

NTP 2022-2033: Samfunnsøkonomisk analyse av drift og vedlikehold



Rapport 4.mai 2020

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| 1. Arbeidsgruppen | 3 |
| 2. Sammendrag og anbefaling..... | 4 |
| 3. Overordnede målsetninger | 5 |
| 4. Historisk og framtidig utvikling av nivået | 5 |
| Historisk drift og vedlikehold | 7 |
| Definisjoner | 8 |
| Drift..... | 8 |
| Korrektivt vedlikehold | 8 |
| Forebyggende vedlikehold | 8 |
| Fornyelse | 8 |
| Etterslep | 9 |
| Forsinkelser og innstillinger..... | 9 |
| 5. Bane NORs innspill..... | 9 |
| Faktorer som påvirker drift og vedlikehold i planperioden | 9 |
| Drift av infrastruktur..... | 9 |
| Vedlikehold av infrastruktur..... | 11 |
| Kulturminner | 15 |
| 6. Teoretisk fundament for analysen | 15 |
| LCC-modeller | 15 |
| Vår tilnærming er mer overordnet..... | 16 |
| Effekter av vedlikehold..... | 17 |
| Økte forsinkelseskostnader | 18 |
| 7. Analyse | 19 |
| Metode..... | 19 |
| Analyseresultater | 20 |
| Følsomhetsanalyser..... | 22 |
| 8. Andre effekter | 23 |
| Togets konkurransekraft | 23 |
| Effektivisering..... | 23 |
| Robust kjørevei..... | 23 |
| Økt togproduksjonen | 24 |
| 9. Videre arbeid | 24 |
| 10. Referanser: | 25 |

1.Arbeidsgruppen

Arbeidsgruppen har bestått av:

Frode Hjelde

André Straith Amundsen

Terje Eidsmoen

Hans-Kristian Endresen

Arbeidet er utført med bistand fra Bane NOR v/ Fahad Rehman og Joanna Kiepiela og NTNU v/ Jørn Vatn.

FAGLIG GRUNNLAG

2.Sammendrag og anbefaling

Det er av stor betydning å opprettholde et drifts- og vedlikeholds nivå som ivaretar samfunnets infrastrukturinvesteringer for å oppnå et robust og pålitelig transportsystem. Dette er avgjørende for effektivitet, transportsikkerhet og samfunnssikkerhet. Jernbanedirektoratet mener derfor at ivaretagelse av infrastruktur gjennom drift og vedlikehold bør ha høy prioritet.

Nivået må minst sikre at det ikke bygges opp økt etterslep i vedlikeholdet.

Alle typer vedlikehold og spesielt korrektivt vedlikehold, korrelerer med antall driftsforstyrrelser og forsinkelser. Årsaken er at både vedlikeholdsbehov og antall forsinkelser øker når tilstanden på infrastrukturen er dårlig. Der vedlikehold (korrektivt og forebyggende) bidrar til å opprettholde den planlagte trafikkavviklingen, bidrar fornyelse i tillegg til et redusert vedlikeholdsbehov på lengre sikt som følge av en forbedret tilstand på infrastrukturen.

Analysen ser på effekten av de ulike vedlikeholds nivåene i NTP-perioden i et 40-års perspektiv. Den viser hvilken effekt fornyelse i den første 12-års perioden har for vedlikeholdsbehovet i de etterfølgende årene.

Bane NOR har skissert fem ulike alternativer, der det laveste nivået tilsvarer dagens ramme. I analysen er derfor dette nivået brukt som en referansesituasjon og sammenlignet med de fire øvrige alternativene, som alle har et økt fornyelsesnivå i forhold til referansesituasjonen, og et tilsvarende synkende nivå av henholdsvis vedlikehold og forsinkelseskostnader.

| | <i>fornyelse per år</i> | <i>Totale kostnader (NV)</i> | <i>Offentlige utgifter (NV)</i> | <i>NNV</i> |
|-----------|-----------------------------|----------------------------------|---|------------|
| <i>1</i> | 2200 | 150 548 | 145 949 | - |
| <i>1a</i> | 3500 | 149 711 | 145 112 | 837 |
| <i>1b</i> | 4250 | 149 229 | 144 630 | 1 319 |
| <i>2</i> | 5300 | 148 553 | 143 954 | 1 995 |
| <i>3</i> | 5900 | 148 167 | 143 568 | 2 381 |

Første kolonnen i tabellen over viser hvilket beløp Bane NOR bruker på fornyelse i de fem scenariene. Andre kolonne er totale kostnader over 40-årsperioden, mens tredje kolonne er nåverdien av offentlige utgifter, og forsinkelseskostnadene er trukket fra.

Tabellen viser at det lønner seg å øke fornyelsesnivået i forhold til dagens situasjon. Selv om dette isolert sett bidrar til å øke budsjettbehovet i første 12-årsperiode vil dette ha positive effekter etter perioden som veier opp for det økte behovet på kort sikt. Uansett er forskjellene mellom alternativene relativt små, spesielt sett opp mot nåverdien av de offentlige utgiftene i hele 40-årsperioden.

Det er flere forhold som ikke er hensyntatt i analysene:

- Bane NORs beregninger er basert på trafikknivå i de nærmeste år. Nasjonal transportplan innebærer utbygging av ny infrastruktur med vedlikeholdsbehov og en økning i trafikken, både for persontrafikk og godstrafikk.

- Forventet eskalering i ekstremvær og kraftigere nedbør utfordrer driftsstabiliteten i infrastrukturen
- En forverring av tilstanden på infrastrukturen gjør at toget mister sin attraktivitet mot andre transportformer.
- Effektivisering: tilstandsbasert vedlikehold gjennom nye teknologiske løsninger er med på å effektivisere vedlikehold og fornyelse, og vil dermed kunne medføre positive effekter. Det er usikkert hvordan effekten fordeler seg mellom de ulike scenarioene, men ved lave bevilgninger vil det være mindre handlingsrom for strategisk vedlikehold. Et eksempel er overvåking av sporveksler, som allerede bidrar til å redusere antall forsinkelsestimer.
- En robust infrastruktur har bedre kapasitet til å kjøre tyngre tog, som gir økt kapasitet.

Alle disse forholdene underbygger anbefalingen om at nivået må minst sikre at det ikke bygges opp økt etterslep i vedlikeholdet.

3. Overordnede målsetninger

Det overordnede målet for regjeringens transportpolitikk er å legge til rette for «et transportsystem som er sikkert, fremmer verdiskaping og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet». (Meld. St. 33 (2016–2017) Nasjonal transportplan (NTP) 2018–2029). Tre hovedmål legger premisser for jernbanesektorens videre utvikling:

- Bedre framkommelighet for personer og gods i hele landet
- Å redusere transportulykker i tråd med nullvisjonen med delmål robusthet i infrastrukturen gjennom innsats på drift, vedlikehold og fornying
- Å redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling til et lavutslippssamfunn

Bysamfunn og tettsteder er avhengig av effektiv og pålitelig persontransport, spesielt i rushtider. Rask og arealeffektiv transport som binder bo- og arbeidsmarkeder sammen er et av jernbanenes sterkeste fortrinn. Likeså er det en nasjonal målsetning å overføre godstransport fra vei til sjø og bane. Samfunnet er derfor avhengig av at jernbanenettet er robust overfor klimaendringene.

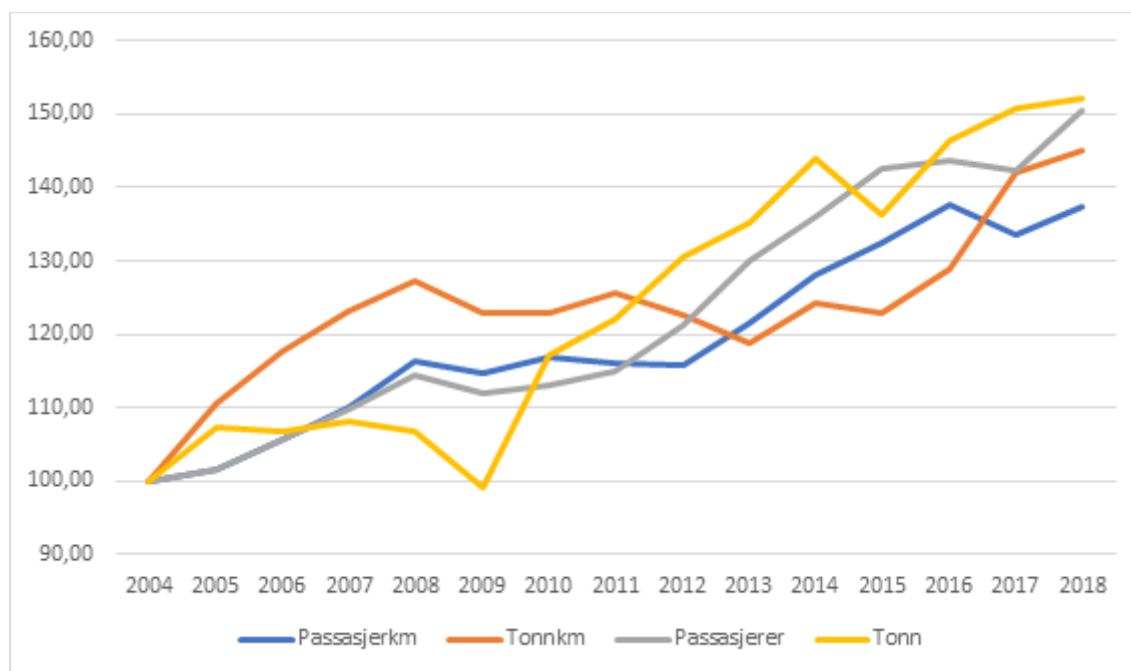
4. Historisk og framtidig utvikling av nivået

Transport av personer og gods har økt med økende folkemengde og økonomisk velstand.

Som vist i den grafiske framstillingen i figur 1¹ under, har det vært en stor økning i både person- og godstransporten innenlands på jernbane i perioden 2004-2018. Det gjelder uansett om vi måler veksten i antall reiser og tonn transportert eller i transportarbeid. Transportarbeidet måles i personkilometer for persontransporten og i tonnkilometer for godstransporten. Det går også fram av figur 1 at finanskrisen i 2008-2009 førte til en reduksjon i transporten av passasjerer og gods.

¹ Innenlands transport inkludert den delen av utenrikstrafikken som begynner eller slutter innenlands. Kilde: SSBs transportstatistikk

Figur 1: utvikling av passasjer- og godstransport 2004-2028 på jernbane



Vi har i tabellene under brukt statistikk fra SSB til å se nærmere på den historiske utviklingen fra 2010 til 2018 og framskrivninger fra 2018 til 2050² hentet fra NTP-arbeidet for å se nærmere på den framtidige utviklingen. Vi begynner beskrivelsen av den historiske utviklingen i 2010 for å unngå trendbruddet som finanskrisen i 2008-2009 innebar. Vi bruker statistikken som viser transportarbeidet. Den vil gi et bedre bilde av bruken av, og dermed slitasjen på, infrastrukturen.

Tabell 1 under viser den historiske utviklingen fra 2010 til 2018 for persontransport og godstransport målt i transportarbeid i noen utvalgte år:

Tabell 1: innenriks for både gods- og persontransport på jernbane

| År | Mill. tonnm. | Vekst i % fra 2010 | Mill. passasjer-erkm. | Vekst i % fra 2010 |
|------|--------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| 2010 | 3498 | - | 3134 | - |
| 2015 | 3631 | 3,8 | 3555 | 13,4 |
| 2017 | 4040 | 15,5 | 3585 | 14,4 |
| 2018 | 4126 | 18,0 | 3722 | 18,8 |

Som tabell 1 viser, har det vært en god vekst innenriks for både gods- og persontransport målt i transportarbeid. Den årlige veksten i perioden 2010-2018 er på knapt 1,9 % for godstransporten og i noe over 1,9 % for persontransporten.

I sitt svar på oppdrag 2 til Samferdselsdepartementet for NTP 2022-2033 har virksomhetene³ bl.a. beregnet utviklingen i transportarbeidet for gods- og persontransporten fra 2018 til 2050. Transportarbeidet er beregnet ved bruk av transportmodeller for henholdsvis persontransport og godstransport. Dette er vist i tabell 2 under.

² Kilde: «Felles svar fra virksomhetene (Statens vegvesen, Kystverket, Jernbanedirektoratet og Avinor) på oppdrag 2 i NTP 2022-2033».

³ Virksomhetene er Statens vegvesen, Kystverket, Jernbanedirektoratet og Avinor.

Tabell 2: prognose transportarbeid på jernbane

| År | Mill. tonnkm. | Mill. passasjer-km. |
|------|---------------|---------------------|
| 2018 | 4921 | 4688 |
| 2030 | 5964 | 5534 |
| 2050 | 7462 | 6185 |

Som det går fram av tabell 2, beregner modellene et noe for høyt transportarbeid i 2018 for både gods- og persontransport⁴. Tabell 2 viser ikke desto mindre en betydelig økning i transportarbeidet fram til 2050.

Veksten per år er vist i tabell 3 under.

Tabell 3: prognose årlig vekst i transportarbeid på jernbane

| Årlig vekst, % | Tonn-km | Pers. km |
|----------------|---------|----------|
| 2018-2030 | 1,62 | 1,39 |
| 2030-2050 | 1,13 | 0,56 |
| 2018-2050 | 1,31 | 0,87 |

Tabell 3 viser også en betydelig vekst i transportarbeidet per år for perioden 2018-2050, men den er lavere enn veksten per år for perioden 2010-2018. Tabellen viser også at veksten per år er høyere i den første perioden enn i den andre. *Økningen i transport vist i tabellene 2 og 3, er basert på en framskrivning av veksten i økonomi og befolkning. Hvis jernbanen forbedrer sitt tilbud og blir mer konkurransedyktig, kan veksten øke ut over det som er vist i tabellene. Hvis jernbanen blir mindre konkurransedyktig, kan veksten bli mindre enn hva som er vist i tabellene.* Slitasjen på infrastrukturen øker med økt trafikk. Dette innebærer at bevilgningene til vedlikehold bør øke i NTP-perioden 2022-2033 for at standarden på infrastrukturen ikke skal forverres i perioden.

Historisk drift og vedlikehold

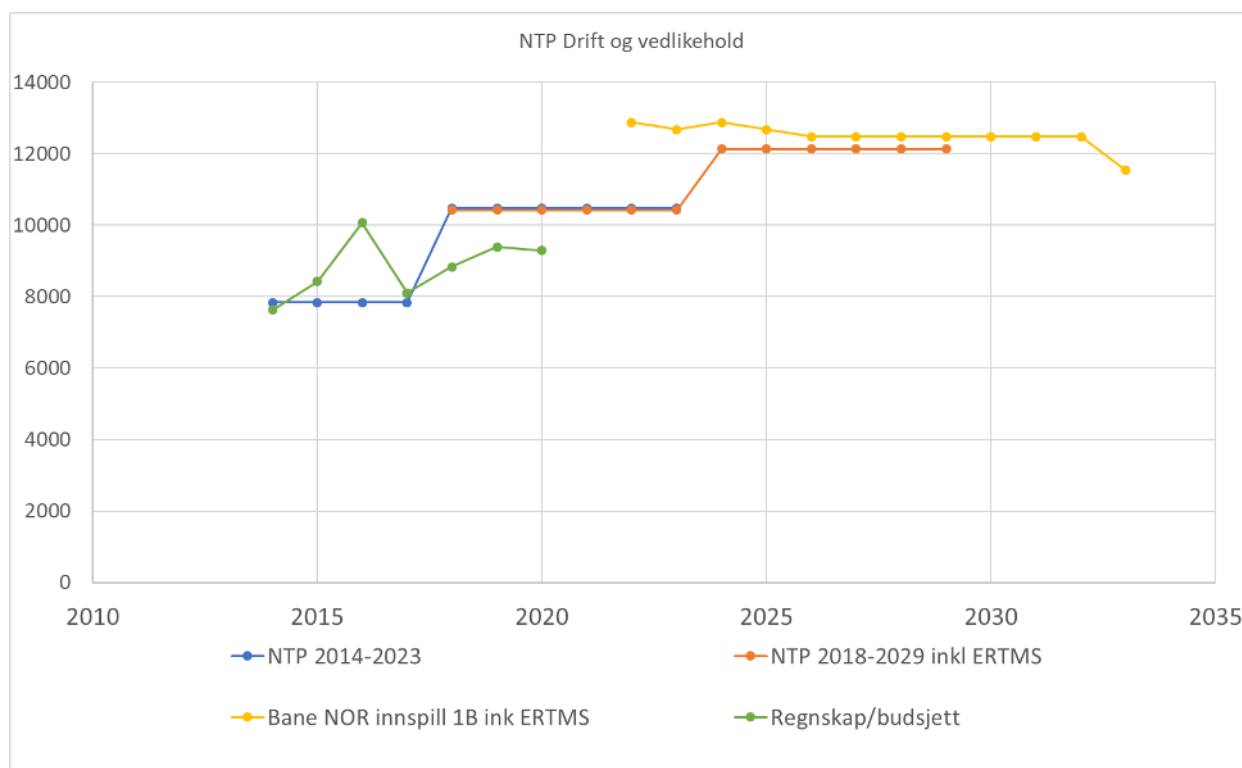
Drift og vedlikehold av jernbane infrastrukturen inngår i Nasjonal transportplan. Figur 2 viser samlet drift og vedlikehold (inkl. drift av Jernbanedirektoratet) slik det er angitt i Nasjonal transportplan 2014-2023 og 2018-2029. Årlig bevilgning til drift og vedlikehold er vist for årene 2014 til 2020. I tillegg er bane NORs innspill (1b) til NTP 2022-2033 vist.

I NTP 2014-2023 er ERTMS forutsatt gjennomført fra 2018, noe som forklarer økningen i budsjettnivå for de siste 6 årene av planperioden. Vedlikeholds nivået beskrevet i NTP 2018-2029 sammen med effektivisering skulle legge til rette for at vedlikeholdsetterslepet blir redusert med 6 mrd. i løpet av perioden.

⁴ Godstoget Oslo-Narvik via Sverige regnes i modellene som innenlands produksjon, mens i SSBs statistikker regnes kun innenlandstrekingene Alnabru-riksgrensen og riksgrensen-Narvik.

Bane NOR har redegjort for de økonomiske behovene for vedlikehold i innspillet til NTP 2022-2033. Det er meldt økte behov for drift og vedlikehold. Det er nærmere redegjort for i foretakets innspill av 1. november 2019 til NTP 2022-2033.

Figur 2 Drift og vedlikehold Nasjonal transportplan (2020-kr)



Definisjoner

Drift

Drift av jernbanens infrastruktur omfatter renhold og snørydding på publikumsområdene (plattformer, venterom, parkeringsplasser, adkomster), snørydding i spor og snørydding av terminaler og skiftespor, samt strømforsyning, og samband. I tillegg kommer trafikkstyring, kundeinformasjon, teknisk og administrativ støtte, samt drift av Norsk jernbaneskole.

Korrektivt vedlikehold

Korrektivt vedlikehold omfatter feilretting og beredskap. Høy beredskap for feilretting er viktig for å få trafikken i gang igjen etter at det har oppstått en stans. Nivået på korrektivt vedlikehold (beredskap) vil øke både med økende krav til punktlighet og regularitet og med lavere kvalitet på infrastrukturen.

Forebyggende vedlikehold

Forebyggende vedlikehold gjennomføres for å ha kontroll med tilstandsutviklingen i infrastrukturen, forebygge at feil oppstår og utvikler seg, samt å opprettholde minimumsfunksjonalitet i de delene av infrastrukturen som ikke blir fornyet. Det forebyggende vedlikeholdet omfatter alle kontroller/inspeksjoner/visitasjoner samt utbedringer, revisjoner og komponentskifter.

Fornyelse

Fornyelse av jernbaneinfrastrukturen omfatter systematisk utskifting av anlegg som har nådd teknisk-økonomisk levetid. Prioritering av fornyelse av infrastruktur er viktig for å kunne ta igjen

etterslepet og forbedre driftsstabiliteten. Fornyelse av infrastruktur er også viktig for å gjøre infrastrukturen mer motstandsdyktig mot ekstremvær, skred og flom.

Etterslep

Vedlikeholdsetterslep er i hovedsak kostnaden som har bygget seg opp gjennom tid ved at det ikke er fornyet anlegg som har passert teknisk og funksjonell levetid. Et annet begrep som benyttes er fornyesetterslep. Anleggene bringes ved fornyelsen tilbake til minst opprinnelig tilstand og tiltenkt funksjon. I de tilfeller der opprinnelige anleggsdeler har foreldet standard eller ikke lenger er mulig å oppdrive, fornyes anlegg i henhold til dagens krav til standard.

Et likevektsnivå estimeres med verdien av komponentene som passerer forventet levetid på en periode delt på antall år i perioden. Det vil si en gjennomsnittsberegning for årlig behov for fornyelse for at vedlikeholdsetterslepet ikke skal øke. Beregning av etterslep ikke er en eksakt vitenskap, det er en ganske stor usikkerhet her. F.eks. kan levetider for en del komponenter, spesielt for baner med relativt lav trafikk, være undervurdert.

Forsinkelser og innstillinger

Bane NOR måler forsinkelser og innstillinger i sanntid ved hjelp av sitt TIOS-system. De har videre anslått effekter på forsinkelsestimer og innstillinger som følge av de fem ulike nivåene, der et lavt fornyelsesbudsjett fører til et økt antall feil på infrastrukturen og følgelig forsinkede og innstilte tog. I denne analysen er det hensiktsmessig å se forsinkelser og innstillinger under ett. Vi har derfor antatt at én innstilling (uavhengig om avgangen er hel eller delinnstilt) tilsvarer 30 forsinkelsesminutter som et gjennomsnitt for landet. Dette er for lenge i 10-minutterssystemet mellom Asker og Lillestrøm, og altfor lite på langdistansetrekningene. På den måten får vi ett mål på driftsstabilitet som vi kan verdsette og veie opp mot endringer i budsjettet.

5. Bane NORs innspill⁵

Faktorer som påvirker drift og vedlikehold i planperioden

Det er mange faktorer som påvirker drift og vedlikehold i årene framover og som er lagt til grunn i nye beregninger av de økonomiske behovene i planperioden. Det mest sentrale elementet er at infrastrukturen blir stadig eldre i planperioden, vedlikeholdsetterslepet har økt, økt trafikk på deler av jernbanenettet, flere togselskaper, nye og mer moderne og tyngre tog, flere avganger med doble togsett, innføring av ERTMS og generell digitalisering, samt økende utfordringer knyttet til klima og miljø. I dette kapitlet redegjøres det for Bane NORs innspill til NTP 2022-2033.

I dette arbeidet har vi lagt til grunn Bane NORs leveranse. Vi har ikke gått inn i Bane NORs beregninger eller forutsetninger for Bane NORs leveranse.

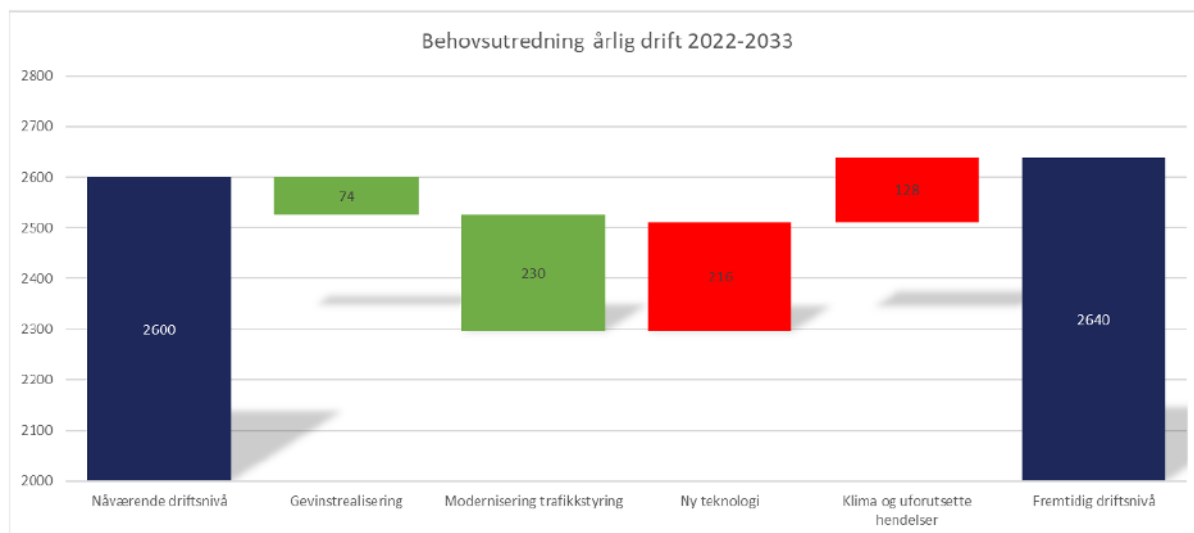
Drift av infrastruktur

Hovedtrekkene i Bane NORs analyser viser at driftsbehovet for trafikkstyring reduseres med innføring av ERTMS, samtidig som innføringen av nytt signalsystem innebærer økte kostnader til drift av den digitale infrastrukturen. I tillegg er det rimelig å anta at flere uforutsette hendelser, mer trafikk på jernbanen og risiko for negative konsekvenser av klimaendringer vil kreve et større økonomisk handlingsrom for å kunne opprettholde infrastrukturen. Videre vil iverksetting og håndtering av flere

⁵Bane NORs andre innspill til Nasjonal transportplan 2022-2033: Svar på Jernbanedirektoratets oppdrag av desember 2018, 1. november 2019 Drift og vedlikehold

større investeringsprosjekter i årene framover, samt flere nye aktører gjennom konkurranseutsetting av persontransporten kunne føre til noe økte kostnader på drift. Effektivisering vil dermed ikke nødvendigvis føre til en nedgang i kroner, men derimot endrede fordelinger slik figur 3 nedenfor indikerer.

Figur 3: Bane NOR driftsutgifter. Kilde: Bane NOR: Svar på Jernbanedirektoratets oppdrag av desember 2018, 1. november 2019, Drift og vedlikehold



Figur 3 viser at Bane NOR i planperioden skal redusere kostnader gjennom avbyråkratiserende tiltak, gevinstrealisering og omfattende modernisering av trafikkstyringen. Samtidig vil det komme økt behov på andre områder, slik som support av ny programvare, behov for bedre cybersikring, nye oppgaver osv, som betyr at noe vil øke og noe reduseres. Bane NOR legger derfor til grunn at dagens grunnivå for drift kan legges til grunn for også neste planperiode, med prisjusteringer.

I hht. avtale med Bane NOR om tilgang til eksisterende infrastruktur fastsettes et maksimalt beløp som bane NOR kan disponere av bevilgningen til drift. Dette beløpet er for 2020 ca. 2,2 mrd. kr. Differansen opp til 2,6 mrd. kr som Bane NOR redegjør for som minimumsbehov, dekkes av andre inntekter f.eks. inntekter fra avgifter for framføring av tog.

Bane NORs effektivisering knyttet til drift omfatter følgende drivere:

- Gevinstrealisering
- Modernisering av trafikkstyring knyttet til utbygging av ERTMS.

Følgende drivere vil øke driftsbehov i planperioden:

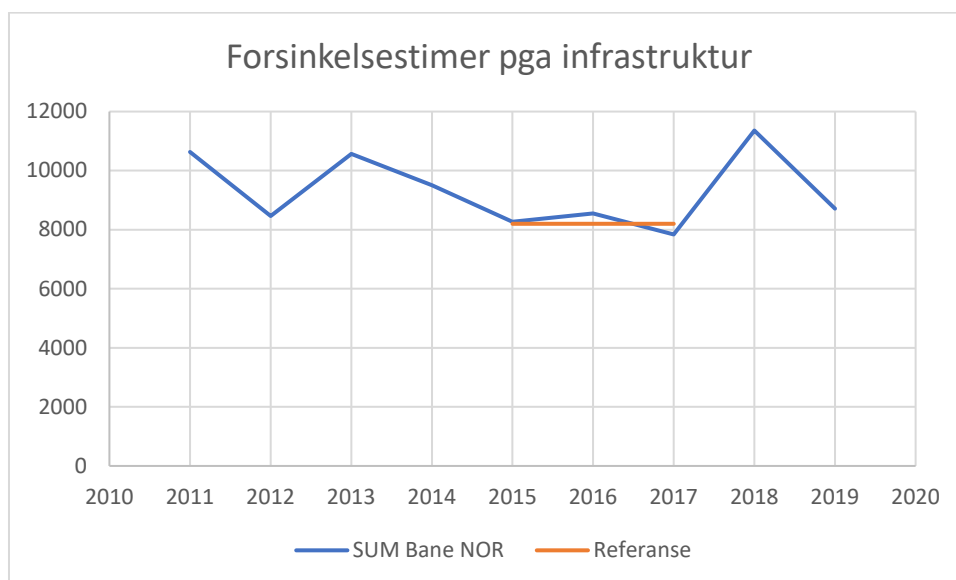
- Ny teknologi (bl.a. kjøreveis-IKT og lisensutgifter til nye signalsystem)
- Klima og uforutsette hendelser (økte utfordringer med flom og skred mot jernbanen, og dermed økt risiko både for hendelser og nødvendig stenging av banestrekninger)

Kostnadene til drift av infrastrukturen er den samme i alle 5 vedlikeholds-scenariene.

Vedlikehold av infrastruktur

Bane NOR har gjort analyser av de økonomiske behovene for vedlikehold for å opprettholde samme resultater på sikkerhet og punktlighet som i 2017. Midlere antall forsinkelsestimer som har sin årsak i feil i infrastrukturen for perioden 2015 tom 2017 er 8200 timer. Figur 4 viser antall forsinkelsestimer pr år i perioden 2010 til 2019.

Figur 4: Forsinkelsestimer, Kilde Årsrapport Jernbanedirektoratet 2019



Bane NOR har utarbeidet 5 ulike scenarier for vedlikehold av infrastrukturen.

Det økonomiske behovet for å opprettholde situasjonen er scenario 1b og omtales som «grunnivå».

Kort beskrivelse av Bane NORs fem scenarier:

- Scenario 1 og 1a: Sikker jernbane er i fokus. Lavt nivå på fornyelse medfører økte kostnader til feilretting og forebyggende vedlikehold. Punktlighet og regularitet blir dårligere enn i grunnivå.
- Scenario 1b: Sikker jernbane: Scenario tar utgangspunkt i dagens forventning til oppnåelse av regjeringens overordnede mål om transport. Denne rammen er dimensjonert for å ivareta 2017-resultater for nye anlegg. Rammen vil ikke gi en forbedring av ytelse i forhold til 2017 eller reduksjon av etterslep. Grunnivået bygger på dagens infrastruktur med de målene som er gitt for punktlighet, oppetid og regularitet basert på faktisk måloppnåelse 2017 (i henhold til oppdragsbrevet fra direktoratet), og i tillegg er prosjekter som er bundet (igangsatte og prosjekter med oppstarts bevilgning i 2018 og 2019) samt den trafikkvekst disse vil medføre lagt til grunn.

Scenario 2: Bedre mobilitet: I andre scenario tas det utgangspunkt i en økt forventning til oppnåelse av regjeringens overordnet mål om transport. Effekten vil være bl.a. forbedring av oppetid, og reduksjon av forsinkelsestimer. Effekten vil være færre tekniske stoppende feil, noe som vil påvirke oppetid direkte, og vil da gjenspeile en forbedring i dagens trafikkbilde. Denne satsningen vil kunne tilrettelegge for et styrket togtilbud og en mer driftssikker jernbane. I tillegg vil en pålitelig og robust infrastruktur gi åpning for nye togtilbud og en fremtidig ruteplan for hyppige avganger. Dette scenariet vil gi handlingsrom for å systematisk fjerne vedlikeholdsetterslepet.

Scenario 3: Grønn mobilitet: I tredje scenario tas det utgangspunkt i, i tillegg til ambisjon i scenario 2, en økt forventning til oppnåelse av regjeringens overordnede mål om transport, altså ivaretagelse av miljø i tillegg til sikkerhet, pålitelighet og økonomi i samsvar med en økning av rammen til 8,25 mrd. kr.

FAGLIG GRUNNLAG

Bane NORs fem scenarier er oppsummert i tabellene under.

Tabell 4: Bane NORs 5 scenarier; kostnader

| | Scenarie 1 Sikker jernbane | Scenarie 1a Sikker jernbane | Scenarie 1b Sikker jernbane | Scenarie 2 Bedre mobilitet | Scenarie 3 Grønn mobilitet |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Vedlikeholdsstrategi | Tradisjonell | Tradisjonell | Tradisjonell | Moderne vedlikehold | Asset Management |
| Behov forebyggende vedlikehold | 2 500 | 2 500 | 2 500 | 2 000 | 1 800 |
| Behov korrektivt vedlikehold | 800 | 800 | 675 | 600 | 550 |
| Fornyelser (flatt pr år) | 2 200 | 3 500 | 4 250 | 5 300 | 5 900 |
| Fornyelse 12 år | 26 400 | 42 000 | 51 000 | 63 600 | 70 800 |
| Forebyggende vedlikehold 12 år | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 24 000 | 21 600 |
| Korrektiv vedlikehold 12 år | 9 600 | 9 600 | 8 100 | 7 200 | 6 600 |
| Sum 2022-2033 | 66 000 | 81 600 | 89 100 | 94 800 | 99 000 |
| Gjennomsnitt pr år | 5 500 | 6 800 | 7 425 | 7 900 | 8 250 |

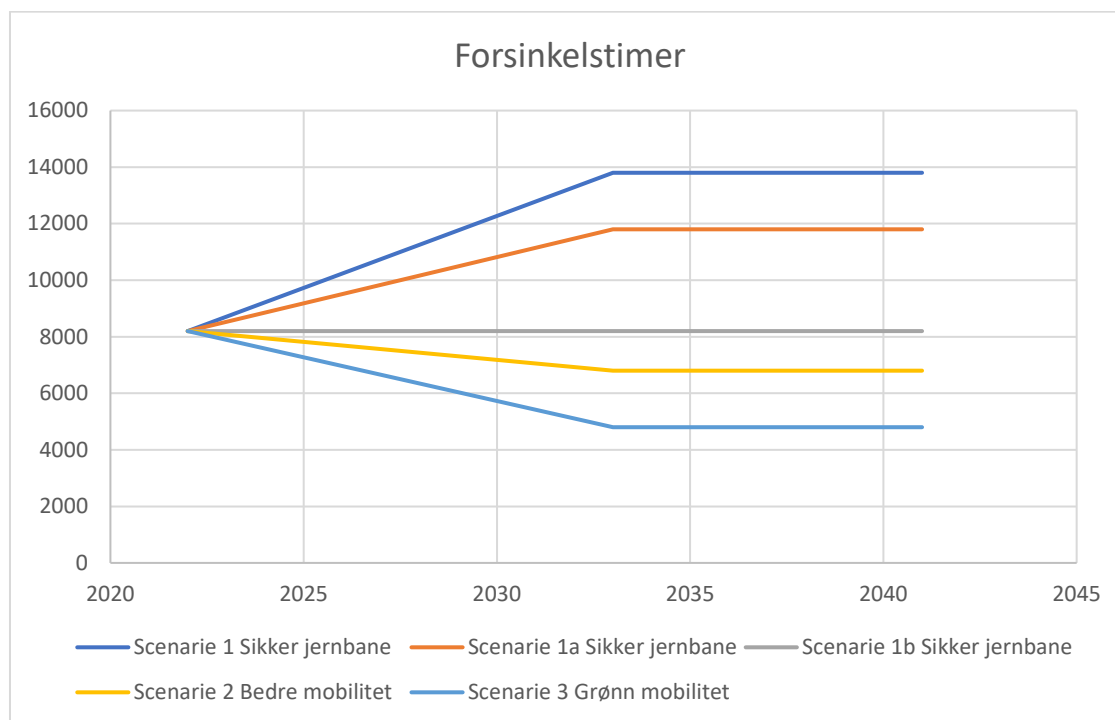
Tallene i tabellen over representerer gjennomsnitt over 12 år. Gitt en lineær endring av tallene med utgangspunkt scenarie 1b i 2022, vil resultatet i slutten av perioden bli som angitt i tabell 6 under:

Tabell 6: Bane NORs 5 scenarier, resultat 2033.

| | Scenarie 1 Sikker jernbane | Scenarie 1a Sikker jernbane | Scenarie 1b Sikker jernbane | Scenarie 2 Bedre mobilitet | Scenarie 3 Grønn mobilitet |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Tilstand/behov 2033 | | | | | |
| Behov forebyggende vedlikehold 2033 (1000 kr) | 2 500 | 2 500 | 2 500 | 1 500 | 1 100 |
| Behov korrektivt vedlikehold 2033 (1000 kr) | 925 | 925 | 675 | 525 | 425 |
| Fornyelser (flatt pr år) (1000 kr) | 2 200 | 3 500 | 4 250 | 5 300 | 5 900 |
| Forsinkelsestimer | 13800 168 % | 11800 144 % | 8200 100 % | 6800 83 % | 4800 59 % |
| Oppetid | 98,5 % | 98,7 % | 99,1 % | 99,3 % | 99,5 % |
| Regularitet | 94,3 % | 95,7 % | 96,9 % | 98,1 % | 98,5 % |

Utvikling i antall forsinkelsestimer er vist grafisk i figur 5 under, med utgangspunkt i dagens (2017) nivå for forsinkelsestimer:

Figur 5: forsinkelsestimer, framskrivning



Bane NOR melder større behov enn det som er beskrevet i NTP 2018-2029. Økning i grunnivå for forebyggende vedlikehold, sammenlignet med NTP 2018-2029, skyldes i hovedsak nødvendige sikkerhetstiltak og tiltak for å forlenge anleggsdelenes varighet. Spesielt gjelder dette brovedlikehold og økt behov for forebyggende aktiviteter til økt aldring og skinneslitasje (f.eks. skinnprofilbearbeiding). I tillegg er det en økning på grunn av krav til hogst og ivaretagelse av vernede strekninger.

De nye beregningene for fornyelse viser at grunnivå for planperioden 2022-2033 er på 4250 MNOK/år.

Økningen i grunnivå for fornyelse fra dagens nivå har bakgrunn i flere forhold, slik som:

- Historisk opparbeidet et betydelig vedlikeholdsetterslep for eksisterende infrastruktur. Dette gjelder spesielt kontaktledningsanlegg, over- og underbygning, drenering og broer.
- I tillegg til etterslepet knyttet til infrastruktur som har passert estimert levetid, nærmer en del av resterende jernbaneinfrastruktur seg estimert levetid i planperioden.
- Mange anleggstyper, slik som kontaktledningsanlegg, når teknisk levetid samtidig.
- Prisøkning i markedet.
- Produksjonsfeil på bl.a. sviller forkorter teknisk levetid vesentlig, og øker behovet for utskifting i deler av jernbanenettet i første delen av planperioden.
- Økt oppgraderings- og sikringsbehov innen kjøreveis-IKT, slik som systemer for fjernstyring av elektriske høyspenningsanlegg i Bane NOR.
- Økt behov på grunn av klimautfordringer

Det estimerte grunnivået for drift og vedlikehold i gjennomsnitt per år er på om lag 10 mrd. kr i planperioden. Det understrekes at grunnivå er en form for et likevektsnivå som sørger for at

etterslepet hverken øker eller reduseres. Grunnivået opprettholder dermed infrastrukturens tilstand. Analysene av grunnivå for vedlikehold er gjennomført med forutsetning om at oppgavene innenfor korrektivt og delvis forebyggende vedlikehold gjennomføres av interne ressurser.

Konkurransetsetting av disse aktivitetene, med bl.a. opprettelse av Spordrift, gir forventning om reduksjon i kostnadsnivå. I hvilket omfang kostnadsnivået kan reduseres, kan i dag ikke kvantifiseres. Andre forhold som har betydning for grunnivået, er endringer i forskrifter eller krav. Analysene av grunnivå tar utgangspunkt i dagens forutsetninger og praksis.

Det er ikke noen en-til-en-sammenheng mellom de forskjellige formene for vedlikehold. En krone mer til forebyggende vedlikehold gir ikke nødvendigvis en krone reduksjon i det korrektive vedlikeholdet. Er det tidligere brukt for lite ressurser til forebyggende vedlikehold og fornyelse i forhold til trafikkmengde og infrastrukturens alder og tilstand, kan behovet for korrektivt vedlikehold i en periode øke selv om man bruker mer ressurser til forebygging og fornyelse. Det økte behovet for korrektivt vedlikehold kan betraktes som en del av prisen man betaler for tidligere å ha brukt for lite på forebyggende vedlikehold og fornyelse.

Kulturminner

Jernbanemuseets budsjett er en del av Jernbanedirektoratets bevilgning, mens Bane NOR har ansvar for en rekke infrastrukturobjekter som er klassifisert som kulturminner. Det er satt av 70 mill. kr til forebyggende vedlikehold til vernede strekninger (pr. år). Dette beløpet dekker kun helt nødvendige sikringstiltak og mindre utbedringer.

6. Teoretisk fundament for analysen

LCC-modeller

Vedlikehold utføres for å ivareta sikkerheten ved togfremføring og bidrar til punktlighet i togtrafikken. Det er også viktig å vedlikeholde infrastrukturen slik at anleggenes forutsatte levetid oppnås for å nå mål om lavest mulig levetidskostnader. Vedlikehold (i form av Asset Management) skal sikre måloppnåelse og optimalisere effekten av investeringer.

Samtidig er vedlikehold vesentlig for å opprettholde og videreutvikle sikkerhetsnivået og kvaliteten i jernbanenettet og trafikkavviklingen, og for å nå de trafikale målene for driftsstabilitet, punktlighet og regularitet.

Målet med vedlikehold er å balansere innsatsfaktorer og nedetidskostnader (kostnader knyttet til konsekvens) på en måte som vil føre til lavest mulig total kostnad, herunder både bedriftsøkonomisk for Bane NOR og samfunnsøkonomisk for staten.

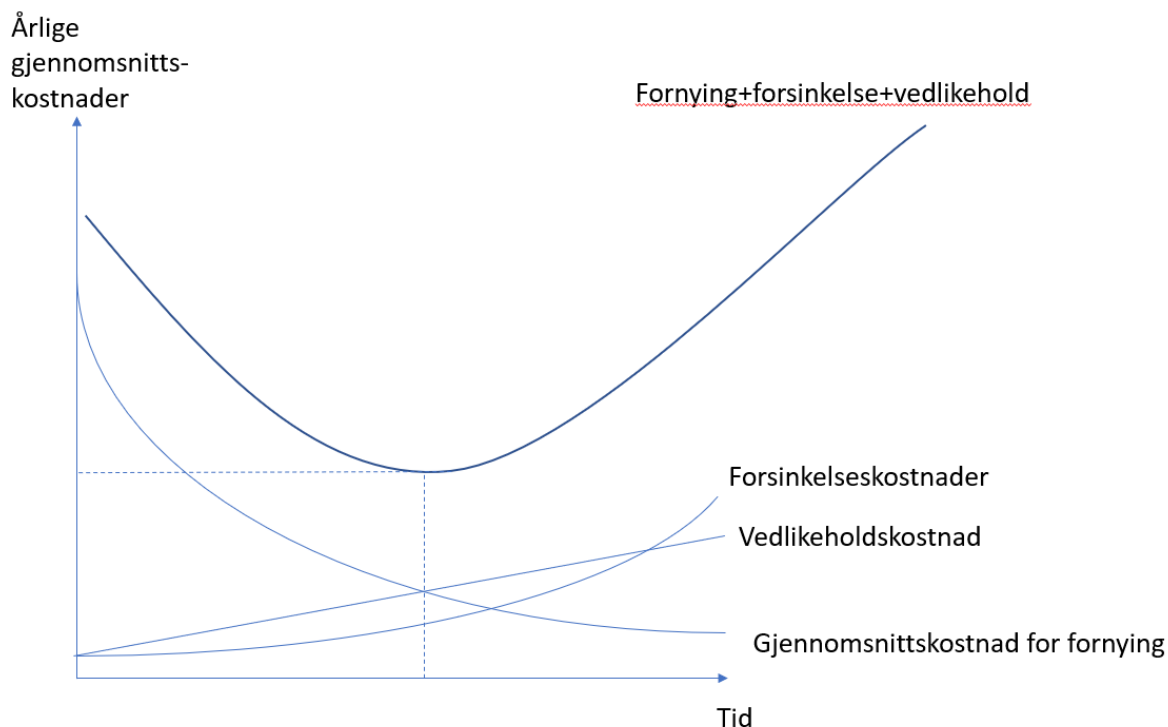
Økt togtrafikk og flere passasjerer stiller høye krav til en god drift for å kunne videreutvikle en sikker og driftsstabil jernbane. Det er samtidig viktig å kunne tilby attraktive stasjonsområder og andre publikumsarealer og -funksjoner. Klimaendringene stiller vesentlig sterkere krav til drift og vedlikehold.

Tradisjonelt har vedlikeholdsstyring benyttet LCC-modeller som søker å minimere de samfunnsøkonomiske livssyklus-kostnadene gjennom å optimalisere vedlikeholdstakten. Disse modellene estimeres gjennom å finne gjennomsnittskostnaden for anlegget sammenholdt med

kostnader knyttet til drift, vedlikehold og forsinkelser som alle øker etter hvert som anlegget nærmer seg økonomisk levetid.

Figur under illustrerer det optimale fornyelsestidspunktet.

Figur 6: det optimale fornyelsestidspunktet



Denne analysen bør gjøres for alle infrastrukturkomponenter, fordelt på delstrekninger. Dette er informasjon Jernbanedirektoratet ikke har i dag.

Sentralt i beslutningen om å fornye er tilstanden på infrastrukturen. Tilstanden forringes kontinuerlig som følge av alder og belastning. Enkelte deler av infrastrukturen har den egenskapen at den forringes raskere dersom den allerede er dårlig. Et eksempel på det er overbygningen som utsettes for mer krefter dersom den allerede har en dårlig tilstand. I vår tilnærming har vi derfor antatt at den delen av infrastrukturen som er over-, og underbygning forringes eksponentielt, mens de andre delene av infrastrukturen følger en lineær nedbrytningsfunksjon.

Vår tilnærming er mer overordnet

Jernbaneinfrastrukturen har tradisjonelt vært vedlikeholdt ut ifra teknisk levetid for komponentene, som ikke nødvendigvis har vært i samsvar med den ulike trafikkbelastningen som er på jernbanenettet rundt omkring i landet. Noen steder har infrastrukturen svært høy trafikkbelastning, særlig på det sentrale Østlandsområdet, og feil her gir stor påvirkning på punktligheten på store deler av jernbanenettet. Gjennom målrettet arbeid har Bane NOR kunnet tilby forholdsvis stabil punktlighet de siste årene, til tross for at antall produserte togkilometer har økt betydelig og med tilhørende økt slitasje på infrastrukturen. Dette er gjort ved at punktlighetstiltak i hovedsak er prioritert på Østlandet.

I sitt innspill til NTP har Bane NOR skissert opp fem ulike alternativer for nivå på vedlikehold og fornyelse, med tilhørende konsekvenser for trafikken i form av forsinkelser og innstillinger. Ut fra informasjonen mottatt fra Bane NOR, som er på landsbasis, kan vi estimere en del sammenhenger

mellom disse størrelsene. Sentralt her er at nivået på korrektivt og forebyggende vedlikehold øker dersom fornyelser reduseres. Samtidig øker også kostnadene knyttet til forsinkelser og innstillinger. Nivået på fornyelser påvirker således infrastrukturens tilstand, og kostnader til vedlikehold og punktlighet er en funksjon av infrastrukturens tilstand og trafikkbelastningen.

Det ligger for øvrig som et minimumskrav at sikkerheten alltid opprettholdes, og en dårligere tilstand i infrastrukturen eventuelt avbøtes med saktekjøringer eller innstillinger dersom det kreves ut fra et sikkerhetsperspektiv.

Derfor anbefaler vi at vedlikeholdsinnsetningen innrettes med fokus på «kunden i sentrum», dvs. å prioritere vedlikehold der det gir størst effekt for punktlighet, samtidig som sikkerheten alltid settes først.

Effekter av vedlikehold

Jernbanedirektoratet har i gjeldende K01-avtale med Bane NOR fastsatt at infrastrukturen skal ha en oppetid på 99,3 % og en regularitet på 99,2 %. Målene gjelder for både 2018 og 2019. I perioden 2015-2018 varierte oppetiden mellom 98,72 – 99,13 og regulariteten mellom 95,3 – 97,7 %. Det beste året i perioden for oppetid og forsinkelsestimer var 2017 med en oppetid på 99,13 % og 7 805 forsinkelsestimer. Regulariteten var på 97,2 %. Det dårligste året for oppetid og forsinkelsestimer i perioden var 2018 med en oppetid på 98,72 % og 11 332 forsinkelsestimer. Regulariteten var på 96,2 %.

Tabell 7 under viser den forventede måloppnåelsen for oppetid, forsinkelsestimer og regularitet i slutten av NTP-perioden 2022-2033 for fem scenarier. Den viser at scenario 2 kan gi en oppetid lik målsetningen for 2018 og 2019 på 99,3 %, mens scenario 3 gir en noe høyere oppetid på 99,5 %. Videre vil scenario 2 redusere antall forsinkelsestimer til 6 800 og gi en forventet regularitet på 98,1 %. Scenario 3 vil redusere antall forsinkelsestimer til 4 800 og gi en forventet regularitet på 98,5 %. Ingen av de to mest ressurskrevende scenariene vil gi en regularitet på høyde med dagens målsetning på 99,2 %.

Denne tabellen gir situasjonen fra 2033:

Tabell 7: forventede måloppnåelsen for oppetid, forsinkelsestimer og regularitet i 2033

| Tilstand 2033 | Scenario 1 Sikker jernbane | Scenario 1a Sikker jernbane | Scenario 1b Sikker jernbane | Scenario 2 Bedre mobilitet | Scenario 3 Grønn mobilitet |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Forsinkelsestimer | 13800 | 11800 | 8200 | 6800 | 4800 |
| Relativt til 1b | 168 % | 144 % | 100 % | 83 % | 59 % |
| Oppetid | 98,5 % | 98,7 % | 99,1 % | 99,3 % | 99,5 % |
| Regularitet | 94,3 % | 95,7 % | 96,9 % | 98,1 % | 98,5 % |

Scenario 1b i tabellen viser ressursinnsetningen som etter Bane NORs oppfatning må til for å unngå at etterslepet øker og at infrastrukturens standard opprettholdes på omtrent samme nivå som i 2017. Den gir en forventet oppetid på 99,1 % som er rimelig nært målsetningen på 99,3 %. Men forventet regularitet vil bli på 96,9 %. Det er både betydelig svakere enn målsetningen på 99,2 % og noe svakere enn 97,2 % som ble oppnådd i 2017.

Økte forsinkelseskostnader

Litteraturen gir gode anslag på tidsverdier for passasjerer, og er inndelt både etter transportmiddel, reiselengde og reisens formål. Tabellen under er fra den nyeste verdsettingsundersøkelsen som i skrivende stund ikke er publisert. Verdien er å anse som en kronesats per time. Den viser at tjeneste-reiser har en høyere tidsverdi enn fritids- og arbeidsreiser og at tidsverdiene øker med distansen en reiser.

Tabell 8: Tidskostnader etter reisehensikt og distanse⁶

| Transportmiddel | Reisehensikt | < 70 km | 70 – 200 km | > 200 km |
|-----------------|-------------------|---------|-------------|----------|
| Tog | Forretningsreiser | 431 | 403 | 450 |
| | Arbeidsreiser | 82 | 164 | 202 |
| | Fritidsreiser | 76 | 133 | 159 |
| | Alle hensikter | 89 | 173 | 203 |

Tabellen over viser tidsverdiene⁷ for en ordinær reise. Her er vi interessert i å vite hvor mye togreisende verdsetter den tiden de forsinkes som følge av feil på infrastrukturen. For å justere tidsverdien for forsinkelser endres de ordinære tidsverdiene med en faktor på 2,3.

Ved å regne om infrastrukturens forsinkelsestimer og ikke-planlagte innstillinger til forsinkelsestimer for passasjerene, kan en bruke satsene for tidsverdiene til å finne hva forsinkelsene koster samfunnet i form av tapt nytte for passasjerene. Dette betinger strengt tatt at vi kjenner reisehensiktene til alle passasjerene som blir forsinket, noe vi ikke gjør. Vi har derfor sjablonmessig antatt noen ulike reisehensikter-, og lengder på de ulike strekningene. Ved å veie disse kostnadene opp mot andel trafikk på de ulike strekningene og passasjerbelegg, finner vi et kostnadsanslag på én forsinkelsestime. I våre analyser er dette 26 618 kroner.

For å estimere antall passasjerer som rammes, benyttes denne omgang en svært enkel metode for å finne gjennomsnittlig antall passasjerer på togene. Dette gjøres ved å dividere passasjerkilometer med kjøretøykilometer fra SSBs statistikkbank. Dette vil naturligvis underestimere belegget på enkelte avganger og overestimere det på andre avganger. En annen ulempe er at metoden også overestimerer belegget typisk i pendelendene og underestimerer belegget i sentrale strøk. Tabell 9 under viser gjennomsnittlig belegg på de forskjellige togproduktene:

Tabell 9: Gjennomsnittlig belegg per strekning

| Strekning | Snittbelegg |
|---------------|-------------|
| Lokaltog Oslo | 79 |
| Flytoget | 68 |
| Gjøvikbanen | 51 |

⁶ Under ferdigstilling per april 2020

⁷ Tidsverdiene er beregnet ut fra en «vanlig reise», og vanlige reiser er sannsynligvis noe forsinket i gjennomsnitt. Å justere med en faktor på 2,3 for hver forsinkelse, vil derfor føre til noe overestimering av forsinkelsesulempen.

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Lokaltog Stavanger | 50 |
| Lokaltog Bergen | 66 |
| Lokaltog Trondheim | 45 |
| Rørosbanen | 41 |
| Flåmsbanen | 195 |
| Øvrige regiontog - korte strekninger | 19 |
| InterCity - Oslo-Halden | 119 |
| InterCity - Oslo-Lillehammer | 114 |
| InterCity - Oslo-Skien | 117 |
| Sørlandsbanen | 92 |
| Bergensbanen | 246 |
| Dovrebanen | 210 |
| Nordlandsbanen | 88 |

Tallene viser at gjennomsnittsbelegget er høyest på typiske fjerntogstrekninger som Bergens-, og Dovrebanen, og lavest på «Øvrige regiontog»⁸. Det lave tallet for lokaltogene i Osloområdet kommer av at det går veldig mange tog i området, i tillegg til at det er mange passasjerer. Et fullstappet lokaltog i rush har naturligvis et høyere belegg enn 79 passasjerer, samtidig som det siste toget på søndag kveld har et lavere belegg enn 79. Kostnadene av en forsinkelsestime vil av den grunn også avhenge av når på dagen forsinkelsene inntreffer.

7.Analyse

Metode

De fornyede delsystemene av infrastrukturen vil ha en levetid langt ut over planperioden. Fornyelse kan betraktes tilnærmet som en investering med en levetid på 25 til 50 år avhengig av hvilke delsystemer det er snakk om.

NTNU v/Jørn Vatn har utviklet en modell for beregning av økonomiske effekter av vedlikehold over en lengre tidsperiode.

Analysene er basert på Bane NORs innspill om drift og vedlikehold 1.november 2019. Dette innspillet innebærer i praksis dagens togtilbud (2020) og dagens infrastruktur.

Modellen forutsetter at det er en sammenheng mellom tilstand på infrastrukturen og variable kostnader slik som forebyggende og korrigerende vedlikeholdskostnader, samt punktlighetskostnader.

Tilstanden av infrastrukturen er beskrevet med tilstandsskala fra 1 til 5 hvor 1 representere infrastrukturelementer som tilnærmet nye, mens 5 betyr at tilstanden er så dårlig at ytelsen i

⁸ Eksempelvis Raumabanen

infrastrukturen er (svært) utilfredsstillende. Fastsettelse av analyseverdier for denne parameteren er basert delvis med grunnlag i arbeidet med InfraStatus og delvis med faglig skjønn.

Tilstanden i infrastrukturen avhenger av hvor mye fornyelse som utføres. Endring i tilstand som resultat av en gitt innsats til fornyelse, er uavhengig av den opprinnelige tilstanden. Dette betyr at en økning i fornyelse vil gi den samme tilstandsforbedringen uansett om tilstanden i utgangspunktet er god eller dårlig. Det er også lagt til grunn at fornyelsesbehovet er det samme hvert år i lang tid, dvs. at det ikke er tatt høyde for at det kan være opphopning (topp) av behov for fornyelse. Eksempel på dette kan være fornyelsesbehov av kontaktledning, hvor omfattende utbygging skjedde på 1950 og 1960-tallet. Disse anleggene vil nå sin levetid omtrent samtidig.

Infrastrukturen deles i to tilstandsmodeller avhengig av hvordan degraderingen av tilstanden skjer:

- Den delen av infrastrukturen som degraderes eksponentielt (degraderes hurtigere jo dårligere tilstanden er). Dette utgjør anslagsvis 40 % av anleggsmassen (i hovedsak overbygning).
- For andre infrastrukturelementer antas at degraderingen er den samme hvert år uavhengig av tilstand.

Årlige fornyelseskostnader, kostnader for korrektivt vedlikehold og punktlighetskostnader antas å være en lineær funksjon av tilstand.

I analysene er sammenligningene mellom scenariene basert på at årlig fornyelse etter planperioden (fra og med 2034) gjennomføres med et nivå slik at tilstanden ikke endrer seg over tid.

Analyseresultater

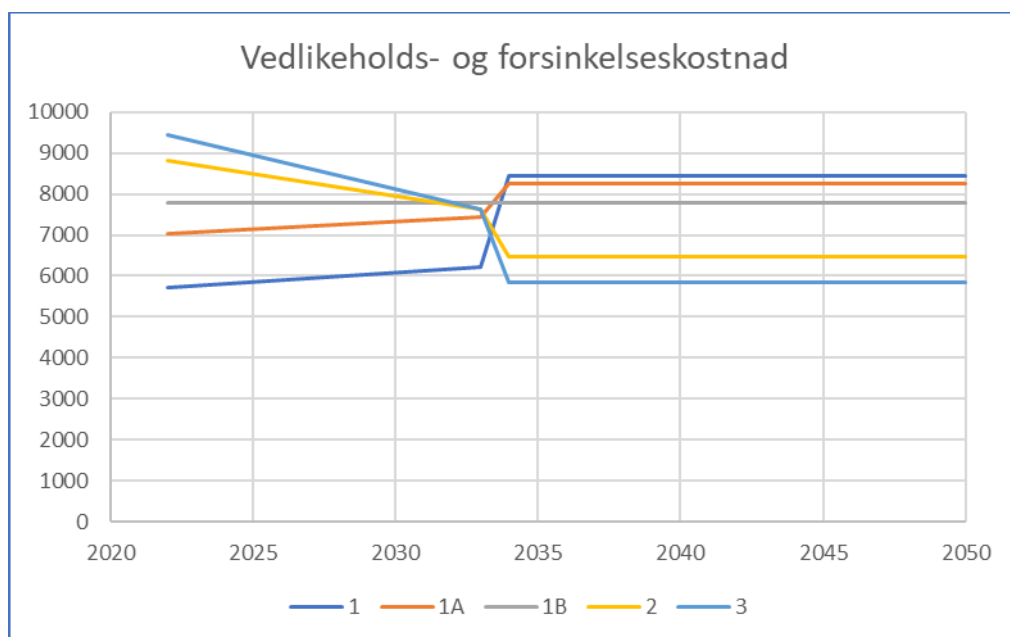
Kostnadene for å opprettholde tilstanden på infrastrukturen (fornyelsen) etter 2033 er avhengig av teknisk tilstand i 2033. I scenariene 1 og 1a har infrastrukturens tilstand blitt dårligere og i tillegg til høye kostnader for korrektivt og forebyggende vedlikehold, øker kostnadene for fornyelse for å holde den tekniske tilstanden konstant. Tilsvarende skjer for scenariene 2 og 3 hvor kostnadene tilsvarende blir lavere. Fornyselskostnaden er beregnet med modellen.

Resultatene av analyseberegningene er illustrert i løpende kroneverdi i tabell og figur nedenfor:

Tabell 10: framskriving av vedlikeholdskostnader og punktlighetskostnader

| Scenarier | | 1 | 1a | 1b | 2 | 3 |
|------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2022 | Fornyelse | 2200 | 3500 | 4250 | 5300 | 5900 |
| | Korrektivt vedlikehold | 675 | 675 | 675 | 675 | 675 |
| | Forebyggende vedlikehold | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 |
| | Punktligheitskostnad | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| | SUM 2022 | 5725 | 7025 | 7775 | 8825 | 9425 |
| 2033 | Fornyelse | 2200 | 3500 | 4250 | 5300 | 5900 |
| | Korrektivt vedlikehold | 925 | 925 | 675 | 525 | 425 |
| | Forebyggende vedlikehold | 2500 | 2500 | 2500 | 1500 | 1100 |
| | Punktligheitskostnad | 589 | 504 | 350 | 290 | 205 |
| | SUM 2033 | 6214 | 7429 | 7775 | 7615 | 7630 |
| 2034 og seinere | Fornyelse | 4437 | 4318 | 4250 | 4154 | 4100 |
| | Korrektivt vedlikehold | 925 | 925 | 675 | 525 | 425 |
| | Forebyggende vedlikehold | 2500 | 2500 | 2500 | 1500 | 1100 |
| | Punktligheitskostnad | 589 | 504 | 350 | 290 | 205 |
| | SUM | 8451 | 8247 | 7775 | 6469 | 5830 |

Figur 7: framskriving av samlede vedlikeholds- og punktlighetskostnader



I scenariene 2 og 3 skjer omfattende fornyelse i perioden 2022-2033. Tabell og figur illustrerer hvordan gevinsten av dette tas ut i perioden etter 2033. Neddiskontert samlet kostnad over hele analyseperioden er lavest for scenarium 3 og høyest for 1.

Prosjektet har etablert en modell for å analysere virkningene av vedlikehold og fornyelser i et 40-årsperspektiv. Modellen finner de totale kostnadene i hele perioden, og dersom vi forutsetter at dagens og det framtidige jernbanenettet skal vedlikeholdes, finner vi den laveste kostnaden.

Modellen antar en degradering over tid, som reverseres ved å fornye. Dersom degraderingen øker, vil tilstanden på infrastrukturen bli verre og det vil kreve en økt ressursinnsats i korrektivt og forebyggende vedlikehold for å opprettholde akseptabel standard. Dermed behandles fornyelsesmidlene som en investering, man får igjen etter NTP-perioden i form av antatt lavere behov for forebyggende og korrektivt vedlikehold, i tillegg til lavere årlige forsinkelseskostnader.

Tabellen under oppsummerer resultatene fra modellen. Her ser vi at modellen anbefaler mye fornyelse i første periode, slik at de totale vedlikeholds-, og punktlighetskostnadene blir lavere etter 12-årsperioden.

Vi har analysert virkningene over en 40-årsperiode. Det vil si at de første 12 årene har en gitt kostnad i vedlikehold og fornyelse, som er hentet fra Bane NORs innspill. De påfølgende 28 årene vil ha en beregnet kostnad til de samme elementene, under forutsetning av at tilstanden på infrastrukturen er uendret fra slutten av NTP-perioden. Dette innebærer blant annet lavere kostnader i scenario 3 knyttet til både fornyelse, vedlikehold og forsinkelser som følge av at standarden til infrastrukturen er god etter 12 år med høy grad av fornyelse.

Analysen viser at scenario 3 (høyest ramme for vedlikehold) gir det gunstigste økonomiske resultatet når man vurderer en periode på 40 år. Forskjellen er ca. 2 mrd. kr. over perioden.

Tabell 11: resultater av analysen

| Scenarie | Fornyelse 2022-2033 årlig | Neddiskontert kostnad 2022-2073 (mill.kr.) |
|----------|---------------------------|--|
| 1 | 2200 | 150 548 |
| 1a | 3500 | 149 711 |
| 1b | 4250 | 149 229 |
| 2 | 5300 | 148 553 |
| 3 | 5900 | 148 167 |

Følsomhetsanalyser

Analysen framstår som robust ovenfor endringer i analyseparameterne.

Endring i forsinkelseskostnader

Å beregne et nøyaktig anslag for forsinkelseskostnader på tvers av gods og persontog er krevende, og resultatene er usikre både som følge av datatilgang og metodeforutsetninger. Jernbanedirektoratet har i 2018 anslått forsinkelseskostnadene på Østlandet til å være i overkant av 350 millioner kroner og rundt 40 millioner for godsnæringen. En masteroppgave fra 2017 anslår samlede kostnader for personer til å være 180 millioner i 2015. Tallet er med andre ord svært usikkert, og det bør gjøres en nærmere analyse av dette. I denne sammenhengen har det liten betydning for resultatene, da modellen ikke er spesielt følsom for forsinkelseskostnadene som uansett er relativt små sammenlignet med kostnader til vedlikehold og fornyelse. Økte forsinkelseskostnader styrker anbefalingen om høyt nivå på fornyelse. Selv vesentlig reduksjon i forsinkelseskostnader endrer ikke rangeringen av scenariene.

Endring i kalkulasjonsrenten

Tradisjonelle investeringsprosjekter benytter en fast investeringskostnad satt av Finansdepartementet som er 4 % de første 40 årene. Denne er også benyttet i denne analysen for å diskontere kontantstrømmene i fremtiden. Det kan argumenteres for at risikopremien i et vedlikeholdsprosjekt bør være lavere, da risikoen ved å ta vare på eksisterende anlegg er lavere enn ved å bygge nytt. Lavere kalkulasjonsrente styrker argumentasjonen for høyere vedlikeholds nivå.

Endring i tilstandsantagelser

Modellen bygger på antagelser om dagens tilstand, og tilstanden etter 12 år gitt at ingenting fornyes. Tallene er kvalitetssjekket hos Bane NOR, men er fremdeles forholdsvis usikre. Dersom tilstandsparameterne settes slik at degraderingen av infrastrukturen er lav i løpet av 12 år, vil det implisitt si at effekten av økt fornyelse vil ha mindre å si. Gitt inputen fra Bane NOR, skal det forholdsvis store endringer til for at rangeringen endrer seg.

Endring i transportmengde (personkilometer og tonnkilometer) inngår ikke i modellen. Med planlagt utbygging av infrastruktur med forbedret togtilbud og generell vekst i markedene, er det overveiende sannsynlig at togtrafikken øker. Dette innebærer økt belastning og raskere nedbryting av infrastrukturen. Med flere tog med flere passasjer og mer gods vil konsekvensene av feil bli større og forsinkelseskostnadene øke. Begge disse forhold underbygger anbefaling om større innsats på vedlikehold i planperioden.

8. Andre effekter

Togets konkurransekraft

Hvis infrastrukturen tilstand blir forverret sammenlignet med dagens tilstand, vil det sannsynligvis føre til mer saktekjøring og flere innstilte avganger. Togets konkurranseevne mot alternative transportmidler vil med dårligere punktlighet og lavere regularitet bli forverret. TØI⁹ har for eksempel beregnet at etterspørselen etter passasjertrafikk på Østlandet øker med 1 % dersom forsinkelsene reduseres med 25 %. Det kan redusere mulighetene til å få overført mer persontransport fra bil til bane. En forbedring av infrastrukturens tilstand med høyere punktlighet og færre innstilte avganger som resultat, kan forbedre togets konkurranseevne mot alternative transportmidler. Disse effektene er vanskelig å tallfeste i antall reiser.

Vi forventer en viss økonomisk vekst også i framtiden, selv om den kan bli lavere enn tidligere beregnet. Videre er eldrebølgen antatt å begynne i løpet av NTP-perioden. Dette vil sannsynligvis føre til at publikum vil stille sterkere krav til komfort om bord, flere avganger, sømløse overganger mellom transportmidler, punktlighet og regularitet. Kravet til transportmidlenes kvalitet kan med andre ord øke ut over dagens forventninger. Det er dermed sannsynlig at skal toget skal øke sin andel av persontransporten, må jernbanen levere et bedre produkt enn hva den har i dag. Det er også sannsynlig at kvaliteten må bli bedre for å unngå at toget taper terreng til de andre transportmidlene. En slik forbedring av togets konkurranseevne, forutsetter at jernbanens infrastruktur har en akseptabel standard.

Effektivisering

Bane NOR har presentert flere initiativ som har som mål å effektivisere vedlikeholdet. Det kan eksempelvis være maskinlæringsalgoritmer som predikerer feil, eller en mer automatisk tilstandsovervåkning. Vi antar i dette arbeidet at slike initiativer eventuelt øker effektiviteten i alle scenarier. Hvorvidt Bane NOR lykkes i å effektivisere, vil ikke endre rangeringen av de fem scenariene. Det vil kun føre til at alle alternativer blir billigere å gjennomføre eller ha en høyere effekt for hver krone brukt.

Robust kjørevei

Fram mot 2100 er det ventet at risikoen knyttet til naturhendelser vil øke som en konsekvens av klimaendringene. Mer ekstremvær, kraftigere nedbør og økt havnivå vil kunne påvirke fremkommelighet, transportsikkerhet og regularitet innen alle transportformene.

Pågående klimaendringer utfordrer jernbanesektorens driftsstabilitet og medfører økende risiko for ulykker. Dette påvirker utformingen av både eksisterende og ny infrastruktur, behovet for vedlikehold og kan føre til endringer i driften.

Kostnadene med klimatilpasning vil primært være for infrastrukturforvaltningen. Bane NOR anslår total kostnadene med klimatilpasning for eksisterende jernbane til om lag 7,5 mrd. for NTP perioden. Årlige kostnader er estimert til 628 mill. kr.:

- * Bane NORs innspill til tiltaksområde klimatilpasning i programområde sikkerhet og miljø (investering) har forslag på 300 mill. kr. per år for flom- og skredsikring i høy ramme. Dette omhandler blant annet kartlegginger og fysiske tiltak til skredsikring og drenering

⁹ TØI rapport 1459/2015: Å måle det upresise

- * Drift og vedlikehold av eksisterende infrastruktur (avtale K01):
 - Forslag om 128 MNOK per år for å dekke økte kostnader knyttet til klimarelaterte hendelser. Dette er et grovt estimat med stor usikkerhet, og som også inkluderer andre type uønskede hendelser enn klimarelaterte
 - Forslag om 200 MNOK per år for oppgradering av underbygning, herunder tiltak for dreneringer, skjæringer og fyllinger

Økte kostnader knyttet til klimatilpasning for ny infrastruktur er grovt estimert til å være i underkant av 5 % av totalkostnaden. Bane NOR påpeker at kostnadsestimeringen har stor usikkerhet, da kunnskapsgrunnlag fortsatt er under utarbeidelse.

Økt togproduksjonen

NTP 2018-2029 har store ambisjoner om utbygging av ny infrastruktur. Hovedsatsinger er utbygging av IC-strekningene inkludert Ringeriksbanen, R 2027, ny Oslo-tunell og økt godstrafikk.

Transportkapasiteten vil også økes i det enkelte tog fordi hvert tog blir lengre, og det legges også opp til å kjøre flere tog. Satsingen innebærer derfor økende togtrafikk på eksisterende infrastruktur (høyere utnyttelse), både i form av økt tonnasje og i form av flere tog. Slitasjen på infrastrukturen øker og konsekvensene av feil blir større pga. flere tog.

9. Videre arbeid

Bane NOR prioriterer arbeidet med stadig mer nøyaktig og treffsikker styringsinformasjon om fornyelsesbehov og utvikling i etterslep. Et av tiltakene er pågående utvikling av nye beregningsmodeller for teknisk beskrivelse av tilstand for jernbaneinfrastrukturen (InfraStatus).

InfraStatus kommer til å innebære en endret og forbedret tilnærming til fornyelsesbehov og etterslep i forhold til dagens modell. Dagens modell og InfraStatus-metoden vil ikke utelukke hverandre, men derimot supplere hverandre for å dekke ulike behov, hvor dagens modell vil bidra med gjennomgripende analyser i motsetning til tilstandsrapportering fra InfraStatus.

InfraStatus kan bli et viktig verktøy for å utarbeide de langsiktige budsjettbehovene som inngår i Nasjonal transportplans 12-årige planperiode. Dagens beregninger av etterslepet baserer seg på en teoretisk beregnet teknisk levetid. InfraStatus skal kunne gi informasjon om infrastrukturens reelle tilstand på strekningsnivå. Dermed kan en få mer reelle beregninger av hvor stort etterslepet er per strekning i en gitt periode. Dette bør kunne gi et bedre utgangspunkt for å optimalisere vedlikeholds-innsatsen enn dagens mer teknisk teoretiske beregninger av etterslepet.

I prosjektet Målsank¹⁰ har man utviklet forskjellige indikatorer som skal gi et bedre og mer realistisk bilde av punktlighet og regularitet. Noen av indikatorene har som ambisjon å kunne måle de samfunnsøkonomiske kostnadene ved manglende punktlighet og regularitet. Her er det sannsynligvis muligheter for å kombinere arbeidet og resultatene i Målsank med arbeidet og resultatene i InfraStatus sammen med resultatene og analysene i denne rapporten. Dette kan være et utgangspunkt for det videre arbeidet med å etablere et grunnlag for å utvikle modeller for optimalisering av vedlikeholdsinnsatsen.

Prosjektgruppen har per dato ikke avklart hvordan dette arbeidet skal gjennomføres. En avklaring av grunnlaget for det videre arbeidet sammen med en skisse for et mulig utviklingsløp, kan være et første steg i dette arbeidet. Vi har i dette prosjektet erfart at disse analysene for persontransportens

¹⁰ Rapport Målsank av 20.12.20 av Andreas Dypvik Landmark (SINTEF) og Jørn Vatn (NTNU)

del, har behov for bedre data om antall reiser og reisehensikter per banestrekning/togprodukt, når reisene gjennomføres osv. enn hva vi hadde tilgang til under dette arbeidet. Dette tilsier at det framtidige prosjektet vil trenge data fra andre prosjekter/analyser som gjennomføres i Jernbanedirektoratet. Videre mener prosjektgruppa at det vil være nødvendig å fortsette/videreføre det gode samarbeidet med BaneNors vedlikeholdsavdeling i det framtidige arbeidet.

10.Referanser:

Notat 20.1.2020 fra NTNU v/Jørn Vatn

Bane NORs andre innspill til Nasjonal transportplan 2022-2033: Svar på Jernbanedirektoratets oppdrag av desember 2018, 1. november 2019 Drift og vedlikehold

FAGLIG GRUNNLAG