



## Sammenfatning

av ulike løsninger for innhenting og visualisering  
av «live» driftsdata for nullutslippsmaskiner

2026

# Sammenfatning av ulike løsninger for innhenting og visualisering av «live» driftsdata for nullutslippsmaskiner

## **Forfattere**

Jon Eriksen	Kunnskapsbyen Lillestrøm
Ine Høyér	Lillestrøm kommune
Johannes Liland	Lillestrøm kommune
Aage Bjørn Andersen	NAPOP AS

Lillestrøm, 30-06-2026

## Cleancon – at a glance

Arbeidet med denne rapporten er utført innenfor Interreg-prosjektet Cleancon (Clean Construction Machinery – Fase II). Cleancon har som mål å bidra til en betydelig reduksjon av utslipp fra mobile anleggsmaskiner. Prosjektet vil fungere som en katalysator ved å gi reell drivkraft til transformasjonen av anleggsmaskinindustrien i ØKS-regionen (Øresund-Kattegat-Skagerak).

Gjennom samarbeid i hele verdikjeden, demonstrasjonsprosjekter, utvikling av verktøy og modeller, vil Cleancon akselerere utviklingen av løsninger som muliggjør utslippsfrie bygg- og anleggsplasser for å sikre langsiktig bruk av fornybar energi og utslippsfrie arbeidsmaskiner. Dette reduserer klimagassutslipp fra drift av maskiner og utstyr.





Cleancon mobiliserer både innkjøpsmakten og kraften som markedets kunder representerer for teknologiutvikling, samt videreutvikler metoder for å overvåke og sikre samsvar med anskaffelseskrav for utslippsfrie maskiner og kontrakter. Prosjektaktiviteter og resultater oppdateres kontinuerlig på prosjektets nettside [www.cleancon.no](http://www.cleancon.no) og implementeres i prosjektets [Veileder for utslippsfrie arbeidsmaskiner](#) der dette er aktuelt.

Partnerskapet:





## Bakgrunn

Miljø- og klimaaspekter er viktig både for kommunene og byggebransjen. Da Cleancon startet opp i 2019, var det hovedsakelig de mindre maskinene som kunne leveres som et utslippsfritt alternativ. Etter en runde på Bauma ( gjerne referert til som verdens ledende messe for bygg- og anleggsmaskiner) i april 2025, kunne vi imidlertid konkludere med at nå finnes de aller fleste maskintyper og størrelser også som utslippsfrie alternativer:

-  Pr. i dag setter altså ikke teknologien begrensningene for utslippsfrie bygg- og anleggsprosjekter
-  Den videre utviklingen fordrer imidlertid at markedet etterspør løsningene
-  Innkjøpsmakten offentlig og private byggherrer representerer utgjør en sentral rolle i arbeidet med å gjøre bygg- og anleggsplasser utslippsfrie
-  Ved å stille strenge, men riktige krav i sine kunngjøringer vil offentlige og private utbyggere kunne ta rollen som pådriver for å forsere utviklingen av nye, utslippsfrie maskiner

Så, hvordan kan offentlige og private aktører arbeide for å øke bruken av utslippsfrie arbeidsmaskiner?

-  Noe av svaret ligger trolig i automatiserte oppfølgingsverktøy for bygg- og anleggsprosjekter der man blant annet kan hente ut eksakte tall hva miljø- og bærekraftsrapportering angår
-  Innhenting og synliggjøring av et slikt datagrunnlag er viktig av to grunner
  - dels for å synliggjøre hvilke miljøgevinster kommuner og andre oppdragsgivere kan oppnå ved å kreve utslippsfrie løsninger
  - dels for dokumentasjon med hensyn til oppfølging av inngåtte kontrakter

Krav som bærekraftsrapportering<sup>1</sup> og 30% vektlegging av klima- og miljøhensyn i offentlige anskaffelser<sup>2</sup> tvinger frem et behov for pålitelig dokumentasjon av klimagassutslipp fra maskiner og kjøretøy på bygg- og anleggsplasser.

## Standardisering gir muligheter

De fleste utstysprodusenter (Original Equipment Manufacturers, OEM'er) tilbyr en telematikk-løsning for sine maskiner som gir tilgang til data som for eksempel hvor maskinen befinner seg, drivstofforbruk, driftstimer og tomgangstimer. Historisk sett har det vært nødvendig å bruke plattformen levert av hver enkelt OEM for å se dataene. For å samordne telematikkdata, introduserte Association of Equipment Management Professionals (AEMP)<sup>3</sup> en

---

<sup>1</sup> <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/barekraftsrapportering/id3059140>, besøkt 15.09.2025.






<sup>2</sup> <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/historisk-endring-na-skal-klima-og-miljo-vektes-minst-30-i-offentlige-anskaffelser/id2990427>, besøkt 15.09.2025.

<sup>3</sup> <https://aemp.org>, besøkt 15.09.2025.

telematikkstandard i 2010. Standarden har utviklet seg over tid, og AEMP 2.0 (også kjent som ISO 15143-3:2020) er den nyeste versjonen p.t.

AEMP-standarden sikrer et felles dataformat som gjør det lettere å trekke ut flåtedata fra ulike utstyrsprodusenter (OEM'er) og samle disse i en felles portal. Standarden omfatter 17 vitale driftsparametere og inkluderer datapunkter som driftstimer, drivstofforbruk, tid på tomgang, tilbakelagt distanse, antall tonn flyttet, samt tilstandsparametere som gjenværende drivstoffandel, motorens helsetilstand og akkumulert antall timer som har gått med til ikke-produktiv regenerering.

Det finnes i dag automatiserte løsninger som på bakgrunn av standarden samler inn disse dataene fra en lang rekke maskiner og presenterte dem i et felles grensesnitt – og som igjen kan benyttes blant annet til:

-  Ressursutnyttelse og generell innsikt i driften i et prosjekt, både med hensyn til miljø og økonomi
-  Effektivisering / optimalisering og oppfølging av maskinparken
-  Dokumentasjon / kontraktoppfølging med hensyn til klimagassutslipp
-  Visualisere miljøgevinsten ved å gå over til utslippsfri drift
-  Holdningsendring / fremme en miljøbevisst kultur i bransjen

## Elektroniske handelsdokumenter (EDI)

En annen tilnærming til digital miljø- og prosjektrapportering går via sporbarheten som ligger i løsninger for håndtering av elektroniske handelsdokumenter (EDI, Electronic Data Interchange). I 2017 besluttet EU/EØS å innføre Peppol<sup>4</sup>-standarden i en rekke land i Europa. Flere land i resten av verden fulgte etter, og fra 2019 ble Peppol nedfelt som et krav i EU. BEAst er en internasjonal, digital plattform basert på Peppol-nettverket som bidrar til å optimalisere samhandlingen i byggenæringen ved bruk av elektroniske handelsdokumenter (EDI). Den nye standarden, BEAst Supply 4.0<sup>5</sup>, inneholder en fullstendig tilpasning til det internasjonale Peppol-nettverket.

---

<sup>4</sup> Peppol (Pan-European Public Procurement On-Line) er et åpent europeisk nettverk for elektroniske innkjøp.

<sup>5</sup> BEAst Supply 4.0 benytter den internasjonale standarden ISO/IEC 19845:2015.

## Del 1 – Utvalgte automatiserte oppfølgingsverktøy for bygg- og anleggsprosjekter

Det finnes som nevnt en rekke mer eller mindre automatiserte løsninger for innhenting av driftsdata basert på de overnevnte standardene. I det følgende gis en sammenfatning over de digitale løsningene som synes mest aktuelle som verktøy for bygg- og anleggsprosjekter – både basert på telematikk-/maskindata og elektroniske handelsdokumenter (EDI), *Tabell 1*.

*Tabell 1: Sammenfatning av digitale løsninger som synes mest aktuelle som verktøy for bygg- og anleggsprosjekter – både basert på telematikk-/maskindata og elektroniske handelsdokumenter*

Løsninger basert på telematikk-/maskindata	Løsninger basert på elektroniske handelsdokumenter (EDI)
ABAX Worksite	evoByld
Fremby	Kubicom
HMSREG	
Hiboo	
Linx	
MachineMax	
Powersite	
Rental Group (RG) – IDA	
Trackunit	

### Løsninger basert på telematikk-/maskindata

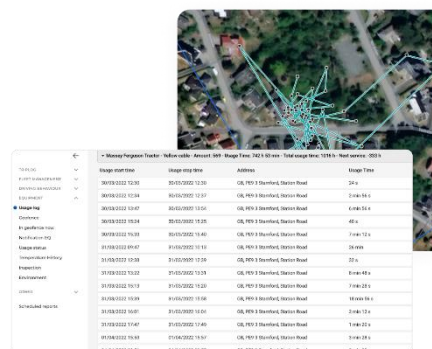
#### ABAX Worksite

ABAX Worksite<sup>6</sup> er en plattform for kontinuerlig sporing av maskinparken.

I tillegg til å knytte sammen medarbeidere som opererer maskiner og utstyr på byggeplassen med team på hovedkontoret, sporer plattformen posisjoner, bruk og status for alle registrerte maskiner i sanntid.

Det er også mulig å hente ut rapporter om blant annet tomgangskjøring, brukstimer, drivstofforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp.

Springsinformasjonen kan blant annet benyttes med tanke på å beskytt eiendeler mot tyveri og uautorisert bruk, samt varsle dersom maskinene flyttes eller brukes utenfor et forhåndsdefinert område.



<sup>6</sup> Kilde: www.abax.com.

Plattformen kan også benyttes som et verktøy for å unngå kostbare driftsstopp ved å planlegge vedlikehold basert på faktisk bruk gjennom automatisk påminnelse om service og vedlikehold.

#### *Fremby*

Fremby AS<sup>7</sup> har utviklet og leverer en nettbasert programvare for datadreven oppfølging av bygg- og anleggsplasser.

Plattformen lar alle aktører i et byggeprosjekt koble seg opp og få oversikt over sine maskiner og utstyr uavhengig av type og fabrikk.

Delingsløsninger gjør at byggherre enkelt kan oppsummere totalprosjektet med informasjon som ressursutnyttelse og utslipp tilknyttet bygg-/anleggsprosjektet. Dette gir innsikt og muliggjør automatisk utslippsrapportering «direkte fra maskinene».

Slik kan byggherrer blant annet stille og følge opp krav som elektrifiseringsgrad, tomgangskjøring og CO<sub>2</sub>-utslipp i prosjektet, samtidig som entreprenørene enklere kan følge opp og optimalisere maskinbruken.

Plattformen kan settes som krav i offentlig innkjøp.



#### *HMSREG Ytre Miljø*

HMSREG Ytre Miljø<sup>8</sup> er utviklet for å følge opp kontraktskrav eller egne miljøpåvirkningsmål for virksomheten, prosjektet eller leveransen.

Gjennom løsningen kan man stille krav og følge opp forbruk av energi og utslipp fra alle maskiner og kjøretøy automatisk direkte fra den enkelte maskin eller kjøretøy.



Løsningen støtter også oppfølging av alt avfall for virksomheten, prosjektet eller leveransen uavhengig av hvilket mottaksanlegg virksomheten eller dens underleverandører benytter. Detaljert informasjon om sluttbehandling som ombruk, deponi, material- eller energigjenvinning. Dette inkluderer avfallsplan og sluttrapport.

---

<sup>7</sup> Kilde: [www.fremby.no](http://www.fremby.no).

<sup>8</sup> Kilde: [www.hmsreg.com](http://www.hmsreg.com).

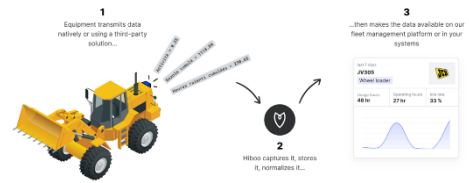
## Hiboo

Hiboo<sup>9</sup> er programvare for innsamling av maskindata fra tungt utstyr og nyttekjøretøy i én og samme løsning uavhengig av type, modell og årgang.

Hiboo har ikke egne komponenter, men baserer seg på sensorer/transmittere fra OEMs eller tredjepart.

Dataene samles inn, lagres og normaliseres for så å tilgjengeliggjøres på kundens foretrukne plattform.

Innsikten systemet gir kan typisk brukes til å rapportere på CO<sub>2</sub>-utslipp.



## Linx

Linx<sup>10</sup> er et flåtestyringsverktøy, tilpasset transport- og anleggsbransjen, men også mindre utstyr hvis telematikk kan kobles på dette.

Systemet kan benytte produsentens API dersom dette er tilgjengelig for å hente ut maskindata fra alle merker. I tillegg tilbys egne brikker/telematikk for å hente ut data fra materiell uten API'er.



Linx har løsninger som tilbyr ferdig utfylte miljø- og bærekraftsrapporter. Systemet kan vise utnyttelsesgrad og potensiell besparelse hvis man reduserer tomgang. I tillegg beregnes en førerscore både for lastebilsjåfører og maskinførere, slik at man kan arbeide med kontinuerlig oppfølging av sjåfører som har behov for det. For kjøretøy og maskiner som ikke er utstyrt med telematikk-løsninger, beregnes utslipp av CO<sub>2</sub> på oppgitte utslippsdata i Statens Vegvesens kjøretøyregister eller erfaringstall for forbruk basert på kjøretøygruppe og tonnasje-klasser.

<sup>9</sup> Kilde: [www.hiboo.io](http://www.hiboo.io).

<sup>10</sup> Kilde: [www.linx.no](http://www.linx.no).

## MachineMax

MachineMax<sup>11</sup> er et flåtestyringsverktøy for ikke-veigående maskiner.

MachineMax gjør det mulig for operatører å spore en hel flåte av maskiner – uavhengig av OEM, modell, eierskap (eid/leid/kontraktfestet) eller plassering.

Sanntidsdata hentet inn fra eksisterende datakilder eller egne sensorer vil typisk kunne benyttes med hensyn til:

- Økt produktivitet - gjennom å optimalisere størrelsen og sammensetningen av flåten og fjerne flaskehals i prosjektet
- Å redusere kostnader og motorutslipp - ved å øke utnyttelsen av maskiner og redusere motorenes tomgangskjøring
- Proaktiv planlegging av reparasjon og vedlikehold - gjennom å automatisere optimaliseringen av serviceplaner



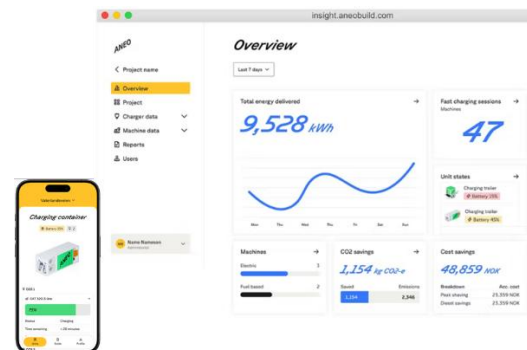
Systemet lar brukerne rapportere maskindata gjennom sine egne plattformer - alle data kan leveres via AEMP APIer.

## Powersite

Powersite<sup>12</sup> er en leverandør- og teknologinøytral energiplattform. Plattformen gir samlet kontroll og oversikt på tvers av hva man har av utstyr og anleggsmaskiner i prosjektet.

Gjennom Powersite kan man overvåk energiforsyningen, rette feilsituasjoner og gjenopprette fremdrift.

Automatisk datainnsamling og analyser gir umiddelbar tilgang til rapporter. Man eier selv dataene og kan eksportere disse slik man ønsker til egne systemer.



Powersite hjelper bruker å optimalisere driften ved å gi innsikt med hensyn til å utnytte tilgjengelig energi og effekt i samspill med maskiner og utstyr i prosjektet.

<sup>11</sup> Kilde: [www.machinemax.com](http://www.machinemax.com) og [www.shell.com](http://www.shell.com).

<sup>12</sup> Kilde: [www.mobil-energi.eviny.no](http://www.mobil-energi.eviny.no) og [www.aneobuild.com](http://www.aneobuild.com).

### Rental Group (RG) – IDA

Rental Group (RG)<sup>13</sup> er en nordisk utleier av maskiner og utstyr til anleggsbransjen.

RG tilbyr sine kunder en egenutviklet plattformløsning (IDA) der data fra AEMP og eksterne sensorer fra flere maskinleverandører presenteres på ett og samme sted i en åpen API-løsning. IDA er både et API, men også en kundeportal for kunder som eventuelt ikke kan håndtere API.



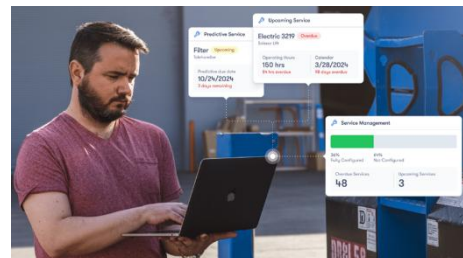
Plattformen er koblet opp mot data fra RGs utleiesystem, og kan håndtere alle innleide maskiner fra RG slik at kunden kan få oversikt over eget leieforhold og innsikt i maskindata som brukstid, utslipp, lokasjon og vedlikeholdsstatus etc. direkte inn i eget fagsystem.

IDA kan sende data til blant annet Landax, Linx, SmartDok, Fremby, Ditio m.m.

### Trackunit

Trackunit<sup>14</sup> er et teknologiselskap som tilbyr en plattformløsning for sanntids innsamling og analyse av maskindata fra ulike bygg- og anleggsmaskiner i en flåte.

Innsikten systemet gir kan typisk brukes til å se status og lokasjon for de ulike maskinene, overvåke helsesituasjonen og forebygge havari, så vel som å rapportere på CO<sub>2</sub>-utslipp.



Trackunit har kontorer i Norge, Sverige, Danmark, Nederland, Tyskland, Storbritannia, Frankrike, så vel som Canada, USA, Australia, Singapore og Japan.

<sup>13</sup> Kilde: [www.rentalgroup.no](http://www.rentalgroup.no).

<sup>14</sup> Kilde: [www.trackunit.com](http://www.trackunit.com) og [linkedin.com/company/trackunit-a-s](https://www.linkedin.com/company/trackunit-a-s).

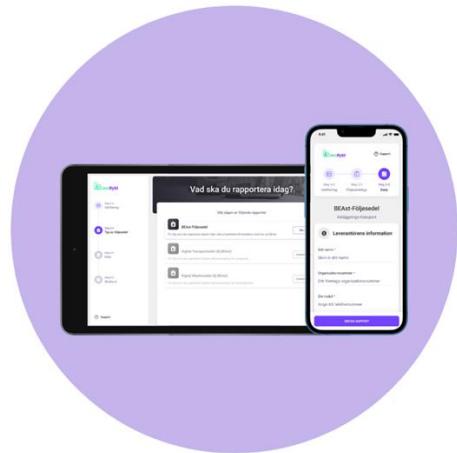
## Løsninger basert på elektroniske handelsdokumenter (EDI)

### evoByld

evoByld<sup>15</sup> är en onlinelösning för digital rapportering av miljö- och projektdata inom bygg- och anläggningssektorn i enlighet med BEAst Supply-standarden.

Enligt [evobyld.se](http://evobyld.se) kan du med evoByld rapportera klimatdata och fakturaunderlag digitalt i dina byggprojekt:

- Digital BEAst-följesedel
  - o För dig som ska rapportera digital miljö- eller projektdata för maskin- eller transporttjänster, till beställare med krav på BEAst
- Digital transportsedel
  - o För dig som vill skicka digitala fakturaunderlag samt miljödata för transporttjänster, men som inte har krav på BEAst
- Digital maskinsedel
  - o För dig som vill skicka digitala fakturaunderlag samt miljödata för maskintjänster, men som inte har krav på BEAst



### Kubicom

Kubicoms plattform och App i mobilen låt leverantörer planera och rapportera utfört arbete, och skicka godkänt arbete digitalt till kunden<sup>16</sup>.

Med realtidsrapportering och digitala följesedlar sparas tid och krångel:

- Digitala följesedlar
  - o Planera, rapportera och godkänna utfört arbete. Skicka vidare godkänt arbete digitalt till kund
- Uppfyll krav
  - o Byggföretag, kommuner och Trafikverket börjar successivt kräva digitala följesedlar enligt BEAst-standarden av sina leverantörer
  - o Miljödata - Digital och automatiserad miljörapportering i BEAst-format
- Ekonomikoppling
  - o Faktura snabbare och enklare med kompletta fakturaunderlag och integration mot ditt ekonomisystem

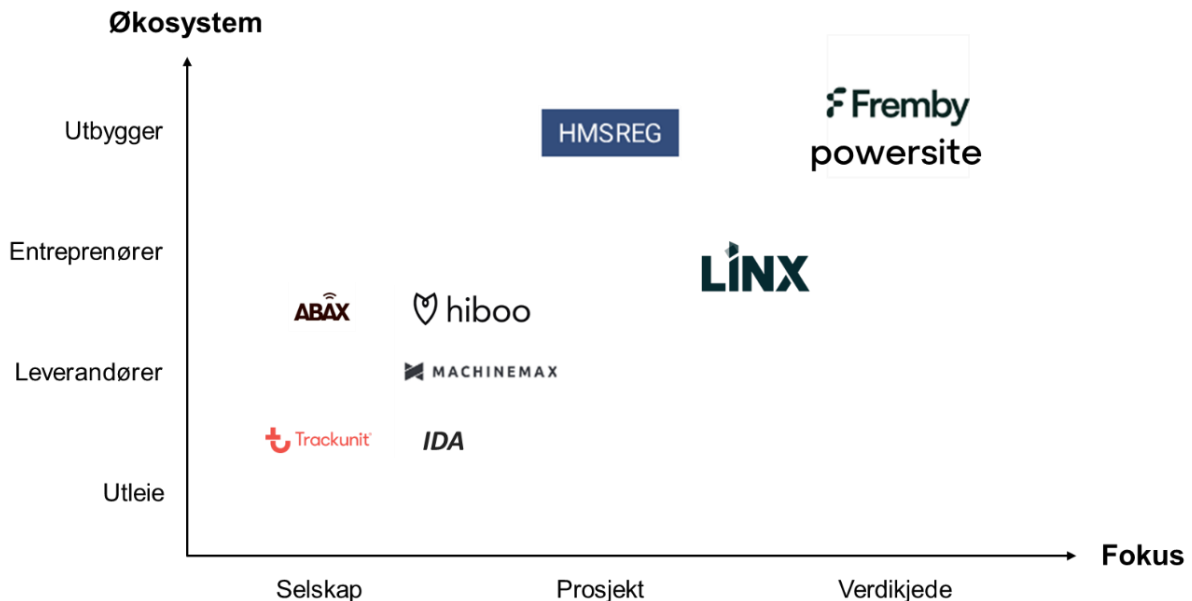


<sup>15</sup> Kilde: [www.evobyld.se](http://www.evobyld.se).

<sup>16</sup> Kilde: [www.kubicom.com](http://www.kubicom.com).

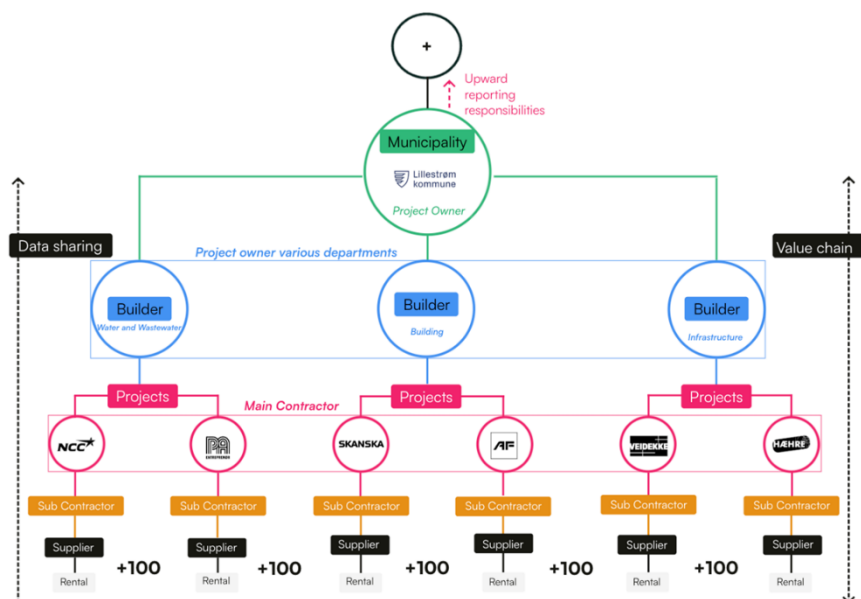
## Innbyrdes plassering i økosystemet

Som det fremkommer av beskrivelsene ovenfor har de ulike løsningene litt ulikt perspektiv med hensyn til hvem og hva systemene først og fremst er til for. Det kan derfor være hensiktsmessig å se hvordan de ulike løsningene plasserer seg innbyrdes om man spenner ut økosystemet med hensyn til fokusområde (Selskap / Prosjekt / Verdikjede) og aktørbildet (Utleie / Leverandør / Entreprenør / Utbygger), *Figur 1*. Elektroniske handelsdokumenter er ikke inkludert i den grafiske fremstillingen da disse ikke helt passer inn i dette formatet.



*Figur 1: Grafisk fremstilling av økosystemet for de ulike løsninger basert på telematikk-/maskindata.*

Verdikjeden i et bygg- og anleggsprosjekt kan i mange tilfeller være svært kompleks. For å illustrere datadeling på tvers av verdikjeden inkluderes her en illustrasjon fra Fremby som har vært leverandør til Lillestrøm kommunes utslippsfrie anleggsprosjekt i Cleancon-prosjektet, *Figur 2*.



#### Data Across the Entire Value Chain

What Fremby means by **data across the entire value chain** is the ability to connect everyone involved in a construction project. The project owner defines the construction site and shares it with the main contractor, who connects their machines to their Fremby account. The main contractor agrees to share machine consumption data within the project's geofence for the duration of the project.

In the same way, the main contractor can share this project further with sub contractors and partners. This ensures that the **entire value chain reports into one common project**.

Data can also be aggregated upwards: Project owners and their departments gain a full overview of all projects when project owners collect data from main contractors, sub contractors, suppliers, and rental providers. This creates a **complete picture of the entire organization**, making it easy to share data further without limitations.

Figur 2: Grafisk fremstilling av dataflyten mellom de ulike aktørene / nivåene ved bruk av en verdikjede-plattform<sup>17</sup>.

I Figur 2 er det er prosjekteier som definerer byggeplassen og deler den med hovedentreprenøren, som i sin tur samtykker til å dele maskindata via verdikjede-plattformen innenfor prosjektets geofence i løpet av prosjektets varighet. På samme måte kan hovedentreprenøren dele prosjektet videre med sine underleverandører og partnere. Dette sikrer at hele verdikjeden rapporterer inn i ett felles prosjekt. Videre kan data aggregeres oppover slik at for eksempel etater og avdelinger får oversikt over alle sine prosjekter, mens prosjekteieren kan samle inn data fra alle etater eller avdelinger for å bygge en komplett oversikt over hele organisasjonen. Derfra kan informasjon så igjen deles sømløst videre oppover til for eksempel myndigheter og andre instanser i rapporteringsøyemed.

## Del 2 – Visualisering av miljøgevinst / utslippsreduksjon i to prosjekter der det er benytte utslippsfrie løsninger

Som nevnt innledningsvis åpner AEMP-standarden for å hente ut 17 vitale driftsparametere, inkludert datapunkter som driftstimer, drivstofforbruk, tomgangskjøring, tilbakelagt distanse, antall tonn flyttet, samt tilstandsparametere som gjenværende drivstoffandel, motorens helsetilstand og akkumulert antall timer som har gått med til ikke-produktiv regenerering.

<sup>17</sup> Kilde: Fremby.

For prosjekteier er «live» driftsdata essensiell informasjon med hensyn til optimalisering av prosjektene og vedlikehold av maskinene. Videre muliggjør denne type driftsdata enkel tilgang på eksakte tall med hensyn til egen kontraktsoppfølging, men vil også kunne forenkle prosjekteiers arbeid med myndighetspålagt miljø- og bærekraftsrapportering betydelig.

I det følgende visualiseres miljøgevinst / utslippsreduksjon i tre prosjekter knyttet til Cleancon der det er benytte utslippsfrie løsninger:



Utslippsfri sanering av VA-anlegg / Lillestrøm kommune



Utslippsfri drift av riggplass ved bruk av mobil brenselcellegenerator / NAPOP AS

## Utslippsfri sanering av VA-anlegg / Lillestrøm kommune

Prosjektet demonstrerer bruk av digitalt styringsverktøy (Fremby) for oversikt og dokumentasjon av klimagassutslipp fra elektriske maskiner i et VA-saneringsprosjekt på Nittebergtangeni i Lillestrøm kommune (2024).

### Bakgrunn

Lillestrøm kommune har siden kommunesammenslåingen i 2020 jobbet aktivt med å ta i bruk innkjøpsmakten for å kutte utslippene innen bygg- og anleggssektoren. Allerede i 2021 inngikk kommunen sin første kontrakt (ny brannstasjon på Sørumsand, Lystad brannstasjon<sup>18</sup>) der selve anskaffelsen ble lagt ut som en grønn anskaffelse hvor det miljømessig ble konkurrert på grad av utslippsfritt.

Gjennom Lillestrøm kommunes *Strategi for grønne innkjøp*<sup>19</sup> har kommunen tatt en pådriverrolle for å redusere utslipp fra bygg- og anleggsplasser, og i egen drift. Dette ble videreført og forsterket i *Strategi for bærekraftige innkjøp*<sup>20</sup>, som ble vedtatt mai 2025. Som byggherre er kommunen avhengig av pålitelig dokumentasjon av klimagassutslipp fra maskiner og kjøretøy i prosjektene sine og har derfor prøvd ut et automatisert registeringsverktøy for å få oversikt over den faktiske bruken av de elektriske maskinene i prosjektet.

Vann og avløpsprosjekter i Lillestrøm kommune gjennomføres alltid som fossilfrie anlegg med biodiesel og/eller elektriske maskiner, og er nedfelt som et krav i tildelingskriteriene.

Entreprenørene ble i konkurransen premiært for bruk av elektriske maskiner og entreprenør måtte redegjøre for hvordan man best skulle tilrettelegge for utslippsfri/fossilfri byggeplass i oppgaveforståelsen.

---

<sup>18</sup> <https://kunnskapsbyen.no/baerekraft/nordisk-partnerskap-folger-lystad-brannstasjon/>,  
<https://www.lillestrom.kommune.no/energi-klima-og-miljo/klimanoytral-kommune/>

<sup>19</sup> <https://innovativeanskaffelser.no/content/uploads/2021/01/strategi-for-gronne-innkjop-lillestrom-kommune-2020-2024.pdf>

<sup>20</sup> <https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/strategi-for-baerekraftige-innkjop-2025-2030.pdf>

### Prosjektbeskrivelse

Lillestrøm kommune har et pågående arbeid med utskiftning av vannledninger i grått støpejern. Anleggsarbeidet på Nittebergtangenen og Valstadsvingen inkluderte sanering av ca. 880 meter vannledninger på begge sider av Nitelva, etablering av åtte nye kummer, samt rehabilitering av et strekke med overvannsledning som drenerer kummer.

Med arbeider på begge sider av Nitelva var det behov for to anleggsplasser, hvilket er en mer krevende situasjon enn om hele anlegget hang sammen.

Saneringen ble prosjektert ved bruk av gravefrie (*no dig*) metoder – utblokking, boring og strømpereovering ved bruk av utslippsfrie maskiner (mål: 95 % nullutslippsmaskiner og 85 % utslippsfri energi).

Fra tidligere har Lillestrøm kommune erfaring med innkjøp og oppfølging av tildelingskriterier i kontrakt, men har ikke tidligere brukt et digitalt styringsverktøy som Fremby for å dokumentere faktisk bruk av maskiner. I kontrakten med entreprenør for dette prosjektet fremgår det imidlertid at Fremby skulle brukes for innhenting av data fra maskiner og kjøretøy på anleggsplassen. Denne datainnhentingen skjer gjennom API'er, og det ble stilt krav til at alle maskiner og kjøretøy skal kunne levere data fra API basert på ISO 15143-3 / AEMP 2.0 og rFMS 2.1.

Seks maskiner ble registret inn i Fremby-plattformen:

- 1 stk. 25 tonn elektrisk beltegraver, Cat 320 Z-line
- 1 stk. 23 tonn elektrisk beltegraver, Volvo JEC230E
- 2 stk. 8 tonn elektriske beltegravere, Zeron ZE85 Series
- 1 stk. 17 tonn elektrisk hjulgraver, Develon DX165W
- 1 stk. 11 tonn elektrisk hjulgraver, Mecalac E12

### Gjennomføring og resultat

Generelt står massetransport for en høy andel av utslippet fra anleggsprosjekter. Lokalisert på Norges største innlandsdelta sliter Lillestrøm kommune ofte med at masser som graves opp ikke kan gjenbrukes på anlegget. Som et resultat har kommunen konkludert med at det er ønskelig å benytte metoder å jobbe på som gir mindre massetransport. I størrelsesorden 80 % av ledningsmeterne som rehabiliteres eller legges i Lillestrøm kommune, brukes det nå derfor gravefrie (*no dig*) løsninger. For anlegget på Nittebergtangenen betyr dette at man unngikk å grave, masseforflyttet og skiftet ut 1700 meter med grøftemasser. Det ble kun gravd for kummer. Dette har en stor miljøgevinst i seg selv. For anleggsprosjektet på Nittebergtangenen ble disse i tillegg gravd ut ved bruk av elektriske gravemaskiner.

Valgt *no dig*-løsning for prosjektet på Nittebergtangenen var utblokking med bruk av elektriske maskiner. Dessverre viste det seg at støpejernrørene etter utblokking skar opp de nye rørene som skulle trekkes, og man måtte gå over til styrt boring. Å oppdrive en elektrisk boremaskin for styrt boring på kort varsel var imidlertid ikke mulig, og arbeidene måtte derfor utføres med fossilt brensel.

Med utgangspunkt i innsamlede data fra de elektriske maskinene i prosjektet med et forbruk på 25 677 kWh og en CO<sub>2</sub>-ekvivalent på 0,263 kg CO<sub>2</sub>/kWh sammenliknet med tradisjonell dieseldrift, utgjør bruk av de elektriske maskinene en CO<sub>2</sub>-besparelse på 6,75 tonn CO<sub>2</sub>.

Om man tar utgangspunkt i type fossil boreløsning prosjektet endte opp med, dimensjon på rør, samt grunnforhold, estimeres dieselforbruket til 2 500 liter diesel. Eksakt rapportert tall foreligger ikke på dieselforbruket, men estimatet skal gi en indikasjon på forbruk. Det betyr at dersom den opprinnelige løsningen med utblokking ved bruk av elektriske maskiner kunne vært gjennomført som planlagt, ville man oppnådd en CO<sub>2</sub>-besparelse for trekking av de nye rørene på 6,65 tonn CO<sub>2</sub> (utslippsfaktor for diesel satt til 2,66 kg CO<sub>2</sub>/liter).

I tillegg, valg av styrt boring fremfor åpen grøft innebærer at ca. 1 700 meter grøft ikke er gravd, noe som eliminerer masseflytting, transport og igjenfylling langs hele traseen. Den direkte klimagevinsten fra unngått maskinarbeid og transport er ikke beregnet, men medfører en vesentlig positiv klimaeffekt i prosjektet i tillegg til estimert besparelse som nevnt.

## Utslippsfri drift av riggplass ved bruk av mobil brenselcellegenerator / NAPOP AS

Prosjektet har sikret nødvendig infrastruktur for produksjon av elektrisk energi med hensyn til utslippsfri drift av *Riggplass 2* ved Statens vegvesens veiprojekt Miljøgate Gran (2024) med bruk av hydrogen som energibærer.

### *Bakgrunn*

Omstillingen i bygg- og anleggsbransjen gjør at behovet for tilgang på elektrisk kraft endres fra tradisjonelt behov knyttet til mindre elektriske verktøy, drift av brakkerigger og liknende, til å inkludere lading av store, avanserte maskiner/batterisystemer med store kapasitetsbehov.

Faktisk tilgang på elektrisk kraft (både med hensyn til energi og effekt) kan ofte både være begrenset og variere gjennom prosjektperioden. I noen bygg-/anleggsprosjekt er ikke nettstrøm tilgjengelig i det hele tatt.

Etablering av adekvat byggestrøm kan inkludere etablering av midlertidige nettstasjoner, distribusjonsskap, nett (kabling) samt batteriløsninger og ladestasjoner. I parallell med innfasing av elektriske anleggsmaskiner de siste 5-6 årene, har derfor flere aktører utviklet elektriske lagrings-, lade- og distribusjonsprodukter og tjenester – inkludert utslippsfri *off-grid* strømløsninger basert på hydrogen.

### *Prosjektbeskrivelse*

Prosjektet gikk ut på å etablere og drifte nødvendig infrastruktur for produksjon av elektrisk energi til utslippsfri drift av *Riggplass 2* ved Statens vegvesens første tilnærmet utslippsfrie veiprojekt Miljøgate Gran på Hadeland med bruk av hydrogen som energibærer. Byggingen av ny miljøgate på Gran ble gjennomført med den høyeste graden av utslippsfrie maskiner og kjøretøy som pr.

2024 er brukt i et veiprosjekt i Norge<sup>21</sup>. Hovedporteføljen av elektriske maskiner og kjøretøy (med noe variasjon) benyttet i prosjektet var:

- 4 stk. elektriske lastebiler, Volvo FE/FH/FMX
- 4 stk. 25 tonn elektriske beltegravere, Cat 320 Z-line
- 1 stk. elektrisk hjulgraver, DX165W Develon 17 tonn
- 1 stk. 8 tonn elektrisk beltegraver, Zeron ZE85US-6
- 1 stk. 20 tonn elektrisk hjullaster, LiuGong 856E max
- 1 stk. 1,5 tonn vibrasjonsvals, Dynapac CC900e Tandem
- 4 stk. elektriske varebiler, VW ID Buzz Cargo
- 1 stk. elektrisk varebil, Toyota Proace
- 1 stk. elektrisk personbil, Hyundai Kona

I prosjektet hadde *Riggplass 2* rolle som avlastingspunkt for lading av mobile batteri-/ladetilhengere, hjullastere og mannskapsbiler. Operativ drift ble gjennomført over en periode fra april til november 2024 (29 uker).

Den elektriske energien ble produsert *on-site* på riggplassen med bruk av en hydrogendrevet strømgenerator basert på brenselcelleteknologi; en 3. generasjons GEH2 fra franske EODev med maksimal kapasitet på 65 kW/h, to AC-ladere á 20 kW og én DC-lader á 40 kW benyttet etter følgende ladeplan:

- 1 stk. batterihenger lader på hydrogenanlegget gjennom dagen (utenom pausene der denne lader beltegravere)
- 1-2 biler lader på AC-ladere gjennom dagen og natten når det passer
- 40 kW DC-lader brukes til nattlading av maskiner eller biler når tilhenger hengeren ikke lader (er fulladet eller ikke står tilkoblet)

Med utgangspunkt i brenselcellens maksimale kapasitet (65 kW/h ved kontinuerlig last), ble en tentativ maksimal utnyttelse av enheten satt opp, *Figur 3*. Samlet gir dette en energileveranse på 1 065 kWh/døgn ved «full» belastning.

Klokka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Batterihenger (kW)							55	55	55	55		55	55	55	55		55	55	55						
Hjullaster (Kempower lader) (kW)	20	20	20	20	20	20															20	20	20	20	20
Biler (Easee) (kW)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Total last (kW)	30	30	30	30	30	30	65	65	65	65	10	65	65	65	65	10	65	65	65	30	30	30	30	30	

*Figur 3: Tentativ skjematisk ladeoppsett for maksimal utnyttelse av brenselcellens kapasitet.*

<sup>21</sup> <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/3189401/240425%20SVV%20rapport%201050%20L%20c3%a6ringsrapport%20Utslippsfritt%20anlegg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, besøkt 19.09.2025.

### *Gjennomføring og resultat*

Gjennomføringen av prosjektet hadde spesielt fokus på tilgjengelighet. I det ligger tilgjengelighet med tanke på:

- Oppetid (teknisk tilgjengelighet)
- Tilgjengelig hydrogen (operasjonell oppetid).

Gjennom prosjektperioden ble det ikke registrert tekniske utfordringer med maskinen. Brenselcellen leverte i snitt noe over 200 kWh/døgn, og det ble gjennomført syv leveranser av hydrogen. Totalt forbrukte brenselcellen 1 080 kg hydrogen og produsert om lag 18 700 kWh.

Til sammenligning, dersom dette energibehovet skulle vært levert fossilt, ville det medført et forbruk på om lag 5 600 liter diesel som tilsvarer et CO<sub>2</sub>-utslipp på ca. 15 tonn når utslippsfaktoren for diesel er fastsatt til 2,66 kg CO<sub>2</sub>/liter. Da hydrogenet er produsert elektrolytisk fra fornybar energi og all transport er gjennomført med bruk av biodiesel, betyr dette at driften av *Riggplass 2* ved bruk av mobil brenselcellegenerator bidro til en utslippsreduksjon i prosjektet Miljøgate Gran på ca. 15 tonn CO<sub>2</sub>.