



Innhold

Sammendrag..... 2

1 Risiko og sårbarhetsanalyse - overgang til nullutslipp på buss, med hensyn til transportberedskapen ..... 3

1.1 Oppsummering av risiko og sårbarhetsanalysen ..... 4

1.2 Analysens betydning for mobilitetstilbudet i Trondheim 2029 ..... 5

1.3 Anbefalinger..... 6



## Sammendrag

PwC har på oppdrag fra fylkeskommunen gjennomført en risiko- og sårbarhetsvurdering (ROS-analyse) for å vurdere konsekvensene av overgangen til nullutslippskjøretøy for busser, med hensyn til transportberedskapen. Analysen gir et godt grunnlag for å kunne planlegge for situasjoner som kan oppstå i forbindelse med overgang til nullutslipp og betydning for mobilitetstilbudet i Trøndelag fra 2029. Samtidig er det viktig å påpeke at det er bussmateriellet i Trondheim som elektrifiseres fra 2029. Det øvrige materiellet i Trøndelag vil ikke bli helelektrisk før tidligst oppstart av ny kontrakt i 2031. I mellomtiden vil materiell knyttet til regionkontraktene kunne ha en beredskapsfunksjon for Trondheim. Tiltakene som anbefales i denne rapporten må derfor ses i sammenheng også med de kommende regionkontraktene.

Det er uklart hvilket ansvar fylkeskommunen har i totalforsvaret, og det er også knyttet usikkerhet til hvorvidt kollektivtilbudet vil få prioritet eller ikke ved en eventuell kraftrasjonering. Mer avklaringer om dette kan få konsekvenser for valg av energibærere og tilhørende tekniske løsninger knyttet til dette i mobilitetstilbudet. En eventuell reduksjon av antallet busser uten kompenserende tiltak vil naturlig nok redusere fylkets beredskapsevne, men i hvor stor grad og om dette er innen en akseptabel risiko er ikke vurdert. Kompenserende tiltak ved en eventuell reduksjon er heller ikke vurdert.

I gitte beredskapssituasjoner som ved for eksempel evakueringer og akutt forflytning av utsatte grupper kan rekkevidde i kombinasjon med tidspress og ladetid være en utfordring. Diesellusser har lengre rekkevidde enn elbusser. Det er også raskere å fylle opp en dieseltank kontra å lade batteriet på en elbuss. Derfor vil en busspark uten diesellusser i gitte evakueringsstilfeller redusere beredskapsevnen i fylket, men i de aller fleste beredskapssituasjoner vil rekkevidden og ladehastigheten ikke redusere beredskapsevnen. Det er kun i gitte senarioer hvor lang rekkevidde i kombinasjon med tidspress at diesellusser innehar en bedre beredskapsevne kontra elbusser. Et krav om nullutslipp blir det derfor ikke spørsmål om beredskapsevnen opprettholdes på dagens nivå, men et spørsmål om hvilken beredskapsevne som er akseptabel. Analysen viser at ved å gjennomføre flere tiltak vil enn kunne opprettholde et akseptabelt risikonivå. Et viktig tiltak for å møte en slik utfordring og sikre at bussene kan operere effektivt under krisesituasjoner, er å etablere hurtigladestasjoner tilpasset busser på viktige knutepunkter og bussdepoter i hele fylket. Et annet tiltak er å stille krav om diesellusser for klasse III busser. Forskriften om utslippskrav til kjøretøy ved offentlig anskaffelse til veitransport gjelder busser klasse I og II, ikke busser klasse III.

Det bør stilles krav om bruk av anerkjente standarder knyttet til busser og ladeinfrastruktur. Dette vil gi økt fleksibilitet og bedre reparasjonsberedskap i møte med ulike kriser som for eksempel klimahendelser. Det må eksempelvis legges til rette for at elbusser i kriser kan bruke annen ladeinfrastruktur enn den dedikerte. Elbussene bør også kunne lade med samme ladeløsning (hurtig/lynladestasjoner) som på biler.

For å sikre tilstrekkelig beredskap ved klimahendelser knyttet til kulde og vinter bør det vurderes å muliggjøre bruk av forbrenningsbasert tilleggsvarme i elbusser, spesielt ved kulde vil dette være med å sikre rekkevidden for elbusser. Elbussene må også være teknisk satt opp for god fremkommelighet, eksempelvis nok vekt på drivakslinger. Veinettets standard og vedlikehold av veiene er også avgjørende for rekkevidden, rullestatstanden og fremkommeligheten må være god. Det er en vesentlig forskjell om elbusser står utendørs, under tak eller innendørs under ladning. Innretningen av depotene er derfor viktig, og det bør etterstrebes å tilrettelegge for ladning innendørs eller under tak.

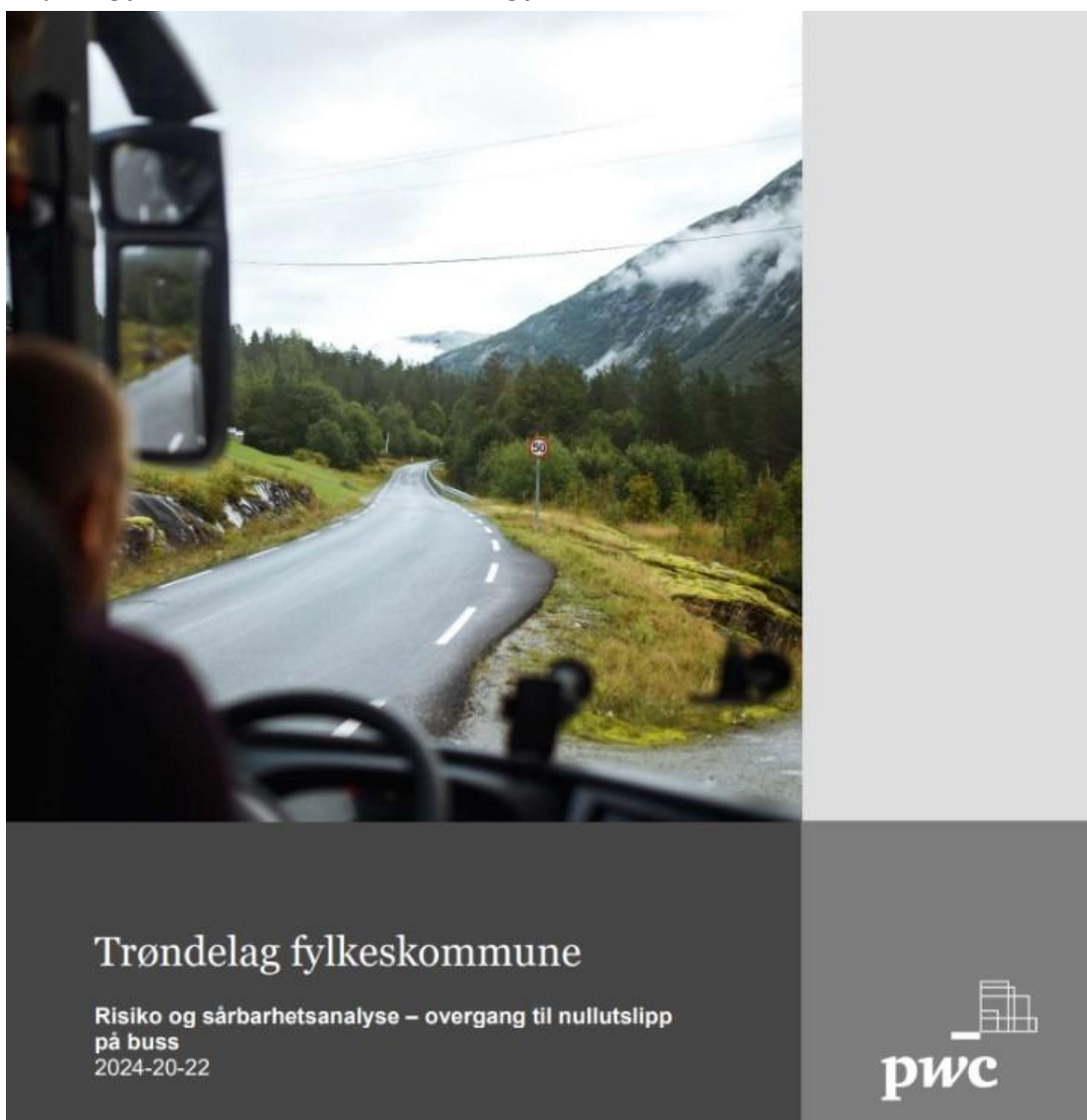
Ved en eventuell full elektrifisering av bussparken vil beredskapen være mer sårbar ved strømbrydd over lengere tid. Sannsynligheten og konsekvensene for et slik senario er vurdert som lav, men det bør uansett vurderes tiltak som for eksempel lokale back-up løsninger (biogass- eller diesellaggregat, batterier), lokal energiproduksjon (solceller) eller «wheel to grid» (mulighet for deling av strøm mellom busser) som reserve løsninger ved depoter.

For å redusere risiko knyttet til digitale hendelser som cyberangrep, «insider» og bortfall av elektronisk kommunikasjon bør det stilles krav til at operatører som knyttes til styringssystemer har et anerkjent rammeverk for informasjonssikkerhet. Et slikt rammeverk kan eksempelvis være ISO27001 eller tilsvarende. Operatører bør utover informasjonssikkerhet ha et etablert styringssystem for sikkerhet som en del av virksomhetsstyringen.

For å redusere risiko knyttet til brann ved bussdepot er det viktig at det stilles krav om en god plassering og brannsikker innretning av ladedepoter.

## 1 Risiko og sårbarhetsanalyse - overgang til nullutslipp på buss, med hensyn til transportberedskapen

PwC har på oppdrag fra fylkeskommunen gjennomført en risiko- og sårbarhetsvurdering (ROS-analyse) for å vurdere konsekvensene av overgangen til nullutslippskjøretøy for busser, med hensyn til transportberedskapen. AtB var representert i arbeidet. Analysen er utført i tråd med Norsk standard 5814 og DSBs veileder for risiko- og sårbarhetsvurderinger. Arbeidet er gjennomført i arbeidsgruppemøter hvor risikoer er identifisert og vurdert. Det er så gitt anbefalinger om ulike risikoreduserende tiltak. Analysen gir et godt grunnlag for å kunne planlegge for situasjoner som kan oppstå i forbindelse med overgang til nullutslipp og betydning for mobilitetstilbudet i Trøndelag fra 2029.



Figur 1 Forsiden til ROS-analysen

## 1.1 Oppsummering av risiko og sårbarhetsanalysen<sup>1</sup>

Identifiserte scenarioer som er analysert inkluderer:

- Digitale hendelser som cyberangrep og bortfall av elektronisk kommunikasjon.
- Klimahendelser som ekstremvind, tørke, sprengkulde, springflo, flom, styrtregn og leirras.
- Ulykker som storbrann på bussdepot og mekanisk svikt i kritiske komponenter.
- Sikkerhetspolitiske kriser mellom Vesten, Russland, Kina og stater som Norge ikke har sikkerhetspolitisk samarbeid med.
- Cyberangrep mot kritiske styringssystemer og bortfall av elektronisk kommunikasjon.

De mest substansielle risikoene knyttes til:

- Det er i dag etablert en del særløsninger som gir økt sårbarhet i møte med risikoer som konkurser hos underleverandører, eller svikt i viktige tekniske komponenter. Det er eksempelvis liten eller ingen fleksibilitet i å bruke annen ladeinfrastruktur enn den som er dedikert.
- Det er betydelig skadepotensial knyttet til brann på bussdepot.
- Det er usikkerhet og manglende kunnskapsgrunnlag knyttet til kollektivtransportens relevans for det sivile samfunns understøttelse av forsvaret i en totalforsvarskontekst.
- Dagens elektrifisering av busser er ikke dimensjonert for å møte scenarier som krever betydelig lengre rekkevidde.
- Den teknologiske utviklingen og går raskt. EU er også en viktig driver med tanke på regelverksiden. Det er følgelig en risiko for paradigmeskifter knyttet til valg av eksempelvis ladeløsninger.
- Anskaffelsesprosesser knyttet til kritiske samfunnsfunksjoner er sårbare for tilbydere fra stater som Norge ikke har sikkerhetspolitisk samarbeid med.
- Betydelige sårbarheter knyttet til krav for informasjonssikkerhet for tilbydere som vil få tilganger eller som vil levere komponenter til styringssystemer og annen kritisk infrastruktur.

Fylkeskommunen bør gjennomføre tiltak for å redusere risikoene. Flere av tiltakene som er identifisert vil gi risikoreduserende effekter på tvers av de analyserte scenarioene. De viktigste tiltakene er:

- Strengere krav til anskaffelser for å sikre bruk av anerkjente standarder for infrastruktur knyttet til busser og ladeinfrastruktur, og mindre bruk av særløsninger og skreddersøm. Det vil underbygge en bedre reparasjonsberedskap og økt fleksibilitet i møte med ulike kriser som er gitt gjennom scenarioanalysen.
- Det bør stilles strengere krav for ivaretagelse av informasjonssikkerheten ved anskaffelse av kritisk infrastruktur.
- Arbeide for økt resiliens for energiforsyning til busser i møte med strømbrudd. Det kan eksempelvis legges til rette for at busser kan bruke annen ladeinfrastruktur enn den dedikerte.
- Sikre en god plassering og brannsikker innretning av ladedepoter.
- Sikre at den teknologiske utviklingen og utviklingen på regelverkssiden monitoreres tett for å tidlig identifisere endringer knyttet til valg av teknologiske løsninger.
- Sikre at det er tilstrekkelig overskuddskapasitet til å møte ulike kriser som utfordrer rekkevidden.
- Øke kunnskap om bussers relevans for kritiske funksjoner og kollektivtrafikkens rolle i understøttelse av Forsvaret i en totalforsvarskontekst.
- Oppdatere beredskapsplaner og gjennomfør samøvelser før driftssetting.

Muligheter:

- Utviklingen mot nullutslipp for kollektivsektoren kan gi økt resiliens i møte med kriser. Eksempelvis kan en risiko- og kunnskapsbasert elektrifisering av busser introdusere et ekstra bein å stå på i tillegg til fossilt drivstoff og nyttiggjøre tilgangen til lokal fornybar energi.

---

<sup>1</sup> PricewaterhouseCoopers. (2024). Trøndelag Fylkeskommune, Risiko og sårbarhetsanalyse – overgang til nullutslipp på buss [Link til risiko- og sårbarhetsanalysen](#)

## 1.2 Analysens betydning for mobilitetstilbudet i Trondheim 2029

Analysen ivaretar ikke en eventuell reduksjon av dagens kollektivtilbud, den tar utgangspunkt i at tilbudet mer eller mindre er likt som i dag. En eventuell reduksjon av antallet busser uten kompenserende tiltak vil naturlig nok redusere fylkets beredskapsevne, men i hvor stor grad og om dette er innen en akseptabel risiko er ikke vurdert. Kompenserende tiltak ved en eventuell reduksjon er heller ikke vurdert.

I gitte beredskapssituasjoner som ved for eksempel evakueringer og akutt forflytning av utsatte grupper kan rekkevidde i kombinasjon med tidspress og ladetid være en utfordring. Dieselbusser har lengere rekkevidde enn elbusser. Det er også raskere å fylle opp en dieseltank kontra det å lade batteriet på en elbuss. Derfor vil en busspark uten dieselbusser i gitte evakueringstilfeller redusere beredskapsevnen i fylket, men i de aller fleste beredskapssituasjoner vil rekkevidden og ladehastigheten ikke redusere beredskapsevnen. Det er kun i gitte scenarioer hvor lang rekkevidde i kombinasjon med tidspress at dieselbusser innehar en bedre beredskapsevne kontra elbusser. Et krav om nullutslipp blir det derfor ikke spørsmål om beredskapsevnen opprettholdes på dagens nivå, men et spørsmål om hvilken beredskapsevne som er akseptabel. Analysen viser at ved å gjennomføre flere tiltak vil enn kunne opprettholde et akseptabelt risikonivå. Et viktig tiltak for å møte en slik utfordring og sikre at bussene kan operere effektivt under krisesituasjoner, er å etablere hurtigladestasjoner tilpasset busser på viktige knutepunkter og bussdepoter i hele fylket. Et annet tiltak er å stille krav om dieselbusser for klasse III busser. Forskriften om utslippskrav til kjøretøy ved offentlig anskaffelse til veitransport gjelder busser klasse I og II, ikke busser klasse III.

Bruk av særløsninger og skreddersøm vil i gitte situasjoner gjøre beredskapen sårbar og lite fleksibel. Derfor må det stilles krav om bruk av anerkjente standarder knyttet til busser og ladeinfrastruktur. Dette vil gi økt fleksibilitet i møte med ulike kriser og bedre reparasjonsberedskap. Det må eksempelvis legges til rette for at elbusser i kriser kan bruke annen ladeinfrastruktur enn den dedikerte. Elbussene bør også kunne lade med samme ladeløsning (hurtig/lynladestasjoner) som på biler.

For å sikre tilstrekkelig beredskap ved kulde og vinter bør det vurderes å muliggjøre bruk av forbrenningsbasert tilleggsvarme i elbusser, spesielt ved kulde vil dette være med å sikre rekkevidden for elbusser. Elbussene må også være teknisk satt opp for god fremkommelighet, eksempelvis nok vekt på drivakslinger. Veinettets standard og vedlikehold av veiene er også avgjørende for rekkevidden, rullemotstanden og fremkommeligheten må være god. Det må derfor stilles krav til veieierne knyttet til fremkommelighet og rullemotstand. Det er en vesentlig forskjell om elbusser står utendørs, under tak eller innendørs under ladning. Innretningen av depotene er derfor viktig, og det bør etterstrebes å tilrettelegge for ladning innendørs eller under tak. Et annet viktig tiltak er å stille krav til operatørene om god opplæring og oppfølging av sjåførene i bruk av elbusser på vinterføre og på generell energivennlig kjøring.

Ved en eventuell full elektrifisering av bussparken vil beredskapen være mer sårbar ved strømbrydd over lengere tid. Sannsynligheten og konsekvensene for et slik scenario er vurdert som lav, men det bør uansett vurderes tiltak som for eksempel dieselaggregater/"wheel to grid" (energi generert fra en kraftkilde som solceller, vindkraft eller batterilagring brukes direkte til å levere elektrisitet til strømmettet) som reserveløsninger ved depoter.

For å redusere risiko knyttet til digitale hendelser som cyberangrep, "insider" og bortfall av elektronisk kommunikasjon bør det stilles krav til at operatører som knyttes til styringssystemer har et anerkjent rammeverk for informasjonssikkerhet. Et slikt rammeverk kan eksempelvis være ISO27001 eller tilsvarende. Operatører bør utover informasjonssikkerhet ha et etablert styringssystem for sikkerhet som en del av virksomhetsstyringen, dette bør også være et krav i anskaffelsesprosessen. Det bør også stilles krav om at elbusser må ha en evne til å operere frikoblet fra styringssystemene.

For å redusere risiko knyttet til brann ved bussdepot er det viktig at det stilles krav om en god plassering og brannsikker innretning av ladedepoter. Utforming av depoter for å forebygge kaskadeeffekter/spredning ved branner bør også vektlegges. Valg og generelle krav til batteriteknologi og gode krav til vedlikehold (tidlig deteksjon, verifikasjon og tiltak) for elbussene er også viktig av sikkerhetshensyn knyttet til brann.

En vesentlig del av risiko – og sårbarhetsanalyse omhandler klimahendelser som ekstremvind, sprengkulde, springflo, flom, tørke, styrtregn og leirras:

- Ekstremvind kan føre til bortfall av strøm i flere dager, de anbefalte tiltakene for beredskap i et slikt scenario handler om tiltak som viktige ladepunkt og at disse er tosidige. Det bør også være redundant energikilder på sentrale ladepunkter.
- Sprengkulde over flere dager vil utfordre batterikapasiteten, ladetiden, driften og vedlikeholdet av kjøretøyene. Kjøretøy som går på strøm, er sårbare for kulde ved at de får begrenset rekkevidde og økt ladetid. Under et slik scenario handler tiltakene blant annet om forbrenningsbasert tilleggsvarme i elbussene og at de er teknisk satt opp for god fremkommelighet, eksempelvis ved å sikre god vekt på drivakslinger. Innretningen av depoene blir også viktig, det vil bli en vesentlig forskjell om

busser står utendørs, under tak eller innendørs under lading. Det må jobbes med at den generelle evnen til å holde rullemotstanden for elbusser tilfredsstillende og at fremkommeligheten er god. I avtaler med operatørene må det stilles krav som sikrer god opplæring og oppfølging i bruk av elbusser på vinterføre og på generell energivennlig kjøring. I slike scenarier blir det også viktig å ha systemer og ressurser for effektiv replanlegging av kollektivtilbudet.

- Ved springflo, pålandsvind og flom er det mulig at infrastruktur for lading blir utsatt på en slik måte at transportevnen blir utfordret. Det blir derfor spesielt viktig å unngå at fremtidig viktige ladepunkter ikke plasseres innenfor randsonen ved overvann. Det anbefales også å kartlegge viktige ladepunkter og annen kritisk infrastruktur som potensielt er utsatt for stigende havnivå eller flom. Kritiske ladepunkter må etableres på grunn som er tørr under flom eller pålandsvind og springflo. Det bør også være redundant energikilder på sentrale ladepunkter.
- Ved langvarig tørke kan det oppstå strømransjering. Et slikt scenario vil utfordre samfunnsstabiliteten og en moderat del av befolkningen kan bli påvirket gjennom et redusert kollektivtilbud. Viktige samfunnsfunksjoner vil imidlertid bli prioritert og få en mindre påvirkning. Det er usikkerhet knyttet til i hvilken grad lading av elbusser blir prioritert fra myndighetene. Et viktig tiltak ved et slikt scenario er å ha redundant energikilder på sentrale ladepunkter.
- Styrtregn kan medføre ett eller flere leirras kan kutte viktige veiforbindelser og medføre omkjøringer. Omkjøringer vil utfordre rekkevidden for elbussene, spesielt for områder med dårligere tilgang på ladestasjoner. Omkjøringsveiene kan også være mer krevende å ferdes på, og kreve mer energibruk. I et slikt scenario er det viktig at ladepunkter har god kapasitet og at det er tilstrekkelig med ladepunkter på begge sider av særlige utsatte veiaksler. Det bør også stilles krav til anerkjente standardiserte løsninger for ladetyper og annen viktig infrastruktur. Eksempelvis kan man vurdere å ha samme ladeløsning på buss som på biler. Et tiltak er å vurdere krav til restkapasitet på elbusser for å redusere konsekvensen knyttet til scenarier som medfører behov for økt rekkevidde.

Fylkeskommunens ansvar i totalforsvaret, slik beskrevet i forskrift for sivil beredskap er uklar. Hvilke situasjoner er fylkeskommunene ansvarlige for og hvilke kapasiteter skal fylkeskommunen ha tilgjengelig? Fylkeskommunens ansvar i totalforsvaret vil kunne påvirke valg av energibærere og valg av tekniske løsninger knyttet til disse. Dette er en nasjonal problemstilling som krever videre avklaring. Det er også knyttet usikkerhet hvorvidt kollektivtilbudet vil få prioritet eller ikke ved en eventuell kraftrasjering. Det er usikkert om det vil komme avklaringer i tide til arbeidet med mobilitetstilbudet i Trondheim 2029.

## 1.3 Anbefalinger

Med bakgrunn i Fylkeskommunens risiko – og sårbarhetsanalyse<sup>2</sup> anbefaler AtB følgende tiltak:

- Avklare Fylkeskommunens ansvar i totalforsvaret. Kartlegge hvilke kapasiteter og ressurser som skal være tilgjengelige i ulike krisesituasjoner.
- Sørge for hurtigladdestasjoner tilpasset busser på viktige knutepunkter og bussdepoter i hele fylket.
- Det bør etterstrebes å tilrettelegge for ladning innendørs eller under tak.
- Etablere dieselaggregater/"wheel to grid" (energi generert fra en kraftkilde som solceller, vindkraft eller batterilagring brukes direkte til å levere elektrisitet til strømmettet) som reserve løsninger ved depoter.
- På bussdepoter må det stilles krav om en god plassering og brannsikker innretning av ladedepoter.
- Ved etablering/ombygging av depoter må det stilles krav om at utformingen forebygger kaskadeeffekter/spredning ved branner.
- Stille krav om dieselbusser for klasse III busser i kommende mobilitetstilbud for regionene.
- Stille krav om forbrenningsbasert tilleggsvarme i elbusser.
- Stille krav om bruk av anerkjente standarder knyttet til busser og ladeinfrastruktur.
- Stille krav om at elbussene må være teknisk satt opp for god fremkommelighet, eksempelvis nok vekt på drivakslinger.
- Stille krav om at elbussene har evne til å operere frikoblet fra styringssystemene.
- Stille krav til vedlikeholdsprogram (tidlig deteksjon, verifikasjon og tiltak) knyttet til batteriene på elbussene.
- Stille krav om god opplæring og oppfølging av sjåførene i bruk av elbusser på vinterføre og på generell energivennlig kjøring.
- Stille krav til at operatører som knyttes til styringssystemer har et anerkjent rammeverk for informasjonssikkerhet.

<sup>2</sup> PricewaterhouseCoopers. (2024). Trøndelag Fylkeskommune, Risiko og sårbarhetsanalyse – overgang til nullutslipp på buss [Link til risiko- og sårbarhetsanalysen](#)

- Stille krav til at operatører har et etablert styringssystem for sikkerhet som en del av virksomhetsstyringen.

