

Region Hovedstaden



# Elektriske non road maskiner

Erfaringer og markedsstatus 2021

Rapporten er udarbejdet af AI Consulting A/S for Copenhagen Electric, Region Hovedstaden

Copenhagen  
**Electric**



**Region  
Hovedstaden**

EN DEL AF  
**GREATER  
CoPENHAGEN**

**Center for Regional**

**Udvikling**

Copenhagen Electric

Kongens Vænge 2

3400 Hillerød

**Telefon** +45 38 66 55 05

**Email** [cph-electric@regionh.dk](mailto:cph-electric@regionh.dk)

**Web** [www.regionh.dk](http://www.regionh.dk)

# Indholdsfortegnelse

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Indledning og formål.....                                | 3  |
| Resumé og konklusioner .....                             | 4  |
| Udvalgte citater fra bidragsyderne til rapporten.....    | 7  |
| Markedet for emissionsfrie non road maskiner.....        | 8  |
| Økonomien i elektrificeringen af non road maskiner ..... | 10 |
| Hvor er vi i processen mod elektrificering?.....         | 14 |
| Regulering i overgangen til emissionsfrie maskiner ..... | 15 |
| Erfaringer fra Norge.....                                | 17 |
| Erfaringer fra Danmark.....                              | 21 |
| Europæiske erfaringer.....                               | 25 |
| Bilag 1: Eldrevne non road maskiner på markedet.....     | 28 |
| Bilag 2: Test af eldrevne maskiner i Europa.....         | 37 |

Forfattere: Anders Gadsbøll og Sofie Holm, Ai Consulting A/S

Forfatterne vil gerne takke:

- Geir Rossebø, fagansvarlig UKE i Oslo kommune
- Guro Bøe Wensaas, fagansvarlig UKE i Oslo kommune
- Kate Veronica Sund, miljørådgiver, Bymiljøetaten Oslo kommune
- Isak Solomon, specialkonsulent, Bymiljøetaten Oslo kommune
- Ketil Hagen, HMS-rådgiver, Entreprenørservice AS - en del af Skanska koncernen
- Per Anders Muri, kommunikationsdirektør, Betonmast AS
- Hanne Mari Karlsen, miljøchef, Betonmast AS
- Tor Anders Høgaas, administrerende direktør, Rosendal Maskin AS
- Sjur Wethal Helljesen, seniorrådgiver klima- og miljøløsninger, Nasta AS
- Claus Wilhelmsen, miljøplanlægger Teknik- og Miljøforvaltningen, Københavns kommune
- Line Becker, medejer, Becker AS

## Vigtige definitioner

Vi gør opmærksom på, at vi her i rapporten benytter forskellige begreber og fagudtryk knyttet til non road maskinerne:

- **Non road maskiner** er maskiner til bygge- og anlægsarbejde, der ikke er registreret med nummerplade
- **Fossildrevne** maskiner er hovedsagelig dieseldrevne
- **Fossilfrie** maskiner er fortrinsvist HVO-2-drevne
- **Emissionsfrie** maskiner er hovedsagelig eldrevne
- **Kabel-elektriske** maskiner drives udelukkende via strømkabel
- **Batteri-elektriske** maskiner drives udelukkende via batteri installeret i maskinen



# Indledning og formål

Vi ser i disse år en udvikling mod elektrificering inden for alle former for køretøjer og maskiner, som bl.a. hænger sammen med de emissionskrav, der er sat af bl.a. EU og USA. Et af programmerne kaldes populært CAFE, som står for Corporate Average Fuel Emission<sup>1</sup>. Her stilles der større og større krav til bil- og lastbilbranchen om en betydelig CO2-reduktion over en 10 års periode gældende fra 2020. Branchen vil kun være i stand til at nå målsætningen om CO2-reduktion inden 2030 ved at lægge en betydelig andel af produktionen om til elbiler.

I takt med at bilbranchen stopper med at udvikle dieselmotorer, vil også tilstødende brancher som non road produktionen følge den grønne trend, og udbuddet af maskiner i markedet vil således ændre sig markant.

Det er dyrt at udvikle motorer til maskiner og køretøjer<sup>2</sup>. Udviklingen af fossildrevne motorer stopper derfor helt af sig selv, når den økonomiske belastning ved at udvikle dieselprodukter er større end ved ikke at gøre det.

Noget tyder dog på, at vi i et stykke tid fortsat vil se en udvikling af hybrid- og HVO<sup>3</sup>-baseret non road produkter, da ingen af maskinproducenterne p.t. er i stand til at producere rene el- eller brintdrevne maskiner i tilstrækkeligt omfang inden for de gældende økonomiske rammer.

Formålet med denne rapport er at skabe overblik over, hvilke muligheder og udfordringer der er for elektrificeringen af non road maskiner i dag og de næste 3 til 5 år - set fra bygherrens og entreprenørens synsvinkel.

Rapporten skal dermed gerne være et hjælpemiddel for kommuner og private bygherrer, når de står overfor udbudsprocesser i forbindelse med bygge- og anlægsprojekter. De konkrete personer, der har medvirket, og de kilder, vi henviser til i rapporten, kan med fordel kontaktes og anvendes for uddybende informationer, kommentarer samt sparring.

---

<sup>1</sup> blev lanceret i USA i 1975 og sidenhen i Europa

<sup>2</sup> Det koster ca. 2 milliarder kr. at udvikle en ny motor

<sup>3</sup> Hydrotreated Vegetable Oil og bliver ofte også betegnet som 2. generations biodiesel - er f.eks. baseret på brugt madolie, der bliver brintbehandlet og får de samme egenskaber som fossil diesel.

# Resumé og konklusioner

Som udgangspunkt synes både nordiske importører, producenter, bygherrer og entreprenører at være villige til en omlægning fra fossildrevne til emissionsfrie non road maskiner, og de ser også muligheder for en delvis overgang til fossilfri drift af non road maskiner i dag. Når det er sagt, er rapportens hovedkonklusion, at vi er meget tidligt i processen. Der er begrænset adgang til elektriske produkter på markedet og de økonomiske rammer for elektrificeringen fremmer ikke udviklingen.

Som det ser ud nu, er et 100% eldrevet bygge- og anlægsprojekt ikke realistisk. En kombination af kabel-, el-, batteri- samt HVO-drevne non road maskiner på byggepladsen er imidlertid muligt.

Der er nogle få projekter i Norge, som er gennemført helt uden fossildrevne maskiner, ligesom et projekt i Oslo blev gennemført med 97% emissionsfrie og eldrevne maskiner<sup>4</sup>. Ud over det ene projekt, har vi ikke kunnet finde andre projekter noget sted i Europa, hvor man har lykkedes med at gennemføre et komplet byggeprojekt med emissionsfrie non road maskiner.

I Københavns Kommune er klimavenlige bygge- og anlægspilotprojekter sammen med andre grønne tiltag i udbudsprocessen sat i værk, men også her er man i den spæde begyndelse. Intentionerne er der, men udfordringerne for elektrificeringen er også tydelige: Adfærdsændringen blandt entreprenørerne kræver politisk regulering og adgangen til opladning af de eldrevne maskiner skal løses.

Vi er dog nødt til at skelne mellem små maskiner, de meget store stationære maskiner og alle øvrige non road maskiner. I arbejdet med rapporten er det blevet tydeligt for os, at der findes et godt udbud af de eldrevne små maskiner samt elektriske udgaver af de meget store specialbygget stationære maskiner til byggepladserne. Rapportens konklusion er således lidt todelt: En overgang til elektrificerede udgaver af de to førnævnte maskinsegmenter er både praktisk og økonomisk muligt i dag. Hvad angår alle øvrige non road maskiner er både tilgængeligheden og de økonomiske forudsætninger ikke til stede på nuværende tidspunkt.

## Økonomi er en væsentlig stopklods for serieproduceret maskiner

Ingen af maskinproducenterne er på nuværende tidspunkt i stand til at udvikle og producere rene el- eller brintdrevne maskiner i tilstrækkeligt omfang grundet omkostningerne ved den grønne omlægning.

---

<sup>4</sup> Projektet er beskrevet senere i rapporten

Indkøb af batterielektriske maskiner er desuden betydelig dyrere end indkøb af dieselmaskiner med undtagelse af de mindste maskiner, som også nævnt ovenfor. Årsagen er todelt:

1. P.t. produceres der stort set ingen eldrevne non road maskiner direkte hos maskinproducenterne. Alle anlægsmaskiner er som udgangspunkt leveret med dieselmotorer og skal derefter ombygges. Med andre ord køber man en dieselmaskine og bygger så den om til en elektrisk maskine, hvilket betyder, at man reelt betaler for to drivlinjer inden salg eller udlejning af maskinen til entreprenøren<sup>5</sup>.
2. Batteridrevne non road maskiner kræver et kraftigt batteri med indbygget kølesystem for at holde en stabil driftstemperatur på batterierne. Disse systemer er meget kostbare uanset størrelsen på maskinen<sup>6</sup>.

I Danmark vurderer Københavns Kommune, at de grønne eldrevne non road maskiner er ca. 2 - 3 gange dyrere i indkøb end de normale dieselmaskiner<sup>7</sup>.

Ser vi på udgifterne ved indkøb af maskinerne, må man i Norge forvente en meromkostning på 2 gange prisen for kabel-elektriske maskiner og 3 - 5 gange prisen for batteridrevne anlægsmaskiner sammenlignet med indkøb af et tilsvarende dieselprodukt<sup>8</sup>. Her har man imidlertid statslig støtte til investering i emissionsfrie maskiner, hvorfor regnestykket knyttet til elektrificeringen ser anderledes ud for entreprenøren og/eller bygherren.

Til gengæld er driftsøkonomien på kabel-eldrevne maskiner betydelig bedre end på tilsvarende dieselmaskiner. Det samme gælder for batteridrevne maskiner, hvor HVO-drevne maskiner derimod er fordyrende, da biodiesel som drivmiddel er ca. 50% dyrere sammenlignet med fossil diesel.

Totalt set skal man dog, som det ser ud i dag, regne med en økonomisk merudgift på mindst 20 - 30% sammenlignet med den fossile teknologi, hvis man vælger batteridrevne non road maskiner til sit bygge- og anlægsprojekt<sup>9</sup>.

---

<sup>5</sup> Nasta AS og Rosendal Maskin AS, september 2021

<sup>6</sup> Nasta AS, september 2021

<sup>7</sup> Møde med repræsentanter fra Københavns Kommune den 6. september 2021

<sup>8</sup> Oslo Kommune og Becker AS, september 2021

<sup>9</sup> Oslo Kommune og Becker AS, september 2021

## Adgang og omkostninger til strøm

I dag er der i Danmark ikke klare retningslinjer for, hvem der har ansvaret for bestilling og betaling af tilførsel og brug af strøm til en byggeplads. Entreprenøren mener, det er bygherren, og bygherren mener, det er entreprenørens ansvar<sup>10</sup>.

En grundlæggende udfordring er, at der ofte er usikkerhed, om man kan få tilstrækkelig med strøm til sit byggeprojekt og opladningen af de emissionsfrie maskiner. I

Københavnsområdet, hvor Radius er netselskab, er der p.t. en ventetid på 9 - 12 måneder for at få behandlet en ansøgning om strømtilførsel til byggeprojekter.

Når strømtilførslen er på plads, kommer omkostningerne til selve etableringen af den nødvendige lade- og strøminfrastruktur til byggeprojektet oveni.

Enkelte entreprenører har enten på eget initiativ eller i partnerskab med strømleverandører anskaffet mobile 'powerbanks' til opladning af maskinerne. De fungerer på samme måde som dem, man benytter til mobiltelefoner, men er på størrelse med en 20 fods container, har en indkøbspris på ca. 5 millioner kroner per styk og kan forsyne to 20 tons gravemaskiner med tilstrækkelig strøm til en hel arbejdsdag<sup>11</sup>.

Men hvis løsningen med en powerbank på byggepladsen skal udnyttes maksimalt, kræver det, at man som entreprenør investerer i to 20 tons emissionsfrie gravemaskiner samt en powerbank, hvilket svarer til en samlet investering på ca. 15 millioner kroner. Til sammenligning koster to 20 tons dieselgravemaskiner ca. 4 millioner kroner.

## Politisk vilje og økonomisk støtte vil bane vejen for elektrificeringen

Politisk regulering er afgørende, hvis der for alvor skal "sættes strøm til" elektrificeringen på bygge- og anlægspladserne. Markedet kræver en tydelig politisk regulering med store økonomiske konsekvenser og incitamenter for producenterne af non road maskinerne, før elektrificeringen kan tage fart.

Rent teknisk og praktisk kan det godt lade sig gøre at lave en **fossilfri** byggeplads, men der skal politisk vilje og økonomisk støtte til, før det reelt bliver muligt for entreprenørerne.

At gennemføre et komplet byggeprojekt udelukkende via **emissionsfrie** non road maskiner er dog endnu ikke muligt. Behovet for strøm er så enormt, at det hverken lader sig gøre rent praktisk, sikkerhedsmæssigt eller økonomisk. Ligesom der på nuværende tidspunkt ikke findes et godt nok udvalg af eldrevne non road maskiner i markedet.

---

<sup>10</sup> Alle bidragsyderne til rapporten, september 2021

<sup>11</sup> Line Becker fra Becker AS, den 6. oktober 2021



## Udvalgte citater fra bidragsyderne til rapporten

*"Vi er klar til at skifte alle vores fossildrevne maskiner ud med kabel-elektriske, da disse både er billigere og bedre i både drift og for vores medarbejdere at benytte",*

Ketil Hagen, HMS-rådgiver, Entreprenørservice AS

*"Der er kun en måde at gennemføre overgangen til grønne maskiner på og det er ved faktisk at gøre det. For os giver det både mening og god økonomi",*

Line Becker, medejer, Becker AS

*"Ved at benytte fjernvarmeanlæg fremfor varmluft fra dieseldrevne pumper til at tørre betonen kan man fjerne store mængder af det totale udslip på en byggeplads",*

Per Anders Muri, kommunikationsdirektør, Betonmast AS

# Markedet for emissionsfrie non road maskiner

Udvalget af elektriske non road maskiner er stadig forholdsvis begrænset. Ligesom der også er relativt få producenter af eldrevne non road maskiner på nuværende tidspunkt. I takt med udviklingen vil markedet for eldrevne non road maskiner dog uden tvivl vokse.

Som et led i arbejdet med denne rapport har vi undersøgt, hvad der findes af emissionsfrie non road maskiner på det europæiske marked. Vi foretog undersøgelsen i sommeren 2021, og resultatet er præsenteret i bilag 1. Der er ikke tale om en udtømmende liste over eldrevne non road produkter, listen er derimod ment som et inspirationskatalog.

The Bellona Foundation har som international miljø NGO i disse år også rettet sit fokus mod udviklingen af emissionsfrie konstruktionsmaskiner samt de mange fordele, der er ved de eldrevne non road maskiner, når målet er at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen.

Bellona har som en del af sin forskning lanceret en database over '[Zero Emission Construction Machinery](https://bellona.org/news/air-pollution/2020-03-bellona-launches-first-database-on-zero-emission-construction-machinery)', altså en database over de grønne non road maskiner der allerede er udviklet og på markedet. Selv om Bellonas database løbende bliver opdateret, garanterer Bellona dog heller ikke, at alle tilgængelige eldrevne emissionsfrie non road maskiner fremgår af listen<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> <https://bellona.org/news/air-pollution/2020-03-bellona-launches-first-database-on-zero-emission-construction-machinery>



Grafikken er fra forsiden af Bellonas publikation  
'Zero Emission Construction Sites – Status 2019'<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> [https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2019/10/ZECS\\_Status2019.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2019/10/ZECS_Status2019.pdf)

# Økonomien i elektrificeringen af non road maskiner

Her følger en vurdering af, hvad overgangen til en elektrificeret non road maskinflåde på byggepladsen vil medføre i meromkostninger. Vi vælger i dette afsnit at dele non road maskinerne ind i fire kategorier og dykker ned i, hvordan økonomien i elektrificeringen ser ud i dag.

Non road maskinerne bliver ofte lejet til bygge- og anlægsprojekterne. Derfor skal man i beregningen af omkostningerne være opmærksom på, at leasing eller leje af maskinerne faktisk bliver en del af entreprenørens driftsomkostninger (også kaldet OPEX<sup>14</sup>), da det er udlejningsselskabet, som bærer selve initialomkostninger (også kaldet CAPEX<sup>15</sup>) for investeringen i de eldrevne maskiner.

Maskinerne er her opdelt i kategorierne:

- Mindre håndholdte maskiner
- Mellemstore maskiner som er hjuldrevne
- Meget store maskiner som er bæltedrevne
- Meget store maskiner som er stationære.

## Mindre håndholdte maskiner

De mindre håndholdte maskiner, som f.eks. vibratorplader, saxlifte, små dumpere og mini-gravere, kan i stor udstrækning allerede i dag udskiftes med batteridrevne og/eller kabeldrevne produkter. Der findes et relativt stort udvalg af disse emissionsfrie maskiner. De koster generelt ikke mere end tilsvarende maskiner på diesel og i de fleste tilfælde medfører overgangen til de eldrevne udgaver ikke en meromkostning.

De eldrevne udgaver af de mindre håndholdte non road maskiner er relativt enkle at lade op, og behøver ikke mere strøm, end der allerede er tilgængeligt via elnettet. Undtagelsen er den eldrevne minigraver. Den kræver mere strøm end normalt og er desuden ca. dobbelt så dyr i anskaffelse som en tilsvarende dieselgravemaskine.

---

<sup>14</sup> OPEX står for operational expenses

<sup>15</sup> CAPEX står for capital expenses

En stor del af de emissionsfrie mindre håndholdte maskiner er da også allerede taget i brug i byggeprojekter.

### **Mellemstore maskiner som er hjuldrevne**

Der er få af de eldrevne mellemstore maskiner på markedet, og som det ser ud nu er der en leveringstid på 9 - 12 måneder<sup>16</sup>. Til sammenligning er der en lille måneds leveringstid på en dieseldreven maskine af samme størrelse og type.

Med de mellemstore batteridrevne maskiner på hjul følger et stort behov for strøm på byggepladsen, og det betyder, at den ansvarlige for strømtilførslen må påregne en betydelig meromkostning til strøm og drift sammenlignet med et byggeprojekt med dieseldrevne maskiner.

De hjuldrevne maskiner på el er dog mere effektive i drift sammenlignet med de eldrevne bæltedrevne maskiner, da de kræver mindre energi fra batteriet, når de kører rundt.

Omkostningerne til eldrevne mellemstore maskiner på hjul ser nogenlunde sådan ud:

- Initialomkostningerne er ca. 50% større end for en tilsvarende dieseldreven maskine
- Driftsomkostningerne er ca. 30% mindre end for en tilsvarende dieseludgave
- Driftsomkostningerne er ca. 40% større for en HVO-udgave sammenlignet med en tilsvarende maskine på fossil diesel.

### **Meget store maskiner som er bæltedrevne**

De største eldrevne non road maskiner på markedet i dag er de bæltedrevne, der alle er specialbygget. Maskinerne er meget energikrævende og har en maksimal kapacitet på 4 timers drift, før de skal oplades.

Opladningen kræver i sig selv store mængder strøm - større mængder end det normale elnet kan trække, hvilket man skal have med i planlægningen af strømtilførslen til byggepladsen. Man er med andre ord nødt til at planlægge en overkapacitet af strøm f.eks. opbygning af en ladeplads til elbiler i nærheden af byggepladsen. Uden den ekstra tilførsel af strøm på permanent basis kan det sandsynligvis ikke lade sig gøre at tilføre byggepladsen tilstrækkelig strøm til de store bæltedrevne maskiner under byggeprocessen<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Nasta AS og Rosendal Maskin AS

<sup>17</sup> Becker AS og Oslo Kommune

Løsningen kan være powerbanks til opladningen af de store maskiner. Powerbanks kræver ikke store mængder strøm for at lades op og kan nøjes med den eksisterende strøm på byggepladsen. Parallelt kan powerbanks afgive store mængder strøm hurtigt, så selv de største bæltedrevne maskiner kan køre dagen lang.

Prisen for en powerbank er høj, men den har meget lave driftsudgifter og lang levetid. Powerbanks kan benyttes om og om igen og er derfor meget anvendelige på større byggepladser med flere elektriske maskiner.

Omkostningerne ved større elektriske bæltedrevne maskiner ser nogenlunde sådan ud:

- Initialomkostningerne er ca. 3 gange højere ved de største bæltedrevne elektriske anlægsmaskiner end en tilsvarende dieseldreven maskine
- Dertil kommer en udgift på ca. 5 millioner kroner for en powerbank, der kan oplade 2 store anlægsmaskiner
- Driftsomkostningerne ved de store elektriske bæltedrevne maskiner er p.t. ukendte.

### **Meget store maskiner som er stationære**

Store non road maskiner, som er stationære og sjældent skal flyttes rundt på byggepladsen, er ideelle i en kabel-elektrisk udgave. Disse maskiner er alle specialbygget helt fra bunden.

Problematikken ved de store eldrevne stationære maskiner er igen tilførslen af strøm samt optimal beskyttelse af strømkablet på byggepladsen, og man må forvente en betydelig meromkostning på 2-3 gange normal, hvad angår sikring af strømtilførslen. Der skal f.eks. graves kabelgrøfter fra transformatorstationen til byggepladsen. I bytætte områder kan det betyde opgravning af veje, fortove etc. Maskinerne er energikrævende, så strømtilførslen til byggeprojektet skal planlægges nøje, og det bør ingeniørerne bag påmindes om og trænes i, oplyser flere af kilderne til denne rapport.

De store stationære non road maskiner bruges f.eks. til at bygge fundamentet på en byggeplads. Vi har talt med Entreprenørservice AS, der bl.a. står for denne del i byggeriet, og de er udpræget positive over de kabel-elektriske udgaver af maskinerne. Deres erfaringer viser nemlig, at der er en reel besparelse i både initial- og driftsomkostninger ved at overgå fra HVO/diesel til kabel-elektriske maskiner. Årsagen til, at det fungerer for dem med kabel-elektriske køretøjer er, at de køretøjstyper, de benytter, sjældent bevæger sig ret langt. Dermed kan det lade sig gøre, at installere infrastruktur til kabler til køretøjerne.

### Eksempel på de samlede omkostninger

De mellemstore og store hjul- og bæltedrevne non road maskiner, der ofte benyttes på byggepladserne, vil som eldrevne udgaver indebære initialomkostninger, der er 2 - 3 gange større end ved tilsvarende dieselmaskiner. Dertil skal man medregne omkostningerne til de store mængder strøm samt evt. udgifterne til en powerbank, der skal til, før de elektriske maskiner fungerer og kan lade op. Generelt har disse maskiner dog stor ladekapacitet og lader derfor forholdsvis hurtigt op, hvis der er tilstrækkelig med strøm.

Et konkret eksempel på de samlede omkostninger for en stor 20 tons gravemaskine kan se således ud:

| Maskine                      | Drivlinje  | Initialomkostninger | Driftsomkostninger                |
|------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------------|
| 20 tons gravemaskine         | Diesel/HVO | Kr. 1.750.000       | Faktor 100                        |
| 20 tons gravemaskine         | El         | Kr. 4.500.000       | Minus 20% sammenlignet med diesel |
| Powerbank                    | El         | Kr. 4.500.000       | N/A (ikke tilgængelig)            |
| Sum powerbank + gravemaskine | El         | Kr. 9.000.000       | N/A                               |
| Difference: Diesel/El        |            | Kr. 7.250.000       | Minus 20% sammenlignet med diesel |

Til ovennævnte eksempel skal man dog have in mente, at en powerbank kan holde to 20 tons gravemaskiner opladt, så de kan grave kontinuerligt gennem en hel arbejdsdag.



# Hvor er vi i processen mod elektrificering?

Fossil diesel kan i princippet afvikles på byggepladserne allerede i dag uanset maskinstørrelse og -type. Non road maskinerne kan som udgangspunkt køre på enten el eller HVO-diesel. Vi er dog et godt stykke fra ren elektrificering.

De repræsentanter fra bygge- og anlægsbranchen, som vi har talt med, oplyser, at det overordnet set reelt er muligt at udskifte gennemsnitligt ca. 50% af alle maskinerne fra diesel til el.

Hvad angår de mindre og de allerstørste stationære maskiner, så kan man faktisk næsten gå helt over til el/kabel-el, mens man, når det handler om de øvrige non road maskiner, med fordel kan udskifte mellem 15 og 35% af maskinerne til eldrevne versioner – afhængig af type. Når det handler om de eldrevne mellemstore maskiner, er det i dag muligt at få leveret emissionsfrie udgaver af f.eks. dumpere og gravemaskiner, men de elektriske maskiner dækker kun ca. 50% af behovet på byggepladsen<sup>18</sup>.

Producenter som Hitachi, Caterpillar og Doosan har gennem flere år ombygget nye hjulrevne dieselmaskiner til elektriske, og alligevel er der i dag ikke mere end ca. 100 af de eldrevne mellemstore maskiner i drift rundt omkring i Norge<sup>19</sup>. Frem mod 2025 vil flere producenter komme med elektriske non road produkter direkte fra fabrikken, og det vil betyde, at behovet for at bygge dieselmaskiner om til el vil blive mindre og mindre.

## Særlige vilkår i planlægningen af grønne bygge- og anlægsprojekter

Hvis en bygherre vælger at elektrificere byggepladsen, er han nødt til at planlægge byggeprojektet på en anden måde end normalt. Omlægningen til el skal planlægges og projekteres i god tid før et byggeprojekt igangsættes. Både strøm og maskiner skal, som det ser ud nu, bestilles minimum 12 måneder før, et byggeprojekt går i gang.

Som entreprenør skal man på samme måde planlægge langt frem i forhold til investering i maskinerne, tilførslen af strøm til dem, brug af powerbanks og/eller andre løsninger til opladning af maskinerne - og alle disse investeringer skal således foretages før, man kan afgive tilbud på byggeprojektet.

---

<sup>18</sup> Alle bidragsyderne til rapporten, september 2021

<sup>19</sup> Fremgik på møde med Nasta AS, september 2021

# Regulering i overgangen til emissionsfrie maskiner

Uden regulering og økonomisk støtte vil det tage meget lang tid, før elektrificeringen i byggeprojekterne for alvor tager fart i Danmark. Markedet for non road maskiner har brug for politiske beslutninger og økonomisk støtte for at sikre en målrettet overgang til elektrificering af maskinerne. Behovet for regulering og støtte varierer dog efter maskintype og -størrelse.

Meromkostningerne ved at vælge **de små elektriske non road maskiner** er med undtagelse af den eldrevne minigraver relativt begrænsede for entreprenøren, og driftsomkostningerne ved at gå over til de eldrevne udgaver er samtidig betydelig mindre end de dieseldrevne versioner. Elektrificeringen er da også i høj grad godt på vej, når vi taler om de mindre non road maskiner på byggepladserne, og derfor er der ikke umiddelbart behov for yderligere regulering fra myndighedernes side.

**Meget store eldrevne stationære maskiner** koster overordnet set heller ikke mere end tilsvarende dieselmaskiner i initialomkostninger, og driftsomkostningerne kan forventes at være betydelig mindre. Problematikken er den tillægsstrøm, der skal til for at benytte de store stationære maskiner og det vil være en bekostelig anlægsinvestering. Hvor stor en meromkostning, bygherre og/eller entreprenører skal forvente, er dog umulig at sige noget om, da vi ikke kender til konkrete byggeprojekter i Danmark, hvor omkostningerne for elektrificeringen fremkommer. Men det er sikkert, at de store eldrevne maskiner kræver store mængder strøm, hvorfor gader, fortov, parkeringspladser etc. potentielt set skal graves op for at få strømtilførslen til byggepladsen til at fungere optimalt.

Vurderingen er dog samlet set, at økonomien i de store stationære kabel-eldrevne maskiner holder, og der er derfor ikke umiddelbart behov for yderligere regulering her<sup>20</sup>.

Det er et noget andet billedet, når vi kigger på **de mellemstore og store eldrevne maskiner** på byggepladserne. De er nemlig markant mere omkostningstunge sammenlignet med tilsvarende dieselmaskiner.

Entreprenøren og bygherren må ved elektrificering af de store og mellemstore maskiner på byggepladsen regne med, at anlægsomkostningerne vil stige til minimum det dobbelte

---

<sup>20</sup> Entreprenørservice AS, september 2021

uanset maskintype. Ligesom driftsomkostningerne også vil stige markant ved udskiftning til de grønne udgaver af mellemstore/store hjul- og bæltedrevne maskiner.

På baggrund af ovenstående vurdering af de samlede omkostninger virker en investering i de eldrevne versioner af store og mellemstore maskiner på nuværende tidspunkt usandsynlig. Med mindre, der ydes betydelig økonomisk støtte fra det offentlige eller bygherren accepterer betydelig forøget anlægsomkostninger, kommer de fleste entreprenører ikke til at vælge denne type emissionsfrie maskiner, med mindre at de bliver tvunget til det ved f.eks. lovgivning.

### **Andre greb til at fremme elektrificeringen**

Et andet greb til at fremme elektrificeringen på byggepladserne er regulering i udbuds- og tildelingskriterierne i bygge- og anlægsprojekterne. Alternativt skal der decideret lovregulering til, der forbyder dieselmaskiner.

Elektriske produkter vil uden tvivl blive udkonkurreret af diesel/HVO i alle udbud/tilbud, hvor prisen ofte stadigvæk udgør minimum 50% af tildelingskriteriet, hvis ikke tildelingskriterierne ændres og/eller økonomisk støtte tildeles.

En kombination af økonomisk støtte til de grønne investeringer og regulering af bygge- og anlægsprojekterne lader til at være vejen frem, hvis elektrificeringen af byggepladserne for alvor skal tage fart. Det tyder erfaringerne fra Norge på, som vi kommer ind på nedenfor.



Billedet er fra [teknologisk.dk](https://www.teknologisk.dk) og ligger på siden, der fortæller om projektet 'Fremtidens Grønne Byggeplads'.

# Erfaringer fra Norge

Norge har som land taget førertrøjen i den grønne omstilling af bygge- og anlægsbranchen. Oslo Kommune er toneangivende i elektrificeringen af non road maskinerne og branchen i Norge, og det er derfor i høj grad data og erfaringer fra Oslo, som andre byer kigger til i deres kamp for at indfri mål om nedbringelse af CO<sub>2</sub>-udledningen i henhold til FN's klimamål og Paris-aftalen. Oslo er således også en vigtig del af datagrundlaget for denne rapport.

## Oslos målsætninger og den første emissionsfrie byggeplads

Oslo Kommune har en ambition om at have reduceret byens samlede udslip af drivhusgasser med 95%, inden vi når frem til 2030<sup>21</sup>. De norske klimaambitioner er høje, og Oslo er klar over, at CO<sub>2</sub>-udledningen fra bygge- og anlægsbranchen er et vigtigt område at tackle, hvis målsætningerne skal nås.

I 2018 begyndte Oslo Kommune at projektere, hvad der er blevet kendt som verdens første emissionsfrie byggeprojekt. Selve projektet<sup>22</sup> gik i gang i september 2019 og kan betragtes som pilotprojekt og et vigtigt led i byens mission om at indfri Oslos klimamål fra samme år, hvor der stilles krav om, at alle offentlige bygge- og anlægsprojekter skal være emissionsfri inden 2025<sup>23</sup>.

Kravet til byggeprojektet i Oslo var en fuldt ud emissionsfri byggeplads, hvilket dog viste sig ikke at være helt muligt at opnå. Projektet blev reelt set gennemført med 97% eldrevne maskiner og var derfor ikke 100% emissionsfrit. Det viste sig, at man blev nødt til at tillade dieselmaskiner til dele af arbejdet på byggepladsen. Der var f.eks. enkelte elementer, der krævede en svejse-/skærebrænder og anden flammebehandling for at smelte membran og materiale sammen, og til denne opgave var der ikke noget emissionsfrit alternativ. Ligesom

---

<sup>21</sup> Sammenlignet med byens CO<sub>2</sub>-udslip i 2009. Se f.eks.: <https://magasin.oslo.kommune.no/byplan/ny-gagate-gir-nytt-liv-til-sentrum#gref>

<sup>22</sup> på Olav Vs Gate i centrum af Oslo

<sup>23</sup> <https://www.coi.dk/nyheder/2021/juli/saadan-fik-oslo-verdens-foerste-emissionsfri-byggeplads/> og [https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2019/10/ZECS\\_Status2019.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2019/10/ZECS_Status2019.pdf)

det ikke var muligt at skaffe et tilstrækkeligt antal eldrevne vibratorplader til byggeprojektet<sup>24</sup>.

Oslo Kommune anslår, at deres administrative meromkostninger for det emissionsfrie byggeprojekt var ca. 30% i planlægningsfasen og 20% i opfølgningsfasen. Byggeprojektet blev samlet set ca. 50% dyrere, da man fik støtte fra staten (Enova<sup>25</sup>) og ekstra bevillinger fra Oslo Kommune.

Uden projektering af offentlige ladepladser for elbiler på samme sted ville det ikke have været forsvarligt hverken økonomisk eller sikkerhedsmæssig at fremføre den mængde strøm, som var nødvendig for at benytte elektrificerede non road produkter. Det viste sig nemlig, at man var nødt til at grave lange strømgrøfter over offentlig vej og gennem parker for at få strømmen frem til byggepladsen.

Konklusionen knyttet til gennemførslen af den emissionsfrie byggeplads blev, at alt sådan set gik efter planen: Projekteringen begyndte i juli 2018. Strømtilførslen var på plads 14 måneder senere i september 2019. De eldrevne maskiner, der blev benyttet, fungerede og medførte ingen forsinkelser i projektet.

Oslo kommune har, efter vi besøgte dem i efteråret 2021, udarbejdet en omstillingsplan for deres maskinpark. Her er [link](#) til omstillingsplanen.



---

<sup>24</sup> Oslo Kommune

<sup>25</sup> Enova er en organisation under Klima og miljødepartementet i Norge. Enova arbejder for reduktion af Norges udledning af drivhusgasser og står bl.a. for at give økonomisk støtte til klimavenlige tiltag. Læs mere på [enova.no](https://enova.no)



Billedet viser Olav Vs Gate i Oslo, hvor det første emissionsfrie byggeprojekt foregik. Billedet er taget af Peter Gløersen og er fra Oslo Kommunes hjemmeside.<sup>26</sup>

### **Andre norske erfaringer med eldrevne non road maskiner**

Oslo er naturligvis ikke det eneste sted i Norge, hvor der er blevet anvendt eldrevne non road maskiner. Her nævner vi et par eksempler.

Entreprenøren NCC har på flere byggepladser i Norden testet forskellige prototyper af eldrevne non road maskiner. Eksempelvis i Bergen i Norge hvor en batteridrevet Liebherr 16 boremaskine er blevet brugt til tunelboring og en elektrisk stensorteringsmaskine er blevet testet<sup>27</sup>.

Trondheim Kommune har de seneste år også kørt pilotprojekter med emissionsfrie non road maskiner på kommunens byggepladser. Her i 2021 har f.eks. en Cat Z-Line 310 gravemaskine været i brug i Trondheims centrum<sup>28</sup>.

### **Entreprenørens syn på den grønne omstilling i Norge**

Entreprenørernes erfaringer og syn på den grønne omstilling varierer lidt. De er dog generelt set enige om, at reglerne for tildeling af point i offentlige udbud/tilbud og således tildeling af kontrakter ikke har været gode nok set i bakspejlet. De har alle oplevet, at andre entreprenører snød sig til kontrakter ved kun at bruge fossilfrie non road maskiner i korte perioder af byggeprocessen<sup>29</sup>.

Endvidere oplyser entreprenørerne, at investeringerne, de har gennemført, kun er mulige, fordi de forventer at få adgang til flere offentlige byggeprojekter, netop fordi de har investeret i en fossilfri non road maskinpark.

Det er i den sammenhæng værd at bemærke, at entreprenører, som satser på fossilfrie maskiner, har en driftsrentabilitet<sup>30</sup> og et resultat før skat<sup>31</sup>, som er under halvdelen af, konkurrenternes gennemsnitlige resultater de sidste 3 år.

---

<sup>26</sup> <https://magasin.oslo.kommune.no/byplan/ny-gagate-gir-nytt-liv-til-sentrum#gref>

<sup>27</sup> <https://www.ncc.dk/medier/pressrelease/c1484fdb2b3e30af/>

<sup>28</sup> <https://anleggsmaskinen.no/2021/06/forste-anleggsgartnerjobb-med-ny-el-maskin/>

<sup>29</sup> Dette har Oslo Kommune også medgivet

<sup>30</sup> Også kaldet EBITDA, der står for Earnings Before Interest Taxes Depreciation and Amortization. Begrebet bliver ofte anvendt som et parameter til at sammenligne virksomheder

<sup>31</sup> Også kaldet EBT, der står for Earnings Before Taxes

Investeringerne, entreprenørerne er nødt til at tage for at få opgaverne fra det offentlige, er store sammenlignet med deres konkurrenter i et marked, hvor langt de fleste private bygherrer ikke stiller krav til emissionsfrie maskiner.

Becker AS i Norge satser tungt på batteridrevne maskiner. De har et resultat før skat på ca. 3,5 – 4,1%. Deres konkurrent Oslo Byggeentreprenør AS har tilsvarende et resultat før skat på mindst 10% de seneste 5 år<sup>32</sup>.

### **Producentens syn på den grønne omstilling i Norge**

Generelt oplyser de producenter, vi har talt med, at vi er i en meget tidlig fase af elektrificeringen af non road produkter. Faktisk i en så tidlig fase at producenterne ikke selv producerer elektriske non road maskiner. De producerer stadigvæk dieselmaskiner, som derefter sendes til lokale forhandlere/importører, der selv bygger dem om til elektriske maskiner. Alle er enige om, at dette er en meget fordyrende måde at frembringe de eldrevne maskiner på.

Efterspørgslen på markedet vokser men er ikke stor. Det forventes, at der vil gå omkring 5 år før efterspørgslen efter eldrevne maskiner bliver så stor, at serieproduktion bliver en realitet for de fleste af non road maskinerne.

Producenternes forventninger hænger godt sammen med de generelle forventninger, der er til teknologiudviklingen knyttet til batterierne og opladningen. Her regner man med, at der også kommer til at gå ca. 5 år før, man får et gennembrud, som gør produktionsøkonomien mere konkurrencedygtig end den fossile teknologi.

### **Regulering, krav og støtte fra de norske myndigheder**

De norske myndigheder har etableret et støttesystem (via Enova), som bidrager med økonomisk støtte i overgangen fra fossil til bæredygtig transport. Herunder også støtte til non road produkter.

Et af hovedkravene for adgang til økonomisk støtte i Norge er, at den årlige reduktion af diesel skal være minimum 10.000 liter pr non road køretøj, der gives støtte til.

Den maksimale støtte, en entreprenør i Norge kan få, er 50% af meromkostningerne, der er ved at investere i eldrevne eller andre fossilfrie køretøjer, såfremt diverse kriterier er indfriet.

Grunden til, at Enova 'kun' dækker op til 50% af meromkostningerne for investeringen i en eldreven maskine, er, at entreprenøren i kraft af den grønne investering vil blive foretrukket af offentlige bygherrer og således får adgang til flere byggeprojekter fremover.

---

<sup>32</sup> Proff.no

# Erfaringer fra Danmark

Københavns klimaplan rummer bl.a. et mål om at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen fra tunge køretøjer med 30 - 40% frem mod 2025<sup>33</sup>. Herunder hører de arbejdsmaskiner, der bliver anvendt i bygge- og anlægssektoren, og som en særlig indsats begyndte Københavns Kommune i 2020 at arbejde målrettet mod, hvordan kommunen kan fremme anvendelsen af de fossil- og emissionsfrie arbejdsmaskiner i de københavnske anlægsprojekter.

## Københavns Kommune

København har proklameret, at byen vil være verdens første CO<sub>2</sub>-neutrale hovedstad i 2025<sup>34</sup> og har i sin klimaplan 'KBH. 2025 Klimaplanen' beskrevet de investeringer og tiltag, kommunen vil foretage på rejsen mod et CO<sub>2</sub>- neutralt København.

Norges hovedstad Oslo er en stærk inspirationskilde for Københavns Kommune i processen mod den grønne omstilling af bygge- og anlægssektoren. København og Oslo har bl.a. indgået et samarbejde om at indkøbe klimavenlige arbejdsmaskiner, ligesom København (også med inspiration fra Oslo) har valgt, at udgangspunktet skal være, som i tilfældet Oslo, at et krav i pilotprojekterne er, at der bruges fossil- og/eller emissionsfri arbejdsmaskiner, som den bærende strategi (med et flytbar grænse på nu krav om el på arbejdsmaskiner under 2,5 ton og enten/eller over) -Planen er på sigt er at gå mere og mere over til ren elektrificering på arbejdsmaskinerne i projekterne efterhånden som tilgængelighed, driftssikkerhed og pris er til det<sup>35</sup>.

---

<sup>33</sup> KBH. 2025 Klimaplanen

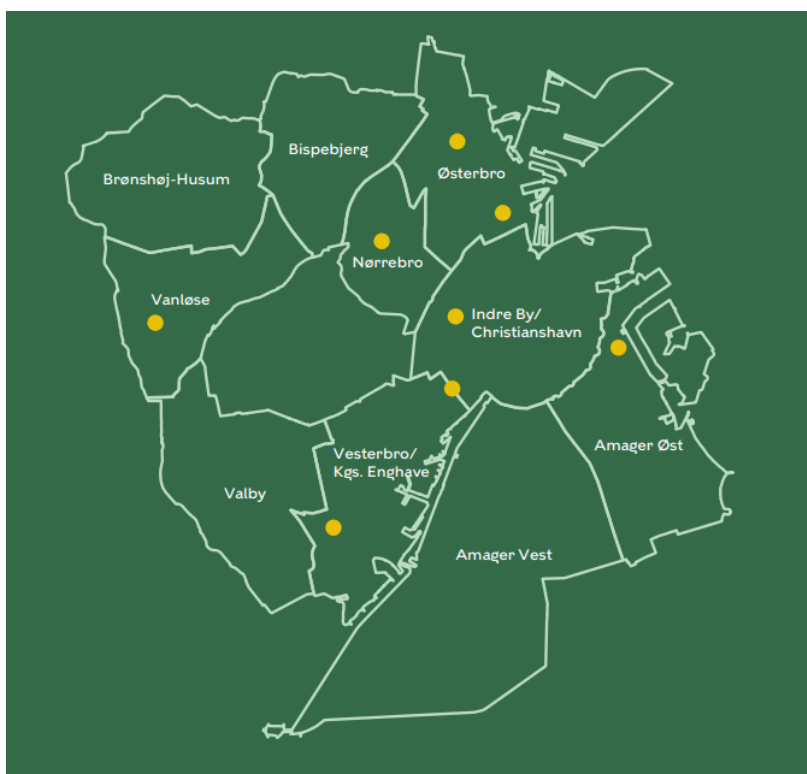
<sup>34</sup> Den 5. november 2021 fremgik det dog af nyhedsudsendelser, at Københavns Kommune ikke længere tror på, at dette mål er realistisk

<sup>35</sup> Møde med repræsentanter fra Københavns Kommune den 6. september 2021



### Klimavenlige bygge- og anlægspilotprojekter i København

Københavns Kommunes erfaring med at anvende emissionsfrie maskiner på byggepladserne i kommunen går dog kun tilbage til 2020, hvor de første forsøg med fossil- og emissionsfrie anlægsprojekter blev igangsat. Det første af de 10 pilotprojekter, nemlig projektet på Straussvej i København SV., sluttede i juni 2021<sup>36</sup>. Erfaringerne fra pilotprojekterne vil Københavns Kommune trække på i processen mod en generelt krav om fossil- og/eller emissionsfri arbejdsmaskiner og ift. et generelt fokus på en grøn omstilling af fremtidige bygge- og anlægsprojekter og byggepladser i kommunen.



Illustrationen er fra 'Københavns Kommunes årsrapport for bæredygtige indkøb 2020' og viser de grønne pilotprojekter i Københavns Kommune.

### Ændringer i udbud skal fremme den grønne omstilling

Et af de steder, hvor kommunen virkelig kan skubbe til den grønne omstilling, er i de offentlige indkøb. Københavns Kommune er opmærksom på, at der skal stilles krav til reduktion af miljøpåvirkningen, når kommunen indkøber produkter og services. Det gælder i høj grad også i forhold til indkøb til bygge- og anlægsprojekter. Her forsøger kommunen som et nyt element i deres udbud at indtænke, hvordan udbudskravene kan blive så grønne som

---

<sup>36</sup> Københavns Kommunes årsrapport for bæredygtige indkøb 2020

muligt, så valget i sidste ende kommer til at falde på de entreprenører, der er mest grønne i deres tilbud.

### **Netværk på tværs af kommuner og interessenter med grøn interesse**

Klima og Miljøforvaltningen i Københavns Kommune har i feb. 2020 taget initiativ til et netværk for involverede interessenter i den grønne omstilling af non road køretøjer og på sigt byggepladser. Netværket<sup>37</sup> er for alle aktører i hele værdikæden og samler f.eks. offentlige indkøbere, private entreprenører samt maskinudlejningsfirmaer og er til for at fremme samarbejdet og udviklingen af den grønne omstilling.

På nuværende tidspunkt består netværket blandt andet af Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune, Dansk Industri – Dansk Byggeri, Metroselskabet, Vejdirektoratet, By & Havn, Aarsleff, NCC, STARK, GSV og ca. 40 øvrige i branchen<sup>38</sup>. Netværket **er åben for alle interessenter**, der kan se en fordel i et pro-aktivt samarbejde for en omstilling til fossil- og emissionsfri løsninger.

Et af indsatsområderne, som netværket løbende har på agendaen, er, hvordan anlægsudbuddene fremover kan forbedres, og fx inkludere optioner om, hvad merprisen er, hvis de små maskiner på de københavnske byggepladser skal køre på el (under 2,5 ton) og den øvrige maskinpark på enten el eller biobrændstof, fortæller Claus Wilhelmsen<sup>39</sup> fra Teknik- og Miljøforvaltningen, som også er projektleder for netværket.

### **Adfærdsændring blandt entreprenørerne er et must**

En af de andre store udfordringer i den grønne omstilling af byggepladserne i København er den adfærdsændring, der skal ske blandt entreprenørerne, før der bliver sat skub i udviklingen mod grønnere byggepladser. Et væsentlig spørgsmål på agendaen er derfor: Hvordan kan kommunen give entreprenørerne et økonomisk incitament til at ændre adfærd?

Det er entreprenørernes lyst til at fravælge de emissionstunge maskiner og i stedet vælge emissionsfrie i anlægsprojekterne, der skal tilskyndes. Og her er det åbenlyst, at entreprenørerne skal kunne se det økonomiske incitament i det grønne valg af maskiner, før det reelt sker.

---

<sup>37</sup> Samarbejdsforum for fossil- og emissionsfrie arbejdsmaskiner

<sup>38</sup> Danmarks største udlejningsfirma når det drejer sig om entreprenørmaskiner

<sup>39</sup> På et møde den 6. september 2021

### **Opladning er en anden central udfordring**

Københavns Kommune har fra de førnævnte pilotprojekter bl.a. erfaret, at opladningen af de emissionsfrie non road maskiner i anlægsprojekterne er noget, der kræver en del overvejelser.

Opladningsproblematikken bliver større, jo flere af non road maskinerne på den enkelte byggeplads, der er emissionsfrie:

- Opladningstiden varierer fra maskine til maskine, ligesom det er ret forskelligt, hvor langt de klimavenlige non road maskiner kan køre på en opladning. Og måske er der forskel på typen af stik, som maskinerne skal bruge til opladningen, da der heller ikke er etableret standarder på det område endnu.
- Adgangen til opladning af de grønne maskiner kan desuden løses på forskellige måder. Hvis en entreprenør er i gang på flere byggepladser i byen, vil det måske give mest mening at køre maskinerne tilbage til et fast opladningssted ved fyraften, så de kan lade op til næste dags arbejde.
- Et alternativ kan være at bruge mobile powerbanks, der kører på solceller og leverer strøm til maskinerne, på de forskellige byggepladser.
- Men kommunen overvejer også, om det vil kunne give mening at indtænke opladning af non road maskiner i de kommende ladestandere til elbiler, der er planlagt, så bygge- og anlægspladser også kan oplade arbejdsmaskiner fra disse ladestandere.

### **Andre danske erfaringer med emissionsfrie non road maskiner**

Det lader ikke til, at der endnu er andre danske eksempler på decideret 100% emissionsfrie projekter, der kan henvise til i rapporten, udover projektet på Strøget i København (og så har Nordkysten altså også et mere de har præsenteret på konference i Middelfart i Nov. 2021, se: [På vej mod grønne byggepladser \(danskindustri.dk\)](https://www.danskindustri.dk/underpraesentationer-ver-2/) under præsentationer ver. 2). Københavns Kommune har i sin første periode 2020/21 med fossil- og emissionsfrie anlægsprojekter gennemført 15-20, og i 2020 blev eldrevne maskiner fra Tobroco-Giant f.eks. anvendt i et projekt på gågaden i Silkeborg<sup>40</sup>.

I januar 2021 startede Teknologisk Institut projektet 'Fremtidens Grønne Byggeplads' i samarbejde med blandt andre Per Aarsleff A/S og Aarhus Universitet. Projektet er støttet af Miljøministeriet og går ud på at etablere forskellige grønne tiltag på en eller flere

---

<sup>40</sup> <https://www.tobroco-giant.com/en/news-and-events/news/buus-landscaping-uses-electric-giant-wheel-loader-in-city-centre/>

byggepladser i Danmark, hvor Per Aarsleff er entreprenør, og så løbende måle den konkrete effekt af tiltagene via sensorer og lokationsteknologi<sup>41</sup>.

Formålet med projektet er at levere viden om, hvilke grønne tiltag på byggepladsen der faktisk giver størst klima- og miljøeffekt for pengene, og håbet er, at projektet kan inspirere bygherrer og entreprenører til at kræve mere bæredygtige byggepladser fremover.

Teknologisk Institut regner med at afslutte projektet i december 2023. [Læs mere om Fremtidens Grønne Byggeplads her.](#)

## Europæiske erfaringer

Ligesom Oslo og København fokuserer på, hvordan CO<sub>2</sub>-udledningen fra byggepladser og non road maskiner kan reduceres, bliver der også i andre europæiske byer implementeret 'zero emission' tiltag i bygge- og anlægsprojekter. Dog er vi også her i en tidlig fase, og det lader ikke til, at der er gennemført nogle større projekter på nuværende tidspunkt.

Vi har via desk research i juni 2021 fundet frem til flere europæiske byer, hvor emissionsfrie non road maskiner er blevet anvendt og testet. Se bilag 2 for liste over europæiske byer og tilhørende kilder. Her nævner vi blot nogle eksempler:

I Erfurt i Tyskland var det bl.a. en elektrisk minigraver, hjullæsser samt vibratorplader fra Wacker Neuson, der blev anvendt i forberedelserne af Bundesgartenschau 2021<sup>42</sup>.

I en grusgrav i Ohkola, Finland, har entreprenøren NCC bl.a. testet en elektrisk knusnings- og stensorteringsmaskine fra Metso<sup>43</sup>.

I Schweiz er Volvos L25 Electric hjullæsser f.eks. blevet anvendt i flere af virksomheden Eberhards projekter i bl.a. Zürich<sup>44</sup>. Og i Amsterdam anvender den hollandske

---

<sup>41</sup> <https://www.teknologisk.dk/projekter/projekt-fremtidens-groenne-byggeplads/42904>

<sup>42</sup> En årlig haveudstilling i Tyskland – kaldes også for BUGA

<sup>43</sup> <https://www.ncc.dk/medier/pressrelease/c1484fdb2b3e30af/>

<sup>44</sup> <https://www.volvoce.com/global/en/news-and-events/press-releases/2021/first-volvo-ce-electric-machines-give-an-extra-boost-to-switzerlands-greenest-city/>

entreprenørvirksomhed Heijman f.eks. G2200E X-tra maskiner fra Tobroco Giant til vejarbejde i centrum af byen<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup> <https://www.tobroco-giant.com/en/news-and-events/news/three-electric-giant-g2200e-x-tra-wheel-loaders-work-without-emissions-for-heijmans-in-the-centre-of-amsterdam/>





Billedet er taget af [Keijiro Takahashi](#).

# Bilag 1: Eldrevne non road maskiner på markedet

Her er nogle af de eldrevne non road maskiner på markedet præsenteret. Oplysningerne er fundet i sommeren 2021. Som tidligere skrevet, er der ikke tale om en udtømmende liste. Se også Zero Emission Construction Machinery-databasen fra Bellona<sup>46</sup>.

Maskinerne har vi opdelt i 'minigravere og kompakte gravemaskiner', 'store gravemaskiner', 'minilæssere og kompakte læsser' samt 'hjul og mini dumpere'. Maskinernes kapacitet og rækkevidde er fremhævet så vidt muligt, og vi linker desuden til nærmere specifikationer.

## Minigravere og kompakte gravemaskiner

**K008-3 og U10-3** fra Kubota er producentens to mindste minigravemaskiner. De eldrevne udgaver har samme dimensioner og kan udføre det samme arbejde som de dieseldrevne udgaver. K008-3 og U10-3 kører begge på en 7,5 kW elmotor<sup>47</sup>. Forskellen på de to Kubota maskiner ligger i størrelsen og det hydrauliske system, og så har U10-3 den fordel, at bagenden ikke stikker ud over larvebåndet, når maskinen drejer og vender.

[Se specifikationer for K008-3 her](#) og [specifikationer for U10-3 her](#)



---

<sup>46</sup> <https://bellona.org/database-emission-free-construction-equipment-by-manufacturer>

<sup>47</sup> Det oplyses ikke, hvor lang tid de to maskiner kan køre på et fuldt opladt batteri



**Volvo ECR25** er den første i Volvos sortiment af elektriske kompakte gravemaskiner. Den vejer 2,7 ton, kører på en elmotor på 18 kW og kan køre i op til 4 timer på et fuldt opladt batteri afhængig af opgaverne.

Volvo er pt. i gang med at udvide sin eldrevne maskinserie<sup>48</sup>.

[Se alle specifikationer her.](#)



**YANMAR SV08** er en el minigraver, der vejer godt 1 ton og kører på en elmotor<sup>49</sup>.

[Se specifikationerne her.](#)



---

<sup>48</sup> <https://www.volvoce.com/danmark/da-dk/entreprenoermaskiner-as/products/electric-machines/add-silence/>

<sup>49</sup> Der fremgår desværre ikke flere oplysninger om maskinen på:  
<https://nordjysklift.dk/nlshop/produkter/gravemaskine/minigravere/kubota-el-minigraver-380v>

## Store gravemaskiner

Cat 320 z-line er udviklet på baggrund af et samarbejde mellem Caterpillar og Pon Equipment i Norge. Den mellemstore eldrevne gravemaskine på godt 25 ton har en elmotor på 120kW og kan køre mellem 5 og 8 timer på en fuld opladning afhængig af opgaven den udfører.

[Se flere specifikationer her \(norsk brochure\).](#)



ZERON ZE210 fra Nasta på 23,7 ton kører på kabel og/eller batteri. Motoren er på 128,4 kW og kan køre op til 6 timer, hvis den udelukkende kører på et fuldt opladt batteri – afhængig af opgaverne.

[Se specifikationer her.](#)



**ZERON ZE160** fra Nasta på 18,6 ton kan køre på kabel og/eller batteri. Motoren er på 86 kW og kan køre 30-60 minutter på et fuldt opladt batteri, når den udelukkende kører på et fuldt opladt batteri – igen afhængig af opgaverne.

[Se specifikationer her.](#)



**DX165W Electric** fra Doosan er en elektrisk hjulgraver på 17 ton. Den elektriske motor er på 102 kW, men da maskinen har 2 udskiftelige batteripakker, kan den køre op til 8 timer ved fuldt opladte batterier.

[Se specifikationer her.](#)



**DX300LC Electric fra Doosan** er en elektrisk gravemaskine på 30 ton. Den har en elmotor på 145 kW og har tre udskiftelige batteripakker, der gør, at den kan køre op til 8 timer på fuldt opladte batterier.

[Se specifikationer her.](#)



## Minilæssere og kompakte læssemaskiner

Tobroco Giant G2200E og G2200E X-tra er Tobroco Giants første elektriske læssemaskiner på markedet. G2200E og G2200E X-tra vejer godt 2 ton hver. Begge modeller kører på 6,5 kW elmotor men har derudover en 12 kW elmotor, der betjener hydraulikken i maskinen. Afhængigt af batterivalg til maskinerne og arbejdsopgaver kan de køre op til 8 timer på et fuldt opladt batteri<sup>50</sup>. Forskellen på de to udgaver ligger i, hvor meget maskinerne kan løfte og hvor stor en tippebelastning de kan klare.

[Se specifikationerne for G2200E og G2200E X-tra her.](#)



AVANT e5 og e6 er elektriske batteridrevne minilæssere. AVANT e5 har en elmotor på 15,5 hk og AVANT e6 en elmotor på 18,5 hk. Begge maskiner har indbygget batterioplader, og en fuld opladning tager 5 timer. AVANT e5 kan arbejde 2-4 timer per opladning, hvor e6 kan klare 4-6 timers arbejde på et fuldt opladt batteri – afhængig af opgaverne.

[Se specifikationerne for e5 og e6 her.](#)



---

<sup>50</sup> <https://www.equipmentjournal.com/construction-equipment/tobroco-giant-loader/>

**WL20e fra Wacker Neuson** er producentens første hjullæsser. Maskinen kan arbejde i op til 5 timer på en fuld opladning og det tager op til 8 timer at lade den op. WL20e har to eldrevne motorer i sig, en på 6,5 kW der understøtter maskinens kørsel, og en elmotor på 9 kW der driver maskinens arbejds hydraulik.

[Se specifikationer her.](#)



**Volvos L25 Electric** er en batteridrevet læssemaskine. Den har en vægt på 5 ton. Læssemaskinen har en 36 kW elmotor, der understøtter maskinens kørsel. Derudover driver en 32 kW elmotor maskinens arbejds hydraulik. L25 Electric kan køre op til 8 timer på en fuld opladning.

[Se specifikationer her.](#)



## Hjul- og mini dumpere

Wacker Neusons DW15e er en elektrisk hjuldumper med firhjulstræk. Den er drevet af to elmotorer, én der understøtter kørslen / drivsystemet og én til arbejdshydraulikken. DW15e kan oplades via en almindelig stikkontakt natten over og kan køre op til 6,5 timer på et fuldt batteri afhængig af opgavetypen.

[Se specifikationer her.](#)



TC50-e og TC120-e fra Messersis er mini dumpere fra producentens Zero Emission Line. TC50-e har et batteri med en kapacitet på 6,9 kW og kan køre minimum 2,5 timer på en fuld opladning. TC120-e har et batteri på 11,5 kW og kan køre minimum 4 timer på en fuld opladning.

[Se specifikationer her.](#)





Super Skub E 700 fra Hedensted Gruppen er en elektrisk motorbør, der kan klare 700 kg. Motoren er på 2 kW og den kan køre 8 timer på et fuldt opladt batteri.

[Se specifikationer her.](#)



Twinca Dumpers elserie af motorbører med vedligeholdelsesfrit batteri består af E-500, E-500 Slim, E-500 Plus, ES-500, ES-500 Slim samt E-800 og ES-800. Med et fuldt opladt batteri kan alle modellerne køre en hel arbejdsdag, men der er forskel på modellernes batterikapacitet.

[Se specifikationer her.](#)



Twinca Dumper  
E-500



Twinca Dumper  
E-500 Slim



Twinca Dumper  
E-500 Plus



Twinca Dumper  
E-800



Twinca Dumper  
ES-500



Twinca Dumper  
ES-500 Slim



Twinca Dumper  
ES-800

## Bilag 2: Test af eldrevne maskiner i Europa

Vi har fundet frem til følgende europæiske byer og eksempler på test af emissionsfrie non road maskiner:

- Amsterdam, Holland<sup>51</sup>
- Bergen, Norge<sup>52</sup>
- Birmingham, England<sup>53</sup>
- Erfurt, Tyskland<sup>54</sup>
- Göteborg, Sverige<sup>55</sup>
- Helsinki, Finland<sup>56</sup>
- Köln, Tyskland<sup>57</sup>
- Ohkola, Finland<sup>58</sup>
- Oslo, Norway<sup>59</sup>
- Stockholm, Sverige<sup>60</sup>
- Trondheim, Norge<sup>61</sup>
- Zürich, Schweiz<sup>62</sup>

---

<sup>51</sup> <https://www.xn--giantminilsser-9ib.dk/nyheder/pressemeddelelse-3-giant-g2200e-x-tra-til-entreprenorarbejde-i-amsterdam-centrum/> og <https://www.tobroco-giant.com/en/news-and-events/news/three-electric-giant-g2200e-x-tra-wheel-loaders-work-without-emissions-for-heijmans-in-the-centre-of-amsterdam/>

<sup>52</sup> <https://www.ncc.dk/medier/pressrelease/c1484fdb2b3e30af/>

<sup>53</sup> <https://electrictelehandler.co.uk/2021/05/25/ggr-hs2-leadthechargeonchange/>

<sup>54</sup> <https://www.wackerneuson.eu/en/news/news/wacker-neuson-news/news/zero-emission-in-application-for-a-garden-show/>

<sup>55</sup> <https://www.theb1m.com/article/volvo-cut-CO2-at-swedens-largest-quarry> og <https://www.electricitygoteborg.se/en/news/electric-worksite-begins-testing-electric-construction-machines-gothenburg>

<sup>56</sup> [https://bigbuyers.eu/fileadmin/user\\_upload/Materials/Final\\_Press\\_Release\\_-\\_Statement\\_of\\_Demand\\_BBI\\_ZEMCONS.pdf](https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Final_Press_Release_-_Statement_of_Demand_BBI_ZEMCONS.pdf) og [https://bigbuyers.eu/fileadmin/user\\_upload/Materials/BBI-ZEMCONS-lessons-learned.pdf](https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/BBI-ZEMCONS-lessons-learned.pdf)

<sup>57</sup> <https://www.volvoce.com/global/en/news-and-events/press-releases/2021/volvo-l25-electric-gives-winter-the-cold-shoulder-with-eco-friendly-city-cleaning/>

<sup>58</sup> <https://www.ncc.dk/medier/pressrelease/c1484fdb2b3e30af/>

<sup>59</sup> [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-Oslo-is-driving-a-transition-to-clean-construction?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-Oslo-is-driving-a-transition-to-clean-construction?language=en_US) og [https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2019/10/ZECS\\_Status2019.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2019/10/ZECS_Status2019.pdf) og <https://www.volvoce.com/global/en/news-and-events/press-releases/2021/first-customers-to-order-volvo-electric-compact-machines-at-bauma-2019-take-delivery/>

<sup>60</sup> <https://www.volvoce.com/europe/en/about-us/news/2021/l25-electric-sweden/>

<sup>61</sup> [https://bigbuyers.eu/fileadmin/user\\_upload/Materials/Final\\_Press\\_Release\\_-\\_Statement\\_of\\_Demand\\_BBI\\_ZEMCONS.pdf](https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Final_Press_Release_-_Statement_of_Demand_BBI_ZEMCONS.pdf) og [https://bigbuyers.eu/fileadmin/user\\_upload/Materials/BBI-ZEMCONS-lessons-learned.pdf](https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/BBI-ZEMCONS-lessons-learned.pdf)

<sup>62</sup> <https://www.volvoce.com/global/en/news-and-events/press-releases/2021/first-volvo-ce-electric-machines-give-an-extra-boost-to-switzerlands-greenest-city/>



Billedet er taget af [Jacoby Clarke](#).

