 prosent over 2010-forpliktelsen. 2010-forpliktelsen ble nådd i 2013. I 2012 ble Genève-protokollen revidert og Norge forpliktet seg da til å redusere utslippene ytterligere, med totalt 23 prosent i 2020 sammenlignet med utslippene i 2005.

Det er ikke en markedspris knyttet til helsegevinster som følge av reduserte NO_x-utslipp, men Statens Vegvesen har i håndbok V712 laget nasjonale verdsettingsanslag som benyttes for å uttrykke skadekostnadene knyttet til utslipp av NO_x ved bruk av transportmidler /D31/. Skadekostnadene er gitt i kr per kg utslipp. Det skiller mellom ulike byområder og mellom by, tettsteder og spredtbebygde strøk basert på befolkningstetthet og værforhold /D31/. For verdsetting av NO_x-reduksjoner for ulike områder har vi benyttet SSB statistikk over igangsatt bruksareal i storbyregioner og andre områder i perioden 2000-2016. Tabell 7-4 gir en oversikt over forutsetninger og beregnet verdi av å realisere potensiale for NO_x-reduksjoner på byggeplasser.

Tabell 7-4. Forutsetninger og verdi av å realisere potensiale for NO_x-utslipp på byggeplasser.

Forutsetninger			
Gjennomsnittlig igangsatt bruksareal, år	8,6 mill. m ²		
Potensiale for NO _x -reduksjon	4 490 000 kg		
Skadekostnad NO_x	Kr pr kg utslipp	Andel av areal*	Verdi
Storby (Oslo, Bergen, Trondheim)	230	33 %	340 MNOK
Andre større byer	120	13 %	102 MNOK
Andre områder	60	48 %	129 MNOK
TOTALT			572 MNOK

* Andeler baserer seg på SSB statistikk over igangsatt bruksareal i storbyregioner og andre områder i perioden 2000-2016.

Verdi av NO_x-reduksjon er i størrelsesorden 570 MNOK millioner kroner.

7.4.2 Svevestøv

PM omtales gjerne som svevestøv eller partikler. Svevestøv omfatter PM_{2,5} og PM₁₀ som stammer fra en rekke kilder. Bruk av diesel til oppvarming, anleggsmaskiner og transport på byggeplasser bidrar til utslipp av svevestøv. Utslipp knyttet til forbrenning av diesel er sammen med veitrafikk regnet som den største kilden til svevestøv.

Utslipp av svevestøv er regulert i Forurensingsforskriftens kapittel 7 som inneholder juridisk bindende grenseverdier for svevestøv /D56/. Forskriften inkluderer både krav til konsentrasjon per døgn og per år for kortvarige, høye konsentrasjoner av svevestøv og grenseverdier for langvarig konsentrasjoner. Både korttids- og langtidseksponering for høye konsentrasjoner av svevestøv kan føre til sykdom og i verste tilfellet tidlig død.

Figur 7-2 viser antall døgn med overskridelse av svevestøvnivåer i åtte norske byer de siste fem årene. Gjeldende grenseverdi er 30 døgn, mens nasjonalt mål er 8 døgn. De fleste større, norske byer har overskredet grenseverdien de siste årene, og i 2015 lå fem av byene godt over det nasjonale målet.

I likhet med for NOx utslipp er det ikke en markedspris knyttet til helsegevinster som følge av reduserte partikkelutslipp, men Statens Vegvesen har i håndbok V712 laget nasjonale verdsettingsanslag som benyttes for å uttrykke skadekostnadene knyttet til utslipp av partikler /D31/. Også for svevestøv skilles det ulike byområder og mellom by, tettsteder og spredtbebygde strøk /D31/. Verdiene reflekterer

at skadekostnadene er stor i tettbefolkede strøk, mens svært begrenset i spredtbebygde strøk.

Tabell 7-5 gir en oversikt over anbefalte enhetsverdier for skadekostnader av partikkelutslipp.

Tabell 7-5. Anbefalte enhetsverdier for skadekostnader av partikkelutslipp (kr/kg utslipp, 2013-kr) /D31/

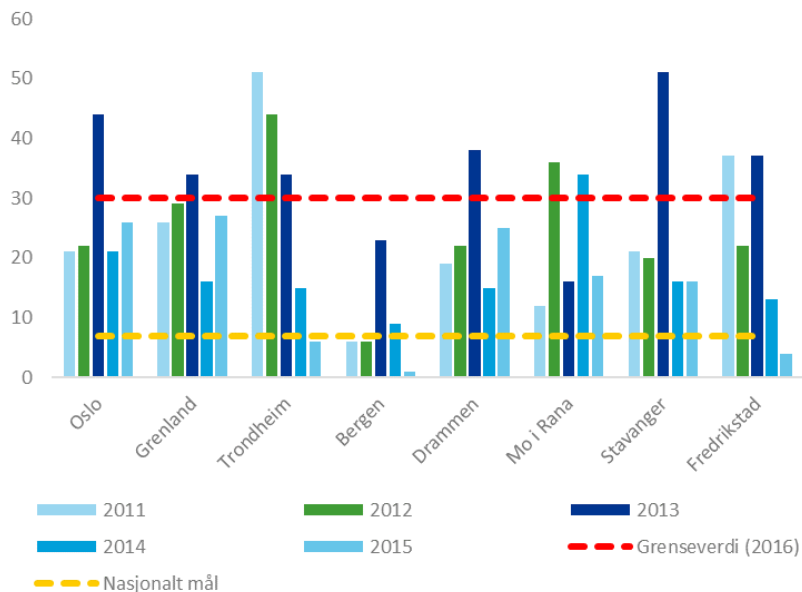
Skadekostnad Partikler (PM ₁₀)	Kr pr kg utslipp
Oslo	4 550
Bergen	4 550
Trondheim	3 390
Andre større byer	1 910
Tettsteder med mer enn 15 000 innbyggere	510
Spredtbebygde strøk	0

Det har ikke vært en del av denne rapporten å kvantifisere partikkelutslipp på byggeplasser eller kvantifisere verdien av reduserte utslipp. Statens Vegvesens anbefalte enhetsverdier for skadekostnadene av partikkelutslipp viser imidlertid at omlegging til utslippsfrie alternativer på anleggsplasser kan gi en betydelig verdi i form av helsegevinster ved reduserte partikkelutslipp, særlig i de største byene.

7.4.3 Støy

På byggeplasser benyttes maskiner og verktøy som forårsaker byggestøy. Økt veitrafikk til og fra byggeområder skaper også ulemper. Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet er særlig sjenerende i tettbebygde områder der mange folk ofte bor tett inntil byggeplasser.

For noen maskintyper, blant annet grave-, lastemaskiner og oppvarming, er motorstøyen den viktigste kilden til støy. Slik type støy vil reduseres ved overgang til elektrisitet og fjernvarme. Ved spunting, peling og knusing av fjell er det derimot selve byggeprosessen som er årsaken til støyen og støyen vil dermed ikke reduseres ved bruk av elektriske maskiner.

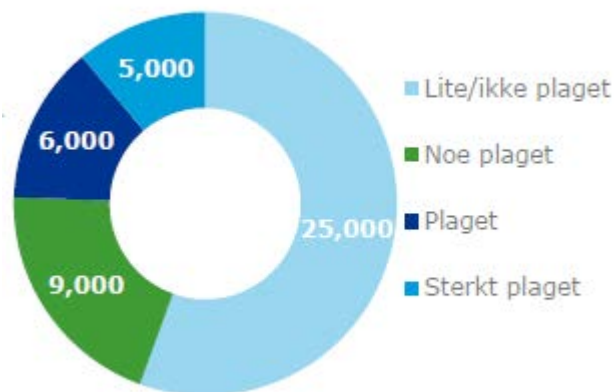


Figur 7-2 Overskridelse av svevestøvnivåer i norske byer /D52/

I hvilken grad personer plages av støy avhenger av støyens forutsigbarhet og en rekke spesielle forhold, som frekvensinnhold, tidsforløp, varighet og lydets karakter, samt hvor raskt lyden øker i nivå. Dette fører til at lyd kan oppleves forskjellig selv om det døgnekvivalente støynivået er det samme. Risikoen for å utvikle støyskader varierer også fra person til person, men det er påvist støyskader hos mennesker i miljøer med støypåvirkning under 85 dB (A) /D33/.

Personer som utsettes for støy er i risikogruppen for å utvikle støyskader. Dess høyere støynivået er og dess lenger eksponeringen varer, desto større er risikoen for at støyen kan forårsake skade. Enkelte bransjer er likevel mer utsatt enn andre. Bygg- og anleggsindustrien er blant bransjene som melder flest støyskader til Arbeidstilsynet. Figur 7-3 viser antall personer i bygg og anleggsvirksomhet som i 2007 ble utsatt for støynivåer over 50 dBA /D33/.

Bruk av fjernvarme og elektrisitet på byggeplassen fremfor fossilt drivstoff fører til redusert støy på byggeplassen og kan dermed bidra både til et bedre arbeidsmiljø og positive helseeffekter.



Figur 7-3. Antall personer i bygge- og anleggsvirksomhet som i 2007 ble utsatt for støynivåer over 50 dBA /D33/

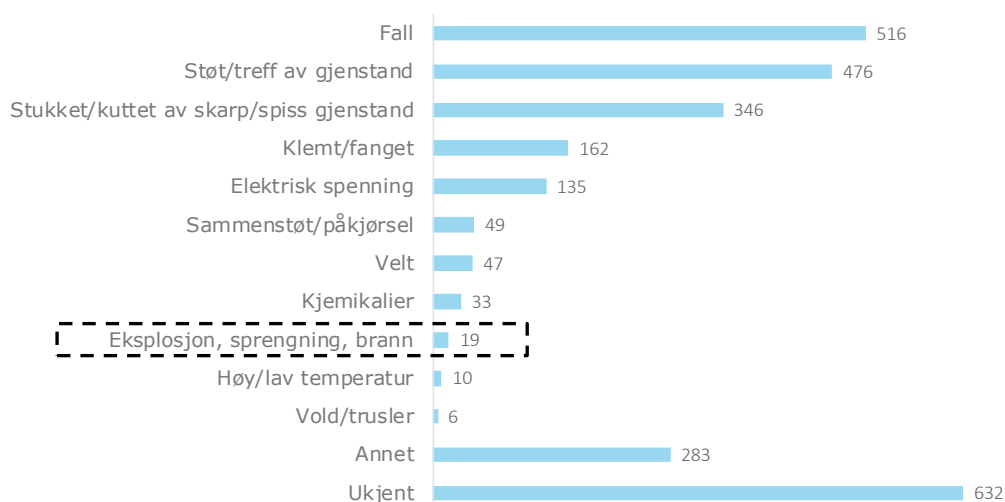
7.4.4 Eksplosjonsfare

Propan og diesel er de energikildene som i størst grad benyttes til oppvarming. Oversikt over markedsandeler fra utleieselskapene UCO og Naboen viser at propan og diesel i 2016 sto for om lag en tredjedel av oppvarming hver.

Propangass er normalt trygt å bruke, men er en eksplosiv gass og innebærer derfor en brann- og eksplosjonsfare dersom gassen ikke håndteres riktig. Propan er klassifisert som brannfarlig gass, under kategori 1 og 2 og bruk av propan til oppvarming på byggeplassen krever søknad og nødvendig godkjenning. Dette kravet reflekterer faren forbundet med bruk av propan.

En oversikt over meldte arbeidsulykker fra arbeidsgiver til NAV i 2015 for bygg- og anleggsektoren viser imidlertid at kun 19 av 2 614 meldte arbeidsulykker ble rapportert under kategorien eksplosjon, sprenging, brann /D27/. Årsaken til ulykkene er ikke rapportert. Det er derfor vanskelig å si noe nærmere om antall ulykker forbundet med bruk av propangass til oppvarming. Det kan også være at den opplevde risikoen ved bruk av propan er høy, selv om ulykkestatistikken viser at rapporterte ulykker knyttet til eksplosjon og brann er begrenset.

Ved bruk av vannbårne alternativer som fjernvarme og pellets eller ved bruk av elektrisitet til oppvarming vil faren forbundet med bruk av propan på byggeplassen fjernes.



Figur 7-4. Meldte arbeidsulykker i bygg- og anleggsektoren, fra arbeidsgiver til NAV, fordelt på skadetype i 2015. /D27/

7.5 Oppsummering

Tabell under gir en oppsummering av ulike effektene ved å ta i bruk utslipp- og fossilfrie alternativer til erstatning for fossile alternativer på byggeplasser. Angitte verdier representerer verdien ved en omlegging av energibruken på byggeplasser i hele Norge. Analysen viser at merkostnadene knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer er begrenset. Enkelte tiltak kan til og med være bedriftsøkonomisk lønnsomme, avhengig av faktisk investeringskostnad, som følge av mer effektiv bruk. Samtidig er de samfunnsøkonomiske effektene i form av reduserte klimagassutslipp og redusert lokal luftforurensing betydelig. I tillegg har de utslippsfrie alternativene andre positive helseeffekter som redusert støy, som bidrar til et bedre arbeidsmiljø på byggeplasser.

Effekt		Overgang til utslipp- og fossilfrie alternativer
Drifts- og energikostnader	Oppvarming	Merkostnad: 16 MNOK. Muligens ingen merkostnad og potensiale for besparelser som følge av mer effektiv oppvarming.
	Anleggsmaskiner	Besparelse: 230 MNOK. Potensiale for ytterligere besparelse forbundet med lavere kostnader knytte for vedlikehold av elektriske maskiner.
	Transport	Merkostnad: 90 MNOK.
Investeringskostnader	Maskiner og utstyr	Merkostnad: 20-100%
	Infrastruktur	Ingen merkostnad
Klimagassutslipp		Verdi av realisert CO ₂ e-reduksjon: 24 MNOK
NOx-utslipp		Verdi realisert NOx-reduksjon: 570 MNOK
Svevestøv	Oslo, Bergen, Trondheim	Skadekostnad: 3 390 -4 550 NOK pr kg. Reduksjon av svevestøv har svært stor positiv effekter.
	Andre større byer	Skadekostnad: 1 910 NOK per kg. Reduksjon av svevestøv har stor positiv effekt.
	Tettsteder	Skadekostnad: 510 NOK per kg. Reduksjon av svevestøv har betydelig positiv effekt.
	Spredtbebygde strøk	Ikke betydelig
Støy		Positiv effekt
Eksplosjonsfare		Positiv effekt

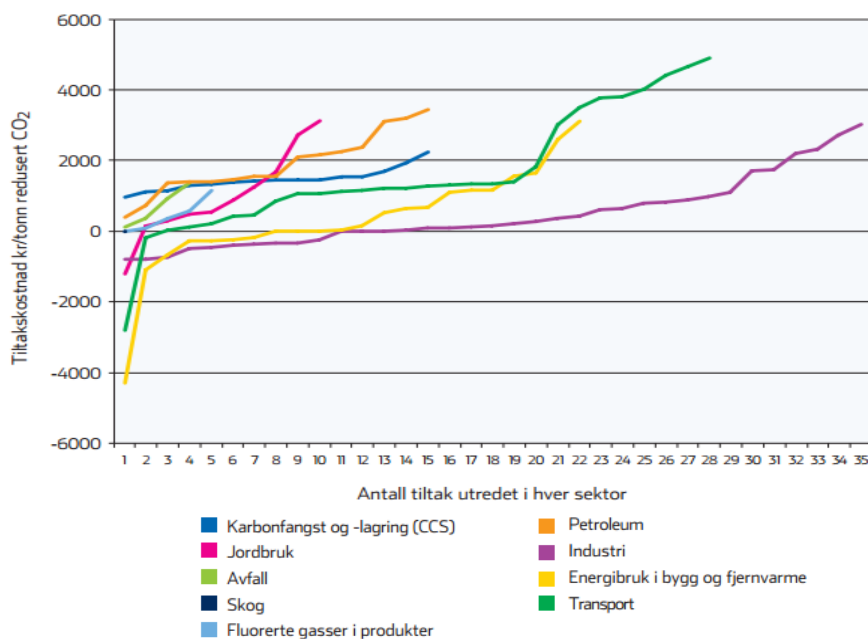
8 KOSTNADSEFFEKTIVITETEN FOR ULIKE TILTAK

I dette kapitlet gir vi en kort vurdering av kostnadseffektiviteten knyttet til å realisere utslippspotensiale, sammenlignet med kostnadseffektiviteten for ulike tiltak beregnet i forbindelse med utarbeidelse av rapporten Klimakur 2020.

I sektoranalysene gjennomført i forbindelse med utarbeidelse av rapporten Klimakur 2020 ble utslippsreduksjonspotensial og tiltakskostnader for om lag 160 mulige ulike tiltak vurdert. Figur 8-1 viser beregnet tiltakskostnad per tonn redusert CO₂ for en rekke tiltak, innen ulike sektorer.

Tiltakskostnadene inkluderer merkostnadene, eventuelt besparelser, ved gjennomføring av tiltak. I beregningene er det lagt til grunn en kvotepris på 40 euro (ca. 350 NOK) per tonn CO₂e i 2020. Tiltakene i figuren er avgrenset til tiltak med en øvre kostnad på 3 900 kroner per tonn CO₂e. For noen sektorer er det lagt til grunn at utslippene vil bli vesentlig redusert eller vesentlig økt etter 2020. I rapporten vises det til at selv om de samme metodeprinsippene er lagt til grunn i sektoranalysene er det forskjeller i detaljeringsgrad og usikkerhet i kostnadsanslagene. Kostnadsestimatene er dermed beheftet med usikkerhet. Usikkerhetselementene i kostnadsberegningene er særlig knyttet til prisforutsetninger, investeringskostnader, tidsløp, teknologiutvikling og eventuelle gevinster, for eksempel i form av helseeffekter.

Tiltak med en negativ tiltakskostnad er samfunnsøkonomisk lønnsomme. 30 av tiltakene som er utredet fremkommer som samfunnsøkonomisk lønnsomme.



Figur 8-1 Beregnet tiltakskostand per tonn redusert CO₂ og antall tiltak i hver sektor i Klimakur 2020 /D14/

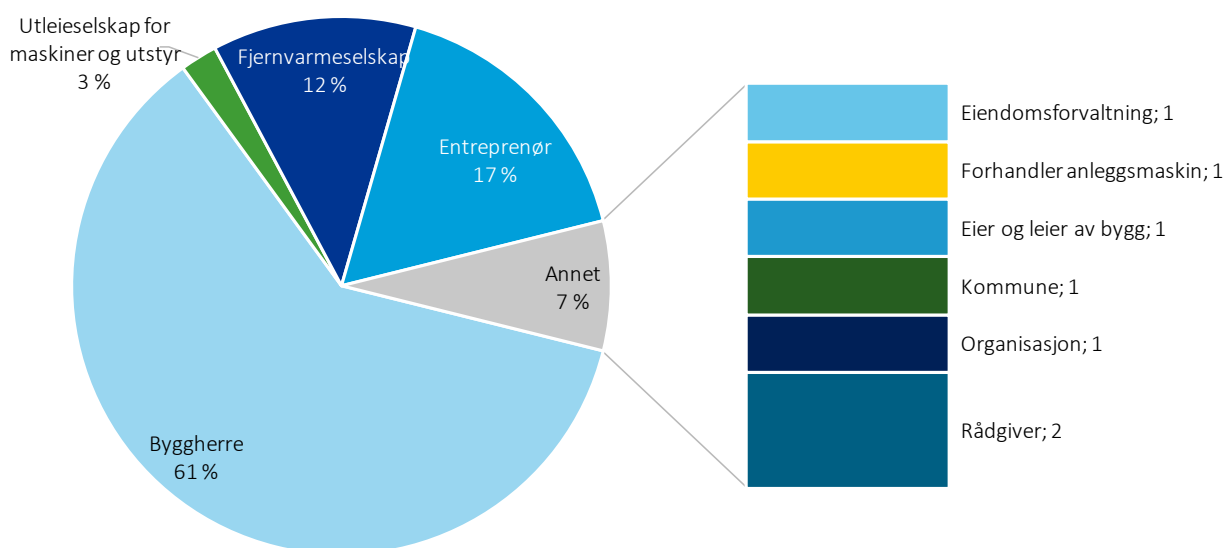
Det er en rekke tiltak som kan gjennomføres for å redusere utslipp på byggeplassen. Potensiale for reduksjon av CO₂e er i kapittel 6 beregnet til over 300 000 tonn. Vurderingen av effekter i kapittel 7 viser at det er forbundet betydelige gevinster knyttet til å realisere dette utslippspotensiale, beregnet til størrelsesorden 24 MNOK gitt en CO₂ pris på 70 NOK/tonn, som er betydelig lavere enn 350 NOK per tonn lagt til grunn i Klimakur 2020. Realisering av utslippspotensiale er samtidig forbundet med noen kostnader. Det er imidlertid en rekke tiltak på byggeplassen som bidrar til å redusere utslippene og som er samfunnsøkonomiske lønnsomme. Til sammenligning med tiltak utredet i forbindelse med Klimakur 2020 vil det si at disse tiltakene har en negativ tiltakskostand per tonn redusert CO₂. Omlegging av oppvarming og anleggsmaskiner til fossil- og utslippsfrie alternativer er eksempler på tiltak som kan antas å ha en negativ tiltakskost per redusert CO₂.

9 BARRIERER OG INSENTIVER

DNV GL har i forbindelse med utarbeidelsen av rapporten intervjuet og fått innspill fra en rekke aktører i og tilknyttet byggebransjen. Det er også blitt utarbeidet og distribuert en spørreundersøkelse med formål å kartlegge barrierer og incentiver knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer på byggeplassen.

9.1 Spørreundersøkelse for kartlegging av barrierer og incentiver

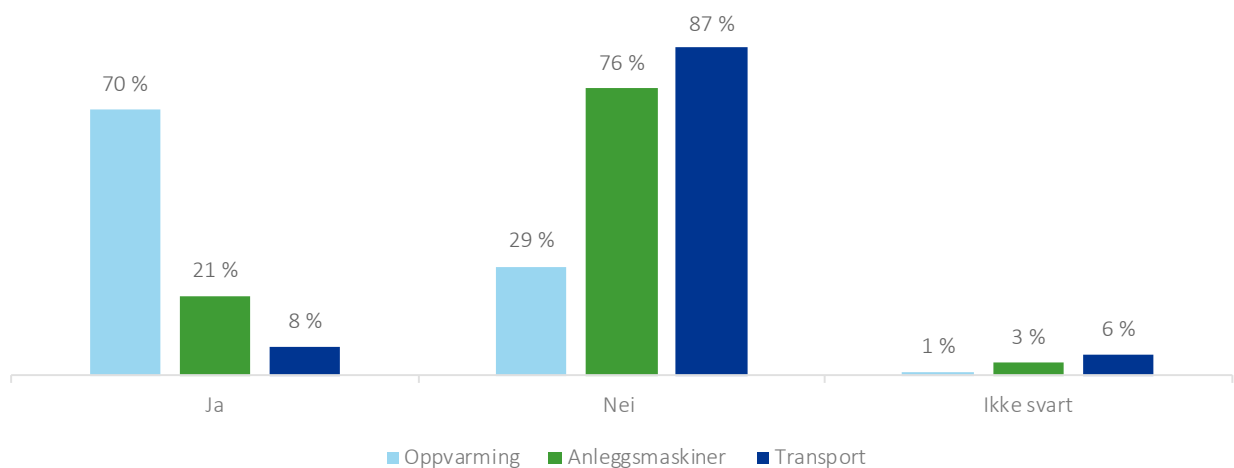
Spørreundersøkelsen er sendt ut til et bredt utvalg av aktører som jobber i eller tilknyttet byggebransjen og 90 personer har svart på spørreundersøkelsen. Figur 9-2 viser en oversikt over fordelingen av respondenter som har svart på undersøkelsen.



Figur 9-1. Fordeling av respondenter

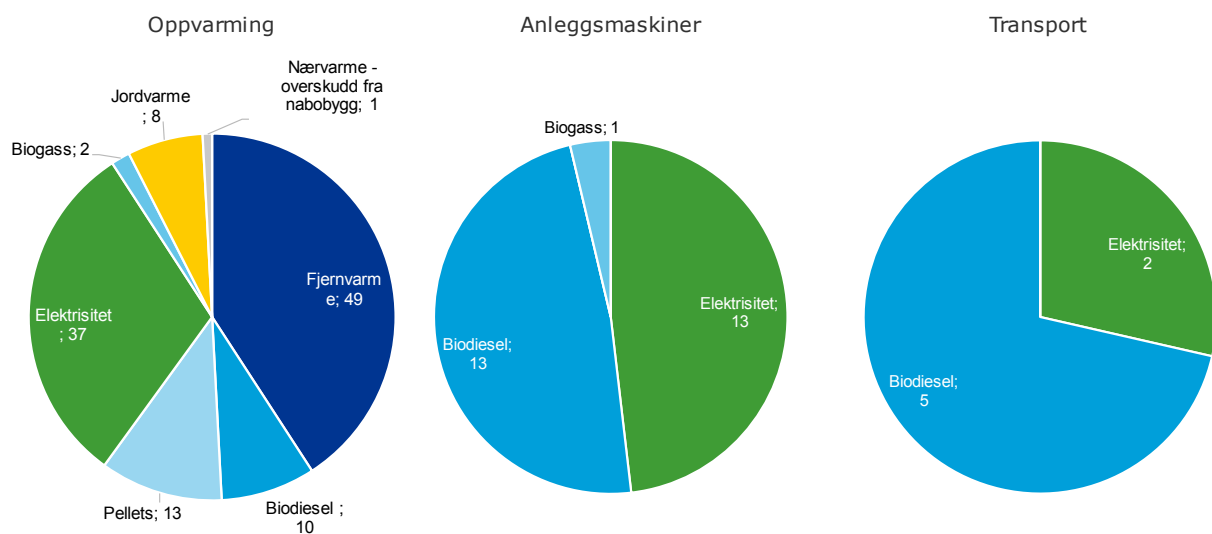
Den største andelen av respondentene, i overkant av 60 prosent, jobber for selskap som operer som byggherre. I underkant av 20 prosent jobber for entreprenørselskaper, mens 12 prosent av respondentene representerer fjernvarmeselskap.

Respondentenes erfaring med bruk av fossil- og/eller utslippsfrie alternativer varierer avhengig av om vi ser på oppvarmingsløsninger, bruk av anleggsmaskiner og transport til og fra byggeplassen. Over 70 prosent av respondentene har erfaring med bruk av fossil- eller utslippsfrie alternativer for oppvarming, mens det kun er om lag 20 prosent som har erfaring med fossil- eller utslippsfrie anleggsmaskiner og under 10 prosent som har erfaring med fossil- eller utslippsfrie transportalternativer. Figur 9-2 viser en oversikt over andelen respondenter som har oppgitt at de har erfaring med bruk av fossil- og/eller utslippsfrie alternativer for oppvarming, anleggsmaskiner og transport.



Figur 9-2. Oversikt over respondentenes erfaring med bruk av fossil-/utslippsfrie alternativer

Figur 9-3 viser en oversikt over hvilke typer fossil- og/eller utslippsfrie alternativer respondentene har erfaring med å bruke. Når det gjelder oppvarming har respondentene erfaring med en rekke ulike alternativer, der fjernvarme og elektrisitet er de alternativene flest har erfaring med. For anleggsmaskiner og transport er erfaringen i hovedsak begrenset til bruk av biodiesel og elektrisitet. Når det gjelder transport har vi i spørsmålstillingen ikke begrenset spørsmålet til lastebiler og det kan dermed antas at erfaringen med bruk av elektriske alternativer for transport knytter seg til persontransport.



Figur 9-3. Oversikt over hvilke fossil- og utslippsfrie alternativer for respondentene som har svart at de har erfaring med fossil- og utslippsfrie alternativer

9.2 Barrierer mot å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer

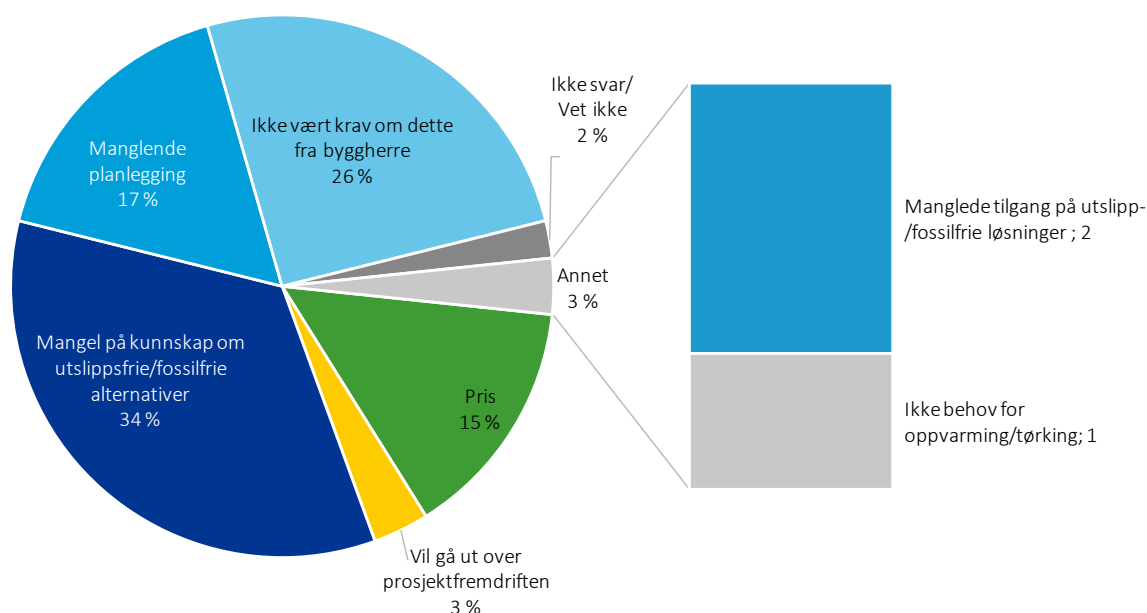
Dette avsnittet gir en oppsummering av hvilke barrierer og utfordringer aktørene i og tilknyttet byggebransjen opplever knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer på byggeplassen.

9.2.1 Oppvarming

Det finnes i dag flere fossil- og utslippsfrie alternativer til oppvarming og disse tas i bruk i noen grad, herunder fjernvarme, elektrisitet og pellets. Flere personer vi har intervjuet peker på dette og at

utfordringen knyttet til oppvarming ikke ligger i tilgang på alternativer, men er i hovedsak knyttet til kunnskap, planlegging og vilje.

Dette stemmer godt overens med svarene fra spørreundersøkelsen som viser at i underkant av 80 prosent svarer at mangel på kunnskap om fossil- og utslippsfrie alternativer, at det ikke har vært krav om bruk av fossil- eller utslippsfrie alternativer fra byggherre eller manglende planlegging er den viktigste årsaken til at slik alternativer ikke tas i bruk i større grad. 15 prosent av respondentene mener at pris er den viktigste årsaken til at fossil- og utslippsfrie alternativer ikke tas i bruk i større grad. I intervjuer med utleieselskaper og aktører som har erfaring med å bruke fjernvarme og pellets fremkommer det at disse alternativene ikke nødvendigvis er dyrere enn bruk av fossile alternativer. Noen aktører har pekt på at installasjonskostnadene ved bruk av fossil- og utslippsfrie- alternativer kan være høyere, men totalkostnaden er ikke større som følge av at fjernvarme og pellets er mer effektive alternativer. Flere peker også på at dette også er bedre alternativer med hensyn til både innemiljø og fukt. Det er imidlertid vanlig å oppfatte fossile alternativer som billigere som følge av at kostnaden per kWh ofte er lavere enn fossil- og utslippsfrie alternativer.



Figur 9-4. Oversikt over svar på spørsmålet «Hva opplever du er den viktigste årsaken til at utslippsfrie/fossilfrie alternativer for oppvarming og uttørking ikke tas i bruk?»

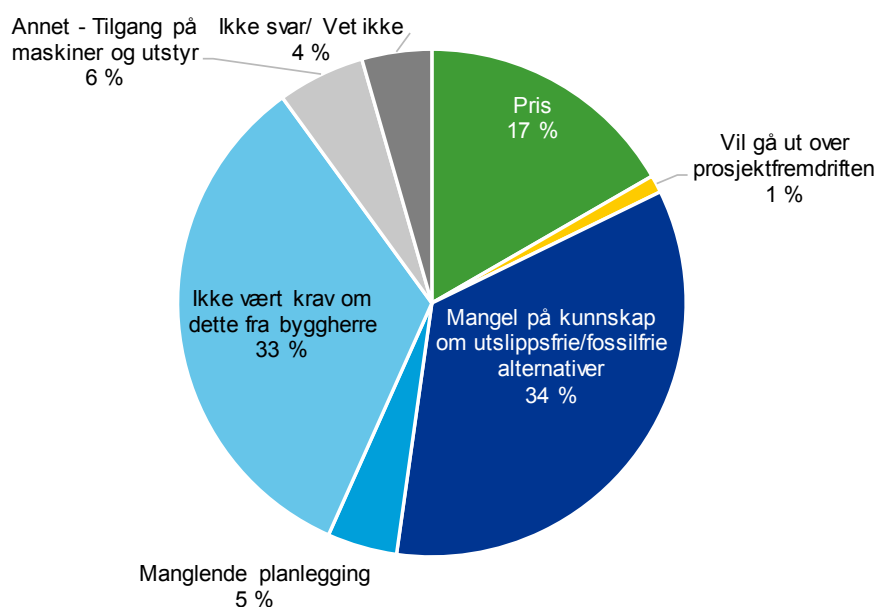
Effektbehovet knyttet til oppvarming er relativt stort. Det er blitt pekt på at dette er en faktor som begrenser muligheten for å ta i bruk elektrisitet. Aktørene vi har pratet med opplever at kapasitet kan være en utfordring i enkelte tilfeller, men at det særlig i forbindelse med nybygg hvor det må bygges ny strøm eller fjernvarmeforsyning ikke bør være et problem. Dette stemmer overens med vår vurdering av infrastruktur i del 7.2

Kartleggingen viser at de praktiske, tekniske og økonomiske barrierer knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie alternativer til oppvarming er begrenset. I noen tilfeller kan det være utfordringer knyttet til å få installert tilstrekkelig kapasitet til å dekke det nødvendige effektbehovet ved oppvarming. Kartleggingen viser at utbyggere i hovedsak benytter tradisjonelle, fossile løsninger av vane og ut i fra en vurdering av prisen per kWh for ulike alternativer, ikke totalkostnaden. Kunnskap om hvilke løsninger som finnes og endring av vane vurderes derfor som viktige utfordringer knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie oppvarmingsløsninger.

9.2.2 Anleggsmaskiner

Tilgangen på utslippsfrie anleggsmaskiner er begrenset. Det er vanlig at mindre maskiner og tårnkraner går på strøm. Utover dette finnes det elektriske alternativer for mindre gravemaskiner på det norske markedet i dag. Kartleggingen av tilgjengelig teknologi viser at det utover Norges grenser også finnes en rekke elektriske alternativer for større maskiner. I intervjuer og møte med aktører pekes det på at mangel på utslippsfrie alternativer for større maskiner er en barriere. Når det gjelder fossilfrie alternativer leverer de fleste store leverandørene maskiner godkjent for bruk av biodiesel. Den viktigste barrieren som samtlige vi har pratet med peker på i denne sammenheng er kostnadene knyttet til bruk av biodiesel, sammenlignet med avgiftsfri diesel som brukes i dag. Bruk av biodiesel innebærer en merkostnad på om lag 30 prosent sammenlignet med avgiftsfri diesel.

Svarene fra intervjuene reflekteres i svarene fra spørreundersøkelsen, gjengitt i Figur 9-5. Mangel på kunnskap om fossil- og utslippsfrie alternativer er den barrieren flest har svart på spørsmål om hva som er den viktigste barrieren. Henholdsvis 33 og 17 prosent av respondentene har svart at manglende krav fra bygg og pris er den viktigste faktoren til at fossil- eller utslippsfrie alternativer ikke har blitt tatt i bruk. Respondenter som peker på manglende krav fra byggherre som årsak til at fossile alternativer benyttes fremfor ikke-fossile, indikerer at årsaken til at biodiesel ikke benyttes er at dette ikke er et konkurransedyktig alternativ dersom utbygger ikke krever fossilfri byggeplass.



Figur 9-5 Oversikt over svar på spørsmålet: "Hva opplever du er den viktigste årsaken til at utslippsfrie/fossilfrie anleggsmaskiner ikke tas i bruk?"

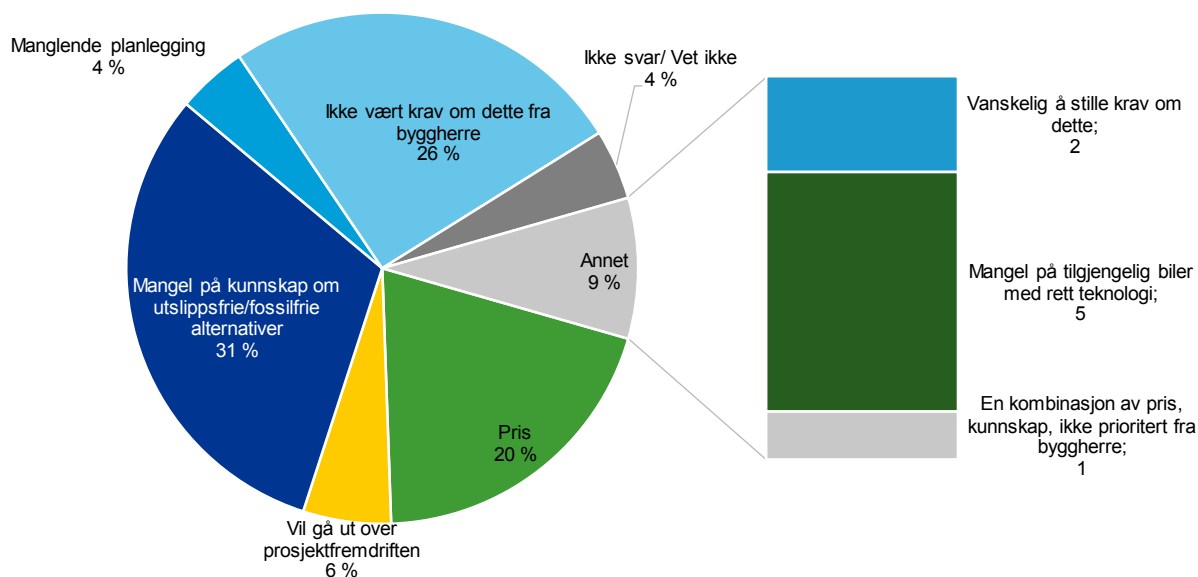
Kartleggingen av barrierer viser at når det gjelder anleggsmaskiner er det de økonomiske og tekniske utfordringer som er den største barrieren. De økonomiske utfordringene ligger i at avgiftsfri diesel er betydelig billigere å bruk enn biodiesel. De tekniske utfordringene innebærer at det er begrenset med tilgjengelig alternativer på markedet i dag.

9.2.3 Transport

I likhet med anleggsmaskiner er tilgangen på utslippsfrie alternativer til transport til og fra byggeplassen begrenset, men det finnes fossilfritt alternativ i form av biodiesel. Aktørene vi har pratet med viser imidlertid til at utfordringene knyttet til transport er andre enn for bruk av anleggsmaskiner. Flere av aktørene forteller at de har prøvd å stille krav om bruk av biodiesel, men at det er vanskelig å

kontrollere at alle lastebilene som går inn og ut av byggeplassen faktisk kjøre på biodiesel. Selskapene som tilbyr transporttjenester peker på at en av de største utfordringene for dem knyttet til å ta i bruk fornybart og utslippsfritt drivstoff er mangel på etablert infrastruktur. Det vil si fyllestasjoner for bærekraftig produsert fornybare drivstoff (HVO, biogass og bioetanol), batteriladestasjoner og/eller infrastruktur for produksjon og distribusjon av hydrogen.

Figur 9-6 viser at mangel på kunnskap om utslippsfrie alternativer, mangel på krav fra byggherre og pris oppgis som de viktigste faktorer til at fossil- og utslippsfrie alternativer ikke er tatt i bruk.



Figur 9-6. Oversikt over svar på spørsmål "Hva opplever du er den viktigste årsaken til at utslippsfrie/fossilfrie transportalternativer ikke tas i bruk i større grad?"

At biodiesel er mellom 3 kroner og 3,50 kroner dyrere enn avgiftsfri diesel antas at er den faktoren som fører til at fossil diesel benyttes fremfor biodiesel. At det er mangel på utslippsfrie alternativer, elektriske eller basert på hydrogen, reflekteres også i spørreundersøkelsen gjennom den høye andelen som har svart at mangel på kunnskap om utslippsfrie/fossilfrie alternativer er den viktigste barrieren.

Kartleggingen viser altså at det er økonomiske, tekniske og praktiske utfordringer knyttet til å ta i bruk fossil- og utslippsfrie transportalternativer. Med økonomiske barrierer siktes det til at biodiesel er et betydelig dyrere alternativ enn avgiftsfri diesel. Når det gjelder tekniske og praktiske barrierer siktes det til mangel på infrastruktur og store, utslippsfrie kjøretøy.

9.3 Hva må til for at byggeplasser skal bli utslippsfrie?

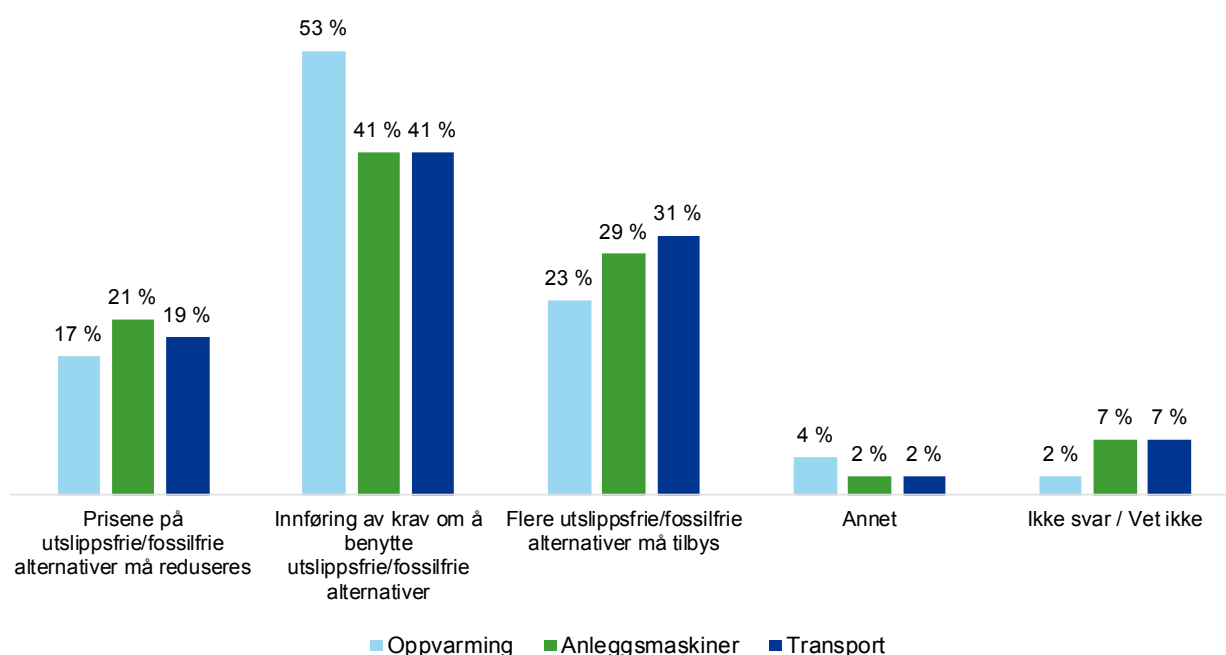
For å kunne ta i bruk fossil og utslippsfrie alternativer må disse være tilgjengelig. Kartleggingen av tilgjengelig teknologi viser at når det gjelder oppvarming finnes det allerede utslippsfrie alternativer. Når det gjelder bruk av anleggsmaskiner og transport til og fra byggeplassen er biodrivstoff et fossilfritt alternativ som er tilgjengelig i dag. I tillegg har kartleggingen av tilgjengelig teknologi vist at det utenfor Norge finnes store, elektriske anleggsmaskiner allerede i dag. Fremover forventes det at tilgangen på slike alternativer vil øke.

Når det gjelder oppvarming viser kartleggingen av barrierer at det er viktig med informasjon om hvilke alternativer som finnes og erfaringsdeling knyttet til bruk av utslipp- og fossilfrie alternativer. Krav fra byggherre kan i denne sammenheng være et effektivt alternativ for å tvinge aktørene til å tenke nytt og

dermed bidra til å bygge opp erfaring med ikke-fossile alternativer. Å være tidlig ute med planleggingen og ha god kontakt med det lokale energiselskapene fremheves også som et viktig punkt.

Når det gjelder bruk av anleggsmaskiner og transport peker tilnærmet samtlige aktører vi har pratet med på eksisterende avgiftsstruktur for bruk av diesel som den viktigste årsak til at biodiesel ikke benyttes i større grad. Flertallet vi har pratet med mener at en avviking eller reduksjon av avgiftsfritaket vil føre til at fossil- og utslippsfrie alternativer vil bli mer konkurransedyktig og dermed automatisk tas i bruk i større grad.

Figur 9-7 viser en oversikt over respondentenes svar på hva de mener der den viktigste årsaken til at fossil- og utslippsfrie alternativer skal tas i bruk i større grad. Krav fra byggherre er det alternativet som flest svart, både når det gjelder oppvarming, anleggsmaskiner og transport. En oversikt over svarene til respondenter som har oppgitt «Annet» som viktigste årsak er gjengitt i Tabell 9-1.



Figur 9-7. Fordeling av svar på spørsmål om hva som er viktigste faktor for at utslippsfrie/fossilfrie alternativer skal tas i bruk i større grad

Tabell 9-1. Spesifisering av svar oppgitt under "Annet"

	Antl. svar
Oppvarming	
Må være tilgjengelig og konkurransedyktig	1
En kombinasjon av punktene over, men i tillegg er informasjon viktig	1
Bruk av rotasjonsavfuktere vil gi en bedre og mye mindre energikrevende uttørring av bygg	1
Bevissthet rundt alternative løsninger	1
Anleggsmaskiner	
Både tilgjengelighet og konkurransedyktighet	1
Bidrar til en grønnere byggeplass	1
Transport	
Både tilgjengelighet og konkurransedyktig (pris)	1
Det er god økonomi og bra for miljøet, bør komme flere reguleringer som støtter slike initiativ.	1

10 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 og miljø. Energi. Statistisk centralbyrå, 2015.
- /D09/ Klassning av anleggningsmaskiner. 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 (m²) (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 [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 [Åpnet 14.6.2017]
- /D42/ ECO-095. Knutsen Maskin, 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 [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/ Kvotepris for beregning av årlig CO2-kompensasjon. Miljødirektoratet, <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/klima/CO2-priskompensasjon/Kvotepris-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]

Oversikt over møter og deltagelse i relevante fora:

- UCO, 6.4.2017
- Veidekke ASA og Veidekke Entreprenør AS, 24.4.2017
- NCC Building. Telefonmøte 5.5.2017.
- Naboen AS. Telefonmøte, 20.4.2017.
- Fagdag varme. Norsk Fjernvarme, 14.4.2017.
- Fagdag varme. Energi Norge, 19.5.2017.
- Fagdag transport. Energi Norge, 6.6.2017.

I tillegg har vi hatt uformelle samtaler med følgende aktører:

- UCO
- Ramirent
- Cramo
- Jonas Vevatne, Statsbygg
- Isak Okvold, Aspelin Ramm
- Tommy Ekornhol, Prosjektleder Backe Romerike
- Jan Røher Larsen, Produksjonsleder Skanska
- Erik Knutsen, Veidekke Entreprenør AS
- Eivind Selvig, Civita

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.