

# Utskiftningsplan for maskiner

RAPPORT TIL UTVIKLINGS- OG KOMPETANSEETATEN, OSLO KOMMUNE



*Utslippsfri anleggsplass i Olav Vs gate. Bilde fra KlimaOslo.no.*

## Utarbeidet av:

- Øystein Liverød
- Valentin Vandenbussche
- Paula Guillaumet
- Eric Rambech

Versjon: 02

Dato: 05.08.2021

---

**For mer informasjon, ta kontakt med:**

Valentin Vandenbussche  
valentin@endrava.com  
+47 90 71 51 54

---

Forkortelser	4
1 Sammen drag	5
2 Dagens maskinpark og behov	11
2.1 Tilnærming	11
2.2 Resultater	12
2.3 Usikkerhet	18
2.4 Anbefalinger	21
3 Tilbud i markedet	22
3.1 Tilnærming	22
3.2 Resultater	25
3.3 Anbefalinger	27
4 Muligheter for optimalisering	29
4.1 Tilnærming	29
4.2 Resultater	30
4.3 Anbefalinger for optimalisering	34
5 Utskiftningsplan	36
5.1 Tilnærming	36
5.2 Resultater	37
5.3 Anbefalinger	41
Vedlegg A - Oversikt over hovedkategoriene og antall maskiner per underkategori	42
Vedlegg B - Definisjon	44

## Forkortelser

<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbondioksid
<b>CO<sub>2</sub>e</b>	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter
<b>kWh</b>	Kilowatt-timer
<b>GHG</b>	<i>Greenhouse Gas</i> , klimagassutslipp på norsk
<b>PM2.5</b>	Størrelsesfraksjon for svevestøv [ $\mu\text{m}$ ]
<b>NO<sub>x</sub></b>	Nitrogenoksid (fellesbetegnelse for nitrogenoksidene NO og NO <sub>2</sub> )
<b>HVO</b>	Hydrert Vegetabilsk Olje (biodiesel)
<b>BGA</b>	Bydel Grünerløkka
<b>BRA</b>	Brann- og redningsetaten
<b>BYM</b>	Bymiljøetaten
<b>GFE</b>	Gravferdsetaten
<b>KID</b>	Kultur- og idrettsbygg
<b>KLI</b>	Klimaetaten
<b>HAV</b>	Oslo Havn
<b>REG</b>	Renovasjons- og gjenvinningsetaten
<b>UDE</b>	Utdanningsetaten
<b>UKE</b>	Utviklings- og kompetanseetaten
<b>VAV</b>	Vann- og avløpsetaten

# 1 Sammendrag

Dette sammendraget gir en oversikt over bakgrunn, funn og anbefalinger fra et prosjekt om å utarbeide en utskiftningsplan for utslippsfrie maskiner i Oslo kommune. Rapporten som helhet, sammen med tilhørende Excel-fil, oppsummerer tilnærming, resultater og anbefalinger fra prosjektet. Rapportstrukturen er delt inn i følgende kapitler som også speiler prosjektets aktiviteter:

- **Kartlegge dagens maskinpark og behov:** Vi har utarbeidet en oversikt på over 1900 maskiner, gjennom intervjuer og bistand fra de virksomhetene med flest maskiner i Oslo kommune. I vedlegget gir vi en nærmere beskrivelse av maskindefinsjonen benyttet i prosjektet.
- **Redegjøre for tilbud i markedet:** Vi har utarbeidet utviklingskurver frem i tid for teknologimodenhet og kostnader for de viktigste maskinkategoriene, gjennom en anonym spørreundersøkelse og dialog med sentrale aktører.
- **Vurdere muligheter for optimalisering:** Vi belyser områder der antall maskiner muligens kan reduseres, på bakgrunn av en workshop om optimalisering med virksomhetene samt analyse av operasjonelle data innhentet gjennom kartleggingsdelen.
- **Utarbeide utskiftningsplan:** Vi illustrerer et spenn i kostnader og utslippsreduksjoner for å nå kommunens mål om en utslippsfri maskinpark innen 2025, ved å gjøre en scenariobasert tilnærming basert på funn fra de foregående tre aktivitetene.

## Bakgrunn

Oslo kommune har over lengre tid bygget seg opp en posisjon som landsledende og til dels verdensledende i sin overgang til å bli en utslippsfri by. Klima- og energistrategien behandlet i bystyret i 2016 (Sak 195/16) lanserte målet om 95 % utslippskutt innen 2030, et ambisjonsnivå som ingen andre større byer var i nærheten av på det tidspunktet. Klimaetaten ble etablert samme år, verdens første klimabudsjett kom i 2017, og deretter har klima som en av kommunens sentrale oppgaver fått et bredt fundament i alle Oslo kommunes virksomheter.

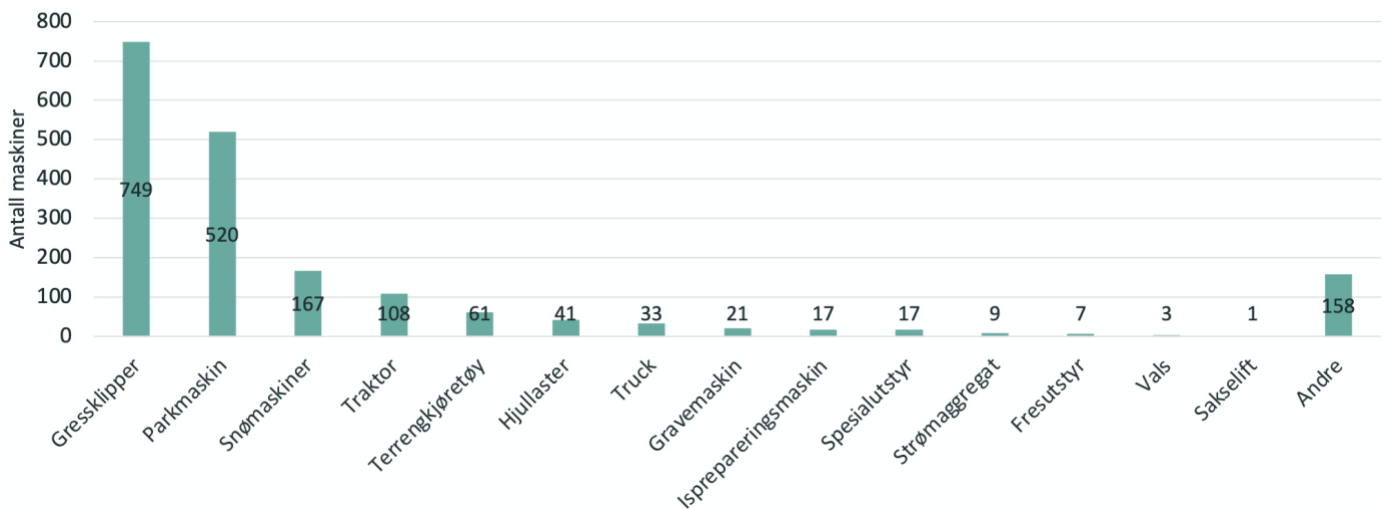
Den oppdaterte Klimastrategien som ble vedtatt av bystyret i 2020 (Sak 214/2019) bekrefter utslippsmålet for 2030, og skjerper ambisjonene på en rekke områder for å nå målet i tide. Bygg- og anleggsvirksomhet skal være fossilfri, deretter utslippsfri innen 2030 (satsingsområde 7). Kommunen spiller her, som i mange andre sammenhenger, en viktig rolle i å bane vei for at andre kan følge etter. Det heter derfor at byrådet vil "At alt bygge- og anleggsarbeid på oppdrag fra kommunen skal være utslippsfritt eller gå på biogass i 2025. Kommunens egne anleggsmaskiner skal også være utslippsfrie eller gå på biogass innen 2025".

Innfasing av utslippsfrie maskiner (for enkelthets skyld inkluderer vi heretter biogass i begrepet utslippsfritt) i overgangen til lavutslippssamfunnet er en viktig problemstilling som krever langsiktig arbeid. Endrava har, på oppdrag fra Utviklings- og kompetansetaten (UKE) i Oslo kommune, gjennomført et forprosjekt som fokuserer på andre ledd i det nevnte byrådets erklæring. Formålet med prosjektet er å utarbeide en utskiftningsplan for Oslo kommunes maskinpark for å skissere kostnader og utslippsreduksjoner ved å gå over til utslippsfrie maskiner. Prosjektet ble gjennomført i perioden mars til juni 2021 og har kombinert omfattende datainnsamling og analyse med innspill fra næringen og aktører i kommunen gjennom intervjuer, spørreundersøkelser og arbeidsmøter.

## Funn

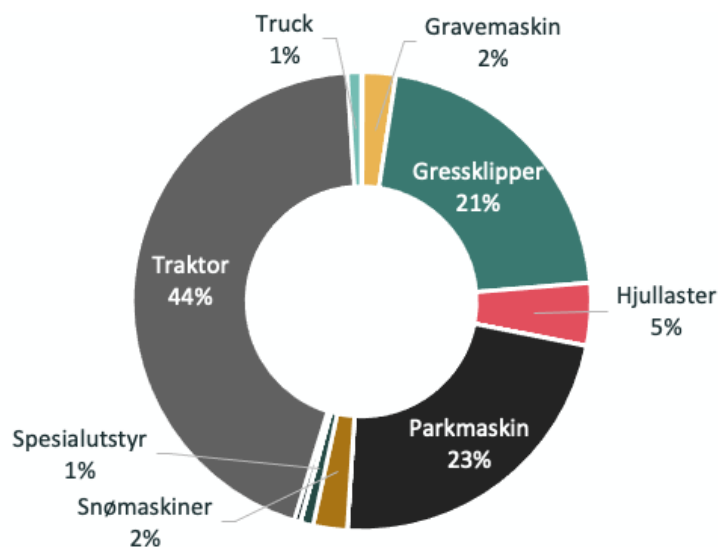
Fra prosjektets innledende oversikt på 512 maskiner har vi nå utarbeidet en oppdatert utgave med mer enn 1900 maskiner. Maskinene spenner bredt i form av type og størrelse men også brukperiode gjennom året, totale klimagassutslipp, gjenværende levetid mm.

Figuren nedenfor illustrerer antall maskiner fordelt på de ulike hovedkategoriene.



Figur 1 - Fordeling av antall maskiner per hovedkategori

Prosjektet har også utarbeidet et grovt estimat på tilhørende årlige klimagassutslipp, som summerer seg til 3 345 tonn CO<sub>2</sub>e. Estimater er overordnet, da det i stor grad mangler detaljert driftsdata pr. maskin på drivstofforbruk. I utslippsberegningen er biodiesel satt til null utslipp. Dog er det verdt å nevne at biodiesel står for 18 % av det totale estimerte drivstofforbruket. I figuren under vises det totale utslippet per hovedkategori. Vi fremhever spesielt utslippene fra traktorer da denne kategorien alene er estimert til å være en vesentlig utslippsdriver, noe som har gitt føringer for utskiftningsplanen.



Figur 2 - Fordeling av utslipp per hovedkategori (direkte klimagassutslipp)

Når det gjelder tilbud i markedet, finner vi det sannsynlig at det *teknisk* sett er mulig å oppnå en utslippsfri maskinpark innen utgangen av 2025. Tabellen på neste side illustrerer forventet utvikling i teknologimodenhet på de viktigste maskinkategoriene fremover. Modenheten er viktig da de i vår analyse er direkte koblet til investeringskostnader. En utslippsfri maskin i serieproduksjon vil ha langt lavere merkostnader enn en utslippsfri maskin i pilot. Måloppnåelse er derfor i størst grad et spørsmål om *økonomi*, og deretter hvilken strategiske innkjøpsrolle Oslo kommune bør innta.

**Tabell 1 - Modenhetsutvikling for de viktigste maskinene**

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

SP = Serieproduksjon

TP = Tidlig serieproduksjon

P = Pilot

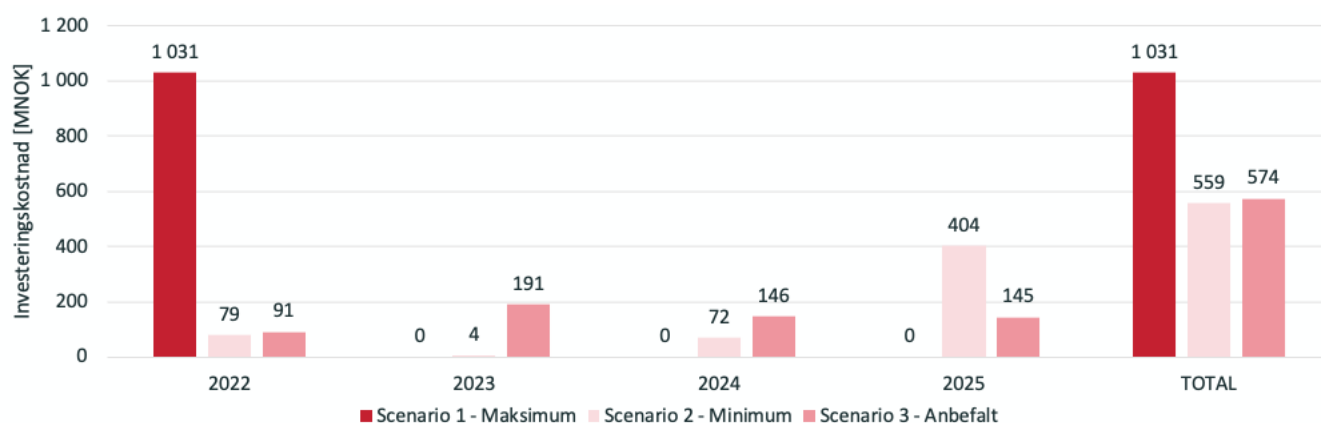
Utskiftningsplanen skulle i utgangspunkt også hensynta områder for optimalisering av maskinparken. Dette for å redusere antall nye maskiner som må anskaffes og dermed ta ned investeringskostnadene. Vår kartlegging og dialog med aktørene indikerer at dette ikke er en triviell oppgave. Flere av virksomhetene er i prinsippet åpne for deling av maskiner, men i praksis ønsker virksomhetene å ha sine maskiner til disposisjon for planlagte, og enda viktigere, uforutsette aktiviteter. Andre barrierer er uavklarte forhold rundt drifts- og vedlikeholdsansvar, samt modeller for kostnadsdeling.

Virksomhetene indikerte større villighet til å dele maskiner internt i egen virksomhet, noe som allerede foregår i noen grad, enn mellom virksomhetene, som kun foregår i svært liten grad. Et lyspunkt er at noen virksomheter har igangsatt arbeid for å redusere egen maskinpark der mindre områder i byen kan dele på et felles utstyrs-pool. Dette er i svært tidlig fase og uten tallfestede konklusjoner pr. nå. Virksomhetene mangler også i stor grad detaljerte driftsdata om sine maskiner (antall timer ila. året og driftsperioder). Disse trekkene samlet sett gir oss et utilstrekkelig underlag til å hensynta optimalisering i utskiftningsplanen.

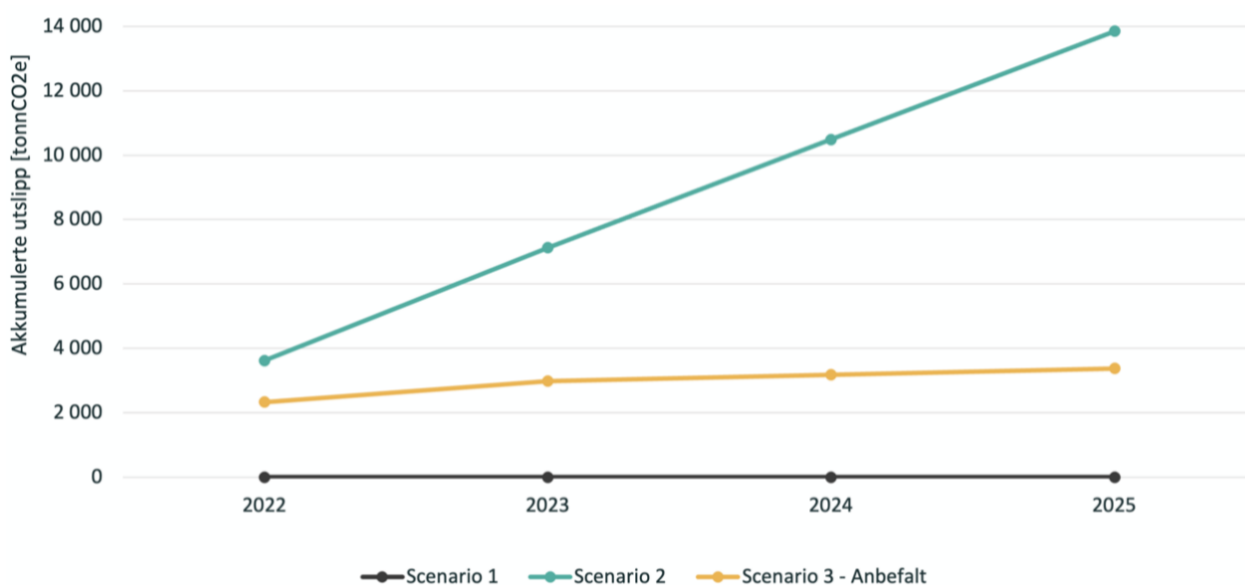
Basert på funn fra de foregående aktivitetene har vi utarbeidet tre scenarier for hvordan maskinparken kan skiftes ut. Scenariene er oppsummert i avsnittene og tilhørende figurer nedenfor.

- **Scenario 1 - bytte maskiner så tidlig som mulig (høyest investeringskostnad og lavest klimagassutslipp):** bytte ut alle maskiner med nullutslippsmaskiner i 2022. Her gjennomføres samtlige bytter av fossile maskiner det første året, til en total kostnad på 1 031 MNOK. En operasjon av dette formatet vil naturlig nok by på en del utfordringer, da tilbudssiden for mange av maskinene fremdeles ikke har nådd full serieproduksjon. Utfordringer kan være høye investeringskostnader, få tilgjengelige maskiner og lang leveringstid. På den andre siden, hvis utskiftningsplanen gjennomføres, vil alle de direkte utslippene kuttes fra 2022.

- **Scenario 2 - bytte maskiner så sent som mulig (lavest investeringskostnad og høyeste klimagassutslipp):** bytte kun de maskinene som må byttes ut pga. tilstand/levetid mellom 2022-2025 og resten av maskinene i 2025. Majoriteten av utskiftningene vil således gjennomføres i 2025. Dette medfører de laveste investeringskostnadene med en total investering på 559 MNOK og tilhørende totale klimagassutslipp i perioden på 13 852 tonn CO<sub>2</sub>e.
- **Scenario 3 - optimalisert utskifting (lave investeringskostnader og lave klimagassutslipp):** bytte kun de maskinene som må byttes ut pga. tilstand/levetid mellom 2022-2025, bytte alle middels traktorer (25-75 hk) i 2023, bytte alle store traktorer (>75 hk) i 2024, og resten av maskinparken i 2025. Her er ideen å bytte så snart nullutslippsalternativene når full serieproduksjon. Dette sørger for at kostnadene holdes nede, samtidig som at muligheten for å kutte klimagassutslippene tidligere benyttes. Totalt akkumulerer investeringskostnaden seg til 574 MNOK, noe som er 15 MNOK mer enn den minste mulige investeringen (scenario 2). De totale klimagassutslippene fra dette scenarioet er estimert til 3 376 tonn CO<sub>2</sub>e over perioden 2022-2025. Dette representerer 24 % av det totale utslippet fra scenario 2. Oppsummert representerer dette en signifikant forbedring i klimagassutslippene, uten at investeringskostnaden økes betraktelig.



Figur 3 - Fordelingen av investeringskostnader ved å bytte fossile maskiner med nullutslippsalternativer



Figur 4 - Akkumulerte klimagassutslipp fra de ulike scenarioene for utskifting av maskinparken



## Anbefalinger

Gjennom prosjektet har vi opparbeidet oss innsikt på noen områder som vi mener er viktig å hensynta i det videre arbeidet med utskiftningsplanen. Disse anbefalingene er sortert tematisk nedenfor. De fleste av anbefalingene bør utredes nærmere før man konkluderer. Vi minner om at det er gitt en opsjon i dette prosjektet for å utvikle et styringssystem, og enkelte av anbefalingene dermed kan inngå i denne opsjonen.

### Om utskiftningsplanen:

- Vår anbefaling er scenario 3. Dette scenarioet medfører relativt lave investeringskostnader og et relativt lavt utslipp. Da økonomi vil bli et grunnleggende tema i en utskiftningsplan mener vi at det å skifte ut maskinene først når nullutslippsalternativene når full serieproduksjon vil være det fornuftige valget. Samtidig kombineres dette med relativt lave utslipp selv om maskinene byttes ut før de trenger (som i scenario 1).
- Dette presiseres at arbeidet som ligger til grunn for anbefalingene i utskiftningsplanen bygger på data som er estimert og dermed usikre. Derfor anbefales det å vurdere om rammeverket for utskiftningsplanen er en farbar vei videre. Hvis den er det anbefales det å starte på et arbeid med å forbedre datagrunnlaget så raskt som mulig.
- Det anbefales å vurdere å samle inn data på driftskostnader. Dette kan være et omfattende arbeid, men vil kunne gjøre utskiftningsplanen mer realistisk ved at den hensyntar de antatt lavere drivstoff- og vedlikeholdskostnadene til nullutslippsmaskiner.

### Om oppfølging og styring:

- Det bør lages et system for en felles, jevnlig oppdatert maskinoversikt som samler relevant data på tvers av Oslo kommunes virksomheter med maskiner. Denne bør i så stor grad som mulig digitaliseres og automatiseres, gjerne med koblinger til data fra Oslo Forsikring. Arbeidet gjennom dette prosjektet synliggjør at det ikke finnes en slik enhetlig oversikt, hvilket gjør det krevende å utarbeide fokusområder, rapportere på fremdrift og spore eventuelle avvik mot måloppnåelse. Ansvaret for oversikten bør forslagsvis legges til den virksomheten som også er ansvarlig for å rapportere på tilhørende klimamål om utslippsfrie maskiner.
- Det bør vurderes å opprette en form for forum eller nettverk for de ansatte i de ulike etatene som jobber med og har oversikt over den respektive maskinparken. Ved at disse samles med jevne mellomrom og kjenner til andre de kan kontakte internt i Oslo kommune, kan informasjon om utslippsfrie maskiner og erfaringer enklere deles. De ulike etatene har mange maskinkategorier som overlapper, og det vil derfor kunne føre til at flere etater blir trygget på å bytte til nullutslippsalternativer raskere.
- Oppfølging og koordinering av utskiftningsplanen på tvers av virksomheter og med tett markedsdialog vil være komplisert og tidkrevende. Vi anbefaler derfor at det utarbeides en oversikt over hvilke oppgaver som skal utføres for å lede arbeidet, og at det dedikeres ressurser med ansvar for oppgavene. Ressursene vil også dra fordel av et tydelig mandat til å snakke på vegne av Oslo kommune som helhet i markedsdialogen.
- Prosjektet har ikke konkret vurdert tekniske og økonomiske konsekvenser av infrastrukturbehov for energi (strøm, hydrogen og biogass) for de utslippsfrie maskinene. På generell basis kan vi likevel si at energitilførsel for nullutslippsmaskinene blir en langt større del av totalvurderingene når ulike løsninger skal anskaffes. Oslo kommune ligger langt fremme i sitt arbeid med energistasjoner, og man bør vurdere om arbeidet også skal inkludere å vurdere infrastrukturbehov for Oslo kommunes maskinpark.

#### Om Oslo kommunes innkjøpsrolle på maskiner:

- Oslo kommune bør utarbeide en egen innkjøpsstrategi for sine maskiner. Denne bør synliggjøre hvordan Oslo kommune kan være akselerator for at utvalgte maskiner i nåværende pilotfase raskest mulig går til serieproduksjon. I dette ligger også vurdering av hvilke andre byer (herunder nettverk som f.eks. C40) og større entreprenører Oslo kommune kan samarbeide med slik at det skapes et tilstrekkelig kraftig etterspørselssignal til maskinprodusentene.
- Samme strategi bør også ta for seg hvilke utslippsfrie maskiner som bør anskaffes via samkjøpsavtaler og hvilke som egner seg bedre til individuelle anskaffelser. Det er av noen aktører intervjuet i dette prosjektet indikert at mindre, standardiserte batteridrevne maskiner som gressklippere, løvblåsere, hekktrimmere, motorsager m.m. kan være velegnet for anskaffelser via samkjøpsavtaler på tvers av virksomheter. Samtidig har andre påpekt at større, mer kompliserte maskiner ofte vil være gjenstand for individuell tilpasning inkludert spesialutstyr og serviceavtaler. Disse er derfor indikert at passer best som individuelle anskaffelser. Vårt prosjekt har imidlertid ikke tilstrekkelig informasjon til å konkludere hva som egner seg best og anbefaler at dette utredes nærmere.
- Oslo kommune bør fremstå koordinert i dialog med markedet, slik at det skapes et enhetlig, felles og kraftig etterspørselssignal om type og antall maskiner, tidslinjer for utskiftning og aktuelle drivlinjer. Uavhengig av om anskaffelsene skal gjøres samlet eller individuelt, mener vi en felles koordinerende markedsdialog vil være mer virkningsfullt på markedet og mer effektivt for Oslo kommune enn at virksomhetene skal være i dialog med markedet individuelt.

#### Om optimalisering av maskinparken:

- I tilfeller der maskinene brukes på forutsigbare tider og ikke er i kontinuerlig drift bør det vurderes å opprette felles maskinparker enten internt i virksomhetene eller på tvers av virksomhetene. UDE sonderer nå mulighetene og barrierer for å opprette felles maskinparker mellom skoler i nærheten av hverandre. Disse kan dermed dele på gressklippere, motorsager, hekktrimmere o.l. Om utstyret plasseres i en elektrisk varebil med strømuttak eller tilhenger med fornuftig batteripakke installert, kan utstyret lett transporteres rundt og lades på stedet. Dersom dette er vellykket, bør ordningen vurderes kopiert til andre virksomheter.
- Det bør også vurderes å opprette en *equipment-as-a-service*-modell for Oslo kommunes maskinbehov. Ansvarer kan enten tillegges en eksisterende eller ny etat i Oslo kommune eller anskaffes via en eller flere anskaffelser. Løsningen medfører at virksomhetene leier maskiner til sine behov og at anskaffelser, drift (dersom det kreves særskilte maskinføreregenskaper), transport av utstyr til/fra brukerne, vedlikehold og utbyttinger av maskinparken gjøres samlet. De økonomiske og driftsmessige fordelene og ulempene av et slikt forslag må spesielt utredes nærmere.

Resten av rapporten vil utdype analysene som er gjennomført og anbefalingene de munner ut i.

## 2 Dagens maskinpark og behov

Dette kapittelet gir en innføring i oversikten over Oslo kommunes maskinpark som var utgangspunktet for prosjektet og hvordan det ble arbeidet med å utbedre denne oversikten. Kapitlet deles i fire: først gis en oppsummering av hvordan vi har tilnærmet oss problemstillingen og deretter de overordnede resultatene. Deretter beskrives usikkerhetene rundt resultatene, før vi endelig gir noen anbefalinger om hvordan Oslo kommune kan styrke sin forståelse av maskinparken og ta arbeidet videre.

Den opprinnelige maskinoversikten utarbeidet av Utviklings- og kompetanseetaten (UKE), som lå til grunn for prosjektet, var et godt utgangspunkt for å forstå Oslo kommunes maskinpark. Likevel ble det klart i både tilbudsfasen og ved starten av prosjektet når det ble gjennomført intervjuer med etatene, at datagrunnlaget var mangelfullt. Det ble derfor gjort en betydelig innsats med å forstå de ulike etatene prosjektet fokuserte på og samle inn tilhørende data, slik at både det opprinnelige datagrunnlaget ble forbedret og at ytterligere data kom til.

Våre funn tyder på at Oslo kommunes maskinoversikt er kompleks og har et behov for ytterligere forbedringer av datagrunnlaget. Allikevel har prosjektet i stor grad bidratt til å forstå omfanget bedre. Om Oslo kommune finner resultatene i prosjektet av verdi og ønsker å ta disse videre, er det en tydelig anbefaling at det settes av ressurser til å samle inn mer data for å forstå maskinparken bedre, samt muliggjøre bedre analyser.

### 2.1 Tilnærming

Et viktig utgangspunkt for prosjektet var en oversikt over Oslo kommunes maskinpark som UKE hadde utarbeidet mot slutten av 2020. Oversikten inneholdt informasjon om 512 maskiner, fordelt på åtte kategorier (hvilken etat som eide maskinen, maskinkategori, type, merke, drivstoff, størrelse, vekt og årgang). I tilbudsfasen påpekte Endrava at en del av kategoriene manglet data. I tillegg så vi et behov for å utvide antallet kategorier, for å kunne samle inn ytterligere data og således styrke analysen. Den første aktiviteten i prosjektet handlet derfor om å samle inn nødvendige data.

For å kunne forstå hvilke data vi trengte å samle inn, var det helt essensielt å forstå Oslo kommunes maskinpark og tilhørende behov for funksjonalitet og drift, både nå og i fremtiden. Vi intervjuet derfor de seks største etatene, målt i antall maskiner og mangfold av maskintyper, og opparbeidet oss en god forståelse av kompleksiteten og forskjellene i de ulike etatene (Utdanningsetaten (UDE), Bymiljøetaten (BYM), Gravferdsetaten (GFE), Renovasjons- og gjenvinningsetaten (REG), Vann- og avløpsetaten (VAV) og Kultur- og idrettsbygg (KID)). Resultatene fra intervjuene ble brukt til å utbedre maskinoversikten, før den ble sendt ut til etatene slik at de kunne samle inn data på de ulike maskinene.

Gjennom intervjuene og datainnsamlingen ble det klart at den opprinnelige oversikten ikke tegnet det faktiske bildet av Oslo kommunes maskinpark. Det var derfor et behov for at etatene tok interne runder med å forstå sin egen maskinpark og brukte tid på å samle inn nødvendig data. Da det var stor variasjon i funksjoner som maskinene til de ulike etatene utførte, var det også stor variasjon i antall og type maskiner. Som et utgangspunkt for intervjuene gikk vi gjennom den opprinnelige oversikten til UKE, der vi i tillegg hadde foreslått en del kategorier. Disse ble løpende justert ettersom vi møtte etatene. Deretter sendte vi over en endelig oversikt som etatene fylte ut etter beste evne. For UDE ble det et behov for å sende ut en spørreundersøkelse til hver enkelt skole, da de ikke hadde kapasitet til å fylle ut en detaljert oversikt per skole. I tillegg bestod maskinparken til UDE i hovedsak av mindre maskiner. Derfor ble det kun samlet inn antall maskiner per type.

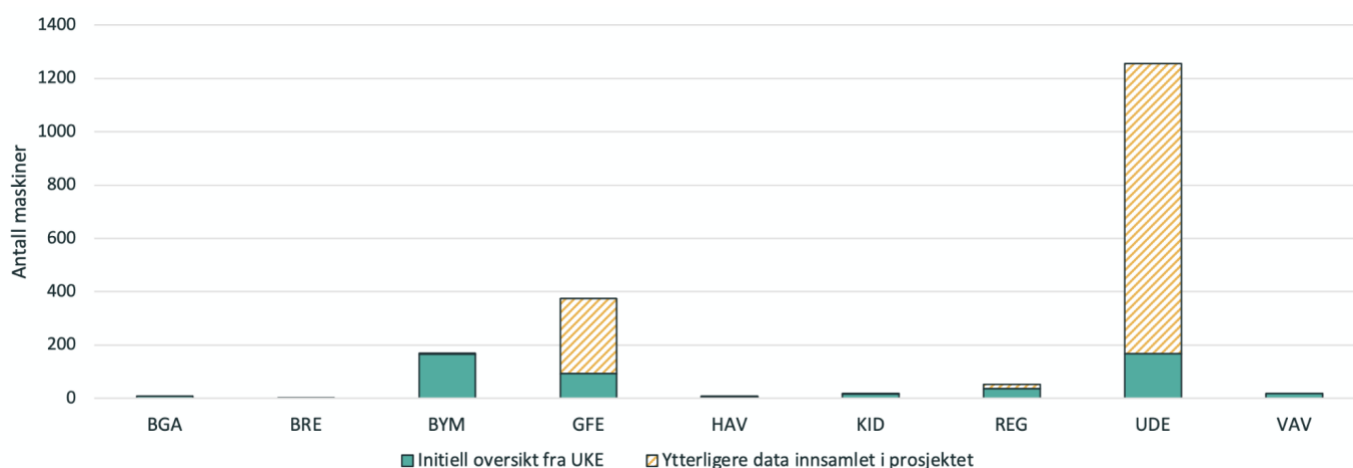
I perioden vi intervjuet etatene ble UKE holdt løpende oppdatert, og det ble diskutert ulike problemstillinger for å avklare om vi var på riktig spor. Blant annet ble det behov for å definere hvilke maskiner vi faktisk skulle inkludere i prosjektet. Se vedlegg B for definisjonen som ble utarbeidet i samarbeid med etatene og UKE.

Oppsummert baserte prosjektet seg på følgende datakilder:

- Opprinnelige maskinoversikt, utarbeidet av UKE
- Utvidede maskinoversikt, utarbeidet av Endrava i samarbeid med etatene
- Intervjuer med seks av etatene
- Workshop med seks av etatene, samt UKE og KLI

## 2.2 Resultater

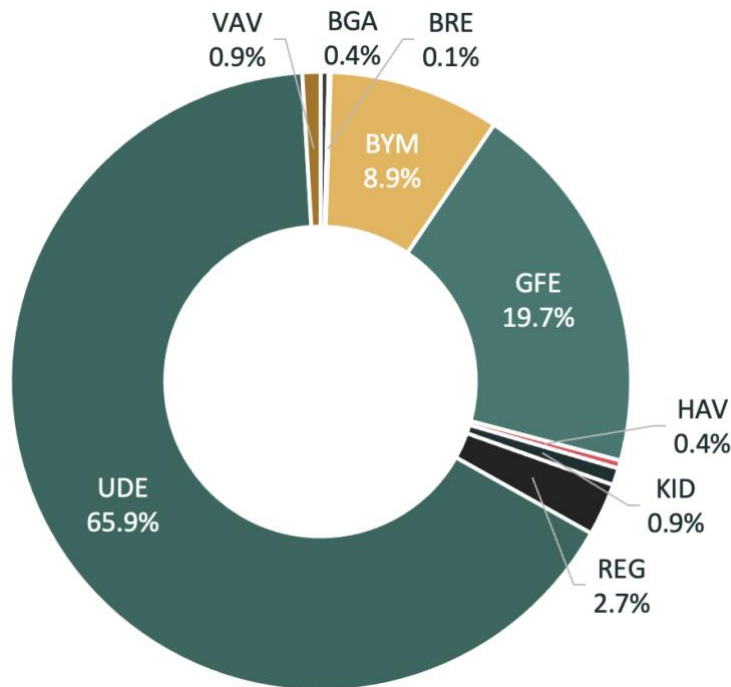
Det overordnede resultatet fra intervjuprosessen og innsamlingen av data er at antall maskiner inkludert i maskinoversikten økte fra 512 til 1 912 maskiner. Dermed bestod den opprinnelige oversikten av i underkant av 27 % av maskinene som er lokalisert i prosjektet. Resultatene fra datainnsamlingen er illustrert i figuren nedenfor. Et gjentakende mønster i de fleste kategoriene det ble samlet inn data for, var at det manglet betydelige mengder data. For å fylle ut data for samtlige maskiner over de ulike kategoriene, ble det brukt ulike teknikker for å estimere et datagrunnlag (se beskrivelse i kapittel 2.3 Usikkerhet). Dataene i figurene og tabellene i dette kapittelet er derfor basert på samtlige maskiner, men det bemerkes at store deler av grunnlaget er estimert.



Figur 5 - Oversikt over antall maskiner i opprinnelig oversikt og samlet inn i prosjektet

## Dagens maskinpark

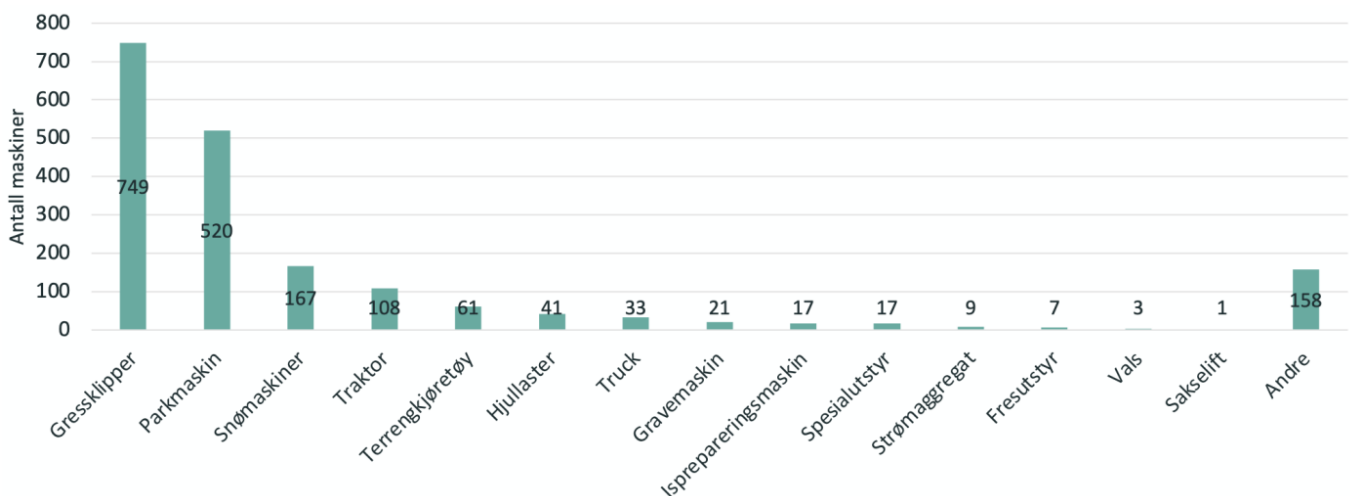
De totalt 1 912 maskinene fordeler seg over ni ulike etater, som vist i figur nedenfor. De tre største etatene, målt i antall maskiner, er UDE (65,9 %), GFE (19,7 %) og BYM (8,9 %). Merk at det er et stort spenn i størrelsen på maskinene, og at det således kan fremstå som at noen etater med store maskiner har små maskinpark.



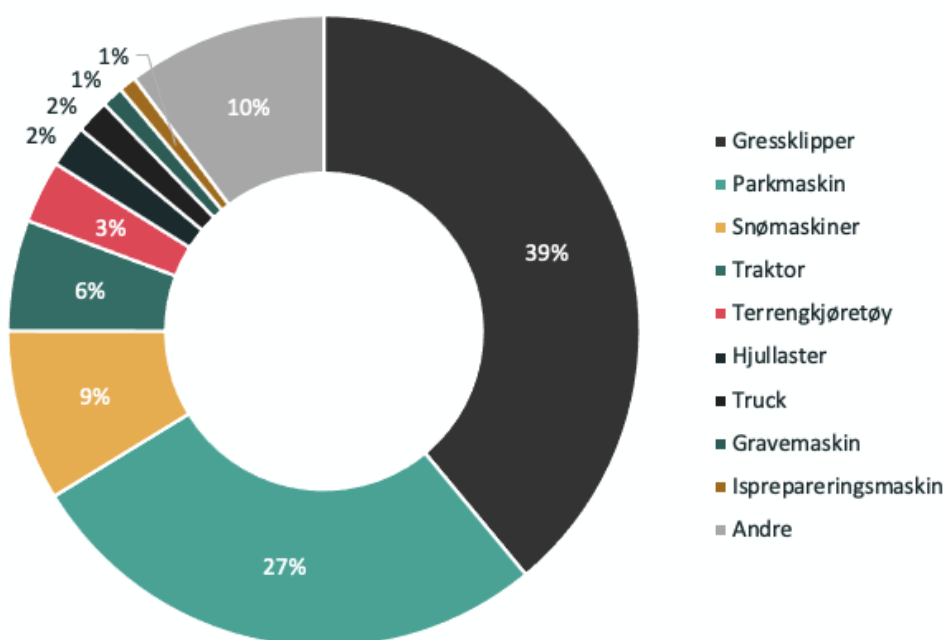
Figur 6 - Fordeling av antall maskiner per etat

## Maskinkategorier

De to figurene under viser at de største kategoriene av maskiner er gressklipper (749 maskiner), parkmaskin (520 maskiner), snømaskin (167 maskiner), traktor (108 maskiner) og terrengkjøretøy (61). Disse fem kategoriene står for 84 % av det totale antallet maskiner. De ulike hovedkategoriene består igjen av en rekke ulike underkategorier. Eksempelvis er hovedkategorien *gressklipper* brutt ned i underkategoriene *dytteklipper*, *gressklipper*, *gresstrimmer*, *kantklipper*, *kantskjærer*, *robotgressklipper* og *sitteklipper*. Vedlegg A viser hvordan hver av hovedkategoriene er nedbrutt i underkategorier med antall maskiner. Hovedkategorien "Andre" består utelukkende av høytrykksspylere fra UDE.



Figur 7 - Fordeling av maskiner per hovedkategori



Figur 8 - Fordeling av maskiner per hovedkategori

## Maskinprodusenter

Et utvalg av produsentene av maskinene som ble kartlagt er vist i figuren under, og viser antall maskiner fra de mest populære maskinmerkene. Oversikten domineres av produsenter av mindre maskiner. Maskinene fra produsentene i figuren under representerer 33,6 % av den totale maskinparken til Oslo kommune. Utover disse merkene har vi kartlagt at det finnes maskiner fra 101 andre produsenter. For 66,4 % maskiner mangler vi data på produsent.

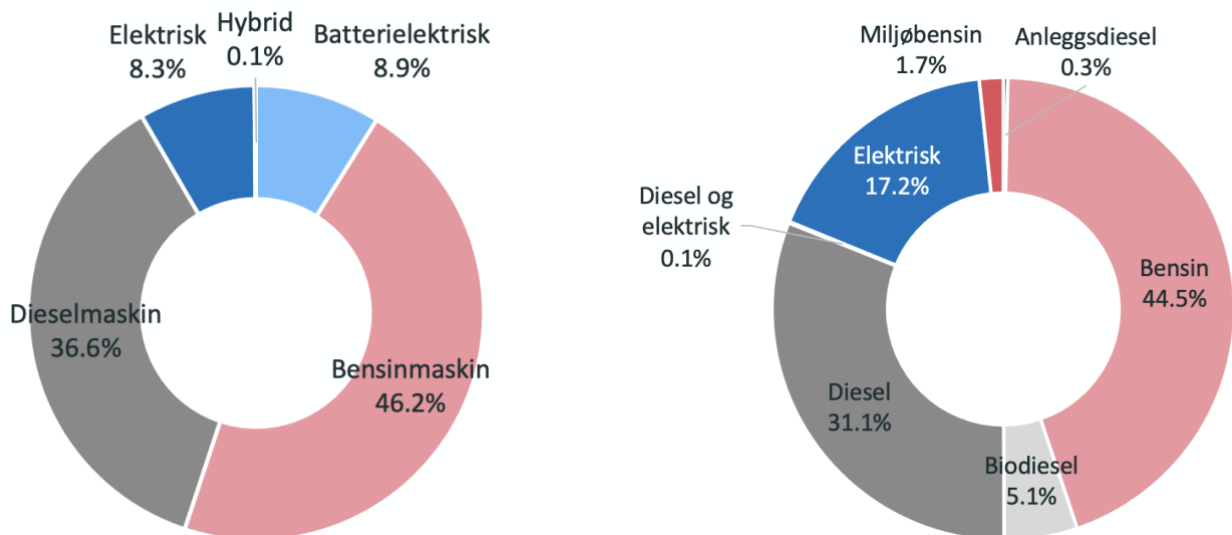


Figur 9 - Oversikt over de mest populære produsentene av maskiner i Oslo kommune

## Motorteknologi og energikilder

Hver maskin ble kategorisert ut i fra hvilken motorteknologi den representerte. Oslo kommunes maskiner representeres av motorteknologi som går på diesel, bensin, batterielektrisk, kabelektrisk og hybrid (diesel og batterielektrisk). Videre benytter de ulike motorteknologiene ulike energikilder (drivstoff).

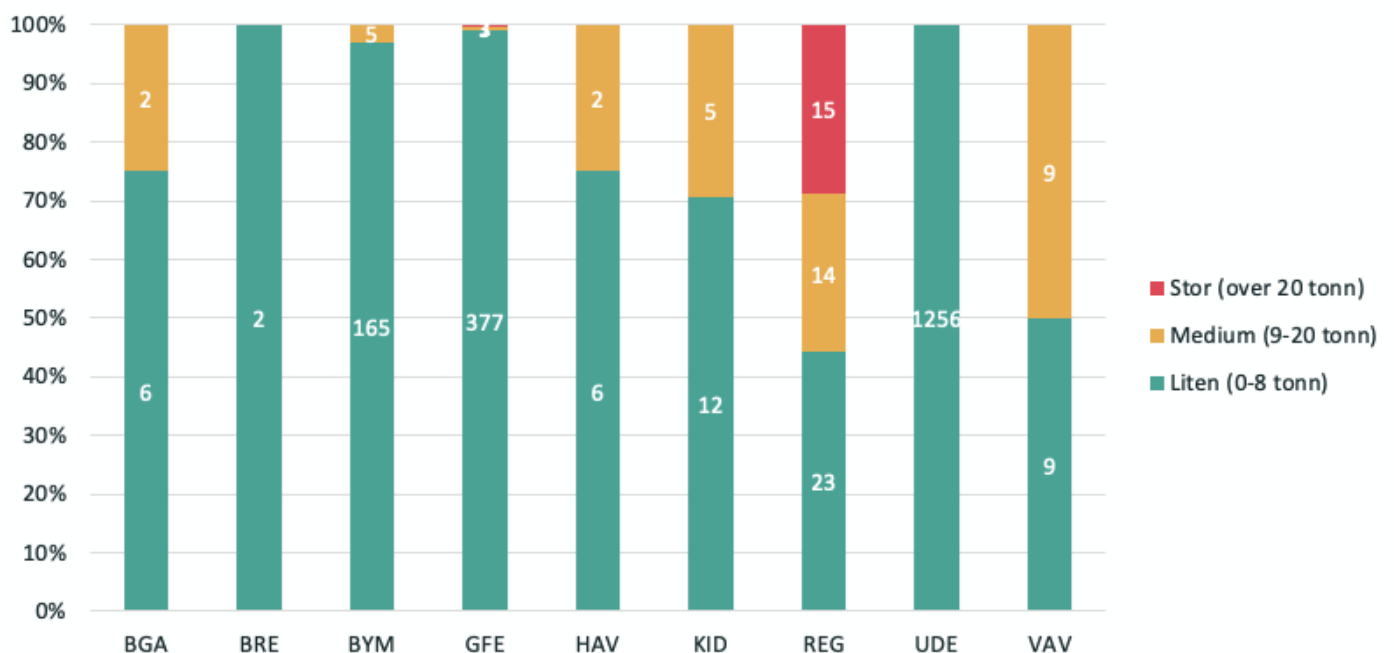
Dieselmaskinene går på diesel (mineralsk diesel), biodiesel og anleggsdiesel. Bensinmaskinene går på vanlig bensin og miljøbensin. Hybridmaskinene går på diesel og elektrisitet.



Figur 10 - Oversikt over antall maskiner per motorteknologi (venstre) og energikilde (høyre)

## Maskinstørrelse

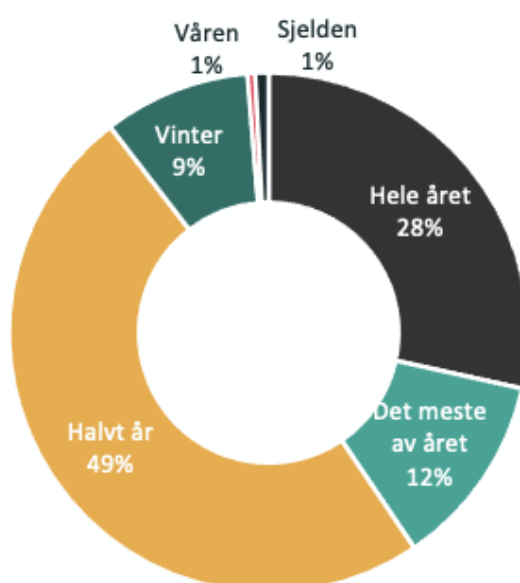
I den opprinnelige oversikten til UKE var maskinene delt inn i størrelsene *liten (0-8 tonn)*, *medium (9-20 tonn)* og *stor (over 20 tonn)*. Denne kategoriseringen ble videreført i den videre datainnsamlingen. Som figuren nedenfor viser, er det tydelig at de fleste maskinene havner i den minste kategorien.



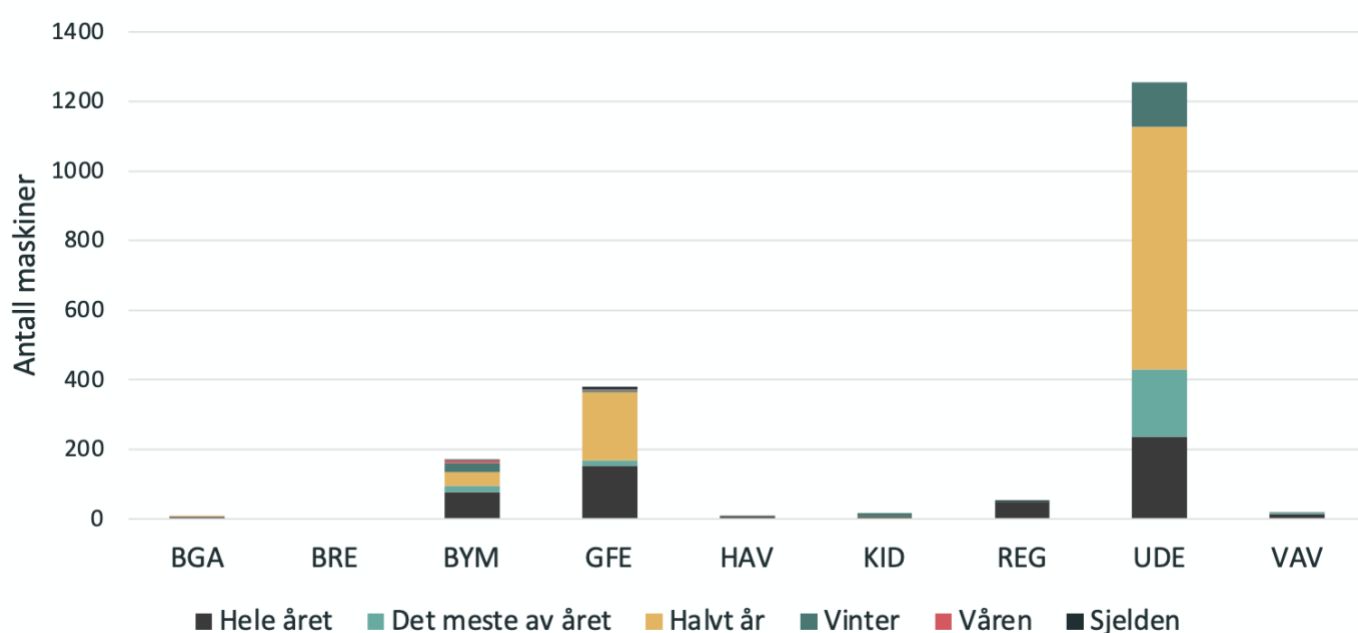
Figur 11 - Fordeling av maskiner over de ulike størrelsene og etatene (tallene i søylene er antall maskiner)

## Bruksperioder

Gjennom datainnsamlingen ble det også rapportert hvilke perioder de ulike maskinene ble brukt i løpet av året. Formålet med denne kategorien var å forstå når de ulike maskinene brukes, slik at bruken kunne optimaliseres. De to figurene nedenfor viser i hvilke deler av året maskinparken brukes, i andel av maskinpark per bruksperiode og fordeling av bruksperioder per etat. Det presiseres at datagrunnlaget for når maskinene ble brukt ikke var fullstendig, noe vi kan se av Figur 18. Følgelig ble det estimert bruksperioder for de resterende maskinene. Vi ser av figurene under at halvparten av maskinene kun brukes halve året, og at en mindre andel brukes i enda kortere perioder. Mange maskiner vil selvfølgelig kun ha en begrenset bruksperiode. Eksempler på dette kan være gressklippere i sommersesongen og snøprepareringsmaskiner på vinteren. Allikevel gir oversikten et utgangspunkt for å undersøke om bruken kan optimaliseres.



Figur 12 - Oversikt over bruksperioder

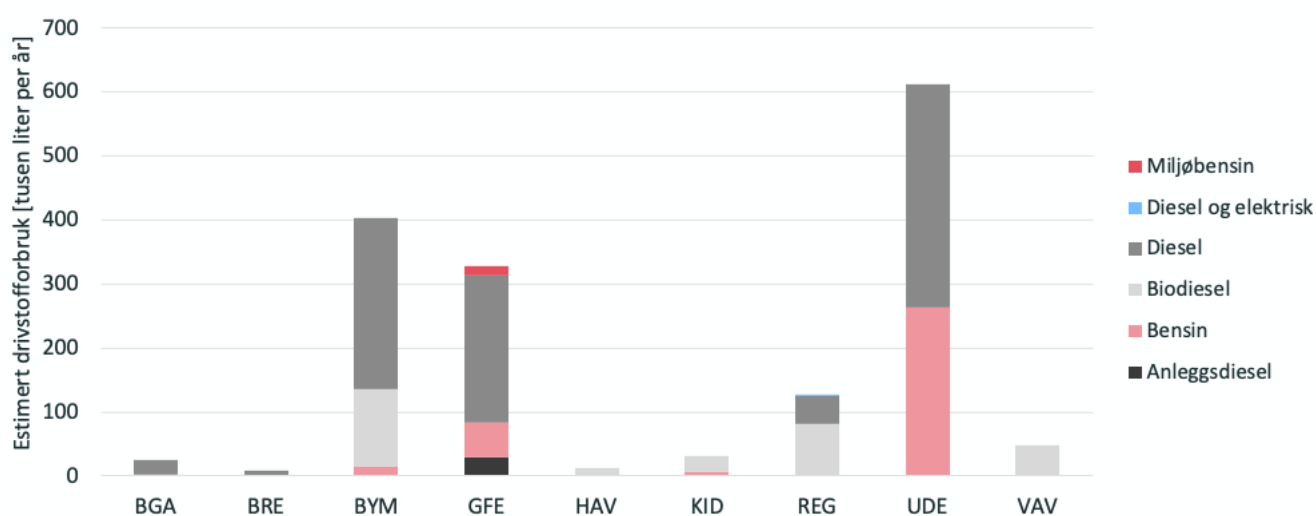


Figur 13 - Oversikt over bruksperioder per etat



## Drivstofforbruk og klimagassutslipp

Etatene i Oslo kommune rapporterer årlig på drivstofforbruk. I 2020 ble det rapportert inn totalt 574 824 liter (sum av bensin, diesel og biodiesel). I prosjektet ble det samlet inn data på drivstofforbruk for hver maskin. Dataene var mangelfulle og det var kun totalt 30 maskiner som hadde rapporterte data på både drivstofforbruk (eksempelvis liter/time) og brukstid (timer), som muliggjorde å beregne et totalt drivstofforbruk. Det ble derfor estimert et forbruk for majoriteten av maskinene, noe som gjør at tallene er usikre. Av figuren og tabellen under fremkommer det av Endravas estimer at Oslo kommunes reelle drivstofforbruk er over fire ganger så stort som det som blir rapportert årlig. Det presiseres at denne beregningen er basert på estimer, men de signaliserer en såpass stor forskjell at det bør undersøkes grundigere. Et eksempel er KID som har rapportert i underkant av 10 000 liter biodiesel for 2020 (ovenfra-og-ned-tilnærming), men hvor Endrava har estimert et betraktelig høyere forbruk basert på innrapporterte tall på maskinnivå (nedenfra-og-opp-tilnærming).

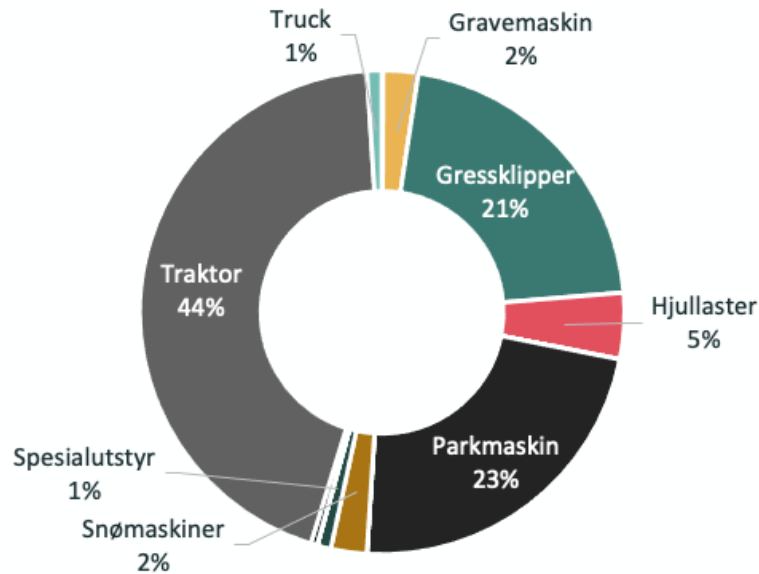


Figur 14 - Estimert drivstofforbruk per energitype for hver etat

Tabell 2 - Oversikt over drivstofforbruket (liter per år) til hver etat

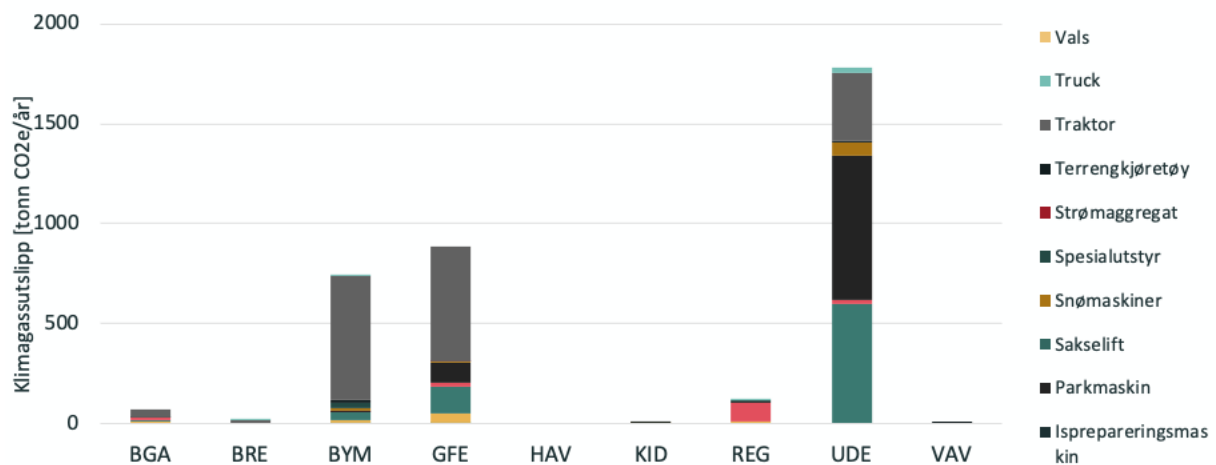
Etat	Rapport 2020 Oslo kommune	Endravas estimat	Forskjell
BGA	3 815	24 996	+555 %
BRE	27 174	7 941	-71 %
BYM	203 000	402 614	+98 %
GFE	44 524	328 228	+637 %
HAV	21 554	12 617	-41 %
KID	9 639	32 352	+236 %
REG	229 701	126 683	-45 %
UDE	5 656	612 789	+10 734 %
VAV	29 761	47 469	+60 %
<b>Totalt</b>	<b>574 824</b>	<b>1 596 766</b>	<b>+ 178 %</b>

Basert på estimert drivstofforbruk, beregnet Endrava det totale klimagassutslippet fra de ulike maskinkategoriene (se figuren under), som summerer seg til 3 345 tonn CO<sub>2</sub>e. Utslippene er utelukkende direkte utslipp (scope 1), og biodrivstoff har null utslipp i disse beregningene. Nesten halvparten av utslippene kommer fra de totalt 108 traktorene i oversikten. Det presiseres at utslippene er beregnet ut i fra grove estimater for drivstofforbruket.



Figur 15 - Estimert andel av klimagassutslipp fra de ulike maskinkategoriene (direkte utslipp)

UDE er den etaten med mest klimagassutslipp i maskinoversikten, med 1 783 tonn CO<sub>2</sub>e per år (53 % av de totalt estimerte utslippene), illustrert i figuren nedenfor. GFE og BYM har de nest største utslippene, med henholdsvis 887 og 740 tonn CO<sub>2</sub>e per år (27 % og 22 % av utslippene).



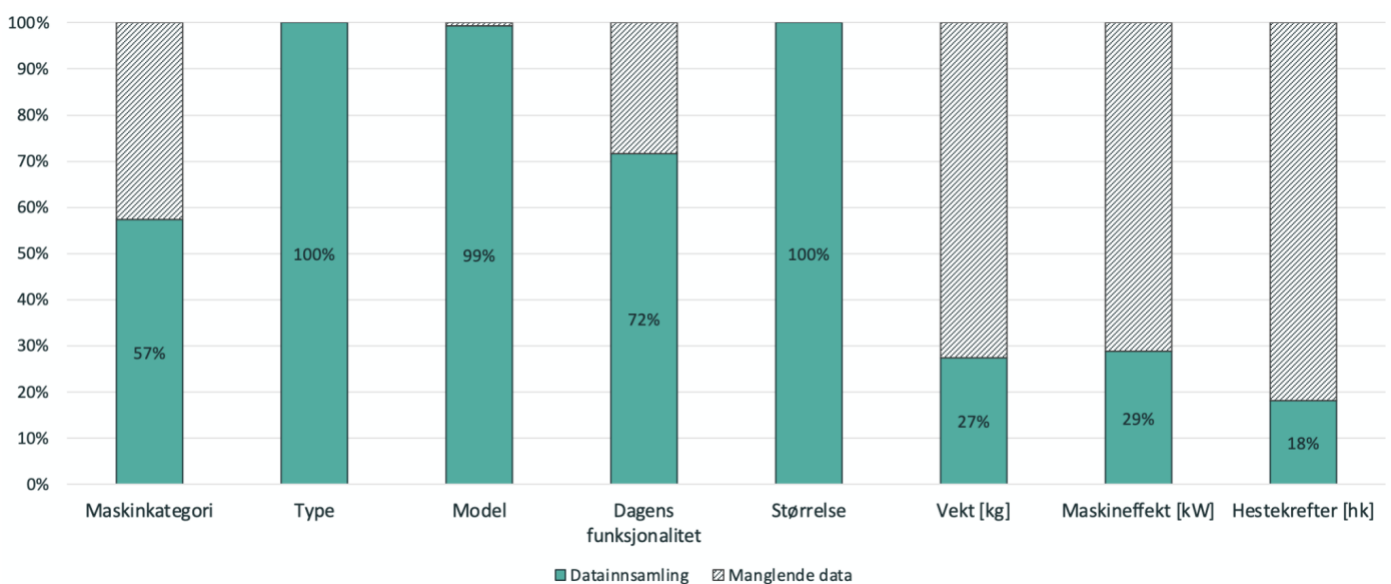
Figur 16 - Estimerte klimagassutslipp per etat (direkte utslipp)

## 2.3 Usikkerhet

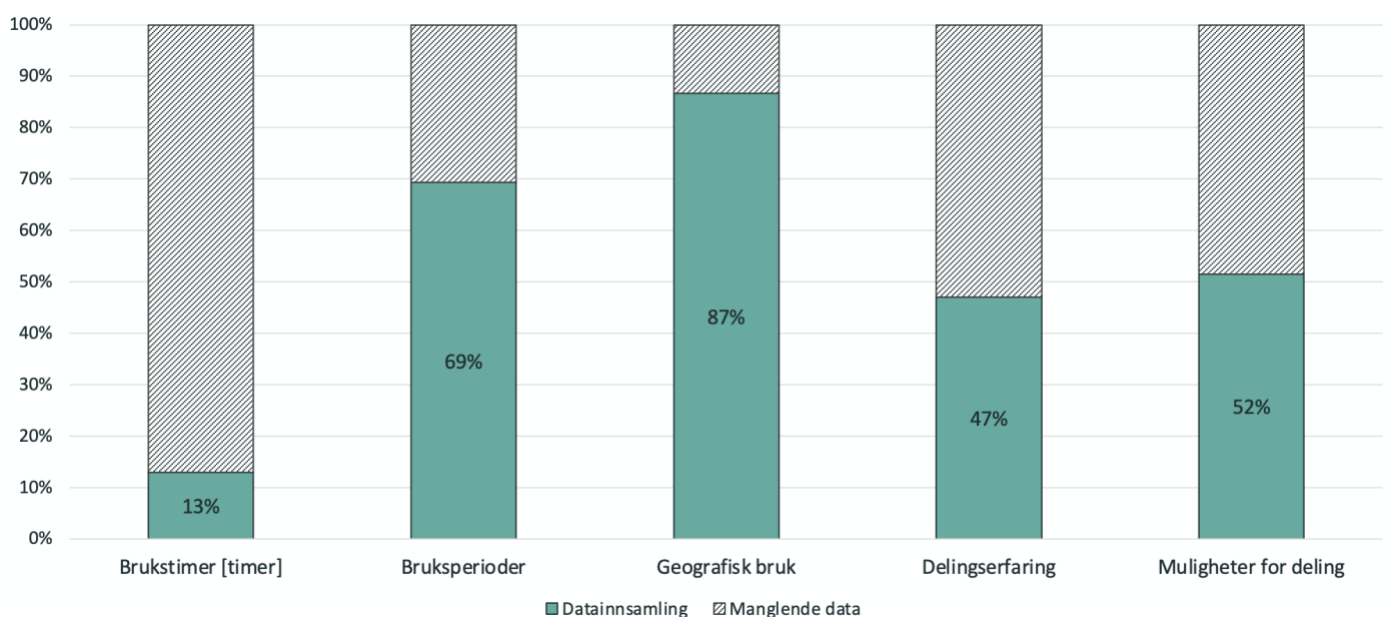
For å utbedre og utvide UKEs maskinoversikt, har vi gjennomført et omfattende arbeid med å samle inn og estimere data, samt rydde opp i feil og mangler. For å få til dette, ble det samlet inn informasjon fra UKE, KLI og etatene med flest maskiner gjennom intervjuer, en spørreundersøkelse og en workshop. I tillegg ble det samlet inn ekstern data gjennom spørreundersøkelser, litteratursøk og markedsanalyser.

Resultatet fra dette arbeidet ble samlet i en Excel-fil med rader som representerer hver enkelt maskin og kolonner med diverse data om de respektive maskinene. En kopi av denne databasen er en del av leveransene i prosjektet (separat Excel-fil). På tross av et omfattende arbeid med å oppdatere oversikten utarbeidet av UKE, inneholder også den endelige oversikten en god del feil og mangler. Eksempler på feil kan være feil i innrapporterte data grunnet feiltolkning og feil i estimeringen av manglende datagrunnlag. For beskrivelse av mangler, se neste avsnitt. Allikevel er den et godt utgangspunkt for å forstå Oslo kommunes maskinpark og ikke minst hvordan videreutvikle denne oversikten og forståelsen.

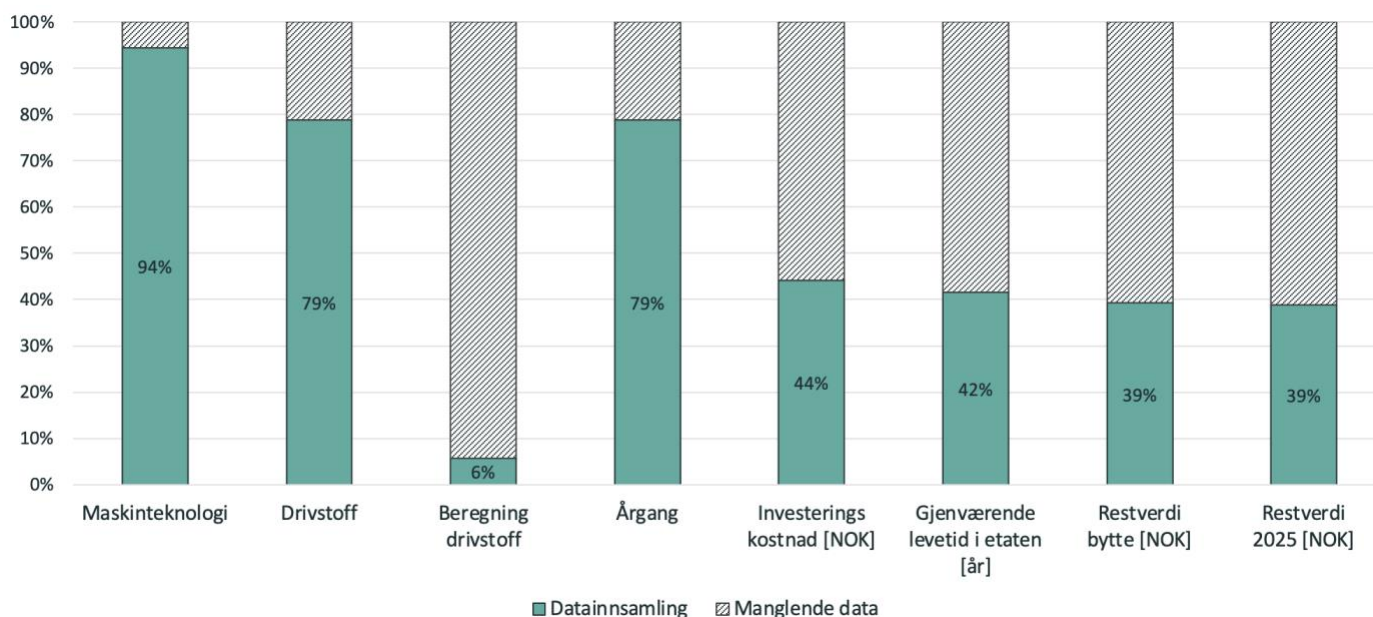
Figurene under viser i hvilken grad dataene samlet inn for de ulike kategoriene er fullstendig. Oppsummert viser grafene at det er store mangler for majoriteten av kategoriene det ble samlet inn data på. Dette skyldes i hovedsak at etatene ikke har hatt tilstrekkelig intern informasjon om dataene, men det kan også skyldes at det ikke har vært nok ressurser til å rapportere til prosjektet, og mistolkning av hvilke data som skal rapporteres.



**Figur 17 - Oversikt over andelen data samlet inn for ulike kategorier relatert til funksjonalitet**



**Figur 18 - Oversikt over andelen data samlet inn for ulike kategorier relatert til bruk og deling**



**Figur 19 - Oversikt over andelen data samlet inn for ulike kategorier relatert til teknologi, alder og verdi**

For å kunne utføre en analyse av datagrunnlaget, var det nødvendig å estimere data der de manglet. Det ble gjennomført en manuell prosess basert på følgende tilnærming:

- Kvalifisert gjetning: Ved å bygge på innsamlet data i hver rad og kategori i Excel-filen, ble tilsvarende verdier fylt inn for lignende maskiner. For eksempel ble data i kategoriene “Type”, “Modell” og “Dagens funksjonalitet” brukt til å registrere en maskinkategori for de resterende 43 % av maskinene som ikke tilhørte en maskinkategori.
- Ekstrapolasjon: Noen kategorier inneholdt numeriske data som ble brukt til å fylle de resterende cellene gjennom estimering. Dette gjelder for kategoriene “Bruksperioder”, “Maskinteknologi” og “Drivstoff”, der informasjonen ble ekstrapolert mellom datapunkt for kategoriene “hovedkategori” og “underkategori”.
- Statistisk analyse: Der det manglet numeriske data, ble det brukt et gjennomsnitt for maskiner i samme kategori i “Hovedkategori” og “Underkategori”. For eksempel ble “Årgang” og “Gjenværende levetid i etaten” slått sammen og deretter tatt et gjennomsnitt av, for å estimere maskinens resterende år. “Brukstimer” og “Bruksperioder” ble lagt til for å bestemme hvor mye maskinen ble brukt.
- Enkel tilnærming: Ca. 50 % av skolene svarte på spørreundersøkelsen som ble sendt ut til UDEs skoler. Datagrunnlaget ble dermed doblet for å estimere UDEs maskinpark.
- Litteratursøk: Ulike tekniske kilder ble undersøkt og brukt for å bestemme ulike karakteristikk som ikke var rapportert. Dette ble spesielt utført for “Størrelse”, “Vekt”, “Drivstoff” og “Kostnad”.

Fordi det er brukt forskjellige teknikker og kilder for å fylle ut manglende data, er det store usikkerheter i datagrunnlaget. Det er derfor viktig å forstå datagrunnlaget og lage en plan for hvordan det kan forbedres.

## 2.4 Anbefalinger

Prosjektet har vært gjennom en omfattende datainnsamlingsfase. Det har gitt et bedre bilde av Oslo kommunes maskinpark. Allikevel er Endravas oppfatning at det fremdeles gjenstår et betraktelig arbeid med å samle inn dataene som mangler i det nåværende datagrunnlaget.

I starten av datainnsamlingsfasen ble det diskutert med flere etater at omfanget var stort, og at det for mange etater ville være umulig å samle inn data for alle kategoriene som ble etterspurt. Basert på funnene, er Endravas anbefaling at Oslo kommune burde gjøre en vurdering av kategoriene det ble samlet inn data for, og hvor mye data som har blitt samlet inn for de respektive kategoriene. Dette vil gi Oslo kommune en forståelse av hvilke kategorier de burde fokusere på fremover, og hvilke data som skal utbedres. Spesielt bør det vurderes hvordan datainnsamlingen kan automatiseres (eksempelvis timeteller i maskinene som kan gi eksakt brukstid i timer og perioder). Et innspill vi fikk fra en ansatt i en av etatene, var å ta i bruk et felles maskinregister. Et eksempel som kan fungere som inspirasjon er [Maskinregisteret](#) (ikke undersøkt av Endrava).

Vurderingen av hvilke kategorier det skal fokuseres på videre bør gjøres i samråd med etatene. For å kunne diskutere denne problemstillingen og kommende problemstillinger, bør det vurderes å etablere et forum eller nettverk med ressurser som kjenner godt til maskinparken i hver enkelt etat. Det ble raskt tydelig i starten av prosjektet hvor verdifullt det var å intervju og holde en tett dialog med etatene. Det er etatene som kjenner maskinene og behovene best, og de ansatte i etatene har betydelig erfaring og kunnskap som burde fanges opp i det videre arbeidet.

I tillegg til de overordnede anbefalingene om å styrke datagrunnlaget og involvere etatene, anbefales det å undersøke drivstofforbruket nærmere. Som påpekt i funnene over, viser Endravas analyse at drivstofforbruket er kraftig underrapportert. I tillegg anbefales det å gjøre en analyse av hvilke produsenter det kjøpes maskiner fra, for å se om det kan oppnås synergieffekter av å kjøpe flere maskiner fra samme produsent. Synergieffekter kan være at Oslo kommune, i større grad, kan bli en prioritert kunde hos produsenten. Andre synergieffekter kan være at innkjøp av kompatibelt tilleggsutstyr kan deles internt og mellom etatene, og dermed reduseres totalt. I dette arbeidet vil det være spesielt viktig å involvere etatene og deres erfaringer med både produsenter, maskiner og innkjøpsordninger.

## 3 Tilbud i markedet

Dette kapitlet gir en oversikt over status og forventet utvikling av tilbudssiden for utslippsfrie maskiner på det norske markedet. Kapitlet deles i tre: først gis en oppsummering av hvordan vi har tilnærmet oss problemstillingen. Deretter kommer de overordnede resultatene, og til slutt gir vi noen anbefalinger for Oslo kommunes rolle for videre utvikling av tilbudssiden.

Flere av maskinkategoriene er ikke tilgjengelige i utslippsfrie varianter som serieproduserte per i dag. Markedet er imidlertid i rask endring, og nye modeller lanseres regelmessig. En utfordring er at produsenter og leverandører naturlig nok holder kortene tett til brystet hva gjelder lansering av nye modeller frem i tid. Vår tilnærming er derfor utviklet for å fylle informasjonsgap basert på lite eksisterende grunnlag. Når man i tillegg skal ta et perspektiv frem mot 2025, tilsier dette betraktelig usikkerhet i resultatene.

Våre funn indikerer at det mot 2025 vil være utslippsfrie alternativer tilgjengelig i de aller fleste maskinkategorier, enten i serieproduksjon eller tidlig serieproduksjon. Dette vil imidlertid ikke skje av seg selv. Oslo kommune vil sammen med andre byer, nettverk og entreprenører i det i det grønne skiftet spille en viktig rolle i å være tidlig etterspørter av maskiner, for å få fortgang i utviklingen. Det å anskaffe mange maskiner i pilotfase vil være svært kostnadsnivende, og det bør derfor utvikles en strategisk tilnærming for hvordan markedet kan dras i gang, slik at man raskest mulig kommer over i tidlig og full serieproduksjon der kostnadene er langt lavere.

### 3.1 Tilnærming

For å utarbeide en utskiftningsplan har vi behov for å kartlegge utvikling i investeringskostnader som funksjon av tid for utslippsfrie varianter av maskinene. Dette har vi gjort i tre trinn:

1. Velge ut de viktigste maskinkategoriene for nærmere kartlegging
2. Innhente informasjon om modenhet og kostnadsutvikling for utslippsfrie maskiner gjennom spørreundersøkelse og litteraturanalyse, samt dialog med aktører som sitter tett på markedet
3. Sammenfatte resultatene

#### Velge ut maskinkategorier og definere modenhet

Vår oversikt over Oslo kommunes maskinpark viser 1 912 ulike maskiner i 15 kategorier og 66 undertyper. For en pragmatisk tilnærming har vi valgt å ta utgangspunkt i de viktigste maskinkategoriene for å innhente informasjon. Vi har definert viktighet som maskiner som enten finnes i stort antall i Oslo kommune (typisk gressklippere, løvblåsere, m.m.) og/eller har vesentlig størrelse (typisk hjullastere, gravemaskiner, m.m.).

I innhenting av informasjon har vi definert tre grove modenhetsstadier for maskinene, oppsummert i tabellen på neste side. Hvert modenhetsstadium har videre en antatt merkostnad sammenlignet med fossile tilsvarende maskiner.

Tabell 3 - Definisjon av modenhet

Modenhet for utslippsfri variant	Definisjon	Antatt merkostnad sammenlignet med fossil tilsvarende
<b>Pilot</b>	Maskiner som ikke er enkelt tilgjengelig på markedet (krever relativt stor grad av ombygging av fossile varianter/egenutvikling)	300 %
<b>Tidlig</b>	Maskiner som har begynt småskala serieproduksjon	75 %

Modenhet for utslippsfri variant	Definisjon	Antatt merkostnad sammenlignet med fossil tilsvarende
serieproduksjon	(evt. med noen grad av mindre ombygginger)	
<b>Serieproduksjon</b>	Maskiner i full serieproduksjon som fås som hyllevare (evt. svært liten grad av ombygging)	25 %

## Innhente informasjon

Med fokus på de viktigste maskinkategoriene har vi innhentet informasjon på to ulike måter:

- Spørreundersøkelse:** Der maskinkategorien ikke finnes i utslippsfri variant i serieproduksjon, har vi brukt en anonym spørreundersøkelse til produsentmarkedet samt aktører som har nær kontakt med markedet. Vi gjorde undersøkelsen anonym i håp om at flere ville tørre å dele mer informasjon enn det de offisielt har tillatelse til å dele. I spørreundersøkelsen gikk vi stegvis gjennom forskjellige maskintyper og segmenter, og ba om informasjon om kostnader for tilsvarende fossile maskiner, tidslinjer for når maskinene vil være i de forskjellige modenhetsstadiene, og de antatt viktigste utslippsfrie drivlinjene. Spørreundersøkelsen gikk til 23 aktører, og vi mottok ni besvarelser. I tillegg hadde vi noe utveksling på e-post og telefon med Bellona og utlansprosjektet for fossilfrie maskiner i Viken for å avstemme funn basert på deres markedsforståelse og innsikt.
- Litteraturstudie:** Der maskinkategorien finnes i utslippsfrie varianter i serieproduksjon (tidlig eller full), har vi brukt litteraturanalyser for å innhente norske kostnadsdata. Typisk vil dette være for mindre, batteridrevne maskiner. Her har vi søkt å finne flere produsenter for å kunne ta snittpriser. Ofte leveres maskinene i en basispakke med begrenset batterikapasitet, eventuelt at batterier og ladere kommer i tillegg. Vi har derfor lagt oss på en skjønnsmessig vurdering av tilstrekkelig kapasitet, komplimentert med produsentenes anbefalinger der dette foreligger. Totalpris per maskin reflekterer derfor ekstra batterier og evt. ladere.

Tabellen nedenfor oppsummerer hvilke kilder som ble benyttet for de ulike maskinkategoriene og typene. Disse dekker til sammen 1 442 maskiner, eller 75 % av maskinparken. Resterende maskinkategorier og typer ble deretter koblet til den antatt mest sammenlignbare kategorien der informasjon ble innhentet.

**Tabell 4 - Kilder for markedsinformasjon for de viktigste maskinene**

Maskinkategori	Type	Segment	Kilde
Gressklipper	Kantklipper	Ingen	Litteraturanalyse
Gressklipper	Dytteklipper	Ingen	Litteraturanalyse
Gressklipper	Sitteklipper	Ingen	Spørreskjema
Gressklipper	Gresstrimmer	Ingen	Litteraturanalyse
Parkmaskin	Løvblåser	Ingen	Litteraturanalyse
Parkmaskin	Hekksaks	Ingen	Litteraturanalyse
Parkmaskin	Motorsag	Ingen	Litteraturanalyse
Snømaskiner	Snøfreser	Ingen	Litteraturanalyse
Snømaskiner	Løypeprepmaskin	<250 hk	Spørreskjema
Snømaskiner	Løypeprepmaskin	>250 hk	Spørreskjema

Maskinkategori	Type	Segment	Kilde
Traktor	Traktor	25-75hk	Spørreskjema
Traktor	Traktor	>75hk	Spørreskjema
Traktor	Minitraktor	<25hk	Spørreskjema
Terrengkjøretøy	Ei-bil	Ingen	Spørreskjema
Terrengkjøretøy	ATV	Ingen	Spørreskjema
Terrengkjøretøy	Andre	Ingen	Spørreskjema
Hjullaster	Hjullaster	<10 tonn	Spørreskjema
Hjullaster	Hjullaster	10-25 tonn	Spørreskjema
Hjullaster	Hjullaster	>25 tonn	Spørreskjema
Gravemaskiner	Gravemaskin	<10 tonn	Spørreskjema
Gravemaskiner	Gravemaskin	10-25 tonn	Spørreskjema
Gravemaskiner	Gravemaskin	>25 tonn	Spørreskjema

## Sammenfatte resultatene

Basert på spørreundersøkelsene og litteraturanalyser utviklet vi deretter endelige tidslinjer for modenhet og kostnadsutvikling for de forskjellige maskintypene og kategoriene. I sammenfatning av resultatene har vi lent oss på noen sentrale prinsipper og antagelser:

- **Modenhet** er utviklet med utgangspunkt i svarene i spørreskjemaet og litteraturanalyser, men er også tilpasset vår markedsforståelse og avstemt med noen sentrale aktører. Generelt sett finnes det svært få maskiner, selv i pilot, som er utslippsfrie. Dermed blir tidslinjene grove skisser og ikke noe fasitsvar. Vi har valgt å tolke data konservativt. Det betyr heller noe lengre tid i pilot før maskiner går til tidlig serieproduksjon og serieproduksjon, med mindre det allerede finnes eksempler i markedet som tilsier et gitt modenhetsstadium. Videre har vi antatt to år i tidlig serieproduksjon før maskinene går i serieproduksjon, da det ikke ventes at dette kan skje over natten. Endelig har vi antatt at det er lettere å nå utslippsfrie varianter i de mindre segmentene enn de tyngre, og at dette er konsistent på tvers av maskintype.
- **Merkostnader** for utslippsfrie maskiner varierer betraktelig avhengig av maskintype, segment og modenhet. Fossile kostnader er snitt av resultater fra spørreundersøkelsen. Det er deretter antatt et sett med prosentvise merkostnader sammenlignet med fossile maskiner basert på modenhet, der prosentsatsene holdes like på tvers av maskintyper og segment. I vår analyse har vi ikke gått nærmere inn på differensiering av merkostnader basert på drivlinje. Dialog med noen sentrale aktører tilsier at satsene er realistiske, skjønt det også er svært vanskelig å anslå, da de fleste av disse maskinene ikke finnes i utslippsfrie varianter på markedet pr i dag. Satsene brukt er som følger:
  - Pilot: 300 % dyrere enn fossil maskin (dvs. at hvis en fossil maskin koster 100 000 NOK, vil en tilsvarende utslippsfri maskin i pilotstadiet koste 400 000 NOK)
  - Tidlig serieproduksjon: 75 % dyrere enn fossil maskin
  - Serieproduksjon: 25 % dyrere enn fossil maskin



Merk forøvrig at analysen kun vurderer investeringskostnader, eks. mva. Vi ikke har hensyntatt drifts- og vedlikeholdskostnader og eventuelle forskjeller mellom fossile og utslippsfrie drivlinjer. Videre har vi ikke inkludert kostnader for oppgradert infrastruktur for lading/fylling.

## 3.2 Resultater

### Modenhetsutvikling

Basert på innhentet informasjon, anslår vi i denne seksjonen modenhetsutvikling og kostnadsutvikling for de viktigste maskinene. Tabellen nedenfor viser en oversikt over modenhetsutvikling for de viktigste maskinene. Fargekodingen går fra rødt i pilot, gjennom gult for tidlig serieproduksjon, til grønt for serieproduksjon. Det er flere viktige konklusjoner å trekke fra tabellen:

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

Tabell 5 - Modenhetsutvikling for de viktigste maskinene

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

SP = Serieproduksjon

TP = Tidlig serieproduksjon

P = Pilot

## Kostnadsutvikling

Tabellen nedenfor viser en oversikt over antatt kostnadsutvikling (i NOK) for de viktigste maskinene. Fargekodingen gjenspeiler kostnadsintensitet, der de dyreste maskinene har rød farge mens de rimeligste har grønn farge. I flere tilfeller er utslippsfrie maskiner allerede i serieproduksjon, og der er det kun disse kostnadene som er oppgitt. De viktigste konklusjonene er:

- Pilotmaskiner kommer med en betydelig merkostnad sett opp mot maskiner i tidlig serieproduksjon eller serierproduksjon.
- Store løypepreppemaskiner, hjullastere og gravemaskiner utpeker seg som betydelige investeringer.
- Små maskiner har isolert sett moderate kostnader. Tabellen gjenspeiler imidlertid ikke antallet maskiner som skal erstattes, så de totale erstatningskostnadene kan likevel bli høye. Dette er nærmere beskrevet i utskiftningsplanen.

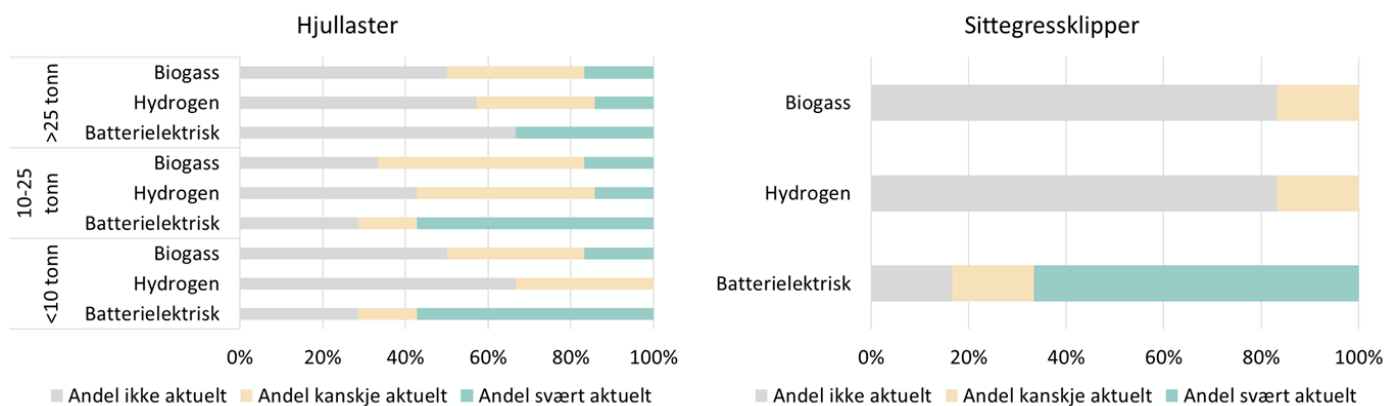
Tabell 6 - Kostnadsutvikling (i NOK) for de viktigste maskinene

Maskinkategori	Type	Segment	Fossil	Pilot	Tidlig serieproduksjon	Serieproduksjon
Gressklipper	Kantklipper	Ingen	-	-	-	13 560
Gressklipper	Dytteklipper	Ingen	-	-	-	20 306
Gressklipper	Sitteklipper	Ingen	76 667	306 668	134 167	95 834
Gressklipper	Gresstrimmer	Ingen	-	-	-	8 987
Parkmaskin	Løvblåser	Ingen	-	-	-	12 747
Parkmaskin	Hekksaks	Ingen	-	-	-	8 070
Parkmaskin	Motorsag	Ingen	-	-	-	12 422
Snømaskiner	Snøfreser	Ingen	-	-	36 264	25 903
Snømaskiner	Løypepreppmaskin	<250 hk	2 000 000	8 000 000	3 500 000	2 500 000
Snømaskiner	Løypepreppmaskin	>250 hk	4 450 000	17 800 000	7 787 500	5 562 500
Traktor	Traktor	25-75hk	500 000	2 000 000	875 000	625 000
Traktor	Traktor	>75hk	800 000	3 200 000	1 400 000	1 000 000
Traktor	Minitraktor	<25hk	283 333	1 133 333	495 833	354 167
Terrengkjøretøy	El-bil	Ingen	200 000	800 000	350 000	250 000
Terrengkjøretøy	ATV	Ingen	200 000	800 000	350 000	250 000
Terrengkjøretøy	Andre	Ingen	200 000	800 000	350 000	250 000
Hjullaster	Hjullaster	<10 tonn	725 000	2 900 000	1 268 750	906 250
Hjullaster	Hjullaster	10-25 tonn	1 600 000	6 400 000	2 800 000	2 000 000
Hjullaster	Hjullaster	>25 tonn	3 000 000	12 000 000	5 250 000	3 750 000
Gravemaskiner	Gravemaskin	<10 tonn	1 500 000	6 000 000	2 625 000	1 875 000
Gravemaskiner	Gravemaskin	10-25 tonn	2 050 000	8 200 000	3 587 500	2 562 500
Gravemaskiner	Gravemaskin	>25 tonn	2 350 000	9 400 000	4 112 500	2 937 500

## Aktuelle energibærere

Vi har som del av spørreundersøkelsen også kartlagt hva slags energibærere som anses som mest aktuelle for utvalgte maskinkategorier og segmenter. Vi gjengir ikke alle resultatene nedenfor, men ønsker å vise et spenn som er representativt for flere maskinkategorier gjennom besvarelsene for hjullastere og sittegressklippere:

- I større maskinkategorier, eksemplifisert med hjullastere, er det størst tiltro til batterielektriske drivlinjer på tvers av segmenter, spesielt i mindre størrelser. Biogass og hydrogen anses som mer aktuelt i tyngre segmenter. Merk forøvrig at det fortsatt er skepsis blant flere om nullutslippsdrivlinjer vil være aktuelt for serieproduksjon (indikert i grått). Tilsvarende resultater ser vi også innen traktorer, gravemaskiner og løpyepreppemaskiner.
- I mindre maskinkategorier, eksemplifisert med sittegressklippere, er respondentene generelt sett mer positive til nullutslippsdrivlinjer. Her er det også størst tiltro til batterielektriske drivlinjer, mens biogass og hydrogen kun i liten grad anses som kanskje aktuelt. Tilsvarende resultater ser vi også innen terrengkjøretøy.



Figur 20 - Energibærere som anses som mest aktuelle for hjullaster og sittegressklipper

## 3.3 Anbefalinger

Analysen av nåværende og framtidig tilbud av utslippsfrie maskiner viser at markedet er i rask utvikling. Det finnes allerede serieproduksjon av flere, lettere maskinkategorier, og det foreligger eksempler på pågående piloter for flere tyngre maskinkategorier. Det er i Oslo kommunes interesse at de utslippsfrie maskinene raskest mulig modnes til serieproduksjon, slik at de kan anskaffes til en fornuftig kostnad. I dette ligger det noen strategiske veivalg. Samtidig må man erkjenne at Oslo kommune i det globale maskinmarkedet er en svært liten aktør, og at man dermed ikke kan forvente at Oslo alene skal bidra i nevneverdig grad med å akselerere utviklingen.

En forsiktig tilnærming som søker å minimere anskaffelseskostnadene er å avvente til markedet har videreutviklet seg og maskinene har gått til serieproduksjon, og dermed anskaffe maskiner tetttest opp mot 2025. Risikoen ved denne tilnærmingen er imidlertid at produsentene ikke vil utvikle maskiner det ikke finnes marked for. Den mulige konsekvensen er at man kommer til 2025 og det fortsatt ikke finnes utslippsfrie maskiner tilgjengelig.

En mer balansert tilnærming, som vi anbefaler, innebærer å være en tidlig etterspørter og bruker av noen få maskiner i pilotfase for de viktigste segmentene. Samtidig bør Oslo kommune inngå flere strategiske samarbeid med andre byer, nettverk og større entreprenører med lignende behov for utslippsfrie maskiner.

På denne måten vil Oslo kommune bidra til å videreutvikle markedet, og i samarbeid med andre utøve mer betydningsfull etterspørselsmakt. Ved å starte med noen få pilotmaskiner vil også kostnadene modereres. I takt med at markedet modnes, kan man da anskaffe flere maskiner underveis mot 2025, dynamisk tilpasset markedsutviklingen og der man ser at markedet går av seg selv og der det trenger mer drahjelp.

Endrava har i dette prosjektet ikke konkret vurdert tekniske og økonomiske konsekvenser av infrastrukturbehov for energi (strøm, hydrogen og biogass) for de utslippsfrie maskinene. På generell basis kan vi likevel si at energitilførsel for nullutslippsmaskinene blir en langt større del av totalvurderingene når ulike løsninger skal anskaffes. I dette ligger det også et utviklingsarbeid for å avgjøre hvorvidt stasjonære eller mobile løsninger for lading/fylling er mest egnet gitt geografiske nedslagsfelt og bruk for de enkelte maskinene. Oslo kommune ligger langt fremme i sitt arbeid med infrastruktur for lading (gjennom BYM) og biogass og hydrogen (gjennom KLI). Dette arbeidet bør vurderes forsterket til å nærmere vurdere infrastrukturbehov for Oslo kommunes maskinpark.

## 4 Muligheter for optimalisering

Dette kapitlet gir en beskrivelse av behovet og mulighetene å optimalisere maskinparken til Oslo kommune og hvordan prosjektet har arbeidet med å løse denne problemstillingen. Ved å optimalisere maskinparken vil Oslo kommune kunne utnytte maskinene sine større grad og dermed redusere det fremtidige investeringsbehovet. Kapitlet deles i tre: først gis det en bakgrunn og en oppsummering av hvordan vi har tilnærmet oss problemstillingen, før vi beskriver de overordnede resultatene. Til slutt gir vi noen anbefalinger om hvilke grep Oslo kommune kan ta for å optimalisere maskinparken.

### 4.1 Tilnærming

Et viktig mål for prosjektet var å undersøke mulighetene for å optimalisere maskinparken. Ved å utnytte maskinene bedre, både internt og mellom etatene, kan antall maskiner og dermed investeringskostnader og utslipp reduseres.

Prosjektets tilnærming var å samle inn data om funksjonalitet, bruk av maskinene og etatenes villighet til å dele. Ved å få en oversikt over hvor og når de ulike maskinene blir brukt, kan man øke brukstiden til underutnyttede maskiner og dermed redusere antall maskiner det er behov for. I tillegg var det av interesse å forstå hvilke funksjoner de ulike maskinene utførte, samt hvilke funksjoner de ulike etatene hadde behov for. Dette kunne gi innsikt i hvilke maskiner som kunne deles internt og mellom etatene. Denne innsikten peker også mot en framtidig mulighet for å fokusere på å anskaffe maskiner som utfører flere funksjoner, slik at disse får en større utnyttelsesgrad.

Gjennom intervjuprosessen og datainnsamlingen etterspurte Endrava bl.a. data for følgende kategorier som ville være aktuelle for optimaliseringsanalysen (se Excel-fil for å se hvilke data de ulike etatene rapporterte):

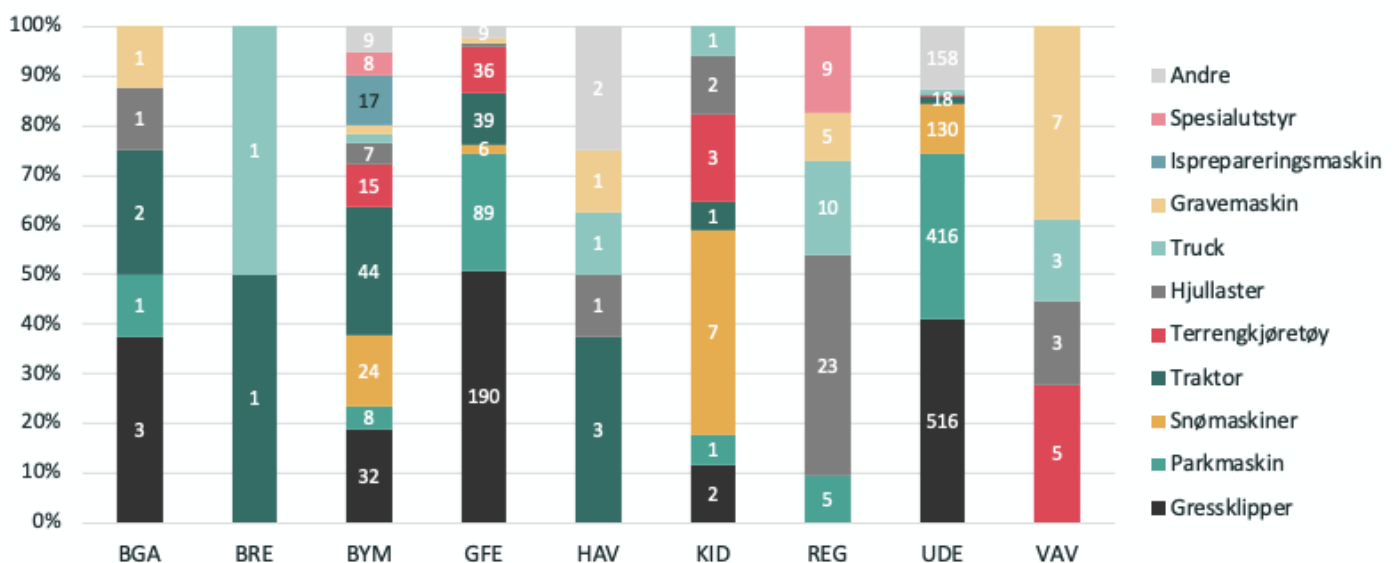
- Dagens funksjonalitet (hvilke arbeidsoppgaver maskinen utfører)
- Brukstimer (hvor mange timer maskinen brukes per år)
- Bruksperioder (hvilke perioder maskinen brukes i løpet av året, f.eks. vintersesongen)
- Geografisk bruk (hvor maskinen opererer i Oslo, f.eks. i Holmenkollen)
- Delingserfaring (hvilke erfaringer etatene har med deling av maskiner, både internt og med andre etater)
- Muligheter for deling (hvilke muligheter etatene så for seg når det kom til å dele maskinen internt og eksternt)

I tillegg til datainnsamlingen gjennomførte Endrava en workshop om deling med de seks største etatene, basert på antall maskiner (UDE, BYM, GFE, REG, VAV og KID), i tillegg til UKE og KLI. Workshopen fokuserte på å få en forståelse av hvordan de ulike etatene så på deling av ulike maskinkategorier, både internt og med andre etater. I workshopen ble det gjennomført en kvalitativ undersøkelse der de ulike etatene ble spurt i hvilken grad det var aktuelt å dele maskiner innenfor de ulike kategoriene. Det presiseres at dette var en uformell spørsmålsrunde for å høre hvordan etatene på generell basis kunne tenke seg å dele. Det ble ikke hensyntatt hvor mange maskiner innenfor hver kategori som var aktuelle å dele. Derfor viser resultatene kun antallet maskiner de respektive etatene har innenfor hver kategori. Videre i workshopen ble det diskutert barrierer og mulige løsninger for å overkomme dem.

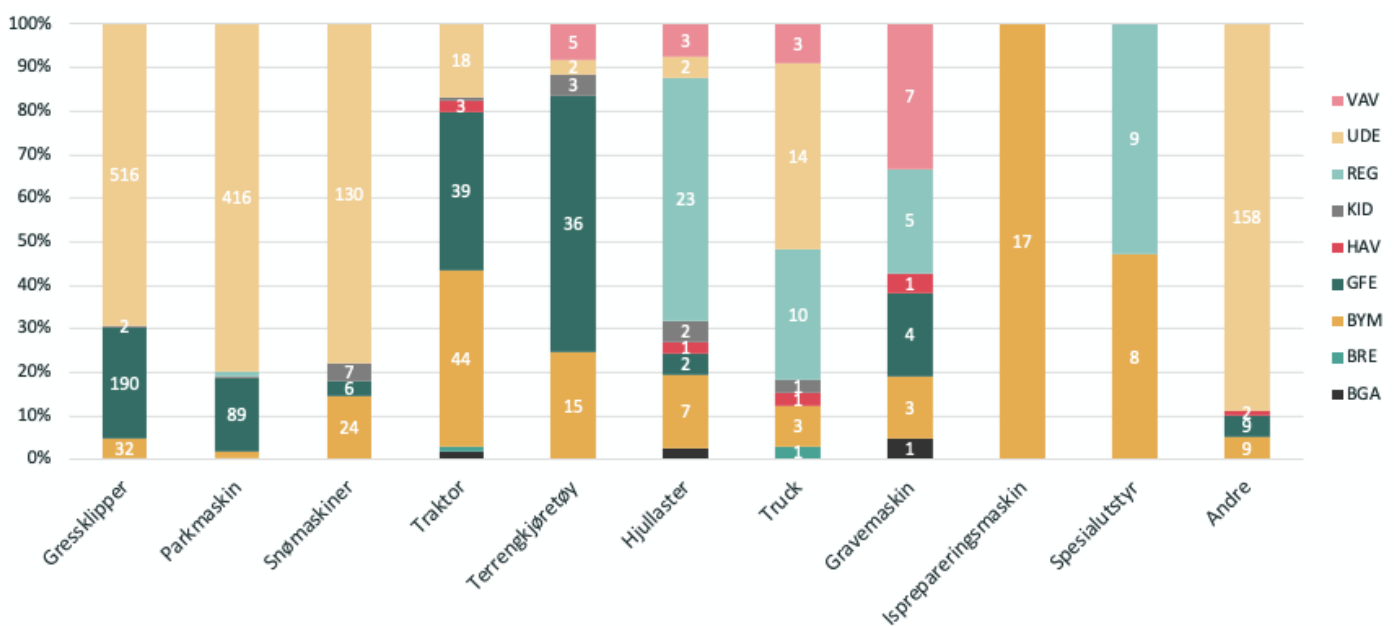
## 4.2 Resultater

### Datainnsamlingsfasen

Gjennom datainnsamlingen ble det samlet inn store mengder data fra de ulike etatene. Dessverre varierte kvalitet og kvantitet på innrapporterte data i stor grad fra etat til etat, noe som gjorde en helhetlig analyse umulig. Når det kommer til antall maskiner hver etat har innenfor hver maskinkategori, ble det rapportert gode data. Dette danner et godt utgangspunkt for å se hvilke etater som kan ha synergier ved å samarbeide og dele. I de to figurene nedenfor ser vi hvordan antallet maskiner fordeler seg mellom etatene. En første øvelse kan være å se hvilke etater som har samme type maskin, og så vurdere om én eller flere etater kan eie samtlige maskiner og låne ut til de etatene som har behov for maskintypen. For eksempel eier UDE majoriteten av de ulike gressklipperne i Oslo kommune, og kunne følgelig fått dette som et ansvarsområde.



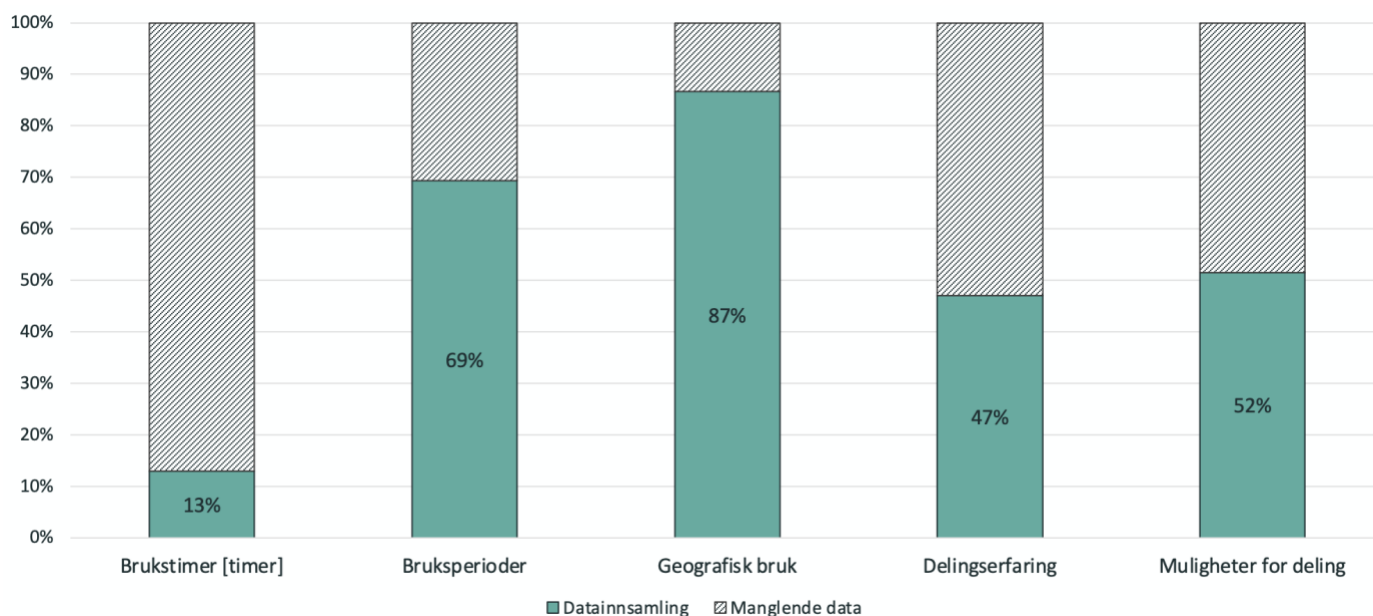
Figur 21 - Antall maskiner per hovedkategori for hver etat



Figur 22 - Antall maskiner per etat fordelt over hovedkategoriene

En stor utfordring med tilnærmingen og de tilhørende resultatene er at det kreves gode tilleggsdata for å gjennomføre en verdifull analyse. Ved å sammenligne de ulike etatenes maskinpark for å vurdere deling, er det et behov for å vite brukstid, lokasjon og ikke minst villighet til å dele.

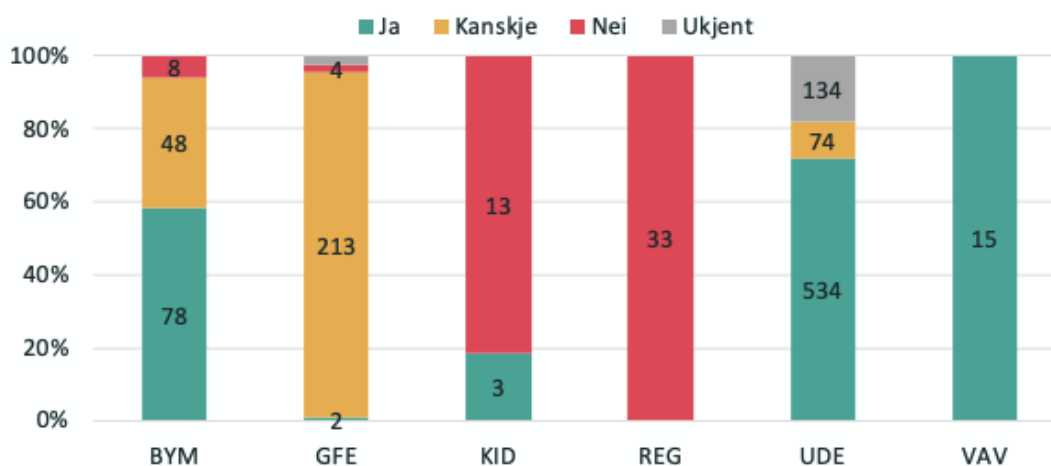
Som vi ser av figuren under, manglet en betydelig mengde data i de ulike kategoriene etter at datainnsamlingen var gjennomført. Spesielt for brukstimer var det mangelfulle data. Dette noe som gjør det vanskelig å analysere potensialet for å dele maskinene da noen kan ha full utnyttelsesgrad og således ikke være aktuelle for deling.



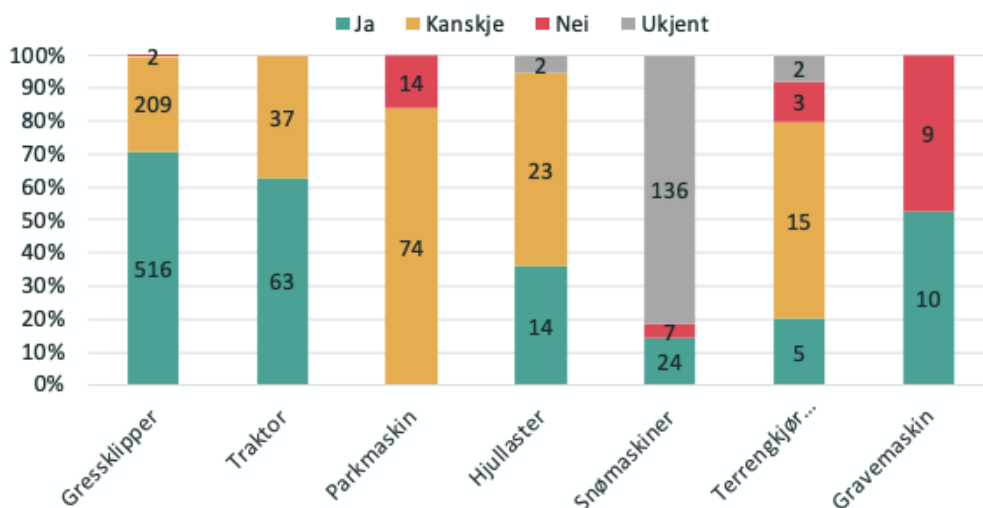
Figur 23 - Usikkerhetsanalyse per kategori

### Vilje til å dele internt

Av de to figurene under vises resultatene fra spørsmålsrunden om villigheten til å dele maskiner internt i etaten på to ulike måter. I Figur 24 ser vi hver etats villighet til å dele, summert i antall maskiner. I Figur 25 ser vi summen av maskiner som de ulike etatene har sagt seg villig til å dele per hovedkategori. Hver etat ble spurt om villigheten til å dele for syv ulike hovedkategorier (se Figur 25) der de kunne svare *ja*, *kanskje* eller *nei*. *Ukjent* betyr at etaten ikke eide denne typen maskin. Resultatene kan eksemplifiseres ved at for Figur 25 har UDE svart *ja* for kategoriene gressklipper og traktor der de har henholdsvis 516 og 18 maskiner. Følgelig kategoriseres 534 maskiner som delbare (*ja*).



Figur 24 - Villighet til å dele internt per etat, i andel maskiner (tall viser antall maskiner)



Figur 25 - Etatenes aggregerte villighet til å dele maskiner internt, per hovedkategori (tall viser antall maskiner)

Et overordnet funn fra workshopen er at nesten samtlige etater er åpne for å dele maskiner internt (svarte *ja* og *kanskje*). Selv om det er en åpenbar villighet til å dele, fremkom det en del barrierer under diskusjonen. De største barrierene er:

- Maskiner som kan utføre flere funksjoner, som traktorer, er nyttige å ha til beredskap på kort varsel og derfor ikke så aktuelle å dele.
- Maskiner som benyttes til beredskap, som gravemaskin, er ønskelig å ha tilgjengelig hele tiden.
- Frykt for og erfaring med at andre har ødelagt maskiner som har vært utlånt.
- Personellutfordring da noen må administrere delingsordningen og vedlikehold.
- Transportutfordringer med at ikke alle maskiner kan kjøre lovlig på vei.
- Noen maskiner går så og si kontinuerlig.
- Noen elektriske maskiner vil ha behov for ladeinfrastruktur der de skal operere, da kablet drift er en stor utfordring i bymiljøet.

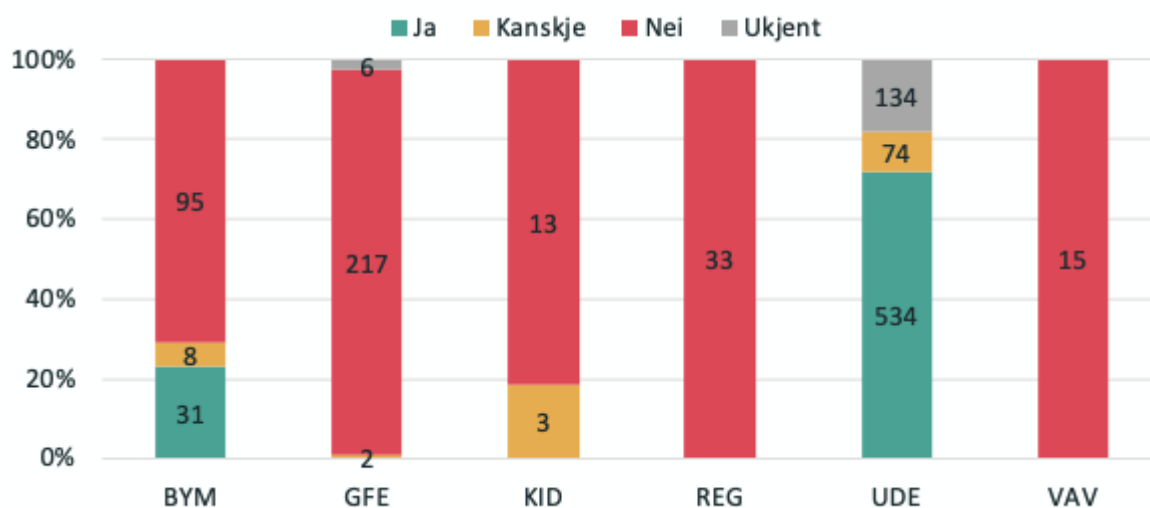
For å overkomme disse barrierene, ble det diskutert følgende løsninger:

- Dele maskin med fører slik at maskinen opereres iht. regler og optimal drift.
- Driftsledere følger et årshjul som er planlagt for deling.
- For elektriske maskiner kan det benyttes mobile løsninger for ladeinfrastruktur der infrastruktur ikke er på plass.



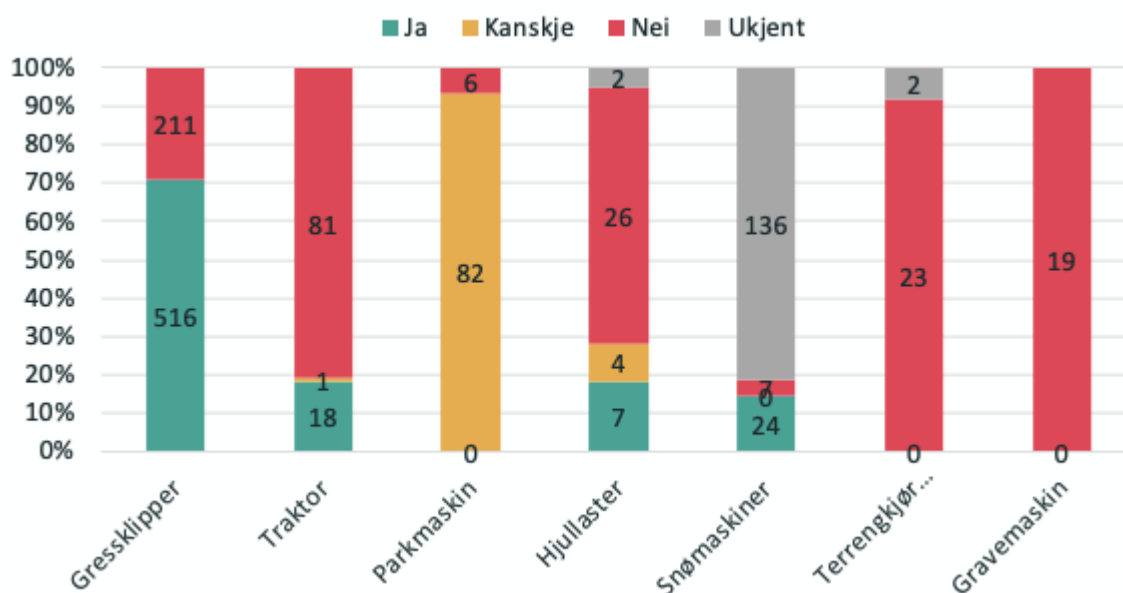
## Vilje til å dele eksternt

Figuren nedenfor viser resultatene fra spørsmålsrunden om villigheten til å dele maskiner eksternt mellom etater. Det ble benyttet lik fremgangsmåte som for intern deling i etatene, med svarmuligheter *ja*, *kanskje* eller *nei*. *Ukjent* betyr at etaten ikke eide denne typen maskin. Fra figurene ser vi at de fleste etatene i hovedsak ikke er villige til å dele eksternt, og det er kun to etater som er villige til å dele innenfor enkelte maskinkategorier.



Figur 26 - Villighet til å dele eksternt per etat, i andel maskiner (tall viser antall maskiner)

Figuren nedenfor viser samme data, men aggregert per hovedkategori av maskiner.



Figur 27 - Etatenes aggregerte villighet til å dele maskiner eksternt per hovedkategori (tall viser antall maskiner)

Barrierene for eksternt deling samsvarer med barrierene for intern deling. Utover disse, ble følgende barrierer for eksternt deling påpekt:

- Vanskelig å planlegge og kommunisere arbeid frem i tid. Følgelig er det en risiko for at de som opprinnelig ønsket å låne ikke har et behov når lånetiden inntreffer.
- Hver etat vil verne om sitt budsjett.
- Risiko for at maskinen ikke leveres tilbake med "full tank".

- Enklere å kontakte et utleiefirma der en kan stole på leveransen enn å lokalisere en etat internt i kommunen som en ikke har lånt fra før.
- Juridiske hindringer med at en er usikker på om det faktisk er lov å låne ut maskiner en har fått finansiering til.
- Manglende kultur for deling internt i Oslo kommune.
- Utlån til enkelte etater medfører stor slitasje på maskinene.

Fra diskusjonen rundt mulige løsninger kom det frem følgende:

- Etablering av en tredjepart som kan bistå med transport mellom bruksstedene kan gjøre det lettere å dele.
- Utarbeide og synliggjøre at de samfunnsøkonomiske gevinstene ved deling kan veie opp ulempene (færre maskiner, færre bygg for å oppbevare og vedlikeholde maskinene).
- En funksjonell oversikt over tilgjengelige maskiner i Oslo kommune med mulighet til å reservere ville redusert behovet for å benytte utleiefirma.
- Villighet til å dele om en er sikret at maskinene leveres tilbake i samme stand og med “full tank”. En løsning kunne vært en ordning for internfakturering med timesrater som reflekterer driftskostnader og vedlikehold.
- Deling av verksted (slik det gjøres mellom KID og BYM i dag).
- Stor nok felles maskinpark til å dekke uforutsette behov.
- Rammeavtale med leverandør for å dele maskinene.
- Digitalisering muliggjør bedre datagrunnlag og oversikt.
- Opprettelse av en koordinerende rolle som har oversikt og administrerer deling gjennom et flåtestyringssystem (e-post og Excel bør fases ut).
- Lære av allerede etablerte praksis for deling internt i Oslo kommune (VAV har erfaringer med deling av bilpool internt).

## 4.3 Anbefalinger for optimalisering

For å kunne gjennomføre en analyse som kan muliggjøre en optimalisering av maskinparken, er det helt grunnleggende at datagrunnlaget utbedres for de nevnte kategoriene i kapittel 4.1. Når datagrunnlaget er utbedret og en analyse er mulig, vil det fremdeles være flere barrierer for å dele internt og eksternt som må overvinnes. Det anbefales derfor å både se på hvordan datagrunnlaget kan utbedres, samtidig som at det jobbes med å overkomme barrierene for deling.

Med nåværende datagrunnlag kan det gjøres ulike steg for å komme i gang med en analyse og et videre arbeid:

- For de maskinene hvor det er rapportert inn driftstimer, kan det kartlegges hvor mange maskiner som har et lavt timetall. Man kan deretter gå i dialog med de respektive etatene for å diskutere muligheter for bedre utnyttelse.
- Majoriteten av maskinene er små, og mange er allerede elektriske, eller kan erstattes med elektriske alternativer. For en del gressklippere og hage- og parkutstyr finnes det elektriske alternativer der noen leverandører tilbyr batteripakker som fungerer på ulike maskiner. Således kan en undersøke muligheten for å konvertere de mindre maskinene til elektriske alternativer som alle kan benytte samme batteriløsning. Det kan muliggjøre effektive bytter av batteri når de er utladet.
- Man kan kontakte utvalgte etater som har samme maskiner, for å lokalisere maskiner som brukes på forutsigbare tider og ikke er i kontinuerlig drift. Om dette gjelder en betydelig andel maskiner, bør det vurderes å opprette felles maskinparker enten internt i virksomhetene eller på tvers av

virksomhetene. UDE sonderer nå mulighetene og barrierer for å opprette felles maskinparker mellom skoler i nærheten av hverandre. Disse kan dermed dele på gressklippere, motorsager, hekktrimmere o.l. Om utstyret plasseres i en elektrisk varebil med strømuttak eller henger med en tilstrekkelig batteripakke installert, kan utstyret lett transporteres rundt og lades på stedet. Dersom dette er vellykket, bør ordningen vurderes kopiert til andre virksomheter.

- Mange etater har allerede erfaringer fra å bruke mindre elektriske maskiner. Disse erfaringene burde samles inn, og aktuelle elektriske modeller i markedet kan deretter vurderes. Ved å lage en oversikt over aktuelle modeller kan denne listen spres til samtlige etater som en anbefaling til hvilke elektriske modeller som er tilgjengelige i markedet og som andre etater i Oslo kommune har gode erfaringer med.
- Det bør også vurderes å opprette en *equipment-as-a-service*-modell for Oslo kommunes maskinbehov. Ansvaret kan enten tillegges en eksisterende eller ny etat i Oslo kommune eller anskaffes via en eller flere anskaffelser. Løsningen medfører at virksomhetene leier maskiner til sine behov, og at anskaffelser, drift (dersom det kreves særskilte maskinføreregenskaper), transport av utstyr til/fra brukerne, vedlikehold og utbyttinger av maskinparken gjøres samlet. De økonomiske og driftsmessige fordelene og ulempene av et slikt forslag må spesielt utredes nærmere.

## 5 Utskiftningsplan

Dette kapitlet gir en oversikt over tre ulike scenarier som viser hvordan Oslo kommunes overgang til nullutslippsmaskiner kan foregå. Kapitlet deles i tre: først gis en oppsummering av hvordan vi har tilnærmet oss problemstillingen, og vi presenterer de overordnede resultatene. Endelig beskriver vi våre anbefalinger for hvordan prosjektets resultater kan videreføres.

Arbeidet i dette kapitlet baserer seg i hovedsak på resultatene fra kapittel 2 og 3, nemlig de ulike dataene om den eksisterende maskinparken og hvilke antatte utviklinger vi har funnet på tilbudssiden.

### 5.1 Tilnærming

Basert på dataene og erfaringene innsamlet i prosjektet ble det gjennomført en analyse for å se på mulighetene for å lage en utskiftningsplan for å oppnå målet om en utslippsfri maskinpark i 2025.

For å tegne et bilde av mulige fremgangsmåter en kan benytte i en utskiftningsplan ble det utarbeidet tre ulike scenarier basert på en kost-nytte-analyse: et scenario der alle de fossile maskinene byttes med én gang (scenario 1 - høyest investeringskostnad og lavest klimagassutslipp), et scenario der alle de fossile maskinene byttes ut så sent som mulig (scenario 2 - lavest investeringskostnad, høyest klimagassutslipp), og et anbefalt scenario som kombinerer det mest optimale fra de to andre scenariene (scenario 3 - lave investeringskostnader og lave klimagassutslipp).

Kriteriene som ligger til grunn for å definere de tre scenarioene er:

- Scenario 1: bytte ut alle maskiner med nullutslippsmaskiner i 2022.
- Scenario 2: bytte kun de maskinene som utløper mellom 2022-2025 og resten av maskinene i 2025.
- Scenario 3: bytte kun de maskinene som utløper mellom 2022-2025, bytte alle middels traktorer (25-75 hk) i 2023, bytte alle store traktorer (>75 hk) i 2024, og resten av maskinparken i 2025.

For hvert scenario ble det beregnet investeringskostnader og utslippsbesparelser for hvert år i perioden 2022-2025. Utslippsbesparelsene ble beregnet i form av klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>e), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og partikler (PM<sub>2.5</sub>).

For klimagassutslipp er kun direkte utslipp (scope 1) kvantifisert, og biodrivstoff og strøm er derfor nullutslipp i denne sammenheng. For NO<sub>x</sub> og partikler ble det brukt generiske utslippsfaktorer, siden det ikke var tilstrekkelig datagrunnlag for å detaljere det pr. maskin. Det er også gjort en forenkling ved at alle nullutslippsmaskiner har null NO<sub>x</sub>- og PM<sub>2.5</sub>-utslipp. I realiteten vil det være NO<sub>x</sub>- og PM<sub>2.5</sub>-utslipp fra bruk av biogass for enkelte maskiner. Alle faktorene for utslipp er basert på SSB sine utslippsfaktorer.

Som beskrevet over ligger kun direkte utslipp til grunn for analysen. Det er med andre ord ikke hensyntatt en livsløpsanalyse (LCA) for maskinene som skal byttes ut, og dermed er ikke klimafotavtrykket fra produksjonen av maskinene eller produksjon av drivstoffet inkludert. Selv om et livsløpsperspektiv ikke er inkludert i prosjektet, er det allikevel viktig å bemerke at dette perspektivet bør vurderes i det videre arbeidet.

## 5.2 Resultater

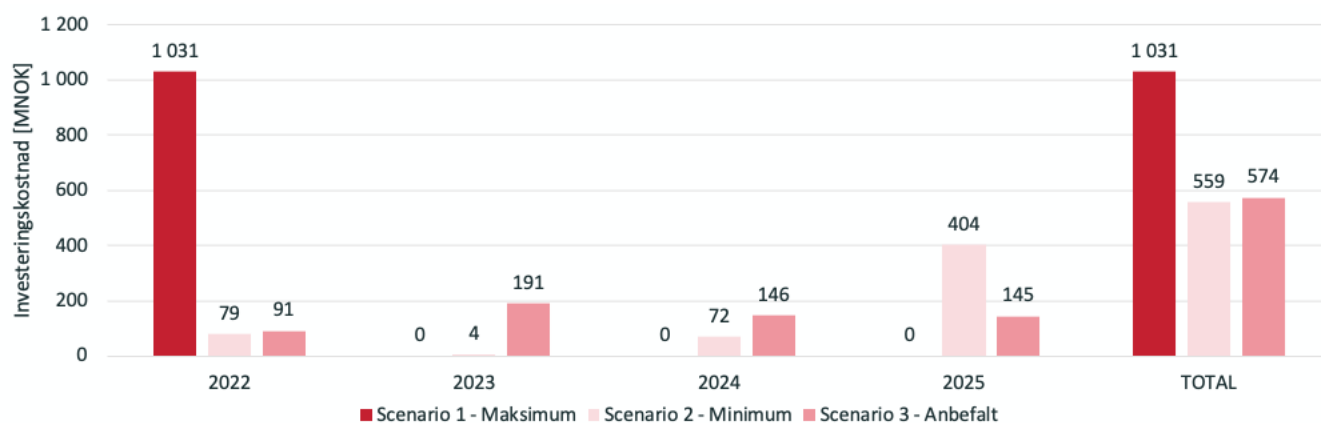
### Kostnader

Analysen oppsummeres i tabellen under og viser at forskjellen i den totale investeringskostnaden er nesten dobbelt så stor mellom den høyeste og laveste investeringskostnaden (1 031 MNOK i scenario 1 og 559 MNOK i scenario 2). Dette eksemplifiserer effekten av hvordan kostnadene utvikler seg over tid, når teknologien gradvis blir mer moden. Vår undersøkelse viser at en maskin i pilotfase har en antatt merkostnad på 300 %, sammenlignet med en tilsvarende fossil modell. En maskin i tidlig serieproduksjon har en antatt merkostnad på 75 %, og en maskin i serieproduksjon har en antatt merkostnad på 25 %. Dette er nærmere forklart i kapitell 3.

Tabell 7 - Investeringskostnader for de tre scenarioene

		2022	2023	2024	2025	TOTALT	
Investeringskostnad [MNOK]	Scenario 1	1 031	0	0	0	1 031	100 %
	Scenario 2	79	4	72	404	559	54 %
	Scenario 3	91	191	146	145	574	56 %

Fordelingen av investeringskostnadene i utskiftningsperioden (2022-2025) for de tre scenarioene er vist i figuren under.



Figur 28 - Fordelingen av investeringskostnader ved å bytte fossile maskiner med nullutslippsalternativer i de tre scenarioene

På grunn av mangelfulle data fokuserte prosjektet kun på investeringskostnaden og ikke driftskostnadene. Hensyntas også driftskostnader i regnestykket, er det sannsynlig at flere utslippsfrie maskiner, spesielt batterielektriske, vil bidra med besparelser på drivstoff og vedlikehold sammenlignet med tilsvarende fossile maskiner. Dette er imidlertid ikke inkludert i våre beregninger.

Det tredje scenariet har tilsvarende investeringskostnad som det andre scenarioet, med en marginal økning på 2 %. Bakgrunnen for denne forskjellen er at utskiftningsplanen av traktorene insentiveres av en tidlig utskiftning for å kraftig kunne redusere klimagassutslippene, da traktorene står for en betydelig andel av klimagassutslippene. Dermed går investeringskostnaden marginalt opp, mens klimagassutslippene går betraktelig ned. Som det fremgår av kapittel 2, står traktorene for 44 % av klimagassutslippene, der det er en tett kobling mellom traktorens størrelse og de respektive klimagassutslippene.

Tabellen nedenfor viser en oversikt over de estimerte investeringskostnadene, fordelt per maskintype. I det anbefalte scenarioet (3), står parkmaskin, hjullaster og traktor for to tredjedel av investeringskostnadene.

**Tabell 8 - Investeringskostnader for de tre scenarioene, per maskintype**

Maskintype	Total investeringskostnad Scenario 1 [MNOK]	Total investeringskostnad Scenario 2 [MNOK]	Total investeringskostnad Scenario 3 [MNOK]
Parkmaskin	203,3	125,4	125,4
Hjullaster	184,6	115,5	115,5
Traktor	236,7	93,3	108,3
Snømaskiner	163,7	99,2	99,2
Gravemaskin	148,3	66,4	66,4
Gressklipper	34,9	27,3	27,3
Spesialutstyr	28,8	12,6	12,6
Isprepareringsmaskin	11,6	8,3	8,3
Terrengkjøretøy	8,8	5,8	5,8
Truck	7,2	3,8	3,8
Vals	2,3	1,0	1,0
Fresutstyr	1,0	0,4	0,4
Total	1 031,1	558,9	573,9

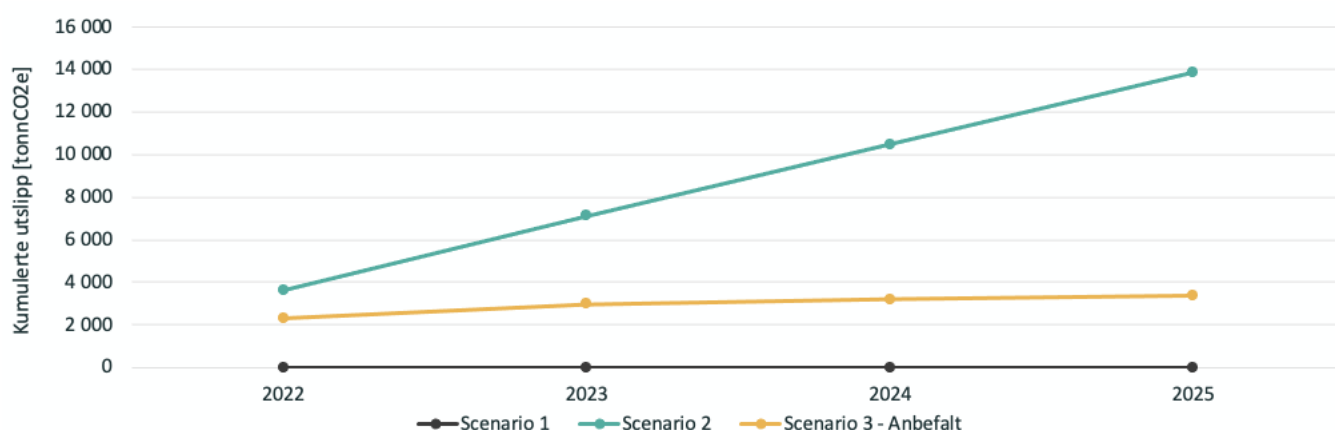
## Utslippsbesparelser

Når det kommer til klimagassutslippene fra de ulike scenariene er det tydelig at forskjellen er stor mellom scenario 1 og 2, som vist i tabellen under. Da scenario 1 består av å skifte samtlige maskiner det første året av utskiftningsperioden (2022-2025), er klimagassutslippene antatt null fra 2022. Dette er en kraftig forenkling i analysen, siden det i realiteten ville vært forsinkelser, som utfordringer med leveringstid, som ville medført at noen maskiner ville blitt byttet ut etter 2022. Scenario 2, som går ut på å bytte maskinene ved endt levetid eller i 2025 om levetiden strekker seg etter 2025, akkumulerer et utslipp på 13 852 tonn CO<sub>2</sub>e over fire år. Vårt anbefalte scenario (scenario 3) plasserer seg mellom de to øvrige scenarioene og klart nærmest scenario 1 med et akkumulert klimagassutslipp på 3 376 tonn CO<sub>2</sub>e frem til 2025.

**Tabell 9 - Klimagassutslipp for de tre scenarioene (direkte utslipp)**

		2022	2023	2024	2025	TOTALT	
Årlige klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e]	Scenario 1	0	0	0	0	0	0 %
	Scenario 2	3 622	3 504	3 364	3 362	13 852	100 %
	Scenario 3	2 332	645	200	198	3 376	24 %

Figuren nedenfor viser de akkumulerte klimagassutslippene for hvert scenario frem mot 2025.


**Figur 29 - Akkumulerte klimagassutslipp fra de ulike scenarioene for utskiftning av maskinparken (direkte utslipp)**

For de andre typene utslipp (NO<sub>x</sub> og PM<sub>2.5</sub>), støtter resultatene den samme konklusjonen som for klimagassutslipp: mens scenario 1 oppnår nullutslipp allerede i 2022, gir scenario 3 også store reduksjoner. NO<sub>x</sub>-utslippene er totalt 49,3 tonn for scenario 2, mens de er 13,7 tonn for scenario 3 (72 % reduksjon). For PM<sub>2.5</sub> er reduksjonen enda større, med 1,6 tonn for scenario 2 og 0,3 tonn for scenario 3 (82 % reduksjon).

**Tabell 10 - NO<sub>x</sub>- og PM<sub>2.5</sub>-utslipp for de tre scenarioene**

		2022	2023	2024	2025	TOTALT	
NO <sub>x</sub> -utslipp [tonn]	Scenario 1	0	0	0	0	0	0 %
	Scenario 2	13,0	12,5	11,9	11,9	49,3	100 %
	Scenario 3	9,5	2,6	0,8	0,8	13,7	28 %
PM <sub>2.5</sub> -utslipp [tonn]	Scenario 1	0	0	0	0	0	0 %
	Scenario 2	0,4	0,4	0,4	0,4	1,6	100%
	Scenario 3	0,2	0,1	0	0	0,3	18 %

## Detaljer for hvert scenario

**I scenario 1** gjennomføres samtlige bytter av fossile maskiner det første året, til en total kostnad på 1 031 MNOK. En operasjon av dette formatet vil naturlig nok by på en del utfordringer, da tilbudssiden for mange av maskinene fremdeles ikke har nådd full serieproduksjon. Utfordringer kan være høye investeringskostnader, få tilgjengelige maskiner og lang leveringstid. Det vil også være svært ressurskrevende for virksomhetene å gjennomføre alle anskaffelsene. På den andre siden, hvis utskiftningsplanen gjennomføres, vil alle de direkte utslippene kuttes fra 2022.

**I scenario 2** finner vi den laveste investeringskostnaden med en total investering på 559 MNOK. Majoriteten av utskiftningene vil gjennomføres i 2025, med unntak av noen maskiner som vil byttes i løpet av de tre første årene grunnet endt levetid. Antagelsene om levetid ble gjort på bakgrunn av dataene rapportert fra de ulike etatene. Da disse dataene var mangelfulle, er det viktig å påpeke at det er heftet stor usikkerhet ved disse antagelsene.

De direkte klimagassutslippene fra scenario 2 følger en trend som er rimelig lik år for år. Dette er en naturlig utvikling når maskinene kun byttes ut ved endt levetid og dermed kutter klimagassutslippene. De totale akkumulerte klimagassutslippene for den analyserte perioden er 13 852 tonn CO<sub>2</sub>e.

**Scenario 3** er det anbefalte scenarioet, da det kombinerer en tilsvarende investeringskostnad som scenario 2, samtidig som det kutter klimagassutslippene til omtrent en fjerdedel av scenario 2. Investeringskostnaden er fordelt over tre år med relativt høye investeringer (191, 146 og 145 MNOK) og et år med middels høye investeringer (91 MNOK). Totalt akkumulerer investeringskostnaden seg til 574 MNOK, noe som er 15 MNOK mer enn den minste mulige investeringen (scenario 2). Det at maskinene byttes ut så raskt nullutslippsalternativene når full serieproduksjon, sørger for at kostnadene holdes nede, samtidig som at muligheten for å kutte klimagassutslippene på et tidligere tidspunkt benyttes.

I analysen ble det gjort et unntak når det kom til traktorene, for å muliggjøre større kutt i utslipp. I hovedsak gikk det ut på å bytte ut traktorene i 2023 og 2024. Utbyttingen av disse maskinene vil medføre en merkostnad på 75 %, sammenlignet med det fossile alternative, siden utbyttingen vil skje i tidlig serieproduksjon. De totalt 108 traktorene fra de ulike etatene står for 44 % av de estimerte klimagassutslippene til den totale maskinparken. Av dette står de største traktorene for 95 % av klimagassutslippene i traktor-kategorien. De største traktorene kan videre brytes ned i 62 traktorer i kategorien 25-75 hk (1 181 tonn CO<sub>2</sub>e og 74 % av utslippene fra traktor-kategorien) og 18 traktorer i kategorien 75 hk (342 tonn CO<sub>2</sub>e og 21 % av utslippene fra traktor-kategorien).

De totale klimagassutslippene fra dette scenarioet, summert i perioden 2022-2025, er 3 376 tonn CO<sub>2</sub>e. Dette representerer 25 % av det totale utslippet fra scenario 2. Oppsummert representerer dette en signifikant forbedring i klimagassutslippene, uten at investeringskostnaden økes betraktelig.

## Vurdering av realisme

I en analyse som delvis baserer seg på estimer og undersøkelser, vil det være naturlig å diskutere graden av realisme i om utskiftningsplanen er mulig å følge. Et mangelfullt datagrunnlaget gjorde at de resterende dataene måtte estimeres. I tillegg baserer analysen seg på en anonym spørreundersøkelse som ble sendt ut til fagpersoner og produsenter i bransjen, samt relevant litteratur. Dette var den mest realistiske metoden for å kunne få data fra tilbudssiden, men det er verdt å merke at det er vanskelig å konkludere om resultatene er for optimistiske eller pessimistiske, selv om vi tolket dataene konservativt. I sum vil dette følgelig påvirke analysen for de tre scenariene.

For flere av maskinkategoriene vil anskaffelses- og leveringstid kunne påvirke utskiftningsplanen. Spesielt for scenario 1 vil dette gjøre seg gjeldende, da det er mange maskiner som skal byttes ut i løpet av ett år.



Siden utskiftningsperioden er frem mot 2025, vil en negativ eller positiv utvikling med tanke på når de ulike maskinene kommer i serieproduksjon kunne påvirke resultatene i stor grad.

For utslippssiden er det gjort noen forenklinger ved at alle nullutslippsmaskiner har null NO<sub>x</sub>- og PM2.5-utslipp. I realiteten vil det være noen utslipp fra bruk av biogass for de maskinene som benytter dette.

## 5.3 Anbefalinger

I denne rapporten presenteres en scenariobasert kost-nytte-analyse. Om Oslo kommune ønsker å bruke denne som et utgangspunkt for en utskiftningsplan, anbefaler vi å forbedre datagrunnlaget for framtidige analyser. Dette gjelder både datagrunnlaget for maskinoversikten, men også å få en bedre forståelse av når de ulike maskintypene kommer som nullutslippsmaskiner og hvordan utviklingen i kostnadsbildet ser ut. Det enkleste vil nok være å få en intern forståelse av maskinparken til Oslo kommune, slik at en er komfortabel med at datagrunnlaget er godt nok for videre analyser. Hvis dette datagrunnlaget utbedres, vil Oslo kommune få en god forståelse av hvordan maskinparken kan optimaliseres og deretter hvilke maskiner som faktisk skal skiftes ut. Dette er essensielt før en går i gang med en utskiftningsplan.

Det er viktig å presisere at våre scenarier kun er en indikasjon på hvordan en utskiftningsplan kan se ut. For å bruke en slik scenariomodell vil det være behov for å utbedre datagrunnlaget betraktelig. Selv med et begrenset datagrunnlag er det interessant å se hvordan vår anbefaling om scenario 3 utspiller seg mot de to andre scenariene. Dette kan gi et overordnet bilde på hvordan Oslo kommune burde gå i gang med en utskiftningsplan. Når foretrukket scenario og fremgangsmåte er valgt, kan en jobbe grundigere med datagrunnlaget og detaljene for å utvikle et mer treffsikkert scenario.

En annen anbefaling er å vurdere omfanget av å samle inn data på driftskostnader på nåværende maskinpark. Da det er å anta at nullutslippsmaskiner, på generell basis, vil ha lavere driftskostnader når det kommer til drivstoff og vedlikehold, vil dette styrke analysen og muliggjøre at et mer rettferdig kostnadsbilde tegnes. Underveis i datainnsamlingsfasen ble det etterspurt data på driftskostnader hos de ulike etatene, men da det ikke ble noen fruktbare resultater ved første forespørsel, ble det ikke prioritert å jobbe videre med å fremskaffe disse dataene. Videre er det heller ikke vurdert hvilken restverdi maskinene vil ha ved utfasing, til fordel for nullutslippsmaskiner. Det anbefales derfor å undersøke hvor store disse beløpene kan være og dermed hvordan de vil påvirke scenarioene positivt.

Flere etater påpeker problematikken med at de nåværende budsjettene gjelder for både anleggsmaskiner og kjøretøy (bil, lastebil, MC, båt ol.). Det vil si at hvis en utskiftningsplan skal reflektere de årlige investeringsbehovene for anleggsmaskiner, så må det også vurderes hvordan kjøretøy eventuelt skal inkluderes i denne oversikten for å få et helhetlig bilde av budsjettbehovet.

Som tidligere nevnt er en av hovedanbefalingen at det opprettes en tett dialog mellom UKE, KLI, etatene med maskiner og eventuelle andre virksomheter i Oslo kommune som kan bidra. Da det kan ta tid å utarbeide en omforent utskiftningsplan og muligheter for felles innkjøpsordninger, anbefales det å utarbeide en prinsippliste for innkjøp. Denne kan eksempelvis beskrive hvilke maskinkategorier som alt har nullutslippsalternativer, slik at etatene vet hvilke maskiner de alt nå kan anskaffe. Videre kan et prinsipp være at erfaringer med innkjøp og drift av nullutslippsmaskiner deles internt mellom etatene.

## Vedlegg A - Oversikt over hovedkategoriene og antall maskiner per underkategori

Tabellen under viser en oversikt over hvilke hovedkategorier og tilhørende underkategorier de ulike maskinene ble fordelt på. Den viser også hvor mange maskiner som befinner seg i hver underkategori.

Tabell 11 - Hovedkategori og underkategori for maskinoversikten

Hovedkategori	Underkategori	Antall maskiner
Andre	Høytrykkspyler	158
Fresutstyr	Asfaltfres	1
	Jordfreser	6
Gravemaskin	Beltegraver	5
	Gravemaskin	12
	Hjulgående gravemaskin	4
Gressklipper	Dytteklipper	221
	Gressklipper	35
	Gresstrimmer	90
	Kantklipper	255
	Kantskjærer	1
	Robotgressklipper	2
	Sitteklipper	145
Hjullaster	Hjullaster	33
	Redskapsbærer	8
Isprepareringsmaskin	Isprepareringsmaskin	14
	Kantfres	3
Parkmaskin	Eng slåmaskin	1
	Feiemaskin	59
	Hageavfallskvern	9
	Håndholdt løvblåser	4
	Hekklipper	8
	Hekksaks	111
	Hjulblåser	1
	Hjulgående løvblåser	1
	Kombimaskin	22
	Kompostkutter	1
	Kvistkutter	1
	Løvblåser	207
	Motorsag	63
Ryggblåser	27	
Stanghekksaks	1	

	Stangsag	1
	Torvskjærer	3
Sakselift	Sakselift	1
Snømaskiner	Løypeprepmaskin	29
	Snøfreser	138
Spesialutstyr	Avfallssorterer	2
	Combitrack	1
	Flishogger	1
	Gressbaneutstyr	1
	Merkemaskin	2
	Rankevender	1
	Treopptager	2
	Trommelsikt	3
	Valsekomprimator	1
	Vibroplate	1
	Vindusløfter	2
Strømaggregat	Aggregat	9
Terrengkjøretøy	ATV	14
	Ei-bil	36
	Fjernstyrt terrengkjøretøy	1
	Gator	1
	Nyttekjøretøy	1
	Snøscooter	8
Traktor	Hogstmaskin	1
	Jernhest	2
	Lassbærer	4
	Minitraktor	16
	Multimaskin	4
	Skogstraktor	1
	Traktor	80
Truck	Beltegraver	1
	Gaffeltruck	30
	Pallestabler	1
	Teleskoptruck	1
Vals	Vibrovals	3

## Vedlegg B - Definisjon

### **Definisjon: "Maskiner som har egen motordrift og opererer utendørs."**

Forutsetninger og begrensninger:

- Definisjonen går utover maskiner som går på avgiftsfri diesel (inkluderer bensin, diesel, batterielektrisk, HVO osv.) da vi mener det blir for begrensende å kun basere seg på avgiftsfri diesel (enkelte mindre maskiner går f.eks. på bensin)
- Kjøretøy er ikke inkludert (bil, moped/MC, båt, lastebil, osv.), men vi ønsker å inkludere snøscootere, traktorer, ATV og "motorredskaper" (typisk brannbiler, da det er så få av de)
- Maskiner som opererer innendørs er ikke med (UDE nevnte at de hadde elektriske rengjøringsmaskiner som ble brukt innendørs på skolene), men det er mulig vi må være litt fleksible på større maskiner som går "innendørs" i haller ol.
- Vi fokuserer på å samle inn spesifikke data (data på de ulike kategoriene i oversikten) på større maskiner. Med det mener vi at vi for mindre maskiner kun samler inn antall maskiner av hver type for hver etat. Her er det litt vanskelig å sette en tydelig grense mellom større og mindre maskiner, men vi har som et utgangspunkt tenkt at motorsager, løvblåsere, dyttegressklippere, hekkesaks, høytrykksspyler, kantklipper, kantkutter, kvistkutter, ol. er mindre maskiner, mens f.eks. sittegressklippere er større maskiner. Her kan det absolutt tilkomme flere maskintyper når vi samarbeider med etatene. Som et eksempel vil dette si at for en etat kan en oversikt over mindre maskiner inneholde 25 motorsager og 54 løvblåsere. Vi samler mao. ikke inn noe mer info om disse maskinene, kun type maskin og antallet. Bakgrunnen for dette er bla. praten med UDE der et enkelt estimat gir totalt rundt 1000 mindre maskiner, noe vi følgelig ikke vil klare å samle inn gode data på individnivå på. Dog, er det ønskelig å vite det totale antallet av hver maskintype, slik at vi forstår omfanget og kan beregne et utslipp fra disse (selv om det er antatt å være lavt).



---

## Om Endrava

Endrava er et konsulentselskap spesialisert innen klima og energi. Vi hjelper organisasjoner med å kutte klimagassutslipp.

Les mer på [www.endrava.no](http://www.endrava.no)

Firmanavn: Endrava AS

Org nr: NO 925 294 160 MVA

Adresse: Øvre Slottsgate 3, 0157 Oslo, Norway