



## Evalueringsrapport for forsøk med elektrisk brøyting

### Evalueringsrapport



Forfatter

Mizanur Rahaman

## Bakgrunn for forsøket

Statens vegvesen har et mål om å redusere utslippene med 55 % fra sine aktiviteter innen 2030. For driftskontrakter er brøyting en av de mest energikrevende oppgavene, og en av de oppgavene som forårsaker størst utslipp av klimagasser.

Alle driftskontrakter som har oppstart før september 2025 vil minimum fortsette til august 2030 før disse fornyes. Det er trolig ikke realistisk å forvente at disse kontraktene samlet sett vil kunne ha teknologi eller driftsopplegg som sikrer 55 % reduksjon av utslippene fra kontraktene. For å nå målet om en halvering innen 2030 må derfor kontrakter som inngås etter 2025, levere høyere reduksjon av utslipp enn 50 prosent. Statens vegvesen mener det ikke er mulig å oppnå utslippsmålene for 2030 uten å ta i bruk nullutslippsteknologi.

Statens vegvesen ønsker derfor å teste elektriske lastebiler for å se om disse er egnet til å utføre brøyting, og om det er nødvendig med tilpasninger i kontraktens krav for å legge bedre til rette for bruk av elektriske kjøretøy som kan utføre brøyting.

## Valg av kjøretøy

En av de sentrale målsetningene med testen var å teste en lastebil som hadde tilstrekkelig batterikapasitet til å gjennomføre brøyting over lengre perioder. Det ble derfor besluttet å benytte en lastebil produsert av Designwerk. Litra AS hadde kjøpt to av disse lastebilene, og Statens vegvesen valgte å leie inn en av disse til å gjennomføre forsøket.

### Teknisk data for kjøretøy

- 1017 kWt batteri (864 kWt netto)
- 500 kW / 680 HK
- Litium-Ion (NMC)
- System effekt 400 V
- 44 kW AC ombordlader og 350 kW DC hurtiglading (CCS type 2: 800V)
- Totalvekt 21,6 t med plog

Aktuelt kjøretøy hadde en disponibel batterikapasitet på 864 kWt (1017 brutto), som kunne lades med effekt på inntil 350 kW. Kjøretøyet var en trekkvogn, som hadde en av batteripakkene bak førerhuset og en under bilen. Det var i utgangspunktet ikke ideelt med en batteripakke under bilen for brøyting på grunn av manglende mulighet for midtmontert skjær. Siden formålet med denne testen var å måle bilens rekkevidde til brøyting, ble det likevel ansett som akseptabelt å gjennomføre testen med dette kjøretøyet.

For at bilen skulle kunne gjennomføre brøyting, måtte den ombygges for å kunne montere nødvendig brøyteutstyr som plog, samt ekstra vektplater for å oppnå tilstrekkelig marktrykk. Det ble også besluttet å ikke benytte spredeutstyr på denne bilen. Montering av spredeutstyr ville tatt mer tid, mens tiden Statens vegvesen

hadde kjøretøyet til disposisjon var begrenset. Med spredeutstyr vil kjøretøyet ha høyere forbruk enn uten. Det er estimert at spredeutstyr ville redusert rekkevidden med om lag 10–15 prosent.

## Valg av teststrekning

E6 over Dovrefjell (strekningen Dombås–Grønbakken) ble valgt som hovedteststrekning. Dette for å sikre at det var tilstrekkelig med snømengde under brøyteforsøkene, samt å kunne få mulighet til å teste bilen under brøyting på lange stigninger. Strekningen E136 (Dombås–Bjørli) ble også brukt som en sekundær teststrekning for å samle mest mulig data. Det ble også gjennomført flere tester på Statens vegvesens teststasjon på Bjørli, samt en test på rv. 15 over Strynefjellet.

Dovrefjells beliggenhet gjorde det også mulig å ha tilgang til offentlig tilgjengelige ladere med høy effekt på begge sider av fjellet. Lading under forsøket var forutsatt utført på offentlig tilgjengelige ladestasjoner.

## Organisering av forsøket

Statens vegvesen var ansvarlig for selve testen der et testteam fra Statens vegvesen fulgte opp testen og gjennomføre nødvendige analyser. Under forsøksperioden ble bilen kjørt av sjåfører fra Stian Brenden Maskinservice, som også er driftsentreprenør for den valgte strekningen. CHS Nor har i denne prosessen bistått med både anskaffelse av kjøretøy og ekspertise før og under forsøket. Kjøretøyet er leid fra Litra AS.

Under forsøket ble kjøretøyet aktivt brukt av driftsentreprenøren til å utføre brøyteoppdrag på E6 over Dovrefjell, men også på E136 for å sikre mest mulig data fra kjøretøyet. Innsamlet data fra disse brøyteurene danner grunnlag for analyse av resultatene av dette forsøket.

Det ble også lagt opp til å gjennomføre en test over en to-dagers periode på Statens vegvesens teststasjon på Bjørli flyplass der det 50–60 cm kompakt snø. Formålet med denne testen var å måle bilens kapasitet til å utføre de aller tyngste brøyteoppgavene og måle forbruket under utførelse av disse.

Selve forsøket hadde en varighet på ca. en måned med oppstart 27. januar 2024 og avslutning 25. februar 2024.

## Viktige forutsetninger

For å sikre at forsøket ikke skapte uforutsette driftsmessige ulemper, var kjøretøyet som normalt brukes til drift av denne vegstrekningen tilgjengelig og i beredskap under hele forsøket. Dette for å sikre at kjøretøyet kunne komme raskt til aktuell strekning ved eventuell stans eller havari av testkjøretøyet.

Som et forebyggende tiltak ble det også innført en begrensning i vindhastighet på 20 m/s for bruk av dette kjøretøyet. Ved vindhastighet over dette nivået skulle ikke entreprenøren benytte dette kjøretøyet på Dovrefjell, men heller bruke den på E136.

All lading av kjøretøyet ble utført på offentlig tilgjengelige ladere. For å opprettholde oppvarming av batteripakken var også kjøretøyet tilkoblet 230V strøm når den ikke var i brøyteoppdrag.

## Været under forsøksperioden

Temperaturen under forsøksperioden varierte mellom 0 og  $-30$  °C på Dovrefjell og E136. Det var flere dager med nedbør gjennom denne perioden, men færre enn det som ville vært ideelt for dette forsøket. Antall nedbørsdager var likevel tilstrekkelig til å kunne gjennomføre forsøket og få tilstrekkelig mengder data.

På Dovrefjell var nedbørintensiteten noe lavt, og brøyteoppdragene med kjøretøyet gikk for det meste ut på å brøyte vekk drivsnø og gjennomføre rensk av brøytekanter. Kjøretøyet ble under forsøksperioden kjørt i ca. 2000 km, hvorav ca. 70% av dette gikk til aktiv brøyting med plog nede, og 30% til transport uten brøyting med plog oppe.

## Resultater fra forsøk på testasjon Bjorli flyplass

Statens vegvesen disponerer en teststasjon på Bjorli som består av en rullebane på en nedlagt flyplass. På teststasjonen ble det gjennomført følgende forsøk:

- Åpning av stengt «veg» etter uvær med bruk av spissplog
- Brøyting med diagonalplog av rullebane med frest kompakt snø
- Brøyting med diagonalplog på vanlig veg
- Brøyting av kant med diagonal- og spissplog (rensk av brøytekanter)
- Alt test ble utført med hastighet 35–45 km/t

Gjennomsnittsförbruket for hele testen på teststasjonen på Bjorli var ca. 43,6 kWt/mil. Dette inkluderer også forsøk med fjerning av 50–60 cm kompakt og hard snø fra rullebanen. Sistnevnte operasjon hadde et unormalt høyt forbruk på 262,5 kWt/mil. Sett bort ifra denne operasjonen ble gjennomsnittsförbruket på ca. 36,0 kWt/mil for forsøket. Dette gir en estimert rekkevidde på ca. 240 km.

På teststasjonen ble forbruket for alle operasjonene hver for seg og samlet, høyere enn resultatene som ble registrert fra forsøket på Dovrefjell og E136. Dette skyldes trolig en kombinasjon av at teststrekningen på teststasjonen er kort (800 m), og at en del av operasjonene gikk ut på å brøyte kompakt snø og is, som var lagt ut på rullebanen med fres. Unormalt høy snødybde gjorde også at kjøretøyet måtte bruke mer energi på framdrift enn det som vil være tilfelle for en veg med fast såle.

Forsøket på teststasjonen hadde ikke som hensikt å simulere forhold tilsvarende ute på vanlige veger, men å teste bilen i meget krevende forhold. For eksempel dersom høyfjellsstrekninger skal åpnes etter en lengre uværperiode. Resultatet fra denne testen må derfor anses som et absolutt minimum av det kjøretøyet er i stand til å levere av rekkevidde til krevende brøyteoppgaver.

Ved vurdering av resultatene må det legges til grunn at elektriske kjøretøy normalt vil begrense lading til 90 prosent av batteriets totale kapasitet (SOC) og ikke gå lavere enn 10 prosent før kjøretøyet må lade. Estimert rekkevidde for intervallet 90–10 prosent vil derfor være 192 km.

192 km til brøyting under tilsvarende krevende forhold vil derfor gi mulighet til å brøyte i minst 6,4 timer uten stopp for batteriintervallet 90–10 prosent.

## Resultater fra forsøk på E6 over Dovrefjell og E136

Gjennom forsøksperioden ble kjøretøyet benyttet i ordinær drift og det ble benyttet diagonalplog til brøyting.

Gjennomsnittsförbruket for hele testen ble 15,6 kWt/mil. Dette inkluderer brøyting i ulike typer værforhold med varierende nedbørsmengder. Temperaturer under forsøkene har variert mellom ca. 0 og –30 °C. Høyeste registrerte forbruk ved brøyting på veg er 18,2 kWt/mil.

Et forbruk på 15,6 kWt/mil gir estimert rekkevidde på 554 km. Estimert rekkevidde for batteriintervallet 90–10 prosent er 443 km. Dette indikerer at kjøretøyet vil kunne gjennomføre brøyting i inntil 14,7 timer uten stopp for batteriintervallet 90–10 prosent.

Ved 18,2 kWt/mil i forbruk (høyeste registrerte forbruk under brøyting på veg) vil estimert rekkevidde være 380 km for intervallet 90–10 prosent. Kjøretøyet vil med slikt forbruk kunne brøyte i inntil 12,6 timer uten stopp.

## Kjøretøyets egnethet på veg med driftsklasse DkC og ladehastighet

Alle veger som Statens vegvesen har ansvar for er inndelt i driftsklasser. Disse klassene setter krav til godkjent føreforhold og tiltakstider ved værhendelser. Både E6 over Dovrefjell og E136 har driftsklasse DkC. Det er en av de vanligste driftsklassene i Norge der godkjent føreforhold er bar veg (tørr eller våt) i milde perioder og hard snø/is i kalde perioder.

Syklustiden for veger med driftsklasse DkC er 2,5 timer. Med et forbruk på 18,2 kWt/mil vil kjøretøyet bruke 136,5 kWt energi på en syklus. For å tilføre batteriet 136,5 kWt energi må kjøretøyet lade i ca. 25 minutter ved effekt på 350kW (forutsetter 5% ladetap). Det betyr at 25 minutters ladestopp etter hver syklus kan gi kjøretøyet tilstrekkelig energi til å kunne gjennomføre kontinuerlig brøyting.

Ved et ladestopp på ca. 11 minutter etter hver syklus vil kjøretøyet kunne være i stand til å gjennomføre brøyting i minst 24 timer før SOC <10 prosent. Forutsetter oppstart ved SOC > 90 prosent. Det samme resultatet er også mulig å oppnå ved å gjennomføre et ladestopp på 22 minutter etter annenhver syklus.

Mesteparten av ladingen under forsøket ble gjennomført på Ionity ladestasjon på Dombås. Ladetestene viser at kjøretøyet oppnår 350 kW i ladehastighet og effekten holder seg omtrent på dette nivået gjennom hele ladeøkten.

Statens vegvesen har i dag en driftsstandard som forutsetter at kjøretøy må kunne være i kontinuerlig drift for å være innenfor kontraktens krav, dersom entreprenøren velger å ha maksimalt tillat rodelenge.

Entreprenører som ønsker å benytte elektriske kjøretøy til brøyting kan i henhold til kontrakt innfri dagens krav ved å ha kortere roder slik at kjøretøyet har tilstrekkelig tid til å lade innenfor den gjeldende syklustiden. Kortere roder vil samtidig kunne medføre behov for flere kjøretøy. Statens vegvesen må vurdere hvordan dette kan unngås, for eksempel ved å gjøre mindre justeringer av kontraktens krav til syklustid og/eller krav til dimensjonering av roder. Slike justeringer trenger ikke å påvirke kvaliteten på brøyting eller redusere framkommeligheten.

I Statens vegvesen sine kontrakter skal (dimensjonerende) brøytehastighet være 30 km/t ved dimensjonering av roder, mens maksimalt tillatt hastighet ved brøyting er 40 km/t. For strekninger der det er mulig å gjennomføre brøyting med gjennomsnittshastighet på ca. 35–40 km/t er det mulig å hurtiglade etter hver tur og samtidig holde seg innenfor syklustiden på 2,5 timer for veger med driftsklasse DkC. Roden E6 over Dovrefjell tilhører kan derfor brøytes elektrisk innenfor gjeldende krav til syklustider, uten noen justeringer av krav til syklustid.

## Oppsummering

Resultatet fra testen viser at vi med mindre justeringer av kontraktens krav kan legge til rette for bruk av elektriske kjøretøy til brøyting uten at det skal medføre behov for flere kjøretøy eller nevneverdig endring i kvaliteten på brøytingen trafikantene møter.

I normal drift vil driftsentreprenøren sjeldent behøve å brøyte så lenge at det er behov for å lade kjøretøyet mellom brøyteturene (brøytesyklus). Så lenge driftsentreprenørene har anledning for depotlading på 50–90 kW, vil dette være nok for det meste av brøyteaktiviteten. Derfor bør muligheter for depotlading vurderes i driftskontrakter der elektriske brøytebiler skal tas i bruk.

I Innlandet er det anslagsvis 2–3 ganger i løpet av en vintersesong at driftsentreprenøren behøver å brøyte med samme bil i mer enn 24 timer på rad. Behovet for ladestopp under brøyting vil derfor være begrenset så lenge kjøretøyet starter med tilstrekkelig batterikapasitet. De fleste brøyteoperasjonene er under 10 timer, noe som er godt innenfor det kjøretøyet er i stand til å levere av driftstid til aktiv brøyting.

Faktisk forbruk og ladebehov vil variere med ulike forhold som blant annet nedbørmengde og temperatur. For å vurdere kjøretøyet egnethet ble det ved vurdering av resultatet lagt til grunn høyest registrert forbruk fra forsøket på E6 over Dovrefjell og E136. Hadde vi lagt til grunn gjennomsnittlig forbruk, hadde resultatene vært betydelig bedre. Siden et av målsetningene med forsøket var å finne ut av om elektrisk kjøretøy er mulig å bruke i våre kontrakter, ble det valgt å legge til grunn høyest registrert forbruk for å unngå for «optimistiske» resultater.

Det er gjennom forsøket heller ikke registrert noen nevneverdig reduksjon i rekkevidden på grunn av lave temperaturer. Selv i temperaturer ned mot  $-30\text{ °C}$  hadde kjøretøyet et svært begrenset rekkeviddetap. Det skyldes at batteripakken holdes oppvarmet til mellom  $15\text{--}20\text{ °C}$  til enhver tid. En kompakt batteripakke gjør også at det brukes lite energi til å holde batteriet oppvarmet.

Forsøkene på Bjorli teststasjon viste at el-brøytebilen leverer godt også under meget krevende vinterforhold med store snømengder, kompakt snø og lave temperaturer.

Resultatet fra forsøket viser at teknologien har utviklet seg nok til at elektriske kjøretøy er mulig å benytte i Statens vegvesen sine kontrakter. Mindre justeringer av kontraktens krav vil også legge bedre til rette for bruk av elektriske kjøretøy til brøyting på en sikker og effektiv måte.