

Jernbanedirektoratet

Tiltak for reduksjon i klimagassutslipp fra jernbanesektoren på kort og mellomlang sikt

Oppdragsnr.: 52601828 Dokumentnr.: 52601828-1 Revisjon: 2 Dato: 2026-06-08



Oppdragsnr.: 52601828 Dokumentnr.: 52601828-1 Revisjon: 2

Oppdragsgiver: Jernbanedirektoratet
Oppdragsgivers kontaktperson: Harald Wiborg Bøe
Rådgiver: Norconsult Norge AS
Oppdragsleder: Kristine Korneliussen
Fagansvarlig: Einar Bowitz
Andre nøkkelpersoner: Kjetil Nyseth, Håvard Kjerkol, Tor Mjøs.

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
1	19/5-2026	Førstekast	KRIKOR, EIBOW, KJENYS, HAKJER, TM.	EHN	KRIKOR
2	8/6-2026	Endelig rapport	KRIKOR, EIBOW, KJENYS, HAKJER, TM.	EHN	KRIKOR

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag og leseveiledning

Hovedfunn

Analysen indikerer at potensialet for kostnadseffektive utslippsreduksjoner innen jernbanesektoren på kort og mellomlang sikt er begrenset sammenlignet med andre deler av transportsektoren.

Innenfor rammene og avgrensningene for denne utredningen er det i liten grad identifisert tiltak i jernbanesektoren som gir vesentlig utslippsreduksjon. Tiltakene som er vurdert, har gjennomgående et begrenset potensial.

Selv om enkelte tiltak er vurdert til å ha lav eller middels kostnad, er vurderingene beheftet med betydelig usikkerhet. Tiltakene bør derfor vurderes i sammenheng med øvrige klimatiltak, da det finnes tiltak i andre sektorer med både større utslippsreduksjonspotensial og lavere kostnader. Dersom det er aktuelt å gå videre med noen av tiltakene, bør de utredes nærmere.

Bakgrunn og formål

Jernbanesektoren har relativt lave utslipp. Det viktigste bidraget fra sektoren er derfor å flytte transport fra mer utslippsintensive transportformer som vei og luftfart.

Selv om utslippene er små, forventes deler av utslippene å vedvare eller øke i årene fremover. Utslippsreduksjonene fra KVVU Green vil i hovedsak komme etter 2040, og det er derfor ønskelig å kartlegge tiltak med effekt på kort og mellomlang sikt. På oppdrag fra Jernbanedirektoratet har Norconsult identifisert og vurdert mindre tiltak med hensyn til utslippseffekt, kostnad og gjennomførbarhet.

Avgrensninger og metode

Utredningen er avgrenset til direkte utslipp fra togfremføring samt drift, vedlikehold og fornying. Den inkluderer ikke tiltak som allerede er utredet, som elektrifisering av banestrekninger og bruk av flytende biodrivstoff. Analysen bygger på dokumentgjennomgang, intervjuer og faglige vurderinger.

Vurderinger

Åtte tiltak er vurdert. Samlet sett er utslippsreduksjonspotensialet begrenset, og samtlige tiltak har *lavt* eller *lavt til middels* potensial på kort eller mellomlang sikt. Flere tiltak har trolig lave til moderate kostnader, men vurderingene er beheftet med stor usikkerhet. Tiltakene bør vurderes i sammenheng med øvrige klimatiltak, både i transportsektoren og i andre sektorer, da det finnes klimatiltak med både større effekt og lavere tiltakskostnad. Dersom det er aktuelt å gå videre med noen av tiltakene i denne utredningen, bør de utredes nærmere.

Leseveiledning

Rapporten er strukturert i 4 hovedkapitler samt 2 vedlegg:

Kapittel 1 presenterer rammene for oppdraget samt avgrensninger, metode og vurdering av usikkerhet.

Kapittel 2 gir en oversikt over utslippsnivå og utslippskilder i jernbanesektoren, samt status for materiell, organisering og teknologisk modenhet. Kapitlet beskriver også forventet utvikling i sektoren frem mot 2040 uten nye virkemidler (referansebanen).

Kapittel 3 gir en samlet vurdering av de identifiserte tiltakene. Kapitlet gir også en overordnet vurdering av relevante virkemidler.

Kapittel 4 presenterer kunnskapsbehov og behov for videre arbeid.

Vedlegg 1 presenterer anslag på samlede utslipp fra alle skinnegående arbeidsmaskiner og alle kombinerte skinne-/veimaskiner.

Vedlegg 2 inneholder beskrivelser og vurderinger av hvert enkelt tiltak. For hvert tiltak presenteres anslått utslippseffekt, tiltakskostnad, gjennomførbarhet, barrierer, aktuelle virkemidler m.m.

Vedlegg 3 presenterer intervjuguiden som ble brukt som utgangspunkt for intervjuene med aktørene.

Vedlegg 4 gir en oversikt over de mest sentrale aktørene og informantene.

Lesere som primært er interessert i hovedfunnene, henvises til å lese sammendraget og kapittel 3. Lesere som ønsker en mer detaljert forståelse av forutsetninger og analyser anbefales å lese kapittel 2 og vedlegg 2 i sammenheng.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?	5
1.2	Formål med oppdraget	5
1.3	Avgrensninger	5
1.4	Metode	7
1.5	Usikkerhet	8
2	Status og forventet utvikling i sektoren	9
2.1	Dagens utslippsnivå og utslippskilder i sektoren	9
2.2	Status for materiell, eierskap og teknologisk modenhet	10
2.3	Forventet utvikling uten nye virkemidler	18
3	Samlet vurdering	21
3.1	Hvilke tiltak er relevante?	21
3.2	Vurdering av tiltakene	21
3.3	Aktuelle virkemidler	26
4	Videre arbeid og kunnskapsbehov	28
	Referanser	29
	Vedlegg 1: Anslag på samlede utslipp fra arbeidsmaskiner	32
	Vedlegg 2: Tiltaksbeskrivelser	34
A.1	Hel- eller deelektrifisering av skinnegående arbeidsmaskiner	34
A.2	Hel- eller deelektrifisering av skiftelokomotiver	37
A.3	Hel- eller deelektrifisering av terminalmaskiner	39
A.4	Elektrifisering av kjøleaggregat på containere på vogner	42
A.5	Mer energieffektiv togframføring	44
A.6	Mer effektiv planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen	47
A.7	Overgang til biogass for arbeidsmaskiner og terminalmaskiner	49
A.8	Fornøyelse av lokomotivflåten for gods (diesel)	52
	Vedlegg 3: Intervjuguide	56
	Vedlegg 4: Oversikt over aktører og informanter	59

1 Innledning

Norge har ambisiøse mål for reduksjon av klimagassutslipp, og transportsektoren må bidra vesentlig. Jernbanen er en relativt klimavennlig transportform, men har fortsatt direkte utslipp fra blant annet dieseldrift og anleggsaktivitet. Selv om disse utslippene er små, kan det finnes tiltak som gir utslippsreduksjoner til relativt lav kostnad. Denne utredningen har som formål å identifisere og vurdere tiltak som kan gi effekt på kort og mellomlang sikt.

1.1 Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?

Jernbanens viktigste klimabidrag er overføring av transport fra mer utslippsintensive transportformer som vei og luftfart. Samtidig har sektoren direkte utslipp som forventes å vedvare uten nye virkemidler, og i enkelte tilfeller øke som følge av økt aktivitet. I påvente av oppstart av forprosjekt for oppfølging av KVV GREEN er det derfor et ønske om å utrede om det fins mindre tiltak rettet mot utslipp fra jernbanetransport og drift og vedlikehold som kan gi relativt større klimaeffekt på kort og mellomlang sikt. I dette oppdraget definerer vi kort sikt som perioden frem mot 2030 og mellomlang sikt som perioden frem mot 2040.

Eksisterende utredninger dekker i begrenset grad slike tiltak. I Miljødirektoratets Klimatiltak i Norge er kun to tiltak direkte rettet mot utslipp fra jernbanesektoren, og for skinnegående maskiner er utslippspotensial og kostnader ikke særskilt analysert [1].

Med ambisiøse mål for 2030 og 2035 er det dermed et gap i kunnskapsgrunnlaget for tiltak som kan gi utslippsreduksjoner innen KVV Green ferdigstilles. Samferdselsdepartementet har også pekt på behovet for å vurdere mindre tiltak med effekt på kort og mellomlang sikt.

1.2 Formål med oppdraget

I tildelingsbrevet for 2026 ga Samferdselsdepartementet Jernbanedirektoratet i oppdrag å utrede tiltak for reduksjon av klimagassutslipp på kort og mellomlang sikt i jernbanesektoren. Jernbanedirektoratet har gitt Norconsult i oppdrag å gjennomføre denne utredningen.

Oppdraget omfatter å identifisere relevante klimatiltak og beregne eller anslå utslippseffekt og tiltakskostnad. I tillegg skal den tekniske og økonomiske gjennomførbarheten vurderes, og det skal pekes på relevante virkemidler som kan bidra til å realisere tiltakene.

Formålet med utredningen er å:

- identifisere tiltak som kan redusere direkte klimagassutslipp fra jernbanesektoren frem mot 2040
- vurdere tiltakene med hensyn til utslippseffekt, tiltakskostnad og gjennomførbarhet
- gi en sammenlignende fremstilling av tiltakene
- peke på virkemidler innenfor jernbanesektorens ansvarsområde som kan bidra til å utløse tiltakene

Utredningen gir ikke anbefalinger om prioritering av tiltak, men skal bidra til et faglig beslutningsgrunnlag for videre arbeid med klimatiltak i jernbanesektoren. Den omfatter et begrenset utvalg tiltak, og bør derfor ses som en del av et bredere kunnskapsgrunnlag.

1.3 Avgrensninger

Oppdraget er avgrenset til tiltak som reduserer direkte klimagassutslipp fra fremføring av gods- og persontog samt drift, vedlikehold og fornying i jernbanesektoren.

Analysen omfatter kun utslipp som inngår i det norske utslippsregnskapet (direkte utslipp). Dette innebærer at tiltakene er knyttet til reduksjon i bruk av fossile drivstoff.

Følgende er ikke vurdert i denne utredningen:

Elektrifisering av eksisterende dieselstrekninger

- Dette er allerede vurdert i KVV Green og behandlet i NTP og vurderes derfor ikke her.

Ikke-skinnegående arbeidsmaskiner

- Elektrifisering av ikke-skinnegående arbeidsmaskiner som benyttes til drift og vedlikehold av jernbanen inngår i Miljødirektoratets tiltak *T20 Innfasing av nullutslippsmaskiner i andre næringer* og vurderes av den grunn ikke her.
- Elektrifisering av ikke-skinnegående arbeidsmaskiner reguleres også primært av virkemidler som ligger utenfor jernbanesektorens ansvarsområde, og det eksisterer allerede en rekke virkemidler som skal fremskynde omstillingen til utslippsfrie anleggsmaskiner. Enova har f.eks. en støtteordning til innkjøp av utslippsfrie anleggsmaskiner og battericontainere, og flere kommuner har fått støtte gjennom Klimasats til merkostnader ved utslippsfrie anleggsplasser og andre tiltak for å øke innfasing av utslippsfrie maskiner. Samferdselsdepartementet gir også støtte til pilotprosjekter for å teste ut utslippsfrie løsninger på anleggsplasser.

Veigående kjøretøy

- For veigående kjøretøy er omstillingen mot nullutslipp godt i gang, spesielt for personbiler og varebiler.
- Elektrifiseringen av personbiler har kommet så langt at Miljødirektoratet ikke lenger har det som et eget tiltak sine tiltaksanalyser da tiltaket antas å utløses med dagens virkemiddelbruk, dvs. at det ligger inn i referansebanen [1].
- Også de øvrige segmentene er ventet å være tilnærmet nullutslipp tidlig på 2040-tallet gitt dagens virkemiddelbruk [2]. Elektrifisering av de resterende segmentene av veitransporten er allerede utredet grundig i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. I årets rapport inngår elektrifisering av veitransporten i tiltakene *T07 Elektrifisering av busser*, *T08 Elektrifisering av motorsykler, mopeder og snøscootere*, *T15 Alle nye varebiler er elektriske i 2028* og *T16 Alle nye lastebiler bruker nullutslippsteknologibruk eller biogass i 2030* [1].
- Elektrifiseringen av veigående kjøretøy reguleres også primært av virkemidler som ligger utenfor jernbanesektorens ansvarsområde.

Bruk av flytende biodrivstoff

- Bruk av flytende biodrivstoff er i hovedsak utelatt på bakgrunn av at det fins omsetningskrav for biodrivstoff, både for veitransport og for «andre formål enn veitrafikk, luftfart og sjøfart». Sistnevnte omtales også som «omsetningskravet for ikke-veigående maskiner» og omfatter alt drivstoff som ikke går til veitrafikk, luftfart og sjøfart. Det innebærer at omsetningskravet omfatter både diesel til tog og anleggsmaskiner.
- Omsetningskravene innebærer i praksis at hvis en aktør kjøper biodrivstoff istedenfor ordinært drivstoff til bruk i et segment som er omfattet av omsetningskrav, så vil det ikke føre til en økning av totalt volum biodrivstoff i Norge. Dermed vil aktøren betale for å bruke biodrivstoffet, uten at det fører til reelle utslippsreduksjoner verken nasjonalt eller globalt.
- Av denne grunn anbefales ikke bruk av flytende biodrivstoff i offentlige anskaffelser [3], og vi har derfor ikke utredet ytterligere bruk av biodrivstoff som et tiltak i denne utredningen.

- Biodrivstoff ble også vurdert som et konsept i KVV Green, men ble ikke tatt med for videre utredning etter vurderingen av effektmåloppnåelse, da konseptet som helhet kom dårligere ut en nullalternativet [4].

1.4 Metode

Forhold til utredningsinstruksen

Analysen er gjennomført i tråd med hovedprinsippene i Miljødirektoratets metode for tiltaksanalyser og kravene i utredningsinstruksen. Utredningen tar utgangspunkt i de seks spørsmålene i utredningsinstruksen. Spørsmål 1 («Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?») og spørsmål 2 («Hvilke tiltak er relevante?») er i hovedsak besvart.

De øvrige spørsmålene er besvart i varierende grad. Dette skyldes blant annet begrenset tid og et svakt kunnskapsgrunnlag når det gjelder utslippseffekter, kostnader og øvrige virkninger av tiltakene.

Spørsmål 3 («Hvilke prinsipielle spørsmål reiser tiltakene?») og spørsmål 4 («Hva er de positive og negative virkningene av tiltakene, hvor varige er de, og hvem blir berørt?») er delvis besvart. For disse spørsmålene vil det være behov for mer detaljerte analyser dersom tiltakene skal vurderes med sikte på eventuell gjennomføring.

Spørsmål 5 («Hvilket tiltak anbefales?») og spørsmål 6 («Hva er forutsetningene for en vellykket gjennomføring?») er i liten grad besvart. Det vil etter vår vurdering være behov for ytterligere utredning for å kunne gi faglig robuste anbefalinger og identifisere nødvendige gjennomføringsforutsetninger.

Utredningen er gjennomført på et overordnet nivå, tilpasset tilgjengelig datagrunnlag og oppdragets rammer. Utredningen må dermed forstås som en overordnet og innledende analyse, som gir et grunnlag for videre arbeid, snarere enn et fullstendig beslutningsgrunnlag i tråd med utredningsinstruksens krav.

Metode og datagrunnlag

Arbeidet er basert på en kombinasjon av dokumentgjennomgang, intervjuer med aktører i jernbanesektoren og egne faglige vurderinger. Informasjon fra dokumentgjennomgang har utgjort hovedgrunnlaget for kvantitative vurderinger, mens intervjuer i større grad har blitt brukt til å supplere, nyansere og kvalitetssikre analysene.

For hvert tiltak er det gjort en vurdering av utslippsreduksjon, tiltakskostnad og gjennomførbarhet. Som følge av et begrenset datagrunnlag er vurderingene i noen grad basert på kvalitative anslag og skjønnsmessige vurderinger. Resultatene må derfor tolkes som indikative størrelsesordener.

Analysen omfatter et utvalg tiltak som vurderes som relevante innenfor oppdragets avgrensninger, og er ikke uttømmende.

Intervjuer

Som ledd i informasjonsinnhenting har vi gjennomført intervjuer og samtaler med relevante aktører og fagpersoner. Formålet med intervjuene har blant annet vært å innhente kunnskap om hvilke forhold og aktiviteter som medfører vesentlige klimagassutslipp hos aktørene, samt å kartlegge aktuelle tiltak for utslippsreduksjon. Intervjuene har også blitt benyttet til å identifisere øvrige relevante aktører og kilder, samt til å innhente informasjon om tilgjengelige utredninger, vurderinger og datagrunnlag. I noen grad har intervjuene også gitt grunnlag for overordnede vurderinger av kostnader.

I oppstarten av oppdraget gjennomførte vi innledende intervjuer med følgende aktører:

- Bane NOR
- Norske tog
- Baneservice
- OnRail

SJ og CargoNet ble også forespurt om å delta. SJ takket nei, mens CargoNet ikke besvarte henvendelsene.

Intervjuene ble gjennomført som semistrukturerte gruppeintervjuer via Microsoft Teams. Det ble på forhånd sendt ut en intervjuguide slik at deltakerne kunne forberede seg. Intervjuguiden er vedlagt (Vedlegg 3). Aktørene valgte selv hvem som deltok, basert på vår beskrivelse av oppdraget og oversendt intervjuguide. Intervjuene omfattet mellom to og seks deltakere fra hver aktør og hadde en varighet på om lag 1–1,5 time.

I etterkant gjennomførte vi en rekke intervjuer og samtaler med enkeltpersoner som ble vurdert som relevante informanter. Disse hadde en mer åpen form, men det ble i forkant sendt e-post med temaer og aktuelle spørsmål.

Intervjuene er gjennomført med forutsetning om at deltakerne ikke skulle siteres direkte. Informasjon fra intervjuene er derfor brukt som bakgrunn for analysene og vurderingene, uten at det vises til enkeltaktører som kilder. En oversikt over aktørene og informantene vi har intervjuet i oppdraget fins i Vedlegg 4.

1.5 Usikkerhet

Tiltakskostnader og utslippsreduksjoner er vurdert med varierende grad av usikkerhet. Usikkerheten skyldes blant annet begrenset og til dels uensartet datagrunnlag, variasjon i forutsetninger mellom kilder og behov for skjønnsmessige vurderinger. For flere av tiltakene er vurderingene basert på overordnede vurderinger og forenklete forutsetninger, med utgangspunkt i tilgjengelig kunnskapsgrunnlag som er dokumentert gjennom kildehenvisninger i de øvrige delene av rapporten. Resultatene bør derfor tolkes som indikative størrelsesordener, snarere enn presise estimer. Samlet sett vurderer vi usikkerheten som relativt høy.

2 Status og forventet utvikling i sektoren

I SSBs utslippsregnskap omfatter utslipp fra jernbane kun utslipp fra togfremføring. Dette er utslipp som stammer fra forbrenning av diesel på de ikke-elektrifiserte togstrekningene. Utslipp fra jernbanesektoren, slik det omtales i denne rapporten, omfatter et bredere sett av utslippskilder enn det som inngår i utslipp fra jernbane i SSBs statistikk «Utslipp til luft».

Drift-, vedlikeholds- og fornyingsaktiviteter i jernbanesektoren medfører utslipp i andre sektorer i SSBs utslippsregnskap, blant annet gjennom bruk av anleggsmaskiner, kjøretøy og andre innsatsfaktorer. For å tydeliggjøre denne forskjellen benytter vi i rapporten begrepet *utslipp fra togfremføring* om utslippene som inngår i SSBs utslippsregnskap for jernbane, mens betegnelsen *utslipp fra jernbanesektoren* brukes når vi snakker om utslipp fra både togfremføring og øvrige aktiviteter i sektoren, inkludert utslipp som i utslippsregnskapet føres i andre sektorer.

2.1 Dagens utslippsnivå og utslippskilder i sektoren

I dette kapitlet redegjør vi for utslippsnivået i de segmentene som er relevante for utredningen. Det foreligger i begrenset grad offisielle og detaljerte utslippstall, og særlig mangler det tall som skiller mellom de ulike delene av jernbanesektoren.

Der det finnes tilgjengelig statistikk, som for utslipp fra togfremføring, benyttes disse som utgangspunkt. For øvrige segmenter er analysen basert på sammenstilling av ulike kilder, tidligere utredninger og kvalifiserte anslag. Tallene må derfor tolkes som usikre anslag, og ikke som presise estimater.

Oppsummert anslår vi at utslippene i 2024 fordelte seg som vist i Tabell 2-1. Øverste rad viser utslippene fra hhv. togfremføring, drift og vedlikehold og godsterminaler, mens radene under viser hvordan disse utslippene fordeler seg på ulike segmenter. Vi gjør oppmerksom på at summen av tallene for maskiner og kjøretøy i nederste rad ikke samsvarer med de samlede utslippene fra drift og vedlikehold pga. ulike datakilder. Videre gjør vi oppmerksom på at det trolig vil være noe dobbeltregistreringer av utslipp i tabellen da deler av utslippene som her er kategorisert under godsterminalene trolig registreres under togfremføring i SSBs utslippsstatistikk.

Tabell 2-1 Anslåtte utslipp fra jernbanesektoren i 2024 (utslipp i tonn CO₂-ekvivalenter). Kilder: SSB, Transportvirksomhetene, Bane NOR samt egne anslag.

Togfremføring		Drift og vedlikehold			Godsterminaler	
53 000		18 000			6 000 ¹	
Persontog	Godstog	Skinnegående maskiner	Skinne-/vei-maskiner	Veigående kjøretøy	Terminalmaskiner	Skiftelokomotiver
27 500	25 500	4 900 ²	6 900 ²	8 000 ²	3 000	3 000

¹ Deler av utslippene registreres trolig under togfremføring i SSBs utslippsstatistikk og kan derfor være dobbeltregistrert her.

² Anslagene er basert på tall fra 2021 og summen avviker derfor fra de samlede utslippene fra drift og vedlikehold som er fra 2024.

Utslipp fra togfremføring

I 2024 var utslippene fra togfremføring 53 000 tonn CO₂-ekvivalenter [5]. Det tilsvarer om lag 0,4 prosent av transportsektorens utslipp og 0,1 prosent av de samlede norske klimagassutslippene.

SSB publiserer ikke utslippstall fordelt på person- og godstog, men ifølge transportvirksomhetene var utslippene fra godstransport på jernbanen ca. 27 000 tonn i 2023 [6]. Da samlede jernbaneutslipp ifølge SSB var 56 000 tonn i 2023, kan persontogene antas å stå for de resterende 29 000 tonnene. Dersom vi antar

samme fordeling av utslippene i 2024 vil godstransporten stå for om lag 27 500 tonn og persontransporten for om lag 25 500 tonn.

Utslipp fra drift og vedlikehold

Utslipp fra drift og vedlikehold var i 2024 på om lag 18 000 tonn CO₂-ekvivalenter [7]. Dette omfatter utslipp fra Bane NORs egen produksjon samt utslipp i kontraherte arbeider. Utslipp fra godsterminaler inngår ikke i disse tallene (se nedenfor).

Utslippene fra drift og vedlikehold på jernbanen stammer fra en svært uensartet gruppe skinnegående maskiner, kombinerte skinnegående/veigående maskiner (SVM) og biler (person-, vare- og lastebiler). Basert på beregninger for ulike maskintyper og aktørgrupper i en mulighetsstudie utarbeidet av Bane NOR i 2022 [8], har vi anslått årlige utslipp i 2021 fra ulike typer maskiner og kjøretøy som benyttes i drift og vedlikehold på jernbanen. Vi vurderer at disse utslippsnivåene er representative også for dagens (2026) utslipp. Samlet anslås de årlige utslippene fra skinnegående maskiner til om lag 4 900 tonn og utslippene fra kombinerte skinn- og veigående maskiner til om lag 6 900 tonn¹. Det må understrekes at disse tallene er basert på til dels svært usikre forutsetninger. De presenteres likevel her, for å gi et inntrykk av størrelsesordenen på de ulike utslippskildene innenfor drift og vedlikehold på jernbanen.

I tillegg har vi anslått at utslipp fra ulike typer veigående kjøretøy utgjør ca. 8 000 tonn årlig. Disse inngår også i de samlede utslippene fra drift og vedlikehold på jernbaneinfrastrukturen på 18 000 tonn. Som følge av ulike datakilder og metodikk, summerer altså ikke utslippene fra undergruppene seg til totaltallet for drift og vedlikehold i Tabell 2-1.

Som nevnt over, inngår ikke utslippene fra godsterminaler i de 18 000 tonnene (19 400 tonn i 2021) fra drift og vedlikehold, som Jernbanedirektoratet har beregnet. Bane NOR anslo i 2024 utslippene fra arbeidsmaskiner (utenom skiftelokomotiv) på godsterminalene ved å ta utgangspunkt i anleggsdiesel som var kjøpt av Bane NOR og levert godsterminalene. Basert på antall liter solgt anleggsdiesel, og gitt at drivstoffet kun er benyttet til terminalmaskiner, har vi anslått at klimagassutslippene fra terminalmaskiner var på rundt 3 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2024. Anslaget er usikkert.

Norconsult har på grunnlag av ulike kilder gjort et overslag over utslipp fra bruken av skiftelokomotiv på godsterminalene. På usikkert grunnlag anslås disse utslippene å være om lag 3 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år, se kap. 2.2.5.

2.2 Status for materiell, eierskap og teknologisk modenhet

2.2.1 Persontog

Nesten alle kjøretøy som benyttes til persontrafikk på jernbane i Norge (persontog) anskaffes, eies og forvaltes av Norske tog AS, som er heleid av Samferdselsdepartementet. Togene leies ut til togoperatørene på konkurransenøytrale vilkår. Materiellet leies ut til de operatørene som til enhver tid har trafikkavtale med Jernbanedirektoratet, samt til Flytoget. I trafikkavtalene som hittil er inngått har Jernbanedirektoratet pålagt operatørene å benytte togmateriell fra Norske tog. Per i dag leier Norske tog ut materiell til Vy, SJ, Go-Ahead og Flytoget [9].

¹ Beregningene er nærmere beskrevet i kap. 2 og vedlegg 1.

Norske tog har forvaltningsansvar for togene over levetiden, herunder har de ansvar for å gjennomføre større modifikasjoner på togmateriellet, mens det er operatørene selv som har ansvar for det daglige vedlikeholdet.

Om lag 93 prosent av persontransporten på jernbanen gjennomføres i dag på elektrifiserte strekninger og er allerede utslippsfri i drift [10]. Det er lite sannsynlig at det anskaffes flere rene dieselskjøretøy fremover. De fleste dieselskjøretøyene er allerede bimodale og kan gå over til elektrisk drift når strekningene elektrifiseres.

Norske tog kan påvirke klimagassutslipp gjennom anskaffelse av tog og god levetidsforvaltning, mens operatørene kan påvirke utslippene gjennom bl.a. kjørestil, drift av ventilasjon, varme- og kjølesystemer og modifikasjoner som tilbys av togleverandørene. Norske tog kan ikke selv overvåke drivstoffbruk fra togfremføring, men det finnes teknologi for å logge slike data.

Ifølge våre kilder er det et potensial for ytterligere utslippsreduksjoner fra mindre driftstiltak, som redusert bruk av varme/aircondition og mindre tomgangskjøring, men det er opp til operatørene selv å gjennomføre slike tiltak. Flere kilder peker på at det er et potensial for noe større utslippsreduksjoner gjennom bedre samhandling i sektoren. Det kan f.eks. dreie seg om mer helhetlig planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen.

2.2.2 Godstog

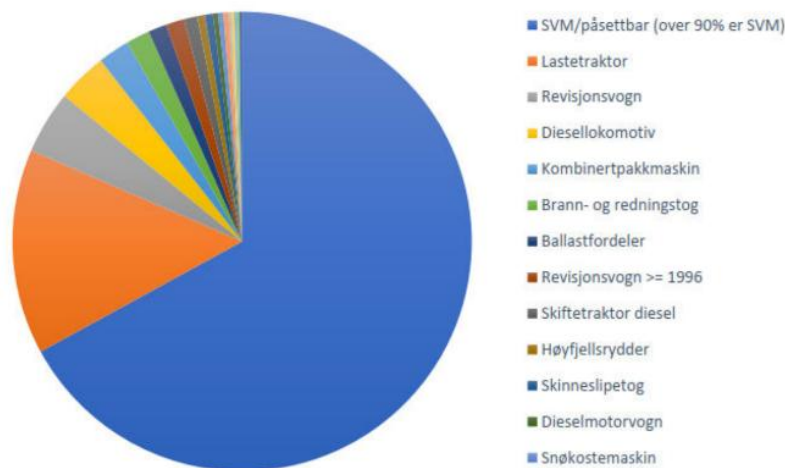
Markedet for godstransport på jernbane i Norge er preget av få aktører. CargoNet er den klart største operatøren og står for om lag 65 prosent av all godstransport på bane i Norge [11]. Selskapet er eid av Vygruppen og er et statlig eid aksjeselskap. OnRail er en privat aktør som har etablert seg som den nest største operatøren, særlig etter at svenske Green Cargo trakk seg ut av det norske markedet i 2022–2023. Begge disse selskapene opererer primært innenfor kombigodsmarkedet.

I tillegg finnes det andre godsoperatører på jernbanen. Grenland Rail er en norsk aktør som hovedsakelig driver med transport av industrigods, samt transport knyttet til bygging og vedlikehold av infrastruktur. LKAB Malmtrafikk AS opererer på Ofotbanen og driver i hovedsak med transport av jernmalm.

I motsetning til persontogmarkedet, hvor togene i stor grad eies og forvaltes av Norske tog, eier godsselskapene vanligvis sine egne lokomotiver og vogner, eller leaser dem gjennom private leasingfirmaer. Det foreligger ikke pålitelig informasjon om antall og typer diesellokomotiver de ulike operatørene eier eller leaser da informasjon om flåten regnes som konkurransesensitivt. Samtidig foregår størstedelen av godstransporten på jernbane på elektrifiserte strekninger. Om lag 85 prosent av transportarbeidet utføres i dag med elektriske tog, noe som innebærer at godstransporten i stor grad er utslippsfri i drift [10]. For kombigods er andelen enda høyere; om lag 90 prosent av transporten skjer med elektriske lokomotiver [12].

2.2.3 Maskiner til bruk i drift, vedlikehold og beredskap

Ifølge KVU Green var det i 2022 mer enn 300 arbeidsmaskiner i Norge, som enten var rent skinnegående eller med hjul til bruk både for vei og bane, såkalt skinne-/veimaskiner (SVM) [13]. Bane NOR Transport er den største eieren av skinnegående maskiner, men det er også flere offentlige og private selskap som eier slike maskiner. Ulike private og offentlige selskap som utfører drifts- og vedlikeholdsarbeid, utfører drift og vedlikehold dels med maskiner de leier av Bane NOR transport og i varierende grad med egne maskiner. I 2022 hadde Bane NOR om lag 90 rent skinnegående maskiner (herav ca. 70 lastetraktorer) [8], mens Baneservice hadde 35 skinnegående og 32 hjulgående eller kombinerte skinne-hjulgående maskiner [14]. Andre norske aktører eier et ukjent, men samlet sett mindre antall skinnegående arbeidsmaskiner. Samlet sett utgjør kombinerte skinne/veigående maskiner (SVM) omtrent 2/3 av alle registrerte maskiner som driver drift og vedlikehold på jernbaneinfrastrukturen og rundt 20 prosent er lastetraktorer, jf. Figur 2-1.



Figur 2-1 Fordeling av antall arbeidsmaskiner. Kilde: [15]

Skinne-/veimaskiner (SVM) er den vanligste kjøretøykategorien innenfor drift og vedlikehold på jernbanen. De er kombinasjonskjøretøy som kan kjøres både på vei og jernbane, både lastebiler og arbeidsmaskiner som gravemaskiner. I begge tilfeller er det ombygde kjøretøy/maskiner med nedfellbare jernbanehjul som gjør at de kan kjøres på jernbaneskinner. Slike kjøretøy benyttes til transport, reparasjoner og vedlikehold. Kjøretøyene benytter diesel som energikilde for framdrift.



Foto: Halvard Lønseth/Veidekke

Lastetraktorer utgjør det nest største antallet maskiner som benyttes ved drift og vedlikehold på jernbanen. De går bare på skinner og benyttes til en rekke formål, fra befaring og linjearbeid, til utkjøring av materiell, snørydding og vedlikeholdsarbeid.



Kilde: Mulighetsstudien

Kjøretøyene kan være utstyrt med bl.a. plan, kran, kurv og/eller påmonteres snøfreser eller koster. Lastetraktorene benyttes som beredskapsmaskiner og skal kunne ta seg fram langs jernbanestrekninger når kjørestrømmen ikke er til stede. På vinterstid går lastetraktorer med snøberedskap, og ved dårlig vær og sterk vind kan kjøretøyene benyttes 24 timer i døgnet over flere dager. Dette er arbeidsoppgaver som setter høye krav til oppetid og tilgjengelighet og medfører et høyt effekt- og energibehov. Alle maskinene er dieseldrevne.

Ledningsvogn/revisjonsvogn. Bane NOR har om lag 20 dieseldrevne ledningsvogner som benyttes som beredskap ved hendelser med kontaktledningsanlegget på elektrifiserte strekninger [8]. Ledningsvogner er utstyrt med en hovedmotor for fremføring og en mindre motor som benyttes ved arbeid der effektbehovet er betydelig mindre.



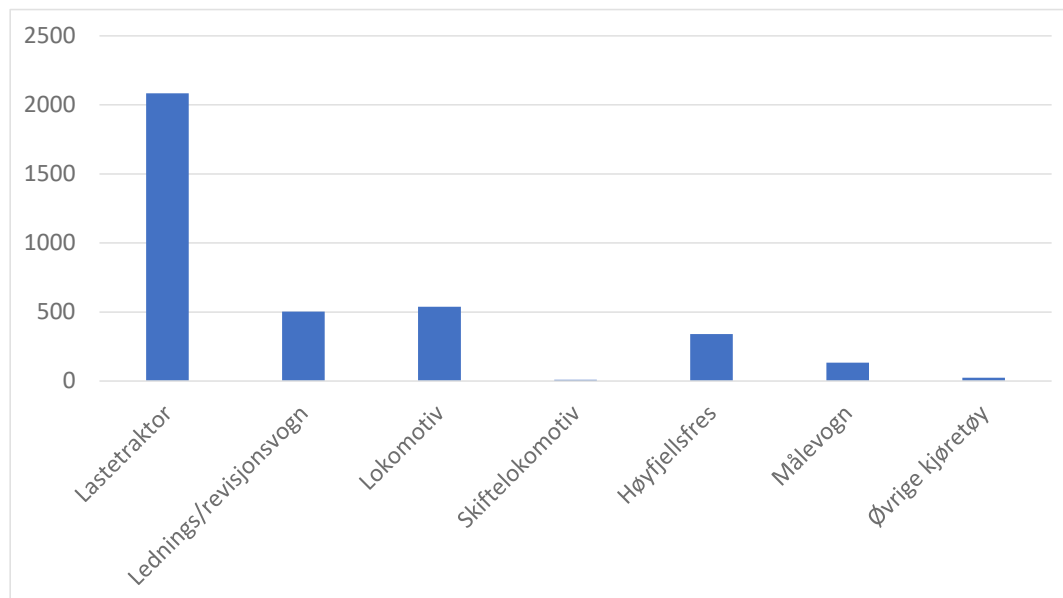
Kilde: Jernbanedirektoratet, 2019 [39].

Diesellokomotiv. Bane NOR eier fem diesellokomotiv og to skiftelokomotiv [8]. Diesellokomotivene benyttes i forbindelse med brann/redning, skinneløyper og generelt oppdrag der det er behov for trekraft, blant annet ved bortfall av kjørestrom. Skiftelokomotivene benyttes på godsterminalområder.

Øvrige spesialiserte kjøretøy/vogner. Bane NOR eier tre spesialbygde snøryddemaskiner for bruk på de særlig utsatte høyfjellsstrekningene på Bergensbanen og Nordlandsbanen [8]. De må kunne operere uten kjørestrom over lengre perioder og har svært høyt effekt- og energibehov. I tillegg inngår to vogner for måling av kontroll av jernbaneinfrastrukturen og som kjøres over hele jernbanenettet og et vedlikeholdstog, som fungerer som et rullende sporverksted.

Klimagassutslipp fordelt på maskintyper

Beregningene for Bane NOR sine maskiner i mulighetsstudien gir et godt bilde av hvordan utslippene fordeler seg mellom de ulike typene skinnegående maskiner, se Figur 2-2.



Figur 2-2 Beregnede CO₂-utslipp (tonn) fra Bane NOR sine skinnegående arbeidsmaskiner i 2021. Kilde: Tabell 12 i mulighetsstudien [8].

Det er lastetraktorene som står for den største andelen av utslippene, men det er også en del utslipp fra snørydding på høyfjellsstrekningene og fra Bane NOR sine diesellokomotiv. Øvrige utslipp er små i sammenligning. Utslippene fra skiftelokomotiv omfatter bare Bane NOR sine skiftelokomotiv. Utslipp fra skiftelokomotiv eid av godsoperatørene er omtalt i kapittel 2.2.5.

Samlede utslipp fra arbeidsmaskiner brukt i drift og vedlikehold

Det foreligger ikke et fullstendig utslippsregnskap for maskiner og kjøretøy som utfører drift og vedlikehold på jernbaneinfrastrukturen. I mulighetsstudien [8] ble det anslått at drift og vedlikehold samlet sto for ca. 20 000 tonn CO₂ i 2021. Vi har i Vedlegg 1 gjort grove anslag på samlede utslipp i 2021 fra alle skinnegående arbeidsmaskiner og alle kombinerte skinne-/veimaskiner som benyttes i drift og vedlikehold på jernbanen. Anslagene er usikre, men gir en indikasjon på størrelsesordenen for utslipp som potensielt kan reduseres. Basert på disse beregningene anslås utslippene fra arbeidsmaskiner til i størrelsesorden 12 000 tonn CO₂ per år, jf. Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Anslåtte utslipp av CO₂ fra arbeidsmaskiner, tonn. Tall for 2021. Kilde: Vedlegg 1.

	Utslippskilde	Tonn CO ₂
1	Skinnegående arbeidsmaskiner eid av Bane NOR	3 600
2	Skinnegående arbeidsmaskiner eid av andre	1 300
3 = (1)+(2)	Skinnegående arbeidsmaskiner i alt	4 900
4	Kombinerte skinne-/veigående arbeidsmaskiner i alt	6 900
5 = (3)+(4)	Sum utslipp fra alle arbeidsmaskiner	11 800

Vi antar at utslippstallene for arbeidsmaskinene for 2021 er forholdsvis representative også for dagens (2026) situasjon.

Teknologier og barrierer

Maskinparken er sammensatt og dekker mange ulike funksjoner. Kjøretøyene brukes ikke bare til transport, men også til energikrevende arbeidsoperasjoner. En betydelig del av driftstiden, ofte i størrelsesorden 30–40 prosent, går til tomgang eller motordrift med lav belastning for å drive kraner, måleutstyr, arbeidslys og oppvarming. Dette gjør at tomgangskjøring ofte utgjør en ikke ubetydelig andel av de samlede utslippene fra arbeidsmaskiner.

Kjøretøyene fungerer samtidig som beredskapsressurser og må kunne operere over hele jernbanenettet, både på elektrifiserte og ikke-elektrifiserte strekninger og under krevende forhold. Dette stiller høye krav til energikapasitet og fleksibilitet, noe som har gjort diesel til den dominerende løsningen. I KVVU GREEN ble bruk av kjøreledning som energikilde til arbeidsmaskinene vurdert som uaktuelt [16].

Selve teknologien med lading, batterier og elmotorer er kjent, og det er gjennomført en pilot med ombygging av en dieseldrevet lastetraktor til elektrisk drift [17]. KVVU GREEN vurderte hybrider med kjøreledning-batteri som aktuelt for lastetraktorer på elektrifiserte baner.

Vi vurderer at elektrifisering, eventuelt kombinasjon batteri/kjøreledning i mange anvendelser ikke gir tilstrekkelig energikapasitet til å dekke alle operasjonelle behov. Batteriteknologi begrenses av vekt og rekkevidde, og energibehovet for tunge maskiner er svært høyt. For det andre stiller operasjonelle krav betydelige begrensninger. Oppgaver som vinterdrift krever høy effekt over lang tid, og omfattende tomgang og stasjonær drift bidrar ytterligere til et høyt energibehov. For det tredje er manglende infrastruktur en barriere, særlig knyttet til stasjonær lading og tilrettelegging for nye energibærere. Operasjonelle krav særlig knyttet til beredskap, utgjør derfor en klar barriere mot fullelektriske løsninger på arbeidsmaskinene.

Endelig er økonomiske forhold viktige, ettersom investeringer i nytt materiell og infrastruktur er kostbare, samtidig som eksisterende kjøretøy har lang levetid og teknologisk usikkerhet er betydelig. Det er rapportert at kostnader ved ombygging av lastetraktor fra diesel til rent elektrisk kjøretøy kan være like høye som for å kjøpe tilsvarende ny arbeidsmaskin [17].

Som i mulighetsstudien [8] vurderer vi hybride løsninger som et aktuelt overgangstiltak fordi de kombinerer utslippsreduksjon med nødvendig fleksibilitet. Det fins flere løsninger på tegnebrettet og noen i form av piloter/prototyper. Enkelte av disse er nylig eller i ferd med å settes i drift, men erfaringsgrunnlaget er begrenset.

Den teknologiske modenheten varierer betydelig mellom ulike maskintyper, og dette reflekterer både forskjeller i energibehov og i hvor lett løsningene lar seg tilpasse eksisterende infrastruktur. For lokomotiver og enkelte spesialvogner er elektriske og hybride løsninger relativt modne, og de kan gi betydelige utslippsreduksjoner, særlig på elektrifiserte strekninger der de kan benytte strøm fra kjøreledning når de skal kjøre lengre distanser. Revisjons- og målevogner kan også egne seg for hybridisering, fordi de kan benytte elmotor til kran under arbeid for å slippe dieseldrevet tomgangskjøring med lav effekt. For lastetraktorer er situasjonen mer umoden, og det finnes foreløpig ingen fullgode nullutslippsalternativer, selv om delvis elektrifisering fremstår som et mulig utviklingsspor. For tunge maskiner som høytjellsfresere gir dagens elektriske eller hybride løsninger gir ikke tilstrekkelig kapasitet [8]. Disse må derfor fortsatt drives med diesel.

Det pågår internasjonalt utviklingsarbeid, blant annet i Sveits og Østerrike, der jernbaneselskaper og produsenter samarbeider om hybride løsninger. Likevel er maskinene så spesialiserte at det er vanskelig å oppnå industrielle skalafordeler, selv i markeder med høy aktivitet. Utviklingen synes i stor grad å være drevet av politiske prioriteringer nasjonalt og på EU-nivå, og det er tegn til at denne støtten kan bli mindre fremover. Samtidig kan ikke løsninger fra bilsektoren overføres direkte, ettersom jernbanens arbeidsmaskiner har helt andre krav til ytelse, driftssikkerhet og funksjonalitet. Teknologien må derfor utvikles særskilt for hver maskintype og tilpasses de spesifikke driftsforholdene. For Norge, med krevende klimatiske og topografiske forhold, vil behovet for tilpasninger være betydelig.

Samlet sett innebærer dette at vi vurderer at elektrifisering av skinnegående arbeidsmaskiner ligger på et vesentlig lavere teknologisk modenhetsnivå enn hva som er tilfellet for veigående kjøretøy, særlig personbiler. Konsekvensen er at den operative ytelsen til hybride og helelektriske løsninger fortsatt er usikker, samtidig som kostnadene trolig vil være høye.

Eierskap og organisering av maskinparken påvirker også mulighetene for utslippsreduksjon. En betydelig del av kjøretøyene eies av entreprenører og utleieselskaper, noe som innebærer at beslutninger om investeringer tas av flere aktører med ulike insentiver. Dette kan redusere omstillingstakten og gjøre standardisering vanskeligere. Gitt denne strukturen vil virkemidler for teknologiutvikling og innovasjon være krav i anskaffelser og kontrakter.

Samlet sett er barrierene mot reduserte utslipp fra arbeidsmaskiner betydelige og sammensatte.

2.2.4 Maskiner til bruk på godsterminaler

Den finnes 13 operative kombiterminaler med ordinær drift, og Bane NOR eier 12 av dem. Driften av terminalene er organisert slik at hver operatør stiller med eget terminalutstyr og personell. På mange terminaler opererer flere togoperatører parallelt, som hver håndterer sitt gods med egne ressurser. I andre europeiske land er det mer vanlig at én aktør drifter hele terminalen og betjener alle operatører. Den norske modellen innebærer derfor behov for deling av arealer, ressurser og lokaler, noe som kan gi opphav til koordineringsutfordringer og konflikter. Samtidig kan effektiv terminaldrift utgjøre et konkurransefortrinn for operatørene [18].

Bane NOR har det overordnede ansvaret for terminalene, inkludert faste tekniske installasjoner som strømtilkobling og eventuelle felles drivstoffanlegg. Operatørene har ansvar for eget maskineri og valg av energibærer. Utslipp fra terminaldrift bestemmes dermed i stor grad av operatørenes teknologi og investeringer, innenfor rammene som Bane NOR tilrettelegger for.

I dag benyttes i hovedsak dieselbasert terminalutstyr, og utslippene stammer særlig fra skiftelokomotiver, reachstackere (løfteutstyr for containere), stortrucker, hjullastere, interne kjøretøy og aggregater for kjølecontainere. Selv om det er krav om at kjølecontainere skal kobles til strøm på terminalene, etterleves dette ikke alltid, og kapasiteten på strømtilkobling er begrenset ved flere terminaler. Som følge av dette benyttes ofte dieselaggregater til kjøling mens containerne står på terminalene (personlig kommunikasjon). Bane NOR er imidlertid i gang med å etablere løsninger for strøm til slike termoaggregater.

Elektrifisering av terminalene er samtidig i gang. Bane NOR har en ambisjon om utslippsfri terminaldrift innen 2030, selv om dette vurderes som krevende å realisere på flere terminaler. Godsterminalen på Nygårdstangen i Bergen, åpnet i 2023, er et eksempel på en terminal hvor det er lagt til rette for tilnærmet utslippsfri drift. Terminalen trafikkeres av elektriske tog, og det er tilrettelagt for elektrisk løfteutstyr, strøm til kjølecontainere og energiforsyning fra fjernvarme og solceller. Samtidig er ikke alt terminalutstyr elektrifisert. Elektrifisering av tungt terminalutstyr har vært krevende, blant annet på grunn av behovet for høy effekt ved lading. Mens mindre kjøretøy i noen grad er elektrifisert, brukes fortsatt fossilt drivstoff i større maskiner som reachstackere. For å håndtere effektbehovet har Bane NOR testet løsninger med batteribaserte ladecontainere som kan levere ekstra kapasitet ved lading.

Det antas å være et potensial for mer effektiv terminaldrift, blant annet ved å legge til rette for en modell med én terminaloperatør per terminal. En slik modell kan redusere behovet for både utstyr og bemanning [18]. I oppdragsbrevet for 2026 er Bane NOR derfor bedt om å vurdere driftsmodellen på godsterminalene med sikte på å effektivisere driften og forbedre rammevilkårene for godssektoren. Rapporten skal leveres innen 15. november 2026 [19]. En mer effektiv driftsmodell kan også gjøre det enklere å gjennomføre tiltak for å redusere klimagassutslipp fra terminaldriften.

2.2.5 Skiftelokomotiv

Det finnes i dag ikke en samlet oversikt i norske rapporter over antall skiftelokomotiv på norske godsterminaler. Ifølge Railfan Europe [20] hadde CargoNet 17 dieseldrevne skiftelokomotiv. Bane NOR hadde i 2021 ifølge mulighetsstudien 2 skiftelokomotiv [8], mens Grenland Rail ifølge Wikipedia hadde 6 skiftelokomotiv [21]. OnRail benytter delvis hybridlokomotiver til skiftekjøring på terminalene, se for eksempel [22]. For vårt anslag over utslipp fra skiftelokomotiv legger vi på denne bakgrunn til grunn at det er i størrelsesorden 25 skiftelokomotiver som brukes ved godsterminaler i Norge. Skiftelokomotivene benyttes til å flytte vogner inn til terminalene og til intern rangering. På de fleste terminaler er det ikke kontaktledning i skifteområdene, fordi kontaktledning ofte kommer i konflikt med kraner og annet lasteutstyr.

Driften av skiftelokomotiv er en viktig kilde til klimagassutslipp fra terminalene. Lokomotivene opererer i et driftsmønster preget av lav hastighet, hyppige stopp og akselerasjoner og mye tomgangskjøring som i sum bidrar til høyt energiforbruk. Et stort antall av lokomotivene er diesel-elektriske, hvor en dieselmotor driver en generator som forsyner elektriske motorer. Denne tekniske løsningen innebærer at selve fremdriften allerede er elektrisk, noe som gjør lokomotivene prinsipielt godt egnet for elektrifisering (Andreassen, Nilsen & Hanssen, 2023). En del lokomotiv har imidlertid diesel-hydraulisk framdrift.

En amerikansk studie [23] indikerer et gjennomsnittlig dieselforbruk for et skiftelokomotiv på 30-40 liter per time i gjennomsnitt over et år. Med en antatt brukstid på 1 000 til 2 000 timer per år for norske skiftelokomotiv, kan hvert skiftelokomotiv i Norge med det anslås å gi et årlig utslipp på i størrelsesorden 100-150 tonn. Et usikkert anslag for årlige CO₂-utslipp fra 25 skiftelokomotiv vil være omtrent 3 000 tonn.

Elektrifisering av skifteoperasjoner kan skje på to hovedmåter: enten ved bruk av batteridrevne skiftelokomotiv eller ved å ta i bruk kontaktledning på terminalene slik at ordinære elektriske lokomotiv kan utføre arbeidet. Terminalområder er som regel flate, og energibehovet er i stor grad knyttet til akselerasjon av vogner, noe som gir gode forutsetninger for elektriske løsninger og energigjenvinning ved bremsing.

Samtidig stiller kontinuerlig drift krav til høy tilgjengelig effekt, noe som kan innebære behov for omfattende ladeinfrastruktur, hurtiglading eller batteribytte ved batteridrift.

Bruk av kontaktledning og ordinære elektriske trekk-lokomotiv på terminalområdet kan i enkelte tilfeller eliminere behovet for egne skiftelokomotiv. En slik løsning er fra 2023 gjennomført på Nygårdstangen godsterminal i Bergen, hvor godstogene kjøres direkte inn på terminalområdet og hovedlokomotivet benyttes til å plassere og hente vogner. En slik løsning medfører kostnader til kontaktledning, men kan også gi noe reduserte personellkostnader, sammenlignet med bruk av egne skiftelokomotiv. Full elektrifisering på denne måten er imidlertid så langt ikke realisert på andre norske terminaler enn Nygårdstangen. Elektrifiseringen av Nygårdstangen ble gjennomført som del av en omfattende ombygging og utvidelse av terminalen, noe som har gjort det mulig å implementere en helhetlig løsning.

På eksisterende terminaler uten tilsvarende ombygging vil en slik full elektrifisering normalt være mer krevende å realisere fordi kontaktledningen vil komme i konflikt med bruken av kraner og annet terminalutstyr. Selv på terminaler hvor det nå (2026) foregår omfattende modernisering, som på Alnabru, er skifteoperasjonene fortsatt i hovedsak dieselbasert av denne grunn.

Siden skiftelokomotivene sjelden skal kjøre langt, de har mye tomgangskjøring og har høyt effektbehov vurderer vi fullelektrifisering i utgangspunktet som mer hensiktsmessig enn hybride løsninger.

Der kontaktledning på terminalområdet ikke er hensiktsmessig, fremstår batteridrevne skiftelokomotiv som et aktuelt alternativ. Slike løsninger innebærer investeringskostnader og reiser spørsmål knyttet til ladeinfrastruktur, effektbehov og batterikapasitet. Valg av løsning må vurderes konkret for hver terminal, med avveining mellom utslippsreduksjoner, kostnader og driftsmessig robusthet. I Teknologirapporten til Jernbanens godsstrategi [24] drøftes videre godsvogner med egen framdrift som et alternativ til skiftelokomotiv. Ifølge den rapporten foregår det teknologiutvikling på dette området i andre land, men teknologien vurderes ikke som moden for kommersialisering i større skala. Kostnadene vurderes som høye i dag.

I denne sammenheng er det også relevant å se elektrifisering av skiftelokomotiv i sammenheng med andre tiltak på terminalene, som tilrettelegging for elektriske lastebiler og innføring av elektrisk terminalutstyr (for eksempel trucker og containerhåndteringsmaskiner), der felles ladeinfrastruktur kan gi synergier og begrense kostnader.

Hvilke ladeløsninger som er mest egnet, vil variere med terminalstørrelse, lokal strømtilgang i nettet og utviklingen av lade/batteriteknologien. Batterikapasiteter og hurtigladeteknologier er under løpende utvikling og forbedres år for år. Kostnader, sikkerhet for teknologiske løsninger og operasjonell robusthet vil være styrende.

Bestanden av skiftelokomotiv er i hovedsak fra 1990-tallet, med en gjennomsnittsalder på rundt 30 år. Dette tilsier et reinvesteringsbehov innen relativt kort tid, og gjør innfasing av nullutslippsløsninger særlig aktuelt.

2.2.6 Biogass

Biogass er en fornybar energikilde produsert fra biologisk avfall som matrester, husdyrgjødsel og slam. På lik linje med annet biodrivstoff regnes biogass som nullutslipp ved forbrenning. I motsetning til flytende biodrivstoff finnes det ingen omsetningskrav for biogass, og økt bruk av biogass vil derfor redusere utslipp i det norske klimagassregnskapet når det erstatter fossilt drivstoff.

Biogass kan ha bærekraftsutfordringer. Biogass fra avanserte råstoff regnes for å gi stor reduksjon av klimagassutslipp over livsløpet sammenliknet med fossile drivstoff, men den globale klimaeffekten vil variere

med valg av råstoff. Biogass basert på avfall og restressurser gir gjennomgående høyere global klimaeffekt, mens bruk av dyrkede biomasser eller andre råstoff kan gi lavere klimaeffekt [25].

Biogass solgt i Norge er i utgangspunktet ikke omfattet av EUs bærekraftskriterier. Norge har implementert bærekraftskriteriene i norsk regelverk gjennom produktforskriftens kapittel 3, noe som innebærer at de skal oppfylles for biodrivstoff som brukes til å oppfylle omsetningskravet. Siden biogass ikke er omfattet av omsetningskravet må det heller ikke oppfylle bærekraftskriteriene [25]. Foretak som får støtte fra Enova til produksjon av biogass må imidlertid sørge for at biogassen som produseres oppfyller bærekraftskriteriene i produktforskriften [25, 26].

Biogass kan også medføre andre utslipp og miljøpåvirkninger [3]. Kjøretøy og maskiner som benytter biogass har for eksempel utslipp av partikler og NO_x, men nivåene er normalt vesentlig lavere enn for dieselmotorer. Hvor stor reduksjon som oppnås avhenger av motorteknologi [27, 28].

Biogass kan erstatte naturgass, diesel og i noen tilfeller bensin [25]. Den kan brukes i motorer som er bygget for gassdrift, og enkelte bensin- og dieselmotorer kan bygges om [29, 27]. Bruk av biogass forutsetter imidlertid tilgang til egen infrastruktur for distribusjon og fylling.

Biogass brukes ikke til togfremføring i Norge i dag, og det foreligger ingen planer om å ta det i bruk. I prosjektet NULLFIB ble biogass vurdert, men forkastet som hovedløsning på grunn av begrenset teknologisk modenhet, manglende kompatibilitet med jernbaneteknologi, høye kostnader, behov for ny infrastruktur og betydelige sikkerhetsutfordringer, særlig i tunneler [30]. I KVV GREEN ble biogass også avvist tidlig fordi løsningen ikke tilfredstilte kravet om standardisering, blant annet på grunn av manglende europeisk interesse og risiko for at Norge ville bli eneste bruker [4].

Det er heller ingen kjente planer om bruk av biogass i anleggsmaskiner eller terminalmaskiner i jernbanesektoren. Miljødirektoratet har vurdert biogass i flere tiltak, men ikke i klimatiltakene som omhandler jernbanesektoren [1].

Tilgangen på norskprodusert biogass er i dag begrenset, og import kan gi risiko for dobbelttelling i utslippsregnskapet dersom sertifikatbasert biogass importeres via rørgassnett [31]. Selv om potensialet for økt produksjon er betydelig, er det likevel begrenset sammenlignet med energibehovet i transportsektoren. Pris er også en barriere: flytende biogass (LBG) koster mer enn det dobbelte av flytende naturgass (LNG) med dagens CO₂-avgift [32].

Det finnes flere virkemidler som skal stimulere til økt produksjon og bruk av biogass, blant annet investeringsstøtte fra Enova og Bionova, CO₂-avgift, fritak for veibruksavgift samt støtteordninger for levering av husdyrgjødsel. Kommuner kan fra 2025 stille krav om nullutslipp eller biogass på bygge- og anleggsplasser [2]. I tillegg er det krav og føringer i offentlige anskaffelser som kan fremme bruk av biogass, herunder kravet om at klima- og miljøhensyn skal vektas med minimum 30 % i offentlige anskaffelser. Virkemidlene er imidlertid i liten grad rettet spesifikt mot jernbanesektoren.

2.3 Forventet utvikling uten nye virkemidler

Utslippseffekten og kostnadene ved tiltakene vurderes opp mot en referansebane (nullalternativ). I denne utredningen er referansebanen definert som forventet utvikling i utslipp gitt dagens virkemiddelbruk.

Det er krevende å anslå denne utviklingen, både for enkeltsegmenter og samlet. For flere av tiltakene mangler det informasjon om planlagt fornyelse av materiell, og det er betydelig usikkerhet knyttet til teknologiutvikling og kostnader.

I dette kapitlet beskriver vi den overordnede utslippsutviklingen frem mot 2040. Den spesifikke referansebanen som hvert tiltak vurderes opp mot, er nærmere beskrevet for hvert av tiltakene i Vedlegg 2.

Togfremføring

I KVV Green ble det etablert et referansealternativ med bimodale kjøretøy (diesel og kontaktledning), der diesel benyttes på ikke-elektrifiserte strekninger. Basert på togtilbudet og forutsetninger i energisimuleringene (inkludert om lag 40 prosent økning i godstrafikken), ble utslippene fra togfremføring anslått til om lag 70 000 tonn CO₂-ekvivalenter i både 2030 og 2050 [4].

Beregningene tok utgangspunkt i omsetningskravet for biodrivstoff i 2023 (10 volumprosent). Kravet er senere økt til 11 prosent fra 2026 og 12 prosent fra 2027, noe som isolert sett bidrar til noe lavere utslippsintensitet.

Det forventes at mesteparten av utslippsveksten vil komme fra godstrafikken. Framskrivinger fra TØI viser en vekst i transportarbeidet på jernbane på henholdsvis om lag 35 prosent inkludert malm og 46 prosent ekskludert malm i perioden 2020-2060 [33]. Også Jernbanedirektoratets godsstrategi peker på økende etterspørsel etter jernbanetransport i årene fremover [18]. Den forventede vekstraten på Nordlandsbanen, som er den største dieselrelasjonen, er imidlertid lavere enn for de øvrige transportrelasjonene [34].

Det er ikke etablert en detaljert referansebane frem mot 2040. Vi legger likevel til grunn at økt transportarbeid, særlig for godstog, vil kunne gi noe økte utslipp gitt dagens virkemiddelbruk. For persontog forventes en svakere økning.

Anleggsmaskiner og terminalmaskiner

Utslippene fra anleggsmaskiner påvirkes i stor grad av aktivitetsnivået innen drift, vedlikehold og fornyelse. I NTP 2025–2036 legges det opp til økte bevilgninger til vedlikehold og fornyelse, noe som isolert sett tilsier økte utslipp.

Deler av maskinparken, særlig skinnegående maskiner, er aldrende og vil gradvis bli erstattet. Samtidig har investeringer de senere årene i hovedsak vært basert på dieseldrift, og teknologiskiftet mot utslippsfrie løsninger har i begrenset grad nådd denne delen av sektoren.

For hjulgående maskiner (anleggsmaskiner og lastebiler) skjer teknologiutviklingen raskere, blant annet drevet av utviklingen i bygg- og anleggssektoren. Likevel er utbredelsen av utslippsfrie løsninger i dag i stor grad avhengig av støtteordninger, og slike virkemidler er i liten grad rettet mot jernbanemaskiner.

Med dagens virkemiddelbruk legger vi derfor til grunn at fornyelse av maskinparken i stor grad vil skje med fossile løsninger, om enn med noe mer effektive maskiner. Samtidig vil innblanding av biodrivstoff bidra til å dempe utslippsveksten noe.

Heller ikke for anleggsmaskiner er det etablert en detaljert referansebane frem mot 2040, men vi forventer at utslippene vil kunne øke noe, drevet av økt aktivitet og begrenset teknologiomlegging.

Elektrifiseringen av terminalmaskiner er allerede i gang og forventes å fortsette i referansebanen, noe som isolert sett trekker utslippene ned. Samtidig vil økt godstrafikk kunne gi høyere aktivitet i terminaldriften og dermed økte utslipp. Samlet vurderes utslippene å holde seg om lag på dagens nivå, eventuelt noe høyere.

Skiftelokomotiv

I årene framover vil eksisterende skiftelokomotiv skiftes ut. Uten nye virkemidler vil også nye skiftelokomotiv trolig være dieseldrevet, siden kostnadene ved dieselbaserte skiftelokomotiv trolig fortsatt vil være lavere enn ved elektriske løsninger. Siden skiftelokomotivene eies/leies av private aktører i et konkurransepreget

godsmarked, vil kostnadene veie tungt når nye skiftelokomotiv skal anskaffes. Energibruken per lokomotiv vil likevel kunne gå ned som følge av bedre tilpasning av lokomotivdesign til oppgavene og økt energieffektivitet. Økte godsvolumer kan imidlertid trekke utslippene opp. Samlet sett forventes små endringer i CO₂-utslippene fra skiftelokomotiv framover uten ny virkemiddelbruk.

3 Samlet vurdering

Analysen viser at det samlede utslippsreduksjonspotensialet fra identifiserte tiltak er begrenset, og at det ikke finnes tiltak som kombinerer høy effekt og lav kostnad.

I dette kapitlet gis en samlet vurdering av de identifiserte tiltakene. Først redegjøres det for hvilke tiltak som er inkludert i analysen (kap. 3.1). Deretter gis en samlet vurdering av tiltakene (kap. 3.2). Til slutt peker vi på aktuelle virkemidler for å utløse tiltakene (kap. 3.3). For detaljerte vurderinger av hvert enkelt tiltak viser vi til vedlegg 2.

3.1 Hvilke tiltak er relevante?

Tiltak er i denne sammenhengen de konkrete fysiske handlingene som aktører (bedrifter, husholdninger og statlige og kommunale virksomheter) kan gjennomføre for å redusere klimagassutslipp. Eksempler på tiltak kan være å implementere nye teknologiske løsninger, bytte av energibærer eller energieffektivisering. *Virkemidler* er styringsverktøyene myndighetene kan bruke for å utløse tiltakene. Dette kan f.eks. være økonomiske insentiver som avgifter og støtteordninger, reguleringer som krav og forbud, etats- og eierstyring eller informasjon. Mens tiltak beskriver hva som faktisk reduserer utslipp, beskriver virkemidler hvordan myndighetene påvirker aktører til å gjennomføre disse tiltakene.

Avgrensningene for oppdraget (jf. kap. 1.3) innebærer at flere sentrale tiltak for utslippsreduksjoner fra jernbanesektoren ikke er utredet. Dette gjelder blant annet elektrifisering av gjenværende dieselstrekningene på jernbanen, elektrifisering av veigående kjøretøy og ordinære anleggsmaskiner brukt i drift og vedlikehold, samt økt bruk av flytende biodrivstoff (for eksempel gjennom økte omsetningskrav). Tiltakene som er vurdert må derfor ses i sammenheng med andre relevante utredninger og tiltaksanalyser, både innen jernbanesektoren og i øvrige sektorer.

På bakgrunn av intervjuer/samtaler med aktører og eksperter, samt dokumentkartlegging, har vi identifisert følgende tiltak innenfor oppdragets rammer som kan være aktuelle for å redusere utslipp fra jernbanesektoren:

- Hel- eller delelektrifisering av skinnegående arbeidsmaskiner
- Hel- eller delelektrifisering av skiftelokomotiver
- Hel- eller delelektrifisering av terminalmaskiner
- Elektrifisering av kjøleaggregat på containere på vogner
- Mer energieffektiv togfremføring
- Mer effektiv planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen
- Overgang til biogass for arbeidsmaskiner og terminalmaskiner
- Fornøyelse av lokomotivflåten for gods (diesel)

Tiltakene er nærmere beskrevet og vurdert i vedlegg 2, som inneholder tiltaksbeskrivelser for hvert av tiltakene. I neste avsnitt gis en samlet vurdering av tiltakene basert på disse tiltaksbeskrivelsene.

3.2 Vurdering av tiltakene

Analysen viser at det samlede utslippsreduksjonspotensialet fra de kartlagte tiltakene er begrenset. Alle tiltak, med unntak av ett, er vurdert til å ha et *lavt* utslippsreduksjonspotensial, mens ett tiltak er vurdert til å ha et *lavt til middels* potensial. Til tross for lavt potensial kan enkelte tiltak ha lav eller middels tiltakskostnad, men vurderingen av tiltakskostnad er beheftet med stor usikkerhet. Flere teknologitiltak er preget av høy kostnad og betydelig usikkerhet. Dette skyldes blant annet at elektriske løsninger for en rekke maskiner som brukes i drift og vedlikehold i begrenset grad utprøvd i praktisk drift. Eksempelvis kjenner vi bare til

ombyggingspiloten for en elektrisk lastetraktor [17], og ikke til informasjon om at denne er satt i drift på jernbanen.

Som følge av den store usikkerheten vil det være behov for nærmere utredning av konsekvenser for eventuelle nye eller forsterkede virkemidler innføres.

Tabell 3-1 sammenstiller tiltakene som er vurdert i denne utredningen. Tabellen viser anslått årlig utslippsreduksjon på kort/mellomlang sikt, anslått tiltakskostnad, vurdering av usikkerhet, gjennomførbarhet, tidshorisont samt de viktigste barrierene for at tiltaket kan utløses. Som tabellen viser, er utslippsreduksjonspotensialet og tiltakskostnadene i liten grad kvantifisert. Dette skyldes begrenset datagrunnlag, samt at det innenfor rammene av oppdraget ikke har vært tid eller ressurser til å innhente ytterligere data. Det manglende datagrunnlaget innebærer at vurderingene i mange tilfeller er beheftet med betydelig usikkerhet. Det vises til vedlegg 2 for en nærmere redegjørelse for usikkerheten i anslagene for det enkelte tiltak.

Under følger en nærmere forklaring til hver enkelt kolonne i tabellen.

Forklaring til tabellen

Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt

Årlig reduksjonspotensial viser til et *teknisk potensial* for utslippsreduksjoner dersom tiltaket gjennomføres i sin helhet. Det tekniske potensialet tar ikke hensyn til økonomiske, tekniske eller praktiske barrierer. I de fleste tilfeller vil derfor det realistiske potensialet for utslippsreduksjoner være lavere.

Vi har for samtlige tiltak vurdert datagrunnlaget som utilstrekkelig for å kvantifisere potensialet for utslippsreduksjoner. Vi har derfor valgt å kategorisere potensialet kvalitativt som enten *lavt*, *middels* eller *høyt*, basert på tilgjengelig informasjon og faglig skjønn. For å gi en pekepinn på hvilken størrelsesorden dette tilsvarer har vi likevel valgt å indikere et kvantitativt reduksjonspotensial for de tre kategoriene:

- *Lav* innebærer et anslått reduksjonspotensial på under om lag 5 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år.
- *Middels* innebærer et reduksjonspotensial på mellom om lag 5 000 og 10 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år.
- *Høy* innebærer et reduksjonspotensial på over om lag 10 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år.

Vurderingene gjelder på kort og mellomlang sikt, som i denne utredningen tilsvarer perioden frem mot 2040.

Vi understreker nok en gang at anslagene er usikre og at tallene må ses på som indikative.

Tiltakskostnad

Tiltakskostnaden uttrykker den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden per tonn redusert CO₂-ekvivalent. Som følge av begrenset datagrunnlag er tiltakskostnadene ikke kvantifisert. I stedet er de vurdert kvalitativt og kategorisert som lave, middels eller høye.

For å gjøre vurderingene mer sammenlignbare har vi likevel indikert omtrentlige kostnadsintervaller for hver kategori:

- *Lav*: under 2 000 kr per tonn CO₂-ekvivalenter.
- *Middels*: 2 000–5 000 kr per tonn CO₂-ekvivalenter.
- *Høy*: over 5 000 kr per tonn CO₂-ekvivalenter.

Anslagene er usikre og bygger på grove anslag for merkostnader ved elektriske løsninger og antatte utslippsreduksjoner for de ulike kjøretøygruppen. Tallene må derfor ses på som indikative.

Inndelingen er basert på nivåer benyttet i nyere tiltaksanalyser, men er tilpasset transportsektoren, hvor tiltak ofte har relativt høye kostnader. I Klimakur 2030 ble tiltak eksempelvis gruppert i intervallene under 500 kroner/tonn, 500-1500 kroner/tonn og over 1500 kroner/tonn [35]. Samtidig viser nyere analyser fra Miljødirektoratet at transporttiltak kan ha betydelig høyere kostnader, med et spenn fra om lag 1 000 til over 30 000 kr per tonn CO₂-ekvivalenter. Seks av tiltakene i Miljødirektoratets siste klimatiltaksrapport er plassert i kostnadsområdet 1 000-2 500 kroner per tonn, fire tiltak er plassert mellom 2 000 og 5 000 kroner per tonn mens fire tiltak har en tiltakskostnad over 5 000 kroner per tonn [36]. På bakgrunn av dette er intervallene under 2 000, 2 000–5 000 og over 5 000 kr per tonn vurdert som hensiktsmessige for å skille mellom relative kostnadsnivåer innenfor transportsektoren.

Tiltakskostnader kan sees i sammenheng med Finansdepartementets karbonprisbaner som skal benyttes i samfunnsøkonomiske analyser. For 2026 har Finansdepartementet for utslipp under innsatsfordelingen fastsatt en karbonpris på 1 639 kr per tonn CO₂-ekvivalenter i 2026 som gradvis økes til 3 475 kr per tonn i 2040. Sammenliknet med våre kostnadsnivåer kan dette indikere at tiltak i kategorien «lav» (under 2 000 kr/tonn) i stor grad vil være kostnadseffektive allerede i dag, mens tiltak i kategorien «middels» (2 000–5 000 kr/tonn) i økende grad kan bli kostnadseffektive etter hvert som karbonprisen stiger. Tiltak i kategorien «høy» (over 5 000 kr/tonn) ligge over forventet karbonprisinivå også i 2040 og vil trolig ikke være samfunnsøkonomisk lønnsomme på mellomlang sikt.

Samtidig er våre anslag på tiltakskostnader usikre og basert på grove vurderinger. Det innebærer at sammenligningen med karbonprisbanen må tolkes med varsomhet, og ikke gir et entydig grunnlag for å fastslå om tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomme eller ikke. Sammenstillingen bør derfor primært forstås som en indikasjon på relative kostnadsnivåer og hvordan kostnadseffektiviteten kan utvikle seg over tid.

Usikkerhet

Usikkerheten er klassifisert som lav, middels eller høy, basert på:

- tilgjengelig datagrunnlag om utslipp og kostnader
- usikkerhet knyttet til teknologimodenhet og teknologiens anvendbarhet til arbeidsoppgavene
- usikkerhet knyttet til utvikling i kostnader og rammebetingelser

Gjennomførbarhet

Gjennomførbarheten er klassifisert som lav, middels eller høy, basert på i hvilken grad tiltaket vurderes som teknisk og praktisk mulig å gjennomføre.

Vurderingen tar blant annet hensyn til:

- teknologisk modenhet
- behov for infrastruktur eller tilpasninger
- grad av avhengighet av nye virkemidler eller aktørsamarbeid

Tiltak med behov for betydelige investeringer eller strukturelle endringer er gjennomgående vurdert som mindre gjennomførbare enn tiltak som kan implementeres innenfor eksisterende rammer.

Tidshorisont

Tidshorisonten angir når tiltaket realistisk kan implementeres og gi effekt.

I denne utredningen er det lagt til grunn to kategorier:

- Kort sikt: tiltak som kan gi effekt innen om lag 5 år
- Mellomlang sikt: tiltak som forventes å få effekt i perioden 2030–2040

Viktigste barrierer

Kolonnen gir en oversikt over de viktigste barrierene for gjennomføring av tiltaket.

Barrierene kan være av økonomisk, teknologisk eller organisatorisk karakter, og kan for eksempel omfatte:

- høye investeringskostnader
- manglende teknologimodenhet
- behov for kraftige virkemidler eller virkemidler som av ulike grunner vil være krevende å innføre
- koordinering mellom aktører

Tabell 3-1 Oppsummering av tiltaksvurderingene fra Vedlegg 2

Tiltak	Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Hel- eller delelektrifisering av skinnegående arbeidsmaskiner	Vurdert som lavt	Vurdert som høy, avhenger av maskintype.	Middels/høy	Lav/middels	Mellomlang	Operative krav, driftspålitelighet Investeringskostnader. Ladetilgang.
Hel eller delelektrifisering av skifte-lokomotiver på godsterminaler	Vurdert som lavt	Vurderes som lav til middels	Middels	Middels/høy	Kort/mellomlang	Operative krav, driftspålitelighet. Behov for effekt og ladeinfrastruktur på terminalene.
Hel- eller delelektrifisering av terminalmaskiner	Vurdert som lavt	Vurdert som middels til høy	Middels	Middels	Kort til mellomlang, avhengig av maskintype	Investeringskostnader Driftsstruktur på godsterminalene Behov for effekt og ladeinfrastruktur på terminalene
Elektrifisering av kjøleaggregat på containere på vogner	Ikke vurdert	Ikke vurdert	Ikke vurdert	Middels til høy	Kort/mellomlang	Investeringskostnader Mange aktører
Mer energieffektiv togfremføring	Vurdert som lavt	Vurdert som lav til middels	Høy	Middels	Kort til mellomlang	Tekniske begrensninger Driftsmessige hensyn Organisatoriske barrierer
Mer effektiv planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen	Vurdert som lavt	Vurdert som lav	Lav	Høy	Kort/mellomlang	Andre driftshensyn
Overgang til biogass på arbeidsmaskiner og terminalmaskiner	Vurdert som lavt til middels	Vurdert som høy	Høy	Lav til middels	Kort/mellomlang	Pris Behov for infrastruktur Tilgjengelighet
Fornyelse av lokomotivflåten for gods (diesel)	Vurdert som lavt	Vurdert som middels til høy	Middels	Middels	Mellomlang	Høye investeringskostnader Lav lønnsomhet i bransjen

Tiltak som peker seg ut med relativt stor utslippseffekt og lav kostnad

Sammenstillingen av tiltak i Tabell 3-1 viser at ingen av tiltakene er vurdert til å ha et høyt utslippsreduksjonspotensial på kort eller mellomlang sikt. Alle tiltak, med unntak av ett, er vurdert til å ha lavt potensial (under om lag 5 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år), mens ett tiltak – overgang til biogass for arbeidsmaskiner – er vurdert til å ha et lavt til middels potensial (dvs. mellom om lag 5 000 og 10 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år). Dette tiltaket er imidlertid også vurdert til å ha høy tiltakskostnad og lav til middels gjennomførbarhet.

Når man vurderer tiltakene samlet, fremstår det derfor som at det ikke finnes tiltak som kombinerer både høy utslippseffekt og lav tiltakskostnad. Dette skiller jernbanesektoren fra flere andre deler av transportsektoren, hvor det finnes tiltak med både betydelig utslippsreduksjonspotensial og relativt lave kostnader.

Blant de vurderte tiltakene er det likevel noen som peker seg ut som relativt mer kostnadseffektive enn de øvrige. Dette gjelder:

- hel- eller delelektrifisering av skiftelokomotiver på godsterminaler
- mer effektiv planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen
- mer energieffektiv togfremføring

Felles for disse tiltakene er at de enten har lave eller lave til middels tiltakskostnader, kombinert med moderat eller relativt høy gjennomførbarhet. Samtidig er utslippsreduksjonspotensialet for disse tiltakene begrenset. Dette skyldes i stor grad at de retter seg mot deler av sektoren med relativt små utslipp, eller at de baserer seg på effektivisering av allerede relativt energieffektive operasjoner.

Driftstiltakene – mer energieffektiv togfremføring og mer effektiv planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen – skiller seg ut ved at de har lave kostnader og få teknologiske barrierer. Disse tiltakene kan i stor grad gjennomføres innenfor eksisterende systemer og organisering, men gir samtidig begrensede utslippsreduksjoner fordi handlingsrommet for ytterligere effektivisering er relativt lite.

Elektrifisering av skiftelokomotiver fremstår som et tiltak med noe større potensial enn de øvrige lavkosttiltakene, samtidig som kostnadene er vurdert som moderate sammenlignet med andre elektrifiseringstiltak. Dette henger sammen med at skiftelokomotiver opererer innenfor avgrensede områder og har et driftsmønster som i utgangspunktet er godt egnet for elektrifisering. Samtidig er det fortsatt usikkerhet knyttet til valg av teknologisk løsning og krav til infrastruktur.

For de øvrige elektrifiseringstiltakene, særlig for arbeidsmaskiner og terminalmaskiner, er hovedbildet at både kostnader og usikkerhet er høyere, samtidig som utslipspotensialet fortsatt er begrenset. Dette skyldes i stor grad teknologiske og operasjonelle forhold, herunder høye effektbehov, krav til fleksibilitet og begrenset tilgang på modne nullutslippsløsninger.

Det er også viktig å fremheve at sammenligningen av tiltakene er beheftet med betydelig usikkerhet. For flere av tiltakene er både utslippsreduksjonspotensial og kostnader basert på grove anslag og faglig skjønn. Dette innebærer at rangeringen av tiltakene må tolkes med varsomhet, og at forskjeller mellom tiltakene ikke nødvendigvis er robuste.

Samlet sett tilsier analysen at det ikke finnes noen «lavthengende frukter» i form av tiltak som både gir store utslippsreduksjoner og har lave kostnader. De tiltakene som fremstår som mest attraktive, kjennetegnes i stedet av at de har relativt lave kostnader og er praktisk gjennomførbare, men samtidig gir begrensede utslippsreduksjoner. Dette understreker behovet for å vurdere tiltakene i jernbanesektoren i sammenheng med øvrige klimatiltak, både innen transportsektoren og på tvers av sektorer.

Til sammenlikning har f.eks. 14 av de 16 tiltakene innen transportsektoren som Miljødirektoratet har utredet i Klimatiltak i Norge-rapporten for 2026 en anslått utslippseffekt som er høyere enn 10 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år i 2035. 9 av de 16 tiltakene har en anslått utslippseffekt på over 50 000 tonn per år i 2035 og tiltaket med den høyeste anslåtte utslippseffekten har en anslått utslippseffekt i 2035 på 743 000 tonn [1]

3.3 Aktuelle virkemidler

I denne utredningen er hovedfokuset vurdering av tiltak. For at Jernbanedirektoratet og Samferdselsdepartementet skal kunne nyttiggjøre seg analysene i videre politikktutforming, er det samtidig relevant å se hvilke virkemidler som kan bidra til å utløse de identifiserte tiltakene, og hvordan

virkemiddelkostnaden kan variere. Vi gir derfor en overordnet omtale av aktuelle virkemidler på relevante forvaltningsnivåer, uten å gjennomføre fullstendige virkemiddelanalyser.

Analysen viser at det ikke finnes ett enkelt virkemiddel som kan utløse alle tiltakene på en kostnadseffektiv måte. Valg av virkemidler må tilpasses barrierene som kjennetegner de ulike tiltakene, herunder manglende prising av utslipp, høye investeringskostnader, teknologisk usikkerhet og organisatoriske forhold.

Samtidig er det ikke gitt at nye eller forsterkede virkemidler alltid er hensiktsmessige. Av hensyn til kostnadseffektivitet bør utslippsreduksjoner vurderes på tvers av sektorer, og klima må veies mot andre mål som effektiv ressursbruk, fremkommelighet, beredskap og konkurranseevne.

Generelle økonomiske virkemidler, særlig CO₂-avgiften, er sentrale fordi de gir fleksible og teknologinøytrale insentiver til å gjennomføre de mest lønnsomme tiltakene. Effekten er imidlertid begrenset for tiltak som er kapitalkrevende og risikofylte, slik flere tiltak i jernbanesektoren er. For slike tiltak vil det ofte være behov for supplerende virkemidler, som investeringsstøtte eller risikodeling.

Måltrettede virkemidler, som krav i offentlige anskaffelser, støtteordninger og styringssignaler, kan bidra til å utløse konkrete tiltak som ellers ikke blir gjennomført. Samtidig er de ofte mindre kostnadseffektive og stiller høye krav til utforming, blant annet for å sikre teknologinøytralitet og unngå unødvendig høye kostnader.

Virkemiddelbruken må også vurderes i lys av jernbanesektorens rammebetingelser, særlig i godstransporten hvor lønnsomheten er svak. Virkemidler som øker kostnadsnivået kan svekke konkurranseevnen og føre til overføring av transport til mer utslippsintensive transportformer, noe som kan gi negative samlede klimaeffekter.

Det finnes allerede en rekke virkemidler som påvirker utslippene fra jernbanesektoren. CO₂-avgiften er det viktigste generelle virkemiddelet, supplert av blant annet omsetningskrav for biodrivstoff og støtteordninger gjennom virkemiddelaktører som Enova. I tillegg kan krav i anskaffelser, eierstyring av Bane NOR og styringssignaler til Jernbanedirektoratet påvirke teknologi- og driftsvalg i sektoren.

Behovet for ytterligere virkemidler varierer mellom tiltakene og henger tett sammen med hvilke barrierer som er mest fremtredende. Tiltak med lave investeringskostnader og klare driftsbesparelser kan i stor grad utløses gjennom CO₂-prising, mens tiltak med høy kapitalbinding og teknologisk usikkerhet ofte krever investeringsstøtte eller andre former for risikodeling. For tiltak der barrierer er organisatoriske eller knyttet til koordinering, kan styringsvirkemidler og kontraktsutforming være særlig viktige.

Virkemidlene må også ses i sammenheng. Kombinasjoner av for eksempel CO₂-avgift og investeringsstøtte kan både gi langsiktige prissignaler og redusere investeringsbarrierer.

Et sentralt skille går mellom virkemidler innenfor og utenfor jernbanemyndighetenes ansvarsområde. Generelle virkemidler som CO₂-avgift og nasjonale støtteordninger ligger utenfor sektorens direkte kontroll, mens eierstyring, anskaffelser og tilrettelegging for infrastruktur er sentrale virkemidler innenfor sektorens handlingsrom.

4 Videre arbeid og kunnskapsbehov

Analysen viser både begrenset utslippspotensial og betydelig usikkerhet i kostnader og effekt for flere av tiltakene. Dette skyldes i hovedsak et begrenset datagrunnlag, varierende teknologisk modenhet og liten erfaring med null- og lavutslippsløsninger i deler av jernbanesektoren. Vurderingene av teknologisk modenhet og manglende erfaring bygger på dokumentgjennomgang, intervjuer med aktører i jernbanesektoren og faglige vurderinger basert på tilgjengelige pilotprosjekter, utredninger og rapporter. Samlet innebærer dette at videre arbeid er nødvendig for å etablere et mer robust beslutningsgrunnlag, dersom det er ønskelig å gå videre med tiltakene i denne utredningen.

For flere av tiltakene er det behov for et bedre kvantitativt grunnlag. Dette gjelder særlig utslippsnivået i enkelte delsegmenter, herunder for skiftelokomotiver og terminalmaskiner, hvor dagens anslag er usikre. Kunnskapen om faktiske investeringskostnader og driftskostnader for alternative teknologier er begrenset, noe som gjør det vanskelig å beregne tiltakskostnader.

Det er også behov for mer kunnskap om teknologisk gjennomførbarhet og operasjonell egnethet, særlig for tiltak knyttet til arbeidsmaskiner og andre spesialiserte kjøretøy. Her er den teknologiske modenheten fortsatt lav, og erfaringene fra pilotprosjekter er begrensede. Pilotering og demonstrasjonsprosjekter fremstår derfor som aktuelle virkemidler for å redusere usikkerhet og bygge opp erfaringsgrunnlag, før en eventuell større utrulling av løsninger.

For enkelte tiltak, særlig knyttet til terminaldrift og samordning av arbeidsoperasjoner, er barrierene i større grad organisatoriske enn teknologiske. Her er det behov for nærmere analyser av hvordan endringer i driftsmodeller, ansvarsdeling og kontraktsstruktur kan bidra til mer effektive løsninger. Dette gjelder blant annet vurderinger av terminalorganisering og muligheter for økt koordinering mellom aktører.

Videre er det behov for å vurdere tiltakene i en bredere sammenheng. Utslippsreduksjoner i jernbanesektoren må vurderes opp mot andre mål, som effektiv drift, punktlighet, beredskap og konkurranseevne for godstransport på bane. For enkelte tiltak kan det være behov for egne utredninger som analyserer slike avveininger nærmere.

Samlet sett tilsier dette at videre arbeid bør prioritere:

- forbedring av datagrunnlag for utslipp og kostnader
- pilotering og demonstrasjon av nye teknologiske løsninger
- analyser av organisatoriske og strukturelle barrierer
- vurdering av virkemidler og deres utforming

Dette vil bidra til et mer robust beslutningsgrunnlag for videre arbeid med klimatiltak i jernbanesektoren.

Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Klimatiltak i Norge 2026: Veivalg og utslippsbaner mot 2050,» 2026.
- [2] Klima- og miljødepartementet, «Regjeringens klimastatus og -plan for 2026. Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2025–2026).,» 2025.
- [3] Direktoratet for forvaltning og økonomistyring, «Drivstoffmatrise for tunge kjøretøy til vegtrafikk,» 2026.
- [4] Jernbanedirektoratet, «KVU GREEN: Utslippsreduksjoner i jernbanesektoren. Hovedrapport,» 2023.
- [5] SSB, «Utslipp til luft,» 2026.
- [6] Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Bane NOR SF og Nye Veier AS, «Godstransport 2050 - Utredning av klimagassutslipp fra godstransport – scenarioanalyser mot 2050,» 2024.
- [7] Jernbanedirektoratet, *Årsrapport 2024*, 2025.
- [8] Bane NOR, «Mulighetsstudie for å oppnå utslippsreduksjon fra arbeidsmaskiner i periodene frem til 2030 og 2050,» 2022.
- [9] Norske tog, «Oppgaver og visjon,» 2026.
- [10] Transportvirksomhetene, «NTP 2025-2036: oppdrag om godstransport,» 2023.
- [11] Vygruppen, «Års- og bærekraftsrapport 2025,» 2026.
- [12] Oslo Economics, «Kan godstrafikken på jernbanen reddes? En analyse av togets betydning og konsekvenser ved bortfall,» 2025.
- [13] KVU GREEN, «Behovsanalyse. Vedlegg 3.,» 2023.
- [14] KVU GREEN, «Underlagsinformasjon om arbeidsmaskiner - Vedlegg 3.3,» 2023.
- [15] KVU GREEN, «Grunnleggende informasjon om jernbanen og de ikke-elektrifiserte strekningene. Vedlegg 1,» 2023.
- [16] Jernbanedirektoratet, «Arbeidsmaskiner i KVU GREEN. Oppsummering av verksted,» 2023.
- [17] Bane NOR, «Ombygging av dieseldrevet lastetraktor til rent elektrisk kjøretøy,» Ikke angitt.
- [18] Jernbanedirektoratet, «Godsstrategi for jernbanen. Jernbanens rolle i transportsystemet i 2050-perspektiv,» 2026.
- [19] Samferdselsdepartementet, «Oppdragsbrev til Bane NOR SF for 2026,» 2025.

- [20] Railfaneurope. Database for jernbanemaskiner. , «http://www.railfaneurope.net/list/norway_cn.html,» Lastet ned 2. juni 2026. .
- [21] Wikipedia, «Grenland Rail. https://no.wikipedia.org/wiki/Grenland_Rail,» Lastet ned 8/6-2026.
- [22] mtlogistikk, «<https://www.mtlogistikk.no/fikk-fire-nye-lokomotiver-og-en-ny-rute/762068>,» Publisert 2023. Lastet ned 8/6-2026.
- [23] Argonne National Laboratory, «Total Cost of Ownership for Line Haul, Yard Switchers and Regional Passenger Locomotives - preliminary results.,» 2019.
- [24] Jernbanedirektoratet, «Delrapport 3 – Teknologi og innovasjon i godsstrategien,» 2025.
- [25] Miljødirektoratet, «Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass,» 2020.
- [26] Enova, «Vilkår for støtte til Biogass,» 2025.
- [27] F. Zenith, S. Møller-Holst, M. S. Thomassen, T. Myklebust, J. R. Tolchard, J. Hovland, T. W. Thomassen, B. Wittgens, J. Bustad, A. D. Landmark, R. Tschentscher og O. R. H. (. Register), «Analyse av alternative driftsformer for ikke-elektrifiserte baner,» Sintef, 2019.
- [28] R. Hagman, «Klima- og miljøvurdering av teknologi og drivstoff for tunge kjøretøy,» 2019.
- [29] Østfoldforskning, «Tilpasning av tyngre kjøretøy og anleggsmaskiner for drift med biogass,» Biogass Oslofjord, 2019.
- [30] Jernbanedirektoratet, «NULLFIB Sluttrapport,» 2019.
- [31] Miljødirektoratet, «S04 Overgang til biogass i sjøfarten,» 2026.
- [32] Miljødirektoratet, «T16 Alle nye lastebiler bruker nullutslippsteknologi eller biogass i 2030,» 2026.
- [33] TØI, «Framskrivinger for godstransport til NTP 2025-2036,» 2022.
- [34] Jernbanedirektoratet, «Framskrivning og tilbudskonsepter godstransport - Metodebeskrivelse.,» 2026.
- [35] Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, NVE og Enova, «Klimakur 2030. Tiltak og virkemidler mot 2030,» 2020.
- [36] Miljødirektoratet, «Klimatiltak i Norge. Samfunnsøkonomiske virkninger av klimatiltak,» 2026.
- [37] Norconsult, «Evaluerer av Ruters busstilbud vinteren 2024,» 2024.
- [38] Rail Safety and Standards Board, «Good Practice Guide - Reducing Emissions from Idling Diesel Train,» 2025.
- [39] Jernbanedirektoratet, «NULLFIB. Delrapport 2: Batteritog. Vedlegg C: Arbeidsmaskiner,» 2019.

Vedlegg 1: Anslag på samlede utslipp fra arbeidsmaskiner

Det foreligger ikke noe fullstendig regnskap over utslippene fra maskiner og kjøretøy som utfører drift og vedlikehold på jernbaneinfrastrukturen. I mulighetsstudien [8] ble det anslått at drift og vedlikehold samlet sto for ca. 20 000 tonn CO₂ i 2021. Vi har ved å kombinere Tabell 2 og Tabell 12 i Mulighetsstudien, kombinert med eget skjønn, forsøkt å anslå størrelsen på CO₂-utslippene fra maskinene som benyttes i drift- og vedlikehold på jernbanen, se Tabell 0-1.

Med disse forutsetningene får vi at utslippene fra skinnegående maskiner er 4 900 tonn og at kombinerte skinne- og veigående maskiner står for 6 900 tonn. Dette er ikke godt underbygde beregninger, men skjønnsmessige anslag gjennomført for å få et inntrykk av størrelsesordenen på de utslippene som analyseres videre i rapporten.

Beregningene er nærmere beskrevet etter tabellen.

Tabell 0-1 Anslåtte årlige CO₂-utslipp (tonn) i 2021 fra ulike kjøretøy/maskintyper innen drift og vedlikehold jernbane.

		Tonn CO ₂
1	I alt	19 900
2	Biler (alle typer) Bane NOR og Spordrift	3 300
3	Eget anslag biler øvrige leverandører	4 800
4 = (2) + (3)	Utslipp biler	8 100
5 = (1) - (4)	Utslipp sum arbeidsmaskiner	11 800
6	Bane NORs skinnegående maskiner	3 600
7	Eget anslag for skinnegående maskiner eid av andre	1 300
8 = (6) + (7)	Sum skinnegående maskiner	4 900
9 = (5) - (8)	Kombinerte skinne- og veigående maskiner (SVM)	6 900

NB: Utslipp fra maskiner og kjøretøy på jernbaneterminaler er ikke inkludert

Utslipp i alt (linje 1) er sum utslipp av CO₂ for drift og vedlikehold i Tabell 2 i [8].

Utslipp fra biler (alle typer) i (linje 2) er sum utslipp tjenestebiler (person- og varebiler) for drift og vedlikehold utført av Bane NOR drift og teknologi og av Spordrift i Tabell 2 i [8].

Eget anslag for utslipp fra biler fra øvrige leverandører (linje 3) er beregnet som 40,8 prosent av samlede utslipp ved drift og vedlikehold utført av øvrige leverandører fra Tabell 2 i [8]. Denne andelen er den samme som utslippene fra biler utgjorde i prosent av samlede utslipp fra Bane NOR og Spordrift i Tabell 2 i [8].

Sum utslipp fra person- vare- og lastebiler i linje 4 blir summen av utslippstallene i linje 2 og 3.

Utslipp fra sum arbeidsmaskiner i linje 5 blir differansen mellom utslipp i alt (linje 1) og utslippene fra biler i linje 4.

Utslippene fra Bane NORs skinnegående maskiner i linje 6 er tatt direkte fra Tabell 12 i [8].

Vi anslår skjønnsmessig at utslippene for skinnegående maskiner eid av andre enn Bane NOR (linje 7) er 35 prosent av utslippene fra slike maskiner eid av bane NOR i linje 6. Dette tilsvarer omtrent antall skinnegående maskiner hos Baneservice i Tabell i [14] i prosent av sum skinnegående maskiner hos Bane NOR basert på Tabell 3 i [8].

Summen av utslippene fra skinnegående maskiner i linje 8 blir summen av utslippene fra Bane NOR i linje 6 og fra andre aktører i linje 7.

Utslippene fra kombinerte skinne- og veigående maskiner i linje 9 framkommer som differansen mellom utslipp fra sum arbeidsmaskiner (linje 5) og utslipp fra sum skinnegående maskiner (linje 8).

Samlede utslipp fra drift og vedlikehold er i Jernbanedirektoratets årsrapport for 2024 beregnet til 18 100 tonn i 2024, en nedgang på 1 300 tonn fra 2021. Rapporten gir ingen oppdeling av disse tallene på undergrupper. Det er grunn til å anta at hovedgrunnen til den beregnede samlede utslippsnedgangen er en viss økt elektrifisering av personbiler innen drift og vedlikehold, samt økt biodrivstoffinnblanding for veigående kjøretøy fra 2021 til 2023 (som ledd i økning i nasjonal innblandingsandel). Vi vil på den bakgrunn anta at utslippstallene for arbeidsmaskinene for 2021 er ganske representative også for dagens (2026) situasjon.

Vedlegg 2: Tiltaksbeskrivelser

A.1 Hel- eller deelektrifisering av skinnegående arbeidsmaskiner

Tiltaket innebærer hel- eller deelektrifisering av dieseldrevne skinnegående arbeidsmaskiner, enten ved ombygging av eksisterende maskiner eller ved investering i nye maskiner i takt med utskifting av eldre maskiner.

Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt	Vurdert som høy, avhenger av maskintype.	Middels/høy	Lav/middels	Mellomlang	Operative krav, driftspålitelighet. Investeringskostnader Ladetilgang

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket kan dels innebære ombygging av eksisterende dieseldrevne skinnegående arbeidsmaskiner til helt eller delvis utslippsfri drift, eller investering i nye maskiner i takt med normal utskifting som forventes de nærmeste årene. Dette kan være

- Elektrisk drift fra kjøreledning under transport, med diesel hjelpemotor for rekkevidde/effekt
- Lading fra ladepunkt med batteri, diesel under transport, men med elektrisitet fra batteri under arbeid
- Batteribytte, ellers som foregående punkt.

Tiltaket sikter mot å redusere dieselforbruk til forflytning/transport av maskinene og/eller ved arbeidsoperasjoner med lavt energibehov.

Fullelektriske løsninger av denne typen er også mulige.

Referansebane

Uten tiltaket vil det fortsatt være dieseldrift ved utskifting av gamle maskiner, både som følge av at diesel har klart lavest kostnader og dessuten har store operasjonelle fordeler. Maskiner anskaffet det siste tiåret vil være brukbare i 20-30 år til, og det er derfor ikke aktuelt å skifte dem ut. Bedre maskiner og styring kan redusere behovet for dieselbruk, noe som kan trekke utslippene noe ned over tid. Men økt jernbanetrafikk og nye dobbeltsporstreknings kan gi økt behov for drift og vedlikehold og trekke utslippene opp.

Anslått utslippseffekt

Som følge av begrenset datatilgang, vil potensielle utslippsreduksjoner ikke kunne beregnes presist. Det følgende blir dermed overslag basert på nøkkeltall og skjønnsmessige vurderinger.

Vi tar utgangspunkt i et anslått årlig utslippsnivå fra skinnegående maskiner i dag på i underkant av 5 000 tonn, som anslått i kapittel 2. Med mulig utskifting av 10 prosent av eksisterende skinnegående arbeidsmaskiner fram mot 2040, og overgang til fullelektrisk drift, kan utslippene teoretisk sett reduseres med i størrelsesorden 500 tonn årlig ved slutten av perioden. Utslippsreduksjonen innen 2030 vil med jevn utskifting være om lag en tredjedel av dette. Med hybrid drivlinje av ulike slag, vil utslippsreduksjonene bli mindre. Forsert utskiftingstakt vil gi større utslippsreduksjoner, men innebære at brukbare maskiner tas ut av drift og representerer en samfunnsøkonomisk merkostnad.

Disse anslagene forutsetter at hele maskinparken er teknisk egnet for elektrifisering. I praksis gjelder dette kun deler av maskinparken. Flere av disse maskinene er svært krevende eller i praksis umulige å elektrifisere, eksempelvis høyfjellsfres. Ser vi bare på skinnegående lastetraktorer, der mulighetene for elektrifisering eller hybridifisering synes best, er utslippene i dag kanskje bare 2 000 tonn per år. Utskifting av 10 prosent av dagens kjøretøypark i takt med utfasing av eldre maskiner vil med samme regnestykke som over gi maksimalt 200 tonn årlig i utslippsreduksjon, mindre dersom de nye lastetraktorene får hybrid drivlinje.

Vi har ikke drøftet kombinerte skinne-/veimaskiner i like stor grad som skinnegående. Overgangen til elektrisk drift må her ses i sammenheng med overgangen til elektriske lastebiler innenfor transport og lastebiler og anleggsmaskiner innenfor anleggsvirksomhet. Det er klart et potensial for utslippsreduksjoner innenfor gruppen kombinerte skinne-/veimaskiner. Gitt et utslippsnivå i dagens situasjon (2026) i størrelsesorden 7 000 tonn per år², er det et potensial for bruk av elektriske maskiner i et visst omfang på kort og mellomlang sikt.

Samlet sett vurderes utslippsreduksjonspotensialet som lavt på kort og mellomlang sikt.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Kostnadsinformasjon er mangelfull og forretningssensitiv. Vi presenterer et regneeksempel basert på tall i rapporter og kontakt med informanter som kjenner jernbanesektoren og leverandørbransjen. Ifølge mulighetsstudien [8] koster en lastetraktor i størrelsesorden 25 millioner kroner. Vi anslår, basert på vurderinger av informasjon vi har fått i prosjektet, at en fullelektrisk løsning kan koste 15 millioner kroner i tillegg. Tall fra mulighetsstudien³ indikerer at en lastetraktor i gjennomsnitt slipper ut om lag 30 tonn CO₂ per år. Med samlede utslipp på 1200 tonn over en analyseperiode på 40 år, fås en tiltakskostnad på 12 500 kroner per tonn redusert CO₂. Dette er svært høyt sammenlignet med tiltakene i Miljødirektoratets tiltakskatalog. Forsert utskifting av eldre maskiner vil innebære at brukbare maskiner ikke lenger brukes og gir nytte for samfunnet. Det øker den samfunnsøkonomiske kostnaden ytterligere.

Erfaringen fra ombyggingen av Lastetraktor LT15 var ifølge en rapport fra Bane NOR [17] at ombygging til elektrisk drift ville koste omtrent 25 millioner kroner, og at bransjen indikerte at det ville koste om lag det samme å bygge en ny. Det gir enda høyere tiltakskostnad.

Kostnader og ytelser for batterier forbedres år for år. Det tilsier at tiltakskostnadene kan bli lavere per tonn ved å utsette investeringene i elektrifiserte eller hybridifiserte arbeidsmaskiner.

Gjennomførbarhet

Det er gjennomført pilotprosjekt for elektrifisering av en LT15 lastetraktor [17]. Vi kjenner ikke til at det er erfaringer med denne i praktisk drift. I 2025 ble et elektrisk langskinnetrog (trukket av diesellokomotiv) satt i drift fra Hauerstet stasjon. Dette viser at det er teknisk mulig å elektrifisere slike arbeidsmaskiner. Samtidig er erfaringen at disse pilotene har vært teknisk kompliserte (og kostbare) å gjennomføre.

Barrierer og risiko

Usikkerhet om praktisk funksjonalitet for elektriske og også hybridløsninger må ses som en stor barriere for elektrifisering av arbeidsmaskiner. Her er det rollen som beredskapskjøretøy og behovet for å kunne operere over lange tidsrom med kontinuerlig høyt energiforbruk uten strømforsyning fra kjøreledning som er sentral. Tidligere utredninger peker alle på dette behovet, og her vil fullelektriske drivlinjer ofte komme til kort. Det må

² Jf. Tabell 2-2.

³ Utslippstall fra tabell 12 og antall lastetraktorer fra tabell 3.

også vurderes nøye hvordan hybridløsninger oppfyller behovet for beredskap og ytelser under svært krevende forhold. Dette synes ikke avklart i dag.

Trolig er det ulike hybride løsninger som i størst grad kan oppfylle behovet for robusthet i driften i praksis. Rene elektriske løsninger vil for en rekke kjøretøy sannsynligvis innebære behov for så store batterier at batterivekten med dagens batteriteknologi blir for høy til at kjøretøyene kan operere i praksis.

Man kan forsere utskifting/ombygging til elektriske løsninger for å få større utslippseffekt. Det vil både være praktisk krevende og medføre høyere kostnader. Erfaringene fra piloter som er gjennomført, tyder klart på at elektriske løsninger på arbeidsmaskiner er i en tidlig teknologisk fase. Det er en betydelig teknologisk risiko, som gjerne slår ut i kostnadsoverskridelser. Den grunnleggende teknologien er kjent, men innarbeidingen av den i spesialiserte maskiner som skal operere under de særegne forholdene i Norge, representerer betydelige design- og teknologiske utfordringer.

Aktuelle virkemidler

- For Bane NORs egne maskiner: egne budsjettmidler
- Krav i kontrakter med tjenesteleverandører om bruk av spesifikt utstyr
- Pilotprosjekter
- Deltakelse i FoU-programmer

Ikke-prissatte virkninger

Elektrifisering av energitilførselen for arbeidsmaskiner gir store fordeler for personellet ved arbeid i tunneler, der eksos ellers er en stor ulempe for dem.

Rekkeviddebegrensningene vil trolig gi behov for å passe nøye på at man har nok energi til operasjonene som skal utføres. Det er en ulempe og kan føre til mer tidsbruk og kostnader.

Tidshorisont

Maskinene kan i prinsippet skiftes ut før endt levetid for eksisterende maskiner. Helelektriske skinnegående maskiner er ikke hylleware og nye maskiner vil trolig måtte spesialbygges, alternativt må eksisterende maskiner bygges om. Dette vil være tidkrevende, og tiltaket antas derfor tidligst å kunne få effekt på mellomlang sikt. For kombinerte skinne-/veimaskiner kan trolig anskaffelse av ladbare kjøretøy/maskiner skje noe raskere.

Overlapp med andre tiltak

Tiltaket vil få redusert klimateffekt dersom innblandingsandelen i drivstoffet for ikke-veigående maskiner økes over tid. Med elektrifisering av flere strekninger, vil lading av arbeidsmaskiner fra kjøreledning kunne få økt omfang, og dermed kunne gi økt effekt/lavere kostnad.

Kilder og faglige vurderinger

Vurderingene bygger på gjennomgang av relevante utredninger og strategiske dokumenter, herunder Jernbanedirektoratets Mulighetsstudie for å oppnå utslippsreduksjoner fra arbeidsmaskiner [8], Jernbanedirektoratets NULLFIB-prosjekt og KVVU GREEN, samt dialog og intervjuer med aktører i jernbanesektoren.

A.2 Hel- eller delelektrifisering av skiftelokomotiver

Tiltaket innebærer overgang til ulike hel- eller delelektriske løsninger for flytting av godsvogner på godsterminaler. Dette gjøres i dag av dieseldrevne skiftelokomotiv.

Arlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt	Vurderes som lav til middels relativt til andre tiltak	Middels	Middels/høy	Kort/mellomlang	Operative krav, driftspålitelighet. Behov for effekt og ladeinfrastruktur på terminalene.

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer overgang til elektriske skiftelokomotiv på godsterminaler i takt med utskifting av eldre skiftelokomotiv i årene framover. Ved større investeringsarbeider på terminaler langs elektrifiserte strekninger, og der forholdene ligger til rette, kan det bygges kontaktledning på sporene inne på terminalområdet slik at skifting på terminalen gjøres av godstogenes egne el-lokomotiv. Det vil erstatte elektrifisering av skiftelokomotiv. Det vurderes at elektrifisering av skiftelokomotiv basert på batteriløsninger og lading er det mest aktuelle. Tiltaket kan innebære hel- eller delelektrifisering av skiftelokomotiv. Tiltaket kan innebære innfasing i takt med normal utfasing av eldre lokomotiv eller forsert innføring av elektrifiserte lokomotiv.

Referansebane

Uten særskilte tiltak vil de eldre skiftelokomotivene de nærmeste årene erstattes av nye dieseldrevne skiftelokomotiv. Disse vil trolig ha noe lavere utslipp enn de gamle, dels på grunn av økt energieffektivitet, men også ved bedre tilpasning av lokomotivenes størrelse og motorkraft til de oppgavene som skal utføres. Økte godsmengder kan bidra til økt behov for skiftelokomotiv, noe som isolert sett vil bidra til økte utslipp.

Anslått utslippseffekt

Både omfanget av dagens utslipp og utslippseffekten er usikker. Elektrifisering av et dieseldrevet skiftelokomotiv kan på usikkert grunnlag anslås til i størrelsesorden 50-70 tonn årlig ved små terminaler og til 150-200 tonn ved de største terminalene, der det er høyere brukstid og mer intensiv drift. Utskifting av anslagsvis 15 skiftelokomotiv jevnt over perioden fram til 2040 kan anslås å gi en årlig utslippsreduksjon på 1 500-2 000 tonn i 2040. Utslippsreduksjonen i 2030 kan med samme grunnlag anslås til 500-700 tonn årlig. Effekten blir størst dersom man først skifter ut lokomotiv med høy brukstid, som må antas å være på de største terminalene. Raskere og mer omfattende utskifting og overgang til elektriske skiftelokomotiv enn lagt til grunn, vil gi større utslippsreduksjoner.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Det foreligger ikke rapporter som analyserer kostnadene i konkrete tilfeller. Basert på at flertallet av de eksisterende skiftelokomotivene er diesel-elektriske, synes det realistisk å anta at merkostnaden ved å ha en batterielektrisk løsning er begrenset. Kostnader til batteri og ladeløsninger og eventuelt til batteribytte vil være de viktigste kostnadsdriverne. Investeringskostnaden er klart høyere for et elektrisk lokomotiv, men som for andre kjøretøy er energikostnadene lavere for elektriske løsninger. En grov vurdering er at tiltakskostnadene vil være relativt lave sammenlignet med mange andre tiltak, dersom man følger normal utskifting. Forsert innfasing utover normal utskiftingstakt, vil øke den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden.

Tiltakskostnaden per tonn CO₂-reduksjon vil være større ved store terminaler med intensiv drift og høy brukstid enn ved mindre terminaler.

Gjennomførbarhet

Kjerneteknologien (batterier, ladere) vurderes som moden, men implementeringen i skiftelokomotiv og bruken av batteribaserte skiftelokomotiv i praksis, er det liten erfaring med. Erfaringsmessig har det vist seg at hurtig og storskala overgang fra dieseldrevne til elektriske busser i gitte situasjoner har medført betydelige problemer i situasjoner med krevende værforhold [37]. Vi vurderer at dette er et generelt fenomen ved slike teknologiskifter, enten det er buss, bil eller tog. Dette tilsier forsiktighet med rask og storskala teknologiovergang til nye og lite prøvde teknologiske løsninger.

Barrierer og risiko

Det er en risiko ved raskt teknologiskifte. Merkostnader ved investering i elektriske løsninger er en barriere. De samlede merkostnadene over levetiden trenger ikke være svært store, men vil avhenge av utviklingen i energiprisene (elektrisitet, diesel) framover.

Aktuelle virkemidler

- Investeringstilskudd til lokomotiv og ladeinfrastruktur
- Krav til godsoperatørene
- Pilotprosjekter
- Endring av driftsstrukturen for terminalene, f.eks. ved at Bane NOR eier skiftelokomotiv som leies ut til operatørene.

Ikke-prissatte virkninger

Støy og utslipp som reduserer lokal luftkvalitet vil bli redusert. Dette vil være mest relevant på terminaler som ligger nær boliger og andre arbeidsplasser.

Tidshorisont

Overgangen kan i prinsippet iverksettes relativt raskt på bakgrunn av behovet for å fornye gamle skiftelokomotiv. Utfasingen bør skje gradvis, iallfall de første årene.

Overlapp med andre tiltak

Økt innblandingskrav for biodrivstoff til ikke-veigående maskiner, som skiftelokomotiv er gruppert under, vil redusere effekten av elektrifisering. Elektrifisering av skiftelokomotiver er et alternativ til å bygge kjøreledning inne på terminalområdet slik at skifte av vogner kan gjøres av de ordinære elektriske lokomotivene på godstog.

Kilder og faglige vurderinger

Intervju med aktører innen terminaldrift og personer i Bane NOR og Jernbanedirektoratet.

A.3 Hel- eller deelektrifisering av terminalmaskiner

Tiltaket innebærer hel- eller deelektrifisering av terminalmaskiner som benyttes på godsterminalene på jernbanen. Tiltaket omfatter trucker, reachstackere (løfteutstyr for containere) og div. mindre terminalmaskiner, men ikke skiftelokomotiver (vurdert som et eget tiltak, se kap. A.2).

Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt	Vurdert som middels til høy	Middels	Middels	Kort til mellomlang, avhengig av maskintype	Investeringskostnader Driftsstruktur på godsterminalene Behov for effekt og ladeinfrastruktur på terminalene

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer hel- eller deelektrifisering av terminalmaskiner som benyttes på godsterminaler for jernbanen. Dette omfatter særlig reachstackere, stortrucker, hjullastere og andre interne kjøretøy som i dag drives med diesel. Elektrifisering av skiftelokomotiver og kjøleaggregater for containere er vurdert som egne tiltak (jf. kap. A.2 og 0).

Vanlige gaffeltrucker er i stor grad allerede elektrifisert, og det legges til grunn at videre elektrifisering av slike maskiner i all hovedsak vil skje i referansebanen. Det samme gjelder deler av mindre terminalmaskiner, hvor elektrifisering forventes å være bedriftsøkonomisk lønnsom over tid.

For tyngre maskiner, særlig reachstackere, vurderes det imidlertid som mindre sannsynlig at elektrifisering vil skje uten ytterligere virkemiddelbruk. Dette skyldes høyere investeringskostnader og krevende effektbehov til lading.

Referansebane (nullalternativ)

Elektrifiseringen av terminalmaskiner er allerede i gang og forventes å fortsette i referansebanen. Det legges til grunn at elektrifisering av gaffeltrucker og deler av mindre terminalmaskiner vil skje uten ytterligere virkemidler frem mot 2040, ettersom dette i mange tilfeller vurderes å være bedriftsøkonomisk lønnsomt.

For tyngre maskiner er det imidlertid usikkert i hvilken grad elektrifisering vil skje uten støtteordninger eller andre virkemidler, særlig dersom investeringskostnader forblir høye.

Anslått utslippseffekt

Utslippseffekten av tiltaket er ikke kvantifisert, som følge av begrenset informasjon om dagens utslipp fra terminalmaskiner og potensialet for elektrifisering. Basert på anslag for samlet drivstofforbruk på godsterminalene vurderes dagens utslipp å ligge i størrelsesorden 3 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år, jf. kapittel 2.1. Dette anslaget er imidlertid usikkert.

Ettersom deler av maskinparken forventes å elektrifiseres i referansebanen, vil det reelle utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket være lavere enn dette nivået, og avta over tid.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Tiltakskostnaden er ikke kvantifisert, som følge av manglende informasjon om merkostnader ved investering i elektriske terminalmaskiner. En kilde indikerer at en helelektrisk reachstacker kan ha en merkostnad på om

lag 5–6 millioner kroner sammenlignet med en dieseldrevet maskin, men dette anslaget er ikke kvalitetssikret.

Gjennomførbarhet

Teknologien for elektriske terminalmaskiner vurderes som moden, og helelektriske løsninger er kommersielt tilgjengelige for de maskintypene som benyttes på godsterminalene. Dette inkluderer blant annet elektriske reachstackere med høy løftekapasitet.

Elektrifisering forutsetter imidlertid at tilstrekkelig ladeinfrastruktur er etablert på terminalene. Elektrifiseringen av terminalene er i gang, og enkelte terminaler, som Nygårdstangen i Bergen, er allerede tilrettelagt for elektrisk drift av terminalutstyr. Andre terminaler har i varierende grad etablert ladeinfrastruktur, men det foreligger begrenset oversikt over status for utrulling på landsbasis.

Barrierer og risiko

De viktigste barrierene for gjennomføring av tiltaket er vurdert til å være høye investeringskostnader for elektriske maskiner, særlig for tyngre utstyr, sammen med driftsstrukturen på terminalene som er organisert slik at hver operatør stiller med eget terminalutstyr og personell. På mange terminaler opererer flere togoperatører parallelt, som hver håndterer sitt gods med egne ressurser. Bane NOR er i oppdragsbrevet for 2026 er bedt om å vurdere driftsmodellen på godsterminalene med sikte på å effektivisere driften og forbedre rammevilkårene for godssektoren. En mer effektiv driftsmodell kan gjøre det enklere å gjennomføre tiltaket. I tillegg er det behov for betydelig effekt og ladeinfrastruktur på terminalene, men Bane NOR er i gang med å elektrifisere terminalene og dette anses derfor kun å være en barriere på kort sikt.

For de største maskinene kan det være noe teknologisk risiko. Ellers er risikoen vurdert som lav.

Aktuelle virkemidler

- Økt CO₂-avgift
- Enova-støtte
- Differansedekning for investering i elektriske maskiner
- Pilotprosjekter
- Endring av driftsstrukturen for terminalene, f.eks. ved at Bane NOR eier terminalmaskinene og leier disse ut til operatørene.
- Krav til godsoperatørene

Ikke-prissatte virkninger

Elektrifisering av terminalmaskiner vil redusere lokal luftforurensing og støy, noe som også kan gi bedre arbeidsmiljø.

Tidshorisont

Hvor rask tiltaket kan iverksettes og få effekt vil bl.a. avhenge av valg av virkemiddel. Tiltaket kan i prinsippet iverksettes raskt og gi umiddelbar effekt, men i praksis vil iverksettingen avhenge bl.a. av tempoet i utbygging av ladeinfrastruktur. For terminaler der infrastrukturen allerede er etablert, kan tiltaket gjennomføres relativt raskt og gi utslippsreduksjoner på kort sikt. For øvrige terminaler vil gjennomføringen avhenge av investeringer i strømkapasitet og utstyr.

Overlapp med andre tiltak

Tiltaket overlapper med bruk av biogass i terminalmaskiner. I tillegg vil tiltaket overlappe med en ev. økning i omsetningskravet for ikke-veigående maskiner.

Kilder og faglige vurderinger

Vurderingen bygger på intervjuer med aktører, samt vurderinger og datagrunnlag fra Bane NOR.

A.4 Elektrifisering av kjøleaggregat på containere på vogner

Tiltaket innebærer å implementere løsninger som gjør at kjøleaggregater for containere og semitrailere med behov for kjøling kan gå på strøm om bord på togene og på godsterminalene.

Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Ikke vurdert	Ikke vurdert	Ikke vurdert	Middels til høy	Kort/mellomlang	Investeringskostnader Mange aktører

Beskrivelse av tiltaket

De fleste containere og semitrailere med behov for kjøling har dieseldrevne kjøleaggregater. Dette skaper både støy og klimagassutslipp. Alle moderne containere har aggregater som kan kobles til strøm på terminal, slik at fossil drift kan unngås mens vogna står på terminal. Dette krever etablering av infrastruktur for elektrisk tilkobling på terminalene. Dette er kjent teknologi som er etablert flere steder.

Det kan også være mulig å elektrifisere aggregatene under togfremføring med strømtilførsel via fremtidig DAC-kobling, eller ved generering av strøm fra vognhjulenes rulling og/eller bremsing. Dette er en mindre moden teknologi, og krever ombygging eller fornyelse av eksisterende vognpark.

Referansebane (nullalternativ)

Vi har ikke grunnlag for å vurdere referansebanen, men vi antar at dagens utslipp i stor grad vil videreføres uten nye virkemidler.

Anslått utslippseffekt

Utslppsreduksjonspotensialet for tiltaket er ikke kvantifisert. Da vi ikke kjenner dagens utslipp fra kjøleaggregater, har vi heller ikke grunnlag for å vurdere utslippseffekten av tiltaket kvalitativt.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Tiltakskostnaden er ikke beregnet av Jernbanedirektoratet, men kostnadene er ifølge dem moderate [24]. Vi har vurdert at vi ikke har grunnlag for å anslå tiltakskostanden.

Gjennomførbarhet

Ifølge Jernbanedirektoratet er elektrisk drift av kjøleaggregater teknisk mulig via batterier eller strømuttak, men det krever tilpasning av vogner og investering i infrastruktur. Gjennomførbarheten er regnet som høy for faste togkonsepter og terminaldrift, men lavere for flytende gods. Implementeringen krever investeringer på vogner og strømsystemer i toget, og muligens også på lokomotiver. Det innebærer at både containereiere og togoperatører må gjøre investeringer, og hoveddelen av investeringskostnadene må bæres av vogn- og lokomotiveiere [24].

Barrierer og risiko

De viktigste barrierene er trolig behovet for investeringer i materiell som er eid av ulike aktører, samt investeringskostnader.

Elektriske aggregater er vurdert å være noe sårbare for systemfeil. Risikoen er imidlertid regnet som moderat.

Aktuelle virkemidler

- Økt CO₂-avgift på drivstoff
- Investeringsstøtte
- Pilotprosjekt
- Krav

Ikke-prissatte virkninger

Elektrisk drift av kjøleaggregater gir lavere lokale utslipp og mindre støy, noe som også gir bedre arbeidsmiljø.

Tidshorisont

Løsningen er av Jernbanedirektoratet ansett som mulig å realisere før 2035. Avhengig av valg av virkemiddel kan tiltaket trolig utløses også på kort sikt.

Overlapp med andre tiltak

Tiltaket overlapper ikke med andre tiltak i denne utredningen.

Kilder og faglige vurderinger

Vurderingen av tiltaket er i stor grad basert på delrapport 3 Teknologi og innovasjon i Jernbanedirektoratets godsstrategi fra 2025 [24]. I tillegg har vi hatt dialog med enkelte aktører uten at det har ført til ny informasjon om tiltaket.

A.5 Mer energieffektiv togframføring

Tiltaket «mer energieffektiv togframføring» er et overordnet tiltak som omfatter en rekke strategier for å redusere drivstofforbruk og utslipp fra dieseltog i drift. Det kan rette seg mot både person- og godstog.

Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt	Vurdert som lav til middels	Høy	Middels	Kort til mellomlang	Tekniske begrensninger Driftsmessige hensyn Organisatoriske barrierer

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket omfatter ulike strategier for å redusere energiforbruk og utslipp fra tog i drift. Det retter seg både mot selve togframføringen og energibruken til støttefunksjoner, og omfatter blant annet mer sammenhengende kjøring, redusert tomgang og mer effektiv bruk av energi til oppvarming, ventilasjon og kjøling (HVAC).

Godstog er lange og tunge, og krever mye energi ved akselerasjon etter stopp, men har gode rulleegenskaper ved jevn fart. Energiforbruket påvirkes derfor i stor grad av hvor sammenhengende og forutsigbar togframføringen er, blant annet gjennom antall stopp og muligheten til å utnytte topografi. Førerens kjørestil kan påvirke energiforbruket i noen grad, men eksterne forhold som ruteleier, værforhold, temperatur, nyttelast og punktlighet har ofte større betydning.

Et element i dette tiltaket er derfor bedre tilrettelegging for godstog i ruteplanleggingen. Dagens prioriteringsregler innebærer at offentlig kjøpte persontog prioriteres foran godstog, noe som ofte medfører mange kryssinger og ventestopp for godstog. Dersom godstog i større grad kan prioriteres i deler av driftsdøgnet som er særlig viktige for gods, for eksempel kveld/natt/tidlig morgen, kan dette gi færre stopp, kortere framføringstid og lavere energiforbruk.

Tiltaket omfatter også reduksjon av tomgangskjøring med diesellokomotiver. Tomgang er delvis nødvendig av tekniske og operasjonelle grunner, men internasjonale analyser indikerer at en betydelig andel tomgang skjer under lengre opphold ved endestasjoner, i depot eller ved hensetting, og dermed i utgangspunktet kan unngås. Reduksjon av tomgang kan oppnås gjennom en kombinasjon av organisatoriske, operative og tekniske tiltak.

Videre inngår mer energieffektiv bruk av energi til oppvarming, ventilasjon og kjøling på tog. Dette kan oppnås gjennom justering av temperaturkrav og mer behovstilpasset styring av energibruken. Tiltaket har kun direkte klimaeffekt dersom det reduserer drivstofforbruket på dieseldrevne tog.

Samlet sett er «mer energieffektiv togframføring» et sammensatt tiltak der effekten avhenger av kombinasjonen av flere deltiltak.

Referansebane

Det foreligger begrenset kunnskap om omfanget av tomgangskjøring og energibruk til HVAC i dagens drift av norske dieseltog. Det finnes derfor ikke tilstrekkelig grunnlag til å vurdere hvordan disse forholdene vil utvikle seg uten nye virkemidler.

Anslått utslippseffekt

Utslppsreduksjonspotensialet for tiltaket er ikke kvantifisert, men reduksjonspotensialet er vurdert som lavt.

Når det gjelder bedre tilrettelegging for godstog i ruteplanleggingen og annen optimalisering av togframføring, foreligger det ikke tilstrekkelig grunnlag for å anslå utslippseffekten.

For tomgangskjøring finnes det internasjonale analyser som indikerer at opptil 8,5 prosent av drivstofforbruket i dieseltog kan knyttes til potensielt unngåelig tomgangskjøring [38]. Dersom dette er representativt for norske forhold, kan det – med utgangspunkt i årlige utslipp fra togframføring på om lag 50 000 tonn CO₂-ekvivalenter – indikere et potensial på inntil rundt 4 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år.

Dette anslaget er beheftet med betydelig usikkerhet, og bør betraktes som et øvre anslag. Det faktiske potentialet vil avhenge av hvor sammenlignbare norske forhold er med landene hvor studiene er gjennomført, i hvilken grad et potensial allerede er realisert, og hvor omfattende tiltak som kan iverksettes.

Det foreligger ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere klimaeffekten av mer energieffektiv HVAC-bruk. Internasjonale studier indikerer at potentialet generelt er begrenset og sterkt avhengig av togtype, klimatiske forhold og eksisterende styringssystemer.

Til tross for et indikativt potensial for å redusere utslipp fra tomgangskjøring med inntil 4 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år, vurderer vi at usikkerheten i dette anslaget er stor, samt at øvrige tiltak har et svært lavt potensial. Samlet innebærer dette at tiltaket er vurdert til å ha et lavt utslppsreduksjonspotensial.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Det foreligger ikke tilstrekkelig grunnlag til å beregne en samfunnsøkonomisk tiltakskostnad. Tiltaket er vurdert til å ha lav til middels tiltakskostnad.

Kostnadene vil kunne variere betydelig mellom de ulike deltiltakene. Atferds- og organisasjonstiltak, som opplæring, tydeligere rutiner og økt bruk av driftsdata, vurderes å ha lave kostnader.

Tekniske tiltak, som automatisk start/stopp av motor, forbedrede batterisystemer eller tilkobling til ekstern strøm ved endestasjoner og depot, vil innebære investeringskostnader. Disse kan samtidig gi reduserte drivstoff- og vedlikeholdskostnader over tid.

Gjennomførbarhet

Tiltaket vurderes som teknisk gjennomførbart, men den tekniske gjennomførbarheten kan variere mellom de ulike deltiltakene. Noen deltiltak må iverksettes av togoperatørene selv (f.eks. opplæring/rutiner), mens andre deltiltak kan iverksettes av Bane NOR (f.eks. endring av ruteleier og investeringer i ladesystemer) eller Norske tog. Det vil også kreve formelle endringer i forskrifter dersom prioriteringsregler for ruteleier skal endres.

Barrierer og risiko

Viktige barrierer er knyttet til tekniske begrensninger i eldre materiell, organisatoriske forhold, driftsmessige hensyn til punktlighet og beredskap, samt klimatiske forhold som gjør tomgang nødvendig deler av tiden.

Dersom tiltaket innebærer økte kostnader for togoperatørene vil det være risiko for at transport flyttes fra bane til f.eks. vei. Det kan være risiko knyttet til eventuelle endringer i forskrifter som prioriterer godstransporten dersom persontog må prioriteres lavere.

Aktuelle virkemidler

- Økt CO₂-avgift
- Ulike former for investeringsstøtte til tekniske løsninger.

- Endringer i driftsmodellen for godstransport, for eksempel ved at Norske tog etablerer en flåte av moderne godslokomotiver som leies ut til operatørene, eventuelt at det etableres en tilsvarende statlig aktør for godstransport på jernbane.
- Endringer i forskrift
- Krav til togoperatørene i kontrakter, f.eks. krav til energieffektiv drift gjennom trafikkavtalene Jernbanedirektoratet har med persontogoperatørene.
- Krav eller forventninger til at Bane NOR prioriterer utslippsreduksjoner ved planlegging av ruteleier.

Ikke-prissatte virkninger

Redusert tomgangskjøring vil kunne gi redusert støy og bedre lokal luftkvalitet ved stasjoner og terminaler, gjennom reduserte utslipp av NO_x og partikler.

Tidshorisont

Tiltaket kan gi umiddelbar utslippseffekt når det innføres. Varigheten av effekten avhenger av etterlevelse over tid og av utviklingen i togflåten.

Overlapp med andre tiltak

Tiltaket vil få redusert klimateffekt dersom togtrafikken elektrifiseres eller dersom utslippene reduseres på andre måter, for eksempel gjennom bruk av biodrivstoff eller biogass. Tiltaket overlapper dermed med tiltak rettet mot elektrifisering og overgang til alternative energibærere.

Kilder og faglige vurderinger

Vurderingene bygger på intervjuer med aktører og internasjonale analyser, særlig studien fra Storbritannia, der detaljerte driftsdata for dieseltog foreligger. Overførbarheten til norske forhold vurderes som rimelig, men usikkerheten er betydelig. Norske anslag er derfor basert på faglig skjønn og bør tolkes som indikative. I tillegg er generelle jernbanefaglige vurderinger lagt til grunn.

A.6 Mer effektiv planlegging og pakketering av arbeider på jernbanen

Tiltaket innebærer at Bane NOR effektiviserer planlegging og gjennomføring av arbeider på jernbanen, slik at transport og bruk av arbeidsmaskiner reduseres og dermed også tilhørende utslipp.

Årlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt	Vurdert som lav	Lav	Høy	Kort/mellomlang	Andre driftshensyn

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er basert på innspill fra aktører i bransjen om at måten Bane NOR pakketerer arbeidsoperasjoner på, har et potensial for utslippsreduksjoner. Potensialet ligger særlig i å redusere transportbehovet for arbeidsmaskiner ved å samle flere og større arbeidsoperasjoner i samme kontrakt eller tidsperiode. Dette gjør at maskiner kan utføre mer arbeid når de først er transportert til et område.

Problemstillingen illustreres av erfaringer der maskiner fraktes over lange avstander, for eksempel fra Østlandet til Nord-Norge, for korte oppdrag, før de returneres og senere sendes tilbake igjen for nye arbeider. Slike operasjonsmønstre medfører unødvendig transport og er lite effektivt både med hensyn til klimagassutslipp og kostnader.

Bane NOR bekrefter at det er et potensial for utslippsreduksjoner gjennom mer effektiv planlegging og gjennomføring av vedlikehold. De har etablert produktivetsprogrammet PRO20, som skal modernisere og effektivisere planlegging og gjennomføring av vedlikeholdsaktiviteter. Formålet er bedre ressursutnyttelse og økt driftssikkerhet i infrastrukturen. Programmet har ikke reduksjon av klimagassutslipp som et eksplisitt mål, men utslippsreduksjoner forventes som en tilleggseffekt dersom transporten av maskiner reduseres. Programmet planlegges implementert på flere strekninger i perioden 2027–2028.

Referansebane

Bane NOR har allerede igangsatt arbeid med å effektivisere planleggingen av vedlikeholdsaktivitetene. Det er derfor sannsynlig at deler av potensialet allerede er realisert i referansebanen.

Anslått utslippseffekt

Utslippsreduksjonspotensialet er ikke kvantifisert. Bane NOR har gjort forsøk på å anslå effekten, men vurdert tallene som for usikre. Vi vurderer at det samlede utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket er begrenset.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Tiltakskostnaden er ikke beregnet eller anslått. Tiltaket kan gi kostnadsbesparelser gjennom mer effektiv gjennomføring av arbeidene. Samtidig kan det medføre økte administrative kostnader knyttet til mer omfattende planlegging og koordinering.

Gjennomførbarhet

Tiltaket vurderes som teknisk og økonomisk gjennomførbart. Samtidig må en rekke hensyn ivaretas i planleggingen, herunder sportilgang (hvite tider), kapasitetsbegrensninger, kontraktsstruktur og budsjetter.

Barrierer og risiko

Det er mange samtidige hensyn som må ivaretas i planleggingen av arbeider på jernbanen, herunder sportilgang, trafikkavvikling og beredskap. I tillegg kan organisatoriske og kontraktsmessige forhold begrense mulighetene for å oppnå utslippsreduksjoner gjennom mer effektiv planlegging. Koordinering på tvers av geografiske områder og kontrakter kan også være krevende. Begrenset tilgjengelig kapasitet til planlegging og koordinering kan utgjøre en ytterligere barriere.

Manglende insentiver og beslutningsstøtte for å synliggjøre utslippskonsekvenser av ulike planleggingsvalg kan også bidra til at tiltaket i begrenset grad prioriteres.

Aktuelle virkemidler

- Eierstyringen av Bane NOR, f.eks. kan det fastsettes mål- og resultatkrav knyttet til utslipp fra transport og bruk av arbeidsmaskiner eller stilles krav om mer systematisk planlegging og koordinering av vedlikeholdsarbeider. Det kan også gis

Ikke-prissatte virkninger

Tiltaket vil også kunne ha positive effekter på lokale utslipp og støy. Mer effektiv gjennomføring kan i tillegg bidra til bedre kapasitetsutnyttelse på jernbanenettet.

Tidshorisont

Tiltaket kan implementeres og få effekt raskt, jf. at PRO20 er planlagt implementert fra 2027–2028.

Overlapp med andre tiltak

Tiltakets effekt avhenger av utslippsnivået fra arbeidsmaskinene som benyttes. En raskere innfasing av null- og lavutslippsmaskiner vil redusere utslippsreduksjonspotensialet. Potensialet forventes derfor å avta over tid etter hvert som maskinparken blir mindre utslippsintensiv.

Kilder og faglige vurderinger

Vurderingene bygger på intervjuer med aktører innen arbeidsoperasjoner på jernbanen, samt dialog med Bane NOR.

A.7 Overgang til biogass for arbeidsmaskiner og terminalmaskiner

Tiltaket innebærer en overgang til biogass for skinnegående anleggsmaskiner, skinne-/veimaskiner og terminalmaskiner, enten ved at biogass erstatter naturgass, eller ved at biogass erstatter diesel eller bensin som drivstoff. Tiltaket kan innebære kjøp av nye maskiner, eller at eksisterende maskiner bygges om for å kunne benytte gass som drivstoff.

Arlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt til middels	Vurdert som høy	Høy	Lav til middels	Kort/mellomlang	Pris Behov for infrastruktur Tilgjengelighet

Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket innebærer å ta i bruk biogass som energibærer for skinnegående anleggsmaskiner, skinne-/veimaskiner og/eller terminalmaskiner som i dag benytter fossile drivstoff. Biogass kan benyttes i maskiner som er originalt bygget for gassdrift, og i enkelte tilfeller kan eksisterende diesel- eller bensindrevne maskiner bygges om. Gjennomføringen forutsetter tilgang til biogass, etablering av nødvendig infrastruktur for distribusjon, lagring og fylling, samt at maskinene opererer i segmenter der biogass vurderes som teknisk og operasjonelt egnet.

Referansebane

I referansebanen videreføres dagens drift der maskinene i hovedsak benytter fossilt drivstoff (diesel). Det legges til grunn en gradvis innfasing av elektriske maskiner i de segmentene der teknologien er moden eller nær moden, mens fossile drivstoff fortsatt vil dominere i segmenter med høye effektbehov, lang driftstid eller begrenset tilgang på ladeinfrastruktur. Det forutsettes ikke økt bruk av biogass i referansebanen.

Anslått utslippseffekt

Utslppsreduksjonspotensialet for tiltaket er ikke vurdert. Potensialet er begrenset oppad av de samlede utslippene fra terminalmaskiner, skinnegående anleggsmaskiner og skinne-/veimaskiner i jernbanesektoren, som antas å være på om lag 15 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år, men det reelle potensialet vil være lavere da det avhenger av omfanget av maskinparken som enten kan bygges om til å gå på biogass, eller erstattes med nye maskiner som kan benytte biogass. Det samlede reduksjonspotensialet er vurdert til å være lavt til middels.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Tiltakskostnaden er verken beregnet eller anslått, da det ikke foreligger tilstrekkelig informasjon om relevante merkostnader knyttet til både teknologi, infrastruktur og drivstoffbruk.

Ifølge Miljødirektoratet er prisen for flytende biogass (LBG) over det dobbelte av prisen for flytende naturgass (LNG) med dagens CO₂-avgift [31]. I tillegg vil tiltaket medføre investeringskostnader knyttet til kjøp av nye maskiner eller ombygging av eksisterende maskiner, samt kostnader til etablering og drift av infrastruktur for lagring og fylling av biogass. Samlet tilsier dette at tiltaket vil ha en relativt høy tiltakskostnad.

Gjennomførbarhet

Gjennomførbarheten av tiltaket vurderes å variere betydelig mellom ulike segmenter. For terminalmaskiner som benyttes på faste lokasjoner, for eksempel godsterminaler, kan gjennomførbarheten være relativt høy, ettersom behovet for etablering av fyllings- og lagringsinfrastruktur er mer avgrenset. For skinnegående anleggsmaskiner som opererer over større geografiske områder vurderes gjennomførbarheten som lavere, blant annet på grunn av utfordringer knyttet til infrastruktur, logistikk og drift. Manglende utbredelse av biogassløsninger i jernbanesektoren og begrenset teknologisk modenhet trekker også i retning av lav samlet gjennomførbarhet.

Barrierer og risiko

Pris og tilgang på biogass utgjør vesentlige barrierer for tiltaket. Behov for egen infrastruktur utgjør også en viktig barriere.

Norsk produksjon av biogass er i dag begrenset, og import av sertifikatbasert biogass kan innebære risiko for dobbelttelling i nasjonalt utslippsregnskap. Videre innebærer tiltaket risiko for at bruk av biogass kan forsinke eller fortrekke innføring av elektriske løsninger i segmenter der elektrifisering er teknologisk mulig og over tid forventes å gi større og mer varige utslippsreduksjoner. Behovet for egen infrastruktur og sikkerhetsmessige hensyn, særlig i tunneler og lukkede rom, utgjør også en risiko.

Aktuelle virkemidler

- Økt CO₂-avgift
- Å sidestille bruk av biogass med elektrifisering som nullutslippsløsning i relevante anbud, der dette vurderes hensiktsmessig.
- Investeringsstøtte til kjøp av gassdrevne maskiner eller ombygging av eksisterende maskiner.
- Pilotprosjekter for bruk av biogass i anleggs- eller terminalmaskiner, enten ved at det kjøpes nye maskiner eller ved ombygging av eksisterende maskiner.
- Videreføring og eventuelt styrking av eksisterende støtteordninger rettet mot produksjon og bruk av biogass.

Ikke-prissatte virkninger

Tiltaket kan bidra til økt etterspørsel etter biogass og dermed støtte opp under norsk biogassproduksjon og sirkulær utnyttelse av biologisk avfall. Biogass i forbrenningsmotorer vil fortsatt medføre noe utslipp av NO_x og partikler, noe som kan ha negative virkninger for lokal luftkvalitet sammenliknet med elektriske løsninger. Nivåene er likevel normalt vesentlig lavere enn for dieselmotorer.

Tidshorisont

Tiltaket vurderes som et kort- til mellomlangsiktig alternativ i avgrensede segmenter, særlig der elektrifisering ikke er teknisk eller operasjonelt gjennomførbart på kort sikt. På lengre sikt forventes elektriske og andre nullutslippsløsninger å være mer relevante for de fleste maskinsegmenter i jernbanesektoren.

Overlapp med andre tiltak

Tiltaket overlapper med tiltak som innebærer hel- eller delelektrifisering av anleggs- og terminalmaskiner, samt øvrige tiltak som gir utslippsreduksjoner fra anleggsmaskiner eller terminalmaskiner, som bruk av flytende biodrivstoff eller tiltak som reduserer aktiviteten.

Kilder og faglige vurderinger

Vurderingene bygger på gjennomgang av relevante utredninger og strategiske dokumenter, herunder Miljødirektoratets Klimatiltak i Norge 2026, Jernbanedirektoratets NULLFIB-prosjekt og KVVU GREEN, samt dialog og intervjuer med aktører i jernbanesektoren.

A.8 Fornyelse av lokomotivflåten for gods (diesel)

Tiltaket innebærer fornyelse av lokomotivflåten for godstog som i dag operer på ikke-elektrifiserte strekninger.

Arlig reduksjonspotensial på kort/mellomlang sikt (tonn CO ₂ -ekv.)	Tiltakskostnad (kr/tonn CO ₂ -ekv.)	Usikkerhet	Gjennomførbarhet	Tidshorisont	Viktigste barrierer
Vurdert som lavt	Vurdert som middels til høy	Middels	Middels	Mellomlang	Høye investeringskostnader Lav lønnsomhet i bransjen

Beskrivelse av tiltaket

Godsoperatørene eier i stor grad egne lokomotiver og vogner, eventuelt leaser de disse hos private aktører. Det benyttes fortsatt en betydelig andel eldre diesellokomotiver i godstransporten på det norske jernbanenettet, særlig på ikke-elektrifiserte strekninger.

Eldre diesellokomotiver har gjennomgående høyere drivstofforbruk og utslipp per tonnkilometer enn nyere materiell. I tillegg benyttes disse lokomotivene også på deler av nettet som er elektrifisert, ettersom de ikke har mulighet for strømvatting fra kontaktledning.

Fornyelse av lokomotivflåten vil legge til rette for innføring av mer energi- og utslippseffektive løsninger. Dette kan omfatte:

- nyere diesellokomotiver med lavere spesifikt drivstofforbruk og utslipp (f.eks. i henhold til strengere utslippsstandards)
- bimodale (hybride) lokomotiver som kan operere både med elektrisk drift fra kontaktledning og med dieselmotor på ikke-elektrifiserte strekninger

Bimodale lokomotiver vil kunne operere helelektrisk på elektrifiserte strekninger, og dermed redusere drivstofforbruk og utslipp betydelig sammenlignet med rene diesellokomotiver.

Økonomien i deler av godstransporten på jernbane har over tid vært presset, og har vært særlig utfordrende de senere årene, blant annet som følge av langvarige stengninger og driftsforstyrrelser i infrastrukturen. Dette har også medført behov for statlige kompensasjonsordninger for å dekke deler av operatørenes tap.

Det vurderes som lite sannsynlig at godsoperatørene, basert på bedriftsøkonomiske hensyn alene, vil foreta en fremskyndet utskifting av eksisterende lokomotiver før disse er avskrevet eller teknisk modne for utfasing. Det er også usikkert om det er bedriftsøkonomisk lønnsomt å velge de mest utslipps- og energieffektive løsningene ved reinvesteringer.

På denne bakgrunn vurderes det å være et potensial for utslippsreduksjoner utover det som følger av forventet, gradvis fornyelse av lokomotivflåten.

Referansebane

Det foreligger begrenset informasjon om sammensetningen av lokomotivflåten til godsoperatørene og planlagte reinvesteringer i årene fremover. Referansebanen er derfor usikker.

Det legges til grunn at fornyelsen av lokomotivflåten i referansebanen vil skje gradvis, i takt med teknisk og økonomisk levetid for eksisterende materiell. Utskifting til mer energieffektive lokomotiver vil dermed i hovedsak følge ordinære reinvesteringsbeslutninger.

Anslått utslippseffekt

Utslppsreduksjonspotensialet for tiltaket er ikke kvantifisert.

Tiltaket vil kunne gi utslppsreduksjoner gjennom lavere drivstofforbruk og mer utslippseffektive motorer. Utslippseffekten vil avhenge av om utskiftingen av dagens lokomotiver skjer i tråd med planlagt fornying eller om det legges opp til å forsure utskiftingen. Effekten vil også avhenge av hvor stor forbedring i utslippseffektivitet ev. nye lokomotiver gir.

Det samlede potensialet vurderes som begrenset sammenlignet med effekten av elektrifisering av jernbanestrekninger, som i større grad kan eliminere direkte utslipp. Potensialet vil også avta over tid i takt med økt elektrifisering av jernbanenettet.

Årlig reduksjonspotensial på kort og mellomlang sikt er vurdert som lavt.

Vurdering av kostnader og tiltakskostnad

Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden er ikke beregnet, da det mangler tilstrekkelig informasjon om dagens lokomotivflåte, planlagte reinvesteringer, valg av teknologi og tilhørende kostnader, samt nyttevirkningene av tiltaket.

Tiltakskostnaden vurderes som usikker, og potensielt relativt høy per tonn redusert CO₂, gitt det begrensede utslppsreduksjonspotensialet og at investeringskostnadene trolig vil være betydelige. Tiltakskostnaden vil imidlertid avhenge av om det legges opp til å følge planlagt fornying eller forsert utfasing. Tiltakskostanden er dermed vurdert som middels til høy, avhengig av hvilken utskiftingstakt det legges opp til.

Kostnadene ved tiltaket vil i stor grad være knyttet til investeringer i nytt rullende materiell. Disse bæres i utgangspunktet av godstogoperatørene, men fordelingen av kostnadene vil avhenge av valg av virkemidler. Dersom det innføres statlig investeringsstøtte eller andre ordninger for å legge til rette for tilgang på materiell, vil dette innebære økte kostnader for staten.

Tiltaket kan samtidig gi reduserte driftskostnader over tid, blant annet som følge av lavere energiforbruk og økt driftssikkerhet. Dette vil kunne gi økonomiske gevinster for godsoperatørene.

Gjennomførbarhet

Tiltaket vurderes som teknisk gjennomførbart, ettersom aktuelt materiell er tilgjengelig i markedet, herunder både nyere diesellokomotiver og bimodale løsninger.

Gjennomføringen er imidlertid i stor grad avhengig av valg av virkemiddel og i hvilken grad det legges til rette for å redusere investeringsbarrierene for operatørene. Med tilstrekkelig økonomiske insentiver, eksempelvis i form av investeringsstøtte eller statlig tilrettelegging for tilgang på materiell, vil tiltaket kunne utløses relativt raskt.

Barrierer og risiko

En sentral barriere er at godslokomotiver har lang teknisk og økonomisk levetid, noe som isolert sett gir svake insentiver til tidlig utskifting av eksisterende materiell.

Den svake lønnsomheten i godstransportnæringen på jernbanen kan også utgjøre en barriere for gjennomføring uten offentlig medvirkning.

Det er risiko knyttet til teknologivalg og fremtidig utvikling i infrastrukturen. Investeringer i nye diesellokomotiver kan vise seg mindre hensiktsmessige dersom elektrifisering av aktuelle strekninger gjennomføres på mellomlang sikt. For bimodale lokomotiver er denne risikoen lavere, ettersom de kan operere helelektrisk på elektrifiserte strekninger. Samtidig kan slike løsninger være mindre kostnads- og energieffektive enn rene elektriske lokomotiver på et fullt elektrifisert nett.

Aktuelle virkemidler

- Økt CO₂-avgift
- Investeringsstøtte
- Endringer i driftsmodellen, for eksempel ved at Norske tog etablerer en flåte av moderne godslokomotiver som leies ut til operatørene, eventuelt at det etableres en tilsvarende statlig aktør for godstransport på jernbane.

Ikke-prissatte virkninger

Tiltaket kan gi reduserte lokale utslipp (NO_x og partikler) og noe lavere støy som følge av innfasing av mer moderne og energieffektivt materiell. Effekten vil være størst ved bruk av hybride (bimodale) lokomotiver, som kan operere helelektrisk på elektrifiserte strekninger.

Fornyelse av lokomotivflåten kan videre bidra til økt driftssikkerhet og færre driftsavbrudd, ettersom nyere materiell har lavere feilrate. Dette kan gi et mer stabilt og forutsigbart transporttilbud, med positive virkninger for både operatører og transportkjøpere.

Innfasingen av bimodale lokomotiver kan også gi økt fleksibilitet i togdriften, ved at lokomotiver kan operere både på elektrifiserte og ikke-elektrifiserte strekninger uten behov for lokbytte. Dette kan redusere sårbarheten i transportsystemet, blant annet ved driftsforstyrrelser eller bortfall av strømforsyning, og dermed ha positive effekter for samfunnssikkerhet og beredskap.

Tiltaket kan også gi forbedringer i arbeidsmiljøet for ansatte, blant annet gjennom lavere støy- og vibrasjonsnivåer og redusert eksponering for eksos fra dieseldrift.

Samlet vurderes de ikke-prissatte virkningene som moderate og i hovedsak positive.

Tidshorisont

Hvor raskt tiltaket kan realiseres avhenger av valg av virkemiddel og i hvilken grad det legges til rette for forsert utskifting av eksisterende materiell. Med målrettede virkemidler, som investeringsstøtte eller statlig tilrettelegging for tilgang på materiell, kan tiltaket utløses i løpet av de nærmeste 5–10 årene. Full utskifting av dagens flåte vil imidlertid strekke seg over en lengre periode.

Overlapp med andre tiltak

Tiltaket overlapper med tiltak rettet mot elektrifisering av jernbanenettet og innfasing av null- og lavutslippsteknologi. I takt med økt elektrifisering og bruk av elektriske eller hybride lokomotiver, vil utslippsreduksjonspotensialet fra fornyelse av diesellokomotiver reduseres. Tiltaket overlapper også med ev. økning i omsetningsrådet for biodrivstoff for ikke-veigående maskiner.

Samtidig vil tiltaket kunne forsterke effekten av andre tiltak, særlig knyttet til økt driftssikkerhet, bedre kapasitetsutnyttelse og styrket konkurranseevne for godstransport på jernbane.

Kilder og faglige vurderinger

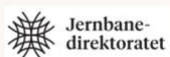
Vurderingene bygger på intervjuer med aktører i jernbanesektoren, herunder godstogoperatører, samt Jernbanedirektoratets Godsstrategi for jernbanen (2026). I tillegg er generelle jernbanefaglige vurderinger knyttet til materiellfornyelse, driftssikkerhet og teknologisk utvikling lagt til grunn.

Vedlegg 3: Intervjuguide



Tiltak for reduksjon i klimagassutslipp på kort og mellomlang sikt

Samtaleguide **dato og interessant**



Innhold

- ▶ Bakgrunn for prosjektet
- ▶ Hensikt med samtalen
- ▶ Spørsmål som utgangspunkt for samtale

Bakgrunn for prosjektet

- ▶ Samferdselsdepartementet har gitt Jernbanedirektoratet i oppdrag å vurdere tiltak for reduksjon i klimagassutslipp på kort og mellomlang sikt på jernbanen.
- ▶ Jernbanedirektoratet har satt ut oppdraget til Norconsult.
- ▶ Oppdraget skal utrede om det finnes mindre tiltak som kan gi utslippsreduksjon i Norge innen 2040
- ▶ Oppdraget skal identifisere og vurdere tiltak innenfor:
 - ▶ Fremføring av person- og godstog
 - ▶ Drift og vedlikehold av jernbanen
 - ▶ Fornyelsesaktiviteter (men ikke utbyggingsprosjekter)
- ▶ Sluttrapport skal leveres før sommeren 2026.

Norconsult 

Hensikt med samtalen

- ▶ Hensikten med samtalen er å høste kunnskap om hvilke forhold og aktiviteter som medfører vesentlige klimagassutslipp - og hvilke mulige tiltak som kan redusere disse
 - ▶ Innspillene fra samtaler med relevante aktører danner grunnlag for å kunne beskrive og vurdere mulige tiltak for reduksjon av klimagassutslippene på kort og mellomlang sikt
-
- ▶ *Alle involverte har taushetsplikt*
 - ▶ *Vi lager en kortfattet oppsummering som dere får til gjennomsyn/sjekk*
 - ▶ *Oppsummeringene deles ikke utenfor prosjektet*
 - ▶ *Kunnskap og synspunkter blir bearbeidet og generalisert i prosjektrapporten - og informasjon vil ikke kunne spores tilbake til enkeltsamtaler/-aktører.*

Norconsult 

Spørsmål som utgangspunkt for samtale

- ▶ Kan dere gi en kortfattet orientering om **XXS** virksomhet, aktiviteter og ansvarsområde?
- ▶ Sett fra **XXS** perspektiv:
 - ▶ Hvilke forhold og aktiviteter er det som medfører direkte klimagassutslipp av betydning innenfor:
 - ▶ Fremføring av person- og godstog?
 - ▶ Drift og vedlikehold av jernbanen?
 - ▶ Fornylsesaktiviteter (men ikke utbyggingsprosjekter)?
 - ▶ Har dere iverksatt tiltak de siste 3-5 årene som bidrar til å redusere ovennevnte utslipp og i så fall hvilke?
 - ▶ Har tiltakene gitt målbare effekter og fins det dokumentasjon/evalueringer av disse?
 - ▶ Hvilke tiltak som kan redusere disse utslippene ytterligere er det mulig å se for seg (tenk fritt)?
 - ▶ Hvilke av disse tiltakene kan være gjennomførbare i praksis – og hvorfor?
 - ▶ Hvilke av disse tiltakene er sannsynligvis ikke gjennomførbare i praksis – og hvorfor ikke?
 - ▶ Hvordan vurderer du/dere kostnadene ved disse tiltakene?
- ▶ Er det andre relevante forhold som dere ønsker å ta opp?
- ▶ Er det andre aktører dere vil anbefale prosjektet å snakke med?
- ▶ Er dere kjent med at det er gjort utredninger/vurderinger av noen av disse tiltakene som vi bør se nærmere på?

Vedlegg 4: Oversikt over aktører og informanter

Gruppeintervjuer

Aktør	Deltakere
Baneservice	Odd Einar Straume Åshild Hamre
Bane NOR	Siri Martiradonna Elin Staurem Egil Karoliussen Ytrehus
Norske tog	Håkon Brekke Ellingsen Joakim Andersson Pål Haugsnes-Hansen Silje Bareksten Synne Helletun Næss Morten Elvekrok
OnRail	Henning Aandal Stian Kjensberg

Åpne intervjuer og samtaler

Aktør	Deltaker
Bane NOR	Ove Andre Algrøy
Bane NOR	Rune Geir Aass
Bane NOR	Erik Tunestveit Knutsen
Jernbanedirektoratet	Kristen Sandaas

I tillegg til de oppførte personene har vi vært i kontakt med andre fagpersoner som har bidratt med blant annet innspill til informanter og kilder.