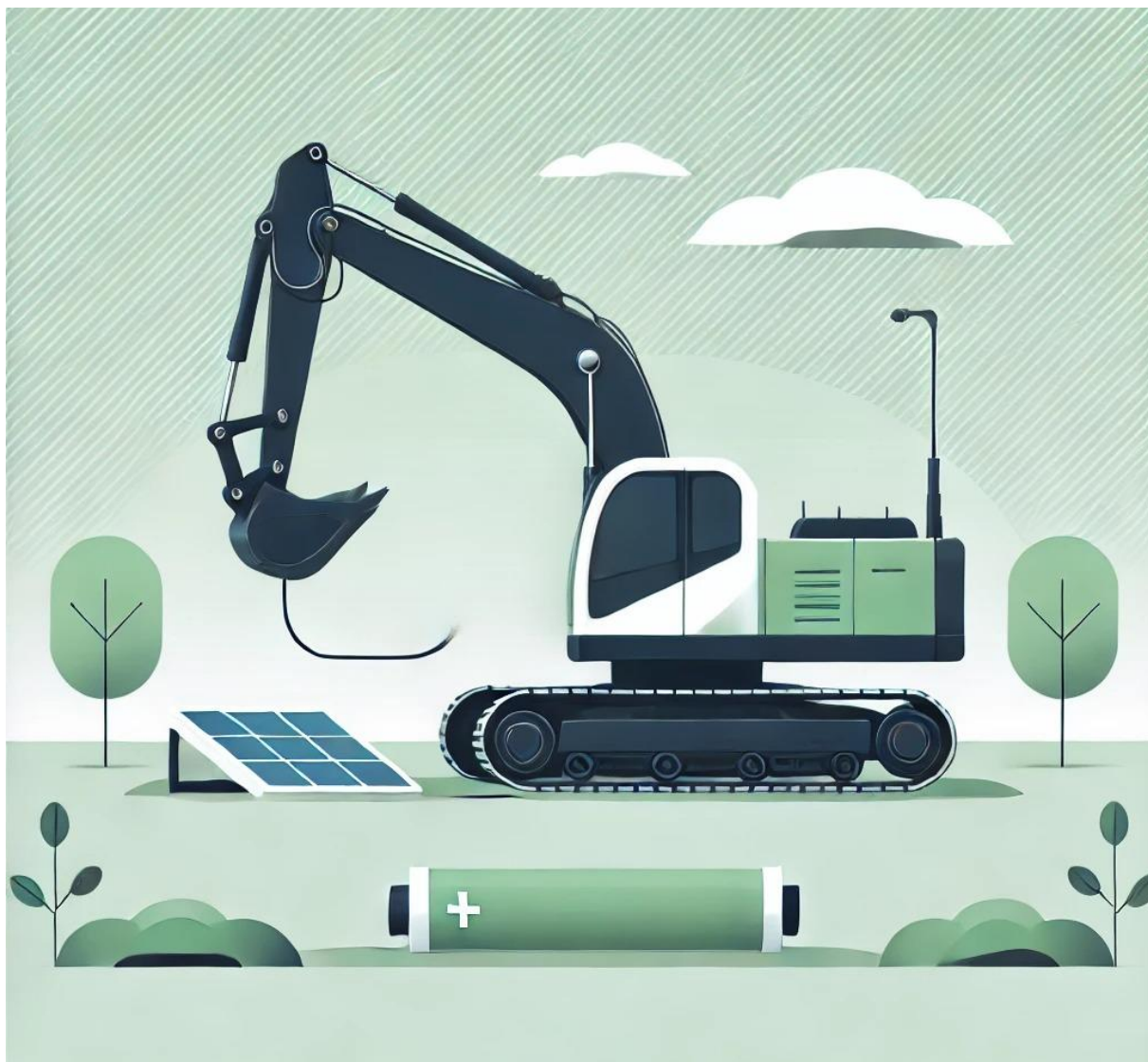


Verdikjedeanalyse

Kartlegging av verdikjeden for batteri til anleggsmaskiner



Sammendrag

Denne rapporten er et resultat av en studie gjennomført av Sweco på vegne av Enova. Målet med studiet er å kartlegge verdikjeden for produksjon og integrasjon av batteriet i elektriske anleggsmaskiner. Studiet forsøker å identifisere kostnader i verdikjeden, og hvordan den skiller seg mot produksjon og integrasjon av batterier i elbiler.

Funnene er basert på semi-strukturerte intervjuer med sentrale aktører i verdikjeden, som celleprodusenter, batteriprodusenter og maskinleverandører. Studien benyttet en kvalitativ tilnærming der intervjuer ble gjennomført for å samle innsikt fra ulike deler av verdikjeden. Intervjuguiden fokuserte på temaer som verdikjedens struktur, kostnadsdrivere, teknologiske krav og fremtidige trender. Svarene ble analysert tematisk, og mønstre og variasjoner mellom aktørene ble identifisert.

Batterier til anleggsmaskiner har en betydelig høyere pris sammenlignet med batterier til andre bruksområder, som elbiler, på grunn av en kombinasjon av markedsforhold og tekniske krav. Aktørene som ble intervjuet i dette studiet peker på tre hovedfaktorer som bidrar til høyere kostnader.

1. Lavt produksjonsvolum og små kontrakter

Anleggsmaskinmarkedet er relativt lite sammenlignet med større markeder som elbiler. Lavere produksjonsvolumer og små kontrakter fører til begrensede stordriftsfordeler, noe som gjør at enhetskostnadene for produksjon forblir høye. Dette er en betydelig kostnadsdriver som påvirker verdikjeden fra celleleverandør til maskinprodusent. Det er også en mye mindre moden verdikjede sammenlignet med verdikjeden for elbiler, som har eksistert mye lengre.

2. Tilpasning til ulike maskintyper og spesifikasjoner

Anleggsmaskiner varierer mye i størrelse, funksjon og bruksområder, noe som krever tilpasning av batteriene til hver maskintype. Denne store variasjonen i spesifikasjoner gjør det nødvendig å utvikle modulære batteriløsninger som kan tilpasses forskjellige behov. Slike tilpasninger øker kompleksiteten i design- og produksjonsprosessen, og dermed også kostnadene.

3. Strengere krav til levetid, effekt, kjøling og robusthet

Batteriene må tåle høyere driftspåkjenninger enn i andre applikasjoner, som lengre brukstid, hyppigere hurtiglading og større mekaniske belastninger. Dette krever avanserte løsninger for kjøling, robusthet og effektleveranse, i tillegg til høyere krav til levetid og pålitelighet. Disse faktorene øker ikke bare materialkostnadene, men også utviklings- og produksjonskostnadene.

Styringssystemer, kjølesystemer og sikkerhetssystemer, som tidligere har blitt trukket fram av ulike markedsaktører som viktige kostnadsdrivere, er gjennom dette prosjektet ikke funnet til å være de viktigste kostnadsdriverne.

Fremover vil lavere pris på battericeller, effektivisering i verdikjeden samt økt etterspørsel kunne bidra til lavere pris på batteri til anleggsmaskiner. Selv om etterspørselen øker er det begrenset volum på markedet for anleggsmaskiner, og dette segmentet vil ikke oppleve skaleringsfordeler på samme nivå som elbilsegmentet.

Samtidig kan knapphet på råvarer bidra til å øke prisene på batterier generelt. I tillegg spiller geopolitiske faktorer inn, og leverandører kan i økende grad ønske å bruke europeisk-produserte batterier for å sikre forsyningsikkerhet og hensyn til bærekraft. Regionale verdikjeder i Europe vil på kort sikt være et dyrere alternativ.

Rapporten bygger på et begrenset utvalg intervjuer, og kvantifisering av de ulike kostnadsdriverens påvirkning er ikke inkludert. Videre studier bør inkludere flere aktører og en grundigere analyse av spesifikke kostnadsdrivere for å gi et mer komplett bilde.

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon	4
1.1	Mål.....	4
1.2	Bakgrunn	4
2	Metodikk	7
3	Hovedfunn	8
3.1	Struktur i verdikjeden	8
3.1.1	Volum.....	8
3.1.2	Flere aktører og kompleks samhandling	9
3.1.3	Mindre optimalisering av design	10
3.1.4	Modularitet	10
3.1.5	Regionale verdikjeder	11
3.2	Teknologiske krav	12
3.2.1	Levetid og energikapasitet.....	12
3.2.2	Høy effekt og belastning	13
3.2.3	Termisk styring.....	13
3.2.4	Robusthet.....	14
3.2.5	Batterikjemi	14
3.3	Fremtidige trender	16
3.3.1	Pris på battericeller	16
3.3.2	Etterspørsel.....	17
3.3.3	Standardisering.....	17
4	Resultat	19
4.1	Viktigste funn.....	19
4.1.1	Hovedårsaker til høyere batteripris for anleggsmaskiner	19
4.1.2	Faktorer som kan redusere pris fremover	19
4.1.3	Faktorer som kan øke prisene fremover.....	20
4.2	Begrensninger i rapporten og videre arbeid.....	21

1 Introduksjon

Sweco har på vegne av Enova SF gjennomført en kartlegging av verdikjeden for produksjon og integrasjon av batteriet i elektriske anleggsmaskiner. Gjennom arbeidet har Sweco intervjuet et utvalg av aktører som samlet har erfaring fra alle stegene i verdikjeden fra celleproduksjon til ferdige maskiner.

Oppdraget er utløst som opsjon etter ferdigstilling av teknologi- og markedskartlegging for utslippsfrie BA-plasser, som ble etablert av Sweco som et kunnskapsgrunnlag for Enova i september 2024.

Vi vil gjerne takke bedriftene som har stilt opp og latt seg intervjuet i dette arbeidet:

- Nordic Batteries
- Corvus Energy
- Proventia
- Pon Equipment
- Volvo Maskin

En sjettede bedrift ble intervjuet i dette studiet, men de ønsket ikke å nevnes med navn.

1.1 Mål

Målet er å identifisere forskjeller og kostnadsdrivere i verdikjeden til batterier for anleggsmaskiner sammenlignet med batterier for elbiler.

Dette inkluderer:

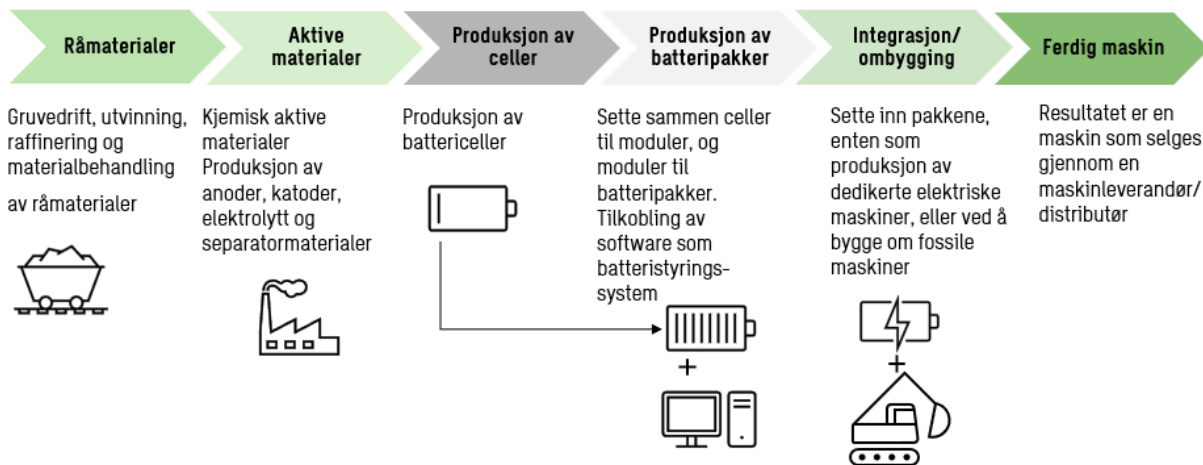
- Kartlegging av hvordan verdikjeden er strukturert for batterier til anleggsmaskiner.
- Identifikasjon av spesifikke teknologiske og økonomiske kostnadsdrivere, som styringssystemer, kjøling og sikkerhet.
- Utforsking av hvor i verdikjeden spesialtilpasninger for anleggsmaskiner fører til økte kostnader.

1.2 Bakgrunn

Fra kunnskapsgrunnlaget etablert av Sweco for Enova september 2024, er batterier utpekt som en av de viktigste kostnadsdriverne for utslippsfrie anleggsmaskiner sammenliknet med dieselbaserte anleggsmaskiner. Drivlinjen er antatt å stå for en vesentlig del av merkostnadene for utslippsfrie alternativer. En case-beregning gjort i kunnskapsgrunnlaget beregnet at drivlinjen står for minimum 60% av merkostnaden for det utslippsfrie alternativet. Samtidig vet man at batterier er ventet å ha en stor kostnadsreduksjon i årene som kommer, men markedskartleggingen som ble gjennomført i kunnskapsgrunnlaget, pekte på at det ikke er forventet en stor prisnedgang i utslippsfrie anleggsmaskiner som følge av billigere batterier.

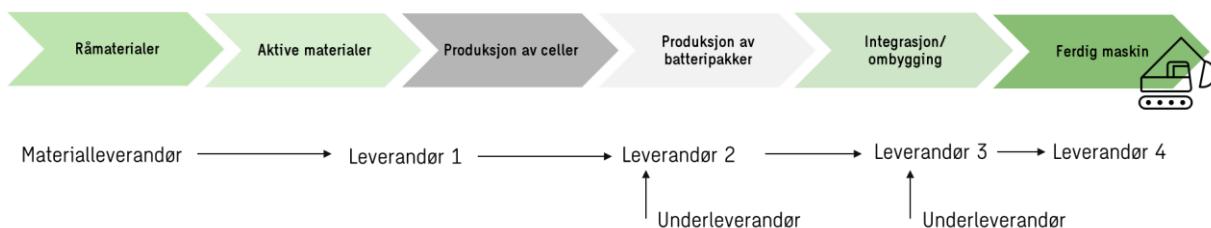
Dette prosjektet vil derfor undersøke hvor i verdikjeden for batterier merkostnaden av batterier til utslippsfrie anleggsmaskiner slår inn, og dermed hva som eventuelt hindrer batterier til utslippsfrie anleggsmaskiner i å følge den samme prisnedgangen som andre litium-ion batterier, for eksempel til biler.

For å se nærmere på kostnadene knyttet til batterier for anleggsmaskiner, er det viktig å forstå verdikjeden for denne typen batterier, samt de ulike leddene og aktørene som inngår i verdikjeden. Vi vil i prosjektet sammenlikne verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner med verdikjeden for elektriske biler. Verdikjeden fra utvinning av råmaterialer til ferdige maskiner er vist i Figur 1:

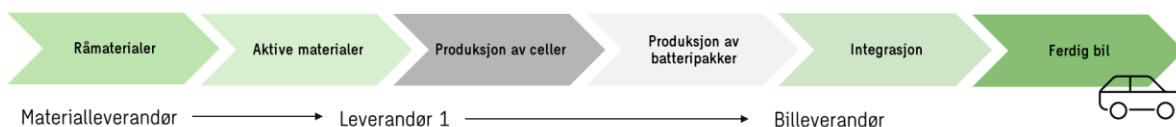


Figur 1 - oversikt over verdikjeden for batterier, fra råmateriale til ferdig bygget maskin. Nederst er det vist et utvalg av aktører som har sin hovedforretning i de ulike delene av verdikjeden. Det finnes en rekke ulike aktører i de ulike delene av verdikjeden.

Verdikjeden sammenlignbar med verdikjeden til elbiler, og andre applikasjoner hvor det benyttes større batteri. Verdikjeden for bilbatterier er tilsvarende helt fram til sluttproduktet. Den største forskjellen mellom elbilbatterier og batterier til mer begrensede segment, som anleggsmaskiner, er antall aktører i verdikjeden. Mens en bilprodusent tar seg av store deler av verdikjeden selv, enten fra produksjon av batteripakker eller helt ned på cellenivå, har segment som anleggsmaskiner og båter som hovedregel flere aktører i verdikjeden. Det kan gjerne være ulike leverandører av battericellene og batteripakkene, og i tillegg separate integratorer og formidlere av maskinen. I tillegg kan det være eksterne leverandører som leverer avgrensede deler av batterisystemet som kjølesystemer eller software.



Figur 2 - eksempel på verdikjede for batterier til anleggsmaskiner. Underleverandørene er leverandører som leverer produkter spesifikt til batteriet, som kjølesystemer eller software.



Figur 3 - eksempel på verdikjede for bilbatteri. Verdikjeden er mindre kompleks og har mindre leverandører. Bilprodusenten tar som hovedregel seg av all utvikling etter celleprodusenten.

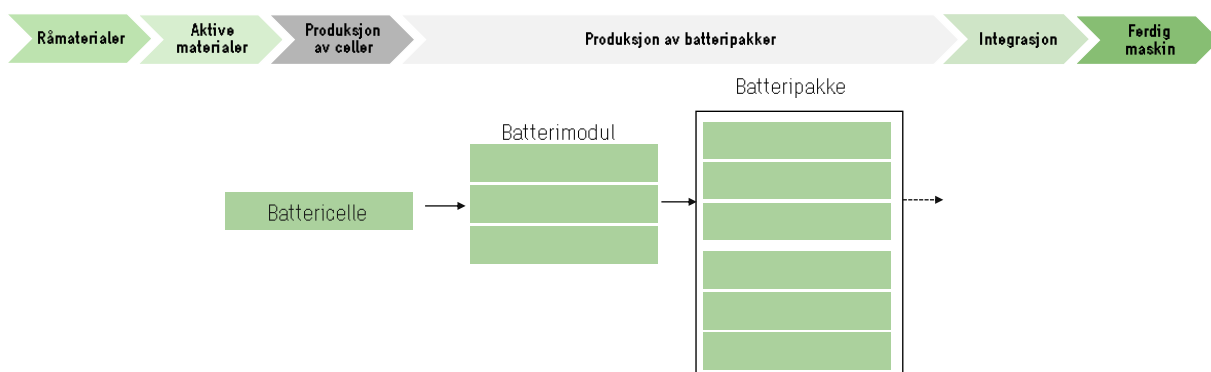
Som hovedregel er store batterier til transport litium-ion batterier. Litium-ion batterier har ulike typer kjemisk sammensetning, og valg av batterikjemi er avhengig av bruksområder. Valg av batterikjemi

gjøres av produsentene av batteripakker som blant annet baserer seg på det tiltenkte bruksområdet til pakken. De ulike kjemiene har forskjeller i energitetthet, effekt, spenning, levetid, C-rate og pris. Kombinasjonen av disse faktorene vil avgjøre hvilken batterikjemi man ender opp med. Valg av celletype er noe som har blitt undersøkt gjennom intervjuer med aktørene. Tabellen under oppsummerer noen av egenskapene til noen av de vanligste kjemitypene.

Tabell 1 - oversikt over egenskaper med noen vanlige kjemityper.

Batterikjemi	Energitetthet	Pris	Levetid	C-rate	Kommentar
LFP	Moderat	Lav	Lang	Moderat-høy	Mest utbredt i Asia og Kina, men økende etterspørsel i Europa. Mest termisk stabil.
NMC	Høy	Lav-moderat	Moderat	Lav-moderat	Mest utbredt i Europa, vanligst i elbiler
LTO	Lav	Høy	Svært Lang	Høy	Lite utbredt, men aktuell teknologi for anleggsmaskiner på grunn av levetid og C-rate

Batteripakker består av batterimoduler. Batterimodulene består igjen av battericeller. Modulene settes sammen til batteripakker i kombinasjon med kjøling og styringssystemer kjent som «Battery management system (BMS)». Dette systemet overvåker viktig informasjon om batteriet, som hvor ladet/utladet det er, temperatur, spenning, driftsforhold mm. BMS utvikles som hovedregel av pakkeprodusenten, men eksterne produsenter kan også levere BMS som delleveranse til pakkeprodusenten. Det er en, eller flere, batteripakker som blir integrert i en anleggsmaskin eller elbil.



Figur 4 - illustrasjon av de ulike nivåene av batteripakke, inkludert hvor i verdikjeden de befinner seg.

2 Metodikk

Det er gjennomført intervjuer med utvalgte aktører fra hele verdikjeden til batteriproduksjon for anleggsmaskiner, samt aktører som leverer innen andre segment. Intervjuene er utført ved hjelp av en intervjuguide for å sikre struktur og sammenlignbare data. Intervjuene er gjennomført semi-strukturerte med en kombinasjon av åpne og strukturerte spørsmål. Intervjuspørsmål ble tilpasset eller sløffet for aktører hvor spørsmålet behøve tilpasning/ikke var relevant.

Intervjuguiden er bygget opp med følgende struktur:

1. Rolle og erfaring

- a. Hvilken rolle har bedriften deres i verdikjeden for batterier?
- b. Hva gjør dere spesielt egnet til å levere mot anleggsmaskinsegmentet
ELLER
Hva gjør at dere ikke leverer til anleggsmaskinsegmentet?

2. Verdikjedens struktur

- a. Hvordan ser verdikjeden ut fra deres ståsted?
- b. Hvordan skiller verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner seg fra for eksempel batterier til elbiler?

3. Kostnadsdrivere: Teknologiske krav og spesialtilpasninger

- a. Hvilke teknologiske krav er unike for batterier til anleggsmaskiner sammenlignet med elbiler?
- b. Hvilke av disse kravene er mest kostnadsdrivende?
- c. Hvordan påvirker krav til styringssystemer (BMS), kjøling og sikkerhet kostnadene?
- d. Ser dere noen teknologiske innovasjoner som kan bidra til å redusere kostnadene?

4. Kostnadsdrivere: Verdikjeden

- a. Hva anser dere som de største kostnadsdriverne i produksjonen av batterier til anleggsmaskiner?
- b. Hvordan påvirker produksjonsvolumer og stordriftsfordeler kostnadene i dette segmentet?
- c. Ser dere spesifikke deler av verdikjeden hvor kostnadene kunne vært redusert?

5. Fremtidige trender

- a. Hva ser du som de viktigste trendene for batterier til anleggsmaskiner i de neste 5-10 årene?
- b. Hva opplever du som de største utfordringene for denne typen batterier?

6. Oppsummering

- a. Er det noe vi ikke har spurt om som du mener er viktig for å forstå verdikjeden?
- b. Er det andre aktører eller bransjekilder du anbefaler at vi tar kontakt med?

I etterkant er intervjuene gjennomgått og analysert tematisk. Svar er kategorisert basert på hovedtemaer fra intervjuguiden. Det er identifisert mønstre og avvik i hvordan verdikjeden oppfattes av ulike aktører.

Videre i rapporten blir det brukt sitat fra intervjuene hvor de er gode eksempler på konsensus eller uenighet mellom aktører. Alle sitat er anonymisert i rapporten.

3 Hovedfunn

3.1 Struktur i verdikjeden

Verdikjeden for produksjon av batterier for anleggsmaskiner og elbiler deler som beskrevet innledningsvis flere grunnleggende trekk. Begge verdikjeder følger en lineær struktur med sekvensielle steg der hver aktivitet bygger på det foregående. Celleproduksjon er kanskje det viktigste steget. Det er her det meste av verdiskapingen skjer, og battericeller utgjør 70-80% av totalprisen til batteripakker generelt.¹ Etter celleproduksjon følger modul- og pakkeproduksjon, integrasjon i sluttproduktet og sluttbruk.

«...det er mange steg i celleproduksjonen, og dette utgjør den største kostnaden når man kommer til sluttproduktet. Derfor kan man si at verdiskapingen er størst i celleproduksjonen.»

Selv om den overordnede strukturen er den samme, og begge batteriprodukter benytter de samme battericellene, er det flere ulikheter som gjør at batteriprisen til anleggsmaskiner blir mye høyere sammenlignet med elbilbatterier.

3.1.1 Volum

Verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner skiller seg på flere måter fra verdikjeden for batteri til elbiler. Først og fremst er det en stor forskjell i volum. I Norge ble det i 2023 førstegangsregistrert 126.953 personbiler, hvorav 114.409 var helelektriske². Samme år ble det solgt 4.572 anleggsmaskiner, hvor ca. 208 var nullutslippsmaskiner³. Dette ses på av alle aktørene intervjuet i dette studiet som den viktigste forklaringen på hvorfor batterier til anleggsmaskiner er dyrere.

«Mest vesentlig er skalaen på produksjonen. Med elbiler snakker du mange millioner av enheter årlig, mens for anleggsmaskiner er det et betydelig lavere volum. Dette handler om modenheten på markedet, det er ikke så stort fokus på elektrifisering ellers i verden. Produksjon i året er begrenset til noen titalls, hundretalls, kanskje tusentalls på enkelte maskiner.»

I tillegg har bilprodusenter skalafordel på modellnivå, der et identisk batteri kan brukes til tusenvis av modeller av samme variant. Selv om bilen kan justeres i stor grad på utstyrsnivå, kan samme batteriet brukes i bilmodellen, og også i flere ulike bilmodeller. Eksempelvis bruker et utvalg av leverandørene i Stellantis, Opel, Peugeot og Citroën alle det samme batteriet i sine første modeller av modellene Peugeot e-208, Peugeot e-2008, Opel e-Corsa, Opel Mokka, DS Crossback og Citroen e-C4⁴.

For anleggsmaskiner er det ikke bare et begrenset salg i samlet volum, men et enda mindre salg i hver maskinkategori og for ulike modeller. På grunn av vektbalansering og begrenset med rom for plassering av batteri, er det mindre rom for å kunne bruke samme typen batteri på tvers av modeller og vektclasser for maskinene, og batteriet må spesialtilpassas ulike modeller og vektclasser som produseres i et begrenset volum. Dette kan nok også bidra til å forklare hvorfor elektriske gravemaskiner har kommet lengst innen elektrifisering av anleggsmaskiner, siden gravemaskiner utgjør ca. 40% av markedet for mellomstore og store anleggsmaskiner⁵.

¹ <https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-see-largest-drop-since-2017-falling-to-115-per-kilowatt-hour-bloombergnef/>

² <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/bilparken>

³ <https://anleggsmaskinen.no/2024/01/maskinsalget-2023-status-quo/>

⁴ <https://www.tu.no/artikler/opel-mokka-e-er-ikke-best-pa-noen-ting-men-totalpakka-er-overbevisende/507569>

⁵ [Utslippsfri-byggeprosess-i-Oslo-konsekvensutredning.pdf](#)

Potensialet for vekst og skalering er dermed mye lavere sammenlignet med elbil-markedet, da det omsettes mye færre anleggsmaskiner enn personbiler årlig. Dermed er det begrenset hvor store skalafordeler verdikjeden til elektriske anleggsmaskiner kan dra nytte av. Dette antas også å være den viktigste årsaken til at forventningen om prisfall for batterier til anleggsmaskiner ikke er like høy som forventningen i prisfall til elbilbatterier.

«...økt volum kan fortsatt være et lavt volum. Dersom man leverer 50 maskiner i året, vil en tidobling av volum utgjøre 500 maskiner. Dette er en enorm prosentvis økning, men fremdeles lavt volum sammenlignet med elbiler. Volum har en stor påvirkning, men det er foreløpig mindre skalafordeler da volumet er så lite i utgangspunktet.»

3.1.2 Flere aktører og kompleks samhandling

Som introdusert innledningsvis, er verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner mer kompleks sammenlignet med elbiler. Batteripakkene til elbiler er som hovedregel spesialdesignet til hver modell av hvert enkelt bilselskap, som kjøper inn battericeller og står for utvikling og produksjon av batteripakker selv. De har gjerne også lange og faste kontrakter med en celleleverandør, som sikrer store kontrakter.

Produsentene av batteripakker for smalere segment som maritime batteri, stasjonære batterier og anleggsmaskiner har betydelig mindre kontrakter, men kan da variere mellom ulike celleleverandører etter pris, spesifikasjoner og teknologi. En aktør opplyser at en viktig del av deres forretning er å teste og verifisere nye celler når de vurderer nye celleleverandører. Dette kan man anta gjelder for alle slike batterileverandører, ettersom det er leverandøren som til slutt står ansvarlig for produktet når cellene er pakket i et batteri. Også i denne delen av jobben mister man dermed skala fordeler av små produktserier og ved behov for testing av ny celleteknologi.

Ved produksjon av batterier til elektriske anleggsmaskiner er i mange tilfeller verdikjeden mer oppstykket, og flere aktører er involvert. For eksempel er det ikke uvanlig at BMS eller kjølesystem leveres av en underleverandør til batteripakkeprodusenten, som igjen leverer batteripakken til en integrator som monterer batteripakken på en anleggsmaskin.

«Verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner skiller seg først og fremst i skala, med mindre prosjekter og et mindre antall maskiner eller kjøretøy. Det er også en større grad av variasjon i spesifikasjonene. I denne sektoren er det flere mindre aktører involvert, hvor noen er ganske store, mens andre spesialiserer seg på å lage batteripakker til anleggsmaskiner.»

Samtidig er det en klar trend mot å redusere antall aktører. De største maskinprodusentene har et ønske om å ta kontroll over større deler av verdikjeden for å redusere kostnader. Volvo Group har blant annet en stor battericellefabrikk under planlegging i Sverige⁶, og kan da ta kontroll over verdikjeden fra start til slutt.

«Flere ledd i verdikjeden betyr flere aktører som skal ha en bit av kaka. De store maskinprodusentene begynner etter hvert å produsere elektriske anleggsmaskiner (i stedet for å sende maskiner uten motor til Norge som her kan ombygges til elektrisk drift). De ønsker å kjøpe direkte fra modul- eller celleprodusent for å redusere antall ledd i verdikjeden. Dette vil skje i takt med økt etterspørsel og modenhet i markedet.»

⁶ <https://www.volvogroup.com/en/about-us/organization/our-production-facilities/Mariestad-Battery-Plant.html>

«...her er det glidende overganger; noen aktører tar flere deler av verdikjeden. Celleprodusenter kan ha aktiviteter innen modul- og pakkeproduksjon. Det finnes også eksklusive partnerskap mellom aktører, og maskinprodusenter kan ta hele verdikjeden fra celle til maskin.»

I Norge er det aktører som bygger om anleggsmaskiner til elektrisk drift, da maskinprodusentene har begrensede produksjonslinjer for elektriske anleggsmaskiner. Dersom etterspørselen internasjonalt øker nok til at maskinprodusentene etablerer egne produksjonslinjer for elektriske drivlinjer til anleggsmaskiner vil dette også bidra til å redusere kostnader.

3.1.3 Mindre optimalisering av design

Et lavere volum betyr også at det er færre og/eller mindre kontrakter å fordele utviklingskostnader på. Dette gir et mindre budsjett til å optimalisere design av batteripakker. I tillegg er det også strengere krav til sikkerhet og robusthet, og flere standarder som må følges. For å sikre at alle standarder overholdes, ender man gjerne opp med at komponenter blir overdimensjonert da man ikke har ressurser til å optimalisere designet. Dette bidrar til høyere kostnad per enhet.

«Maskiner produsert i Norge er kanskje overengineered i større grad enn hva en stor produsent kan gjøre, som kan gjøre enda nøyere analyser på hva som er minimumskrav osv. Dette henger igjen sammen med kost nytte med tanke på omsetningsvolum.»

«Batteriene må tåle de generelt tøffere omgivelsene man møter med en anleggsmaskin, som er kostnadsdrivende, men det har ikke så mye å si for cellene. Det er usannsynlig at celleprodusenter vil spesialisere seg på å lage celler spesielt tilpasset anleggsmaskiner, da produksjonsvolumene er for små.»

3.1.4 Modularitet

En annen konsekvens av et lavere volum er at man ikke har mulighet til å lage spesialtilpassede batterier for hver maskin. I tillegg til lavt volum er det mye større variasjon i spesifisering til batteri for anleggsmaskiner enn for elbiler, da størrelse og bruksområde varierer stort. Dette løser maskinleverandørene ved å bruke modulære batterier som kan tilpasses flere ulike maskiner. Dette gir et mindre optimalisert design per maskin, men det er billigere enn å designe spesialtilpassede batterier til hver maskin. Dette bidrar til å løse noe av utfordringen som løftet i Kapittel 3.1.1 om mindre volumer, da modulære løsninger kan gjøre det enklere å tilpasse batterier på tvers av modeller og vektclasser.

«Modulære batterier er dyrere enn spesialtilpassede batterier på en masseprodusert bil. I tillegg må man gjerne ha flere ulike moduler for å sikre at man har batteripakker som passer alle typer anleggsmaskiner. Men hadde blitt enda dyrere med spesialtilpasset batteriløsning for hver maskinmodell pga lavt volum. Modulære system er basert på hyllevarekomponenter. Kostnadmessig er det ikke optimalt, men det er billigere enn spesialtilpasset løsning.»

3.1.5 Regionale verdikjeder

Det er en tydelig satsing på å etablere batteriproduksjon i Europa. Mange aktører foretrekker å benytte europeiske leverandører av battericeller og komponenter, noe som i stor grad skyldes et ønske om bedre forsyningsikkerhet og oppfyllelse av bærekraftskrav. Kortere forsyningskjeder kan redusere risikoen forbundet med lang transport, forsinkelser og politisk usikkerhet, samtidig som det støtter lokalt næringsliv og reduserer karbonavtrykket.

Denne strategien kommer imidlertid med økte kostnader, i hvert fall på kort sikt. Produksjonskostnadene for europeiske leverandører er generelt høyere enn for asiatiske konkurrenter. Men dette gjelder alle batterier som bruker europeiske leverandører, ikke bare anleggsmaskiner.

Selv om denne tilnærmingen kan være kostnadsdrivende på kort sikt, fremheves den som en viktig investering for å sikre bærekraftige verdikjeder og redusere avhengigheten av ikke-europeiske aktører i fremtiden. Dette er spesielt relevant i lys av økende fokus på miljømessig og sosial bærekraft, der europeiske leverandører ofte har en fordel når det gjelder å møte strenge krav fra både myndigheter og kunder. Geopolitiske hensyn kan også spille inn i ønsket om å bruke europeiske battericeller.

«Det er et ønske om europeiske celler, men vi må nok supplere med kinesiske celler. Grunnen til denne todelingen er at noen kunder ser verdien av et lokalprodusert alternativ med tanke på leveransesikkerhet, for eksempel med skip som ikke kommer gjennom Suez-kanalen på grunn av uroligheter, faktorer som sosial bærekraft og miljøavtrykk, mens andre setter pris høyest. Disse vil ikke ønske seg europeiske celler da de har høyere pris»

«...i tillegg ser vi en økt regionalisering og lokalisering av verdikjeder, som er en tydelig trend. Dette innebærer at det bygges opp en verdikjede lokalt. Det finnes mange eksempler på ulike aktører som kan og vil bidra til en nærmest regional verdikjede.»

«Det blir stadig billigere å kjøpe celler, den trenden er ganske klar. I tillegg etableres nye verdikjeder i Europa som kanskje etter hvert blir veldig viktig, men på kort sikt vil ikke dette bidra til å redusere kostnader.»

3.2 Teknologiske krav

Dette kapittelet tar for seg de teknologiske kravene som stilles til batterier for anleggsmaskiner, og hvordan disse skiller seg fra eller overlapper med kravene til batterier for elbiler.

3.2.1 Levetid og energikapasitet

Batterier til anleggsmaskiner må være designet for å tåle et høyt antall sykluser hver dag og opprettholde ytelsen gjennom hele maskinens levetid. En gjennomsnittlig elbil kjøres kanskje en time om dagen, og lades et par ganger i uken. Anleggsmaskiner kjøres gjerne 6-10 timer om dagen og må hurtiglades hver dag, samt saktelades gjennom natt.

Dette stiller strenge krav til cellekvalitet og holdbarhet, samtidig som det påvirker hvordan batteriene dimensjoneres. For å redusere belastningen på batteriet og forlenge levetiden benyttes ofte en mindre Depth of Discharge (DoD), noe som krever større batterikapasitet for å levere nødvendig energi. Dette bidrar til å øke batterikostnaden.

«Teknologiske krav er relativt vesentlig. Det er høyere krav til robusthet og levetid i anleggsmaskiner enn i elbiler. Med levetid menes ikke nødvendigvis år, men antall sykluser. En anleggsmaskin går 7-10 timer hver arbeidsdag i året, som er mye mer sammenlignet med en privateid elbil.»

«For at en batteripakke skal tåle et høyt antall sykluser, fører det ofte til at man må øke størrelsen på batteripakken. Økt levetid sikres ved å operere med en mindre Depth of Discharge, som gjør at du trenger en større batteripakke for å ivareta samme kapasitet. I tillegg vil du sikre at batteriet, etter mange år med noe batteridegradering, fortsatt har tilstrekkelig kapasitet i forhold til kundens krav.»

I motsetning til batterier til elbiler, hvor vekt spiller en avgjørende rolle, er vekt mindre kritisk for anleggsmaskiner. Likevel er energitetthet og volum viktige faktorer, siden maskinene må ha tilstrekkelig kapasitet til å være i drift over lengre perioder uten hyppige ladestopp. Begrenset plass i maskinens design setter også rammer for hvor stort batteriet kan være, noe som gjør det utfordrende å balansere energibehov, størrelse og ytelse.

Bruken av batterikjemier som LFP er mindre vanlig i anleggsmaskiner, til tross for fordelene med lavere kostnad og høy sikkerhet. Dette skyldes LFP-batteriers lavere energitetthet, som gjør dem mindre egnet for applikasjoner der plass og kapasitet er avgjørende. I stedet er kjemier som NMC og LTO mer utbredt, ettersom de tilbyr bedre ytelse og levetid i krevende bruksforhold.

«Man kan designe rundt ytelsen til NMC og LFP. En anleggsmaskin trenger kanskje ikke like stor energitetthet som elbil, da du har andre designbetingelser. Vekt er for eksempel ikke like viktig. Om maskinen skal være i drift i mange år uten å skifte pakke, må den tåle mange sykluser (mer enn elbiler). Hvis den skal operere i veldig kalde temperaturer, stiller dette krav til cellekjemi, design av batteripakken og termisk kontroll.»

«Vi ser at en rekke elbilprodusenter har begynt å bruke LFP-celler da de har god nok energitetthet til formålet og lav pris. I anleggsmaskiner er det ikke vanlig da krav til driftstid for eksempel krever høyere energitetthet. Dette gjør cellene dyrere»

3.2.2 Høy effekt og belastning

Batterier til anleggsmaskiner er konstruert for å håndtere høye effektnivåer både under drift og ved lading. Anleggsmaskiner er ofte avhengige av hurtiglading for å kunne opprettholde kontinuerlig drift i løpet av en arbeidsdag. I tillegg krever tunge løft og lignende høy effekt fra batteriet i drift. Dette stiller strenge krav til batterikomponentenes robusthet og evne til å håndtere høye strømmer. For å sikre dette må både celler, moduler og styringssystemer dimensjoneres for høyere strømkapasitet enn det som er vanlig for mange andre batteriapplikasjoner.

«Maskinene har et stort krav til kjøretid, må ha høy kapasitet på batteriene, og mulighet til å lade batteriene relativt kjapt. Dette stiller høyere krav til kvaliteten på cellene, og alle komponenter må dimensjoneres opp for å takle høyere strømmer.»

«Om anleggsmaskinen har en spenningsstruktur med høy spenning vil dette stille høyere krav til kabling, styring, osv. som igjen vil være fordyrende»

3.2.3 Termisk styring

Effektiv termisk styring er avgjørende for batterier til anleggsmaskiner, spesielt med tanke på de høye kravene til hurtiglading og drift med høy effekt. Slike krav genererer betydelige mengder varme, og dette må håndteres gjennom gode kjølesystemer for å sikre både ytelse og sikkerhet.

De fleste batterier til anleggsmaskiner benytter væskekjøling, som er langt mer effektivt enn luftkjøling for å håndtere høye varmebelastninger. Selv om væskekjøling er dyrere enn luftkjøling, regnes det ikke som en av de viktigste kostnadsdriverne i verdikjeden.

Kjølesystemer kan enten leveres ferdig integrert i batteripakken som en del av en komplett løsning, eller leveres separat av spesialiserte produsenter. Valget av løsning avhenger ofte av produsentens preferanser og maskinens designkrav. Uansett tilnærming er det tydelig at riktig termisk styring er en forutsetning for å opprettholde driftssikkerheten og ytelsen til batterier som opererer under krevende forhold.

«Kjølesystem kan følge med batteripakken, eller leveres av egen kjølesystemprodusent. I vårt tilfelle er det ikke batterileverandør som leverer alt. De leverer BMS, overvåking og sikkerhetsfunksjoner sammen med batteripakken, men ikke kjøle/varmesystemet. En ekstern enhet fra annen leverandør sørger for å heve/senke temperatur etter signal fra batteri.»

«Ladehastighet er delvis avgjort av kjemi, LTO er for eksempel raske å lade opp da de kan lade med opp mot 15-20C, mens LFP og NMC ligger på 1-2C. Men det er også avgjort av størrelse på cellene og kjøling. Større celler har lavere hastighet da et større område av cellen ikke får kjøling. Temperatur er helt avgjørende for ladehastigheten»

«Væskekjøling er en kostnad, men tror det er bedre for batteriet i et helhetsperspektiv, og dermed kan gjøre opp for noe høyere kostnad ved produksjon.»

3.2.4 Robusthet

Batterier til anleggsmaskiner må oppfylle strenge krav til robusthet for å kunne operere under krevende forhold. Dette inkluderer å tåle vibrasjoner, mekaniske påkjenninger og ekstreme miljøer som er vanlige i bygg- og anleggsbransjen. I motsetning til batterier til elbiler, som stort sett opererer på jevne veier, må anleggsmaskiner håndtere tøffere arbeidsforhold, ofte på ujevnt og utfordrende terreng.

For å møte disse kravene blir batteriene designet og testet med fokus på mekanisk styrke og motstandskraft. Dette inkluderer testing for vibrasjoner, støt og andre mekaniske påkjenninger som kan oppstå under operasjon.

Robusthetskravene kan påvirke både valg av batterikjemi og konstruksjonen av moduler og pakker. Noen cellekjemier er mer motstandsdyktig mot mekanisk påkjenning enn andre, og noen håndterer høyere strømmer med lavere risiko for termisk runaway. Komponentene må være solid innkapslet og designet for å beskytte de indre cellene mot skade. Selv om dette øker produksjonskostnadene, er det avgjørende for å sikre driftssikkerhet og lang levetid i de krevende miljøene der anleggsmaskiner opererer.

«Anleggsmaskiner har også spesifikke krav til sikkerhet og vibrasjonstesting. Batteriene må tåle de generelt tøffere omgivelsene man møter med en anleggsmaskin, som er kostnadsdrivende.»

«Kravene til robusthet er også ganske strenge. Det brukes mye materialer og kostbare prosesser for å oppfylle disse kravene.»

3.2.5 Batterikjemi

Batterikjemi spiller en avgjørende rolle i å balansere behovet for effekt og energitetthet i batterier til anleggsmaskiner. Det finnes to hovedtyper battericeller som benyttes i ulike applikasjoner: powerceller og energiceller, og batteripakker til anleggsmaskiner består ofte av en kombinasjon av disse for å møte de spesifikke kravene til både effekt og driftstid.

- **Powerceller**, som for eksempel litium-titanatoksid (LTO), er utviklet for å levere høy effekt og tåle brå effekttopper. Disse cellene har imidlertid lavere energitetthet, noe som betyr at de tar opp mer plass per energienhet sammenlignet med energiceller. Lav energitetthet skyldes blant annet behovet for større avstand mellom cellene, som er nødvendig for å håndtere varmeutvikling og sikre stabilitet under høy belastning. Powerceller er derfor godt egnet for å møte anleggsmaskinenes behov for høy ytelse og robusthet. Powerceller brukes ikke i batterier til vanlige elbiler.
- **Energiceller**, som litium-jern-fosfat (LFP) og litium-nikkel-mangan-koboltoksid (NMC), har høyere energitetthet og kan pakkes tettere. Dette gjør dem ideelle for applikasjoner som krever lang driftstid uten hyppig lading. Samtidig er energiceller mindre egnet til å håndtere plutselige og høye effekttopper, noe som gjør det nødvendig å kombinere dem med powerceller i anleggsmaskiner.

Kostnaden for en batteripakke påvirkes direkte av forholdstallet mellom power- og energiceller. En høy andel powerceller øker kostnadene, men er ofte nødvendig for å sikre at batteripakken kan håndtere høye effektkrav i krevende driftsmiljøer. Samtidig bidrar energiceller til å øke driftstiden uten å øke kostnadene i like stor grad som powerceller. En fordel med powercellene er lengre levetid, som gjør at TCO ikke blir så mye høyere sammenlignet med energiceller.

Denne kombinasjonen av power- og energiceller gjør det mulig å tilpasse batteripakkene til ulike typer anleggsmaskiner og bruksområder, men den illustrerer også den komplekse balansegangen mellom kostnad, ytelse og design. Optimalisering av forholdstallet mellom disse cellypene er derfor en nøkkelfaktor for å oppnå både kostnadseffektive og funksjonelle batteriløsninger.

«Og så har du mer utbredt bruk av LTO i anleggsmaskiner, som ikke er brukt i elbiler. Dette er en veldig dyr kjemi med evnen til å avgi ekstremt høy effekt, men den har ikke så høy energitetthet. Det er ofte brukt i hybride maskiner (diesel og elektrisk). Selv om LTO koster mye per kWh, er det ikke mye dyrere når man ser på TCO (Total Cost of Ownership).»

3.3 Fremtidige trender

I dette kapitlet samles informasjonen om faktorer som kan bidra til å påvirke prisen på batterier i framtiden. Cellekostnaden står for en betydelig andel av kostnadene med en batteripakke, og cellekostnaden er derfor påpekt som en viktig driver for kostnadsutviklingen av aktørene. I tillegg er standardisering, etterspørsel og TCO-kostnader trukket fram som viktige aspekt for kostnadsutvikling.

3.3.1 Pris på battericeller

Prisen på battericeller påvirkes av flere globale og regionale trender, hvor markedet preges av både intensiv konkurranse og teknologisk utvikling. I Kina, som er verdensledende innen batteriproduksjon, pågår det et priskappløp som presser kostnadene ned, spesielt gjennom overgangen til litium-jern-fosfat (LFP)-celler. LFP-celler har lavere kostnad og høyere sikkerhet enn mange andre kjemier, men lavere energitetthet gjør dem mindre egnet for enkelte applikasjoner, som anleggsmaskiner som krever høyere ytelse. Denne utviklingen har likevel ført til at LFP nå utgjør en stadig større andel av den globale produksjonen.

«Det skjer en stor overgang, fra mitt perspektiv, fra NMC-kjemi til LFP-kjemi. Denne trenden har allerede begynt, og jeg tror den blir mer populær. Det som skjer med elbiler, vil også skje med andre maskiner.»

«Markedet har bedt om LFP celler. Markedet ville ikke ha NMC på grunn av sikkerhet og robusthet...»

I Europa er situasjonen annerledes. Prisen på europeiske battericeller er generelt høyere enn de kinesiske, noe som skyldes flere faktorer, inkludert høyere arbeidskostnader, strengere miljøkrav og en mindre moden industri. Mange europeiske batterifabrikk baserer sin inntjeningsmodell på et prisnivå som ligger over dagens markedssnitt, noe som kan gjøre det utfordrende å konkurrere direkte med kinesiske produsenter. Likevel prioriterer mange europeiske kunder forsyningssikkerhet og bærekraftige leverandører, noe som kan gjøre europeiske celler attraktive til tross for høyere pris.

«Det blir stadig billigere å kjøpe celler, den trenden er ganske klar. I tillegg etableres nye verdikjeder i Europa som kanskje etter hvert blir veldig viktig, men på kort sikt vil ikke dette bidra til å redusere kostnader.»

«Batteriproduksjon i Norden kan nok fungere, men tror det som er etablert er basert på en batteripris som ikke er realistisk lenger. Hva er smertegrensa for batteriprisen? Kan hende vi er under den grensa for mange av aktørene i markedet. Enten må man gjøre noe med kostnadene (toll/skatt på importerte batteri, kinesisk batteri, EU vurderer dette på kinesisk produserte elbiler). Andre muligheter er å satse på nisjeprodukter. For eksempel å fokusere på veldig høy energitetthet som gjør at man konkurrerer på kvalitet fremfor pris, eller å konkurrere på bærekraft i produksjonslinje og materialbruk. Men det begynner å bli utfordrende med trenden på batteripriser.»

For anleggsmaskinmarkedet spiller disse trendene en viktig rolle. Som en sektor som ikke er blant de tidlige adoptererne av ny batteriteknologi, er utviklingen i andre sektorer, særlig lastebilmarkedet, avgjørende. Teknologi og kostnadsreduksjoner som først modnes i disse segmentene, kan på sikt overføres til anleggsmaskiner.

«Det jobbes hele tiden med nye batteriteknologier, men de ses ikke i neste års anleggsmaskiner. Andre segment må stå for teknologiutvikling på dette nivået.»

3.3.2 Etterspørsel

Etterspørselen etter utslippsfrie anleggsmaskiner er i dag i stor grad drevet av krav til utslippsreduksjon og bærekraft, samt politiske tiltak som støtteordninger og prioriteringer i offentlige anskaffelser. Mange offentlige prosjekter har satt krav om bruk av nullutslippsmaskiner for å oppnå miljømål, noe som gjør dette til det viktigste markedet for elektriske anleggsmaskiner per i dag. Private aktører har derimot i mindre grad tatt i bruk slike løsninger, hovedsakelig på grunn av høyere anskaffelseskostnader og usikkerhet rundt økonomisk gevinst.

For at etterspørselen skal øke internasjonalt og i det private markedet, må flere faktorer på plass. Et av de viktigste punktene er at den total cost of ownership (TCO) for elektriske anleggsmaskiner må bli konkurransedyktig med maskiner som drives av forbrenningsmotorer. Når TCO blir lavere for elektriske anleggsmaskiner kan dette utgjøre et tippingunkt som akselererer overgangen til utslippsfrie anleggsmaskiner.

«Total cost of ownership er en viktig faktor. Hva koster maskinen over levetiden? Elbiler sparer mange tusen kroner hvert år på service, vedlikehold og drivstoff, og over levetiden kompenseres de for eventuelle ekstrakostnader. Det samme gjelder for elektriske anleggsmaskiner. Vi er ikke helt der enda når det gjelder lavere total cost of ownership, men på sikt vil dette bli en faktor. Med større batteripakker og bedre funksjonalitet vil kostnadene reduseres såpass at elektriske løsninger blir foretrukket.»

3.3.3 Standardisering

Standardisering spiller en nøkkelrolle i å redusere kostnadene for batterier til anleggsmaskiner. Ved å utvikle mer standardiserte moduler og pakker kan produsenter i større grad eliminere behovet for kostbare spesialtilpasninger. Dette gir mulighet for produksjon i større skala, som igjen er avgjørende for å oppnå stordriftsfordeler og redusere enhetskostnader.

En mer standardisert tilnærming kan også bidra til å effektivisere verdikjeden ved å forenkle designprosesser, forbedre kompatibiliteten mellom komponenter og redusere kompleksiteten i produksjonen. Dette er spesielt viktig i et marked som fortsatt er i vekst og mangler de volumer som trengs for å forsvare skreddersydde løsninger.

«Dersom batteripakker standardiseres på tvers av industrien, kan det være en fordel for kunden å unngå veldig spesialiserte bestillinger for hvert prosjekt. Man kan basere seg på ferdig utviklede moduler, noe som er en form for standardisering. Det ser ut til at noen forsøker å implementere dette.»

Samtidig skjer utviklingen innen batteriteknologi i et raskt tempo, noe som gjør standardisering til en utfordring. Teknologiske gjennombrudd og endringer i batterikjemi kan raskt gjøre eksisterende design utdaterte, noe som krever kontinuerlig utvikling og fleksibilitet i designprosessen. Dette gjør at produsenter må finne en balanse mellom standardisering og innovasjon for å henge med i teknologiutviklingen.

«... batteriteknologien utvikler seg veldig fort, og derfor er det gunstig å holde seg i et forretningssegment. Det er nok å holde seg oppdatert på teknologiutvikling i et segment, vi må stadig fornye produktene våre for å holde dem teknologisk oppdatert.»

4 Resultat

I dette kapittelet presenteres de viktigste funnene fra studien, basert på svarene fra aktørene som ble intervjuet. Gjennom kvalitative intervjuer med sentrale aktører i verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner har vi fått innsikt i hvordan denne verdikjeden er strukturert, hvilke teknologiske og økonomiske kostnadsdrivere som er mest fremtredende, og hvor spesialtilpasninger bidrar til økte kostnader.

4.1 Viktigste funn

4.1.1 Hovedårsaker til høyere batteripris for anleggsmaskiner

Batterier til anleggsmaskiner har en betydelig høyere pris sammenlignet med batterier til andre bruksområder, som elbiler, på grunn av en kombinasjon av markedsforhold og tekniske krav. Gjennom arbeidet med denne rapporten, har vi forsøkt å svare ut hva som er forskjellen og kostnadsdrivere i verdikjeden til batterier for anleggsmaskiner sammenlignet med batterier for elbiler. Aktører som er intervjuet i dette studiet peker på tre hovedfaktorer som bidrar til høyere kostnader.

1. Lavt produksjonsvolum og små kontrakter

Anleggsmaskinmarkedet er relativt lite sammenlignet med større markeder som elbiler. Lavere produksjonsvolumer og små kontrakter fører til begrensede stordriftsfordeler, noe som gjør at enhetskostnadene for produksjon forblir høye. Dette er en betydelig kostnadsdriver som påvirker verdikjeden fra celleleverandør til maskinprodusent. Det er også en mye mindre moden verdikjede sammenlignet med verdikjeden for elbiler, som har eksistert mye lengre.

2. Tilpasning til ulike maskintyper og spesifikasjoner

Anleggsmaskiner varierer mye i størrelse, funksjon og bruksområder, noe som krever tilpasning av batteriene til hver maskintype. Denne store variasjonen i spesifikasjoner gjør det nødvendig å utvikle modulære batteriløsninger som kan tilpasses forskjellige behov. Slike tilpasninger øker kompleksiteten i design- og produksjonsprosessen, og dermed også kostnadene.

3. Strengere krav til levetid, effekt, kjøling og robusthet

Batteriene må tåle høyere driftspåkjenninger enn i andre applikasjoner, som lengre brukstid, hyppigere hurtiglading og større mekaniske belastninger. Dette krever avanserte løsninger for kjøling, robusthet og effektleveranse, i tillegg til høyere krav til levetid og pålitelighet. Disse faktorene øker ikke bare materialkostnadene, men også utviklings- og produksjonskostnadene.

Styringsystemer, kjølesystemer og sikkerhetssystemer, som tidligere har blitt trukket fram av ulike markedsaktører som viktige kostnadsdrivere, er gjennom dette prosjektet ikke funnet til å være de viktigste kostnadsdriverne. Dette er systemer som innebygges i alle større batterier, både til anleggsmaskiner, maritime batterier og stasjonære systemer. Sikkerhetssystemene for anleggsmaskiner har strenge krav, men altså ikke til så stort avvik fra elbiler at dette er en betydelig kostnadsdriver.

4.1.2 Faktorer som kan redusere pris fremover

Det finnes flere faktorer som kan bidra til å redusere kostnadene for batterier til anleggsmaskiner i fremtiden, selv om markedsvolumene er begrensede sammenlignet med andre sektorer. Tre sentrale faktorer er:

1. Reduserte cellepriser

Prisene på battericeller fortsetter å falle globalt, drevet av teknologisk utvikling, økt produksjonskapasitet og forbedrede produksjonsprosesser. Lavere råvarekostnader og overgang til mer kostnadseffektive kjemier, som litium-jern-fosfat (LFP), kan ytterligere bidra til å redusere celleprisen, noe som utgjør en betydelig del av batteripakkens totale kostnad.

2. Eierskap og integrasjon i verdikjeden

Maskinprodusenter som investerer i egne produksjonslinjer for batteriproduksjon, eller som tar eierskap til flere ledd i verdikjeden, kan redusere kostnadene ved å eliminere mellomledd og forbedre koordinasjonen i produksjonen. Dette gir bedre kontroll over både kostnader og teknologiutvikling. En integrert verdikjede med færre leverandører kan også gi økt effektivitet og redusere avhengigheten av eksterne aktører.

3. Økt etterspørsel og volumproduksjon

Økende etterspørsel etter elektriske anleggsmaskiner kan føre til høyere produksjonsvolumer, noe som gir stordriftsfordeler og reduserer kostnadene per enhet. I tillegg vil reduserte driftskostnader og kanskje eventuelt lavere total cost of ownership (TCO) gjøre elektriske maskiner mer attraktive, noe som igjen kan bidra til økt markedsadopsjon. Selv om skalaeffektene er begrenset av det generelt små markedet for anleggsmaskiner, kan disse likevel ha en positiv innvirkning på prisen over tid.

4.1.3 Faktorer som kan øke prisene fremover

Til tross for teknologiutvikling og økt produksjonskapasitet, finnes det faktorer som kan presse batteriprisene opp i fremtiden. Disse faktorene er hovedsakelig knyttet til globale markedsforhold og politiske beslutninger, og er ikke unike for anleggsmaskinsegmentet.

1. Råvare- og cellepriser i et presset marked

Etterspørselen etter batterier vokser raskt på tvers av sektorer som elbiler, stasjonær energilagring og elektronikk. Dette fører til økt press på markedet for kritiske råvarer som litium, kobolt og nikkel, som igjen kan drive opp kostnadene for battericeller. Konkurransen om tilgang til batterier i et presset marked kan også resultere i høyere priser, spesielt for segmenter med mindre kjøpekraft, som anleggsmaskiner.

2. Regionale verdikjeder og bruk av europeiske produkter

Overgangen til regionale verdikjeder og økt bruk av europeisk-produserte batterier og komponenter kan føre til høyere priser på kort sikt. Europeiske produkter har generelt høyere produksjonskostnader enn asiatiske alternativer, på grunn av strengere miljøkrav, høyere arbeidskostnader og mindre etablerte produksjonsnettverk. I tillegg kan innføring av toll eller handelsrestriksjoner på kinesiske batterier ytterligere øke kostnadene for europeiske produsenter og sluttbrukere. Flere aktører peker på forsyningssikkerhet og bærekraft som viktige faktorer som kan medføre at maskinprodusenter ønsker å benytte europeiske produkter.

4.2 Begrensninger i rapporten og videre arbeid

Denne rapporten er basert på innsikt fra et begrenset utvalg av intervjuede aktører i verdikjeden for batterier til anleggsmaskiner. Selv om intervjuene gir verdifulle kvalitative innspill, kan det være manglende representasjon av enkelte perspektiver eller aktører som kunne ha bidratt til en mer nyansert forståelse. I tillegg har rapporten ikke kvantifisert i hvor stor grad ulike faktorer bidrar til kostnadsøkninger i verdikjeden.

Dette representerer en mulighet for videre arbeid, hvor en kombinasjon av litteraturstudier og grundigere empiriske undersøkelser kan gi en mer detaljert og kvantitativ analyse. Videre arbeid kan også fokusere på å inkludere flere aktører fra ulike deler av verdikjeden, samt å utforske hvordan spesifikke kostnadsdrivere varierer mellom markeder og regioner. Dette vil kunne gi en mer omfattende forståelse av utfordringene og mulighetene i overgangen til elektriske anleggsmaskiner.