



Miljø-
direktoratet

Barrierer for elektrifisering av busssdrift i kollektivsektoren

Observasjoner fra intervjuer med bransjeaktører



Kolofon

Utførende institusjon (institusjonen er ansvarlig for innholdet i rapporten)

Miljødirektoratet

Oppdragstakers prosjektansvarlig

-

Kontaktperson i Miljødirektoratet

-

M-nummer

År

Sidetall

Miljødirektoratets
kontraktnummer

2252

2022

30

-

Utgiver

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av

-

Forfatter(e)

-

Tittel - norsk og engelsk

Barrierer for elektrifisering av bussdrift i kollektivsektoren

Sammendrag - summary

Salgsmålene for nullutslippskjøretøy som er satt gjennom Nasjonal transportplan krever en rask utrulling av nullutslippsbusser. Vi har gjennomført dybdeintervjuer med seks aktører fra bussbransjen for å få bedre innsikt i hva barrierene for en raskere elektrifisering av kollektiv bussdrift består i. Gjennomgangen peker ut fem spesifikke barrierer. Barrierene handler om ladeanlegg, anskaffelseskostnader og utforming av anbud. Vi har også utarbeidet en enkel totalkostnadsanalyse (TCO) for å illustrere noen av våre observasjoner.

4 emneord

Buss; Elbuss; Elektrifisering; Kollektivtransport

4 subject words

-

Forsidefoto

-

Innhold

1. Bakgrunn	4
1.1 Elbusser vil være den mest vanlige busstypen fremover	4
1.2 Fakta om buss-sektoren	5
2. Metode	7
2.1 Intervjuer med markedsaktører er godt egnet til å få frem kompleks informasjon i et lite transparent marked	7
3. Observasjoner fra intervjuer med aktører fra buss-sektoren	7
3.1 El-teknologien er markedsmoden i bybussegmentet og nær moden i region- og turbusegmentet.....	7
3.2 Ved optimalisert drifts- og ruteoppsett kan elbusser erstatte dieselbusser 1:1	8
3.3 Vesensforskjeller mellom bussklasse 2 og 3	9
3.4 Flere barrierer er knyttet til ladeinfrastruktur	10
3.4.1 Ladeinfrastruktur for buss i kollektivtransport	10
3.4.2 Ladeinfrastruktur for kommersiell langdistansekjøring og øvrig busstransport	12
3.5 Hvordan anbud og offentlige støtteordninger blir innrettet er avgjørende	12
3.5.1 Anbudsutforming og rammebetingelser henger etter teknologiutviklingen ..	12
3.5.2 Eksisterende støtteordninger treffer dårlig	13
4. Totalkostnadsanalyse ("TCO")	15
4.1 Nåverdimetoden brukes til å beregne totalkostnaden	15
4.2 Innkjøpspriser på elbusser forblir vesentlig høyere sammenlignet med dieselbusser.	15
4.3 Elbusser er billigere enn dieselbusser i drift, men vedlikeholdskostnadene er omtrent like	17
4.4 Totalkostnadsparitet kan nås før 2025/2030	18
5. Oppsummering	21
6. Referanser	25

Vedlegg:

Vedlegg 1: Spørsmålskatalog

Barrierer for elektrifisering av bussdrift i kollektivsektoren

Salgsmålene for nullutslippskjøretøy som er satt gjennom Nasjonal transportplan krever en rask utrulling av nullutslippsbusser. Vi har gjennomført dybdeintervjuer med seks aktører fra bussbransjen for å få bedre innsikt i hva barrierene for en raskere elektrifisering av kollektiv bussdrift består i. Gjennomgangen peker ut fem spesifikke barrierer. Barrierene handler om ladeanlegg, anskaffelseskostnader og utforming av anbud. Vi har også utarbeidet en enkel totalkostnadsanalyse (TCO) for å illustrere noen av våre observasjoner.

1. Bakgrunn

1.1 Elbusser vil være den mest vanlige busstypen fremover

Gjennom Nasjonal transportplan 2022–2033 (Meld. St. 20) har Norge satt seg salgsmål for buss-segmentet; 100% av nye bybusser skal være nullutslippskjøretøy innen 2025 og 75% av nye langdistansebusser skal være nullutslippskjøretøy innen 2030¹. I 2021 var cirka 13 % av nyregistrerte bybusser og 3 % av nyregistrerte langdistansebusser gass- eller nullutslippsbusser.² To år etter at Klimakur 2030 ble publisert har vi ønsket å få en bedre forståelse av barrierene for elektrifisering av buss-segmentet.

Det er bred enighet i både nasjonale³ og internasjonale⁴ fagmiljøer om at batterielektriske drivlinjer vil være den dominerende teknologien innen segmentet buss fremover. For busser med særlige behov for utvidet rekkevidde kan hydrogen-teknologi bli en nisjeløsning, enten som rekkeviddeforlenger til en batterielektrisk hoveddrivlinje eller som ren brenselcelledrivlinje. Biogassbusser med forbrenningsmotor kan være et supplement.

¹ «Nasjonal transportplan 2022–2033 (Meld. St. 20 2020-2021)» (Samferdselsdepartementet, 2021), 13.

² «Oppdatert status på nullutslippskjøretøy», Nullutslippsmåla | Statens vegvesen, 2021, <https://www.vegvesen.no/nn/fag/fokusomrade/miljovennlig-transport/nullutslippsmala/>.

³ Rolf Hagman mfl., «Klima- og miljøvennlig transport frem mot 2025. Vurderinger av mulige teknologiske løsninger for buss» (Oslo: Transportøkonomisk Institutt (TØI), 2017).

⁴ «Electric buses arrive on time. Marketplace, economic, technology, environmental and policy perspectives for fully electric buses in the EU» (Brussels: Transport & Environment, 2018), 9, <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/Electric%20buses%20arrive%20on%20time.pdf>; «All aboard Europe's electric bus revolution», ING Think - Economic and Financial Analysis, 29. september 2021, <https://think.ing.com/articles/all-aboard-europes-electric-bus-revolution-290921>.

Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) har gjennom sin *Handlingsplan for økt andel klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser og grønn innovasjon*⁵ rettet søkelyset enda tydeligere på det offentliges innkjøpsmakt som et virkemiddel for å nå de satte klima- og miljømålene. Offentlig kollektivtransport er særlig relevant i denne sammenhengen. En bedre forståelse av barrierene som står i veien for en raskere elektrifisering kan også være nyttig for andre myndighetsorganer, som f.eks. fylkeskommuner som ønsker å elektrifisere kollektivtransporten sin.

Denne gjennomgangen belyser de kvalitative observasjonene vi har gjort gjennom dybdeintervjuer med seks forskjellige aktører i buss-sektoren, med hovedfokus på kollektivsegmentet. Vi har også utarbeidet en enkel totalkostnads- eller "total-cost-of-ownership" (TCO) analyse som bygger på disse observasjonene sammen med et oppdatert tallgrunnlag som også er et resultat av intervjuene.

1.2 Fakta om buss-sektoren

Busser med mer enn 22 passasjerplasser deles generelt inn i 3 klasser etter kjøretøyforskriften § 8-4:

- Busser i klasse 1 er busser som har "mer enn 45 % av det totale passasjerantallet registrert for ståplasser" ("bybusser").
- Busser i klasse 2 har opptil 45 % registrert for ståplasser ("regionbusser").
- Busser i klasse 3 er busser som utelukkende har sitteplasser og er "innrettet til særlige formål, herunder turbilkjøring" ("turbusser").

Turbusser er etter *forskrift om kjørende og gående trafikk* tillatt å kjøre i 100 km/t mens regionbusser er begrenset til 80 km/t. Bybusser kan ikke kjøre fortere enn 70 km/t.

Av disse brukes det i offentlig kollektivtransport nesten utelukkende bybusser og regionbusser. Regionbusser har som regel høyere krav til rekkevidde og kjører lengre mellom stoppestedene enn bybusser. I Norge er offentlig kollektivtransport som regel organisert gjennom et anbudsregime. Det betyr at en fylkeskommune eller et (fylkes-) kommunalt eid kollektivselskap utlyser kontrakter for busstjenester for et definert ruteopplegg og for en bestemt tidsperiode, ofte med en opsjon om forlengelse. Det dreier seg oftest om bruttokontrakter. Forhåndskvalifiserte operatørselskap konkurrer om tildelingen av disse kontraktene i en anbudskonkurranse.

⁵ «Handlingsplan for økt andel klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser og grønn innovasjon» (Oslo: Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ), 2021), 38–43.

Turbusser brukes mest for å betjene kommersielle langdistanseruter, flybusskjøring, bestillingstransport og sesongbasert turisme. Blant busser i klasse 3 er det stor variasjon i bruksmønstrene. Ut ifra kravene til hastighet, komfort og bagasjeplass kan man anta at langdistansekjøring er et typisk bruksscenario for turbusser. Ekspressbusser kjører typisk opptil tre ganger så mye som kollektivbusser per år og vil derfor gi en stor besparelse i klimagassutslipp per buss som blir elektrifisert. Turist- og bestillingsbusser kan ha en lav årlig kjørelengde, men kjøre mye på lengre strekninger i løpet av kort tid, som i ferievesonger. I dette arbeidet har vi satt søkelyset på kollektiv bussdrift, men tar med noen sidebetraktninger på kommersiell bussdrift.

Pris og kostnadsinformasjon i buss-sektoren er vanskeligere å finne frem til enn i et sluttforbrukermarked som for eksempel personbilsegmentet. Oppdaterte opplysninger om anskaffelses- og driftskostnader på bussmateriell er generelt i liten grad offentlig tilgjengelig. Grunnen til dette er hovedsakelig at kollektivtransport i Norge som regel er organisert ved at fylkeskommuner, enten direkte eller gjennom sine kollektivselskap, tildeler kontrakter gjennom offentlige anbud. Tilbydere står dermed i en konkurransesituasjon med hverandre hvor pris er et vesentlig element og prissammensetningen derfor ofte er sensitiv informasjon. De offentlig eide kollektivselskapene blir kun tilbudt en total kostnad på tjenestene de kjøper, men har sjeldent detaljert innsikt i hvordan disse kostandene er sammensatt av enkeltpostene i tjenestene.

Bussprodusenter konkurrerer fritt på et åpent marked. Fordi busser vanligvis kjøpes inn i varierende kvanta, og fordi bussene i større grad blir spesialtilpasset i interiør og elektronikk, er pris per kjøretøy også mer variabel enn i et sluttforbrukermarked som for eksempel personbilmarkedet. Prisinformasjon på bussmateriell er derfor heller ikke uten videre tilgjengelig fra leverandørene. I en sammenlignende TCO-analyse vil størrelsesforskjellen i innkjøpspris for kjøretøyene ha stor innvirkning. Derfor bør det være en viss sikkerhet rundt innkjøpsprisene man legger til grunn. Det samme gjelder til en viss grad driftskostnader. Vi har derfor forsøkt å verifisere våre kostnadsantagelser i intervjuene.

2. Metode

2.1 Intervjuer med markedsaktører er godt egnet til å få frem kompleks informasjon i et lite transparent marked

Teknologien for elektrifisering av drivlinjer til busser er i rask endring. Det gjør at faglitteratur fort blir utdatert. For å forstå bedre hva som utgjør barrierer så vi det som mest hensiktsmessig å snakke med markedsaktørene direkte. Vi har derfor gjennomført dybdeintervjuer med seks aktører som er involvert i kollektivtransporten: to kollektivselskap, to operatørselskap og to bussprodusenter. Vi har spurt om utviklinger i markedet generelt og stilt spesifikke spørsmål om bussmateriell, ladeinfrastruktur og markedsstruktur/-organisering (se spørsmålskatalog i vedlegget). I tillegg har vi brukt intervjuene til å verifisere våre antagelser om innkjøpspriser på materiell, driftskostnader samt kostnader knyttet til ladeinfrastruktur som vi har brukt til å lage en forenklet og overordnet totalkostnadsanalyse ("TCO").

I tillegg til opplysninger fra intervjuene bygger dette dokumentet også på allmenn tilgjengelig kunnskap fra fagrapporter og lignende. Der det ikke er oppgitt spesifikke kilder for opplysningene, stammer informasjonen i all hovedsak fra intervjuene.

3. Observasjoner fra intervjuer med aktører fra buss-sektoren

3.1 El-teknologien er markedsmoden i bybussegmentet og nær moden i region- og turbussegmentet

For bybusser er el-teknologien moden for masseutrudding og markedet har tilstrekkelig tilbydere for at det oppleves sunn konkurranse på prising og innovasjon. Indikasjoner på dette er blant annet at flere aktører nå tar til orde for standardisering av ladegrensesnitt.⁶ Også EU har gått inn for en enhetlig standard for ladeløsninger til elbusser.⁷ For regionbusser oppleves det i mindre grad at markedet er modent. For det første har

⁶ «Videreføring EL-busser og Infrastruktur Indre By og Oslo Vest» (Ruter, 2020), 6, <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2020-11-18-dialogkonferanse-og-befaring-indre-by/videreforing-elbusser-og-infrastruktur.pdf?id=18060>.

⁷ «Infrastruktur for alternative drivstoff: utfyllende bestemmelser om ladepunkter for elektriske busser», Europalov, 8. desember 2021, <https://europalov.no/rettsakt/infrastruktur-for-alternative-drivstoff-utfyllende-bestemmelser-om-ladepunkter-for-elektriske-busser/id-28945>.

regionbusser høyere krav til rekkevidde (som innebærer større batterikapasitet), og for det andre er utstrakt bruk av regionbusser til en viss grad en nordisk særegenhet og slike busser er derfor lite etterspurt ellers i Europa. Tilbudet av el-regionbusser begynner likevel sakte å ta seg opp. Turbusser har typisk enda høyere krav til rekkevidde enn regionbusser. En høyere etterspørsel og noe høyere gevinstmarginer (pga. høyere krav til komfort og sikkerhet) har ført til et noe bredere tilbud i dette markedssegmentet enn for regionbusser.

3.2 Ved optimalisert drifts- og ruteoppsett kan elbusser erstatte dieselbusser 1:1

Elbusser har per i dag en lavere rekkevidde enn dieselbusser i samme klasse. Dette har hittil blitt sett på som en barriere for en omstilling fra diesel- til elbusser. Det er mange faktorer som har innflytelse på rekkevidden, deriblant linjelengde, kjøremønster (stoppfrekvens o.l.), topografi, klima/temperatur, m.m. Oppvarming er en vesentlig rekkeviddebegrensende faktor for såkalte helelektriske elbusser (dvs. busser som er utstyrt med en varmepumpe fremfor et dieseldrevet varmeaggregat). Mens en dieseldrevet luftvarmer forbrenner opptil 3 liter diesel/HVO per brenntime, reduserer oppvarming med varmepumpe rekkevidden til en elbuss med opptil 25 prosent på vinterstid.

Noen av disse faktorene har operatørene spillerom for å optimalisere. Læring og tilpasning av driften har medført en effektivisering og redusert rekkeviddeulempen betydelig. Mens man tidligere har behøvd 10-20 prosent flere elbusser for å opprettholde det samme rutetilbudet,⁸ har bedre batterikapasitet og optimalisering av diverse driftsparametre⁹ ført til at rekkeviddeulempen ikke lenger har like stor betydning. Ifølge våre intervjupartnere trenger man derfor i dag kun 0-5 prosent ekstra elbusser sammenlignet med et driftsopplegg basert på dieselbusser. I gunstige scenarier kan elbusser erstatte dieselbusser 1:1.¹⁰ Ytterligere effektiviseringspotensial kan antas å ligge i tilpasninger i ruteopplegget som er vokst frem over tid med utgangspunkt i en flåte som består av dieselbusser. Selv om kollektivselskapene så langt viser tilbakeholdenhet med slike mer

⁸ Rebecca Jayne Thorne mfl., «Facilitating Adoption of Electric Buses through Policy: Learnings from a Trial in Norway», *Energy Policy* 155 (august 2021): 9–10, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112310>; «Behovsanalyse bussanlegg 2019» (Ruter, 2020), 27,

<https://ruter.no/contentassets/340075a4338b4e37a2db2df5742e6c95/behovsanalyse-bussanlegg-2019.pdf>; «Nordens største ladeanlegg for buss har ti megawatt tilgjengelig, men ingen batteribank. På dette ladeanlegget er vanlig hurtiglading saktelading.», *Teknisk Ukeblad*, 17. september 2019, <https://www.tu.no/artikler/nordens-storste-ladeanlegg-for-buss-har-ti-megawatt-tilgjengelig-men-ingen-batteribank/473970?key=ToOeO2Lb>.

⁹ F.eks. gjennom føreropplæring ("mykkjøringskurs"), effektivisert depotlogistikk og bedre ressursutnyttelse, minimering av ladesykluser og generell ivaretagelse av batterihelse. Elektronisk styring og overvåking av ladetidspunkt, -lengde og -frekvens ("ladeintelligens") begynner også å bli integrert i digitale flåtestyringssystemer.

¹⁰ Man kan i denne sammenheng legge til at personalkostnadene er et viktig insentiv for effektivisering i tillegg til kostnaden på bussmateriellet. I døgntilbud regner man i snitt med tre førere per buss.

inngripende endringer er det ikke urimelig å forvente at dette vil skje etter hvert som andelen elbusser i bussparkene øker. Nærhet av start- og endeholdeplasser til depot vil være en vesentlig faktor i denne sammenheng. Rekkevidde kan altså i betydelig grad optimaliseres gjennom operativ tilpasning, ikke bare gjennom større batterier.

Før rekkevidden til elbussene er lang nok til å *kun* basere seg på depotlading om natten, vil utnyttelsesgraden av en batterielektrisk bussflåte være noe lavere enn for en diesalbussflåte. Dette henger sammen med ladetid. Det å fylle tanken på en diesalbuss tar 4-5 minutter. Selv med hurtiglading vil en ladeopprosess på en elbuss ta betydelig lengre tid. For en el-bybuss vil det per i dag ta minst 30 minutter. Intelligente lade- og flåtestyringssystemer har potensial til å løse deler av denne problemstillingen.

Oppsummert kan man si at for rutekjøring i by, og innen bruksområder uten veldig høye krav til rekkevidde også i regionene, er el-teknologien ikke lenger en begrensende faktor, gitt operativ omstillingskompetanse, gode valg av ladekonsept og depotlokasjoner i nærhet av ruteområdet.

3.3 Vesensforskjeller mellom regionbusser og turbusser

I Klimakur 2030 sammenfattet vi busstypene regionbusser (klasse 2) og turbusser (klasse 3) i én kategori som ble kalt langdistansebusser. Årsaken til dette var blant annet at de produksjons- og utslippstekniske forutsetningene ble ansett som lignende og at elektriske regionbusser knapt var tilgjengelige på markedet. Markedssituasjonen har imidlertid endret seg noe.¹¹ Et viktig hensyn er at regionbusser og turbusser har vidt forskjellige bruksområder. Regionbusser utgjør cirka 70 prosent av langdistansebussene i Norge¹² og kjører hovedsakelig for det offentlige kollektivsystemet (herunder også skolekjøring). Dette medfører vesentlige forskjeller for kostnadmessige forutsetninger og bruksmønstre sammenlignet med turbusser. Dessuten er en anbefaling eller et krav om nullutslipp i offentlige innkjøp et kraftfullt virkemiddel i denne sektoren, som da i all hovedsak vil treffe busser i klasse 2.

Også med tanke på lading underveis er det vesentlig å skille mellom regionbusser og turbusser. Siden regionbusser ofte kjører kollektivtrafikk innenfor en begrenset geografisk radius vil disse bussene primært være knyttet til, og driftsopplegget være optimalisert for,

¹¹ Snorre Lægran, «Utrulling og lading av el-busser i Oslo» (Tekna, 16. mars 2020), <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/samferdsel-og-infrastruktur/infrastrukturbloggen/utrulling-og-lading-av-el-busser-i-oslo/>.

¹² «Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy» (DNV/Enova, 2021), 18, https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/2AAEE91AB485427D92D4C149FA92A3E2.pdf&filena me=Ladeinfrastrukt%C3%B8r%20for%20tunge%20elektriske%20kj%C3%B8ret%C3%B8y.pdf.

depotlading. Turbusser på lange strekninger vil derimot være avhengig av lading på strekning, ideelt ved naturlige pausesteder som for eksempel turistmål eller energistasjoner. Turbusser vil i mange tilfeller også ha en større fleksibilitet for samlading (dvs. lading på ladeanlegg som også er tilgjengelige for andre tunge kjøretøy) enn kollektivbusser. Regionbusser og turbusser bør derfor behandles hver for seg i fremtidige tiltaks- og virkemiddelvurderinger for buss.

3.4 Flere barrierer er knyttet til ladeinfrastruktur

Et elektrisk bussanlegg består forenklet oppsummert av tre hovedkomponenter:

1. Robust strømtilførsel med tilstrekkelig effekt fra strømnnett til depot
2. Omformer/nettstasjon
3. Ladere og laderigg

Som nevnt ovenfor bør man på grunn av fysisk skala og energibehov skille mellom ladeinfrastruktur for busser i kollektivtransport og øvrig busstransport. Vi fokuserer her på kollektivtransport, men går deretter også kort inn på ladeinfrastruktur for langdistansekjøring og øvrig busstransport.

Dagens ladeinfrastruktur er finansiert på mange forskjellige måter, selv om det ofte er det offentlige som tar regningen til slutt. Dette gjør det krevende å kartlegge barrierer for finansiering av ladeinfrastruktur. Dette dokumentet går ikke nærmere inn på denne problematikken, men konsentrerer seg på ansvarsfordelingen for de enkelte komponentene ved etablering av nye ladeanlegg for busser i offentlig kollektivtransport.

3.4.1 Ladeinfrastruktur for buss i kollektivtransport

I Norge fins det per i dag ingen enhetlig praksis for hvordan ansvaret for enkeltkomponentene av et ladeanlegg nevnt ovenfor fordeles mellom anleggseier, kollektivselskap og operatør. Energi Norge tar i sin veileder *Beste praksis for nettilknytning av busser, ferger og hurtigbåter*¹³ utgangspunkt i tre forskjellige modeller med ulik ansvarsfordeling mellom oppdragsgiver (typisk fylkeskommunen som eier både anlegg og kollektivselskap) og operatør, sammen med en anbefaling for hvilken ansvarsmodell som passer til hvilket scenario. Det kan også være hensiktsmessig å differensiere mellom enkle, små (<50 busser) og mer krevende, store (>50 busser) anlegg. I byer som har vært tidlig ute med elektrifisering av bussdrift kan man observere at ansvarsfordelingen endrer seg ettersom ladeanleggene oppskaleres. I Oslo har Ruter gått fra å begrense operatørens

¹³ «Beste praksis for nettilknytning av busser, ferger og hurtigbåter» (Oslo: Energi Norge, 2020), https://www.energinorge.no/contentassets/f5a65f617a764af3825feef6a383933f/20-05-24_nettilknytning-av-ferger-busser-og-hurtigbater_energi-norge-1.pdf.

ansvar til kun laderne og rigg, til å foreslå en endret ansvarsfordeling der operatøren har ansvaret for utformingen av hele anlegget frem til nettilkoblingen.¹⁴ Dette skal legge til rette for en mer helhetlig og effektiv utforming av ladeinfrastrukturen. Samtidig øker en slik utvidelse kravene til el-fagkompetansen hos operatørene, som i utgangspunktet har bussdrift som kjernevirksomhet og må dimensjonere sine organisasjoner etter anbudsperioder. En standardisert struktur for hvordan ansvaret for ladeinfrastruktur fordeles mellom de relevante aktørene (altså anleggseier, fylkeskommune/kollektivselskap og operatør) for eksempel scenario- eller kapasitetsbasert, vil kunne bidra til en mer enhetlig, effektiv og åpen omstillingsprosess og gjennom dette også legge til rette for bedre deling av kunnskap. I fravær av en enhetlig tilnærming vil behovet for kartlegging og planlegging, og den økte risikoen for (kostbare) feiltrinn, i seg selv utgjøre en barriere, spesielt for mindre fylkeskommuner og kollektivselskap der ressursene er knappe.

Også når det gjelder lading på strekning eller endeholdeplass er dagens praksis for ansvars- og kostnadsfordeling svært varierende. Vi vurderer dette som en forbigående delbarriere ettersom behovet for lading underveis vil avta etter hvert som rekkevidden til elbussene øker og fordi de prefererte ladekonseptene allerede strever etter størst mulig andel depotlading. Vi går derfor ikke nærmere inn på dette.

En tydelig tilbakemelding er at kommunene og fylkeskommunene ikke ser ut til å ha tatt innover seg arealbehovet for å kunne legge til rette for ladeanlegg til kollektivanbudene som skal bli utlyst fremover. Arealknappheten vil i særlig grad også berøre bussdrift som ikke omfatter kollektivsystemet (og derfor er lavere prioritert), spesielt i storbyer som Oslo.¹⁵ Dette kan bli en vesentlig barriere for elektrifiseringen av buss-sektoren siden den kan forventes å treffe hardest når elektrifiseringen akkurat har tatt fart, og dermed bremse omstillingen betydelig. Mangel på, og prioritering av, arealer til el-bussdepoter kan potensielt utgjøre en strukturell trussel for elektrifisering av bussdriften i byer der det er trangt om plassen.

Vi har også spurt intervjupartnerne om deres syn på sambruk av ladeinfrastruktur, altså at ledig ladekapasitet kan benyttes av betalende tredjeparter når den ikke er i bruk for bussene på depotet (som i rushtiden). Her er tilbakemeldingene varierende, men tendensen er at sambruk er kompliserende for depotlogistikken, også fra et

¹⁴ Dyrge Anders Steen-Nilsen, Petter Christiansen, og Sture Portvik, «Frokostmøte EaaS, sambruk og ny ansvarsmodell for ladeinfrastruktur i Ruters kontrakter» (Ruter, 21. juni 2021), <https://youtu.be/4JASzAwitrI>.

¹⁵ Kristine Hjorth-Gulbrandsen og Harald Gundersen, «Arealbehov tilknyttet hurtiglading i Oslo» (Oslo: Hafslund Rådgivning/Klimaetaten, Oslo Kommune, 2021), 29, <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2021/12/Arealbehov-tilknyttet-hurtiglading-i-Oslo.pdf>.

sikkerhetsperspektiv, og utgjør et økonomisk risikomoment i en bransje som er regulert av et omfattende sanksjonsregime ved avvik i leveransen. Det er mulig at en del av disse utfordringene knyttet til sambruk kan løses ved å plassere ladeplasser for eksterne brukere på et avgrenset område og tilgjengeliggjøre disse laderne som reserve for bussene. De fleste depotene i de større byene mangler arealmessige forutsetninger til dette.

3.4.2 Ladeinfrastruktur for kommersiell langdistansekjøring og øvrig busstransport

Siden turbusser typisk kjører lengre enn by- og regionbusser vil elektrifisering i denne bussklassen føre til større behov for lading på strekning enn for busser i klasse 1 eller klasse 2. Samtidig er kommersielle bussoperatører som ikke kjører på offentlig kontrakt ikke underlagt et sanksjonsregime der forsinkelser fører til bøter. Man kan derfor anta at et offentlig ladetilbud vil være mer attraktivt for operatørene i de kommersielle markedene enn for de som opererer innenfor kollektivsystemet. Ladeinfrastruktur har ikke vært i fokus i arbeidet med dette kunnskapsgrunnlaget, men Miljødirektoratet har sammen med Statens vegvesen nylig publisert et kunnskapsgrunnlag hvor behovet for ladeinfrastruktur for tunge kjøretøy har blitt utredet nærmere, også med hensyn til kommersiell bussdrift.¹⁶ Intervjuene som har blitt gjennomført i forbindelse med det foreliggende dokumentet har gitt noen indikasjoner på at det kan ligge en barriere i manglende offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur for kommersiell bussdrift. Innenfor dette segmentet vil rollen til det offentlige muligens være en annen enn ved tilrettelegging for kollektivbussanlegg. Samlading og offentlig tilgjengelige lademuligheter for turbusser på relevante plasser (som på flyplasser, fjelloverganger eller turistmål) bør derfor vurderes i det videre arbeidet med offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur.

3.5 Hvordan anbud og offentlige støtteordninger blir innrettet er avgjørende

3.5.1 Anbudsutforming og rammebetingelser henger etter teknologiutviklingen

Kollektivtjenester blir i dag som nevnt i hovedsak anskaffet gjennom anbud. Våre samtaler tyder på at det er god dialog mellom kollektivselskap (den som anskaffer) og operatørene (tilbyderne). Det har likevel blitt påpekt at tildelingskriteriene i anbud er nødt til å gjenspeile en god balanse mellom ambisjon og det som er mulig å oppnå for operatørselskapene og deres organisasjoner. Stadig mer detaljerte krav fører også til en raskere utskifting av bussmateriellet enn nødvendig, ifølge flere intervjupartnere. En slik utskifting av materiell

¹⁶ «Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport» (Oslo: Miljødirektoratet og Statens vegvesen, 1. mars 2022), <https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2UE3WGWD6HPJZD2SAL2BLWFUSBO>.

har betydning for utslipp i et livsløpsperspektiv og utgjør en terskel når anskaffelseskostnadene er høye, noe som i særlig grad gjelder elbusmateriell.

Tildelingskriterier og rammevilkår har naturligvis vokst frem over tid i en fossil transportalder. Mens klimahensyn har ført til endringer i tildelingskriteriene, derav først og fremst vektlegging av nullutslippsteknologi, gir rammevilkår som kontraktslengde fremdeles ofte en konkurransefordel til dieselbusser. Siden elbusser forventes å ha en lengre teknisk levetid enn dieselbusser, og fordi kombinasjonen av høy anskaffelseskostnad og lave driftskostnader gjør at elbusser blir gunstigere jo lengre de kjører, utgjør korte kontraktslengder en barriere for å omstille til elbussdrift. Kollektivselskapene som har kommet lengst med elektrifiseringen ser ut til å ha tatt hensyn til dette i utformingen av anbudene sine.¹⁷

Det gjenstår videre et inntrykk av at kompetansen man opparbeider seg fra ladeanleggsutforming og optimalisering av elbussdrift forblir innenfor operatørselskapene, siden denne kunnskapen anses som en konkurransefordel. Manglende kompetanse påpekes samtidig som en vesentlig barriere for å fremskynde elektrifiseringen av buss-sektoren som helhet.¹⁸ Dette er en uheldig konsekvens av at ladekonsept og til dels anleggsutforming har inngått i konkurranseutsettingen av busstjenestene, som tradisjonelt har vært begrenset til driften av tjenestene. Mangel på kunnskapsdeling og -utveksling utgjør en barriere for omstilling i sektoren som helhet siden den bremser det brede kompetanseløftet som trengs for å lykkes med elektrifiseringen av buss-sektoren.

3.5.2 Eksisterende støtteordninger treffer dårlig

Aktørene vi intervjuet etterlyser offentlige støtteordninger for å kunne foreta de nødvendige investeringene i materiell og infrastruktur. Kostnaden ved anskaffelse utgjør en tydelig barriere i seg selv, og utelukker i praksis mindre aktører fra deltagelse i anbud. Enova-støtte til infrastruktur for hel- eller delelektrifisering av bussanlegg til kollektivdrift har hittil vært avgjørende for realiseringen av flere prosjekter.¹⁹ Enova har et uttalt mål om

¹⁷ Norges største kollektivanbud, Transporttjenester Oslo Indre by (med krav om 100% utslippsfri produksjon), har nylig blitt tildelt med en kontraktstid på 10+4 år, for eksempel. Den utløpende kontrakten for Oslo Indre by vil ved kontraktslutt ha gått i 7 år. «Anbud», Ruter, 2021, <https://ruter.no/kollektivanbud/>.

¹⁸ Se også «Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus» (Ruter, 2018), 10, <https://ruter.no/contentassets/e7bd74c5a3724b2789c874e97ae0427b/rapport-utslippsfri-kollektivtransport-i-oslo-og-akershus.pdf>.

¹⁹ Se f.eks. Geir Hagen, Karl Inge Nygård, og Hugo Vidal, «Elektrifisering av kollektivtransport - del2» (Tekna, 25. januar 2021), <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/samferdsel-og-infrastruktur/infrastrukturbloggen/elektrifisering-av-kollektivtransport-ii/>.

å kun støtte teknologier til de er markedsmodne²⁰ og avviklet sin støtteordning til infrastruktur for offentlige transporttjenester med virkning fra 1. oktober 2021.²¹ Kommersielle aktører kan fortsatt søke om støtte til anskaffelse av elbusser, men siden det i bussbransjen er utbredt praksis å benytte seg av leasing-ordninger, kvalifiserer en del av disse ikke til Enova-støtte for elbusser da eierskap av bussene er et krav for å få støtte.

Selv om elbusser er billigere enn dieselbusser i et totalkostnadsperspektiv, utgjør tilgang til kapital ved innkjøp en tydelig barriere. At elbusser lønner seg over tid er ikke tilstrekkelig, hvis operatørselskapene ikke har råd til selve anskaffelsen. Dette er en generell barriere som ikke er unik for Norge.²² Som beskrevet nærmere i neste avsnitt, vil elbussteknologien trolig forbli betydelig dyrere i innkjøp enn konvensjonell forbrenningsteknologi i overskuelig fremtid, selv om den er teknologisk moden for masseutulling. Så lenge anbudsutformingen forblir uendret i forhold til parameterne nevnt ovenfor, fører de høye anskaffelseskostnadene også til en merkostnad for innkjøp av busstjenestene for innkjøpsorganisasjonene. Støtteordningen Klimasats, som Miljødirektoratet administrerer, er relevant for å dekke deler av merkostnadene ved elektrisk bussdrift. Kommuner, fylkeskommuner og foretak organisert etter kommuneloven kapittel 9 kan søke om støtte. Klimasats-ordningen kan støtte elektrifisering av kollektiv bussdrift med inntil 75 prosent av merkostnadene i kontrakten. I 2022 er maks søkesum for en kontrakt 12 millioner kroner, i 2021 var maks støtte 7,5 millioner. Støtten utgjør derfor oftest bare en liten del av merkostnadene innkjøper må betale. Støttesummen kan være for liten til å utjevne kostnadsforskjellene ved større tilbud, og kan være årsak til at flere fylkeskommuner ikke har søkt støtte. Det er heller ikke tilstrekkelige Klimasats-midler til å støtte mange kontrakter.

Aktørene påpeker at i fravær av tilpassede låne- og/eller støtteordninger vil operatørselskap og fylkeskommuner som ikke har tilstrekkelige økonomiske muskler være tvunget til å videreføre sin bussdrift med fossilteknologi. Gjennom *forskrift om energi- og miljøkrav ved offentlig anskaffelse av kjøretøy til veitransport* vil det for bybusser fra 1. januar 2025 ligge et krav om nullutslippsteknologi til grunn for offentlige anskaffelser av transporttjenester. Men siden anskaffelse av nullutslippsteknologi *frem til 2025* kun vil være en anbefaling (og ikke et krav) er det en risiko for at kontrakter som tildeles før 2025 låser seg til fossilteknologi i flere år fremover. For regionbusser og turbusser er det per dags

²⁰ «Programkriterier for Pilotering av ny energi- og klimateknologi» (Enova, 22. juni 2020), https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/E0FF69BACD64448096CDB4B79EF8F134.pdf&filena me=3%20Programkriterier%20Pilotering%20av%20energi-%20og%20klimateknologi.pdf.

²¹ «Enova avvikler støtten til infrastruktur for offentlige transporttjenester», Enova, 25. juni 2021, <https://presse.enova.no/pressreleases/3112353>.

²² Gavin Bailey mfl., «Five Key Steps for Electric Bus Success» (Brussels: Transport & Environment, 2020).

dato ikke forskriftsfestet et krav om nullutslipp. Dersom det offentlige da på et senere tidspunkt blir nødt til å omstille til elbusser i løpende kontrakter gjennom endringsordrer vil dette medføre en betydelig merkostnad.²³ Denne barrieren kan reduseres enten ved at nullutslippskravet i offentlige anskaffelser fremskyndes for bybusser og innføres for region- og turbusser eller ved at andre virkemidler (for eksempel støtte- eller låneordninger) kompensere for dyrere innkjøpspriser av el-teknologi slik at den kan konkurrere på lik linje med fossilteknologi. For å sikre at det er nok tilbydere i anbudsmarkedet for å oppnå tilstrekkelig konkurranse kan det bli nødvendig å gjøre begge deler.

4. Totalkostnadsanalyse ("TCO")

4.1 Nåverdimetoden brukes til å beregne totalkostnaden

Anslagene på priser, kostnader og øvrige driftsfaktorer som vi verifiserte med intervjupartnerne våre ble brukt til å gjøre en totalkostnadsanalyse. Nåverdien av kostnadene ble beregnet for å kunne sammenligne kostnaden for de forskjellige løsningene. Til diskonteringsrente ble det brukt 5 %, som er lavere enn renten som ble foreslått i Klimakur 2030 for kollektivtransport. Denne ble valgt fremfor den foreslåtte på 7,5 %, ²⁴ fordi inntektsrisikoen for operatørselskapene som vinner anbud er relativt lav. Teknologien for elektriske busser er i tillegg relativt moden, noe som også taler for en lavere diskonteringsrente.

4.2 Innkjøpspriser på elbusser forblir vesentlig høyere sammenlignet med dieselbusser

Anskaffelseskostnaden for elbusser er forventet å forbli vesentlig høyere enn for dieseldrevne busser inntil videre. Batteriprisen, som utgjør den viktigste faktoren for prisforskjellen mellom dieselbusser og elbusser, forventes å gå noe ned, men ikke i samme størrelsesorden som utviklingen de seneste årene. Én bussprodusent vi snakket med så for seg at batteriprisen på et tidspunkt vil stige igjen på grunn av en høyere grad av sirkularitet i verdikjeden (altså noe høyere kostnader for gjenbruk av gamle bussbatterier i batteriproduksjonen). Det er også en observasjon i markedet om at lavere batterikostnad

²³ I den Flandriske regionen i Belgia forsøker man nå å insentivere til dette gjennom premiering av materiellbytte til nullutslippsteknologi i løpende kontrakter. «Up to 22,000€ annually for replacing diesel buses with ZE ones. Flemish Climate Plan shifts into gear», *Sustainable Bus*, 2. mars 2022, <https://www.sustainable-bus.com/news/flemish-climate-electric-bus-de-lijn-agreement/>.

²⁴ «Klimakur 2030» (Miljødirektoratet, 2020), 546–48, <https://www.miljodirektoratet.no/klimakur>.

ikke fører til lavere kjøretøyspriser, men snarere fører til økt batterikapasitet for bussene. Kjøretøyspriser holder seg dermed altså relativt konstant mens rekkevidden øker som følge av lavere batteripris per kWh. Siden det er begrenset med plass og tillat vekt på en buss og batteriene ikke forventes å krympe markant i volum, kan lavere batterikostnader før eller senere likevel forventes å påvirke innkjøpspriser. Men dit har ikke markedet kommet enda.

Fagpublikasjoner viser ofte til multiplikatorer i forhold til dieselbusspriser istedenfor konkrete kronebeløp²⁵ når de omtaler innkjøpspriser for elbusser. Enkelte fagrapporter viser også til omtrentlige

Tabell 1: Innkjøpspriser bussmateriell, MNOK

Busstype	Diesel	Batterielektrisk
Bybuss, 12 m	2,2	4,2
Bybuss, 18 m	3,5	6,0
Regionbuss, 15 m	2,5	5,2

priser,²⁶ uten at de nødvendigvis oppgir hvor disse tallene kommer fra. Dette gjenspeiler usikkerheten rundt slike anslag. Når konkrete prisopplysninger likevel blir tilgjengelig²⁷ vil informasjonen fort være utdatert siden teknologien er ny og utvikler seg raskt. Det er krevende å forutsi prisutviklingen både for dieselbusser og elbusser på grunn av rask teknologisk utvikling og generell volatilitet i markedet. Prisanslagene som resulterer fra opplysninger gitt i intervjuene er derfor å betrakte som ferskvare. Tabell 1 viser innkjøpsprisene vi har lagt til grunn for vår analyse. Som tilleggskostnad har vi lagt til anskaffelse av lader med 500 000 kroner for alle elbusstypene.

²⁵ «Væsentlig høyere anskaffelsespris [for elbusser], typisk en faktor 1,5-2» «Miljøutgreiing buss Nordhordland og Askøy» (COWI/Skyss, 2016), 27; «Innkjøpsprisen for en elbuss er i 2017 omtrent det dobbelte av prisen for en dieselbuss med tilsvarende kapasitet.» Rolf Hagman, «Tiltakskatalog for transport og miljø, Elbusser» (Transportøkonomisk Institutt, 2017), <https://www.tiltak.no/c-miljoeteknologi/c1-drivstoff-og-effektivisering/elbusser/>.

²⁶ 12 meter bybuss: 1,9 MNOK (diesel), 4,0 MNOK (el); 15 meter regionbuss: 2,2 MNOK (diesel), 5,2 MNOK (el). «Analyse av lav- og nullutslippsløsninger for buss, ferge og hurtigbåt i Nordland» (DNV/Nordland Fylkeskommune, 2021), 44, https://www.nfk.no/_f/p1/i206c8b5f-d870-47ab-86c9-5e4574c36724/rapport-dnv-gl-analyse-av-lav-og-nullutslippsløsninger-i-nordland.pdf; 12 meter bybuss: 2,1 MNOK (diesel), 4,8 MNOK (el.); 15 meter boggibuss: 2,5 MNOK (diesel), 5,4 MNOK (el); 18 meter leddbuss: 2,9 MNOK (diesel), 6,0 MNOK (el.). Hannes Engleson og Sebastian Fält, «Innfasing av lav- og nullutslippsteknologi. Mulighetsstudie for busser i bergensområdet», Trivector Traffic (Lund: Trivector/Skyss, 2017), 45, <https://www.skyss.no/globalassets/om-skyss/strategiar-og-fagstoff/fagrapportar-og-utgreiingar/2017/innfasing-av-lav--og-nullutslippsteknologi.pdf>.

²⁷ I et konkurransedokument for kontrakt Indre by oppgir Ruter innkjøpspriser på to elbusmodeller som ble kjøpt inn ved en endringsordre til daværende kontrakt i 2019: BYD K11 (18m leddbuss): 6 400 000 (nypris i Mai 2019, inkl. lader, innkjøp av 20 busser); VDL Citea SLFA-180 (18m leddbuss): 7 350 000 (nypris i Mai 2019, innkjøp av 30 busser). «Videreføring EL-busser og Infrastruktur Indre By og Oslo Vest», 15.

4.3 Elbusser er billigere enn dieselbusser i drift, men vedlikeholdskostnadene er omtrent like

Høyere innkjøpspriser for elbusser kan veies opp av lavere driftskostnader, avhengig av årlig kjørelengde og hvilken levetid man legger til grunn for kjøretøyet. Tabell 2 viser driftskostnadene og energiforbruket vi har lagt til grunn. Vi har brukt konstante energipriser i beregningene, da både strøm- og dieselpriser har vist seg å være svært uforutsigbare. Vi har lagt til grunn en strømpris på 2 kr/kWh, som er nesten dobbelt så høyt som det var lagt til grunn i framskrivningen for tiltaksberegningene i Klimakur 2030.²⁸ Bakgrunnen for dette er at det er høy usikkerhet i energimarkedene, samtidig som det var ønskelig med en kobling til prisene som gjaldt for høsten og vinteren 2021, som var da også de øvrige opplysningene ble hentet inn gjennom intervjuene. For dieselkostnaden har vi brukt gjennomsnittet av månedsprisene for 2021 fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) sin statistikkbank,²⁹ som tilsvarer 12,40 kr (ekskludert mva.). Denne prisen reflekterer pumpeprisene, hvor kostnadene for innblandet biodrivstoff også er medregnet.

Tabell 2: Driftskostnader og energiforbruk

		Bybuss		Regionbuss	
Kostnadspost	Enhet	Diesel	Batterielektrisk	Diesel	Batterielektrisk
Vedlikeholdskostnader	kr/km	2,2	2,2	2,0	2,0
Vektårsavgift	Kr	2 035	2 239	2 035	2 239
Drivstofforbruk	l/mil	4,0	-	3,5	-
Strømforbruk	kWh/km	-	1,2	-	1,3

Antagelsen om at vedlikeholdskostnadene er lavere på elbusser ble ikke bekreftet gjennom intervjuene, hverken fra operatørene eller produsentene vi snakket med. Dette ble begrunnet med at selv om el-drivlinjer har betydelig færre bevegelige enkeltdele, så er enkeltkomponentene som regel dyrere. En del av forklaringen kan også være at gevinstmarginene for bussprodusentene forskyver seg fra salg til ettermarked slik man også kan observere i personbilmarkedet. Videre er typiske defekter på busser ofte drivlinjeuavhengig (dørfeil, vannlekkasjer, o.l.). Prisene på reservedeler kan synke noe som følge av produksjon i større skala, men blant aktørene vi intervjuet var det enighet om at vedlikeholdskostnadene vil være omtrent like for diesel og batterielektriske drivlinjer fremover.

²⁸ «Klimakur 2030», 536.

²⁹ «Statistikkbanken. Sal av petroleumsprodukt», Statistisk sentralbyrå, u.å., <https://www.ssb.no/statbank/table/09654/>.

Når man regner ut energikostnadene blir det altså tydelig at elbussen er klart gunstigere i drift. Det følger da at kontraktslengde i anbud utgjør en vesentlig faktor for den totale lønnsomheten av en elbuss sammenlignet med en dieselbuss, gitt en forholdsvis stabil årlig kjørelengde over kontraktperioden (som man kan forvente i kollektivsammenheng). Vi antar årlige kjørelengder på 50 000 km for bybusser og 60 000 for regionbusser med 1 prosent avtagende årlig kjørelengde ut kontraktstiden.

Det er en felles oppfatning blant intervjupartnerne at det med en "mid-life upgrade", eller midtlivsoppgradering, er realistisk å forvente en levetid på 14 år eller lengre for elbussene.³⁰ Dette innebærer at hele batteripakken blir byttet ut ved midten av bussens tekniske levetid, altså etter omtrent 7 år. En slik midtlivsoppgradering kan også omfatte innvendige eller elektroniske oppgraderinger, men hovedandelen av kostnaden vil være å bytte ut batteriene. En slik oppgradering er anslått til å koste rundt 1 000 000 kroner.³¹ For dieselbusser er levetiden betydelig kortere. Utenom tekniske egenskaper ved forbrenningsmotordrivlinjen, har årsaken til den kortere levetiden på dieselbusser også vært at utslippskrav (gjennom Euro-kravene) har blitt oppjustert hyppig og dermed gjort at bussene har blitt utdatert raskere enn den tekniske levetiden ville tilsi. Det vil ikke være tilfellet med nullutslippsteknologi. Vi har likevel antatt at kontraktstiden på 8 år (som er den antatte maksimallepetiden for dagens dieselbusskontrakter) er lik levetid i beregningene for begge drivlinjene, altså at restverdien etter utløpt kontraktstid er lik null. Vi har i tillegg beregnet et scenario der kontraktslengden er tilpasset levetiden på elbusser og lagt til kostnadene for en oppgradering etter 7 år. Dette scenariet illustrerer at kostnaden per kilometer kan reduseres til dagens kostnadsnivå ved å tilpasse kontraktstiden til den tekniske levetiden på elbusser.

4.4 Totalkostnadsparitet kan nås før 2025/2030

Både akademiske³² og operative³³ fagmiljøer har i tidligere TCO-analyser konkludert med at el-bybusser vil oppnå kostnadsparitet sammenlignet med dieselbusser rundt 2025. Slike beregninger tar utgangspunkt i flere generelle antagelser som kan være avvikende i spesifikke driftsscenarioer. Dersom en TCO-analyse skulle tatt hensyn til driftsspesifikke parametre (som f.eks. rutelengde, antall ladere i anlegget, osv.) ville analysen bli svært

³⁰ Mercedes-Benz anslår levetiden på sine el-bybusser med 16 år. «Ökad livslängd för stadsbussar», *Bussmagasinet*, 12. mai 2022, <https://www.bussmagasinet.se/2022/05/okad-livslangd-for-stadsbussar/>.

³¹ Englesson og Fält, «Innfasing av lav- og nullutslippsteknologi. Mulighetsstudie for busser i bergensområdet», 114.

³² Thorne mfl., «Facilitating Adoption of Electric Buses through Policy».

³³ «Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus».

kompleks.³⁴ Vi beregner her total kostnader med nåverdianalyse på en overordnet, forenklet måte. Tallgrunnlaget er basert på opplysninger som har blitt verifisert eller innhentet gjennom intervjuene. I konkrete innkjøpsscenarioer bør man gjøre en egen TCO-beregning basert på tallgrunnlaget til det spesifikke scenarioet det gjelder.

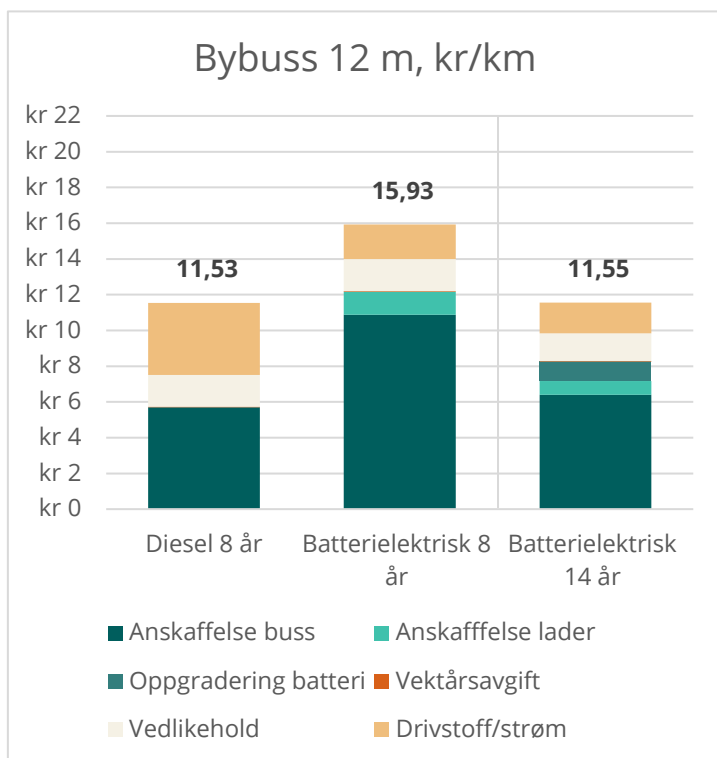
Opplysninger fra våre intervjuer tyder på at kostnadsparitet vil bli oppnådd tidligere enn 2025 for bybusser, og trolig også før 2030 for region- og turbusser. Ifølge enkelte uttalelser er elbusser i gunstige scenarioer allerede konkurransedyktige i dag. Som beskrevet ovenfor, vil levetiden som legges til grunn være en viktig faktor for total kostnadsberegningen av elbussdrift fordi anskaffelseskostnaden er høy mens driftskostnadene er lave. Siden kontraktslengde i kollektivanbud i praksis er nær synonymt med økonomisk levetid vil tilpasninger i anbudsregimet som tar hensyn til dette derfor være et effektivt virkemiddel for å svekke barrieren som de høye anskaffelseskostnadene utgjør.

Det er viktig å påpeke at vurderingene av total kostnadsbildet i denne gjennomgangen ikke tar med kostnadene for ladeinfrastrukturen eller -anlegg utenom investeringen i en lader som koster 500 000 kroner. Kostnadene for de øvrige, vesentlig dyrere komponentene oppført i avsnitt 3.4 og en eventuelt nødvendig nettoppgradering er ikke tatt med i beregningene. Dette fordi disse investeringene vil være svært langsiktige (de kan forventes å gi nytte i minst 50 år³⁵) og fordi det per i dag ikke finnes en enhetlig ansvarsfordeling for hvem som finansierer de forskjellige komponentene. Vi anerkjenner likevel at dette er en betydelig engangskostnad ved et skifte fra diesel- til elbussdrift som utgjør en tilleggsbarriere.

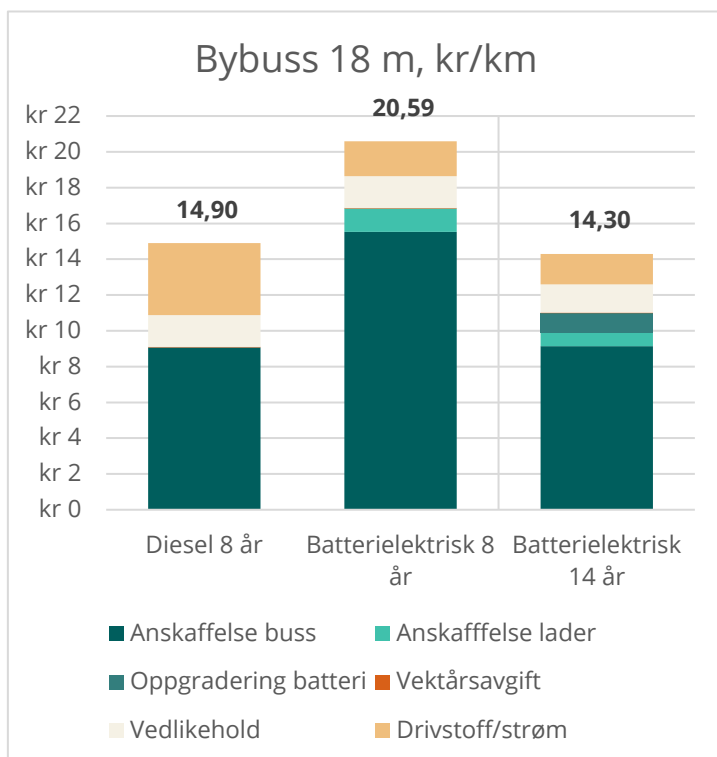
Figur 1 til 3 viser total kostnadene i kroner per kilometer for bybusser (12m og 18m) og regionbusser. Vi har sammenlignet total kostnadene for batterielektriske og dieseldrevne busser over en kontraktslengde på 8 år og også lagt til total kostnadene for batterielektrisk over en kontraktslengde på 14 år. Beregningene viser at en kontraktslengde på 14 år, inkludert midtlivsoppgradering med batteribytte, fører til at total kostnaden per kilometer for en elbuss blir tilnærmet lik som for en dieselbuss med 8 års kontraktslengde for alle tre busstypene.

³⁴ Se f.eks. Anders Grauers, Sven Borén, og Oscar Enerbäck, «Total Cost of Ownership Model and Significant Cost Parameters for the Design of Electric Bus Systems», *Energies* 13, nr. 12 (24. juni 2020): 3262, <https://doi.org/10.3390/en13123262>.

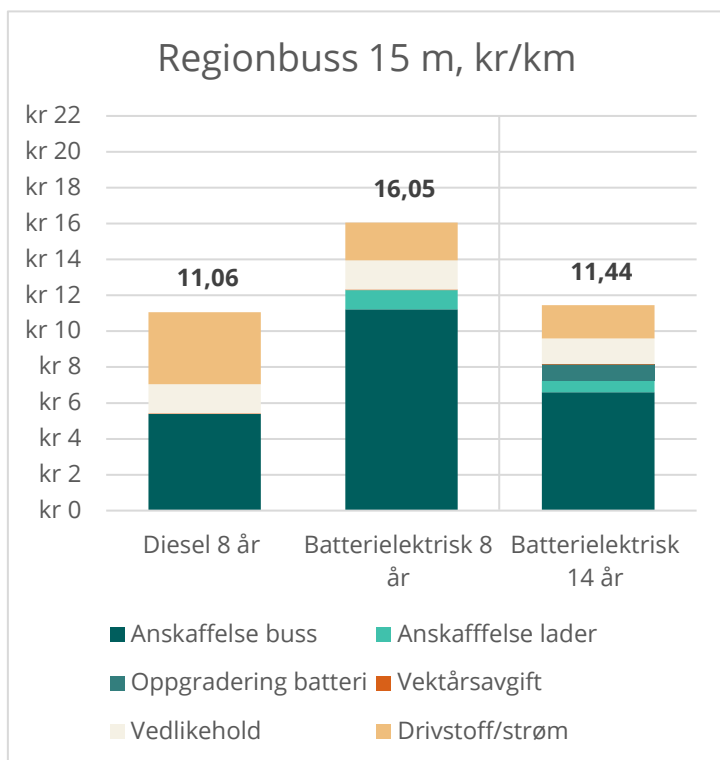
³⁵ Thorne mfl., «Facilitating Adoption of Electric Buses through Policy», 4.



Figur 1: Totalkostnad bybuss 12 m, kr/km



Figur 2: Totalkostnad bybuss 18 m, kr/km



Figur 3: Totalkostnad regionbuss 15 m, kr/km

5. Oppsummering

Alle aktørene vi har snakket med ga inntrykk av å være opptatt av å drive frem nullutslippsløsninger og god ressursutnyttelse, ikke bare når det gjelder deres eget umiddelbare virkeområde, men for buss-sektoren som helhet. Dette kan tyde på at den for langsomme fortgangen i elektrifiseringen av buss-sektoren har andre årsaker enn skepsis til teknologien eller kortsiktig silotenking.

Batterielektriske busser vil være den dominerende teknologien i buss-sektoren fremover. Bruk av elbusser er ikke lenger begrenset av teknologien i særlig grad. Elbussene er fortsatt noe innskrenket av rekkevidden, men gode valg av ladekonsept og driftsoptimalisering kan i stor grad kompensere for dette i kollektivsegmentet. Driftsoptimalisering har sammen med økt batterikapasitet ført til at elbusser i dag kan erstatte dieseldbusser én til én i stadig flere scenarier. Det ligger trolig ytterligere optimaliseringspotensial i tilpasning av ruteoppsett. I kommersiell langdistansekjøring er rekkeviddeulempen noe mer relevant, men også her begynner fordelene ved elbusser å veie opp for ulempene.

Elbusser er dyrere i anskaffelsen, men billigere i drift enn dieselbusser. Tilpasninger i anbudsutforming, som bruk av kontraktslengder som er tilpasset egenskapene ved elbusser, kan ytterligere øke deres konkurransevne, også kostnadmessig. Barrierene for elektrifisering av bussdrift i kollektivtransporten ligger dermed i andre forhold enn teknologi. I dette dokumentet har vi beskrevet noen av dem. Vi har fremhevet spesielt fem forhold som etter dybdeintervjuer med seks aktører fra buss-sektoren fremstår som barrierer for en raskere elektrifisering av kollektivsegmentet i buss-sektoren:

- Mangel på enhetlige finansieringsmekanismer og ansvarsfordeling for ladeinfrastruktur på bussenlegg i kollektivtransporten
- Mangel på relevant kompetanse og deling av kunnskap innen ladeanleggsutforming og elbussdrift
- Mangel på arealer til ladeanlegg og bussdepoter i byområder
- Høy anskaffelseskostnad og manglende eller dårlig innrettede låne- og støtteordninger, spesielt for kollektivsegmentet
- Anbudskriterier og kontraktslengder som ikke gir insentiver til langsiktig ressursutnyttelse og dermed hever terskelen for å investere i dyrere el-teknologi

Vi har prøvd å vise at totalkostnadsvurderinger ikke kun bør gjøres på grunnlag av å sammenligne el-teknologi med dieselbusser i et rammeverk som har vokst frem i en dieselbussverden, men at tilpasninger i anbudsregimet som spiller på elbussens fordeler – som vesentlig lavere energikostnad og forventet lengre levetid – kan ha betydelig innflytelse på totalkostnaden. Barrierene for en raskere elektrifisering av bussdrift handler derfor i noe mindre grad om rekkevidde eller totalkostnader enn om andre strukturelle og økonomiske forhold:

Flere av barrierene dette kunnskapsgrunnlaget har identifisert henger sammen med ladeinfrastruktur. **Mangel på klare og enhetlige modeller for finansiering og ansvarsfordeling ved etablering av nye ladeanlegg** for kollektivdriften er en av dem. En slik mangel betyr at aktører som ønsker å omstille til elbussdrift er nødt til å gjøre et omfattende kunnskapsinnhentings- og utredningsarbeid om hvordan de bør strukturere prosesser på et område der feiltrinn kan være svært kostbare. Dette gjør terskelen for å bestemme seg for elektrifisering unødvendig høy når alternativet er å fortsette med fossildrift og vente til noen andre har gått foran.

En annen barriere vi har identifisert er **manglende kunnskapsdeling**. Tradisjonelt har operatørene mer eller mindre kun konkurrert på drift av busstjenester. Med innføringen av krav om nullutslippsteknologi i anbudene har man også latt operatørselskapene konkurrere på anleggsutforming og ladekonsept, med den konsekvens at kunnskapen som blir opparbeidet om dette har blitt konkurranse sensitiv informasjon. Dette har gått på bekostning av kunnskapsdeling som er sårt trengt for at hele sektoren skal kunne omstille seg raskest mulig. Konkurransesensitiv informasjon har vært et effektivt verktøy for å finne gode løsninger i en etableringsfase av ny teknologi, men det er usikkert om det fortsatt er hensiktsmessig at kunnskap om ladeanlegg (som delvis har blitt etablert med statlig støtte) skal være gjenstand for konkurranse når dette bidrar til å forsinke et ønsket og nødvendig kompetanseløft for hele buss-sektoren.

En tredje barriere knyttet til ladeinfrastruktur er mangelen på **arealer til ladeanlegg** i byområder. Dette er en særlig kritisk barriere siden den kan stoppe elektrifiseringen selv om de andre barrierene blir løst. Arealer til ladeanlegg for elbusser i kollektivdrift bør derfor bli løftet som en prioritet i arealforvaltningen i byer og tettsteder der arealet er knapt. Dette er også forvaltningsmessig krevende fordi kollektivtransport vanligvis er et fylkeskommunalt ansvar, mens arealplaner og områderegulering som regel forvaltes av kommunene.

Når det gjelder barrierer knyttet til bussmateriell forblir den **høye anskaffelseskostnaden** for elbusser en terskel. Intervjupartnerne påpeker at mangelen på støtte- eller låneordninger for kollektivsegmentet fører til at mindre operatørselskap ikke kan konkurrere om anbud der nullutslippsteknologi er vektlagt høyt fordi de ikke kan finansiere bussmateriellet. Færre konkurrenter i anbud assosieres med høyere pris for busstjenestene,³⁶ hvilket i så fall betyr at elektrifiseringen blir dyrere for samfunnet. I anbud der pris vektles høyere enn nullutslipp vil ofte fossilbaserte tilbud vinne frem, fordi den høye innkjøpsprisen på elbussene vil drive opp total kostnaden selv om driftskostnadene er gunstigere. En støtteordning for innkjøp av elbusser til kollektivtransport vil kunne utjevne denne konkurranseulempen. I begge tilfeller utgjør mangelen på låne- og/eller støtteordninger en barriere for elektrifiseringen av sektoren.

En relatert, men annen barriere er **utformingen av anbud**. Tildelingskriterier og rammevilkår som har vokst frem er historisk tilpasset egenskapene til dieselbusser, og kan antas å ha en tendens til å favorisere disse. En revurdering og omforming av

³⁶ Jørgen Aarhaug mfl., «20 Years of Competitive Tendering in the Norwegian Bus Industry – An Analysis of Bidders and Winning Bids», *Research in Transportation Economics* 69 (september 2018): 97–105, <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.05.012>.

anbudskriterier- og vilkår som ivaretar egenskapene ved elbusser bedre vil kunne utjevne konkurransen til fordel for el-drivlinjer. Dette gjelder tekniske krav og særlig løpetid på kontrakter. Kollektivselskapene som er godt på vei med å elektrifisere bussparkene sine ser ut til å ha gjort dette til en viss grad. Å legge til rette for langsiktig ressursutnyttelse kan videre bidra til utslippsreduksjoner knyttet til produksjon og det materielle fotavtrykket sett i et livsløpsperspektiv.

Prioritering av bynære arealer til ladeanlegg er en kommunal oppgave. Etablering av elbussanlegg for kollektivtransport er først og fremst et fylkeskommunalt ansvar, mens offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur og mulige støtteordninger kan være en oppgave for flere aktører, blant annet staten. Å tilpasse driften slik at fordelene med elbussdrift maksimeres tilfaller operatørselskapene. Å tilpasse rammebetingelsene i anbud og ruteopplegg med samme hensikt vil tilfalle fylkeskommunene og kollektivselskapene. Disse eksemplene illustrerer at det kreves en innsats på tvers av markedsaktører og myndighetsnivåer for å bryte ned barrierene vi har fremhevet i denne gjennomgangen.

6. Referanser

- «All aboard Europe's electric bus revolution». ING Think - Economic and Financial Analysis, 29. september 2021. <https://think.ing.com/articles/all-aboard-europes-electric-bus-revolution-290921>.
- «Analyse av lav- og nullutslippsløsninger for buss, ferge og hurtigbåt i Nordland». DNV/Nordland Fylkeskommune, 2021. https://www.nfk.no/_f/p1/i206c8b5f-d870-47ab-86c9-5e4574c36724/rapport-dnv-gl-analyse-av-lav-og-nullutslippslosninger-i-nordland.pdf.
- «Anbud». Ruter, 2021. <https://ruter.no/kollektivanbud/>.
- Anders Steen-Nilsen, Dyngje, Petter Christiansen, og Sture Portvik. «Frokostmøte EaaS, sambruk og ny ansvarsmodell for ladeinfrastruktur i Ruters kontrakter». Ruter, 21. juni 2021. <https://youtu.be/4JASzAwitrl>.
- Bailey, Gavin, Amy Nicholass, Hannah Gillie, og Emma Stewart. «Five Key Steps for Electric Bus Success». Brussels: Transport & Environment, 2020.
- «Behovsanalyse bussanlegg 2019». Ruter, 2020. <https://ruter.no/contentassets/340075a4338b4e37a2db2df5742e6c95/behovsanalyse-bussanlegg-2019.pdf>.
- «Beste praksis for nettilknytning av busser, ferger og hurtigbåter». Oslo: Energi Norge, 2020. https://www.energinorge.no/contentassets/f5a65f617a764af3825feef6a383933f/20-05-24_nettilknytning-av-ferger_busser-og-hurtigbater_energi-norge-1.pdf.
- «Electric buses arrive on time. Marketplace, economic, technology, environmental and policy perspectives for fully electric buses in the EU». Brussels: Transport & Environment, 2018. <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/Electric%20buses%20arrive%20on%20time.pdf>.
- Englesson, Hannes, og Sebastian Fält. «Innfasing av lav- og nullutslippsteknologi. Mulighetsstudie for busser i bergensområdet». Trivector Traffic. Lund: Trivector/Skyss, 2017. <https://www.skyss.no/globalassets/om-skyss/strategiar-og-fagstoff/fagrapportar-og-utgreiingar/2017/innfasing-av-lav--og-nullutslippsteknologi.pdf>.
- «Enova avvikler støtten til infrastruktur for offentlige transporttjenester». Enova, 25. juni 2021. <https://presse.enova.no/pressreleases/3112353>.
- Grauers, Anders, Sven Borén, og Oscar Enerbäck. «Total Cost of Ownership Model and Significant Cost Parameters for the Design of Electric Bus Systems». *Energies* 13, nr. 12 (24. juni 2020): 3262. <https://doi.org/10.3390/en13123262>.
- Hagen, Geir, Karl Inge Nygård, og Hugo Vidal. «Elektrifisering av kollektivtransport - del2». Tekna, 25. januar 2021. <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/samferdsel-og-infrastruktur/infrastrukturbloggen/elektrifisering-av-kollektivtransport-ii/>.
- Hagman, Rolf. «Tiltakskatalog for transport og miljø, Elbusser». Transportøkonomisk Institutt, 2017. <https://www.tiltak.no/c-miljoeteknologi/c1-drivstoff-og-effektivisering/elbusser/>.
- Hagman, Rolf, Astrid H. Amundsen, Mikaela Ranta, og Nils-Olof Nylund. «Klima- og miljøvennlig transport frem mot 2025. Vurderinger av mulige teknologiske løsninger for buss». Oslo: Transportøkonomisk Institutt (TØI), 2017.

- «Handlingsplan for økt andel klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser og grønn innovasjon». Oslo: Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ), 2021.
- Hjorth-Gulbrandsen, Kristine, og Harald Gundersen. «Arealbehov tilknyttet hurtiglading i Oslo». Oslo: Hafslund Rådgivning/Klimaetaten, Oslo Kommune, 2021.
<https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2021/12/Arealbehov-tilknyttet-hurtiglading-i-Oslo.pdf>.
- «Infrastruktur for alternative drivstoff: utfyllende bestemmelser om ladepunkter for elektriske busser». Europalov, 8. desember 2021.
<https://europalov.no/rettsakt/infrastruktur-for-alternative-drivstoff-utfyllende-bestemmelser-om-ladepunkter-for-elektriske-busser/id-28945>.
- «Klimakur 2030». Miljødirektoratet, 2020. <https://www.miljodirektoratet.no/klimakur>.
- «Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport». Oslo: Miljødirektoratet og Statens vegvesen, 1. mars 2022.
<https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2UE3WGWD6HPJZD2SAL2BLWFUSBO>.
- «Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy». DNV/Enova, 2021.
https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/2AAEE91AB485427D92D4C149FA92A3E2.pdf&filename=Ladeinfrastruktur%C3%B8r%20for%20tunge%20elektriske%20kj%C3%B8ret%C3%B8y.pdf.
- Lægran, Snorre. «Utrulling og lading av el-busser i Oslo». Tekna, 16. mars 2020.
<https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/samferdsel-og-infrastruktur/infrastrukturbloggen/utrulling-og-lading-av-el-busser-i-oslo/>.
- «Miljøutgreiing buss Nordhordland og Askøy». COWI/Skyss, 2016.
- «Nasjonal transportplan 2022–2033 (Meld. St. 20 2020-2021)». Samferdselsdepartementet, 2021.
- Teknisk Ukeblad. «Nordens største ladeanlegg for buss har ti megawatt tilgjengelig, men ingen batteribank. På dette ladeanlegget er vanlig hurtiglading saktelading.», 17. september 2019. <https://www.tu.no/artikler/nordens-storste-ladeanlegg-for-buss-har-ti-megawatt-tilgjengelig-men-ingen-batteribank/473970?key=ToOeO2Lb>.
- «Oppdatert status på nullutsleppskjøretøy». Nullutsleppsmåla | Statens vegvesen, 2021.
<https://www.vegvesen.no/nn/fag/fokusomrade/miljovennlig-transport/nullutsleppsmala/>.
- «Programkriterier for Pilotering av ny energi- og klimateknologi». Enova, 22. juni 2020.
https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/E0FF69BACD64448096CDB4B79EF8F134.pdf&filename=3%20Programkriterier%20Pilotering%20av%20energi-%20og%20klimateknologi.pdf.
- «Statistikkbanken. Sal av petroleumsprodukt». Statistisk sentralbyrå, u.å.
<https://www.ssb.no/statbank/table/09654/>.
- Thorne, Rebecca Jayne, Inger Beate Hovi, Erik Figenbaum, Daniel Ruben Pinchasik, Astrid Helene Amundsen, og Rolf Hagman. «Facilitating Adoption of Electric Buses through Policy: Learnings from a Trial in Norway». *Energy Policy* 155 (august 2021): 112310. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112310>.
- Sustainable Bus. «Up to 22,000€ annually for replacing diesel buses with ZE ones. Flemish Climate Plan shifts into gear». 2. mars 2022. <https://www.sustainable-bus.com/news/flemish-climate-electric-bus-de-lijjn-agreement/>.

- «Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus». Ruter, 2018.
<https://ruter.no/contentassets/e7bd74c5a3724b2789c874e97ae0427b/rapport-utslippsfri-kollektivtransport-i-oslo-og-akershus.pdf>.
- «Videreføring EL-busser og Infrastruktur Indre By og Oslo Vest». Ruter, 2020.
<https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2020-11-18-dialogkonferanse-og-befaring-indre-by/videreforing-elbusser-og-infrastruktur.pdf?id=18060>.
- Bussmagasinet. «Ökad livslängd för stadsbussar», 12. mai 2022.
<https://www.bussmagasinet.se/2022/05/okad-livslangd-for-stadsbussar/>.
- Aarhaug, Jørgen, Nils Fearnley, Fredrik A. Gregersen, og Robert Bjørnøy Norseng. «20 Years of Competitive Tendering in the Norwegian Bus Industry – An Analysis of Bidders and Winning Bids». *Research in Transportation Economics* 69 (september 2018): 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.05.012>.

Vedlegg: Spørsmålskatalog

Kvalitative forhold

Grunnleggende

1. Batterielektriske drivlinjer blir den viktigste nullutslippsteknologien innen buss.
2. For busser i klasse 1 er teknologien moden til masseutrudding, i klasse 2 (og til en viss grad klasse 3) er teknologien fortsatt i utvikling (først og fremst pga. rekkevidde-begrensninger).
3. Investeringskostnadene er høyere for elbusser enn for dieselbusser (mest pga. ladeinfrastruktur), mens driftskostnadene er (forventet) lavere for elbusser.

Bussmateriell

1. Rekkevidden for elbusser er (og vil itv. forbli) kortere enn for dieselbusser. Hvor stor er forskjellen?
2. Hvilke andre grunnleggende vurderinger er viktige å ta med når man sammenligner konvensjonell bussdrift med diesel vs. el./biogass systemer?
3. Hva har dette å si for de totale kostnadsvurderingene (f.eks. i et anbud)?
4. Går det an å si hvor mange flere busser man trenger for å opprettholde samme tilbud med el-busser på en linje som i dag betjenes med dieselbusser (helst i prosent)? (Samme spørsmål for biogass)
5. Har overgangen til elbusser ført til endringer i rutenettet? Har dette i så fall gitt resultater som har redusert ekstras behovet for busser ved elektrifisering?
6. Hvilke driftsfaktorer kan ha innflytelse på rekkevidden? Hvilke av disse har mest betydning?
 - Linjelengde/-struktur (stoppfrekvens etc.)
 - Lengde på driftsdøgnet
 - Topografi
 - Klima/temperatur
 - Nærhet av depot/bussanlegg til start-/endeholdeplass
 - Størrelse på bussanlegg
 - Leveringssikkerhet av/tilgang til strøm vs. drivstoff
7. Er det forventet at kostnaden per buss vil være nedgående fremover (som følge av oppskalering og effektivisering i produksjonen)? Er dette kvantifiserbart?
8. Forventer man lengre levetid for el-busser enn for busser med forbrenningsmotor?
9. Er det forventet at vedlikeholdskostnadene og verkstedtid er lavere for elbusser sammenlignet med dieselbusser?
10. Mangel på standardisering påpekes av flere aktører som en terskel for investeringer. Er elbuss-teknologien nå moden for en standardisering (f.eks. iht. batteristandarder eller pantografladesystemer)?

11. Er det vesentlige produksjonskostnadsforskjeller på elbusser i klasse 2 og klasse 3?
12. Må oppvarming fortsatt gjøres med egen oppvarmer ("vebasto")? Hvor mye forbrenner denne/hva er utslippene?

Ladeinfrastruktur

1. Hva er enkeltkomponentene i ladeinfrastrukturen på depot og strekning henholdsvis?
2. Hvem betaler for nettoppgradering, tilrettelegging på anlegg og ladeinfrastruktur?
3. Hvor mye av totalkostnaden utgjør redundans (forsyningssikkerhet)?
4. Hvem er ansvarlig for de forskjellige komponentene? Hva er fordelene og ulempene ved en slik organisering?
5. Inngår kostnadene på noe vis i de løpende driftskostnadene (f.eks. via påslag i strømpris, leie, el.l.)?
6. Ser dere behov for at det blir etablert offentlig tilgjengelig lademulighet for busser? Hvis ja, hvordan mener dere at dette burde gjøres?
7. Vedr. turbusser: Hva er behovet for hurtiglading på lengre strekninger (f.eks. mellom byer), dvs. antall ladere (per strekning/distanse), plassering og ladehastighet?
8. Hvor høy er andelen hurtiglading?
9. Hvordan ser dere på sambruk av ladeanlegg (EaaS)?

Struktur/organisering

1. Påvirker investeringsvolumet på bussmateriell og ladeinfrastruktur kontraktslengde/opsjoner i anbud?
2. Påvirker investeringsvolumet på bussmateriell og ladeinfrastruktur deltakelsen i anbud?
3. Er det elementer ved dagens organisering av kollektivtransporten som oppleves som hindrende for raskere elektrifisering av kollektiv bussdrift?
4. Har endringsordrer blitt brukt i stort omfang? Kostnad?
5. Hvorvidt er manglende på kompetanse en barriere?

Tallgrunnlag

Anskaffelse/innkjøp

1. Hvor mye koster en bybuss (klasse 1, 12m singel og 18m ledd)?
2. Hvor mye koster en regionbuss (klasse 2, m. eller u. boggi)?
3. Hvor mye koster en turbuss?

Driftsparametre

1. For å beregne kostnader per km kan det være nyttig å ha informasjon om årlige kjørelengder. Hva er en gjennomsnittlig årlig kjørelengde for en klasse 1/2/3 buss?
2. Hva er reduksjonsraten per år?
3. Stemmer disse tallene sånn cirka (ref. Input bussprosjekt.xlsx)?

Ladeinfrastruktur

1. Hvor mye koster enkeltkomponentene til lading av elbusser i et anlegg på ca. 50 busser?
 - a. Nettoppgradering
 - b. Nettstasjoner/trafoer
 - c. Ladere
 - d. Fysisk infrastruktur (master, etc.)
2. Er det andre engangsinvesteringer av betydning man bør ta med i beregningen av totalkostnaden?

Tlf.: 73 58 05 00
post@miljodir.no
www.miljodirektoratet.no
Postboks 5672 Sluppen,
7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim:
Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo:
Grensesvingen 7, 0661 Oslo



Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har i underkant av 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptre selvstendig i enkelt saker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring.

Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.