

Oppdragsgiver: **Jernbanedirektoratet**

Oppdragsnr.: **52205923** Dokumentnr.: 202200521-27

Til: Jernbanedirektoratet

Fra: Norconsult

Dato 2023-06-28

► Notat RAMS-vurdering

Innledning

KVU Økt kapasitet i regiontogene skal utrede ulike muligheter for å øke kapasiteten på regiontogene. Utredningen skal se på muligheter for å frakte flere passasjerer på dagens infrastruktur.

Det er utarbeidet fem ulike konsept for å møte forventet passasjervekst i tillegg til et nullalternativ, konseptene er beskrevet i sluttrapporten (1).

Sikkerhet og funksjonalitet har meget stor prioritet i jernbanesektoren. Vurdering av RAMS¹ skal gjennomføres i alle planfaser i henhold til RAMS-standardEN50126 (2). Dette gjelder også i tidligfase som en KVU. Dette skal sikre at viktige sikkerhetsaspekter og funksjonalitet ivaretas og følges opp i videre planlegging og gjennomføring.

Denne RAMS-vurderingen vurderer sikkerhet, pålitelighet, tilgjengelighet og vedlikeholdbarhet (RAMS) for de ulike konseptene. RAMS-vurderingen er utført på et overordnet nivå.

Formål og avgrensninger for RAMS-vurderingen

- Vurdere om det er vesentlige forskjeller mellom konseptene mht. RAMS
 - Hensikten med analysen er å identifisere forhold som er uakseptable eller må følges opp i videre utvikling av konseptene
 - Bidra til et bedre beslutningsunderlag ved valg av konsept
- Identifisere forhold som krever oppfølging
- Bidra til at valgt konsept er sikkert, pålitelig med høy oppetid
- Bidra til at valg av konsept er vedlikeholdsvennlig

Forutsetninger

- Transportmodellberegningene har vist at det er små variasjoner i antall passasjerer mellom konseptene på den enkelte stasjon og pr avgang. Situasjonen på hver stasjon og i hvert tog vil være lite konseptavhengig i en slik grad at det påvirker resultatene av RAMS-analysen. For denne RAMS-vurderingen forutsettes det at antall passasjerer er likt for hvert konsept.
- Det forutsettes at det er tilstrekkelig tilgjengelig mulighet til å bygge ut og bygge om verkstedene på Østlandet
- Det forutsettes at det er tilstrekkelig tilgjengelig mulighet til å bygge ut og bygge om hensettingsområder på Østlandet

¹ Reliability, Availability, Maintainability og Safety = RAMS

Analysemøte

Det ble avholdt et RAMS-analysemøte i Norconsults lokaler i Sandvika 4. mai 2023. Deltakerne er listet i tabell nedenfor.

Navn	Firma
Bjørn Bryne	Jernbanedirektoratet
Fredrik August Wyller	Jernbanedirektoratet
Anne Støren	Jotne Mobility/Norconsult
Kine Asklien	Norske tog
Kathrine Gjerde	Bane NOR
Vera Jensen	Norconsult
Julie Backe Bogstad	Norconsult
Kaare Stjern	Norconsult
Andreas Hægstad	Norconsult
Mari Fagerjord	Norconsult
Therese Mogstad	Norconsult

Følgende personer kunne ikke stille i møtet, men har fått notatet tilsendt på høring: Bente Bukholm (Jernbanedirektoratet) og Kjetil Nyseth (Norconsult).

Det er vurdert at gruppens sammensetning har tilstrekkelig kunnskap til å gjennomføre en overordnet kvalitativ vurdering av RAMS-forholdene for de ulike konseptene.

RAMS-vurdering

I analysemøtet 4.mai 2023 ble det gjort en overordnet vurdering av hvert konsept innenfor fire hovedtema, stasjoner, trafikk, hensetting og verksted/vedlikehold. Hensikten med analysen er å identifisere forhold som er uakseptable eller må følges opp i videre utvikling av konseptene, samt identifisere forskjellene mellom konseptene, og hvordan de påvirker RAMS. Dette notatet beskriver hvordan hvert konsept påvirker de ulike RAMS-kriteriene:

- Pålitelighet og tilgjengelighet
- Vedlikeholdbarhet
- Sikkerhet

Generelle vurderinger

I analysemøtet ble det vurdert flere forhold som i stor grad gjelder alle konsepter og som med tanke på RAMS vurderes likt for alle konseptene. Disse forholdene omtales her, og vil ikke inngå i vurderingen av RAMS per konsept.

Plattformhøyder og bredder

I analysemøtet ble det diskutert hvilke utbedringer som må utføres på dagens plattformer i forbindelse med innføring av nullalternativet. Det finnes i dag 9 plattformer som er smalere enn krav til nye plattformer iht. teknisk regelverk (TRV), 14 plattformer med plattformhøyde <550 mm og 21 plattformer med plattformhøyde $550 < H < 760$ mm. I henhold til dagens TRV skal plattformene bygges med en høyde på 760 mm.

Det er lagt til grunn at:

- 14 plattformer med høyde <550 mm må heves ved innføring av konsept 0, det forutsettes at disse plattformene heves til 760 mm og dermed muliggjør trinnløs passasjerutveksling
- Plattformer med høyde $550 < H < 760$ mm. vil ikke medføre økning i plattformhøyden, det vil dermed være behov for ett trinn og rullestolrampe ved passasjerutveksling
- Utover økning i høyden på de 14 plattformene vil ikke disse konseptene medføre ytterligere utbedring av plattformene.
- Dagens plattformer som er for smale iht. dagens regelverk vil ikke utbedres og det forventes økt risiko for trengsel og fallskader forbundet med passasjerutveksling på smale plattformer

Det gjøres oppmerksom på at for de 14 plattformene som er forutsatt hevet er finansiering ikke vedtatt og det kan finnes alternative løsninger til plattformheving som ikke er vurdert eller omtalt.

Etter møtet har antallet plattformer som ikke oppfyller krav til TRV økt som følge av nye vurderinger av Kongsvinger- og Sørlandsbanen.

På generelt grunnlag anbefales det fra et RAMS perspektiv å utbedre samtlige stasjoner til universell utforming og tilstrekkelig høyde og bredde.

Dørstyring

Konsept 3-1, 3-2 og 4-1 innfører dørstyring på enkelte linjer: Utstrakt bruk av dørstyring kan medføre forsinkelser ved passasjerutveksling. Forlengede stasjonsopphold og dermed forsinkelser kan forårsakes av teknisk feil på selve dørstyringen og av passasjerer som bruker lenger tid på avstigning ved bruk av vogner som ikke fører til plattform. Dette er spesielt utfordrende dersom rullestolbrukere benytter feil vogn. Bruk av dørstyring øker også sannsynligheten for feil som kan forårsake at dører som ikke fører til plattform åpnes. Feil på dørstyring gir dermed økt risiko for fallskader og påkjørsel i spor dersom passasjer går av toget utenfor plattform.

Andre forhold

Et økt passasjerantall skal også passere eksisterende planoverganger over spor til midtplattformene. Dersom ikke planoverganger bygges ut/ombygges vil dette påvirke sikkerheten, det blir økt risiko for påkjørsel ved kryssing av spor.

For vurdering av tilgjengelighet for passasjerer (av- og påstigningsforhold, tilgang til fasiliteter i toget, universell utforming etc.) vises det til vurdering av effektmål i hovedrapport.

Konsept 0 Nullalternativet

Nullalternativet forutsetter videreføring av togtilbudet som inngår i referanse for NTP 2025-2036.

Nullalternativet inneholder blant annet:

- Tilbudsforbedringer som følge av allerede vedtatt infrastruktur (dobbeltspor, hensettingstiltak, m.m.)
- Integrering av tilbringertjeneste til flyplassen (Flytoget) i regiontogtilbudet
- Anskaffelse av 19 nye regiontog (N06)
- Én til én erstatning av 22 togsett som fases ut i ca. 2030 gjennom utløsning av ny opsjon for N06

Konsept 0 øker ikke transportkapasiteten i regiontogtilbudet utover det som ligger til grunn for utbedring i dagens statsbudsjett. Det forventes dermed at dette konseptet ikke vil løse fremtidig etterspørsel og som vil føre til flere passasjerer per tog og redusert komfort. Flere passasjerer per tog vil også medføre flere passasjerer per dør ved av- og påstigning, dette kan føre til forlengede stasjonsopphold og mer trengsel på plattformene.

Vurdering av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet:

Pålitelighet og tilgjengelighet

- Trengsel ved av- og påstigning øker risiko for forsinkelse på jernbanen.

Vedlikeholdbarhet

- Ingen spesielle utfordringer ble identifisert.

Sikkerhet

- Trengsel ved av- og påstigning kan redusere sikkerheten for passasjerene. Trengsel kan medføre personskade og i ytterste konsekvens fall i spor

Konsept 2-1 Fysisk utforming av togene

Konsept 2-1: *bygge om eksisterende kjøretøy og optimalisere utforming av nye tog som anskaffes i nullalternativet.*

Hensikten er å øke transportkapasiteten ved å få mer plass i eksisterende tog og nye tog som skal erstatte eksisterende. Endringer i fysisk utforming vil redusere tilbud ombord (antall toaletter, kaffemaskiner, osv). Konseptet vil øke kapasitet på Dovrebanen (RE10, RE11), Flytoget og Østfoldbanen østre linje (R22).

Konsept 2-1 skiller seg i liten grad fra konsept 0 i forhold til RAMS og det ble ikke brukt mye tid på dette konseptet i analyse møtet. Økningen i transportkapasitet er marginal og vil kun påvirke et fåtall linjer. Det forventes derfor at også dette konseptet vil føre til flere passasjerer per tog og redusert komfort. Flere passasjerer per tog vil også medføre flere passasjerer per dør ved av- og påstigning, dette kan forårsake forlengede stasjonsopphold og mer trengsel på plattformene. Konseptet vil kreve vesentlig verkstedkapasitet i perioden for ombygging av kjøretøy, ombyggingen er forutsatt utført samtidig som planlagt midtlivsoppgradering.

Pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet er vurdert likt som i konsept 0:

Pålitelighet og tilgjengelighet

- Trengsel ved av- og påstigning øker risiko for forsinkelse på jernbanen.

Vedlikeholdbarhet

- Ingen spesielle utfordringer ble identifisert.

Sikkerhet

- Trengsel ved av- og påstigning kan redusere sikkerheten for passasjerene. Trengsel kan medføre personskade og i ytterste konsekvens fall i spor

Konsept 3-1 Ruteplan med komplementering av kjøretøysflåten

Konsept 3-1: Undersøke potensialet i ruteplanen ved å investere i noen få ekstra tog og med mindre infrastrukturtilpasninger.

Hensikten er å øke transportkapasiteten med flere avganger og kjøring av doble togsett, med mindre investeringer i kjøretøy og infrastruktur. Konseptet vil forlenge rushperioden ved å øke kapasitet før og etter rushtoppen. Kapasitet på rushtoppen er tilsvarende som i nullalternativet. Konseptet innføres for de fleste regiontoglinjer, med unntak av linjer som allerede kjøres med doble sett (Dovrebanen) og linjer uten kapasitetsutfordringer (Østfoldbanen østre linje).

Konseptet gir økt transportkapasitet på mange linjer og vil gi mindre trengsel i togene, men i deler av rushperioden vil det ikke være mulig å øke kapasiteten ytterligere da det allerede for kritiske avganger/perioder kjøres med «full» transportkapasitet. På kritiske avganger vil det derfor fortsatt være trengsel.

Konseptet innebærer anskaffelse av mer kjøretøy gjennom å utvide antallet N06 sammenlignet med nullalternativet. Økte antall N06 vil gi noe mer fleksibilitet mtp. tilgjengelighet og vedlikehold. Konseptet innfører bruk av dørstyring på Gjøvikbanen som kan påvirke stasjonsoppholdene.

Vurdering av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet:

Pålitelighet og tilgjengelighet

- For tog i rushtoppen forventes det, i likhet med konsept 0 og konsept 2-1, trengsel ved av- og påstigning, dette øker risiko for forsinkelse på jernbanen.
- Bruk av dørstyring kan medføre forsinkelser
- Standardisering av togparken og økt flåtestørrelse vil gi økt tilgjengelighet.

Vedlikeholdbarhet

- Standardisering av togparken og økt flåtestørrelse, gjør at konseptet fremstår som vedlikeholdsvennlig

Sikkerhet

- For tog i rushtoppene forventes det, i likhet med konsept 0 og konsept 2-1, trengsel ved av- og påstigning som kan medføre personskade og i ytterste konsekvens fall i spor
- Dørstyring øker risiko for personskader

Konsept 3-2 Lange enkeltsett

Konsept 3-2: Øke lengden for nye tog som skal anskaffes i nullalternativet

Hensikten er å øke transportkapasitet ved å kjøpe nye lengre kjøretøy som ikke krever store investeringer i infrastruktur (tilpasset dagens plattformlengder og profil). Utskifting av to enkle togsett til ett langt enkeltsett kan øke kapasiteten med mindre investeringer i infrastruktur. Lange enkeltsett er satt inn på Dovrebanen (RE10), Hovedbanen (R13) og Østfoldbanen vestre linje (RE20, R21). Konseptet er supplert med tiltak fra konsept 3-1.

Med lange enkeltsett innføres det en ny kjøretøytype som vil gi økt transportkapasitet for utvalgte linjer og som vil redusere trengsel om bord i togene og på plattform. Nye kjøretøy vil kreve tilpasning av verksted, og dagens verksteder er ikke tilpasset tog lengder på 220 meter, noe som medfører at kjøretøyene må splittes før vedlikehold. Det forutsettes at lange enkeltsett kan anskaffes som en opsjon innenfor gjeldende avtale om anskaffelse av N05/N06, noe som vil være positivt med tanke på kompetanse, reservedeler.

Flere rene sittevogner og færre styrevogner vil i noe grad kunne redusere antall komponenter som kan feile og som trenger vedlikehold, men lange kjøretøy reduserer også fleksibiliteten ettersom hele settet på 220 meter må kjøres til enhver tid. Utenfor høytrafikkperiodene må det kjøres mer transportkapasitet enn nødvendig som vil gi økt slitasje på kjøretøy og infrastruktur.

Konseptet innfører også bruk av dørstyring på Gjøvikbanen som i konsept 3-1.

Det forutsettes at det skal være like mange ombordansvarlige som i dagens dobbeltsett for å ivareta sikkerheten om bord og ved evakuering.

Vurdering av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet:

Pålitelighet og tilgjengelighet

- Bruk av dørstyring kan medføre forsinkelser
- Når det oppstår feil på kjøretøy må hele det lange enkeltsettet tas ut av trafikk, dette reduserer tilgjengeligheten
- Implementering av en ny kjøretøytype krever utbygging og ombygging av verksted som vil redusere verkstedkapasiteten over en periode. Dette kan redusere tilgjengeligheten på materiell i denne perioden.

Vedlikeholdbarhet

- Noe økt vedlikeholdsbehov på infrastruktur og kjøretøy da det må kjøres med høy transportkapasitet gjennom hele driftsdøgnet.
- Lange enkeltsett må deles/splittes før vedlikehold og vedlikeholdes i to deler. Dette gir noe mer kompleks logistikk og potensielt økt tid for vedlikehold.

Sikkerhet

- Dørstyring øker risiko for personskader

Konsept 4-1 Triple togsett

Konsept 4-1: Øke flåten av en-etasjers tog med standard lengde (110 m) og tilrettelegge for lange tog.

Hensikten er å få vesentlig økning av transportkapasitet ved å kjøre tre togsett per avgang med tilhørende infrastrukturtiltak som muliggjør kjøring av lange tog (bl.a. lengre plattformer). På grunn av rammebetingelser (unngår store utbyggingskostnader) er det konkludert med at kun Østfoldbanen vestre linje (RE20) er egnet for triple togsett. Konseptet er supplert med tiltak fra konsept 3-1 og innebærer anskaffelse av mer kjøretøy gjennom å utvide antallet N06 sammenlignet med nullalternativet.

Konseptet innebærer kjøring av triple togsett på 330 meter for avganger i rushperioden på linje RE20. Dette vil gi økt transportkapasitet og mindre trengsel på aktuell linje, men som i konsept 3-1 vil ikke konseptet løse etterspørselsutfordringen på kritiske avganger for øvrige linjer.

Det er kun fire stasjoner som bygges ut iht. krav ved bruk av lange togsett, utbyggingen vil medføre redusert tilgjengelighet i ombygningsperioden når banen stenges ned. Samtidig vil de ombygde stasjonene utføres i henhold til gjeldende krav og dermed økt sikkerhet- og RAM-egenskaper. Dagens driftsbanegårder og verksteder er i liten grad tilpasset mulighet for skjøting og deling av triple togsett, dette kan medføre økt kompleksitet og tidsbruk ved vedlikehold og hensetting. Samtidig vil et økt antall N06 gi mer fleksibilitet mtp. tilgjengelighet og vedlikehold.

Konseptet innfører også bruk av dørstyring på Gjøvikbanen som i konsept 3-1, i tillegg blir det dørstyring på Rygge som følge av bruk av triple togsett.

Vurdering av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet:

Pålitelighet og tilgjengelighet

- Bruk av dørstyring kan medføre forsinkelser
- Skjøting og deling av triple togsett vil bli mer tidkrevende og komplekst, og kan dermed føre til noe økt forsinkelse.
- Standardisering av togparken og økt flåtestørrelse vil gi økt tilgjengelighet.
- Forlengelse av plattformer på Østfoldbanen vil redusere tilgjengeligheten i byggefasen.

Vedlikeholdbarhet

- Standardisering av togparken og økt flåtestørrelse vil gi økt fleksibilitet mtp. vedlikehold.
- Skjøting og deling av triple togsett vil bli mer tidkrevende og komplekst, og kan dermed medføre økt tidsbruk ved vedlikehold og hensetting

Sikkerhet

- For tog i rushtoppen forventes det, i likhet med konsept 0, konsept 2-1 og konsept 3-1, trengsel ved av- og påstigning som kan medføre personskade og i ytterste konsekvens fall i spor
- Dørstyring øker risiko for personskader
- Ved evakuering er normal prosedyre at toget kjører til nærmeste stasjon og evakuerer der. Om nærmeste stasjon ikke har 330 meter lange plattformer, må evakuering skje ned på terreng

Konsept 4-2 To-etasjes togsett

Konsept4-2: Øke kapasiteten i nye tog som skal anskaffes i nullalternativet

Hensikten er å få vesentlig økning av transportkapasitet ved å kjøpe kapasitetssterke kjøretøy, men som krever større investeringer i infrastruktur (bl.a. utvidelse av profil). To-etasjes tog er satt inn på Dovrebanen og Vestfoldbanen (RE10), Hovedbanen (R13), Østfoldbanen vestre linje (RE20, R21) og Gjøvikbanen (R31-RE30). Konseptet er supplert med tiltak fra konsept 3-1.

To-etasjes togsett krever ikke større grad av utbygging på stasjoner eller i verksted utover nullalternativet. Togsettene kan også hensettes uten større utfordringer. Konseptet medfører imidlertid profilutvidelse av noen tunneler og broer.

Det forventes at profilutvidelser kan gjennomføres i løpet av ett sommerbrudd, profilutvidelsen vil dermed ikke nødvendigvis føre til større ulemper for passasjerene enn vanlige sommerbrudd medfører. Profilutvidelse på flere linjer vil også øke tilrettelegging for høyere godstransport på jernbanen.

Med to-etasjes tog innføres det en ny kjøretøytype som vil gi økt transportkapasitet for utvalgte linjer og som vil redusere trengsel om bord i togene og på plattform. Nye kjøretøy vil kreve tilpasning av verksted og vil gi redusert fleksibilitet mht. utnyttning av togparken på andre linjer.

Vurdering av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet:

Pålitelighet og tilgjengelighet

- Flere kjøretøytyper gir mindre fleksibilitet og kan redusere tilgjengeligheten
- Implementering av en ny kjøretøytype krever utbygging og ombygging av verksted som vil redusere verkstedkapasiteten over en periode og dermed gi noe redusert tilgjengeligheten på materiell i en periode

Vedlikeholdbarhet

- Noe økt vedlikeholdsbehov på infrastruktur da det innføres nye og tyngre kjøretøy
- Økt takhøyde gjør at komponenter og utstyr må plasseres andre steder enn på taket, dette gjør at komponentene i større grad er utsatt for slitasje. Det forventes også redusert tilgjengelighet til utstyr.
- Økt reservedelsbehov og behov for kompetanse ved innføring av en ny togtype.

Sikkerhet

- Risiko for sammenstøt med for lav infrastruktur dersom et to-etasjes togsett kjører på en strekning som ikke er tilrettelagt for dette profilet. Det må påses at det finnes tilstrekkelig barrierer (minst to) for å ivareta at dette ikke kan skje.
- Sikkerhet ved evakuering og/eller brann på to-etasjes togsett må vurderes. Det må undersøkes hvor enkelt passasjerer kan evakueres fra 2. etasje og hvor mange ombordansvarlige som kreves for å ivareta sikkerheten om bord.

Oppsummering og konklusjon

Dette notatet vurderer pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet for de seks konseptene som analyseres.

Det er gjennomført en overordnet analyse tilpasset nivået på utredningen. Hensikten med analysen er å identifisere forhold som er uakseptable eller må følges opp i videre utvikling av konseptene, samt identifisere forskjellene mellom konseptene.

Analysen viser at konsept 0, konsept 2-1 og konsept 3-1 krever lite om- og utbygging, øker fleksibilitet og er vedlikeholdsvennlige konsept ettersom standard togsett innføres. Konseptene vil derimot redusere komfort i rushtoppene, og trengsel kan også medføre forsinkelser ved av- og påstigning samt redusert sikkerhet for passasjerene.

Konsept 3-2, lange enkeltsett, og konsept 4-2, to-etasjes tog, medfører redusert fleksibilitet ved innføring av nye kjøretøytyper/-varianter og som kan påvirke tilgjengeligheten ved feil på togsettene. Lange enkeltsett medfører også at hele det lange enkeltsettet er ute av drift ved feil. To-etasjes togsett, innfører risiko for sammenstøt mellom tog og for lav infrastruktur. Det må sikres at det er to uavhengige barrierer for faren, samt vurdere rutiner for sikker evakuering av to-etasjes tog.

For konseptene 3-1, 3-2 og 4-1 vil økt bruk av dørstyring kunne medføre økte forsinkelser ved av- og påstigning og redusert sikkerhet dersom dørene åpnes til spor.

Samtlige konsept er ansett som akseptable med hensyn til RAMS, dersom det defineres to uavhengige barrierer for faren for sammenstøt tog-objekt i konsept 4-2.

Oppdragsgiver: **Jernbanedirektoratet**

Oppdragsnr.: **52205923** Dokumentnr.: **202200521-27**

Referanser

1. **Jernbanedirektoratet**. *202200521-29 KVV Økt kapasitet i regiontog - Sluttrapport* . 2023.
2. **NEK** . *EN 50126-1:2017 Jernbaneapplikasjoner - Spesifikasjon og demonstrasjon av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikehold og sikkerhet (RAMS)*. 2017.

01	2023-06-28	1. utgave	ANDHAE	THMOG	VEJE
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Notat

Oppdragsgiver: **Jernbanedirektoratet**

Oppdragsnr.: **52205923** Dokumentnr.: **202200521-27**

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.