

Utslippsfrie anleggsplasser innen vegsektoren



Reduksjon av utslipp fra vegsektoren kan blant annet gjøres gjennom bruk av utslippsfrie maskiner. Flere utslippsfrie anleggsmaskiner og kjøretøy har kommet på det norske markedet, samt andre nullutslippsløsninger som for eksempel ladeløsninger og batterikonteinere som muliggjør utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Disse teknologiene har blitt testet ut på en rekke bygge- og anleggsplasser i Oslo-området og i de større byene, men ikke i stor grad i vegprosjekter. Det er foreløpig ikke så mange vegprosjekter som har hatt utslippsfri anleggsplass. Med økende etterspørsel etter utslippsfri teknologi i offentlige anskaffelser, spesielt maskiner, og større tilgang på store utslippsfrie maskiner et det forventet at denne andelen vil øke.

1 Problem og formål

Bygging av ny infrastruktur er en betydelig kilde til klimagassutslipp. Anleggsprosjekter varierer i størrelse. Årlig er estimerte klimagassutslipp fra bygge- og anleggssektoren 2 186 000 tonn CO₂-ekv (SSB, tabell 09288), 15 % av klimafotavtrykket til Norge. Formålet med tiltaket er å redusere direkteutslipp fra anleggsplasser i vegsektoren i Norge. Direkte utslipp oppstår ved forbrenning av fossilbrensel i anleggsmaskiner og kjøretøy, detonasjon av sprengstoff og fra direkte arealbruksendringer. Målet til Nasjonal transportplan (NTP) er å halvere utslippene for drift av infrastruktur innen 2030.

Anleggsmaskiner står for omtrent 1,6 % av de totale klimagassutslippene i Norge. Dersom 70 % av nye maskiner og anleggskjøretøy er elektriske i 2030 er det mulig å redusere CO₂-

utslippene med 1,7 millioner tonn ([Miljødirektoratet](#)).

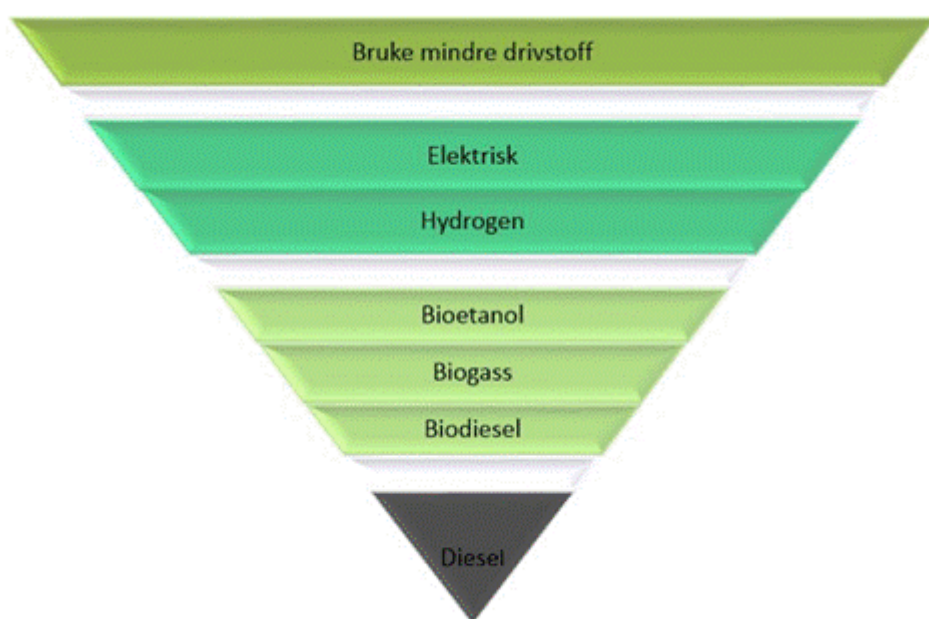
Det kommunale vegnettet består av 40 000 km veg, og størsteparten av kommunene sine kostnader for veg er knyttet til drift og vedlikehold. I 2018 var kommunene sine utgifter til drift og vedlikehold på 6,7 milliarder kroner, mens fylkene brukte 12,7 milliarder i 2021. Tilstanden på kommunale veger er dårlig, og Rådgivende Ingeniørers forening har estimert at kostnaden for å oppgradere vegene er 300 milliarder kroner. Dette vil medføre en betydelig andel klimagassutslipp fra anleggsmaskiner, noe som kan reduseres ved å ta i bruk utslippsfrie maskiner og utstyr.

2 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket [»Reduserte utslipp fra anleggsmaskiner»](#) viser hvilke utslippsfrie teknologier (batteri, kabel eller batteri-kabel løsninger) som finnes for elektriske anleggsmaskiner i Norge og hvor mye som spares i klimagassutslipp, samt kostnadene knyttet til elektrifisering av anleggsmaskiner. Dette tiltaket (Utslippsfrie anleggsplasser innen vegsektoren) inkluderer flere aspekter; erfaringer fra utslippsfrie bygge- og anleggsplasser, muligheter innen vegsektoren og hvordan utslippsfrie anleggsplasser kan oppnås.

Drivstoffhierarkiet i Figur 1 viser at en *fossilfri* bygg- og anleggsplasse ikke bruker fossilt brensel som diesel eller propan i noen av sine byggeaktiviteter. Brenselet er ofte erstattet med fossilfrie alternativer som bioetanol, biogass og biodiesel (HVO) eller andre utslippsfrie energiresurser som elektrisitet eller hydrogen. Miljødirektoratet fraråder bruk av biodiesel utover omsetningskravet, noe som flere transportetater tar til følge.

En *utslippsfri* bygg- og anleggsplasse har ikke direkte utslipp av klimagasser, NO_x, SO_x eller PM fra noen av sine byggeaktiviteter. Utslippsfrie alternative bruker ofte elektrisitet, hydrogen eller fjernvarme.



Figur 1: Drivstoffhierarki som inngår i begrepene «utslippsfri» og «fossilfri». Kilde: Norsk Klimastiftelse, BKK and Sparebanken Vest, 2016.

For å kunne sette inn tiltak om utslippsfrie anleggsplasser er det viktig at markedet er klart, eller er på vei mot å være klart for å imøtekomme økt krav og nye tiltak for å bli utslippsfritt. I 2021, opplyste Maskingrossisternes Forening (MGF) at det er over hundre større elektriske gravemaskiner (over 8t) i Norge. Det er forventet at i løpet av 2022 vil det komme ca. 250 nye større elektriske gravemaskiner med egenvekt på over 8 tonn på det norske markedet. Dette tilsvarer en markedsandel på 15% av alle nye anleggsmaskiner som kommer til Norge, hvor gravemaskiner utgjør om lag 40% av alle mellomstore og store anleggsmaskiner. I Norge er det hovedsakelig gravemaskiner som er blitt elektrifisert, etterfulgt av hjullastere og dumpere. De fleste maskinprodusentene har begynt med små maskiner og bygget opp til å elektrifisere mellomstore og store maskiner. Det er forventet at flere andre type anleggsmaskiner skal elektrifiseres i nærmeste fremtid.

Anleggsprosess

For å oppnå målet om en utslippsfri anleggsplass i vegsektoren er det flere aktiviteter som kan vurderes i systemgrense for en anleggsplass:

- bruk og drift av anleggsmaskiner
- energibruk
- intern transport
- transport av byggarbeidere
- transport av materialer
- massetransport
- transport av anleggsmaskiner
- transport av avfall, inkludert emballasje
- tilleggsmaterialer og installasjonsprosesser
- oppbevaring
- midlertidige installasjoner
- avfallsbehandling og deponi
- riving
- vannbruk
- omkjøring og midlertidige anleggsveger

Disse aktiviteter er identifisert i livsløpsmodulene »A4 - transport» og »A5 - anleggs-, bygge- og monteringsarbeid» i NS 3720: 2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger (NS 3720, 2018). Dette er en standard som er mye brukt i bygg- og anleggsbransjen for rapportering av klimagasser gjennom hele livsløpet. Riving og vannbruk faller utenfor systemgrensen, men nyere studier viser at riving er en energikrevende aktivitet som bør inkluderes i systemgrensen for utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. I tillegg er det en kommende standard på utslippsfrie bygge- og anleggsplasser (prNS 3770) som gir termer og definisjoner, veiledning på rapportering og datainnsamling, energiforsyning og tilkobling, og roller og prosesser (Standard Norge 2022).

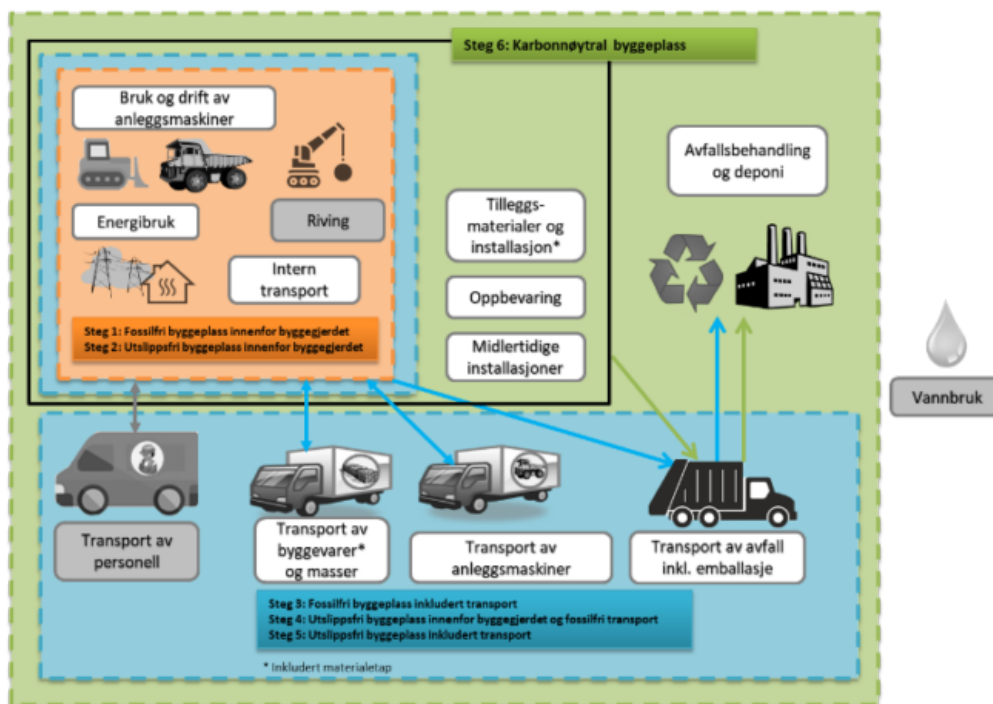
Det er utfordrende å oppnå en fullstendig utslippsfri bygg- eller anleggsplass. SINTEF har derfor utviklet en trinnvis tilnærming fra Steg 1 til Steg 6, se også Figur 2:

- Steg 1 dekker 'fossilfri bygg- og anleggsplass innenfor byggegjerdet' og innebærer

energibruk, intern transport og bruk og drift av anleggsmaskiner (oransje ramme).

- Steg 2 øker ambisjonen til 'utslippsfri bygge- og anleggs plass innenfor byggegjerdet'.
- Steg 3 er en fossilfri byggeplass innenfor byggegjerdet og inkluderer fossilfri transport til og fra byggeplassen.
- Steg 4 er en utslippsfri byggeplass innenfor byggegjerdet og inkluderer fossilfri transport til og fra byggeplassen.
- Steg 5 er en utslippsfri byggeplass inkludert transport til og fra.
- Steg 6 er en fullstendig utslippsfri bygge- og anleggs plass og inkluderer alle aktivitetene nevnt over.

Nåværende fokus i bygg, anlegg og eiendoms (BAE)-sektoren er Steg 2.



Figur 2: Systemgrense for

trinnsvis tilnærming til utslippsfri bygge- og anleggs plass. Kilde: Wiik et al. 2022.

Et annet tiltak som kan implementeres er knyttet til ladelogistikk. Bymiljøetaten (BYM) ved Oslo kommune har brukt en miks av batteri, batterikabel og kabelmaskiner på Tåsenveien, og har ikke hatt noen problemer knyttet til ladelogistikken. Det ble løst med å ha en ansvarlig for ladelogistikken, som har oversikt over hvilken ladeløsning skal brukes for hver type maskin. Det ble også satt opp en trafo med kabel hengt opp på mastene for en stor kabeldrevet gravemaskin, mens det ble satt opp ladepunkter ved riggen for de mindre batteridrevne hjullasterne og varebilene.

SINTEF har estimert energibehov for tenkte helelektrifiserte bygge- og anleggs plasser, sett på merkostnader knyttet til dette og utviklet framtidsscenarioer på utvikling av utslippsfrie bygge- og anleggs plasser (Wiik et al., 2022). Det er estimert at energibehovet for en tenkt helelektrisk anleggs plass vil ligge i størrelsesorden 150 – 270 MWh, se Tabell 1. Hovedutfordringen med energiforsyningen til anleggs plasser i vegprosjekter er at det ofte er lange strekninger med lite utbygget og dårlig infrastruktur.

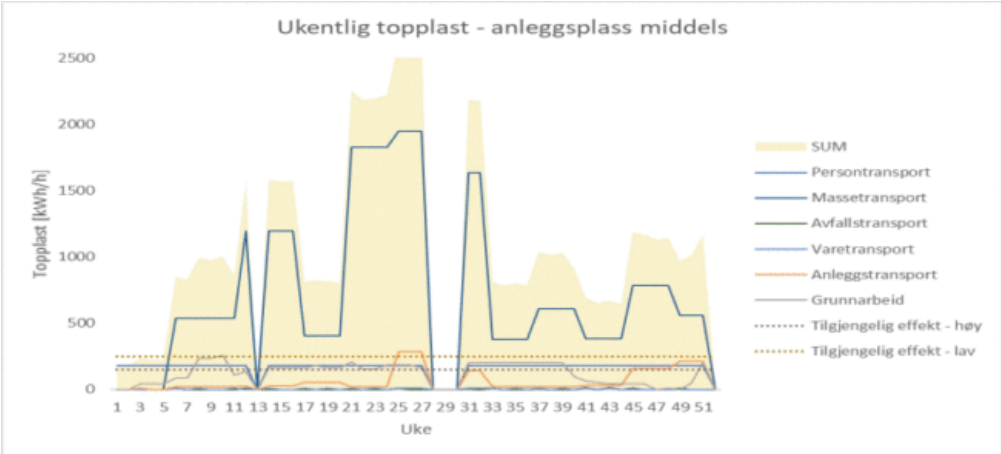
Figurene 3 og 4 viser ukentlig topplast og typisk døgnlastprofiler for et eksempel-

anleggsprosjekt og viser at grunnarbeid er det mest krevende anleggsaktivitet for dette eksemplet etterfulgt av massetransport, transport av byggearbeidere og anleggstransport (Wiik et al. 2022).

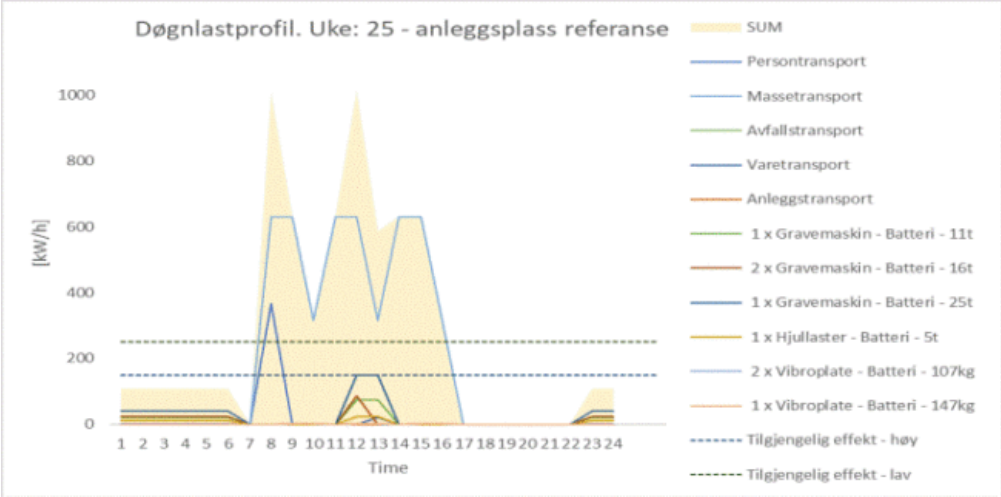
Tabell 2
Totalt energibruk (kWh) over hele byggeperioden for et eksempel-anleggsprosjekt

	Referanse	Middels	Optimert
Grunnarbeid	140 439	140 439	144 699
Persontransport	35 618	19 311	2 470
Massetransport	86 430	36 383	–
Avfallstransport	223	111	–
Varetransport	449	225	–
Anleggstransport	6 557	3 279	–
SUM	269 715	199 778	147 194

Tabell 1: Totalt energibruk (kWh) over hele byggeperioden for et 100% elektrisk eksempel-anleggsprosjekt. Kilde: Wiik et al. 2022.



Figur 3: Ukentlig topplast og tilgjengelig effekt for middels scenario over anleggsperioden for et eksempel-anleggsprosjekt. Kilde: Wiik et al. 2022.



Figur 4: Typisk døgnlastprofil med maks energibruk (timeoppløsning) i uke 25 for et eksempel-anleggsprosjekt. Kilde: Wiik et al. 2022.

Tiltak som kan iverksettes for å redusere energibruk og effekttoppene

Noen ganger kan det være begrenset effekt tilgjengelig på anleggsplasser, eller det kan være dyrt å skaffe nok strøm til anleggsplassens elektrifiserte aktiviteter. Det er også mulig at strømkapasiteten som trengs ved selve utbyggingen eller oppgraderingen av en veg er større enn effektbehovet til området i ettertid, slik at en eventuell utbygging av kapasitet vil være overdimensjonert. Det er derfor en fordel å redusere både energibruk og effekttoppene. En liste over tiltak som kan iverksettes for å redusere energibruk og effekttoppene på bygge- og

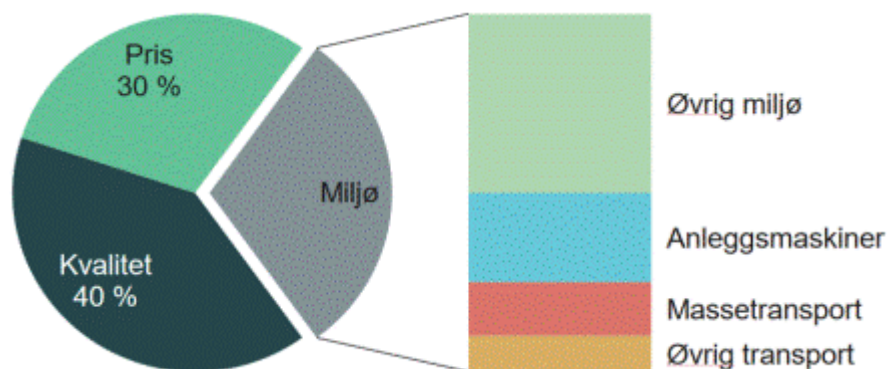
anleggsplasser (Wiik et al. 2022) er som følger:

- Planlegg tidlig, og identifiser muligheter for kraftforsyning og energifleksibilitet.
- Lag en energiplan (prNS 3770).
- Unngå overlapp av krevende byggeaktiviteter eller byggefaser, for eksempel riving og grunnarbeid.
- Planlegg bruk og lading av anleggsmaskinene mellom kort, intermitterende lavenergibruk versus kontinuerlig høyenergibruk.
- Planlegg lunsjpausene slik at ikke alle anleggsmaskiner hurtiglades samtidig.
- Unngå å lade ekstern transport samtidig som man lader anleggsmaskiner.
- Optimer transportlogistikk, for eksempel levering av anleggsmaskiner eller byggevarer.
- Tilrettelegg for off-site lading av tungtransport på tilrettelagte ladesentraler.
- Reduser arbeidsuka til fire dager og ha lengre arbeidsdager.
- Fag- og kontorarbeidere skal oppfordres til å ta kollektiv transport, sykle eller gå, eller til bildeling for å redusere behov for lading av elbiler på anleggsplassen knyttet til persontransport.
- Lag massebalanse, NO-DIG strategi, for å redusere unødvendig flytting av masser og masse-transportbehov.
- Bruk fjernvarme og vannbårne løsninger til oppvarming og uttørking for å avlaste strøm- og effektbehovet.
- Bruk batterikonteinere til økt energifleksibilitet og kostnadsoptimalisering.
- Bruk batteribytteestasjoner.
- Hydrogenaggregat kan brukes til lading av batterikontainere på sikt.
- Bruk effektoppstyring (peak shaver) og forbedret batteriteknologi for høyere batterikapasitet og bedre, lengre drift.
- Sørg for ombruk av masser, god transportlogistikk som er organisert for tur/retur.
- Se på helheten, for eksempel, et lokalt pukkverk på anleggsplassen vil øke energiforbruket på anleggsplassen, men redusere massetransportbehov.

3 Supplerende tiltak

Kommunale anskaffelser

I 2019, introduserte Oslo kommune standard klima- og miljøkrav (Oslo kommune, 2020) som gjør det mulig for kommunen å premiere leverandører som kan tilby utslippsfrie anleggsmaskiner og utslippsfri transport, se Figur 5 for eksempel på hvordan vekting under tildelingskriterium kan fordele seg. Minimumskrav er fossilfrie anleggsmaskiner og kjøretøy til transport av masser og avfall, og utslippsfri oppvarming og tørk av byggeplass. Tildelingskriteriene sier at miljø bør vektes 30 % (minimum 20 %), hvorav utslippsfrie anleggsmaskiner vektes 50 % av 15 % (minimum 10 %). Det er også mulighet til å bruke hele miljøkriteriet på maskiner og kjøretøy. Se også tiltaket [Kommunale innkjøp](#).



Figur 5: Illustrasjon på hvordan vekting under tildelingskriterium Miljø kan fordele seg. Kilde: Oslo kommune, 2020.

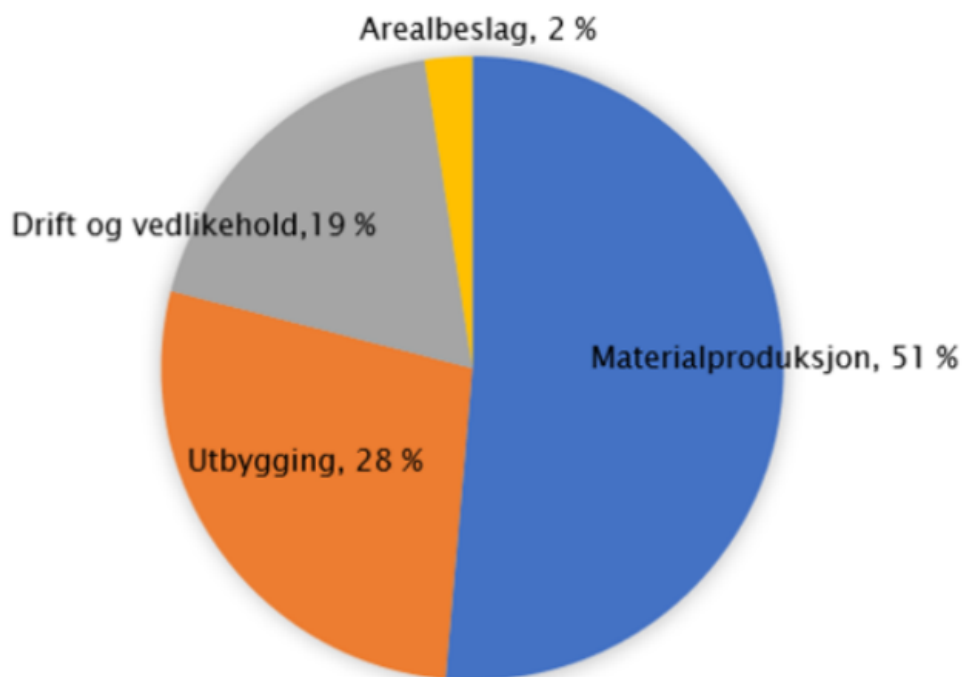
Siden har Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand, Tromsø og Drammen gått sammen og signert Storbyerklæringen. I erklæringen står det at byenes kommunale bygge- og anleggsvirksomhet skal være utslippsfri innen 2025, mens all bygg- og anleggsvirksomhet i byene skal være utslippsfri innen 2030.

I SINTEF Fag 49 Utslippsfrie byggeplasser. State of the art. Veileder for innovative anskaffelsesprosesser (Fufa et al. 2018) finnes det forslag til kravsetting for utslippsfrie byggeplasser og hvordan man kan stille krav til valg av prosessmodeller, kompetanse, metoder, verktøy og type dokumentasjon som bidrar til optimaliserte fossilfrie- eller utslippsfrie løsninger innenfor temaene livsløpsanalyser, prosesser, optimering og energibruk. Kunnskap og informasjon fra denne veilederen kan i hovedsak bli overført til anleggsvirksomhet for veg.

Miljødirektoratet og DFØ kommet med veiledning på [anskaffelse av klimavennlige kjøretøy og maskiner](#), og hvordan man kan [følge opp](#) utslippsreduksjon på bygge- og anleggsplasser med fokus på anleggsmaskiner, byggevarme og transport gjennom [rapportering](#). I tillegg er DFØ i en prosess sammen med transportetatene for å utvikle felles skjemaer og metoder for rapportering. De har et regneark for å beregne klimaeffekten av å endre og redusere drivstofforbruket til dieseldrevne anleggsmaskiner og et regneark for tunge kjøretøy og varebil i vegtrafikk. DFØs [kriterieveiviser](#) gir forslag til kravspesifikasjon for blant annet anleggssektoren og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser.

Drift og vedlikehold av veger

Det er betydelige klimagassutslipp knyttet til drift og vedlikehold av veg. I figur 6 ser vi at klimagassutslippene fra drift og vedlikehold av veg kan utgjøre 20 % av klimafotavtrykket til vegen. Innkjøpere av drift og vedlikehold bør derfor etterspørre utslippsfrie maskiner og kjøretøy til utføring av disse kontraktene.



Figur 6: Estimert fordeling av klimagassutslipp for bygging og drift og vedlikehold av ny E39 Julbøen- Molde. Kilde: [Molde kommune](#)

Effektivisering av drift av veg og bruk av mer energieffektive metoder og utstyr vil bidra til å redusere utslipp:

- Sensorer og dataanalyse kan brukes til å beregne hvilke tiltak som skal gjøres og når de skal utføres. Eksempelvis for vinterdrift kan det benyttes til å vurdere når det må brøytes eller strøs, samt til å kalkulere saltmengde.
- Optimalisert drift og vedlikehold kan gjøre at unødvendig kjøring unngås og at ressursbruk og kostnader reduseres, samtidig som det bidrar til tryggere veger.
- Kvaliteten på materialer påvirker klimagassutslippene fra vedlikehold av veg. Bruk av slitesterk asfalt med lang levetid reduserer asfalteringsbehovet, og dermed bruken av anleggsmaskiner.
- Reasfaltering gjennomføres vanligvis ofte ved faste intervaller i stedet for å vurdere kvaliteten på vegen. Som vegeier kan behovsprøvd asfaltering være et tiltak som både er klima- og kostnadsbesparende.

De siste årene har det blitt økt fokus på å la entreprenørene konkurrere på tiltak for å redusere klimagassutslippene til drift og vedlikehold, og at de skal dokumentere klimagassutslippene sine. Statens vegvesen har bl.a. satt krav til at utslippsfrie maskiner og kjøretøy skal brukes ved brøyting og strøing av gang- og sykkelveger i Molde og Kristiansund. I 2021 ble en elektrisk hjullaster for første gang i Norge satt i gang til å brøyte gang- og sykkelveger i Trondheim.

Opplæring og sertifisering

Organisering og drift av utslippsfrie maskiner og kjøretøy er annerledes enn dieseldrevne. For å optimalisere utslippsfrie anleggsplasser så må vedlikehold og drift av elektriske anleggsmaskiner og kjøretøy inn i læreplanen til maskinførere (Wiik et. al. 2022b). I tillegg er

det anbefalt å ha en elektroansvarlig på anleggsplassen ved oppstart og ved bruk av elektriske anleggsmaskiner og tungtransport.

Statens vegvesen har utviklet et livsløpsbasert verktøy, VegLCA for å følge opp utslippskutt spesielt for store anleggsprosjekter. Verktøyet beregner miljøpåvirkning fra utbygging og drift og vedlikehold av veg og jernbane. I utbyggingsfasen er alle anleggsaktiviteter for veg, tunnel og bru delt mellom massetransport, sprengning, anleggsmaskiner og transportdistanser for materialer. [NV-GHG](#) er et annet verktøy basert på livsløpsmetodikk som kan benyttes i tidlige utredninger.

CEEQUAL er en sertifiseringsordning for å sikre bærekraft i anleggsprosjekter (tilsvarende BREEAM-NOR for bygg). Dersom en velger å sette krav til at prosjektet skal CEEQUAL-sertifiseres så gis det poeng for å lage klimagassbudsjett og -regnskap samt å ha redusert klimagassutslipp og energiforbruk på anleggsplassen. Dette kan være en driver for at entreprenøren velger å ta i bruk utslippsfrie maskiner og utstyr i prosjektet.

4 Hvor er tiltaket egnet

Det finnes mye overførbar kunnskap fra bygge- og anleggsplasser i byggesektoren som kan tilpasses til vegsektoren. Tiltaket er egnet over hele landet, men utslippsfrie bygge- og anleggsplasser er lettere å få til i bebygde strøk hvor det allerede fins utbygd energiinfrastruktur tilgjengelig. Foreløpig er det også færre utslippsfrie maskiner tilgjengelig utenfor de større byene og i Nord-Norge. Andre nullutslippsløsninger som for eksempel batterikonteinere må tas i bruk for å oppnå det samme i vegprosjekter utenfor bebyggelse og i større vegprosjekter. For større vegprosjekter eller i områder med få utslippsfrie maskiner eller mindre leverandører så kan en vurdere å begynne med delvis utslippsfri anleggsplass innenfor byggegjerdet, og øke ambisjonene etter hvert som tilgangen på maskiner blir bedre.

5 Faktisk bruk av tiltaket - Eksempler

Det finnes flere eksempler på delvis eller helt utslippsfrie anleggsplasser rundt omkring i landet. Foreløpig er det ikke så mange prosjekter innen vegsektoren, men erfaringene fra andre prosjekter som har utslippsfrie maskiner og utstyr er viktig læring for planlegging og gjennomføring av utslippsfrie vegprosjekter.

NO-DIG

Flere metoder har som mål å unngå graving i veg og dermed prøve å unngå unødvendige utslipp, som ved å bruke micro trenching for fibernettledninger. I tillegg graves det ofte i veg ved legging av rør og renovering av vann og avløp, noe som medfører massetransport, legging av ny veg og anleggsarbeid. Dette kan også gjøres uten graving, med NoDig-metoden som fornyer ledninger ved å bygge rør ut ifra eksisterende rør. Metoden reduserer behovet for gravemaskiner, massetransport, grus og asfalt med tilhørende utslipp og støy. Oslo kommune bruker NoDig til å øke kapasitet på eksisterende vannledning i Tonsenhagen, se Figur 7. Her blir utblokkingen og fjellboringen i tillegg gjennomført med utslippsfri teknologi.

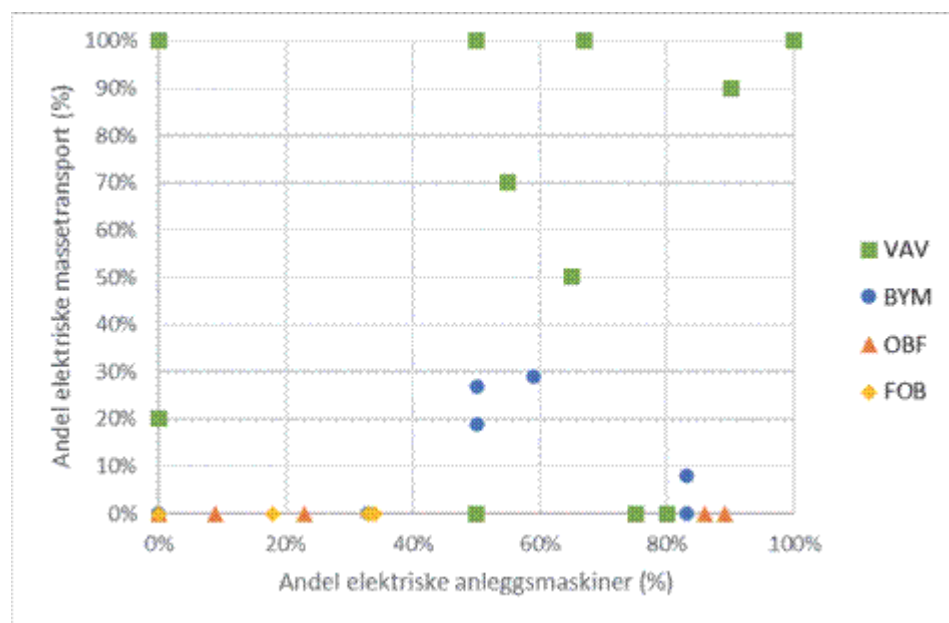


Figur 7: Bruk av NoDig ved rørfornyelse. Kilde:

plastforum.no

Oslo

Det er gjort en kartlegging av bruken av utslippsfrie maskiner og massetransport i bygge- og anleggsprosjekter i Oslo (SINTEF Fag 86). I Figur 8 ser vi at de fleste prosjektene har begynt med elektrifisering av anleggsmaskinene, og også oppnår til en viss grad både utslippsfrie anleggsmaskiner og utslippsfri massetransport. Dette er en overgang som er i rask utvikling, og innen 2030 skal alle offentlige bygge- og anleggsprosjekter fra Oslo kommune klare 100 % utslippsfrie anleggsmaskiner og massetransport (Wiik et. al. 2022a). Vann- og avløpsetaten (VAV) har kommet lengst med elektrifisering av anleggsmaskiner og massetransport i prosjektene sine, etterfulgt av Bymiljøetaten (BYM), Oslo Bygg (OBF) og Fornebu (FOB).



Figur 8: Diagram som viser andel elektrifisering av massetransport og anleggsmaskiner på Oslo kommunes bygge- og anleggsprosjekter. Kilde: Wiik et.al. 2022a.

Vann og avløp (VAV) ved Oslo kommune har eksterne utførere som eier eller leier inn

elektriske 13 – 14t tippbiler. Disse tippbilene kjører fra anleggsplassen til massehoteller sentralt i Oslo. På massehotellene er massene sortert som enten miljøpukk eller forurenset finstoff. Forurensede masser blir kjørt til andre deponier utenfor byen av biodiesel tippbiler. De elektriske tippbilene hurtiglades på minst 150 kW midt på dagen, og ladingen foregår på forskjellige steder i byen. For oppfølging og rapportering så bruker Oslo kommune ofte kilometeravstand for å beregne klimagassutslippene, men dette synliggjør ikke hvor mye masser som transporteres. Siden har det blitt foreslått at Oslo kommune bruker tonn (t) eller tonnkilometer (tkm) som enhet for å vise tydeligere hvor mye av massene som er kjørt enten til massehotell eller til deponier utenfor byen. VAV ser at det er gunstig å bruke biogass til å kjøre masser over lengre avstander, siden det mangler ladeinfrastruktur for tung transport i Oslo-området. Det er viktig å huske på at biogass ikke anses som et utslippsfritt alternativ, men et fossilfritt.

Entreprenøren opplevde en mer komplisert ladelogistikk på Olav Vs gate fordi prosjektet tok i bruk flere prototyper hvor ladelogistikken ikke var standardisert. Hver prototype brukte ulike typer ladeløsninger. Det ble løst ved å ha et egnet strømskap til hver maskin. I framtiden vil ladeløsninger fra maskinleverandørene trolig bli standardisert.

Ved utbygging av 660m tosidig sykkelveg, masseutskifting og oppgradering av bussholdeplasser i Enebakkveien i Oslo ble det brukt elektriske gravemaskiner og lastebiler i kombinasjon med mobil hurtiglader. Entreprenørens erfaring er at hurtigladeren på 390 kWh med to ladeuttak bidrar til å sikre at prosjektet holder vanlig framdrift. Det var også første gang en elektrisk kappmaskin som brukes til kapping av stål, betong, stein, granitt og asfalt ble brukt i Norge.

Asker

Asker kommune har mål om å ha utslippsfrie anleggsplasser etter 2025, og har flere prosjekter med elektriske maskiner. Da kommunen skulle oppgradere Kirkeveien og Drammensveien i 2020 satte de krav til at elektriske anleggsmaskiner skulle brukes i 20% av maskintimene. For å få bedre informasjon om hvordan maskinene brukes og drivstofforbruk, ble det utviklet et verktøy som samler data fra anleggsmaskinene. Verktøyet brukes til å beregne klimagassutslippene fra anleggsplassene, i tillegg til å gi nyttig info til optimalisering av logistikk og organisering av prosjekt. <https://www.youtube.com/watch?v=8bj4RW9efTY>

Et annet prosjekt hvor Asker kommune har elektriske maskiner er bygging av nytt vann- og avløpsanlegg, med tilhørende opparbeiding av veg og fortau over 700 meter. Belting av gravemaskiner krever mye energi, så for å optimalisere energibruken til maskinene blir en ladecontainer flyttet underveis i prosjektet slik at det er kort avstand til lading. 11 % av Asker kommune sine klimagassutslipp kommer fra bygge- og anleggsplasser, og kommunen bruker sine anskaffelser til å redusere disse.

Trondheim

Trondheim kommune har også begynt å etterspørre elektriske anleggsmaskiner i sine prosjekter. Kommunen satt miljøkrav ved bygging av gangveg på Saupstad, avbildet i Figur 9, som førte til at en elektrisk gravemaskin og lastebil ble tatt i bruk. Ved oppgradering av en parkeringsplass og friområdet Marinen er [elektriske gravemaskiner](#) brukt. Anleggsplassen på

Marinen har fått støtte fra Klimasatsmidler (se kapittel 8) til å dekke merkostnadene med elektriske maskiner.

Trondheim kommune har også en delvis utslippsfri anleggs plass på et vann og avløpsprosjekt ved Ladebekken. Som følge av dårlig kapasitet på strømmettet i området blir det brukt en ladekontainer til å lade gravemaskinen på 25 tonn i lunsjpausen. Prosjektet får positive tilbakemeldinger fra folk som bor i nærområdet da det er mindre støy og utslipp enn vanlig.

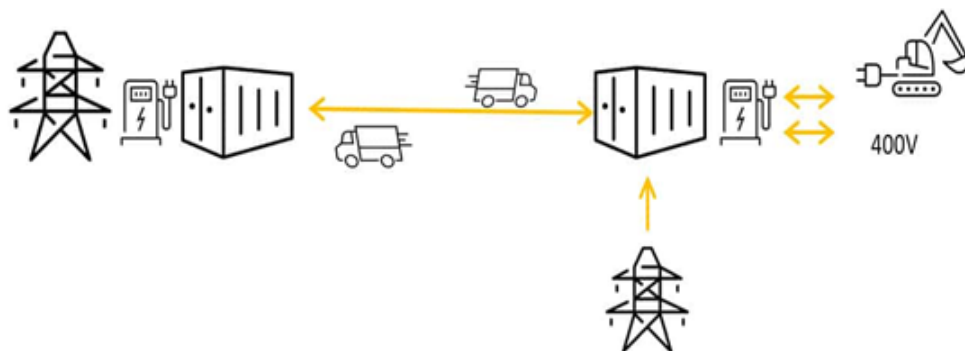


Figur 9: Elektrisk gravemaskin

på Saupstad. Kilde [Trondheim 2030.no](https://trondheim2030.no)

Skien

Skien kommune tester i 2022 ut en ny offgrid ladeløsning der maskinene hurtiglades uten tilknytning til strømmettet, se Figur 10. Batteribanken blir flyttet ettersom anleggs plassen beveger seg, og byttes ut med en ny når den er tom for strøm. Ladekontainerne har kapasitet på 576 kWh, og kan lade opp en elektrisk maskin med 360 kW per uttak. Dermed trenger ikke kommunen å bygge elektriske anlegg som har høyere kapasitet enn det framtidige behovet. Kommunen bruker denne løsningen i to prosjekter som til sammen reduserer utslippene med 80 tonn CO₂-ekv. I 2023 skal løsningen testes i et større veganlegg.



Figur 10: Illustrasjon av

ladekontainerløsning. Kilde: Kverneland energi. <https://kvernelandenergi.no/prosjekt/skagerak-energi-as/>

For at statlige virksomheter skal bidra til å redusere utslippene fra anleggsplasser og utvikle markedet, fikk Statens Vegvesen, Bane NOR og Nye Veier i 2022 finansiering til pilotprosjekter for å utvikle nye løsninger. Ombygging av traktor til elektrisk, testing av ladecontainere, elektriske aggregater og knusemaskiner på anleggsplass, samt nullutslippsmaskiner ved bygging av deler av E18/E39 er noen av prosjektene som starter.

Danmark

I Danmark har København kommune begynt å etterspørre en vanlig pris og en fossilfri/utslippsfri pris på all offentlig anskaffelse av anleggsprosjekter. Det fører til at det er mulig å skaffe et datagrunnlag på merkostnaden av fossile versus fossilfrie/utslippsfrie anleggsplasser. Det er estimert at merkostnaden ligger mellom 2 - 5%. Kommunen har også regnet frem til at det er et sparingspotensial på 75.000 tCO_{2eq} per år fra å bruke elektriske anleggsmaskiner kontra diesel i København. I løpet av 2021 har de hatt 13 pilot anleggsprosjekter hvor de har testet ut elektriske anleggsmaskiner.

Sverige

Scandinavian Society for Trenchless Technology i Sverige (<https://www.sstt.se/?lang=no>) har samlet tiltak og verktøy for å redusere behovet for å grave opp store deler av vegen i anleggsprosjekter. Ved å redusere dette behovet vil det være mindre graving og massetransport, som fører til mindre energibruk, transport og utslipp. De har blant annet en [NODIG](#) veileder og NCC har en [NODIG klimakalkulator](#).

Spania

Barcelona tester sommeren 2022 for første gang elektriske maskiner på offentlige vegprosjekter, se Figur 11. Byen har utfordringer med støy og luftforurensing, og ønsker å måle effekten av denne piloten og sammenligne resultatet med påvirkningen fra dieselmaskiner. I tillegg ønsker Barcelona å bidra til å øke etterspørselen etter utslippsfrie maskiner og å få erfaringer med bruken av disse.

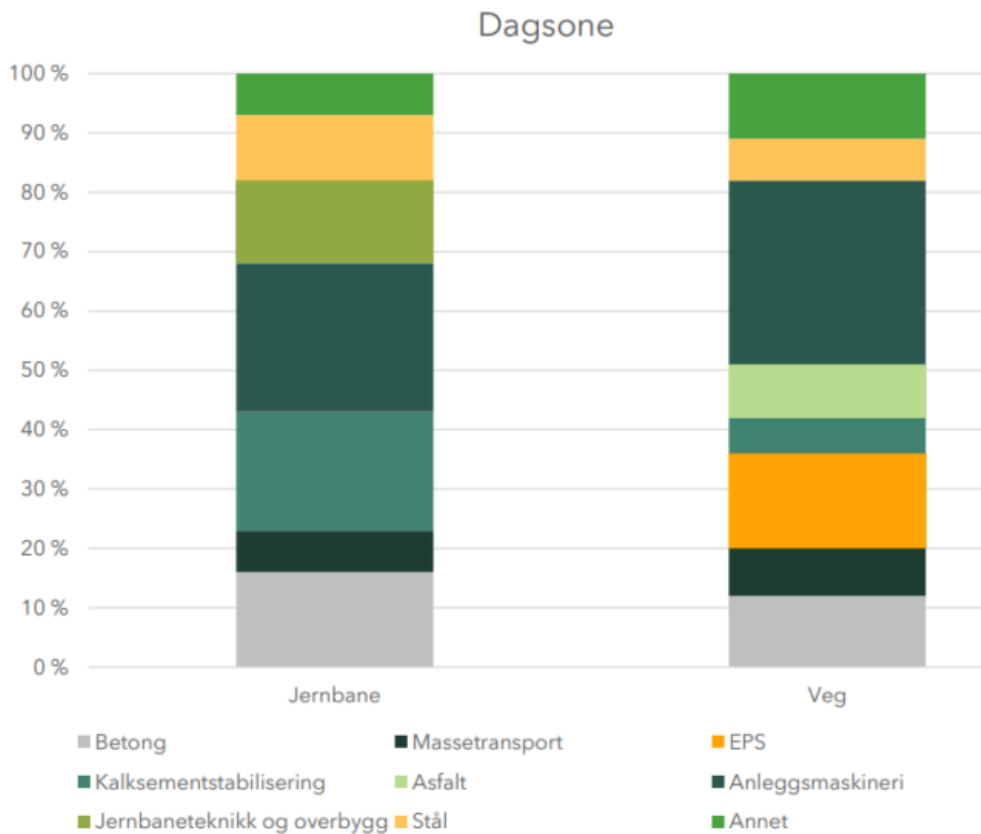


Figur 11: Elektriske maskiner på Carrer de

Balmes i Barcelona. Kilde: elpais.com

6 Miljø- og klimavirkninger

For vegprosjekter så står materialer for omtrent to tredeler av klimagassutslippene, mens diesel til maskiner og transport av materialer og masser bidrar til en tredjedel av utslippene. Utslippsfrie anleggsplasser er derfor et viktig tiltak for å redusere klimapåvirkningen fra vegsektoren. Figur 12 viser hvordan klimagassutslippene fra bygging av veg ofte er fordelt.



Figur 12: Andel av klimagassbidrag fra ulike prosesser ved bygging av dagsone, for jernbane og veg. Kilde. Klimabidrag bygg & anlegg, Asplan Viak

Ifølge en studie av Asplan Viak (2022) som undersøkte hvor mye klimagassutslippene (direkte og indirekte) ved bygging av veg og jernbaneinfrastruktur kan reduseres, så er det mulig å nesten halvere utslippene ved å bruke lavutslippsmaterialer og optimalisere løsninger. I tillegg har TØIs rapport om ['Indirekte utslipp og eksterne kostnader i transportsektorens bygg og anleggsfase'](#) vurdert blant annet omfanget av indirekte utslipp i vegutbygging som transport av materialer til byggeplass, som kjøp av stål og asfalt. Andelen anslåtte indirekte utslipp i BA-virksomheten ligger typisk på 70-80 % for veg og bane (Bruvoll et al. 2022).

Andre positive effekter ved utslippsfrie anleggsplasser er at det gir bedre arbeidsmiljø og nærmiljøet rundt da det er mindre støy og lokal forurensing. Dette er også gunstig for naturen ved at en unngår forsurening fra NO_x og SO_x-utslipp og i mindre grad forstyrrer dyrelivet.

7 Andre virkninger

Norge er i front når det gjelder utslippsfrie anleggsplasser, og utviklingen av utslippsfrie maskiner og utstyr, samt tilhørende teknologi og systemer. Dette gir nye eksportmuligheter både i form av teknologi og kompetanse etter hvert som flere land vil ta i bruk tiltaket for å oppnå sine klimamål.

8 Kostnader

Når det gjelder merkostnaden for elektriske gravemaskiner og tippbiler viser resultatene fra konsekvensutredningen (Wiik, et al. 2022), og i Tabellene 2 og 3, at det er en høyere investeringskostnad knyttet til disse, men at driftskostnadene er vesentlig lavere sammenlignet med tilsvarende diesel eller HVO gravemaskiner og tippbiler. Resultatene indikerer også at merkostnaden vil gå ned over tid, slik at elektriske anleggsmaskiner og tungtransport vil være konkurransedyktig med diesel i fremtiden. Det også viser seg at prisene utvikler seg annerledes enn antatt i Klimakur. Når man skalerer opp resultatene til tenkte helelektriske anleggsplasser viser resultatene i Figur 13 at merkostnaden i 2022 vil være mellom 3 000 - 10 000 kroner per million kroner investert i anleggsprosjektet. I 2030, med endringer i energipriser og innkjøpskostnader er det forventet at merkostnaden på helelektriske anleggsplasser vil variere mellom -8 000 - 2 000 kroner per million kroner investert, det vil si at elektriske anleggsplasser begynner å bli konkurransedyktige med dieseldrevet anleggsplasser.

Tabell 2: Antatte energipriser i 2022, 2025 og 2030 basert på prisbaner i Klimakur 2030-utredningen. Kilde: Wiik et al. 2022.

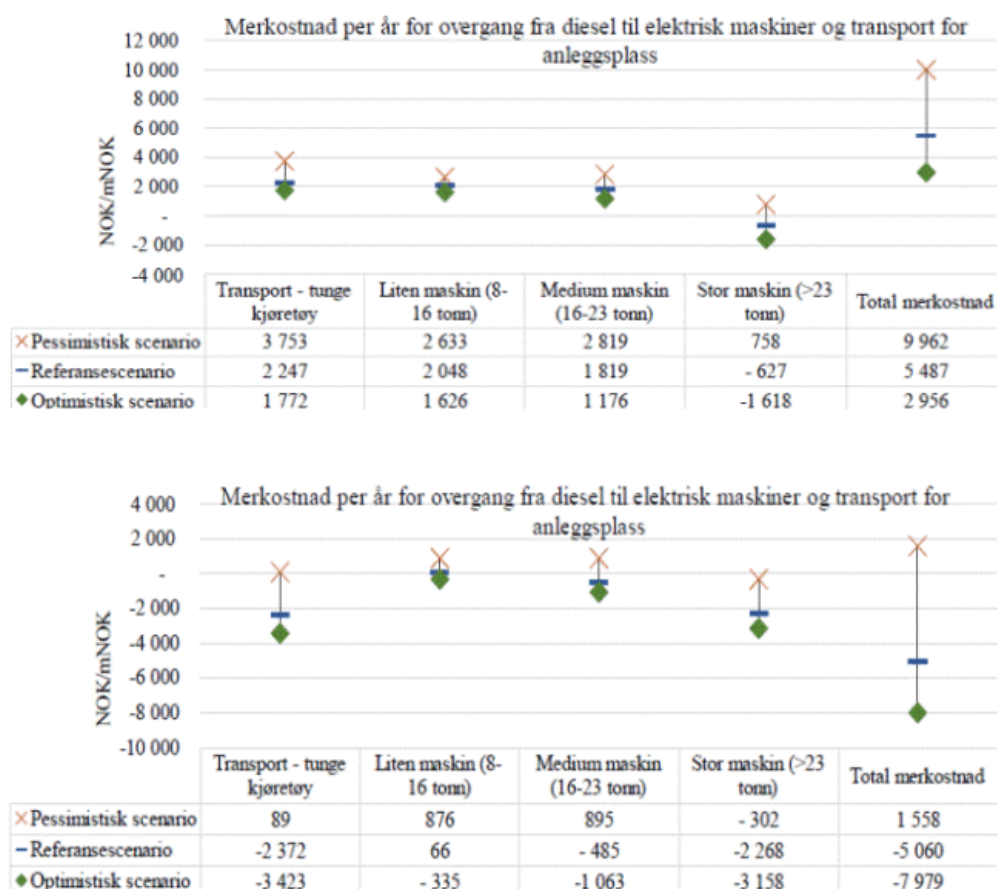
	2022	2025	2030
Dieselpri i kr per liter eks. avgifter	6,86	6,96	7,08
HVO-pris i kr per liter eks. avgifter	12,24	12,96	13,75
Strømpri i kr per kWt eks. avgifter	0,744	0,81	0,77
Hurtigladepris i kr per kWt eks. avgifter	3,2	3,48	3,31
CO ₂ -avgift i kr per liter	2,05	3,28	5,32
Veibruksavgift i kr per liter	3,52	2,91	1,88
El-avgift i kr per kWt	0,1541	0,1583	0,1541

Tabell 3: Prisforskjeller relativt til dieselmotor for ulike framdriftsteknologier, totalvektklasser og for lastebil og trekkvogn. Tilhenger er ikke inkludert i kostnaden for trekkvogn. Kilde: Pinchasik et al. 2021.

Tabell 4

Prisforskjeller relativt til dieselmotor for ulike framdriftsteknologier, totalvektklasser og for lastebil og trekkvogn. Tilhenger er ikke inkludert i kostnaden for trekkvogn (20).

Totalvekt i tonn	Aksler	Diesel	Kompri- mert gass	Flytende gass	Hybrid vanlig	Plug-in hybrid	Batteri- elektrisk	FCEV estimat
Lastebil:								
< 16	2	100 %	120 %	130 %	150 %	160 %	325 %	400 %
< 27	3	100 %	115 %	125 %	145 %	155 %	300 %	375 %
> 27	3	100 %	110 %	120 %	140 %	150 %	275 %	350 %
Trekkvogn:								
< 27	2	100 %	120 %	140 %	170 %	180 %	375 %	500 %
> 27	3	100 %	115 %	130 %	150 %	160 %	300 %	400 %



Figur 13: Merkostnad per år

for overgang fra diesel til elektrisk maskiner og transport for anleggsplass for eksempel-anleggsprosjekt basert på 2022 og 2030-verdier. (2022 øverste figur, 2030 nederste). Kilde: Wiik et al. 2022.

For kommuner i Osloregionen er det mulig å [prøve](#) utslippsfrie maskiner gratis i en måned gjennom et prosjekt hos Viken fylkeskommune.

For å få støtte til merkostnadene ved utslippsfrie anleggsplasser er det mulig å søke støtte fra [Enovas](#) støtteordning for utslippsfrie anleggsmaskiner og hydrogenkjøretøy, og Miljødirektoratet sine [Klimasatsmidler](#). Flere kommuner som bl.a. Ålesund, Nittedal og Bodø har fått klimasatsstøtte til elektriske maskiner og utstyr for at flere skal få mulighet til å skaffe seg erfaringer med utslippsfrie anleggsplasser, samt øke utbredelsen av disse.

Dersom etterspørselen etter utslippsfrie maskiner øker så vil flere maskinprodusenter legge

om produksjonen sin slik at flere og ulike modeller vil bli tilgjengelige. Særlig vil krav til utslippsfrie maskiner i store infrastrukturprosjekter bidra til at leverandørene investerer i nye maskiner og utstyr. Men Norge sitt innkjøpsvolum av maskiner er lite i en global sammenheng, og for at de store internasjonale leverandørene skal serieprodusere elektriske maskiner må etterspørselen øke. Det er stigende interesse for utslippsfrie bygge- og anleggsplasser i Europa, og flere offentlige innkjøpere i andre land ønsker å bestille utslippsfrie maskiner. Et større marked vil påvirke utviklingen positivt og bidra til at omstillingen til utslippsfrie anleggsplasser går raskere.

9 Formelt ansvar

Vegeier er ansvarlig for iverksetting av byggeaktivitet, og kan sette krav til hvordan arbeidet skal utføres.

Kommende norsk standard prNS 3770 vil ha en egen del på roller og prosesser (del 4). Her vil de poengtere hvor viktig det er å ha en god rolleforståelse og avklare ansvar, risiko og usikkerheter mellom nye aktører i verdikjeden for utslippsfrie anleggsplasser.

10 Utfordringer og muligheter

Tiltaket er gjennomførbart i Norge, og er demonstrert gjennom fullskala pilottesting. Barrierene er knyttet til i hvilken grad energiinfrastrukturen er utbygd, og hvilke nullutslippsenergikilder og løsninger er tilgjengelig på det området. Det vil være økte kostnader de neste årene, men disse vil reduseres mot 2030.

Offentlige aktører må stille forutsigbare krav til utslippsfrie vegutbygging slik at entreprenørene trygt kan investere i den elektriske maskinparken som trengs i framtiden.

Det er en utfordring med tilgang på store anleggsmaskiner som trengs i utbyggingsprosjekter i vegsektoren, og det er ikke nok elektriske maskiner til at mange prosjekter kan ha utslippsfri anleggsplass samtidig. Leveringstiden på nye elektriske maskiner er opp til ett år, og ifølge maskinleverandørene er det venteliste på maskiner. Det fins per nå ikke elektriske varianter på alle typer maskiner, eller det fins kun prototype i mindre størrelser f.eks. asfaltutlegger og betongbil. Bane NOR har kartlagt at 20-30 % av maskinene som trengs i utbyggingsprosjekter der store mengder masser skal flyttes vil være større enn 30 tonn. For tiden finnes det heller ingen utslippsfrie anleggsmaskiner over 40 tonn. Statens Vegvesen, Bane NOR og Nye Veier har gått sammen om å utfordre markedet til å levere utslippsfrie maskiner til kommende prosjekter, noe som er med på å skape forutsigbarhet for leverandørene og insentiv til å investere i ny teknolog og maskiner.

Resultatene av konsekvensutredningen (Wiik et al., 2022) viser at det er behov for utbygging av ladeinfrastruktur og nettilgang, eventuelt avlaste gjennom alternative løsninger som batterikonteiner. Det vil være merkostnader knyttet til elektrifisering de neste årene - også sett i et levetidsperspektiv. Elektrifiserte bygge- og anleggsplasser kan bli konkurransedyktig på pris i 2030 gitt de rette vilkårene.

Det er også utfordringer knyttet til Norges geografi. Selv om det er per dags dato billigere

strøm i Nord-Norge sammenlignet med sør, finnes det ikke tilgang til maskinene, kontra dyr strøm med trussel om strømrasjonering i Sør-Norge og bedre tilgang til maskinene. Det er også forventet at det vil komme store svingninger i energipriser framover, med høye energipriser om vinteren.

Kunnskapsarenaer

En av barrierene for at utslippsfrie anleggsplasser skal bli mer utbredt er mangelen på kompetanse hos byggherrene og innkjøpere. Det er derfor viktig å øke kunnskapen hos de som bestiller prosjekter slik at anskaffelser bidrar til å redusere klimagassutslipp og en omstilling av markedet.

DFØ organiserer et [nettverk](#) for utslippsfrie byggeplasser for offentlige byggherrer som fokuserer på hvordan en bestiller utslippsfrie maskiner og utstyr, og erfaringer fra anskaffelser. Dersom flere kommuner etterspør utslippsfrie bygge- og anleggsplasser og samkjører krav så blir det mer forutsigbart for leverandørene og økt motivasjon til å skaffe seg utslippsfrie maskiner.

Nettverket [Grønn Anleggssektor](#) består av medlemmer fra hele verdikjeden i anleggsektoren og er en arena for kompetanseheving på klima- og miljøtiltak i anleggsprosjekter. Utslippsfrie anleggsplasser og hvordan dette kan gjennomføres er et av temaene som nettverket har [fokus](#) på, og er også et av tiltakene i «Veikart for grønn anleggssektor» som nettverket har utgitt.

Samarbeid mellom ulike aktører i bransjen for å dele erfaringer og kunnskap om utfordringene med å få til utslippsfrie anleggsplasser kan bidra til å få fortgang i omstillingen ved at aktørene går sammen om å utvikle løsninger. I Bergen samarbeider kommunen med kraftselskapet BKK for å finne løsninger for strømforsyning som gjør det mulig å gjennomføre utslippsfri bygging.

11 Referanser

Bruvoll, A. et al. (2022). *Indirekte utslipp og eksterne kostnader i transportsektorens bygg og anleggsfase*. TØI, p. 50. Available at: <https://www.regjeringen.no/contentassets/346d80428cbe498499ccd4a62a8640e7/2022-20-in-direkte-utslipp-og-eksterne-kostnader-i-transportsektorens-bygg-og-anleggsfase.pdf>.

Fufa, S.M. et al. (2018). *Utslippsfrie byggeplasser – State of the art. Veileder for innovative anskaffelsesprosesser*. SINTEF Fag rapport nr. 49. ISBN:978-82-536-1589-9.

Fufa, S.M. et al. (2022). Storgata nord-prosjektet i Tromsø – Klimatiltaksanalyse for anleggsfasen. SINTEF Notat 45.

Norsk Klimastiftelse, BKK and Sparebanken Vest (2016). *På vei mot fossilfri transport*.

NS 3720 (2018). 'Metode for klimagassberegninger for bygninger / Method for greenhouse gas calculations for buildings'.

Oslo kommune (2020). *Standard klima- og miljøkrav til Oslo kommunes bygge- og anleggsplasser*.

Pinchasik, D.R. et al. (2021). *Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostander og brukererfaringer*. TØI rapport 1855/2021. Oslo, Norway: TØI.

Samferdsel og infrastruktur (2021). [Ny sykkelvei med utslippsfrie anleggsmaskiner - Samferdsel & Infrastruktur \(samferdselinfra.no\)](#). nettartikkel sett juli 2022.

Standard Norge. Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=992162> (Accessed: 29 October 2021).

Standard Norge (2022). *prNS3770 Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser, prNS3770*.

Wiik, M.K. et al. (2022). *Utslippsfri byggeprosess i Oslo - Konsekvensutredning*. 89. Available at:

https://www.sintefbok.no/book/index/1322/utslippsfri_byggeprosess_i_oslo_konsekvensutredning (Accessed: 19 May 2022).

Wiik, M.K., Fjellheim, K. and Gjersvik, R. (2022a). *Erfaringskartlegging av krav til utslippsfrie bygge- og anleggsplasser*. SINTEF Fag 86. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press.

Wiik, M.K., Fjellheim, K. and Gjersvik, R. (2022b). *Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Veikart*. SINTEF Notat 44. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press.

Annen litteratur

Oslo kommune

- NCC [Ny sykkelvei med utslippsfrie anleggsmaskiner](#), sett juli 2022.
- Samferdselsdepartementet 2022 – [12 prosjekter skal teste ut løsninger for fossilfrie anleggsplasser](#), sett juli 2022.
- *Asker kommune*
- [Endelig elektrisk på Føyka](#) , [Oppgradering av Kirkeveien og Drammensveien](#) nettartikler, sett juli 2022.
- https://www.asker.kommune.no/globalassets/om-asker-kommune/askermagasinet/nr1_2022/asker-magasinet_nr1_2022_ny.pdf
- Ohmia Construction, [Prosjekt i trafikkerte Vaterlandsveien](#), sett juli 2022.

Trondheim kommune

- Anlegg og Transport, at.no <https://www.at.no/anlegg/satser-videre-pa-strom/633677> , sett juli 2022.
- [Trondheims første gravemaskin på el, utslippsfri anleggsplass](#), sett juli 2022.

Asplan Viak

- Klimabidrag bygg og Anlegg, rapport 2022.

<https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-publikasjoner/rapport-bygg-og-anlegg-endelig.pdf>

- Klimakrav i forbindelse med kommende veiprosjekter, notat 2021
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-a-v-klimagasser/klimasats/2020/reduuerte-klimagassutslipp-fra-vegbygging/#>

Skien

- Skien kommune 2022,
<https://www.skien.kommune.no/aktuelt/mobil-energi-til-utslippsfrie-byggeplasser/> ,
<https://www.bygg.no/sikter-seg-inn-pa-anlegg-med-ny-ladelosning/1500161!/>

SINTEF og Grønn Anleggssektor 2021. [Veikart for grønn anleggssektor](#)

Norsk Vann - NoDig-metoder. [NoDig | Norsk Vann](#), sett august 2022.

Big Buyers for climate and environment – [BigBuyers | Zero-emission construction sites](#)

Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) – State of the Nation 2021. [210518_State-of-the-Nation-2021.pdf \(rif.no\)](#)

Nrk.no, 14.april 2021: [Hevder rett materialbruk kan halvere utslipp fra veibygging](#)

<https://www.tu.no/deltav/batteriverktoy/annonse-her-kappes-betong-granitt-asfalt-og-stal-pa-ren-batteridrift/512832>