

Utslippsfri drift i bygg- og anleggsbransjen

MARKEDSMULIGHETER FOR ENTREPRENØRER VED Å VÆRE EARLY-MOVERS
RAPPORT FOR CLEANCON - WP4



Photo by [Danist Soh](#) on [Unsplash](#)

Interreg
Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund



RAPPORT

Utarbeidet av:

- Eric Rambech
- Rebecca Briedis
- Sigrid Møyner Hohle

Versjon: 1.0 Endelig

Dato: 17.12.2021

Forord

EU-prosjektet Cleancon er en satsing innen Interreg Øresund-Kattegat-Skagerak (Interreg ØKS, www.interreg-oks.eu). Hensikten med prosjektet er å bidra til å redusere klimagassutslipp og lokal luftforurensning gjennom økt etterspørsel etter, og tilgang på, utslippsfrie arbeidsmaskiner. Den grenseoverskridende satsingen retter seg mot offentlige og private aktører langs hele verdikjeden, fra produsenter og leverandører av maskiner og utstyr, via maskineiere og entreprenører til innkjøpere og byggherrer.

Denne markedsstudien retter seg mot entreprenørene, og inkluderer blant annet en spørreundersøkelse om overgangen til bruk av utslippsfrie arbeidsmaskiner i bygg- og anleggsbransjen, samt hvilke mulige forretningsmuligheter det kan gi for aktørene. En analyse av hvilke markedsmuligheter en slik *early-mover* rolle kan gi er viktig å belyse for entreprenørene - at dette er noe de må ta tak i, og at det finnes forretningsmodeller som gjør at dette kan bli lønnsomt.

Arbeidet med denne rapporten er utført av en arbeidsgruppe fra Endrava AS; Eric Rambech, Rebecca Briedis og Sigrid Møyner Hohle. Jon Eriksen og Eline Olsson fra Kunnskapsbyen Lillestrøm har bidratt med tilbakemeldinger, innspill og noen tekstlige bidrag. Spørreundersøkelsen er utarbeidet av Knut Linnerud i PowUnit i samarbeid med prosjektadministrasjonen.

Oslo, 17.12.2021

Eric Rambech
Co-founder
Endrava AS

Rebecca Briedis
Rådgiver
Endrava AS

Sigrid Møyner Hohle
Rådgiver
Endrava AS

For mer informasjon, ta kontakt med:

Eric Lyche Rambech
eric@endrava.com
+47 450 98 123

Sammendrag

Ifølge 1,5°-ambisjonen i Parisavtalen må alle utslippssektorer kutte klimagassutslipp i betydelig omfang i årene fremover. Bygg- og anleggssektoren er intet unntak. Selv om utviklingen til nå har gått raskere i andre sektorer, for eksempel veigående transport, er det nå en bølge av spennende initiativer og innovasjoner lokalt, nasjonalt og internasjonalt for å kutte utslipp også i denne sektoren.

Blant disse initiativene finnes Cleancon; et EU Interreg-prosjekt som arbeider med å fremme bruk av utslippsfrie arbeidsmaskiner i bygg- og anleggsprosjekter og kommunal drift. Prosjektet er et samarbeid i Øresund-Kattegat-Skagerak-regionen (ØKS-regionen), og skal bidra til styrket regional satsing på tvers av landegrensene.

Det grenseoverskridende Cleancon-prosjektet retter seg mot offentlige og private aktører langs hele verdikjeden fra produsenter og leverandører av maskiner og utstyr, via maskineiere og entreprenører til innkjøpere og byggherrer. Cleancon er et større prosjekt bestående av seks arbeidspakker, der en del av arbeidspakke 4 (WP4) fokuserer på utslippsfri drift i entreprenørbransjen. Formålet med denne rapporten er å sette søkelyset på utslippsfri drift i entreprenørbransjen gjennom å undersøke og evaluere:

Hvilke markedsmuligheter kan entreprenørbransjen i ØKS-regionen få ved å være early-movers på utslippsfrie bygg- og anleggsplasser?

Endrava har blitt engasjert av Cleancon for å belyse denne problemstillingen i nærmere detalj. Basert på en spørreundersøkelse med entreprenører, informasjon internt i prosjektet, gjennom offentlige kilder, samt vår eksisterende kunnskap, er rapporten utarbeidet i løpet av høsten 2021.

Vi trekker følgende konklusjoner:

- Helhetlige klimagassutslipp for bygg- og anleggssektoren er ikke lett tilgjengelig. Norges utslippsstatistikk viser at utslipp fra annen mobil forbrenning, der anleggsmaskiner er en betydelig del, har steget med 29 % i perioden 2009-2019. I samme periode har totale utslipp for Norge blitt redusert med 3 %. Tilsvarende utviklingstrend finner vi igjen i Sverige. Det er altså grunn til å rette større fokus mot denne sektoren i tiden som kommer.
- Utslippsfrie maskiner, her definert som elektriske, samt hydrogen- og biogassdrevne, tilbys i stadig flere maskinsegmenter og størrelser, og utviklingen går raskt. Generelt sett er det likevel fortsatt noen år igjen før de utslippsfrie alternativene antas å kunne erstatte dagens fossile alternativer i alle segment og størrelser.
- Entreprenørbransjen møter noen viktige barrierer i sin omstilling til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser, der de viktigste er tilgjengelig teknologi, infrastruktur, kostnader, kravstilling fra byggherrer samt flere adferdsbarrierer. Samtidig finnes det også noen viktige markedsmuligheter for entreprenørbransjen i denne omstillingen, deriblant økt konkurransekraft lokalt og internasjonalt, bedre arbeidsmiljø på byggeplassene og bedre nærmiljø rundt dem, samt konkretisering av handling på grønn omstilling.
- Omstillingen medfører også konsekvenser for infrastruktur for produksjon, transport og distribusjon av utslippsfrie energibærere til bygg- og anleggsplassene. Dette er ikke uten utfordringer, men bringer samtidig et mulig stort, fremtidig marked for økt lokal energiproduksjon, og mer mobile og fleksible transport- og distribusjonsløsninger. Disse løsningene, dersom utviklet her, kan også gi et spennende eksportmarked på sikt.
- I et internasjonalt perspektiv ser ØKS-regionen ut til å lede an i utviklingen mot utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. Dette gjør entreprenører i vår region robuste til å møte fremtidige internasjonale krav, og kan gi dem et konkurransefortrinn om de ønsker å ta nye markedsandeler i andre regioner når disse følger etter. Til tross for noen spennende initiativer innen Big Buyers og C40, ser det imidlertid ikke ut til

at kravene som stilles internasjonalt er i nærheten av å være like ambisiøse som kravene offentlige byggherrer stiller i vår region. Et slikt konkurransefortrinn er dermed først og fremst en mulighet på noe lengre sikt.

Rapporten er inndelt i følgende kapitler:

- Kapittel 1 introduserer Cleancon-prosjektet og gir en oversikt over viktige begreper benyttet i resten av rapporten.
- Kapittel 2 gir en oversikt over dagens status og utvikling av utslippsfrie bygg- og anleggsplasser.
- Kapittel 3 går nærmere inn på hovedfunnene fra spørreundersøkelsen, samt muligheter og barrierer for entreprenørbransjen ved omstilling til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser.
- Kapittel 4 belyser energibehovet og tilhørende infrastruktur nødvendig for å kunne drifte utslippsfritt fra et nasjonalt perspektiv.
- Kapittel 5 ser utover ØKS-regionen for å danne et bilde av internasjonal utvikling på området.
- Kapittel 6 sammenfatter de viktigste konklusjonene og peker ut noen områder som bør utredes nærmere.

“Construction is responsible for more than 23 % of the world’s GHG emissions and 30 % of global resource consumption. Urgent action is vital – if the construction industry continues to take a business-as-usual approach, the world is on track for a global temperature increase of 3 °C or more.”

C40 Cities¹

¹ <https://www.c40.org/news/c40-cities-opens-oslo-office-to-accelerate-clean-construction-and-climate-governance/>

Innhold

Forord.....	2
Sammendrag.....	3
1 Bakgrunn.....	6
1.1 Cleancon-prosjektet.....	6
1.2 Begreper brukt i rapporten.....	7
2 Dagens status og utvikling av utslippsfrie byggeplasser	9
2.1 Klimagassutslipp for sektoren.....	9
2.2 Teknologiske løsninger for bygg- og anleggsplasser	12
2.3 Kravstilling som veien til fremtidens bygg- og anleggsplasser	17
3 Muligheter og barrierer i omstilling til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser	21
3.1 Overordnede funn fra spørreundersøkelsen	21
3.2 Barrierer og muligheter for entreprenørene	23
3.2.1 Strukturelle barrierer.....	23
3.2.2 Adferdsbarrierer	26
3.2.3 Muligheter ved grønn omstilling	28
4 Energibehov	30
4.1 Dagens utslipp oversatt til energibehov	30
4.2 Energibehovet sett opp mot produksjon.....	31
5 Utvikling internasjonalt.....	32
6 Konklusjoner.....	34

1 Bakgrunn

1.1 Cleancon-prosjektet

Cleancon (www.cleancon.no) er et EU Interreg-prosjekt og en satsing innen Øresund-Kattegat-Skagerak-regionen (ØKS-regionen). Hensikten med prosjektet er å bidra til å redusere klimagassutslipp og lokal luftforurensning gjennom økt etterspørsel etter, og tilgang på, utslippsfrie arbeidsmaskiner. Samarbeid over landegrensene skal sikre styrket gjennomføringskraft, og bidra til å harmonisere insentiver og anskaffelsesprosesser i Norge, Sverige og Danmark. Det er også et mål å etablere et felles skandinavisk marked for denne typen maskiner og utstyr.

Partnerskapet i prosjektet



Prosjektet skal fremme økt bruk av utslippsfrie kjøretøy og arbeidsmaskiner i både offentlig og privat sektor. Cleancon jobber for økt anvendelse av hydrogen, biogass og batterier for ulike typer arbeidsmaskiner som finnes på byggeplasser, i havnemiljø og i kommunal forvaltning. Prosjektet bidrar til å skape en arena for samarbeid om miljømål og -krav, som kan gi felles rammeforutsetninger på tvers av landegrensene og raskere innføring av utslippsfrie arbeidsmaskiner.

Cleancon-prosjektet jobber langs hele verdikjeden, der flere av aktivitetene retter seg mot offentlig sektor med kommuner og fylker/regioner. Det offentlige er en regulerende myndighet som kan stille krav til aktiviteter med hensyn til utslipp, støy og annet, samtidig som de kan stille krav til hvordan utbygging skal foregå. Cleancon arbeider for å styrke det offentliges engasjement og innsats på alle de nevnte områdene.

Samtidig må det også gjøres tiltak i privat sektor. Maskinprodusentene og leverandørene må kunne tilby utslippsfrie maskiner, og entreprenørene må øke sin kunnskap om hvordan man kan legge til rette for og ta i bruk utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. Utslippsfrie arbeidsmaskiner og kjøretøy vil kreve en annen type infrastruktur, og samarbeid mellom aktører i den delen av verdikjeden må også utvikles.

Som en del av dette arbeidet har prosjektet som mål å synliggjøre mulighetene for bruk av utslippsfrie arbeidsmaskiner, og potensialet dette gir for økt bruk av fornybar energi, lokal verdiskaping, bedre miljø og økt konkurransekraft for entreprenørbransjen.

I tillegg til de obligatoriske arbeidspakkene *Kommunikasjon*, *Prosjektledelse* og *Avslutning* omfatter prosjektet tre arbeidspakker innen:

- Kommunale strategier for utslippsfri drift
- Utslippsfri drift i entreprenørbransjen
- Teknikkutvikling og pilot

Denne rapporten er en del av arbeidspakken *Utslippsfri drift i entreprenørbransjen* som har til hensikt å forberede entreprenørbransjen på å møte kravene fra offentlige og private utbyggere, og samtidig skape nye forretningsmuligheter. Dette fører med seg både utfordringer og muligheter for bransjen. Arbeidspakken inkluderer en kartlegging av markedsmulighetene for entreprenørbransjen, tilrettelegging for dialog med kommuner og andre offentlige aktører, synliggjøring av hvilke maskiner som er tilgjengelige og under utvikling, samt gjennomføring av tiltak som skal bidra til økt kunnskap i bransjen om hva som kreves for å ta i bruk utslippsfrie arbeidsmaskiner. Dialog og samarbeid mellom aktørene står sentralt.

Aktiviteten inkluderer gjennomføringen av en markedsstudie om overgangen til bruk av utslippsfrie arbeidsmaskiner og hvilke mulige forretningsmuligheter det kan gi for aktørene. En analyse av hvilke markedsmuligheter en slik *early-mover* rolle kan gi, er viktig for å belyse for entreprenørene at dette er noe de må ta tak i, og at det finnes forretningsmodeller som gjør at dette kan bli lønnsomt. Analysen forteller også om hva som kreves av entreprenørene og det offentlige for at de skal bli såkalte *early-movers*.

Informasjonen i denne rapporten er basert på innspill fra relevante bransjeorganisasjoner, en spørreundersøkelse besvart av relevante aktører, samt ulike offentlige informasjonskilder.

1.2 Begreper brukt i rapporten

Begrepsapparatet for klimavennlig omstilling er i kontinuerlig utvikling, og det er få som har den fulle oversikten over hva ethvert begrep betyr i hvilken sammenheng. Et eksempel er biogass, som i mange sammenhenger ikke omtales som utslippsfritt, men der stadig flere aktører nå utvider sin tolking av begrepet. Viken fylkeskommune i Norge har for eksempel gjort vedtak på at når de benytter begrepet «utslippsfritt», så skal det forstås på samfunnsnivå og inkludere biogass. Vi påtar oss ikke enerett på definisjonene, men anerkjenner isteden betydningen av å tydeliggjøre hva begrepene brukt i denne rapporten betyr.

- **Arbeidsmaskiner:** Arbeidsmaskiner kommer i mange varianter - alt fra store dumpere til håndholdte redskaper som hekksaks og motorsag. I forbindelse med kommunal drift er det først og fremst snakk om maskiner og utstyr for avfallshåndtering/renovasjon, drift av parker og anlegg, samt regulære gartneroppgaver. Arbeidsmaskiner kan defineres som fossilfrie eller utslippsfrie.
 - **Utslippsfrie arbeidsmaskiner:** Utslippsfrie arbeidsmaskiner er her definert som løsninger som baserer seg på strøm (inkludert både kabeltilkobling og batteri, eller en kombinasjon av disse), hydrogen (inkludert batterielektriske hybridløsninger) og biogass. I den grad det er aktuelt vil også fjernvarme anses som utslippsfritt. For en del maskintyper er markedet for utslippsfrie alternativer godt, mens for andre kan det være svært begrenset.
 - **Fossilfrie arbeidsmaskiner:** Fossilfrie arbeidsmaskiner er utslippsfrie maskiner og utstyr, samt løsninger som baserer seg på bærekraftig bioenergi og biobasert brensel som pellets og biodiesel.
 - Det vil si at *alle* utslippsfrie arbeidsmaskiner også er fossilfrie, men ikke vise-versa.
- **Anleggsprosjekt:** Anleggsprosjekter kan være bygging av vei, tunneler og bruer, jernbane eller vannforsyning langt fra etablert bebyggelse og infrastruktur, hvor tilgangen til elektrisitet kan være begrenset. Videre kan anlegget strekke seg over et stort geografisk område. Det er også viktig å

huske at anleggsprosjektene varierer i størrelse, fra mindre kommunale grusveier til store flerfelts motorveger. Anleggssektoren består av mange små og mellomstore bedrifter, hvor den enkelte bedrift kanskje ikke har de ressursene og det handlingsrommet som skal til for å fremme grønn omstilling.

- *Byggeprosjekt:* Byggeprosjekter, der målet er å oppføre et hus, en idrettshall, en fabrikk og lignende, foregår på et geografisk avgrenset område, oftest i urbane områder med tilgang til elektrisk infrastruktur.
- *Utslippsfrie bygg- og anleggsplasser:* Utslippsfri byggeplass betyr at alle prosesser, inkludert arbeidsmaskiner på bygg- og anleggsplassen, er utslippsfrie.

2 Dagens status og utvikling av utslippsfrie byggeplasser

Dagens praksis på bygg- og anleggsplasser er i gradvis endring mot mer klimavennlige løsninger. Delvis drives dette frem av økt forståelse om at utslippene fra bygg- og anleggsplasser er betydelige. Andre drivere er bedring av arbeidsmiljøet og nærmiljøet gjennom reduksjon av lokal luftforurensning, støy og vibrasjoner. I tillegg kommer mulighetene for lavere driftskostnader av maskinparken, gjennom reduserte drivstoffutgifter og mindre behov for vedlikehold.

På bakgrunn av denne utviklingen er hele verdikjeden i ferd med å tilpasse seg den nye hverdagen, det være seg leverandører av maskiner og energi, entreprenører eller byggherrer som bestillere. Dette kapitlet gir først noen anslag for klimagassutslipp fra sektoren, deretter en oversikt over utslippsfrie maskiner som er tilgjengelig eller på vei til markedet med tilhørende infrastrukturløsninger, samt eksempler på kravstilling fra byggherrer.

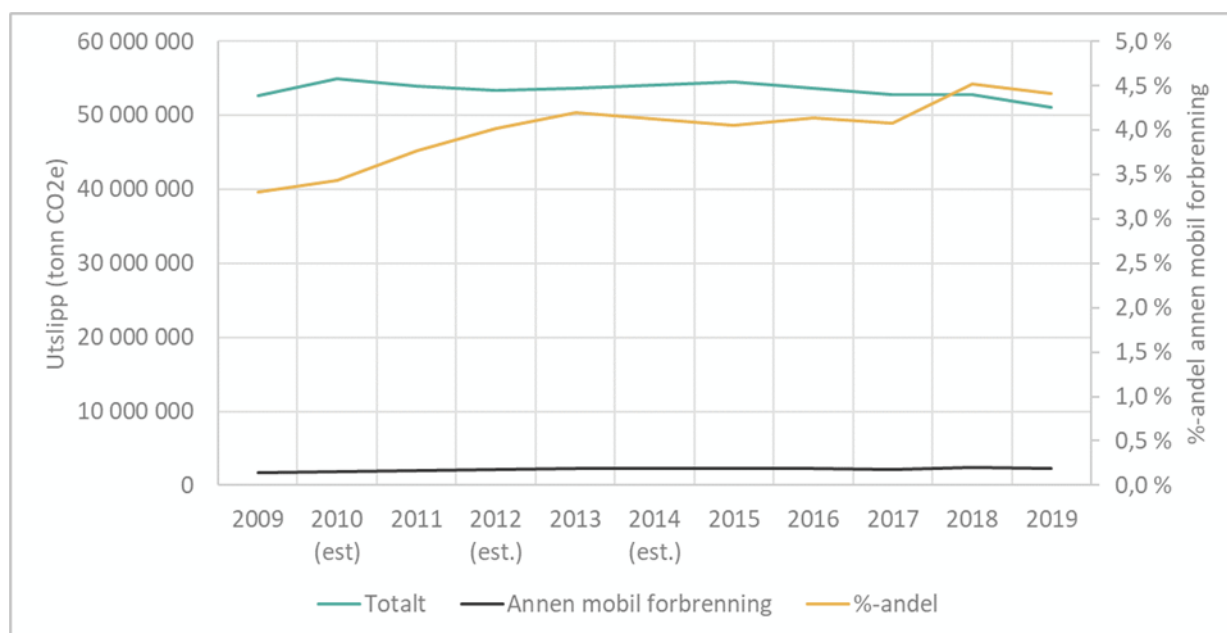
Hovedbudskapet kan kort oppsummeres som at klimagassutslippene er betydelige og økende, og at det nå kommer stadig flere utslippsfrie løsninger på markedet. Det antas at dette i stor grad er drevet frem av kravstilling fra byggherrer som positivt stimulerer resten av verdikjeden til endring.

2.1 Klimagassutslipp for sektoren

Det er ikke rett frem å trekke ut klimagassutslippene fra bygg- og anleggssektoren. Dette skyldes at måten energibruk og tilhørende utslipp er beregnet på i offisielle statistikker ofte inkluderer andre aktiviteter i tillegg. Dessuten varierer metoden og det statistiske grunnlaget fra land til land. Vi har trukket frem to eksempler fra Norge og Sverige, og antar at liknende utvikling også finner sted i Danmark, selv om den analysen ikke er gjort her.

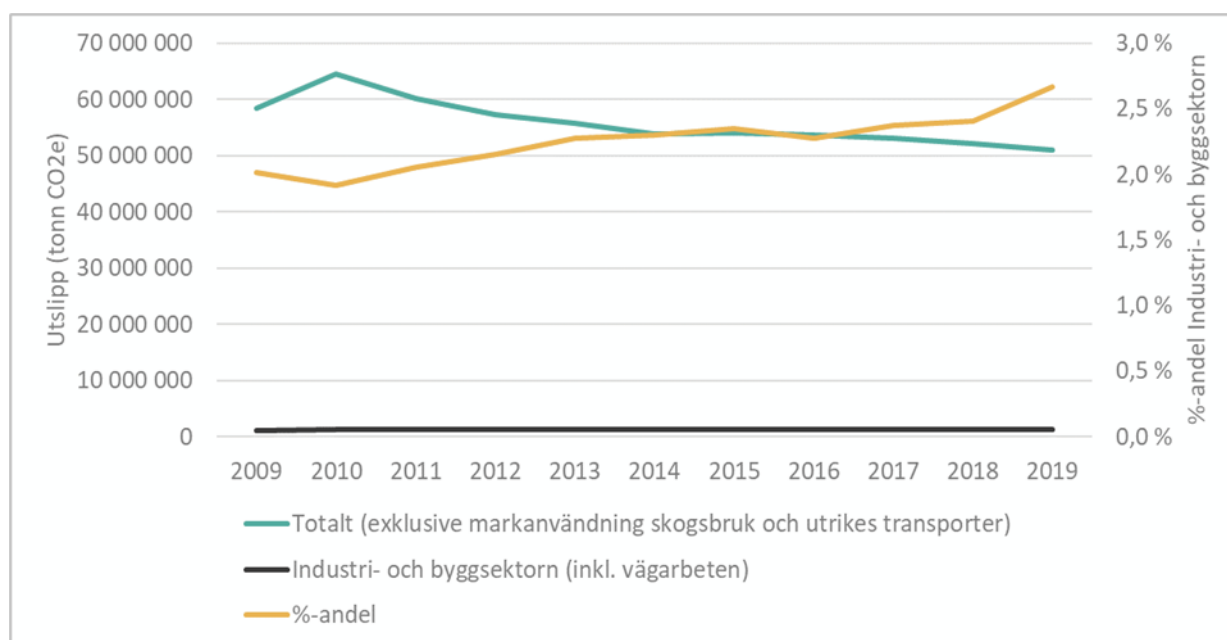
Figur 1 nedenfor viser utviklingen i Norges totale klimagassutslipp (i grønt), utslipp fra sektoren «annen mobil forbrenning» (sort), samt prosentandelen utslipp fra «annen mobil forbrenning» utgjør av de totale utslippene (gult). Samlet sett er utslipp fra «annen mobil forbrenning» i Norge², der anleggsmaskiner utgjør en betydelig andel av utslippene, på litt over 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Det tilsvarer omtrent 4,4 % av totale norske utslipp. De totale utslippene har blitt redusert med 3 % i perioden 2009-2019, mens utslippene fra «annen mobil forbrenning» har økt med 29 % i samme periode.

² Fra Miljødirektoratets definisjon: "Denne utslippskilden omfatter utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel i motorredskaper i blant annet jordbruk, skogbruk, forsvar, bygg og anlegg. Utslipp fra traktorer og anleggsmaskiner er de største utslippskildene". Kilde: https://www.miljodirektoratet.no/contentassets/684ed944b61948e8adbef6f3f5b699f7/metodenotat_klimagasstatistikk-for-kommuner.pdf



Figur 1: Norges historiske klimagassutslipp, totalt og for annen mobil forbrenning, 2009-2019. Illustrasjon fra Endrava. Kilder: Miljødirektoratets kommunale utslippsstatistikk og Miljøstatus³.

Ifølge Naturvårdsverket i Sverige ser man en liknende utvikling på arbeidsmaskiner. Figur 2 viser klimagassutslipp i Sverige, med samme inndeling som for Norge, med totale klimagassutslipp samt utslipp fra sektoren arbeidsmaskiner i «Industri- og byggsektoren (inkl. vägarbeten)». Figurene er ikke direkte sammenlignbare ettersom kategoriseringen er annerledes enn i Norge, men trenden er den samme. I Sverige ser man at utslipp fra disse arbeidsmaskinene har vokst 15 % mellom 2009 og 2019, mens de totale utslippene har gått ned med 13 % i samme periode.



Figur 2: Sveriges historiske klimagassutslipp, totalt og for arbeidsmaskiner innen Industri- og byggsektoren (inkl. vägarbeten), 2009-2019. Illustrasjon ved Endrava. Kilder: Naturvårdsverkets utslippsstatistikk totalt⁴ og for arbeidsmaskiner⁵.

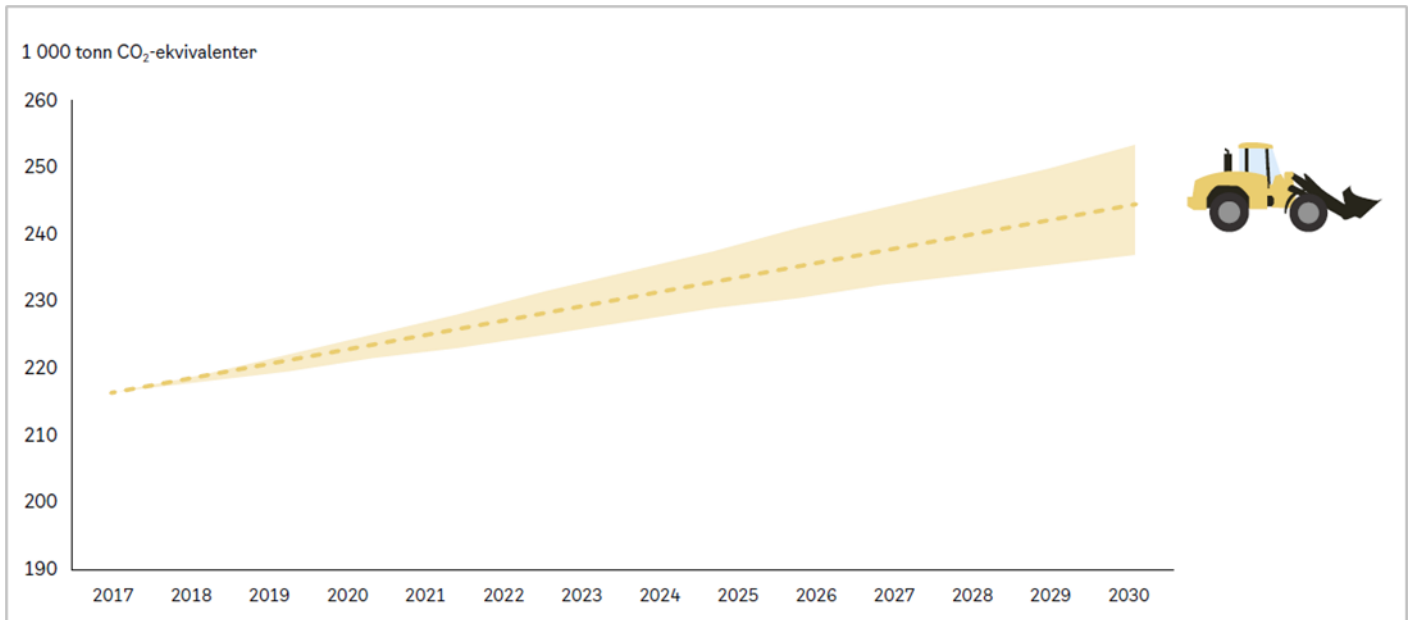
³ <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=41§or=-2>

<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>

⁴ <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag/>

⁵ <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-arbetsmaskiner/>

Dette voksende gapet i reduksjon av utslipp på totalt nivå og vekst i utslipp på sektornivå er muligens enda større på bynivå. Figur 3 illustrerer en framskriving av utslipp for bygg- og anleggsvirksomheten i Oslo som ligger til grunn for Oslo kommunes klimastrategi mot 2030⁶. Framskrivningen viser at utslippene er ventet å øke med omtrent 14 % i perioden 2017-2030, uten nye virkemidler. Referansebanen for totale utslipp i Oslo i samme periode viser en betydelig reduksjon.



Figur 3: Framskrivning av klimagassutslipp innen bygg- og anleggsvirksomhet for Oslo dersom ikke nye virkemidler kommer på plass. Kilde: Oslo kommunes klimastrategi mot 2030⁸.

Fra et klimaperspektiv er det med andre ord god grunn til å rette fokus mot bygg- og anleggssektoren i tiden fremover, og utslippsfrie bygg- og anleggsplasser vil være et viktig steg for å redusere utslippene.

⁶ https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/09/Klimastrategi2030_langversjon_web_enkeltside.pdf

2.2 Teknologiske løsninger for bygg- og anleggsplasser

Maskiner

Frem til i dag har omstillingen til utslippsfrie maskiner i bygg- og anleggsbransjen vært tregere enn utviklingen vi ser for eksempel i personbil- og bussegmentet. Elektriske maskiner som kjøres på strøm forsynt fra nettet via en kabel har allerede blitt benyttet i gruve- og tunnelarbeid i lengre tid⁷, men ellers er det stort sett fossilt drivstoff som benyttes. Teknologien er i noen tilfeller moden, og det finnes et ønske om å ta i bruk fossilfrie og utslippsfrie drivstoff spesielt i de store byene. Terskelen for dette er imidlertid fortsatt ganske høy.

I et internasjonalt perspektiv er markedet for utslippsfrie maskiner så vidt i gang, og et raskt søk på store maskinprodusenters hjemmesider som Volvo Construction Equipment, Caterpillar, Hitachi, Cummins, JCB o.l., viser at utslippsfrie løsninger fortsatt er en liten nisje i et ellers stort og konservativt marked med dieseldrevne maskiner. Mindre maskiner begynner å komme i serieproduksjon, for eksempel Volvos hjullastere og gravemaskiner⁸, mens større maskiner fortsatt må bygges om gjennom for eksempel Nasta⁹ eller Pon Equipment¹⁰.

Endrava gjennomførte i 2021 en overordnet kartlegging av utslippsfrie maskiner som en del av et oppdrag for Oslo kommune. I prosjektet sendte vi blant annet ut en anonym spørreundersøkelse til produsenter og leverandører av arbeidsmaskiner for å få deres innspill på dagens tilgjengelighet og fremtidige utvikling i utslippsfri teknologi. Selve studien er ikke offentlig tilgjengelig, men vi har fått tillatelse fra Oslo kommune til å gjengi noen av funnene.

I Tabell 1 anslår vi modenhetsutviklingen for utvalgte maskiner. En del av disse er mindre relevante for bygg- og anleggsplasser, men desto mer egnet for kommunal drift, og inkluderes derfor også i denne rapporten. Fargekodingen går fra rødt i pilot, gult for tidlig serieproduksjon, til grønt for serieproduksjon med følgende definisjoner:

- **Pilot:** Maskiner som ikke er enkelt tilgjengelig på markedet (krever relativt stor grad av ombygging av fossile varianter/egenutvikling).
- **Tidlig serieproduksjon:** Maskiner som har begynt småskala serieproduksjon (eventuelt med noen grad av mindre ombygginger).
- **Serieproduksjon:** Maskiner i full serieproduksjon som fås som hyllevare (eventuelt med svært liten grad av ombygging).

Det er flere viktige konklusjoner å trekke fra Tabell 1:

- Alle maskinsegmentene undersøkt ventes å ha utslippsfrie alternativer tilgjengelig i tidlig serieproduksjon eller serieproduksjon fra 2025 og utover. På grunn av at det er mange faktorer som påvirker dette, er det usikkerhet knyttet til anslaget. Likevel mener vi tempoet i markedet og teknologiutviklingen av nullutslippsdrivlinjer tilsier at dette er oppnåelig.
- For mindre maskiner som dytteklippere, løvblåsere og motorsager, finnes det modne, utslippsfrie alternativer på markedet pr. i dag.
- For større maskiner som tunge traktorer, løypepreppemaskiner og gravemaskiner gjenstår det flere år i pilotfase før maskinene kommer i tidlig serieproduksjon.

⁷ <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>

⁸ <https://www.volvoce.com/norge/nb-no/volvo-maskin-as/products/electric-machines/>

⁹ <https://www.nasta.no/anleggsmaskiner/spesialmaskiner/elektriske-anleggsmaskiner/>

¹⁰ https://www.pon-cat.com/no/pon-equipment/om_oss/miljo-og-sikkerhet/z-line

Tabell 1: Modenhetsutvikling for utvalgte maskiner relevante for utslippsfrie bygg- og anleggsplasser

Maskinkategori	Type	Segment	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Gressklipper	Kantklipper	Ingen	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Gressklipper	Dytteklipper	Ingen	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Gressklipper	Sitteklipper	Ingen	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Gressklipper	Gresstrimmer	Ingen	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Parkmaskin	Løvblåser	Ingen	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Parkmaskin	Hekksaks	Ingen	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Parkmaskin	Motorsag	Ingen	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Snømaskiner	Snøfreser	Ingen	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Snømaskiner	Løypeprepmaskin	<250 hk	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Snømaskiner	Løypeprepmaskin	>250 hk	P	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP
Traktor	Traktor	25-75hk	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Traktor	Traktor	>75hk	P	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP
Traktor	Minitraktor	<25hk	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Terrengkjøretøy	El-bil	Ingen	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Terrengkjøretøy	ATV	Ingen	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Terrengkjøretøy	Andre	Ingen	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Hjullaster	Hjullaster	<10 tonn	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Hjullaster	Hjullaster	10-25 tonn	P	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP
Hjullaster	Hjullaster	>25 tonn	P	P	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP
Gravemaskiner	Gravemaskin	<10 tonn	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Gravemaskiner	Gravemaskin	10-25 tonn	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Gravemaskiner	Gravemaskin	>25 tonn	P	P	P	TP	TP	SP	SP	SP	SP	SP

SP = Serieproduksjon
TP = Tidlig serieproduksjon
P = Pilot

På generell basis er batterielektriske og kabeleletriske løsninger de som har kommet lengst i utviklingen. Spesielt i de mindre segmentene med begrensede energibehov vil batterielektriske løsninger være aktuelle for mange oppgaver. I større segmenter er imidlertid energibehovene større, og der kommer dagens batteriteknologi til kort. Aktørene, i uformell dialog, er også positive til biogass og hydrogen, men skisserer blant annet mangel på infrastruktur som vesentlige barrierer. De store fortrinnene sett opp mot batteri- og kabeleletriske løsninger er først og fremst friheten og fleksibiliteten ved å ikke være avhengig av et lokalt nett. Enova har nylig støttet flere pilotprosjekter for å fase inn hydrogenløsninger¹¹, blant annet en brenselcellegenerator på 0,8 MW og en 30-tonns gravemaskin. Dermed er det grunn til å vente større utvikling i disse segmentene i tiden fremover.

Takten ovenfor vitner om stor innovasjon hos produsentene av maskiner, og det er derfor grunn til å tro at det vil bli stadig flere løsninger som kommer på markedet i tiden fremover. Nettopp på grunn av dette er statiske oversikter over tilgjengelig løsninger i rapporter mindre verdifulle. Derfor henviser vi til to gode, nettbaserte oversikter over aktuelle og kommende maskiner:

- Bellonas oversikt (på engelsk), Database: Emission-free Construction Equipment (by manufacturer), sist oppdatert 19.10.2021¹².
- Vikens utlånsordning for fossilfrie maskiner¹³, oppdateres kontinuerlig, støttet blant annet av Klimasats og Interreg.

¹¹ <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/utslippsfri-bygge--og-anleggsplass/historier/>

¹² <https://bellona.org/database-emission-free-construction-equipment-by-manufacturer>

¹³ <https://klimaostfold.no/fossilfrie-arbeidsmaskiner-og-kjoretoy/>

Utviklingen av utslippsfrie maskiner er drevet av etterspørsel og er i meget rask endring. Vi har derfor til enhver tid kun tilgang til et øyeblikksbilde, og ikke en total statistikk for markedet. I en artikkel fra Anleggsmaskinen.no¹⁴ hadde Nasta frem til årsskiftet 2020/2021 levert åtte ombygde gravemaskiner i størrelser 8-40 tonn. I 2021 ligger de an til å levere 50-70 maskiner i samme segment. Anekdoter fra de som kjenner bransjen anslår opp mot 200 større, utslippsfrie maskiner levert i løpet av 2021 for det norske markedet som helhet.

«Det er helt vilt! Alle vil ha. Utleierne står i kø. Entreprenører også. Fra småentreprenører med traktorer og åttetonnere, opp til riksentreprenører.»

Sjur Hellejesen, Rådgiver klima- og kundeløsninger Nasta, i artikkel i Anleggsmaskinen.no

Den positive utviklingen i Norge følges opp i Sverige, der blant annet samarbeidsprosjektet ElectriCity¹⁵ setter fokus på hvordan fremtidens elektrifiserte transport best kan løses gjennom å utvikle, teste og demonstrere nye løsninger. Som en del av prosjektet finnes initiativet Electric Worksite¹⁶ hvor flere tunge aktører tar konkrete steg for å elektrifisere bygg- og anleggsplasser.

Med bidrag fra blant annet Volvo Construction Equipment, NCC, Gøteborg Stad, Lindholmen Science Park, RISE, Gøteborg Energi, ABB, har Electric Worksite lyktes med å inkludere maskinprodusent, entreprenør, teknologileverandører, energileverandører, samt forskningsmiljøer i samme prosjekt for felles erfaringsdeling og læring. De første testene for Electric Worksite begynte i august 2021, og gjennom to år skal det testes et sett med aktuelle og kommende elektriske maskiner i flere ulike urbane miljøer.

Infrastruktur

En utfordring i overgang til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser er de utslippsfrie maskinene i seg selv. En vel så viktig utfordring er at disse maskinene trenger tilgang til infrastruktur slik som strøm, hydrogen eller biogass. Dette skal enten leveres stasjonært for begrensede perioder på byggeplasser der jobben er innenfor et avgrenset område, eller, enda vanskeligere, mobilt på anleggsplasser der maskinene til stadighet flytter seg geografisk over til dels store avstander.

Markedet har desidert kommet lengst med kabel- og batterielektriske løsninger, da fortrinnsvis på byggeplasser. SINTEF har imidlertid vært prosjektpartner på flere elektriske byggeplasser i Norge, og oppgir at en vesentlig utfordring er å ha tilgang til nok elektrisk effekt gjennom byggefasen for maskinene som skal driftes¹⁷.

Figur 4 nedenfor illustrerer effektbehovet for en ferdigbygget barnehage på Østlandet i Norge, der forventet effektbehov for byggeplassen kan være opptil fem ganger så høyt som for barnehagen i drift. SINTEF skisserer ulike måter å løse denne utfordringen ved å:

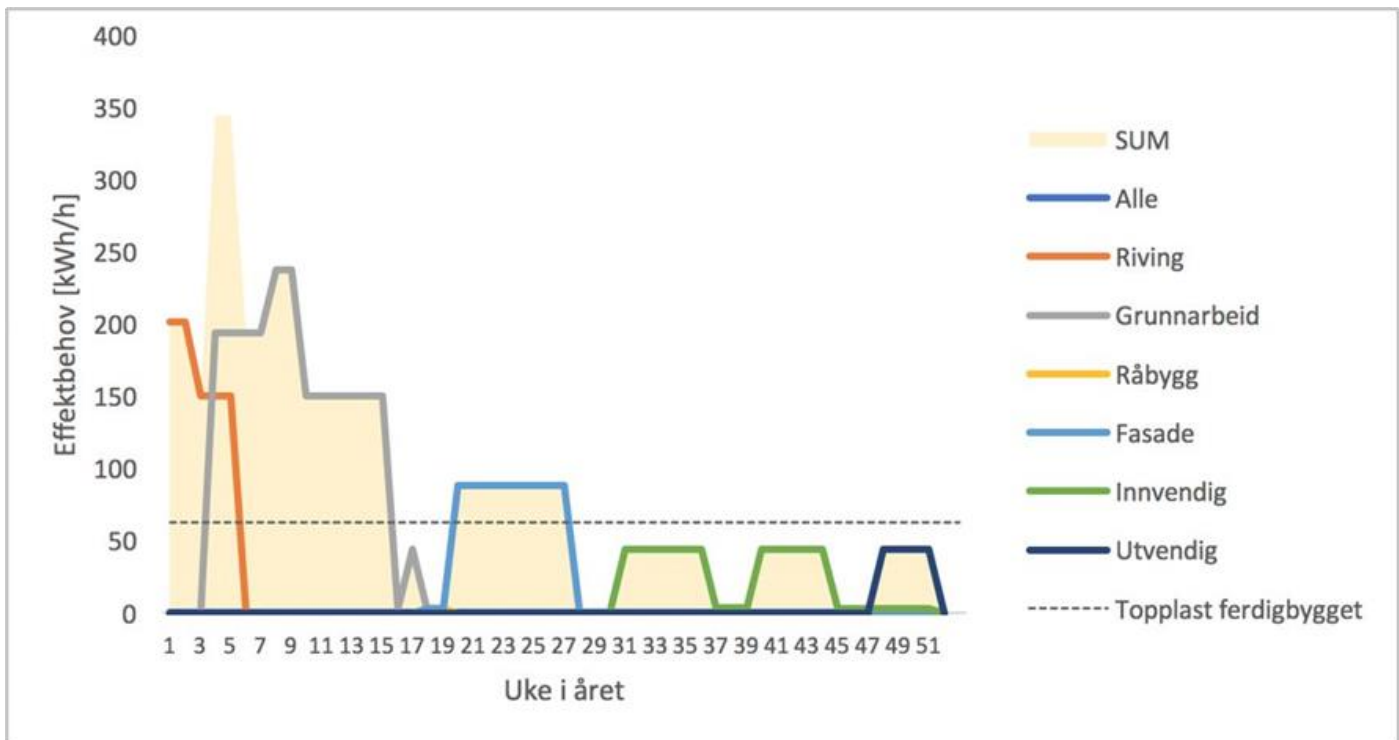
- Anvende batterier på byggeplassen for å jevne ut effekttopper fra flere maskiner som bruker mye strøm fra nettet samtidig, for eksempel hurtiglading av maskiner i lunsjpausen.
- Optimalisere driften av maskinene slik at de mest effektkrevende maskinene ikke hurtiglades samtidig. Simuleringer gjort av SINTEF for dette eksemplet viste potensial for å redusere effekttoppen i Uke 8 fra 240 kW (vist i figuren nedenfor) til 64 kW. Dette er imidlertid ikke rett frem da det krever en helt annen planlegging av driftsmønstrene på byggeplassen.

¹⁴ <https://anleggsmaskinen.no/2021/01/korona-bremset-el-maskinproduksjon/>

¹⁵ <https://www.electricitygoteborg.se/node/19499>

¹⁶ <https://www.electricitygoteborg.se/electric-worksite>

¹⁷ <https://www.bygg.no/innlegg-lavere-effektbehov-med-driftoptimalisering-av-utslippsfrie-byggeplasser/1470514/>



Figur 4: Maks effektbehov per uke for en barnehage under bygging og i drift. Kilde: SINTEF¹⁸.

Behov for tilstrekkelig analyse og planlegging av effektbehov speiles i Oslo kommunes oppsummering av sine erfaringer med utslippsfri anleggsplass¹⁹. I dette prosjektet fikk kommunen, gjennom markedsdialog med entreprenører og andre, klar tilbakemelding på at byggherre burde stå ansvarlig for å fremskaffe strøm. Dette fordi entreprenørene anså mangel på strøm som en vesentlig tids- og kostnadsdriver og en risiko som ville ha blitt forholdsmessig høy å bære.

Selv om Oslo kommune tok dette ansvaret, og at det viste seg at tilgang på strøm i prosjektområdet var svært god, erfarte de likevel at det tok tid å få strøm på plass, og at byggestrøm først ble tilgjengelig dagen etter oppstart. En lærdom fra prosjektet var at tett kontakt i forkant med nettselskapet er sentralt for å få en realistisk tidslinje og kostnadsestimat.

Når det gjelder anleggsplasser, er utfordringene med levert strøm fortsatt store. Pon Equipment oppga i et webinar tidligere i 2021 at batteri- og kabelelektriske løsninger først og fremst egner seg for stasjonære oppgaver i urbane strøk, og anbefalte å ikke dra de ut i miljøer der det ikke er strøm²⁰.

Til dette trengs sannsynligvis containeriserte løsninger med stor energilagring som kan lades over natten, der nettet har god kapasitet og fremføres til anleggsplasser for strømforsyning på dagen. Dette er relativt nytt i markedet, men et eksempel er fra Est Floattech²¹ med en container på 390 kWh som kan fullade to til tre gravemaskiner, Figur 5. Når den selv skal lades, kan den kobles til 230 V eller 400 V nett. En slik løsning kan også fungere på byggeplasser med lav effekt tilgjengelig fra nettet.

¹⁸ <https://www.bygg.no/innlegg-lavere-effektbehov-med-driftoptimalisering-av-utslippsfrie-byggeplasser/1470514/>

¹⁹ https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/12/BYM_Utslippsfri-anleggsplass.pdf

²⁰ <https://hafslundradgivning.no/nyheter/veien-til-utslippsfrie-byggeplasser-2-med-pon-og-nasta>

²¹ <https://www.klimaoslo.no/2021/01/18/her-er-verdens-forste-hurtiglader-for-byggeplassen/>



Figur 5: EST-Floattechs 390 kWh containerisert løsning for bygg- og anleggsplasser. Kilde: KlimaOslo²².

Løsninger for å levere biogass og hydrogen til bygg- og anleggsplasser er preget av at det til nå eksisterer svært få maskiner, og kun i pilotfase, på disse to drivlinjene.

For hydrogen finnes det containeriserte løsninger for både produksjon av hydrogen, transport, samt komprimering og hurtigfylling til kjøretøy. De har ikke, Endrava bekjent, vært konkret satt sammen til applikasjoner for bygg- og anleggsmarkedet, men dette bør kunne gjøres uten vesentlige modifikasjoner. Figur 6 nedenfor viser Wystrachs WyRefuler som tilbyr opptil 360 kg hydrogen daglig på 350 bar og fungerer autonomt, der det ser ut som noe av teknologiutviklingen har pågått gjennom et annet EU-Interreg-prosjekt kalt H2-Share²³.



Figur 6: Eksempel på containerisert, mobil hydrogenfyllestasjon. Kilde: Wystrach²⁴.

²² <https://www.klimaoslo.no/2021/01/18/her-er-verdens-forste-hurtiglader-for-byggeplassen/>

²³ <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/h2share-hydrogen-solutions-for-heavy-duty-transport/>

²⁴ <https://www.wystrach.gmbh/en/produkt-wyrefueler.html>

Når det gjelder biogass, er det svært lite informasjon i markedet om mobile løsninger rettet mot bygg- og anleggssektoren. Det er derfor også stor usikkerhet rundt hvorvidt maskinene vil benytte flytende eller komprimert gass. Andre sektorer, som for eksempel ferger, bunkrer flytende biogass eller naturgass fra tankbiler, og det kan tenkes at samme løsning kan benyttes innen bygg- og anlegg. For komprimert gass kan det muligens lages containeriserte løsninger på bygg- og anleggsplassen. Alternativt kan modulære løsninger med gass på flak utvikles, der store (men relativt lette) komposittflasker brukes nesten som utskiftbare batterier i maskinene. Tomme flasker tas tilbake til en sentral fyllestasjon der de på nytt fylles opp.

2.3 Kravstilling som veien til fremtidens bygg- og anleggsplasser

Som det fremgår av de foregående avsnittene er det ikke teknologien i seg selv som setter de største begrensningene for utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. **Den videre utviklingen fordrer at markedet etterspør løsningene.** I tiltakspakken for utslippsfrie anleggsmaskiner²⁵ nevner derfor Oslo kommune at en mer aktiv og målrettet kravstilling fra byggherre eller oppdragsgiver vil gi det største potensialet for utslippsreduksjoner. Vi vier derfor siste del av dette kapitlet til kravstilling.

Kravstilling isolert sett gir liten effekt dersom markedet ikke er klare til å møte kravene. Behovet for god planlegging og dialog før byggingen starter er derfor ekstra viktig for vellykkede utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. Dette gir rom for å sparre om ulike løsninger, status med hensyn til teknologisk modenhet og tilgjengelighet av utstyr, egnet deling av risiko (både oppsider og nedsider), med mer.

På offentlig side er aktørene godt i gang, drevet av politiske føringer. Nasjonale myndigheter har satt mål om fossilfrie byggeplasser innen 2025²⁶, mens flere av de største kommunene har mål om utslippsfrie bygg- og anleggsplasser innen 2025 og 2030. Storbyregionene Göteborg, Stockholm og Malmö har felles anskaffelseskrav utformet med det formål «att öka andelen av energianvändningen till fordon och arbetsmaskiner som består av el från förnybara energikällor och/eller höginblandade och hållbara rena biodrivmedel som inte omfattas av reduktionsplikt»²⁷. Göteborg Stad har sammen med Business Region Göteborg fått utarbeidet en rapport med tydelige anbefalinger om å utforme «upphandlingskrav vid upphandling av bygg- och anläggningsentreprenader så att byggarbetsplatserna blir utsläppsfria. Utgångspunkten i projektet är utsläppsfria bygg- och anläggningsplatser år 2030». Den 9. desember 2020 la regjeringen i Danmark frem sitt utspill til ny strategi for bærekraftige bygg. Strategien består av 21 forslag, hvor et av de sier følgende: «Ved at fremme fossilfrie byggepladser kan der opnås CO₂-reduktioner direkte under anlægsfasen ved anvendelse af alternative brændstoffer, så som biodiesel eller eldrevet maskinel på statslige anlægsprojekter»²⁸.

I Tabell 2 nedenfor nevnes noen eksempler som illustrasjon på klimamål og kravstilling fra Oslo kommune, Göteborg Stad og Københavns kommune. Deretter gir vi også noen eksempler på flere nyttige temasider som kan være til inspirasjon.

²⁵ <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2018/09/Utslippsfrie-Anleggsmaskiner.pdf>

²⁶ <https://www.regjeringen.no/contentassets/3d6b7057d6eb4e50a97c9f8d2eb50896/handlingsplan-for-fossilfrie-anleggsplasser-innen-transportsektoren..pdf>

²⁷ https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/1D_10_Gemensamma-miljokrav-entreprenader-2018_2018-04.pdf

²⁸ <https://f.nordiskemedier.dk/2cow74orjzb4xsza.pdf>

Tabell 2: Klimaambisjoner og tilhørende kravstilling fra Oslo kommune, Göteborg Stad og Københavns kommune

Kategori	Oslo	Göteborg	København
Strategi og klimamål innen bygg- og anlegg	Fra 1.1.2025 skal alle kommunens bygg- og anleggsplasser være utslippsfrie, og transport av masser skal gjøres utslippsfritt eller ved hjelp av biogassteknologi.	Göteborgs Stad ställer funktionskrav på minskad miljö- och hälsopåverkan vid byggnation av infrastruktur, allmän plats som torg, parker, idrottsanläggningar, lekplatser samt byggnader. Göteborgs stad skall ha en fossilfri maskinpark 2025 avseende småmaskiner, och 2030 avseende alla maskiner.	Københavns Kommune arbejder for selv at indkøbe og overgå til brug af fossilfri brændsler og på sigt emissionsfri arbejdsmaskiner inden 2025. Kommunen indkøber alternative grønne drivmidler til egne vej og ikke-vejgående maskiner i 2020-2023.
Eksempler på kravstilling	I tiden frem til 2025 vil kommunen bruke tildelingskriterier for å fremme/premiere utslippsfrie løsninger. Leverandøren får uttelling for andel utslippsfrie og/eller biogassbaserte maskiner for gjennomføring av denne kontrakten.	Jf. opphandlingskrav av 2018 skal alla entreprenader (alla Göteborg Stads förvaltningar och bolag): <i>«Minst 20 procent av den samlade drivmedelsförbrukningen, avseende fordon och arbetsmaskiner ska bestå av el från förnybara energikällor och/eller rena biodrivmedel»</i> Jf. WSPs rapport <i>Utsläppsfria bygg och anläggningsplatser</i> fra 2020 gir rekommendationer till fem olika opphandlingskrav gällande utsläppsfria arbets-maskiner som kan ställas vid upphandling av bygg- och anläggningsentreprenader. <u>Exempel:</u> <i>«Minst XX procent av maskinparkens energianvändning (icke handhållna maskiner) vid aktuellt bygg- och anläggningsprojekt ska vara från utsläppsfria arbetsmaskiner»</i>	Der er allerede fra 1. januar 2021 stillet generelt krav om, at der i alle anlægsprojekter skal bydes ind med en optionspris på udførelsen af projekterne med fossil- og/eller emissionsfri arbejdsmaskiner. I perioden 2020-2023 gennemføres det en række pilotprojekter, hvor der stilles enten krav eller optionskrav om brug af biodrivmidler og/eller emissionsfri arbejdsmaskiner i udbud af både bygge og anlægsopgaver. Der arbejdes på at stille et generelt udbudskrav om dette inden 2025. Udformning af tildelingskriterier, der indtænker energieffektivitet og CO ₂ -reduktion i bygge/ anlægsprocessen, krav til genanvendelse, bedre planlægning, reduktion af kørsel, reduktion af mekanisk tørring etc.
Les mer	Oslos klima- og miljøkrav ²⁹	Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram 2021-2030 ³⁰ <i>Göteborgs stads kategoriplan för arbetsmaskiner och arbetsfordon</i> ³¹ Utsläppsfria bygg och anläggningsplatser- Rekommendationer till upphandlingskrav ³² Trafikverket: Gemensame miljökrav för entreprenader 2018 ³³	Udbudsparadigmer ved entrepriser ³⁴ KBH 2025 Klimaplanen ³⁵

²⁹ <https://www.oslo.kommune.no/for-vare-leverandorer/krav-til-leverandorer/klima-og-miljokrav/#gref>

³⁰ <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/4578bcdd-0a21-4d90-98c5-8ec4e68b366b/G%C3%B6teborgs+Stads+milj%C3%B6-+och+klimatprogram+2021-2030.pdf?MOD=AJPERES>

³¹ <https://avtalsnyheter.goteborg.se/2021/03/10/arbetet-mot-en-fossilfri-maskinpark-fortsatter-med-arbetsmaskiner-och-arbetsfordon/>

³² <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/f951b9df-65ca-4dae-825a-124af6af8faf/Slutrapport+Utsl%C3%A4ppsfria+bygg-+och+anl%C3%A4ggningsplatser.pdf?MOD=AJPERES>

³³ https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/1D_10_Gemensamma-miljokrav-entreprenader-2018_2018-04.pdf

³⁴ <https://www.kk.dk/erhverv/indkøb-og-udbud/udbudsparadigmer-ved-entrepriser>

³⁵ https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/2061_63efc76cbd4c.pdf

DFØs temaside for offentlige anskaffelser innen utslippsfrie bygg- og anleggsplasser

Det norske Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) bistår med anskaffelser i offentlig sektor. Deres temasider³⁶ på utslippsfrie bygg- og anleggsplasser gir råd og eksempler på gjennomføring av slike prosjekter og dekker blant annet:

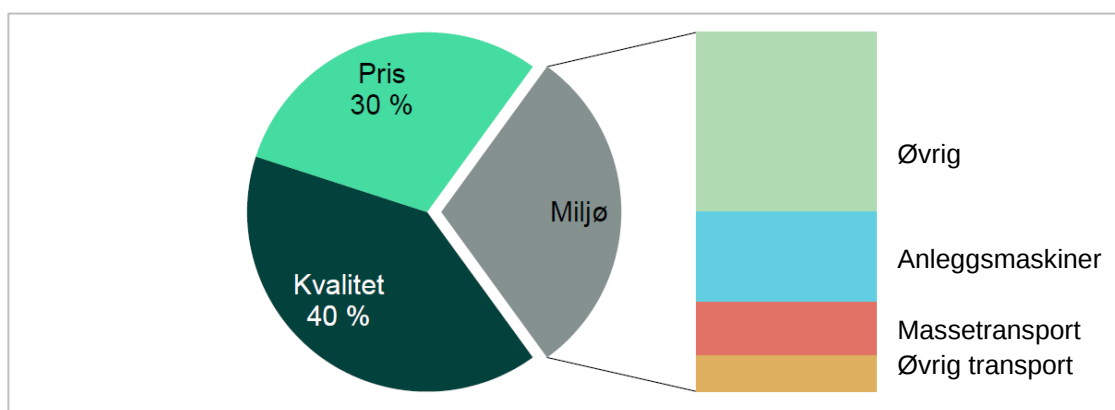
- Analyseverktøy for beregning av klimaeffekt ved drivstoffendring i anleggsmaskiner
- Eksempler på krav, tildelingskriterier
- Hvordan rigge dialogkonferanser
- Hvordan gjennomføre utslippsfrie anskaffelser
- Hvordan følge opp utslipp

DFØ har også nylig lansert sin Handlingsplan for økt andel grønne og innovative offentlige anskaffelser³⁷ som også kan være til nytte for hvordan byggherrer kan vurdere å bruke sin innkjøpsmakt i tiden fremover.

Oslo kommunes standardkrav på klima- og miljø

Oslo kommune fremhever at «Kommunens anskaffelser skal brukes som et virkemiddel for å nå målsettinger om å redusere og resirkulere avfall, utvikle mer miljøvennlige transportløsninger og redusere forbruk av energi og utslipp av klimagasser»³⁸. På kommunens nettsider oppgis derfor en rekke standardkrav og veiledning, som utgangspunkt for anskaffelsene som Oslo kommune gjør, fordelt på ulike områder. Et av disse er utslippsfrie bygg- og anleggsplasser, også tilgjengelig på engelsk³⁹.

Oslo kommune skriver, som illustrert i Figur 7, følgende: «Tildelingskriteriet for «miljø» skal minimum vektes 20 % i bygg- og anleggskonkurranse (miljø bør som hovedregel vektes 30 %). Minst halvparten av den totale vektningen for «miljø» skal tillegges anleggsmaskiner og transport til og fra bygge-/anleggsplassen».



Figur 7: Eksempel på vekting under tildelingskriterium «miljø» fra Oslo kommune. Kilde: Oslo kommune anskaffelser⁴⁰.

³⁶ <https://anskaffelser.no/hva-skall-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/utslippsfrie-bygg-og-anleggsplasser>

³⁷ <https://anskaffelser.no/om-oss/handlingsplan-gronne-og-innovative-anskaffelser>

³⁸ <https://www.oslo.kommune.no/for-vare-leverandorer/krav-til-leverandorer/klima-og-miljokrav/#gref>

³⁹ <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2019/11/Climate-and-environmental-requirements.pdf>

⁴⁰ <https://tjenester.oslo.kommune.no/ekstern/einnsyn-fillager/filtjeneste/fil?virksomhet=976819837&filnavn=byr%2F0%2Fvedlegg%2F2019048266-2150102.pdf>

Privat sektor henger etter

På privat side virker det som byggherrene er mindre ambisiøse. Imidlertid fremheves det også at markedet ikke er like godt belyst og omtalt i det offentlige rom, slik at det trolig foregår mer her enn det som fremkommer. Samtidig vet vi at så fort grønne løsninger blir bedriftsøkonomisk lønnsomme, har privat næringsliv evne til å endre seg svært raskt. Et eksempel på dette er innfasing av elektriske varebiler i Oslo, der det nå er 34 % el-varebiler i nybilsalget hittil i 2021, mot 20 % i 2020.

Prosjektet har pr. nå ikke avdekket eksempler på prosjekter hvor utslippsfrie bygg- og anleggsplasser blir brukt av private byggherrer. Det mest konkrete på endring i privat sektor finner vi i Grønn Byggallianses 20 strakstiltak⁴¹ for utbyggere og byggeiere, der strakstiltak 20 heter å «etterspørre utslippsfri byggeplass». I rapporten er det en liste av 36 private eiendomsselskap som har sluttet seg til, og dermed forplikter seg til å gjennomføre strakstiltakene.

For å stille krav er det også nyttig med gode standarder. Det er en ny norsk standard for utslippsfrie bygg- og anleggsplasser under utvikling (NS 3770)⁴². Den nye standarden skal gjøre det enklere å ta i bruk utslippsfri teknologi. Myndigheter, leverandører, byggherrer og entreprenører samles for å skape en felles forståelse av begreper, systemgrenser og definisjoner brukt for utslippsfri teknologi. De utarbeider også en standard som setter krav og finner løsninger for å redusere utslippene.

Entreprenørenes rolle

Med referanse til tidligere diskusjoner om at det er først og fremst byggherrer som trekker denne utviklingen, mener vi at **rollen til entreprenører hovedsakelig handler om å beslutte om de skal engasjere seg nå for å lære, samt påvirke utviklingen, eller vente til markedet modner ytterligere.**

Nasjonal og kommunal kravstilling varsler en større omstilling av hvordan offentlige byggherrer ønsker prosjektene sine utført. **Denne omstillingen kan entreprenørene velge å være med på: hvis man ønsker å jobbe med offentlige bygg- og anleggsprosjekt fremover, er man nødt til å ta innover seg de endringene som nå kommer.**

Mulighetene blir kanskje ikke bedre enn nettopp nå til å lære sammen med byggherrer hvordan utslippsfrie byggeplasser bør gjennomføres, der det gis rom for å prøve nye løsninger og feile, dele risiko, og utforske modeller for størst mulig gevinster.

På et tidspunkt vil dette gå fra å være et tildelingskriterium til å bli et minimumskrav, der det forventes at markedet kan levere, med mindre toleranse for feil. Da er det kanskje for sent for de entreprenørene som ikke selv har kommet i gang.

⁴¹ <https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/strakstiltak-eiendomssektorens-veikart-mot-2050/#1612534282079-1b3d4fe2-78ee>

⁴² <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2021-nyheter/ny-norsk-standard-for-utslippsfrie-bygge-og-anleggsplasser-pa-horing/>

3 Muligheter og barrierer i omstilling til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser

Dette kapitlet gir en oversikt over muligheter og barrierer i omstilling til utslippsfrie byggeplasser, sett fra entreprenørenes ståsted. Kapitlet er inndelt i strukturelle barrierer og adferdsbarrierer. Avslutningsvis gis noen betraktninger om muligheter for entreprenørene fremover. Vi baserer våre funn på en spørreundersøkelse gjennomført med aktører fra norsk og svensk bygg- og anleggsbransje, samt vår erfaring og kompetanse innen adferdspsykologi, som også spiller en viktig rolle i omstillingen.

3.1 Overordnede funn fra spørreundersøkelsen

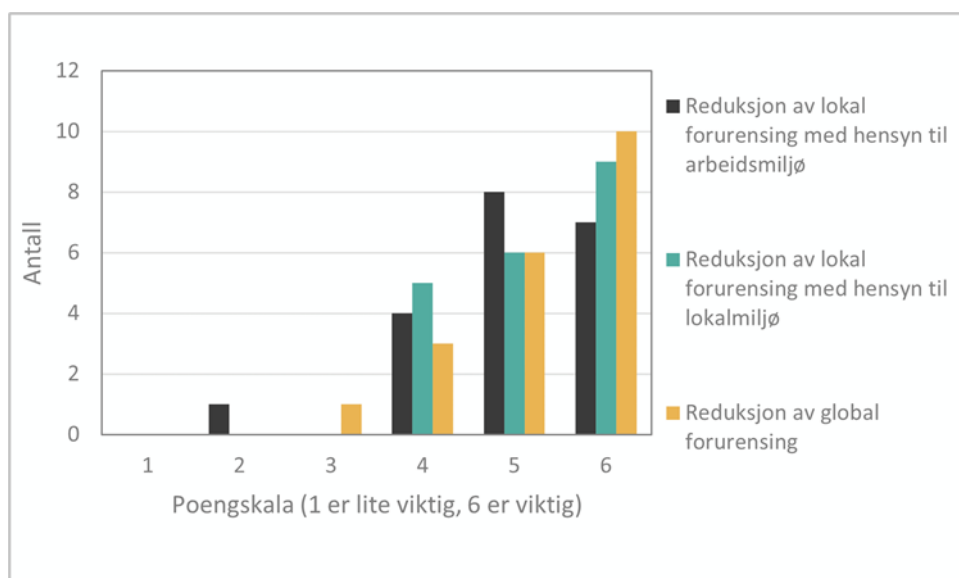
Generelt om spørreundersøkelsen

Prosjektteamet gjennomførte en spørreundersøkelse i Norge og Sverige med aktører fra bygg- og anleggsbransjen, samt veiutbygging. Poenget med undersøkelsen var å få sentrale aktører til å vise sin forståelse og bevissthet for dagens situasjon, og fortelle hva de tror er de viktigste suksesskriteriene for å lykkes med omstillingen, samt hvilke barrierer som utpreger seg.

Det var 20 respondenter på undersøkelsen hvorav 80 % representerer bygg- og anleggsbransjen (nybygg/rehabilitering) og 20 % representerer veiutbygging. Til tross for det moderate datagrunnlaget anses tilbakemeldingene på spørreundersøkelsen å være representativ for bransjen ettersom respondentene hadde et godt spenn i både størrelse og erfaring med omstillingen til det grønne skiftet. Undersøkelsen bestod av omtrent 40 spørsmål med pre-definerte svaralternativer (på en skala fra 1-6 hvor 1 tilsvarer uenig/lite viktig/liten grad, og 6 tilsvarer enig/meget viktig/stor grad), samt noen områder hvor det var mulig å skrive mer utfyllende om ønskelig. Det er også mottatt mer utfyllende informasjon fra noen av respondentene/entreprenørene i ettertid.

Reduksjon av forurensinger i bygg- og anleggsbransjen

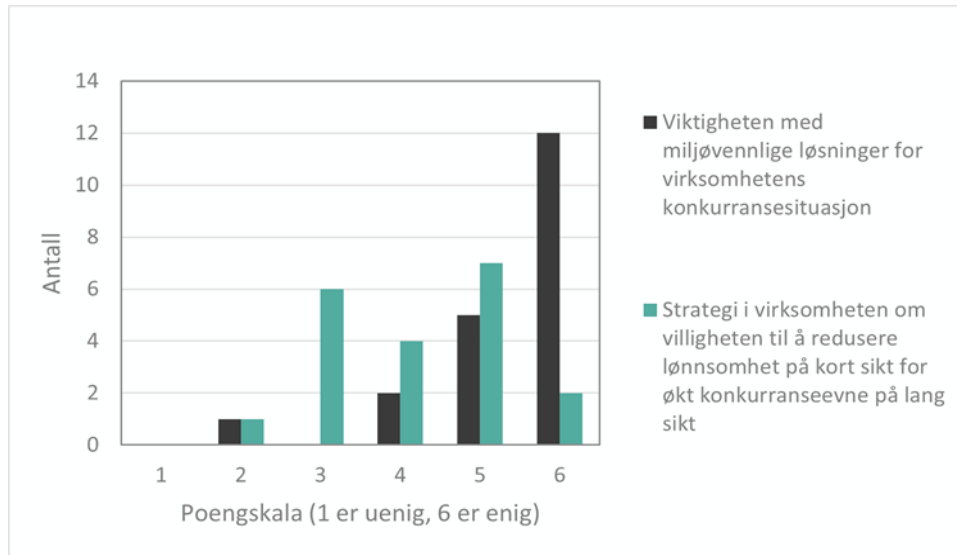
Av Figur 8 kan man se at mange entreprenører mener det er viktig å få til en omstilling i bygg- og anleggsbransjen og at bransjen til stadighet må praktisere forbedringer for å redusere miljøutslipp.



Figur 8: Entreprenørenes vurdering av viktigheten med hensyn til reduksjon av ulike forurensinger.

Posisjonering av virksomheten på kort og lang sikt med hensyn til omstilling til utslippsfri drift

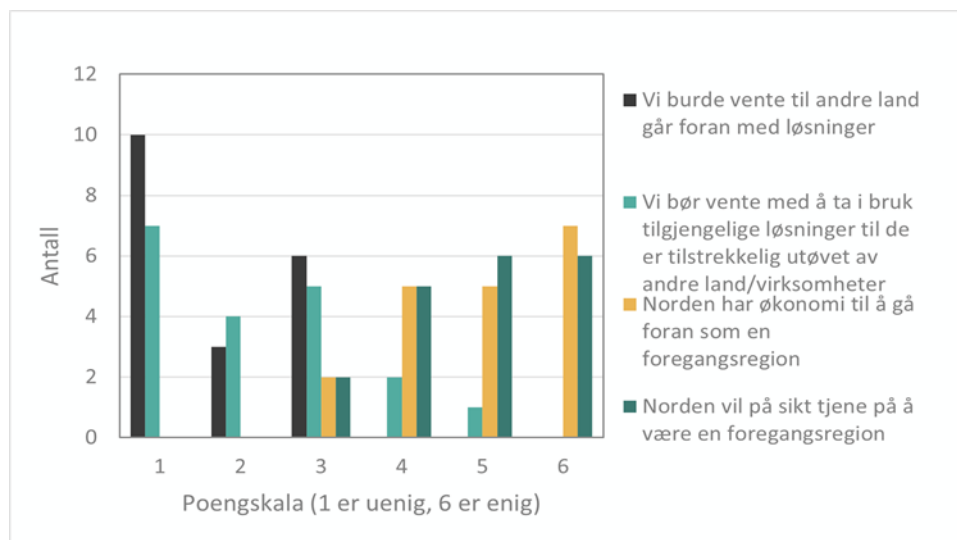
Videre kommer det frem av spørreundersøkelsen at enkelte aktører allerede har klima- og miljøstrategier på plass som praktiseres, og som de mener er viktig for bedriftens posisjonering. Figur 9 viser at det er flere entreprenører som er villig til å akseptere en reduksjon i lønnsomhet på kort sikt i bytte mot økt konkurransekraft på lengre sikt i den nye omstilling til utslippsfrie maskiner.



Figur 9: Entreprenørenes syn på viktigheten av å ta i bruk miljøvennlige løsninger for virksomhetens kortsiktige posisjonering, samt villighet til å redusere lønnsomheten på kort sikt for økt konkurransekraft på lengre sikt.

Norden – en foregangsregion

Som i all utvikling og omstilling er det viktig at noen går i front og viser vei – tar på seg *early-mover* rollen. Ifølge spørreundersøkelsen ser entreprenørene viktigheten av en grønn omstilling med hensyn til miljøet og er enig i at både staten og bedriftene selv må ta de nødvendige grepene og gjøre de nødvendige investeringene. Videre fremkommer det av tallene at de fleste er enige i at Norden vil tjene på å gå foran som en foregangsregion og at det finnes flere muligheter for entreprenørene i denne omstillingen, Figur 10.



Figur 10: Spørreundersøkelsen viser at det var bred enighet blant entreprenørene om at Norden både har økonomi til, og bør gå foran som en foregangsregion i omstilling til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser.

Det er likevel andre faktorer som veier tungt og som gjør at omstillingen ikke har kommet like langt selv om teknologien til dels er på plass.

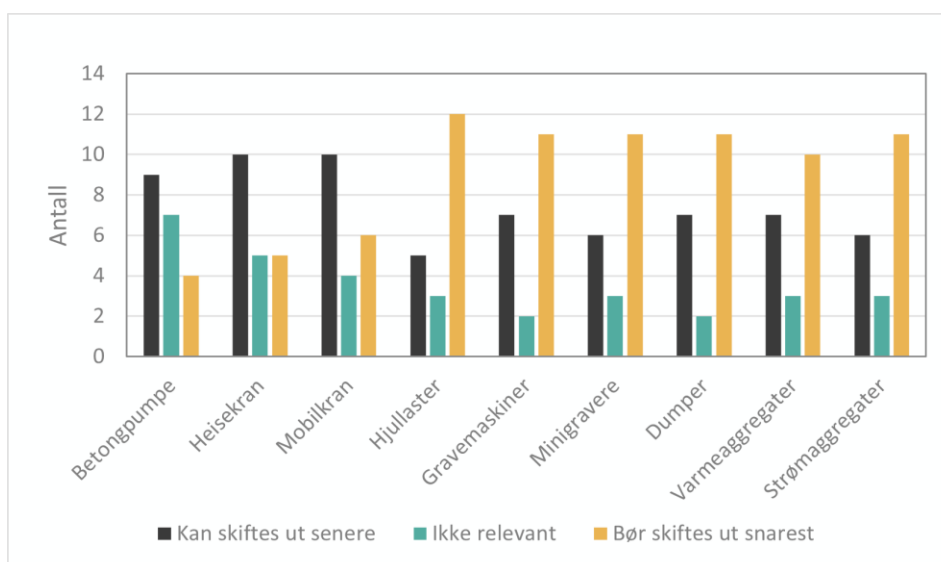
3.2 Barrierer og muligheter for entreprenørene

Det finnes en rekke barrierer for entreprenørene i den grønne omstillingen. For at entreprenørene skal satse på utslippsfrie løsninger, er det flere barrierer som må løses. I de følgende avsnittene vil de viktigste barrierene som kom frem av spørreundersøkelsen bli presentert.

3.2.1 Strukturelle barrierer

Begrenset tilgjengelighet av utslippsfrie maskiner

Tilgangen på utslippsfrie anleggsmaskiner er en klar begrensning, og kan oppleves litt forskjellig avhengig av hvilken sektor man jobber i, samt hvilke typer maskiner det er snakk om. Utviklingen innen noen maskintyper (for eksempel elektriske gravemaskiner) har kommet lenger enn andre. Entreprenørene mener at maskinene som gir en rask miljøeffekt bør prioriteres å skiftes ut først. Videre er prioriteringen basert på antatt tilgjengelighet i maskinparken og lønnsomhetsvurderinger i forhold til entreprenørens virksomhet. Figur 11 viser at det er viktig for flere av entreprenørene i undersøkelsen å bytte ut hjullaster, gravemaskiner, minigravere, dumpere og strøm- og varmeaggregater først.

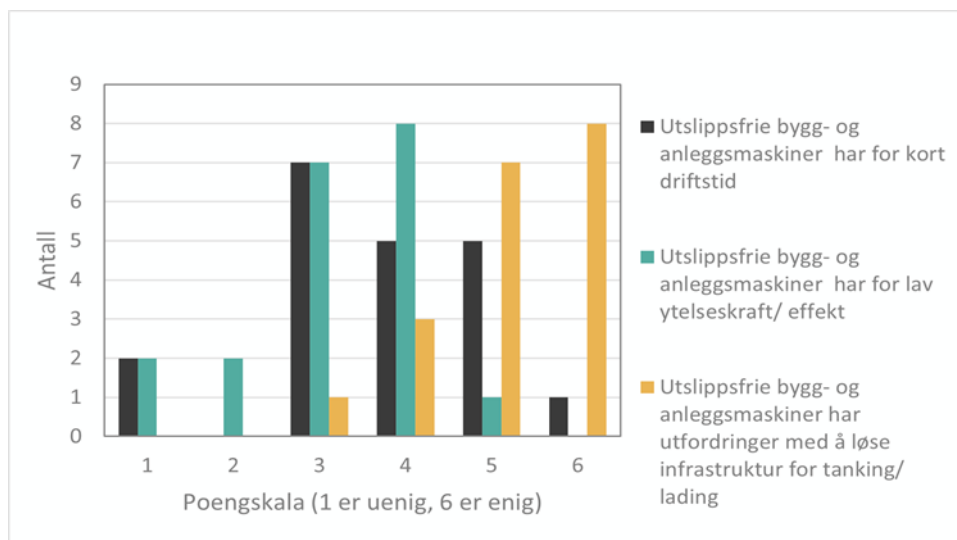


Figur 11: Det er bred enighet blant entreprenørene at det er de største maskintypene som bør skiftes ut først ettersom de gir en rask miljøeffekt. I tillegg til miljøeffekten basert prioriteringene seg på antatt tilgjengelighet i maskinparken og lønnsomhetsvurderinger i forhold til entreprenørens egen virksomhet.

Ser man til utviklingen innen andre transportsegmenter, inkludert tungtransport, ligger utviklingen innenfor maskiner (eller non-road mobile machinery, NRMM) noen år etter. Det er derfor i utgangspunktet ikke teknologien som sådan som er flaskehalsen når det kommer til tilgangen på utslippsfrie maskiner og utstyr, men snarere det faktum at denne delen av bransjen utviklingsmessig henger litt etter de andre transportsegmentene. Som et resultat ser vi derfor i dag for eksempel at utstysleverandører som Nasta og Pon Equipment egenhendig bygger om henholdsvis Hitachi og Caterpillar gravemaskiner for det norske markedet. I og med at disse maskinene p.t. ikke produseres ved fabrikkene i Korea eller i USA blir imidlertid produksjonsvolumet begrenset og, som det fremgår av maskinenes modenhetsutvikling listet i Tabell 1, vil vi trolig måtte vente til 2025 før vi ser serieproduksjon av de litt større applikasjonene. Det som er viktig å tenke på er derfor at det faktisk finnes en rekke utslippsfrie alternativer tilgjengelig i dag som dessverre ikke alltid blir tatt i bruk (kanskje grunnet adferdsbarrierer – se Avsnitt 3.2.2 nedenfor), men som vil kunne gi god lærdom og miljøeffekt for dem som ser muligheten.

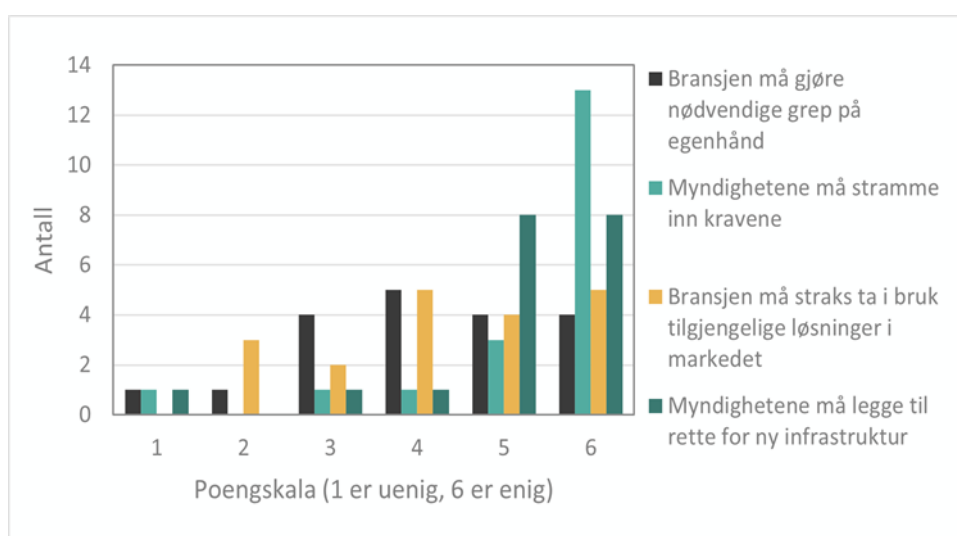
Teknologi og infrastruktur

Kort driftstid og lav ytelseskraft/effekt er barrierer som nevnes av noen av entreprenørene, Figur 12, men dette er nok også litt avhengig av maskintype/størrelsen på maskinene. Noen entreprenører har den nødvendige betalingsvilligheten, men samtidig utfordringer utenfor deres kontroll – da først og fremst med hensyn på infrastruktur for fylling/lading.



Figur 12: Spørreundersøkelsen viser at infrastrukturen blir ansett som den største barrieren, men også lav ytelse og kort driftstid nevnes av noen av entreprenørene.

Dette viser at en tilrettelegging fra myndighetene og andre aktører kan ha en direkte påvirkning for om en entreprenør eller byggherre vil ta i bruk utslippsfrie maskiner. Av Figur 13 kommer det frem at flere av entreprenørene er enig i at myndighetene må stramme inn kravene med hensyn til bruk av utslippsfrie maskiner, men at de samtidig må tilrettelegge for og være med på å etablere ny infrastruktur for de nye teknologiske løsningene gjennom tilstrekkelig med subsidier eller andre incitamenter. Entreprenørene mener også at myndighetene må bruke innkjøpsmakten til å belønne leverandører som bidrar til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser.



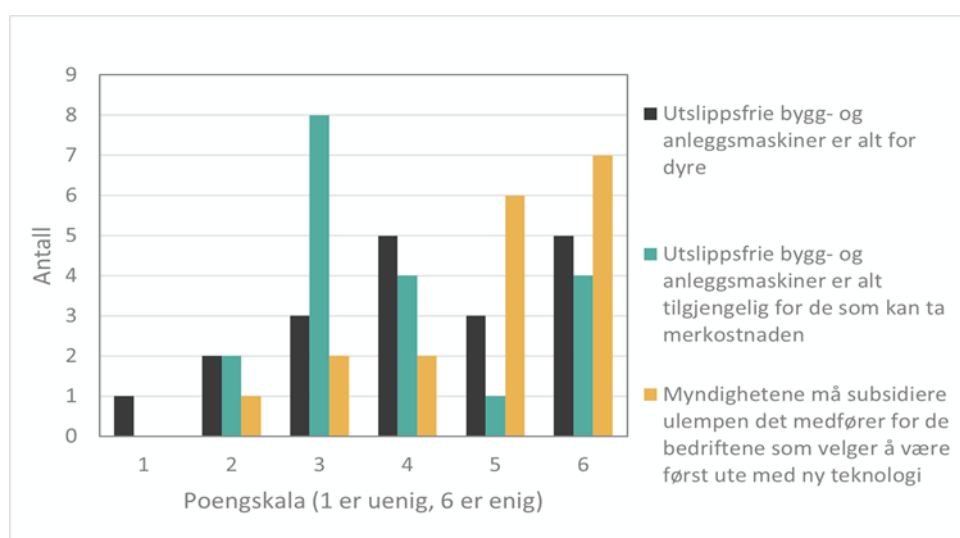
Figur 13: Entreprenørene er enige om at myndighetene må stramme inn kravene og legge til rette for ny infrastruktur.

Kostnader

Det at utslippsfrie maskiner er relativt nytt og produseres kun i pilot eller liten serieproduksjon fører også til høyere kostnader. Kostnader for investering i elektriske maskiner kan være fra 20 % høyere til over 300 % høyere, avhengig av hvilken type maskin det er snakk om⁴³.

Entreprenørene som svarte på undersøkelsen er til dels enig i at nye maskiner er for dyrt. Prisdifferansen har blitt redusert de siste årene, men selv om investeringen i fossil- eller utslippsfrie maskiner kan ha en høy kostnad, er brukskostnadene lavere. Energikostnadene (for strøm) vil være lavere grunnet høyere driftseffektivitet. Vedlikeholdskostnadene er også forventet å være lavere da en elektrisk motor består av langt færre deler enn en forbrenningsmotor⁴⁴. Det fører til at elektriske maskiner blir mer konkurransedyktige. SINTEF oppgir i et regneeksempel at dersom anskaffelseskostnadene reduseres med 40 % kan en større, elektrisk gravemaskin lønne seg framfor diesel etter 6 år⁴⁵.

Figur 14 viser at aktørene mener utslippsfrie maskiner som benyttes i bygg- og anleggsbransjen er for dyre. Dette er en viktig barriere for at entreprenører velger å gå til innkjøp av slike maskiner. De mener myndighetene må subsidiere ulempen det medfører for bedriftene som velger å være først ute med ny teknologi. I Norge er det gjennom Enova mulig å søke støtte til innkjøp av utslippsfrie anleggsmaskiner dersom prosjektet erstatter et dieselforbruk på minimum 10 000 liter/år⁴⁶.



Figur 14: Entreprenørene er enige om at utslippsfrie maskiner er for dyre og at myndighetene må subsidiere ulempen det medfører for bedrifter som ønsker å være tidlig ute med anskaffelse av slike maskiner.

Krav ved anskaffelser

Som vist i Figur 13 er det stor enighet blant entreprenørene om at myndighetene må stramme inn kravene for at vi skal få til en omstilling til utslippsfrie maskiner i bygg- og anleggsbransjen. Videre er det en generell forventning til at stadig flere og strengere krav knyttet til bærekraft og klima, særlig innenfor bygg- og anleggssektoren, vil komme. Samtidig kommer det frem av spørreundersøkelsen at de nye kravene vil kreve tilrettelegging så vel fra det offentlige (departementer, etater, fylker, kommuner, ...), med hensyn til å få på

⁴³ <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2019/02/Report-Emission-reduction-potential-construction-Oslo.pdf>

⁴⁴ <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2019/02/Report-Emission-reduction-potential-construction-Oslo.pdf>

⁴⁵ https://www.sintefbok.no/book/index/1252/nullutslippsgravemaskin_laeringsutbytte_fra_elektrifisering_av_anleggs_maskiner

⁴⁶ <https://www.enova.no/bedrift/landtransport/biogasskjoretoy-og-elektriske-anleggsmaskiner/>

plass helhetlige styringssystemer (lover, forskrifter, rekkefølgekrav, ...), som fra entreprenørens side, spesielt med hensyn til organisering av krafttilførsel til alle byggeprosjektets faser.

Videre må man være forberedt på at det vil komme kravstilling fra høyere/offentlig hold (lokalt, regionalt, nasjonalt eller internasjonalt, som for eksempel EU). Det kan gi både en mulighet og en barriere. Det representerer en mulighet i å delta i de byggeprosjektene som stiller høye klimakrav for å posisjonere seg for et fremtidig marked. Det representerer også en slags barriere ved at man på sikt ikke får delta i anbud dersom man ikke kan vise til erfaring og kompetanse for å redusere utslippene i sine prosjekt.

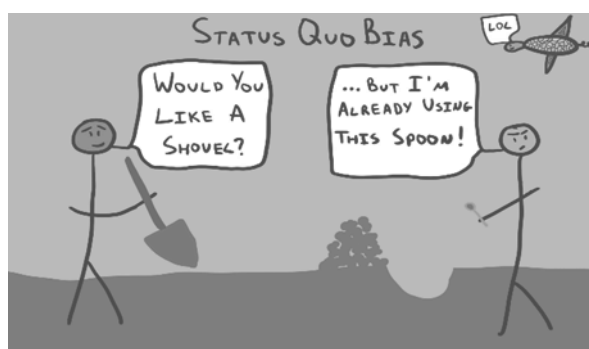
3.2.2 Adferdsbarrierer

I mange tilfeller eksisterer fullgode utslippsfrie løsninger, eller de kan utvikles med relativt begrensede tilpasninger. De har begrensende merkostnader, men de tas likevel ikke i bruk. Da kan hinderet være menneskelige faktorer som vaner og kunnskap hos byggherre eller entreprenører. Vi beskriver her noen relevante adferdsbarrierer for grønn omstilling i bygg- og anleggsbransjen.

Preferanse for status quo

Mennesker har en tendens til å foretrekke hvordan ting er på nåværende tidspunkt. Det resulterer i en motvilje mot endring, selv om det nye alternativet ikke nødvendigvis er dårligere enn det man kjenner. I beslutningstaking ser man at individer ofte velger *status quo*, altså den løsningen de allerede bruker, eller den som er standardalternativet^{47,48}, Figur 15. Diesel er i dag en svært veletablert energibærer i markedet, man kjenner maskineriet godt og man stoler på det. Dette kan være et hinder for å ta i bruk nye teknologier eller bytte løsninger.

Noen av årsakene er at man fokuserer på hva man vil tape ved å slutte med det man gjør i dag, framfor det man vil vinne (*tapsaversjon*, *loss aversion*), at man fortsetter å investere ressurser (tid, penger og energi) i noe fordi man allerede har investert så mye (*sunk costs*), og at individer foretrekker ting de har blitt eksponert for mange ganger (*mere exposure*). På grunn av at man er mer vant til å se det som er dagens løsning, foretrekker man det selv om andre alternativer kan være bedre.



Figur 15: Illustrasjon på *Status Quo Bias*. Kilde: The Decision Lab⁴⁹.

⁴⁷ https://scholar.harvard.edu/files/rzeckhauser/files/status_quo_bias_in_decision_making.pdf

⁴⁸ <https://www.thoughtco.com/status-quo-bias-4172981>

⁴⁹ <https://thedecisionlab.com/biases/status-quo-bias/>

Vaner

Relatert til preferansen for status quo, har *vaner* en sterk effekt på atferd. Vaner er trukket fram som en av hovedbarrierene for å redusere klimaendringer⁵⁰ ettersom mange av vanene som er knyttet til utslipp av klimagasser er vanskelige og tidkrevende å endre. Omstillingen til utslippsfrie løsninger vil innebære at flere vaner må endres hos dem som bruker maskinene. For eksempel maskiner som må lades mye oftere enn det som er tilfellet med tanking av fossile maskiner, og kanskje i tillegg dele på en begrenset effektilførsel på byggeplassen. Dermed må bruk av maskinene og tilhørende lading og infrastruktur organiseres/optimaliseres i løpet av dagen, mens man med dagens fossile maskiner ikke er vant til at dette er en begrensning.

For å endre en sterk vane, er et sentralt steg å teste ny atferd. Prøveordninger hvor aktører får testet utstyr kan på sikt bidra til å endre vaner. Et godt eksempel på dette er Klima Østfolds prosjekt «Test av fossilfrie kjøretøy og maskiner»⁵¹. Studier av transportvaner har vist at å teste ut alternativ transport til bil i en periode, førte til endrede transportvaner hos mange, også på sikt⁵². En varig vaneendring er sannsynlig dersom folk blir positivt overrasket over hvor godt det nye alternativet fungerte. Testing av grønne løsninger kan gi erfaring, kunnskap, trygghet om at alternativet fungerer, og en mulighet for å få bekreftet eller avkreftet forutantakelsene man kanskje har om det nye alternativet.

Anekdotemessig har prosjektet hørt at det å kjøre en kabeldrevet, elektrisk gravemaskin oppleves ganske nytt i starten, men at man raskt venner seg til det. Videre inkluderer Oslo kommunes erfaring med utslippsfrie anleggsplasser blant annet at noen batterielektriske maskiner i starten gikk tom for strøm, men at dette ble bedre etter å ha innført en rutine på lading av maskinene som ikke var i bruk⁵³.

Etablering av nye vaner tar derimot tid. En studie fant ut at det vanligvis tok 66 dager (median) før nye vaner ble automatisert, med et spenn på 18 til 254 dager. Det er viktig å ha tålmodighet når man skal endre vaner ettersom det tar tid før den nye vanen oppleves like naturlig og automatisk som den gamle⁵⁴.

Nåtidsskjevhet

Nåtidsskjevhet handler om at man foretrekker et gode nå framfor et gode i framtiden. Man har altså såkalte tidsinkonsistente preferanser. En umiddelbar kostnad eller nytte tap vil vektes tyngre i beslutningen enn framtidige besparelser/nyttegevinst^{55,56}. Det kan være en barriere for investeringer i teknologi som på sikt gir reduserte driftskostnader ettersom investeringskostnaden veies tungt. Nåtidsskjevhet kan reduseres ved å vise tydelig hvordan driftskostnader ved utslippsfrie løsninger på sikt vil være lavere enn for de fossile alternativene, og eventuelle andre positive konsekvenser disse løsningene har umiddelbart og på sikt. Rent praktisk er det derfor viktig at både innkjøpsavdelingen og drifts- og vedlikeholdsavdelingen begge tar aktiv del i prosessen.

Sosial påvirkning

Menneskelige valg og atferd er også sterkt påvirket av hva andre gjør. Man ser såkalte *smitteeffekter* for mange typer klimarelevant atferd: når noen begynner med noe, gjør flere i miljøet rundt det samme. Eksempler er når noen installerer solcellepaneler i et nabolag og andre husholdninger følger etter⁵⁷, når individer reduserer strømbruk etter å ha fått informasjon om at de bruker mer strøm enn naboene sine⁵⁸, eller

⁵⁰ <https://psycnet.apa.org/record/2011-09485-005>

⁵¹ <https://viken.no/tjenester/klima-miljo-og-natur/satsingsomrader-og-nettverk/test-av-fossilfrie-maskiner-og-kjoretoy/>

⁵² <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00139160121973241>

⁵³ https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/12/BYM_Utslippsfrie-anleggsplass.pdf

⁵⁴ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejsp.674>

⁵⁵ <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/002205102320161311>

⁵⁶ <https://thedecisionlab.com/biases/hyperbolic-discounting/>

⁵⁷ <https://ideas.repec.org/a/eee/enepol/v118y2018icp596-602.html>

⁵⁸ <https://www.jsmf.org/meetings/2008/july/social%20norms%20Cialdini.pdf>

når individer blir mer positive til elbiler når elbilandelen er høy i deres sosiale nettverk^{59,60}. Adferd og holdninger blant dem man identifiserer seg med og ligner på, er særlig viktig.

Disse studiene kan ha overføringsverdi til omstilling i bygg- og anleggsbransjen. Entreprenører som er *early-movers* og går foran i å bruke nye løsninger, kan dra med seg andre gjennom å inspirere og vise at det er mulig. De kan også dele erfaringer, appellere til konkurranseinstinkt blant andre entreprenører som ikke vil være dårligere, samt påvirke kunders krav og forventninger.

3.2.3 Muligheter ved grønn omstilling

Overgangen til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser representerer også en rekke muligheter for entreprenørene, utover det å redusere klimagassutslipp.

Økt konkurransekraft og eksport av kunnskap og løsninger

Ved å være en pioner i grønn omstilling, åpnes muligheter for å eksportere løsninger og kompetanse til andre markeder. Dette kan tenkes i to dimensjoner: mellom offentlige og private prosjekter, og mellom regioner:

- Funn i forbindelse med denne studien indikerer at det er det offentlige som leder an i omstillingen til utslippsfrie bygg- og anleggsplasser, mens privat sektor enn så lenge henger etter. Entreprenørene som evner å delta i offentlige prosjekter nå, opparbeider seg derfor verdifull kompetanse og erfaring som vil gi dem et fortrinn i å vinne anbud for private prosjekter på sikt.
- Det samme prinsippet kan også legges til grunn for de entreprenørene som har, eller som ønsker seg, tilgang til et større marked i andre regioner. Som nærmere forklart i Kapittel 4, er ØKS-regionen en *early-mover* i utslippsfrie bygg- og anleggsplasser, mens det samtidig er økende anerkjennelse om at fremtidens bygg- og anleggsprosjekter globalt må over på utslippsfrie løsninger. Entreprenørenes kompetanse og erfaring fra prosjekter i ØKS-regionen vil derfor kunne gi betydelige fortrinn for posisjonering i andre utslippsfrie prosjekter på sikt.

Fordeler på byggeplassen

Utslippsfrie operasjoner har betydelige fordeler når det gjelder støy og ytre miljø, og representerer en mulighet for entreprenørene til å bedre arbeidsplassen for sine ansatte og samtidig redusere negativ påvirkning på nærmiljøet.

Oslo kommune nevner flere tydelige fordeler i erfaringer rundt et av sine pilotprosjekter⁶¹:

- Bedre kommunikasjon. De ansatte snakker lettere sammen når det er mindre støy.
- Økt sikkerhet. Med bedre kommunikasjon følger også en tryggere arbeidsplass.
- Mindre slitne. De som jobber ute forteller at de er mindre slitne etter endt arbeidsdag enn på en vanlig anleggsplass.
- Mindre lukt gir et mer behagelig arbeidsmiljø og en bedre opplevelse av nærmiljøet, både for næringsdrivende, kunder og forbipasserende.
- Førerhytta på maskinene blir raskere varm, noe som er mer komfortabelt på kaldere dager.
- Enkelte maskinførere opplever også at de elektriske maskinene har raskere bevegelser og reaksjoner.

⁵⁹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847815002041>

⁶⁰ <https://www.iaee.org/energyjournal/article/2589>

⁶¹ https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/12/BYM_Utslippsfri-anleggsplass.pdf

Andre konkrete resultater som følge av faktisk handling med hensyn til grønn omstilling

En bedrift som aktivt jobber med klima og grønn omstilling kan være en mer ettertraktet arbeidsplass for unge som søker etter jobb. Det kan gi en fordel i ansettelse av unge, flinke folk å vise at man har implementert tiltak for å redusere klimagassutslippene sine, samt at man bidrar til den grønne omstillingen.

Kommunikasjon eksternt om at man tar klima og miljø på alvor kan være viktig for posisjonering og bedriftens omdømme, særlig i en tid hvor det i økende grad forventes at selskaper tar klimaansvar. Det er positivt for kundene, leverandørene og investorene.

4 Energibehov

Dette kapitlet gir en overordnet beskrivelse av energibehov for utslippsfrie bygg- og anleggsplasser på et nasjonalt nivå der Norge benyttes som eksempel. Hensikten er å illustrere mengden energi som kan kreves til disse prosjektene fremover i tid, og se dette opp mot dagens produksjon for å sette de to i kontekst.

4.1 Dagens utslipp oversatt til energibehov

Figur 16 nedenfor illustrerer en overordnet og grov estimering av energibehov for bygg- og anleggsplasser i Norge innenfor forskjellige energibærere, med utgangspunkt i kjente klimagassutslipp fra annen mobil forbrenning i Norge. I analysen har vi lagt følgende forutsetninger og antagelser til grunn⁶²:

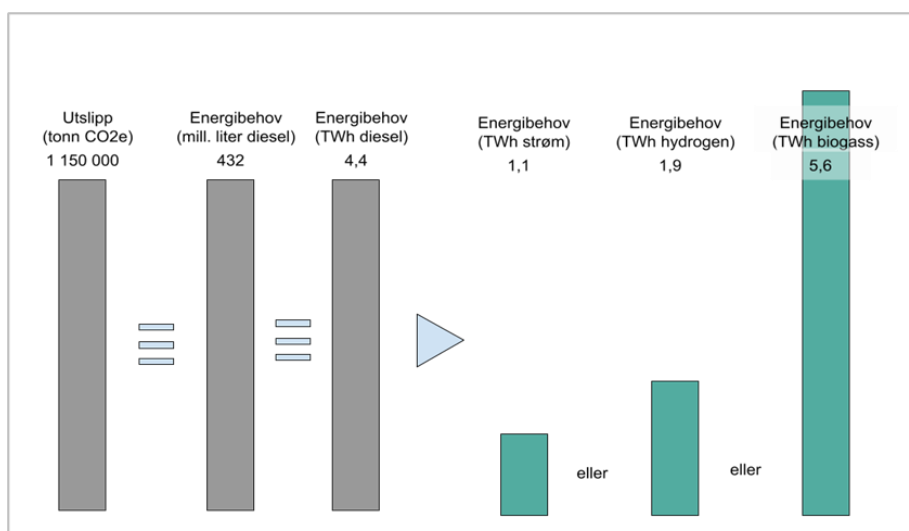
- Anta at halvparten av alt utslipp fra annen mobil forbrenning kan tilskrives bygg- og anleggsbransjen.
- Anta at utslippsfrie bygg- og anleggsplasser gjennomføres på samme måte som dagens fossile bygg- og anleggsplasser (samme arbeid som skal gjennomføres og på samme måte, kun med andre maskiner).
- Utslippsfaktor diesel: 2,66 kg CO₂/liter
- Energiinnhold diesel: 10,08 kWh/liter (lavere brennverdi)
- Virkningsgrader
 - Elektrisk maskin vs. dieselmaskin: Ca. 3,9 ganger mindre energi nødvendig for en elektrisk maskin enn en tilsvarende dieselmaskin, basert på snitt av tester av 17,5 tonns og 35 tonns elektriske og tilsvarende dieseldrevne gravemaskiner.
 - Brenselcelle maskin vs. elektrisk maskin: Lagt til grunn 60 % virkningsgrad for brenselcelle gitt at en del av overskuddsvarmen fra brenselcellen kan brukes for eksempel til oppvarming av førerrommet.
 - Biogass maskin vs. dieselmaskin: 28 % mer energi nødvendig, basert på snitt av tester for Euro VI biogassbusser vs. Euro VI dieselbusser.

Figur 16 illustrerer resultatene fra analysen, der de tre søylene til venstre er ekvivalenter mellom utslipp og energibehov i diesel, mens de tre søylene til høyre viser ekvivalente energibehov gitt at *alt* dekkes enten av strøm, alternativt hydrogen eller biogass.

Viktigst er at både batteri-/kabelelektriske og hydrogenelektriske løsninger vil medføre en betydelig energieffektivisering sett opp mot dagens dieselløsninger, alt annet likt. Videre, at biogass, med en noe lavere virkningsgrad enn dieselmaskiner samtidig vil kreve et høyere totalt energibehov enn dagens dieselforbruk.

⁶² Kilder:

- Miljødirektoratets tabeller for beregning av klimagassutslipp og energivarer: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/>
- SINTEF test av forbruk for elektriske og dieseldrevne ekvivalente gravemaskiner: https://www.sintefbok.no/book/index/1252/nullutslippsgravemaskin_laeringsutbytte_fra_elektrifisering_av_anleggsmaskiner
- Virkningsgrad biogass vs. diesel fra Transportøkonomisk institutt: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=44485>
- Virkningsgrad brenselcelle fra Ballard: <https://www.ballard.com/docs/default-source/default-document-library/high-performance-fuel-cell-stack-white-paper-14-september-2020.pdf>



Figur 16: Grov omregning fra klimagassutslipp til energibehov. Analyse: Endrava.

4.2 Energibehovet sett opp mot produksjon

Tabell 3 nedenfor viser energibehovet for bygg- og anleggsplasser (se forrige avsnitt) sett opp mot energiproduksjon i Norge. I praksis kan man forvente at utslippsfrie bygg- og anleggsplasser vil benytte en kombinasjon av energibærere avhengig av behov i prosjektet, tilgjengelig teknologi i markedet og ikke minst nærliggende infrastruktur.

Analysen i Tabell 3 viser først og fremst at dersom prosjektene kun elektrifiseres, vil dette ha marginal påvirkning sett opp mot total strømproduksjon i Norge. Videre viser den enkle analysen at en fullstendig omlegging av bygg- og anleggsprosjekter til utslippsfri drift kan utløse et betydelig etterspørselssignal for hydrogen og biogass sett opp mot dagens produksjonsvolumer – noe som igjen vil kunne gi ringvirkninger til andre sektorer som også ønsker å benytte hydrogen og biogass for å kutte utslipp i egne aktiviteter. Det er verdt i denne sammenheng å fremheve at både hydrogen og biogass har vesentlige potensial for økt produksjon, noe som ikke fremkommer av tabellen nedenfor.

Tabell 3: Energibehov sett opp mot dagens totale strømproduksjon i Norge (Analyse: Endrava)

Energitype	Produksjon (TWh)	Behov bygg- og anlegg (TWh)	Prosentandel produksjon vs. behov for bygg- og anlegg (%)	Kilde
Elektrisitet	153	1,1	0,7 %	NVE, 2021 ⁶³
Hydrogen	7,5 (både fossilt og fornybart)	1,9	25 %	DNV GL, 2019 ⁶⁴
Biogass	0,5	5,6	> 1 000 %	Miljødirektoratet, 2020 ⁶⁵

⁶³ <https://www.nve.no/energi/energisystem/kraftproduksjon/>

⁶⁴ <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>

⁶⁵ <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1652/M1652.pdf>

5 Utvikling internasjonalt

Ser man utover ØKS-regionen til internasjonal utvikling, er det tegn til bevegelse. Samtidig er det tydelig at ØKS-regionen fortsatt har et fortrinn av å være *early-mover* som det vil være verdifullt å holde på. Vi trekker frem Big Buyers Initiative som fokuserer i EU, og C40 Cities som er globalt.

Big Buyers Initiative

Gjennom det EU-støttede Big Buyers Initiative har en arbeidsgruppe bestående av Amsterdam, Brussel, Budapest, København, Helsinki, Oslo, Trondheim og Wien samarbeidet siden 2018 for å promotere utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. Med offentlige anskaffelser som virkemiddel er hensikten å koble innkjøpsmakten i flere større byer for å sende et sterkere etterspørselssignal og bidra til å stimulere markedet til endring. Arbeidsgruppen leverte nylig en rapport⁶⁶ med følgende viktige barrierer som sentrale for å akselerere videre omstilling:

- Begrenset tilgjengelighet for større utslippsfrie maskiner (og ukjent potensiale for hydrogen). Det gir i sin tur høye utstyrskostnader og økt risiko i planlegging og prosjektstyring.
- Markedsaktører trenger forutsigbarhet for å tørre å satse grønt. De som anskaffer bør i større grad synliggjøre tidslinjer for innfasing av krav i sine anskaffelser.
- Kraftproduksjonen må være bærekraftig (det er fortsatt et betydelig klimafotavtrykk forbundet med strømproduksjon i Europa generelt). Forskning viser at utslippsfrie maskiner som benytter strøm fra kullkraft vil ha høyere fotavtrykk enn tilsvarende dieselmaskiner.
- Ladeinfrastruktur vil kreve samarbeid på tvers og kan komme i konflikt med andre nødvendige oppgraderinger (for eksempel økt utbygging av fjernvarme og forsyning av strøm til boliger). Problemet er ventet å bli mindre i takt med økt utbygging av ladeinfrastruktur til transport og økt, desentralisert fornybar kraftproduksjon.
- Entreprenører trenger ny kompetanse om hvordan utslippsfrie bygg- og anleggsplasser skal planlegges og gjennomføres (for eksempel innen logistikk, lading, kabler).
- Behov for optimalisert metodisk og benchmarking-rammeverk for å evaluere resultater fra pilotprosjektene og gi styrket grunnlag for forretningsmodellen.

Big Buyers Initiative avslutter rapporten med noen konklusjoner som er spesielt viktig for Cleancon-prosjektet. For det første ser de en rivende utvikling i markedet som ville ha vært utenkelig kun for noen få år siden. Likevel er det en konservativ sektor, og videre omstilling vil kreve stødig og økt etterspørsel. For det andre poengteres behovet for overordnede EU-krav som regulerer klimagassutslipp (pr. nå er det kun lokale utslipp som reguleres).

C40 Cities - Clean Construction Forum

C40 Cities er et samarbeid mellom over 100 byer rundt i verden, med mål om å halvere sine utslipp innen det kommende tiåret. C40 har mange initiativ på gang, og et av særskilt interesse for Cleancon er Clean Construction Forum⁶⁷. Forumet skal støtte byer i sin overgang til ressurseffektive nullutslipps bygg- og anleggsplasser, samt redusere utslippene fra hele livssyklusen for bygg (inkludert materialer).

C40 har også utgitt en Clean Construction Declaration⁶⁸ som fremoverlente byer kan velge å undertegne for å tydeliggjøre sine ambisjoner på feltet. Vi gjengir ikke hele intensjonserklæringen her, men velger å gjengi et utvalgt sitat:

⁶⁶ https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/BBI-ZEMCONS-lessons-learned.pdf

⁶⁷ <https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/energy-and-buildings/clean-construction-forum/>

⁶⁸ <https://www.c40.org/wp-content/uploads/2021/11/C40-Clean-Construction-Declaration-English.pdf>

“As mayors, we are committed to working together to shift the global construction industry towards a more sustainable future...To ensure that our cities develop the net zero emission buildings and infrastructure of the future, we pledge to bring together and inspire stakeholders to take action, and enact policies and regulations where we have the powers...”

C40 Cities – C40 Clean Construction Declaration

6 Konklusjoner

Denne rapporten har vurdert markedsmuligheter for utslippsfrie bygg- og anleggsplasser samt tilhørende barrierer, sett fra et entreprenørperspektiv. Dette feltet er i rivende utvikling, og det er derfor viktig å påpeke at rapporten kun gir et øyeblikksbilde.

Fra et klimagassperspektiv ser vi at utslippene fra bygg- og anleggssektoren er økende, og utgjør også en økende andel av de totale utslippene etter hvert som andre utslippssektorer har lyktes med egne kutt. I tråd med nasjonale og internasjonale klimaforpliktelser er det derfor høyst sannsynlig med økt innsats innen denne sektoren i tiden fremover. På kort sikt gjøres dette relativt forsiktig med tildelingskriterier, stort fokus på dialog med markedet og villighet til å teste nye løsninger. På lengre sikt vil dette bli del av normal praksis, og de entreprenørene som ikke har rukket å omstille seg, vil se et stadig mindre marked for sine tjenester.

Det er spesielt i den offentlige sektoren at vi ser en bevegelse mot først og fremst fossilfrie, og dermed utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. Det fremkommer i stadig flere kjente eksempler på utslippsfrie prosjekter samt at anskaffelsesapparatet og virkemiddelapparatet har styrket sin bistand på området. Her bruker offentlige byggherrer en kombinasjon av krav og tildelingskriterier for å støtte opp om den grønne omstillingen og de entreprenørene som ønsker og har mulighet til å lede an med å kutte utslipp fra sine aktiviteter. Dette gir en god anledning til å lære, teste nye løsninger og i samarbeid finne ut hvordan de nye maskinene kan integreres best mulig for å løse prosjektets oppgaver.

De private byggherrene sitter imidlertid foreløpig på gjerdet og avventer situasjonen. Det tyder på at *business case* for å drive utslippsfritt, isolert sett, fortsatt ikke er til stede for entreprenørene. De gjør altså ikke dette av seg selv. Skal den gode utviklingen i offentlig sektor bli overført til det private, bør man først og fremst gå i dialog med de private byggherrene for å avdekke hva som skal til for at de også vil stille krav.

Det kommer stadig flere utslippsfrie maskiner på markedet. De små og lette maskinene er allerede i serieproduksjon, med typisk lave merkostnader sammenlignet med fossile alternativer. De større maskinene preges fortsatt av småskalaproduksjon med stor grad av ombygging og tilhørende store merkostnader. Ser man investeringskostnadene opp mot lavere, forventede driftsutgifter, begynner utslippsfrie maskiner å nærme seg konkurransedyktig mot fossile, men er ikke på tilsvarende nivå pr. nå. Etter hvert som produksjonen av utslippsfrie maskiner øker, vil også investeringskostnadene reduseres, og dette vil igjen styrke konkurransekraften.

Utslippsfrie bygg- og anleggsplasser gir lavere utslipp av klimagasser og lokale utslipp, lavere støy, økt sikkerhet i form av lettere kommunikasjon på stedet, samt bedre opplevelser for nærmiljøet rundt. Samtidig krever utslippsfrie maskiner nødvendig infrastruktur for energi. Dette kan være krevende nok i seg selv for elektrisitet. For hydrogen og biogass er infrastrukturløsningene kun i pilotfase, og det er ikke kjent prosjekter pr. i dag med maskiner som benytter disse energibærerne.

For å vurdere energibehovet på bygg- og anleggsplasser opp mot total strømproduksjon ble Norge benyttet som eksempel. I et større perspektiv viser det seg at energibehovene for bygg- og anleggsplasser er marginale sett opp mot samlet, norsk elektrisitetsproduksjon. Dagens produksjon av hydrogen og biogass i Norge er imidlertid langt mer begrenset, og det er derfor sannsynlig at økt bruk av slike maskiner i bygg- og anleggsbransjen også vil utløse økt produksjonskapasitet i vår region.

Arbeidet med denne rapporten peker ut noen områder som bør utredes nærmere:

Først og fremst ligger det et stort potensial i at private byggherrer kommer på banen med utslippsfrie bygg- og anleggsplasser for egne prosjekter. En dialog med disse aktørene for å få bedre oversikt over hvilke muligheter og barrierer de ser i omstillingen vil kunne utløse et langt større marked for entreprenørene som satser på utslippsfri drift.

Dermed er det også stort potensiale for å rulle ut utslippsfrie prosjekter i større grad enn i dag. En jevnlig oppdatert og lett tilgjengelig kartlegging av de byggherrene, private og offentlige, som belønner/stiller krav til utslippsfri drift vil bygge opp om et mer helhetlig og kraftig etterspørselssignal. Dette gir trygghet til entreprenørene som ønsker å satse ved at de lettere kan finne prosjekter for sine maskiner, og gir samtidig inspirasjon til de byggherrene som fortsatt sitter på gjerdet.

Det å ta i bruk utslippsfrie maskiner er ikke rett frem. Rapporten har pekt på en del strukturelle barrierer i form av infrastruktur, økte kostnader, begrenset tilgjengelighet og krav som stilles (eller ikke stilles) i anskaffelser. I tillegg kommer det også en del adferdsbarrierer der menneskelige faktorer som vaner og kunnskap hos byggherre og entreprenører hindrer overgangen.

På samme tid er det nå et unikt mulighetsrom for de entreprenørene som kjenner sin besøkelsestid. De som evner å delta i offentlige prosjekter opparbeider seg verdifull kompetanse for å vinne andre prosjekter i det offentlige markedet. Denne kompetansen legger grunnlaget for å vinne private prosjekter på sikt, når de kommer etter med sin kravstilling. I tillegg vil denne erfaringen gi betydelige fortrinn for å ta markedsposisjoner i andre utslippsfrie prosjekter utover «egen» region.



Om Endrava

Endrava er et konsulentselskap i Oslo. Vi hjelper organisasjoner med å kutte sine klimagassutslipp.

Les mer på www.endrava.no

Firmanavn: Endrava AS

Org nr: NO 925 294 160 MVA

Adresse: Øvre Slottsgate 3, 0157 Oslo, Norway