

Grunnleggende informasjon om jernbanen og de ikke-elektrifiserte strekningene

Vedlegg 1 KVV GREEN

Utarbeidet av Jernbanedirektoratet (i samarbeid med WSP)	Saksnummer 202300894
Godkjent av Jernbanedirektoratet	Dokumentnummer 202300894-3
Dato 14.09.2023	Versjon 01
Endringslogg:	

Innhold

1	Det norske jernbanenettet	4
2	Ikke-elektrifiserte strekninger	5
2.1	Nordlandsbanen	5
2.2	Rørosbanen	6
2.3	Raumabanen	7
2.4	Solørbanen	8
3	Jernbaneinfrastruktur	10
3.1	Elektrifisert jernbane	10
3.2	Ikke-elektrifisert jernbane.....	11
4	Kjøretøy på jernbanen.....	12
4.1	Lokomotiver.....	12
4.2	Motorvogner	12
4.3	Arbeidsmaskiner.....	12
4.4	Utstyr i elektriske jernbanekjøretøy	12
4.5	Utstyr i dieseldrevne jernbanekjøretøy	13
5	Arbeidsmaskiner på jernbanen	15
5.1	Hva er drift og vedlikehold av jernbanen?	15
5.2	Hvem drifter og vedlikeholder jernbanen?	16
5.3	Ulike typer arbeidsmaskiner	17

1 Det norske jernbanenettet

Det norske jernbanenettet omfatter i dag ca. 3850 km der det kjøres regulær trafikk (Bane NOR, 2019) jf. Figur 1-1. Av dette er 290 km dobbeltspor, som i all hovedsak er utbygget på det sentrale Østlandet rundt Oslo.

Jernbanenettet i Norge er i Europa særegent for sine krevende ytre forhold tilknyttet geografi, topografi og klima. Det er store klimatiske kontraster mellom kyst, innland og høyfjell. På Vestlandet er det et mildt, maritimt og regnfullt klima, mens det på Østlandet er et tørrere innlandsklima med varme somre og kalde vintre. Flere av Europas lengste sammenhengende stigninger og nedstigninger befinner seg i Norge.



Videre er det norske jernbanenettet ifølge Bane NOR særegent for å ha ulike teknologiske løsninger fra ulike tidsperioder. Rundt 60% av nettet er elektrifisert mens det øvrige nettet i dag har et trafikkopplegg basert på dieseldrift.

Trafikkvolumene varierer mellom landsdelene. Ifølge Bane NOR ble det i 2019 totalt foretatt 80 millioner personreiser og fraktet 34 millioner tonn med gods. Trafikken rundt Oslo og de øvrige største byene står for en svært stor andel av persontogreisene, med Askerbanen vest for Oslo som landets mest trafikkerte strekning. Ofotbanen er banestrekningen med tyngst godstrafikk grunnet malmtransport.

Som det kommer frem ovenfor, så står jernbanedrift kun for 0,2% av transportsektorens samlede utslipp. Dette har delvis sin forklaring i at 66% av det nasjonale jernbanenettet er utstyrt med kontaktledning, som er en velprøvd teknologi som muliggjør drift med elektrisitet som energikilde, hvilket innebærer at det ikke er noen direkte utslipp som teller på nasjonalt regnskap i kategori transportsektor.

Figur 1 Omriss av det norske jernbanenettet (ekskludert Ofotbanen) som er i drift. Gule strekninger er elektrifisert, stiplede strekninger er under elektrifisering og røde strekninger er ikke elektrifisert¹.

¹ Illustrasjon fra NULLFIB2

2 Ikke-elektrifiserte strekninger

De ikke-elektrifiserte banestrekningene er Nordlandsbanen, Raumabanen, Rørosbanen og Solørbanen.

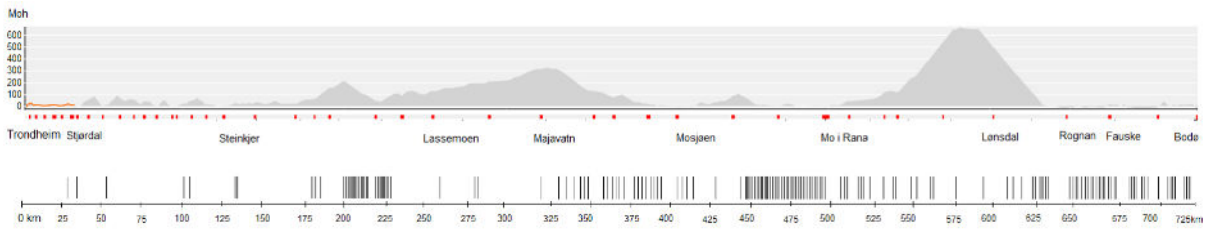
2.1 Nordlandsbanen

Nordlandsbanen er betegnelsen på jernbanelinjen bygget mellom Trondheim og Bodø. Den er 726 km lang, og er Norges lengste hovedstrekning. Jernbanen ble påbegynt sent på 1800-tallet, og ble ferdigstilt til endestasjonen Bodø i 1962. Banestrekningen møter den elektrifiserte Dovrebanen på Trondheim sentralstasjon. Nordlandsbanen er ikke elektrifisert, og kjøres i dag med dieseldrevne tog. Ved Hell grener Meråkerbanen av fra Nordlandsbanen og møter det svenske jernbanenettet. På Trønderbanen² pågår elektrifisering frem til Stjørdal, og på Meråkerbanen i sin helhet. Figuren nedenfor viser omriss av jernbanenettet nord for Trondheim, og angir strekninger som er henholdsvis elektrifiserte, under elektrifisering eller ikke-elektrifiserte. Nordlandsbanen er anlagt gjennom et varierende terreng og klima, og har stadig utfordringer med ras- og store nedbørsmengder. Strekningen over Saltfjellet utmerker seg, der banen passerer 680 meter over havet.



Figur 2 Omriss av jernbanenettet nord for Trondheim (ekskludert Ofotbanen) som er i drift. Gule strekninger er elektrifisert, stiplede linjer er under elektrifisering og røde strekninger er ikke elektrifisert.

² Trønderbanen er ikke en betegnelse på en banestrekning i jernbanefaglig sammenheng, men en samlebetegnelse for banene rundt Trondheim som betjenes av et gitt trafikkopplegg for persontrafikk. Trønderbanen omfatter den sørlige delen av Nordlandsbanen frem til Steinkjer.



Figur 3 Figuren viser i rekkefølge topografien, stasjonene (rødt) og tunnelene (vertikale stolper) langs Nordlandsbanen

Persontrafikken på Nordlandsbanen er relativt sammensatt og består i dag av 5 ulike trafikkkopplegg, som inngår i samme trafikkpakke. Det kjøres fjerntog mellom Trondheim og Bodø, en dagtogsavgang og en nattogsavgang. Det kjøres også ett fjerntog på dagtid mellom Trondheim og Mo i Rana. Tilbudet kan oppleves som et regiontog som følge av kjøretøytypen som benyttes. Det kjøres også to daglige regiontogsavganger mellom Mosjøen og Bodø. Det kjøres også et trafikkkopplegg mellom Steinkjer og Trondheim (og videre på Dovrebanen til Lundamo) på det som omtales som Trønderbanen. I den andre enden av Nordlandsbanen er det også et tilbud for pendlere mellom Rognan og Bodø som omtales som Saltenpendelen.

2.2 Rørosbanen

Rørosbanen er 382 kilometer lang og går fra Hamar gjennom Østerdalen og over Røros til Støren. Banen er knyttet sammen med Dovrebanen på Hamar og Støren og med Solørbanen på Elverum. Rørosbanen er ikke elektrifisert i hele sin lengde, men det foreligger planer for elektrifisering mellom Hamar og Elverum. Figuren viser omriss av Rørosbanen.

Rørosbanen er svært viktig for skogbruksnæringen, og daglig kjøres det mange tømmer tog fra terminalene langs banen. For godstrafikken er Rørosbanen også en viktig avlastningsrute for gods mellom Østlandet og Trøndelag ved driftsavvik eller arbeider på Dovrebanen.

Rørosbanens persontog har tilnærmet to-timersfrekvens mellom Røros og Hamar med forbindelser til Oslo. Mellom Røros og Trondheim går det morgen-, ettermiddags- og kveldstog.

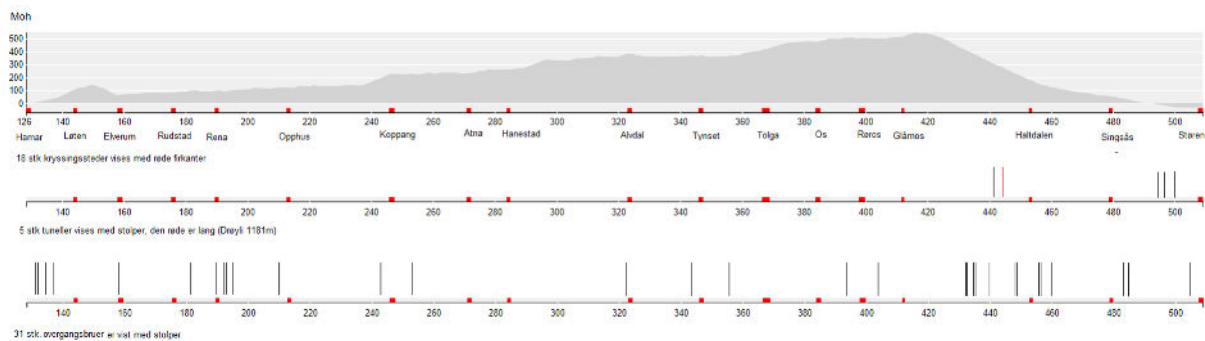
Ordinær godstrafikk på Rørosbanen består av at det kjøres tømmer tog fra terminalene på Hovdmoen nord for Rena og fra Koppang. Trafikken går til mottagere i Sverige og Østfold via Solørbanen. Omfanget er normalt rundt en daglig avgang. Tidligere var det også trafikk fra terminalen på Auma. I perioder kjøres det også tømmer tog fra terminalene langs Rørosbanen nordover til Skogn på Nordlandsbanen.

Mellom Elverum og Hamar kjøres det i tillegg gjennomgående tømmer tog mellom tømmerterminalen på Sørlø, Hove og Kvam på Dovrebanen og mottagere i Sverige.



Figur 4 Omriss av Rørosbanen. Gule strekninger er elektrifisert, og røde strekninger er ikke elektrifisert.

Det går også ukentlige vognlasttog til Hamar fra sentralskiftestasjonen i Hallsberg i Sverige. Sjeldnere enn ukentlig går det også vognlasttog fra Ilseng via Hamar og Alnabru til Sverige. Rørosbanen har for en stor del en gunstig trasé og en betydelig lavere fjellovergang mellom Østlandet og Trøndelag enn Dovrebanen. Det er lange strekninger som er gunstige for jernbane med få krappe kurver. Dette tillater høy hastighet og raske kjøretider for persontogene gjennom Østerdalen. Nord for Røros går banen gjennom Gauldalen til Støren, og på denne strekningen er det brattere terreng med flere kurver og dermed flere begrensninger i hastigheten.



Figur 5 Topografien, stasjonene (rødt), tunneler (vertikale stolper) og overgangsbroer langs Rørosbanen. Strekningen har 18 stasjoner, fem tunneler og om lag 31 overgangsbroer.

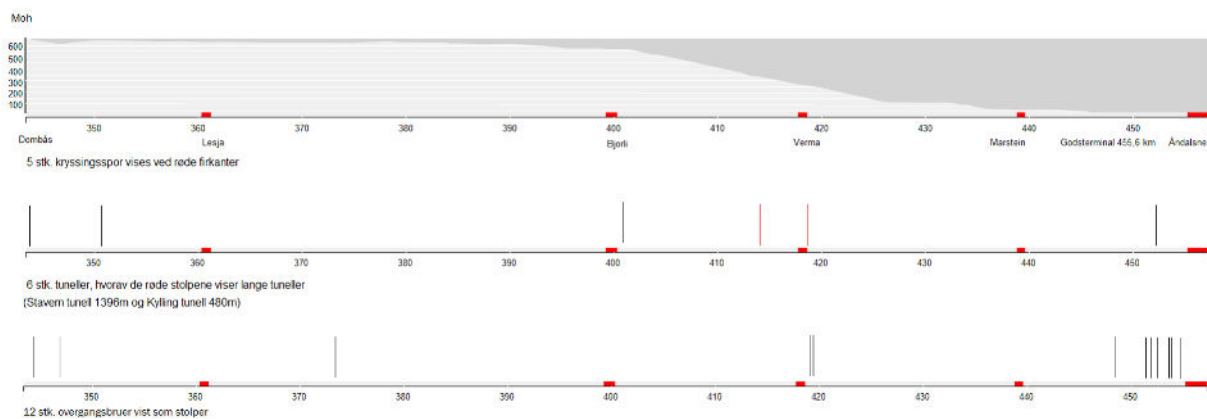
2.3 Raumabanen

Raumabanen er 115 kilometer lang og er anlagt fra Dombås til Åndalsnes. Banen er knyttet sammen med Dovrebanen på Dombås. Åndalsnes er banens endestasjon og knutepunkt for gods- og persontrafikken til og fra Møre og Romsdal. Figuren viser omriss av Raumabanen.

Banen ble åpnet i 1924 og er bygget med hovedlinjestandard. Det vil si at den har samme standard i underbygning og kurvatur som Dovrebanen. Ved Verma har Raumabanen en linjeføring som går gjennom vendetunneler, og store broer tar banen ned i dalbunnen uten at den maksimale stigningen for strekningen overskrides. Raumabanens linjeføring ved Verma er regnet som et av landets ingeniørtekniske storverk fra byggeperioden. Her passeres også den berømte steinhvelvsbrua over Rauma, Kylling bru. Raumabanens øvrige trasé er gjennomgående god og tillater relativt høy hastighet på togene.



Figur 6 Omriss av Raumabanen. Gule strekninger er elektrifisert og røde strekninger er ikke elektrifisert.



Figur 7 Topografien, stasjonene (rødt), tunneler (vertikale stolper) og overgangsbroer langs Raumabanen. Strekingen har fem stasjoner, seks tunneler og 12 overgangsbroer.

Raumabanen er ikke elektrifisert og har heller ikke fjernstyring. Det betyr at banens stasjoner må betjenes ved togkryssinger. De fleste togkryssingene er lagt til Bjorli stasjon som ligger om lag midtveis på banen. Også stasjonene Lesja, Verma og Marstein kan bemannes ved behov for togkryssinger. Manglende fjernstyring er hemmende for banens kapasitet. Banen er stedvis rasutsatt, noe som setter krav til sikring, beredskap og varsling.

Banen har fire daglige persontog i hver retning (tre på lørdager). Ett av disse togparene kjøres til/fra Lillehammer. Alle togene har forbindelser med Dovrebanens tog og med busser til/fra Ålesund og Molde. Reisetiden med persontog er i underkant av en time og 20 minutter.

Det kjøres fra søndag til torsdag ett godstogpar mellom Oslo og Åndalsnes. Banen er også tilrettelagt med profil som tillater semihengere framført på godsvogner. Godsterminalen i Åndalsnes har kapasitet til å håndtere flere godstog. Det går store varestrømmer mellom Nord-Vestlandet og Østlandet, og det er også store muligheter for å få mer av denne trafikken over på Raumabanen ved effektive godstogopplegg.

2.4 Solørbanen

Solørbanen er 93,6 kilometer lang, og går fra Kongsvinger til Elverum. Banen er knyttet sammen med Kongsvingerbanen og med Rørosbanen. Solørbanen følger Glommas østside det meste av veien gjennom Solør. Banen har en gunstig trasé med lange rettsrekninger og bare minimale stigninger.

Figuren viser omriss av Solørbanen.

Solørbanen er ikke elektrifisert og er ikke fjernstyrt. Ved behov kan stasjonene Kirkenær, Flisa og Braskereidfoss bemannes.

Ordinær godstrafikk på Solørbanen består av at det kjøres tømmer tog fra terminalene på Vestmoen sør for Elverum og Braskereidfoss. Trafikken går til mottagere i Sverige og Østfold via Kongsvingerbanen. Omfanget er normalt rundt en daglig avgang.

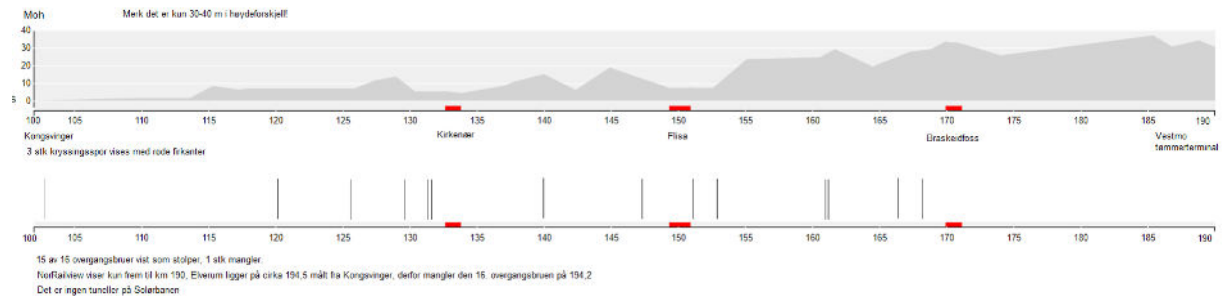
Mellom Kongsvinger og Hamar kjøres det i tillegg gjennomgående tømmer tog mellom tømmerterminalen på Sørli, Hove og Kvam på Dovrebanen og mottagere i Sverige. Det kjøres også gjennomgående tømmer tog fra terminalene langs Rørosbanen nord for Elverum, i hovedsak Hovdmoen og Koppang, til Østfold og Sverige.

Det går også ukentlige vognlasttog til Hamar fra sentralskiftestasjonen i Hallsberg i Sverige via Solørbanen. I forbindelse med planlagt trafikkavbrudd på Dovrebanen sør for Hamar kjøres noe av trafikken



Figur 8 Omriss av Solørbanen. Gule strekninger er elektrifisert og røde strekninger er ikke elektrifisert.

som normalt går på Dovrebanen over Solørbanen.



Figur 9 Topografien, stasjoner og overgangsbroer langs Solørbanen. Det er tre stasjoner (rødt) og 16 overgangsbroer (15 av 16 vises med vertikale stolper) langs banen. Strekningen har ingen tunneler.

3 Jernbaneinfrastruktur

For å drøfte ikke-elektrifisert jernbanedrift og alternative energibærere, så er det en del prinsipper ved konvensjonell elektrifisert og ikke-elektrifisert jernbane som er grunnleggende. Det redegjøres derfor kort for dette.

Overordnet består jernbanen av kjøretøy, skinner til å kjøre på, signalsystem for å ivareta sikkerheten og en infrastruktur for å sørge for energi til kjøretøyene. Infrastrukturen må være tilpasset den energibæreren som kjøretøyene benytter. I Norge blir det i dag benyttet to typer energibærere for togfremføring. Disse er diesel og elektrisitet. Banestrekninger som benytter diesel som energibærer blir omtalt som ikke-elektrifiserte banestrekninger, mens banestrekninger som benytter elektrisitet som energibærer blir omtalt som elektrifisert jernbane.

Jernbaneinfrastrukturen kan inndeles i følgende fem ulike fagområder:

- **Underbygning**

Fundamentet for den øvrige infrastrukturen, inklusive fyllinger og skjæringer i terrenget for å sikre at krav til planering overholdes. Sikrer at sporet ligger stabilt.

- **Overbygning**

Omfatter ballast, skinner, sviller, sporveksler, skinnebefestigelse, skjøter og planoverganger. Sikrer at kravene til aksellast, komfort, sikkerhet og hastighet ivaretas i togfremføringen.

- **Signalanlegg**

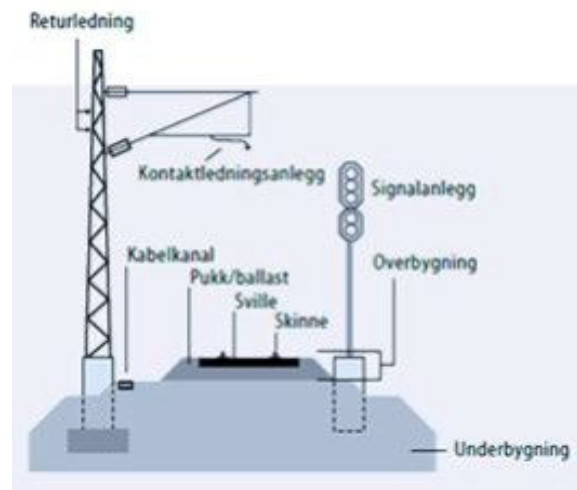
Inkluderer betjeningsanlegg, sikringsanlegg og hastighetsovervåkningssystemer, og sikrer en trygg, rask og punktlig togfremføring.

- **Tele**

Telekommunikasjonssystemet, transmisjonssystemer, telefoni, radio og informasjonssystemer. Dette er nødvendig for samband mellom togene og togleder

- **Elkraft**

På elektrifisert jernbane innebærer dette høyspent banestrømsforsyning og kontaktledningsanlegg (KL) for å tilføre elektrisk energi til togene – se nedenfor. På all jernbane, også ikke-elektrifisert, er det nødvendig med lavspent elkraft til infrastrukturkomponenter, som eksempelvis sporvekselvarme.



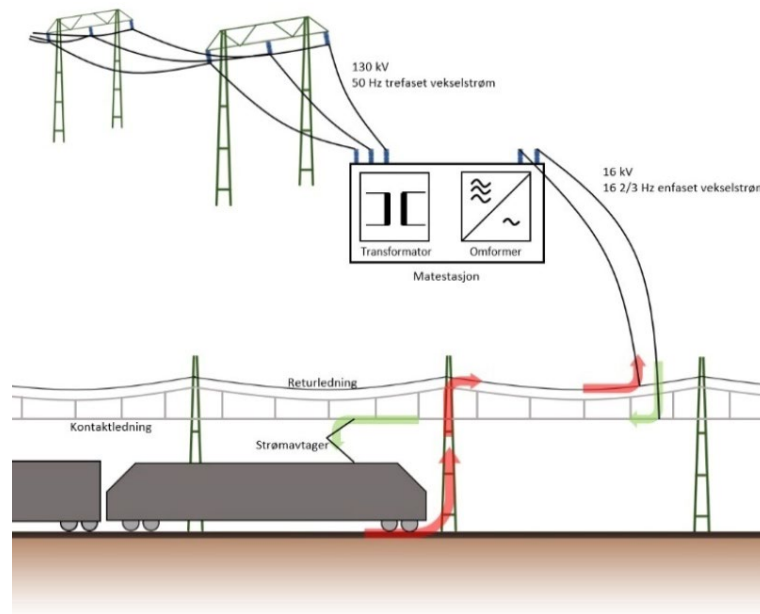
Figur 10: Prinsippskisse som viser de ulike fagområdene i jernbaneinfrastrukturen. Kilde: Bane NOR.

3.1 Elektrifisert jernbane

Elektrifisert jernbane er en betydelig forbruker av strøm, og den krever tilknytning på høyt spenningsnivå. Tilkobling til det overliggende regionale strømforsyningsnettet bør fortrinnsvis gjøres på ledninger med 132 kV. Det overliggende strømforsyningsnettet leverer trefaset spenning med frekvens 50 Hz. Togene trenger enfaset spenning 15 kV med frekvens 16 2/3 Hz. Spenningen må derfor omformes i matestasjoner før strømmen kan overføres til togene.

Jernbanens strømsystem omfatter både matestasjoner og kontaktledningsnett, og omtales her som banestrømsforsyning. Kontaktledningsnettet er et elektrisk høyspenningsanlegg der vekselstrøm forsynes til togene fra en matestasjon via en kontaktledning som henger over skinnene, og returneres tilbake til matestasjon gjennom skinner og returledning. Matestasjonene kobler på den måten det overliggende strømforsyningsnett og kontaktledningsnettet sammen. Togene er utstyrt med strømvtagere på taket, som sleper langs kontaktledningen, og lager nødvendig kontakt mellom tog og kontaktledning til å få overført energi i form av strøm til å drive toget.

Figur 9 viser sammenhengen mellom det overliggende strømforsyningsnettet og banestrømforsyningen, og relasjonen mellom tog og kontaktledning.



Figur 11 Prinsippskisse som forklarer strømmens vei fra overliggende regionalt strømforsyningsnett til toget.

Matestasjonene er ett av hovedelementene i banestrømforsyningen, og for elektrifisert jernbane er det vanlig at det ligger matestasjoner med 6 til 12 mil avstand fra hverandre. Matestasjonene er så kostbare at antallet matestasjoner det er nødvendig å etablere har vesentlig betydning for den totale investeringskostnaden for infrastruktur. Kostnaden for en matestasjon inkluderer grunnarbeid, kostnader til bygninger og teknisk utstyr, samt tilkobling til overliggende nett. Dersom det ikke er strømforsyningsnett frem til matestasjonen eller ikke kapasitet nok i det overliggende strømforsyningsnettet vil det også tilkomme kostnader knyttet til bygging av nye kraftlinjer eller forsterkning av eksisterende strømforsyningsnett. Plassering av matestasjonene i forhold til det overliggende strømforsyningsnettet har derfor en vesentlig betydning for kostnadsbildet.

3.2 Ikke-elektrifisert jernbane

De ikke-elektrifiserte delene av jernbanen er ikke tilknyttet det overliggende regionale strømforsyningsnettet. Togene bruker diesel som energibærer og har store dieseltanker. Togene kan fylle diesel på strategisk plasserte stasjoner langs jernbanenettet. Dieseldrevne tog har typisk en rekkevidde på 1 000 km, noe avhengig av ytre forhold som for eksempel snø og vekten på toget.

Ikke-elektrifiserte jernbanestrekninger krever ikke den samme infrastrukturen som elektrifisert jernbane, som for eksempel kontaktledninger og transformatorer med mer. Det er imidlertid nødvendig med infrastruktur slikt som dieseltanker og annet knyttet til fylling av diesel.

4 Kjøretøy på jernbanen

Det finnes en rekke ulike kjøretøy på jernbanen. Denne utredningen omtaler i hovedsak tre kjøretøytyper, lokomotiver, motorvogner og arbeidsmaskiner.

4.1 Lokomotiver

Et lokomotiv er et jernbanekjøretøy som er utrustet med traksjonsutstyr for å trekke et tog. Lokomotiver er i seg selv ikke egnet for å frakte gods eller passasjerer, men de er egnet til å trekke andre jernbanekjøretøy uten egen fremdrift, som er utrustet med slikt utstyr, eksempelvis person- og/eller godsvogner.

Lokomotiver har en høy aksellast, ofte høyest mulig tillatt, for å kunne oppnå god adhesjon mellom hjul og skinner, og derved utnytte trekkraften maksimalt. De har standardiserte tilkoblinger, og kan tilkobles de fleste vogner for både passasjerer og gods. Det er i dag mer eller mindre utelukkende lokomotiver som benyttes til godstransport på jernbane. For persontogtransport på de ikke-elektrifiserte banene er det i hovedsak fjern- og natt-togene på Nordlandsbanen som er basert på lokomotiver og vogner. Lokomotiver er som hovedregel dimensjonert for å trekke store tog, og vil ofte være noe overdimensjonerte dersom de brukes til å drive tog med få vogner og liten last. Lokomotiv og vogn systemet har stor fleksibilitet, og kan enkelt tilpasses variasjoner i behov ved og legge til eller fjerne vogner i toget.

4.2 Motorvogner

Motorvogner er jernbanekjøretøy med både egen fremdrift og evnen til å bære egen last. Vognene er fast sammenkoblet og fremstår i bruk som en enhet. Motorvognene blir i all hovedsak benyttet til persontogtrafikk. Ofte har motorvognene motorer spredt utover flere vogner. Dette konseptet muliggjør at toget har samme ytelse for hver vogn uavhengig av togets lengde. Det finnes også en rekke andre varianter der motorer for eksempel er plassert i den ene av to vogner eller i togets to endevogner. Motorvognsett med drivkraft fordelt over flere hjulaksler muliggjør høy ytelse uten nødvendigvis å ha behov for høy akselvekt.

Motorvognsystemet er ikke så fleksibelt når det gjelder å tilpasses til varierende behov. Tilpasning til behov skjer i hovedsak på designtidspunktet, ved at det gjøres valg om hvor lang motorvognen skal være. I drift kan kapasitet tilpasses ved å variere om toget består av en eller flere motorvogner, men dette er en veldig grovkornet metode for å tilpasse til behov.

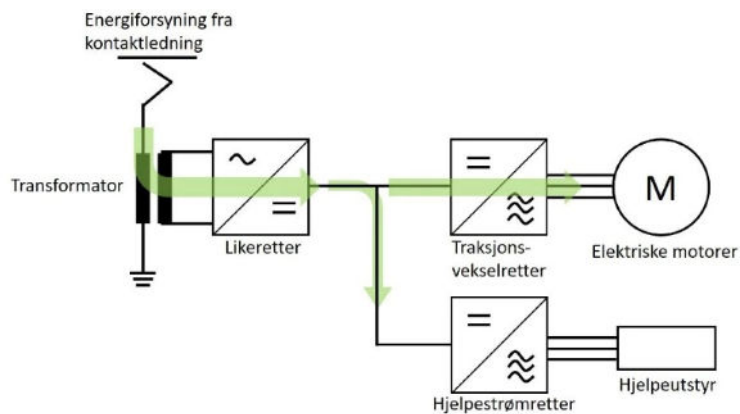
Det er to type motorvogner i bruk på de ikke elektrifiserte strekningene i 2021. Den ene av disse vil i løpet av det kommende året skiftes ut mot samme antall motorvogner som kan kjøres både på strøm og diesel.

4.3 Arbeidsmaskiner

I tillegg til togene ovenfor benyttes det en rekke ulike arbeidsmaskiner på jernbanen til drift- og vedlikeholdsoppgaver. Dette kan innebefatte alt fra store vedlikeholdstog bestående av flere vogner til mindre veg-skinne-maskiner og målevogner. I dag benytter disse diesel som energibærer, som står for om lag 40% av sektorens samlede klimagassutslipp.

4.4 Utstyr i elektriske jernbanekjøretøy

I konvensjonelle elektriske tog blir vekselstrømmen fra kontaktledningen ledet fra strømvtageren til resten av ombordutrustningen via en transformator som forandrer på strømmens spenning. Den blir deretter ledet til en likeretter, som omformer strømmen til likestrøm, før den ledes til traksjonsvekselretter og hjelpestrømretter. Traksjon er et faguttrykk som brukes for det utstyret som sørger for fremdrift, og traksjonsvekselretteren sin oppgave er å omdanne likestrømmen til vekselstrøm som igjen forsyner de elektriske motorene som driver toget fremover. Togfører kan kontrollere togets fremdrift ved å endre på innstillingene til traksjonsvekselretteren. Hjelpestrømretteren omdanner likestrøm til vekselstrøm som forsyner blant annet ventilasjon, varme lys og kontrollanlegg i kjøretøyet. Prinsippet er vist i Figuren nedenfor.



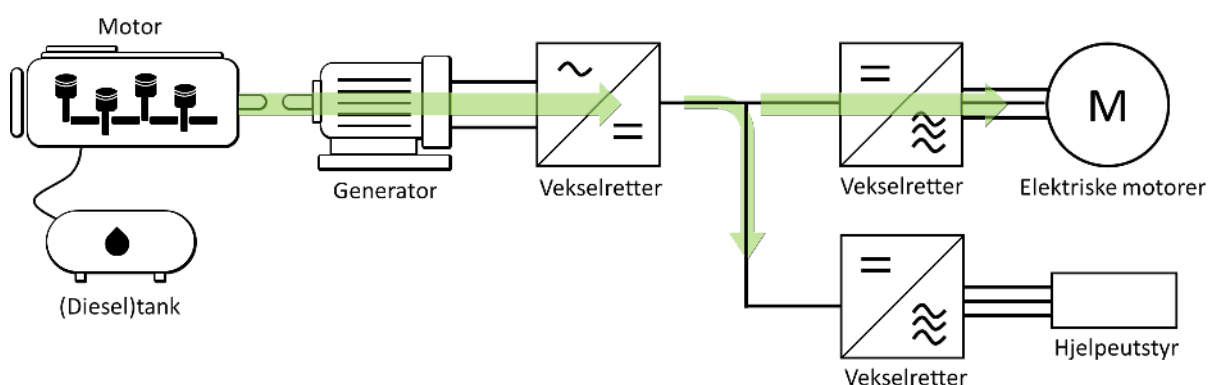
Figur 12 Illustrasjon av den prinsipielle oppbygningen av strømforsyningen i et elektrisk jernbanekjøretøy

4.5 Utstyr i dieseldrevne jernbanekjøretøy

Dieseldrevne lokomotiver drives av en eller flere dieselmotorer hvor energien lagres som flytende diesel i dieseltanker. Videre omdannes dieselen til energi i en forbrenningsmotor. Lokomotivet etterfyller diesel på togstasjoner og trenger dermed ikke kontinuerlig fylling av energi under transport.

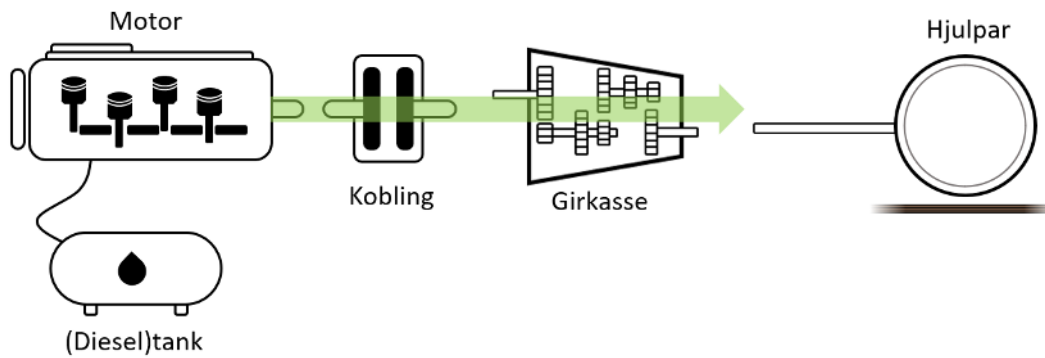
Teknologien er basert på at flytende diesel under høyt trykk sprøytes inn i forbrenningskamre i motoren som inneholder trykkluft. Diesel selvantenner når den blandes med trykkluften. Kraften fra eksplosjonene skaper en mekanisk kraft som driver en roterende aksel i motoren.

Dieseldrevne kjøretøy finnes hovedsakelig i to varianter av drivverk; dieselelektrisk og dieselmekanisk/hydraulisk. Det finnes både hydrostatisk og hydrodynamisk. Hydrostatisk er væskeoverføring fra hydrailikkpumpe til motorer, mens hydrodynamisk kan sammenlignes med en automatgirkasse. I det dieselelektriske, som er mest brukt til tunge lokomotiver og motorvogner, produserer motoren mekanisk energi som en generator omdanner til elektrisk energi, ofte i form av vekselstrøm. Deretter konverteres strømmen til likestrøm likeretter. Prinsippene for en likeretter er den samme som for elektriske kjøretøy. Det finnes også eksempler hvor hjelpeutstyr forsynes av egne generatorer og vekselrettere.



Figur 13 Illustrasjon av den prinsipielle oppbygningen av strømforsyningen i et dieselelektrisk kjøretøy

I den dieselmekaniske/hydrauliske varianten som for det meste benyttes for å bytte lokomotiv og for tog med lav hastighet og ytelse, er prinsippet at en omstilling brukes kombinert med en hydraulisk kobling som leder den mekaniske energien ned til hjulakselen. I motsetning til dieselelektriske kjøretøy, så brukes det ingen konvertering til elektrisk energi for å få fremdrift.



Figur 14 Illustrasjon av den prinsipielle oppbygningen av et dieselmekanisk/hydraulisk kjøretøy

5 Arbeidsmaskiner på jernbanen

Arbeidsmaskiner benytter seg ikke av kontaktledningen, hvilket innebærer klimagassutslipp uavhengig av om strekningene er elektrifisert eller ikke. Enkelte maskiner kan enkelt erstattes, mens andre vil måtte benytte en annen energibærer også ved full elektrifisering. Dette er av operative hensyn, som for eksempel behov for å kunne utføre operasjoner når kjøreledningen er ute av drift.

Som del av NULLFIB2-prosjektet gjorde Bane NOR en mulighetsstudie av utslippsreduksjoner fra arbeidsmaskiner. Informasjonen nedenfor er i stor grad hentet fra dette arbeidet.

Det ble lagt særlig fokus på *maskiner og kjøretøy som er spesielle for jernbanen* og vurdert om nullutslippsløsninger kan *differensieres mellom elektrifiserte og ikke-elektrifiserte strekninger*. Mulighetsstudien skulle også styrke koordineringen med innfasing av ny kjøretøyteknologi og infrastrukturtiltak.

5.1 Hva er drift og vedlikehold av jernbanen?

Som det fremgår av Bane NORs mulighetsstudie, så menes **drift** generelt oppgaver og rutiner som er nødvendig ute på jernbanenettet for at infrastrukturen skal være sikker og tilgjengelig for daglig bruk. Drift avgrenses i dette arbeidet til aktiviteter i form av tekniske tiltak som utføres i og ved sporet for å holde selve jernbanesporet åpent. Dette er i hovedsak vinterdrift og beredskap for ekstraordinær opprydding og utbedring etter naturhendelser og trafikkuhell. Drift av strømforsyningsanlegg (utenom kontaktledning) og drift av stasjonsbygg og annen bygningsmasse inngår ikke i begrepet *drift* i denne sammenheng.

Videre defineres **vedlikehold** i denne sammenheng, i likhet med Bane NORs vurdering, til å være den innsats og de aktiviteter som ivaretar infrastrukturen i et lengre perspektiv for å opprettholde den standard som er i tråd med fastsatte funksjonskrav. Vedlikehold av jernbaneinfrastrukturen omfatter ifølge Bane NOR:

- **Korrektivt vedlikehold**
Beredskap og feilretting av infrastrukturen. Grupperes i *utsatt korrektivt vedlikehold (UKV)* og *akutt korrektivt vedlikehold (AKV)*, avhengig av alvorlighetsgrad.
- **Forebyggende vedlikehold**
Operasjoner som utføres i forhåndsdefinerte intervaller for å øke levetiden til komponenter i infrastrukturen og redusere sannsynligheten for svikt eller nedsatt funksjon.
- **Fornyelse**
Utskifting av anlegg hvor det ikke lenger økonomisk eller mulig å opprettholde påkrevet funksjon ved hjelp av *korrektivt* eller *forebyggende* vedlikehold



Figur 15 Fordeling mellom kontrakter i forbindelse med drift og vedlikehold. Kilde: Bane NOR

5.2 Hvem drifter og vedlikeholder jernbanen?

Bane NOR estimerer at årlig forbruk på drift- og vedlikeholdscontrakter er på 3-4 mrd. NOK eksklusive energi, transport og materiell. I disse kontraktene inngår følgende forhold:

Drift	Forebyggende vedlikehold	Korrektivt vedlikehold	Fornyelse
<ul style="list-style-type: none">• Vinterdrift• Beredskap• Drift av beredskapslager• Drift av sidespor• Drift på terminaler og hensettingsområder• Andre driftsoppgaver	<ul style="list-style-type: none">• Forhåndsdefinerte aktiviteter i faste intervaller• Øker levetiden til komponenter• Reduserer antall feil	<ul style="list-style-type: none">• Utsatt korrektivt vedlikehold (UKV)• Akutt korrektivt vedlikehold (AKV)	<ul style="list-style-type: none">• Utskifting av anlegg• Egne entrepriscontrakter når det er større utskiftinger som f.eks. nytt spor, KL-anlegg eller plattformer

Figur 16 Oppsummering av ulike former for drift- og vedlikeholdscontrakter.

Jernbanenettet er delt opp i tre områder i Bane NORs organisasjon (Nord, Øst og Sør/Vest) som igjen er inndelt i ti kontraksområder for drift- og vedlikeholdscontrakter:



Figur 17 Oversikt over inndelingen av drift- og vedlikeholdscontrakter.

Som del av jernbanereformen under regjeringen Solberg (2013-2021) skulle drift og vedlikehold av jernbanen konkurranseutsettes. I 2019 ble derfor Spordrift opprettet som heleid datterselskap av Bane NOR, og fra 2021 overtok Samferdselsdepartementet eierskapet. Fra 2022 skulle kontraksområdene konkurranseutsettes, men dette er foreløpig stoppet etter anmodning fra Samferdselsdepartementet, som følge av regjeringsskifte. Som konsekvens er Spordrift fortsatt leverandøren av drift og vedlikehold på alle de ti kontraksområdene.

I tillegg til de store drift- og vedlikeholdscontraktene nevnt ovenfor, så finnes det andre vedlikeholdscontrakter innenfor for eksempel maskinelt sporvedlikehold (bl.a. sporjustering og skinnsliping), serviceavtaler. I tillegg utføres større fornyelsesprosjekter i egne entrepriser.

Bane NOR lister opp følgende utdrag av hovedleverandører innenfor drift- og vedlikehold (listen er ikke uttømmende):

Leverandører	Utvalgte aktiviteter/prosjekter
Spordrift AS	Landsdekkende drift- og vedlikeholdskontrakt, m.m.
Baneservice	Ballastrens, sporjustering, sporvekselbytte, kryssingsspor, hensettingsanlegg m.m.
Leonard Weiss	Flerårig sporjusteringskontrakt, svillebytte
Mesta	Rassikring m.m.
NRC Bane	Svillebytte, forberedende arbeider for ERTMS, bytte av broer, elektroarbeid m.m.
Speno International	Skinnesliping
Teknisk avdeling/Strategisk vedlikehold (Bane NOR)	Foretar målinger av spor og kontaktledningsanlegg
Togdrift (Bane NOR)	Dieselberedskap, trekraft, skinnelieferanse, snøberedskap og brann- og redningstog
Totalprosjekt Namsskogan	Dreneringstiltak, fjell- og rassikring, rehabilitering av broer, m.m.
Veidekke	Rassikring, drenering, sporfornyelse, frostsikring, massebytte m.m.

Figur 18 Utdrag av hovedleverandører innenfor drift- og vedlikehold (Bane NOR)

Som det fremgår av informasjonen fra Bane NOR ovenfor, så er det en rekke aktører som benytter seg av arbeidsmaskiner i varierende omfang til en rekke ulike arbeidsoperasjoner innenfor drift- og vedlikehold.

5.3 Ulike typer arbeidsmaskiner

Som det fremgår av figur X, så er det en rekke ulike typer maskiner og kjøretøy som benyttes til drift- og vedlikehold av jernbanen. Biler benyttes til transport av personell og tjenester. Enkelte arbeidsmaskiner er tilpasset til å både benytte sporet og veien, såkalte *skinne-/veimaskiner (SVM)*, mens andre kun kan benyttes i eller utenfor sporet. Det skilles også mellom *påsporbare maskiner* og *rene skinnegående kjøretøy*. Førstnevnte har en enklere teknikk og fraktes til og fra arbeidsstedet med trailer eller maskinhenger, mens sistnevnte er tyngre maskiner som kun kan kjøre på skinner. Dette kan eksempelvis være arbeidstog eller spesialkjøretøy til spesifikke oppdrag, som for eksempel pakkmaskiner laget for togfremføring, ballastrenseverk eller slipetog.

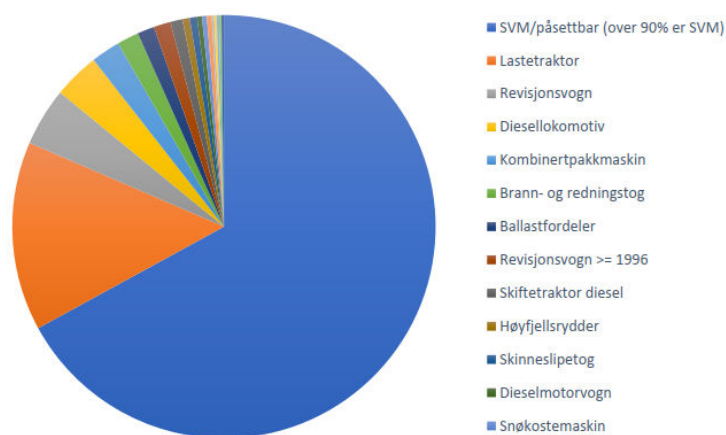
Biler	Anleggsmaskiner og kjøretøy uten skinnnehjul	Skinne-/veimaskiner (SVM)	Påsporbare maskiner	Rent skinnegående kjøretøy
<ul style="list-style-type: none"> • Personbiler • Varebiler 	<ul style="list-style-type: none"> • Traktorer • Traktorgravere • Beltegravere • Tyngre lastebiler • Hjullastere 	<ul style="list-style-type: none"> • Gravemaskiner • Traktorer • Traktorgravere • Dumpere • Hjullastere 	<ul style="list-style-type: none"> • Håndtraller • Pakkmaskiner 	<ul style="list-style-type: none"> • Lastetraktorer • Ledningsmaskiner • Revisjonsvogner • Lokomotiver • Spesialkjøretøy

Figur 19 Eksempler på ulike maskiner og kjøretøy

Ifølge Bane NOR, så har det vært en trend at bruken av skinne-/veimaskiner har økt de siste årene. De har en lavere anskaffelsespris og kan utnyttes også innenfor andre områder enn jernbaneoppdrag. Dette gir en

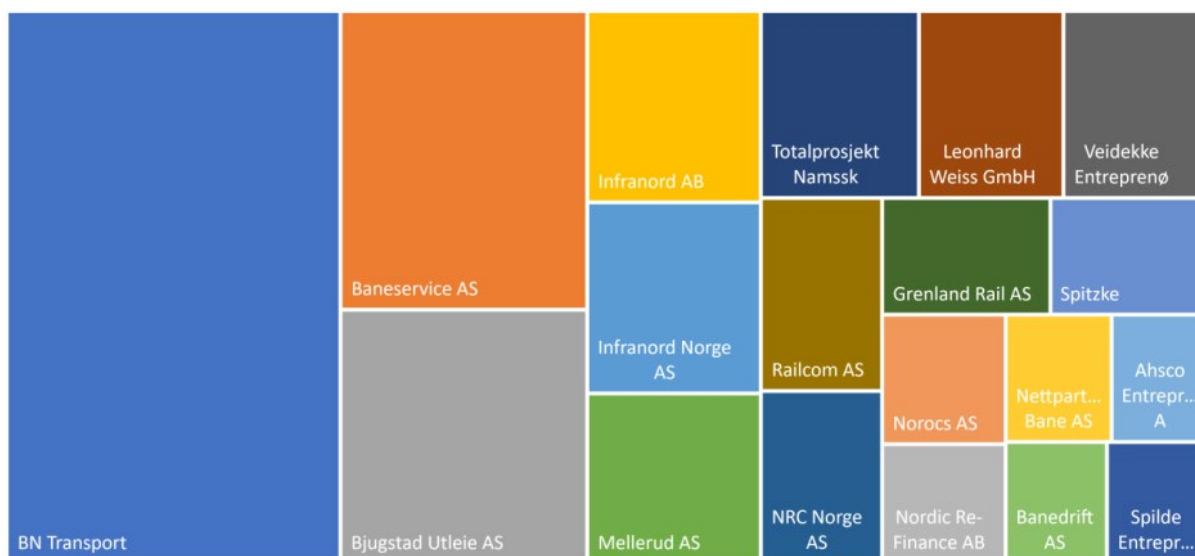
mer fleksibel transport som ikke trenger å følge skinner og krever mindre spesialkompetanse for operatør enn påsporbare maskiner.

Som del av NULLFIB2-arbeidet har Bane NOR redegjort for registrerte maskiner i flere ulike registre. Sammenstillingen i figuren nedenfor viser rundt 2/3 deler av samtlige arbeidsmaskiner er skinne-/veimaskiner, og rundt 20% av arbeidsmaskinene er lastetraktorer. Til sammen utgjør disse to rundt 70-80% av alle arbeidsmaskiner.



Figur 20 Fordeling av antall arbeidsmaskiner. Kilde: Bane NOR

Videre fremgår det av Bane NORs mulighetsstudie at Bane NOR Transport står for eierskapet av rundt 25% av maskinene, og at øvrige maskiner har en rekke eiere. I sin mulighetsstudie redegjør ikke Bane NOR videre for skinne-/veimaskin og påsporbare maskiner, ettersom det antas at disse maskinene vil følge utviklingen til anleggsmaskiner.



Figur 21 Fordeling av antall kjøretøy per eiere med flere enn ti kjøretøy. Kilde: Bane NOR