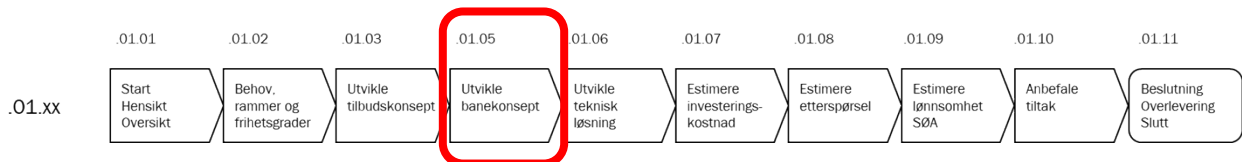


# Innhold

<b>1. Mål og hensikt</b>	<b>2</b>
<b>2. Omfang</b>	<b>2</b>
<b>3. Forkortelser og definisjoner</b>	<b>3</b>
<b>4. Prosedyre</b>	<b>6</b>
4.1. Hovedaktivitet 05.01 Utarbeide infrastrukturens kisse	8
4.1.1. Aktivitet 05.01.01 Dimensjonering i henhold til standardelementer	8
4.1.2. Aktivitet 05.01.02 Utarbeide infrastrukturmodell	10
4.1.3. Aktivitet 05.01.03 Kjøretidsberegning	12
4.1.4. Aktivitet 05.01.04 Avstand mellom kryssings- og forbi kjøringsteder	13
4.2. Hovedaktivitet 05.02 (Kvantifisere kapasitetsutnyttelse)	15
4.2.1. Aktivitet 05.02.01 Velge analysemetode og forberede analysen	17
4.2.2. Aktivitet 05.02.02 Analysere strekningskapasitet	20
4.2.2.1. Aktivitet 05.02.02A Analyse av strekningskapasitet iht. UIC405 m.v.	20
4.2.2.2. Aktivitet 05.02.02B Analyse av strekningskapasitet iht. UIC406 m.v.	21
4.2.2.3. Presiseringer og kommentarer	22
4.2.3. Aktivitet 05.02.03 Analysere stasjonskapasitet	23
4.2.4. Aktivitet 05.02.04 Tolkning og overlevering	24
<b>5. Fravik fra prosedyren</b>	<b>26</b>
<b>6. Rapportering</b>	<b>26</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>27</b>
<b>8. Verifikasjon</b>	<b>28</b>
<b>9. Revisjonsoversikt</b>	<b>28</b>

## 1. Mål og hensikt

Med utgangspunkt i et tilbudskonsept skal du kunne utarbeide et banekonsept med supplerende informasjon om avstander på henholdsvis kryssings- og forbikjøringsmuligheter samt infrastrukturmodell som er tilstrekkelig detaljert for å kunne utføre kjøretidsberegninger. Resultatet fra denne delprosessen brukes til å utvikle en teknisk løsning som oppfyller gitte funksjonskrav.



## 2. Omfang

Dette trenger du Inngangsdokumentasjon	Prosess	Dette leverer du Leveranse
<p><b>Tilbudskonsept</b>, bestående av:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transportrelasjoner</li> <li>Linjekonsept med togkategori og linjenummer</li> <li>Stoppmønster</li> <li>Mål for fremføringstider</li> <li>Driftsdøgn og døgnfordeling (antall avganger per time)</li> <li>Ev. faste avgangsintervall, ev. i kombinasjon med flere linjer</li> <li>Høy- og lavtrafikkperioder med flere eller færre avganger</li> <li>Standardtogtype per toglinje (ev. kjøretøytype)</li> <li>Toglengde/multiple togsett i ulike perioder</li> <li>Relevante mengder på ikke-inntektsgivende trafikk</li> </ul> <p><b>Banekonsept</b> for referanse- og sammenlikningsalternativ fra delprosess 02</p> <p><b>Infrastrukturmodell</b> Infrastrukturmodell for referanse- og sammenlikningsalternativ fra delprosess 02</p> <p>Denne prosessbeskrivelsen</p>	<p>01.05</p> <p>Utvikle banekonsept med supplerende informasjon for avstander på hhv. kryssings- og forbikjøringsspor samt infrastrukturmodell som er tilstrekkelig detaljert for å kunne utføre kjøretidsberegninger for tiltaksalternativer</p>	<p><b>Banekonsept for tiltaksalternativ med supplerende informasjon og infrastrukturmodell<sup>1</sup>:</b></p> <p><b>Node-kant-modell</b> som inneholder alle attributter for å kunne utvikle en teknisk løsning</p> <p><b>Noder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stasjoner                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Antall togspor</li> <li>Antall plattformspor</li> <li>Dim. tog lengde per spor</li> <li>Kobling mellom hovedspor og sporgruppe på stasjon</li> <li>Magasineringsspor</li> <li>Antall øvrige spor</li> </ul> </li> <li>Avgreningssteder</li> <li>Planskilt/i plan</li> </ul> <p><b>Kant</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Banestrekninger                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Antall spor</li> <li>Dim. hastighet</li> <li>Traksjonsart</li> <li>Type sikringsanlegg</li> <li>Lasteprofil</li> <li>Avstand på stasjoner med kryssings- eller forbikjøringsmulighet</li> </ul> </li> </ul> <p>Kvantifisert restkapasitet på infrastruktur</p>

<sup>1</sup> Infrastrukturmodell for nye eller vesentlig endrede kanter med detaljeringsgrad som er tilstrekkelig for beregning av kjøretid og togfølgetid

### 3. Forkortelser og definisjoner

Uttrykk	Beskrivelse/Definisjoner	I dette dokumentet
Prosedyre	<p>Fremgangsmåte for å utføre en aktivitet eller flere sammenhengende aktiviteter som er gruppert til en hovedaktivitet, en delprosess eller en prosess.</p> <p>I denne sammenhengen menes med prosedyre en beskrivelse av hvordan en avgrenset oppgave bør utføres.</p>	
Prosess	<p>En prosess i denne sammenhengen er et sett av aktiviteter der inngangsdata bearbeides til et sluttresultat på en måte at utgangsdataene oppfyller leveransekrav og dermed har en større verdi enn inngangsdata.</p> <p>Produktet som inkluderer sluttresultatet, leveres til leder til en mottakende virksomhetsprosess og der denne leveransen blir inngangsdata til.</p>	Prosess Tilbudsutvikling på lang sikt (01)
Delprosess	<p>En prosess kan deles opp i delprosesser med tilhørende aktiviteter der det defineres egne inngangsdata for og der utgangsdata skal dokumenteres særskilt.</p> <p>Prosesser deles opp i delprosesser ved overgang mellom ulike fagområder som er involvert i verdiskapning og ved milepæler for prosessledelse og prosessstyring.</p> <p>Definisjon på grensesnitt og format for overlevering av utgangsdata dra delprosesser samt mottak av disse som inngangsdata i andre (del)prosesser gjøres på tilsvarende måte som det gjøres mellom virksomhetsprosesser.</p>	Delprosess Utvikle banekonsept (01.05)
Hovedaktivitet	<p>Sekvens av aktiviteter, ofte avgrenset av en konkret faglig arbeidsmetode.</p>	Hovedaktiviteter  Utarbeide infrastrukturskisse (01.05.01)  Kvantifisere kapasitetsutnyttelse (01.05.02)
Aktivitet	<p>Minste enhet for en dokumentert verdiskapning mellom inngangsdata og utgangsdata.</p>	Aktiviteter i denne prosedyren:  01.05.01.01 01.05.01.02 01.05.01.03 01.05.01.04 01.05.02.01 01.05.02.02A 01.05.02.02B 01.05.02.03 01.05.02.04

## Definisjoner for bruk i denne delprosessen

Uttrykk	Beskrivelse/Definisjoner	Merknad
Tiltaksalternativ	<p>Løsningsforslag der togtilbud, kjøretøybeholdning og/eller infrastrukturen er endret i forhold til et referanse- eller sammenlikningsalternativ og som har blitt utviklet for å dekke et identifisert udekket behov på en bedre måte enn i hhv. referanse- eller sammenlikningsalternativ.</p> <p>Det udekkede behovet kan f.eks. være formulert i form av et kvantifisert transportbehov, maks. grense for samlet utslipp fra transport, arealbeslag per reisende, maks. energiforbruk eller den økonomiske innsatsen for samfunnets mobilitet.</p>	
Sammenlikningsalternativ	<p>Sluttresultat av en eksisterende plan, normalt gjeldende Nasjonale transportplan. Navnet indikerer at et tiltaksalternativ <i>sammenliknes</i> med innholdet til en eksisterende plan.</p> <p>Gjennom sammenlikning identifiseres og kvantifiseres fordeler og ulemper for tiltaksalternativet i forhold til en videre gjennomføring av den eksisterende planen.</p>	<p>Det er hensiktsmessig å ikke bruke begrepet «NTP-alternativ» for å unngå misforståelser mellom inneværende NTP (sammenlikningsalternativ) og et nytt alternativ med sikte til prioritering i neste NTP (tiltaksalternativ).</p>
Referansealternativ	<p>Sluttresultat ved samme tidshorisont som tiltaks- og sammenlikningsalternativ, men bare allerede igangsatte tiltak fra sammenlikningsalternativet forutsettes fullført. Planlagte tiltak som ikke er påbegynt, er ikke inkludert.</p>	
Dagens situasjon	<p>Situasjonsbeskrivelse for et tidspunkt i nær fortid eller nåtid, normalt året med nyeste tilgjengelige statistikk. Brukes normalt for å kalibrere arbeidsverktøy.</p>	<p>Siden dokumentasjon fra denne prosessen brukes over flere år og det er uklart om det menes utredningsåret eller året for siste tilgjengelige statistikk, skal «dagens situasjon» alltid spesifiseres med årstall.</p>
Banekonsept	<p>Overordnet beskrivelse av jernbanenettet i form av en nodekant-modell der strekningsavsnitt utgjør kanter. Stasjoner der infrastrukturen eller togtilbudet endres vesentlig, er noder.</p> <p><i>Kommentar:</i></p> <p><i>I delprosess 05 går verdiskapningen lenger enn det som ligger i et banekonsept iht. ovennevnte definisjon.</i></p> <p><i>Innholdet i et banekonsept er ikke tilstrekkelig for å kunne utvikle en teknisk løsning i delprosess 06. Som følge av dette må banekonseptene suppleres med informasjon om stasjonsutforminger langs jernbanestrekninger som ikke kommer frem av detaljeringsgraden for banekonsepter.</i></p> <p><i>Til tross for at det ligger mer verdiskapning i denne delprosessen enn å utvikle selve banekonsept, er det valgt å kalle delprosessen Utvikle banekonsept. Årsaken er å kunne beskrive den overordnede prosessen på en enkel og lettfattelig måte.</i></p>	<p>Det vises særskilt til aktivitet 01.05.01.01.</p>

Uttrykk	Beskrivelse/Definisjoner	Merknad
Supplerende informasjon (til banekonsept)	For å kunne kvantifisere kapasitetsutnyttelsesgraden for jernbanestrekninger, er informasjonen som kommer frem av et banekonsept, ikke tilstrekkelig. Et banekonsept må suppleres med informasjon om avstand på kryssings-/forbikjøringsmuligheter.	Det vises særskilt til aktivitetene 01.05.01.02-04.
Infrastrukturkisse	Banekonsept pluss supplerende informasjon til banekonsept Informasjonen fra et banekonsept er ikke tilstrekkelig for å kunne identifisere en teknisk løsning. Et banekonsept i tiltaksalternativet må derfor <i>suppleres med informasjon</i> om avstanden på hhv. kryssings- og forbikjøringsspor.	Leveranse fra hovedaktivitet 01.05.01
Infrastrukturmodell med detaljeringsgrad som er tilstrekkelig for å beregne kjøretider	Infrastrukturmodell med minst gjennomgående hovedspor (hovedtogspor), elementlengder, tillatt hastighet, m.m. For nærmere spesifisering av kravene se «Veileder infrastrukturmodeller» (dok.nr.: 201900523-49) og «Veileder leveransekrav til infrastrukturmodell i henhold til planfaser» (dok.nr.: 201900523-50)	

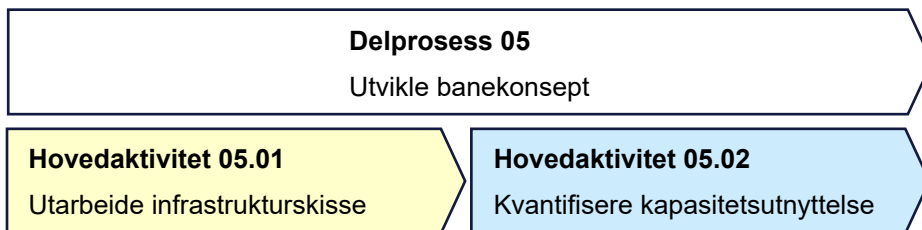
#### 4. Prosedyre

Et banekonsept beskriver et jernbanenett på overordnet nivå. Beskrivelsen brukes i arbeidet med den konseptuelle utviklingen av jernbaneinfrastruktur. Delprosessen *Utvikle banekonsept* omhandler nødvendige aktiviteter for å utarbeide et banekonsept med supplerende informasjon om avstander mellom henholdsvis kryssings- eller forbikjøringsmuligheter samt infrastrukturmodell for å kunne beregne kjøretider for et tiltaksalternativ.

**Inngangsdata i denne delprosessen** er et tilbudskonsept som inkluderer informasjon om forutsatt kjøretøybruk. Dette er en leveranse fra delprosess 03.<sup>2</sup> Dessuten tas utgangspunkt i et referanse- og sammenlikningsalternativ<sup>3</sup> for infrastrukturen og togtilbudet.

**Resultat fra denne delprosessen** er et banekonsept med supplerende informasjon for et tiltaksalternativ der togtilbud, kjøretøybruk og infrastruktur står i et hensiktsmessig forhold til hverandre. Resultatet brukes hovedsakelig som grunnlag for å finne en teknisk løsning i delprosess 06 *Utvikle teknisk løsning*. Resultatet fra delprosess 06 vil gi tilstrekkelig informasjon for å deretter kunne lage et kostnadsestimat med akseptabel usikkerhet ved konseptuell utvikling av jernbaneinfrastruktur.

Delprosess nr. 05 *Utvikle banekonsept* består av to hovedaktiviteter:



For enklere orientering i dette dokumentet er aktivitetssymboler knyttet til hovedaktivitet 05.01 merket i **gule** fargetoner, mens aktivitetssymboler knyttet til hovedaktivitet 05.02 er merket i **blå** fargetoner.

I **hovedaktivitet 05.01** brukes en sjablongmetode der infrastrukturen settes sammen av standardelementer for ulike infrastrukturfunksjoner, f.eks. strekningsavsnitt som knytter sammen stasjoner, stasjoner for håndtering av ulike trafikale operasjoner og koblingssteder der det er mulig å bytte mellom banestrekninger. Avhengig av trafikkmengde og trafikksammensetning fra tilbudskonseptet vil du kunne velge et eller flere egnede infrastrukturelement(er) fra en forhåndsdefinert liste. Resultatet fra sjablongmetoden er en node-kant-modell av standardelementer som samsvarer med detaljeringsgraden for et banekonsept.

For å kunne kvantifisere kapasitetsutnyttelsesgraden antas elementlengder, skiltet hastighet, mulige togfølgetider og ev. stigningsforhold per strekningsavsnitt, dvs. kantene i node-kant-modellen. Med denne informasjonen lager du en infrastrukturmodell som samsvarer med detaljeringsnivået for konseptuelle utredninger.<sup>4</sup> Med utgangspunkt i infrastrukturmodellen beregner du den tekniske kjøretiden for alle aktuelle togtyper. Siste aktivitet som tilhører den første hovedaktiviteten, er å spesifisere avstanden for hhv. kryssings- eller forbikjøringsmuligheter.

Banekonseptet, supplert med informasjon om kryssings- og forbikjøringsmuligheter samt resultatet fra kjøretidsberegningene blir leveranse fra hovedaktivitet 05.01 og inngangsdata i hovedaktivitet 05.02.

<sup>2</sup> I prosedyrebeskrivelsen forkortes delprosessnumrene ved å ikke nevne tallet for *utvikling på lang sikt* (01.x). Ledetallet blir tallet som beskriver delprosessen, dvs. 03 for *Utvikle tilbudskonsept*, 05 for *Utvikle banekonsept* ol.

<sup>3</sup> Se kapittel 3, avsnitt «Faglige definisjoner for bruk i denne delprosessen»

<sup>4</sup> Jernbanedirektoratet (2023) Veileder Leveransekrav til infrastrukturmodell i henhold til planfaser. Dok.-nr.: 201900523-50

I **hovedaktivitet 05.02** beregnes kapasitetsutnyttelsesgraden ved å sette infrastruktur, kjøretøy og planlagt trafikk i et kvantifisert forhold til hverandre. Utnyttelsesgraden er et kriterium for å vurdere resultatet av sjablongmetoden i henhold til hovedaktivitet 05.01 og for å kunne ta en beslutning om tilbudskonsept og banekonsept står i et balansert forhold til hverandre.

Planhorisonten for det langsiktige utviklingsarbeidet er gjerne 15-30 år frem i tid og den etterfølgende brukstiden av ny eller vesentlig endret infrastrukturen strekker seg over 40 til 80 år. Det er derfor urimelig å dimensjonere infrastrukturen kun for én rutemodell og dermed knytte alle effekter opp mot premissen om at trafikken må avvikles etter den ene rutemodellen over hele infrastrukturens brukstid. Det er derfor hensiktsmessig å utføre kapasitetsanalysen i henhold til en ruteplanuavhengig analysemetode.

To alternative metoder er aktuelle for å gjennomføre kapasitetsanalysen:

- A) Identifisere kapasitetsutnyttelsesgrad gjennom ruteplanuavhengig metode i tråd med UIC 405E
- B) Identifisere et spenn på kapasitetsutnyttelsesgrad med utgangspunkt i ulike antakelser og utgangspunkt i komprimeringsmetoden iht. UIC 406

Dersom den beregnede kapasitetsutnyttelsesgraden for det aktuelle tiltaksalternativet er

- lavt, kan det regnes med høy tilbudskvalitet. Samtidig vil resultatet gi grunnlag for å studere om infrastrukturen blir overdimensjonert og om det finnes muligheter for å redusere funksjonsomfanget på infrastrukturen i tiltaksalternativet
- middels, er banekonseptet dimensjonert riktig i forhold til tilbudskonseptet
- høyt, kan det forventes lav tilbudskvalitet eller at trafikken ikke vil kunne avvikles med de identifiserte infrastrukturens funksjoner. I dette tilfelle vil det bli behov for å studere om infrastrukturen blir underdimensjonert og hvilke muligheter som finnes for å øke funksjonsomfanget på infrastrukturen i tiltaksalternativet.

Tolkningen av resultatene fra kapasitetsanalysen kan føre til en konklusjon om at det blir behov for å foreta endringer på

- infrastrukturens kisse ved å gjenta deler av hovedaktiviteten 05.01 eller
- tilbudskonseptet i delprosess 03 *Utvikle tilbudskonsept*.

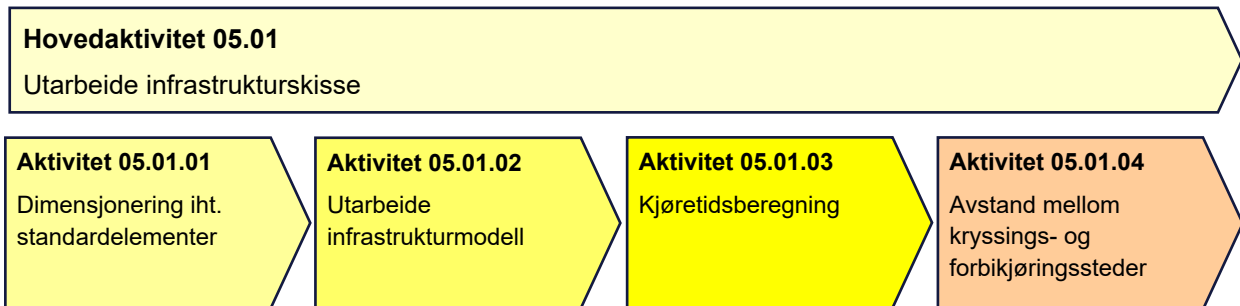
Dersom banekonsept og tilbudskonsept forventes å være i et balansert forhold, avsluttes delprosessen. I den siste aktiviteten inngår

- Utarbeidelse av sluttdokumentasjon
- Gjennomføring av godkjenningsrutiner
- Arkivering av dokumentasjon
- Gjennomgang av sjekklisten til verifikasjon, jf. kapittel 8 i dette dokumentet
- Overlevering til prosessansvarlig leder og mottaker for etterfølgende (del)prosesser

Fremgangsmåten for å utføre oppgaver knyttet til hovedaktivitet 05.01 (Utarbeide infrastrukturens kisse) og 05.02 (Kvantifisere kapasitetsutnyttelse) beskrives i de to følgende underkapitlene:

#### 4.1. Hovedaktivitet 05.01 Utarbeide infrastrukturens kisse

Denne hovedaktiviteten består av fire aktiviteter som utføres i kronologisk rekkefølge:



##### 4.1.1. Aktivitet 05.01.01 Dimensjonering i henhold til standardelementer

Aktiviteten utføres i henhold til veileder for dimensjonering av infrastruktur på banekonseptuelt nivå.<sup>5</sup>

Veilederen skal bidra til å sikre et hensiktsmessig samspill mellom ønsket tilbud og infrastruktur i en planhorisont lenger frem i tid enn målåret for Nasjonal transportplan. Dokumentet skal legge til rette for at du på en enkel måte kan identifisere infrastruktur på banekonseptuelt nivå som med høy sannsynlighet sikrer at et gitt tilbudskonsept kan utvikles på en tilfredsstillende måte. Veilederen baserer seg på Strategisk rammeverk<sup>6</sup> og Standarder for kapasitetsplanlegging<sup>7</sup>.

Banekonseptet for et tiltaksalternativ settes sammen av standardløsninger fra et modul-/byggeløsningsmeny for ulike deler av infrastrukturen. Grunnelementer i banekonseptet er

- Strekningsavsnitt. Disse kalles **kant**:

Kanter er strekningsavsnitt for togfremføring mellom noder som definert under. Kanten kan gis attributter, f. eks. antall hovedspor.

- Steder som kobler sammen strekningsavsnitt. Disse kalles **node**:

Noder er steder på banestrekningens nett der tog med regelmessig trafikkmønster starter eller ender, forgreningssteder og steder med overgang mellom enkelt- og dobbeltspor. Steder som utelukkende brukes som kryssings- eller forbikjøringsmulighet og steder langs dobbeltsporstrekninger der det er mulig å bytte mellom hovedsporene, klassifiseres ikke som node.

Se visualisering av banekonseptet i [Jernbanedirektoratets kunnskapsgrunnlag](#) under B-serien.<sup>8</sup>

Eksempler:

- B24 for året 2024<sup>9</sup>
- B<sub>FørstePeriodeNTP2022-2033Rev00</sub> for situasjonen etter gjennomføring av alle prioriterte tiltak i første seksårsperiode i Nasjonal transportplan 2022-2033<sup>10</sup>

<sup>5</sup> Jernbanedirektoratet (2021b), Dimensjonering av infrastruktur – Veileder for dimensjonering på konseptuelt nivå. Dok.-nr. 201701227-5

<sup>6</sup> Jernbaneverket (2015), Strategisk rammeverk for stoppesteder. Dok.-nr. TF-102827-000

<sup>7</sup> Jernbanedirektoratet (2017), Standarder for kapasitetsplanlegging. Dok.-nr. 201701227-1

<sup>8</sup> For definisjoner og tegneregler se: Jernbanedirektoratet (2021a), B-serien. Dok.-nr. 201800501-12

<sup>9</sup> Jernbanedirektoratet (2023). B24. Dok.-nr. 201800501-18

<sup>10</sup> Jernbanedirektoratet (2021) B<sub>FørstePeriodeNTP2022-2033Rev00</sub>. Dok.-nr. 202100227-11



### Inngangsdata

- Tilbudskonsept for tiltaksalternativ (fra delprosess 03)
- Banekonsept Node-kant-modell for Infrastruktur i referanse- og sammenlikningsalternativ (fra delprosess 02)

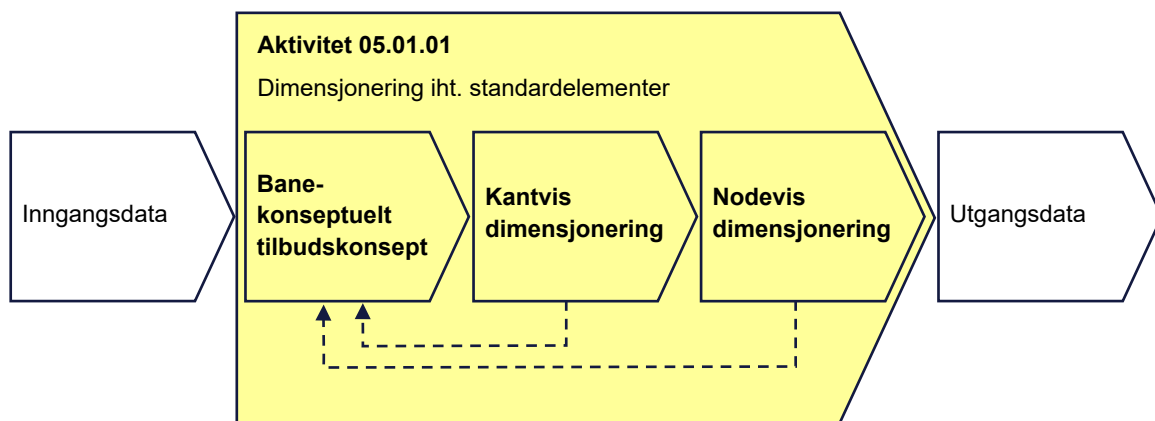
### Aktivitet

**Aktivitet 05.01.01**  
Dimensjonering iht. Standardelementer

### Utgangsdata

- Banekonsept for tiltaksalternativ

Den generelle prosessen med dimensjonering er skissert under:



Byggeklosser for node og kant på banekonseptuelt nivå identifiseres ut fra ønsket tilbudskonsept og forutsetninger om karakteristika for trafikken. Valg av «byggekloss» gjøres iht. flyttdiagrammer i veilederen ut fra ulike kriterier.<sup>11</sup>

Diagrammene kan leses motsatt vei og en aktuell byggekloss kan undersøkes for om den har tilstrekkelig ytelse til tilbudskonseptet som opptrer i den aktuelle byggeklossen.

Løsninger for kanter og noder er angitt som en type løsning (kategori eller klasse) som er vist i vedlegg i veilederen.

Veilederen har eksempler på bruk av framgangsmåten, både på

- a.) identifikasjon av infrastrukturelementer ut fra tilbudskonsept som er bruksformålet i denne prosedyren og
- b.) sjekk av om gitt banekonsept tilfredsstiller tilbudskonseptet.

Beskriv både tekstlig og visuelt banekonseptet for tiltaksalternativet. Dokumenter valget av byggeklossene som del av inngangsdata for å utarbeide den tekniske løsningen i delprosess 06.

<sup>11</sup> Jernbanedirektoratet (2021b) Dimensjonering av infrastruktur. Veileder for dimensjonering på konseptuelt nivå Dok.nr. 201701227-5, v. 01

#### 4.1.2. Aktivitet 05.01.02 Utarbeide infrastrukturmodell

Aktiviteten utføres for alle kanter i tiltaksalternativet som er nye eller der infrastrukturfunksjonene endres i forhold til gitt referanse- eller sammenlikningsalternativ.

##### Inngangsdata

- Banekonsept for tiltaksalternativ (fra aktivitet 05.01.01) og referanse- og sammenlikningsalternativ (kilde: B-serien<sup>12</sup>, ev. justert i delprosess 02)
- Infrastrukturmodell(er) for referanse- og sammenlikningsalternativ (kilde: I-serien<sup>13</sup>, ev. justert i delprosess 02)

##### Aktivitet

**Aktivitet 05.01.02**  
Utarbeide infrastrukturmodell

##### Utgangsdata

- Banekonsept for tiltaksalternativ, supplert med tilstrekkelig informasjon for kjøretidsberegninger
- Infrastrukturmodell for tiltaksalternativ som grunnlag for beregning av kjøretid og togfølgetid

I denne aktiviteten utarbeides infrastrukturmodeller per tiltaksalternativ.

Dette gjøres ved at infrastrukturmodellene for hhv. referanse- og sammenlikningsalternativet suppleres med infrastrukturinformasjon for nye eller endrede noder og kanter i tråd med banekonseptet for tiltaksalternativet.

Som følge av tidlig prosjektfase er mange parametere for den nye eller endrede delen av infrastrukturmodellene fortsatt ukjent. Siden infrastrukturmodellene brukes i første omgang for kjøretidsberegninger og togfølgetider, skal modellen inkludere minst all nødvendig informasjon som er relevant for å kunne utføre disse beregninger.

Husk at hvert tiltaksalternativ kan ha behov for to infrastrukturmodeller:

- en modell som kobles mot infrastrukturmodellen for referansealternativet
- en modell som kobles mot infrastrukturmodellen for sammenlikningsalternativet.

Modellene er identiske hvis ny eller endret infrastruktur i tiltaksalternativet bare skal kobles mot infrastruktur som er identisk i både referanse- og sammenlikningsalternativ.

#### Modellering av nye eller endrede kant og noder

Du sammenlikner banekonseptet i tiltaksalternativ med banekonseptet i referanse- og sammenlikningsalternativ. Identifiser alle noder som er nye eller endret og lag en liste over de nye kantene og kantene som skal få en ny geografisk beliggenhet.

For disse kanter utarbeider du en infrastrukturmodell som oppfyller kravene for kjøretidsberegning. Bruk «Veileder leveransekrav til infrastrukturmodell i henhold til planfaser»<sup>14</sup> for å inkludere all nødvendig informasjon i infrastrukturmodellen.

<sup>12</sup> [Intranett - Kunnskapsgrunnlag \(jernbanedirektoratet.no\)](https://www.jernbanedirektoratet.no/intranett-kunnskapsgrunnlag) (B-serien)

<sup>13</sup> [Intranett - Kunnskapsgrunnlag \(jernbanedirektoratet.no\)](https://www.jernbanedirektoratet.no/intranett-kunnskapsgrunnlag) (I-serien)

<sup>14</sup> Jernbanedirektoratet (2023), Veileder Leveransekrav til infrastrukturmodell i henhold til planfaser. Dok.-nr.: 201900523-50. Bruk her leveransekrav for infrastrukturmodeller for kjøretidsberegning.

Hovedelementene er:

- Avstand mellom stoppesteder. Hvis traséen (senterlinje spor) ikke er utredet og det ikke finnes andre inngangsdata som kan brukes til å sette opp avstandslisten, måler du lineær avstand mellom stoppestedene og legg til 10% for traséføringen. Hvis du gjenbraker eksisterende infrastrukturmodell kan du gjenbrake eksisterende kilometrering og legge inn kjedebrudd.
- Stoppesteder og kilometrering langs en kant i banekonseptet som ikke utgjør noder, f.eks. holdeplasser eller stasjoner der sporplanen ikke enda er utviklet for.<sup>15</sup>
- Tillatt hastighet på kanter. Hvis det ikke foreligger inngangsdata eller andre kilder, bruk tiltatt strekningshastighet det har blitt referert til i byggeklossmetoden til aktivitet 05.01.01.
- Lengdeprofil ved å beregne høydeforskjell mellom nodene som begrenser de aktuelle kantene, ev. med knekkpunkt der traséens geografisk beliggenhet for steder underveis er kjent (stoppesteder, holdeplasser, godsterminaler eller deler av infrastruktur som skal gjenbrukes) og endringen i lengdeprofil er vesentlig.
- Opsjon: Signalkonsept dersom dette er relevant for beregninger av togfølgetider. Denne informasjon er ikke obligatorisk for infrastrukturmodeller som brukes for kjøretidsberegninger og kan derfor følge med arbeidsprosessen som tekstlig dokumentert tilleggsm informasjon.

Infrastrukturmodellene brukes for å beregne tekniske kjøretider for aktuelle tog på disse kantene. Du dokumenterer all relevant informasjon for senere kjøretidsberegninger inkludert begrunnelse for valg av parameterne i infrastrukturmodellen.

Infrastrukturmodellen for nye eller endrede noder og kanter skal i utgangspunktet tegnes inn som et eget prosjekt (gren) i Jernbanedirektoratets verktøy for infrastrukturmodeller, for tiden NorRailView.<sup>16</sup> Det anbefales å tegne direkte i dette verktøyet. Følg veilederen for forvaltning av infrastrukturmodeller.<sup>17</sup> Der særskilt enkle forhold foreligger, kan en infrastrukturmodell dokumenteres på en enklere måte enn i NorRailView, f.eks. standard programvare for tabellbehandling. Aktuelle måter å gjøre det på, er beskrevet i ovennevnte veileder.

### Gjenbruk av data for uendrede kanter og noder

For alle kantene, dvs. de som er like i tiltaks-, sammenliknings- og referansealternativ, henter du kjøretidsrelevant informasjon, dvs. elementlengder, skiltet hastighet, vertikalprofil og ev. annen informasjon, fra infrastrukturmodellene for hhv. referanse- eller sammenlikningsalternativet. Disse infrastrukturmodellene hentes fra [I-serien i Jernbanedirektoratet kunnskapsgrunnlag](#) og legges til grunn for å beregne de tekniske kjøretidene.

Merk at disse infrastrukturmodellene har et høyere detaljeringsnivå enn modeller som har blitt utviklet for konseptuelle valg. Som følge av ulike detaljeringsnivåer må overgangen mellom infrastrukturmodellene tilpasses særskilt.

<sup>15</sup> Du legger kun til objekttypen referansepunkt (stasjonsmidt) for stoppestedene. Eventuelt må du også legge til toglengdeskilt og muligens også hovedsignaler hvis kjøretidsberegningsverktøyet som du skal benytte i aktivitet 05.01.03, krever dette. Merk at det er forskjellige definisjoner for noder i banekonsepter og infrastrukturmodeller, dvs. infrastrukturmodeller kan kreve etablering av noder for steder som ikke er noder i henhold til definisjonen for banekonsept.

<sup>16</sup> Du finner et eksempel på en infrastrukturmodell som samsvarer med detaljeringsgraden for konseptuell utvikling av jernbanen og som brukes for kjøretidsberegninger i NorRailView under følgende lenke: [«Banekonsept SK-4 for K5 ifra KVV Arna-Voss»](#)

<sup>17</sup> Jernbanedirektoratet (2024) Veileder Infrastrukturmodeller. Dok.-nr.: 201900523-49

#### 4.1.3. Aktivitet 05.01.03 Kjøretidsberegning

Aktiviteten utføres for alle toglinjer der det kan forventes nye tekniske kjøretider som følge av at togenes linjevei føres på nye kanter i tiltaksalternativet.

For alle øvrige toglinjer hentes tekniske kjøretider fra rutemodeller som er laget til hhv. referanse- og sammenlikningsalternativ.

De tekniske kjøretidene suppleres med aktuelle tillegg for å beregne fremføringstider.

##### Inngangsdata

- Infrastrukturmodeller for tiltaksalternativ(er) (fra aktivitet 05.01.02)
- Infrastrukturmodeller for og referanse- og sammenlikningsalternativ (kilde: I-serien, ev. justert i delprosess 02)
- Standardtogtype per toglinje (ev. kjøretøytype)
- Dim. toglengde/multiple togsett

##### Aktivitet

**Aktivitet 05.01.03**  
Kjøretidsberegning

##### Utgangsdata

- Teknisk kjøretid og fremføringstid for alle togtyper på aktuelle toglinjer i tiltaksalternativ(ene)

Ta kontakt med verktøyansvarlig for trafikk- og kapasitetsberegninger i Seksjonen for tilbudsutvikling for å klarere verktøyet du ønsker å bruke til kjøretidsberegning.

Du henter infrastrukturmodellen for kjøretidsberegninger fra databasen i NorRailView.

Lag en oversikt over standardtog som trafikkerer de ulike kanter i tiltaksalternativet. Så beregner du alle tekniske kjøretider for fremføring av tog på de ulike kantene ved bruk av dette verktøyet.

Suppler de tekniske kjøretidene med aktuelle tillegg for å beregne fremføringstider, herunder grunntillegg, robusthetstillegg og innfasingstillegg i henhold til Jernbanedirektoratets standard for rutemodeller<sup>18</sup>.

Det vises dessuten til håndtering av usikkerhet ved ukjent teknisk løsning for infrastrukturutforming.

<sup>18</sup> Jernbanedirektoratet: Standard for rutemodeller. Dok.-nr. 201701227-6, rev. 01.

#### 4.1.4. Aktivitet 05.01.04 Avstand mellom kryssings- og forbikjøringssteder

Aktiviteten utføres for alle strekningsavsnitt (kanter) i prosjektområdet. Hensikten er å supplere banekonseptene i tiltaksalternativet med informasjon om

- kryssingssporavstand på kant med attributt enkeltspor
- forbikjøringsavstand på kant med attributt dobbeltspor

Resultatet, dvs. summen av banekonseptet og supplerende informasjon om avstand mellom hhv. kryssings- eller forbikjøringssporene kalles *infrastrukturskisse* og er grunnlag for å gå videre med hovedaktivitet 05.02.

#### Inngangsdata

- Banekonsept for tiltaksalternativ(er) (fra aktivitet 05.01.02)
- Fremføringstider i tiltaksalternativ for alle kanter (fra aktivitet 05.01.03)

#### Aktivitet

**Aktivitet 05.01.04**  
Avstand mellom kryssings- og forbikjøringssteder

#### Utgangsdata

- Banekonsept for tiltaksalternativ(er) inkl. informasjon om kryssings- og forbikjøringssteder per kant (=Infrastrukturskisse)

Ta utgangspunkt i fremføringstider fra aktivitet 05.01.03.

#### Prosedyre for enkeltsporede strekningsavsnitt

Beregn den tidsmessige avstanden mellom togkryssinger i fremføringstid, basert på det gitte tilbudskonseptet for

- den dimensjonerende timen med flest tog (varighet på maks. 2x3 timer per driftsdøgn) og
- en representativ time med normal trafikk.

*F.eks. krysser tog i timesintervall hverandre hvert 30. minutt. Dersom det regnes med et godstog i én kjøretning, reduserer dette toget den tidsmessige avstanden mellom planlagte togkryssinger fra 30 min til 15 min.*

- Ad a.) Den beregnede tidsmessige avstanden mellom kryssingssteder for planlagte kryssinger deles på to for å identifisere den tidsmessige avstanden mellom kryssingsmulighetene. Begrunnelse: Det etableres flere kryssingsmuligheter enn nødvendig i henhold til tilbudskonseptet for å kunne fremføre tog som ikke er inkludert i tilbudskonseptet (ad hoc-tog) eller for å ha mulighet til å flytte togkryssinger ved avvikssituasjoner og på denne måten redusere det totale forsinkelsesnivået.
- Ad b.) Den beregnede tidsmessige avstanden mellom kryssingssteder for planlagte kryssinger deles på tre for å identifisere den tidsmessige avstanden mellom kryssingsmulighetene slik at det blir mulig å flytte togkryssinger ved avvik, fremføre tog som ikke er inkludert i tilbudskonseptet (ad hoc-tog, m.fl.) og/eller bygge ned et forsinkelsesnivå fra en forangående rushtrafikkperiode med tidsbegrenset høyere trafikkbelastning.

Som dimensjonerende kryssingssporavstand gjelder den tidsmessig korteste avstanden fra enten situasjon a.) eller b.).

For å beregne den geografiske avstanden mellom kryssingsmulighetene legges til grunn toget med lengst fremføringstid, medregnet full tidsbruk for ev. rutemessige stopp underveis og supplert med

- 1/2 av summen for askelerasjons- og retardasjonstap ved situasjon a.) eller
- 1/3 av summen for askelerasjons- og retardasjonstap ved situasjon b.).

For mer detaljerte beregninger vises til Jernbanedirektoratets Standarder for kapasitetsplanlegging, spesielt kap. 2.6.9 for enkeltspor og kryssing av tog.<sup>19</sup>

### **Prosedyre for dobbeltsporede strekningsavsnitt**

Beregn den tidsmessige distansen som tog av ulike toglinjer med ulik fremføringstid i samme kjøreretning i henhold til tilbudskonseptet kan fremføres hindringsfritt i

- a.) den dimensjonerende timen med flest tog og
- b.) en representativ time med normal trafikk.

*F.eks. fremføres tog som tilhører en persontoglinje, etter hverandre hvert 30. minutt. Mellom to persontog til denne toglinjen trafikkeres et annet tog med lavere hastighet. Dette toget blir tatt igjen av det andre persontoget f.eks. senest etter 15 min (inkludert akselerasjon og retardasjon til det langsomme toget).*

- Ad a.) Resultatet fra ovennevnte analyse deles på to for å identifisere den tidsmessige avstanden mellom forbikjøringsmulighetene. På denne måten blir det mulig å flytte forbikjøringer ved avvik eller fremføre tog som ikke er inkludert i tilbudskonseptet (ad hoc-tog, m.fl.).
- Ad b.) Resultatet fra ovennevnte beregning deles på tre for å identifisere den tidsmessige avstanden mellom forbikjøringsmulighetene. På denne måten blir det mulig å flytte forbikjøringer ved avvik, fremføre tog som ikke er inkludert i tilbudskonseptet (ad hoc-tog, m.fl.) og/eller bygge ned forsinkelsesnivå fra en forangående rushtrafikkperiode med tidsbegrenset høyere trafikkbelastning.

Den tidsmessige avstanden mellom de beregnede forbikjøringstedene regnes om til den geografiske avstanden ved å legge til grunn det toget som har lengst fremføringstid og som rutemessig blir forbikjørt, medregnet full tidsbruk for ev. rutemessige stopp underveis og supplert med

- 1/2 av summen for askelerasjons- og retardasjonstap ved situasjon a.) eller
- 1/3 av summen for askelerasjons- og retardasjonstap ved situasjon b.).

For mer detaljerte beregninger vises til Jernbanedirektoratets Standarder for kapasitetsplanlegging, spesielt kap. 2.4.9 for dobbeltspor og forbikjøring av tog.<sup>20</sup>

Dokumenter informasjon om de identifiserte forbikjørings- eller kryssingsstedene og legg denne med som supplerende informasjon til banekonseptet for tiltaksalternativet. Oppdater infrastrukturmodellen fra aktivitet 05.01.02 med de identifiserte forbikjørings- eller kryssingssporene ved å etablere stasjoner med standardutforming som ivaretar de ovennevnte trafikale funksjonene.

---

<sup>19</sup> Jernbanedirektoratet (2017), Standarder for kapasitetsplanlegging, kap. 2.6.9. Dok.-nr. 201701227-1

<sup>20</sup> Jernbanedirektoratet (2017), Standarder for kapasitetsplanlegging, kap. 2.4.9. Dok.-nr. 201701227-1

#### 4.2. Hovedaktivitet 05.02 (Kvantifisere kapasitetsutnyttelse)

I **hovedaktivitet 05.02** settes infrastruktur, kjøretøy og planlagt trafikk i et kvantifisert forhold til hverandre for å bestemme kapasitetsutnyttelsesgraden.

Utnyttelsesgraden er et kriterium for å vurdere resultatet av sjablongmetoden i henhold til hovedaktivitet 05.01 og blir grunnlaget for vurderingen om det er behov for endringer av infrastrukturens skissen:

- Dersom den forventede utnyttelsesgraden er lav, kan det regnes med høy tilbudskvalitet. Samtidig vil resultatet gi grunnlag for å studere muligheter for å redusere infrastrukturomfanget for å unngå overdimensjonering av infrastruktur.
- Dersom den forventede utnyttelsesgraden er høy, kan det forventes lav tilbudskvalitet eller behov for å supplere infrastrukturen med kapasitetsøkende elementer.

Planhorisonten for det langsiktige utviklingsarbeidet ligger gjerne 15-30 år frem i tid og den etterfølgende brukstiden av ny eller vesentlig endret infrastrukturen strekker seg over 40 til 80 år. Det er derfor ikke rimelig å sette opp premisser på en konkret ruteplan som skal gjelde for et ønsket togtilbud når denne premissen må holdes fast ved over hele brukstiden til infrastrukturen. Det er derfor hensiktsmessig å utføre kapasitetsanalysen i henhold til en ruteplanuavhengig analysemetode.

I hovedaktivitet 05.01 finnes det byggeklosser for utforming av infrastrukturen for et gitt togtilbud. Kapasitetsutnyttelsen kan veldig grovt estimeres ut fra trafikkmengde i forhold til intervaller som definerer valg av løsning. Det er imidlertid flere forhold som påvirker kapasitetsutnyttelsen og metoden i henhold til hovedaktivitet 05.01 suppleres derfor med en metode for å beregne kapasitetsutnyttelsen og tolke resultatene.

Det tillates to alternative metoder for å gjennomføre kapasitetsanalysen:

- A) Identifisere en kapasitetsutnyttelsesgrad gjennom ruteplanuavhengig metode, basert på UIC 405<sup>21</sup>
- B) Identifisere et spenn på kapasitetsutnyttelsesgraden iht. UIC406<sup>22</sup> med utgangspunkt i ulike rutemodeller

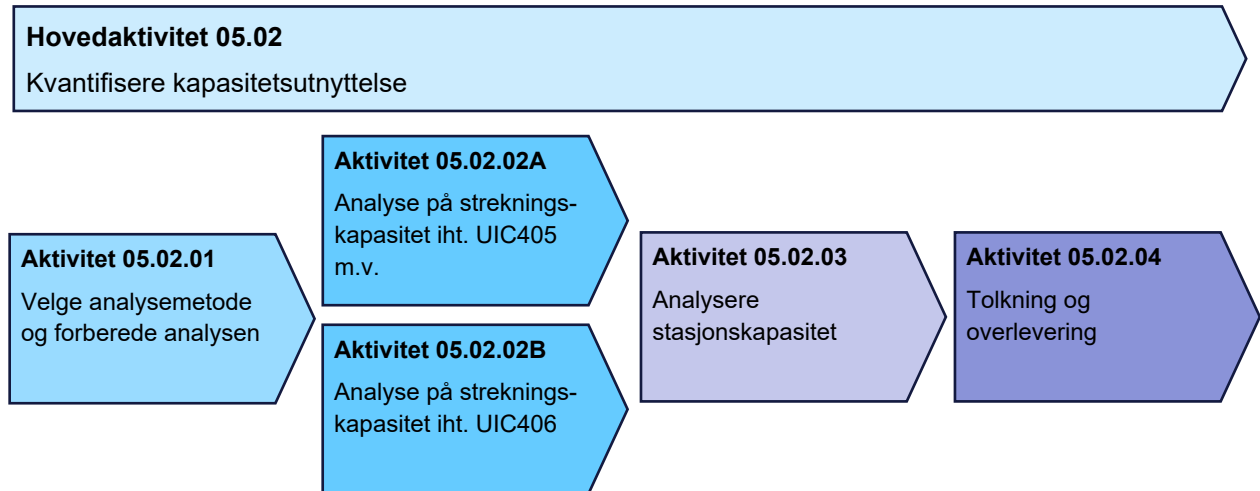
Den etterfølgende tolkningen av resultatene fra kapasitetsanalysen kan føre til et behov for å justere infrastrukturomfanget ved å fjerne eller supplere infrastrukturfunksjoner.

---

<sup>21</sup> International Union of Railways (1979). UIC Kodex 405-1 E Methode zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Strecken

<sup>22</sup> International Union of Railways (2013). UIC Code 406 R, Capacity. 2. utgave

Dersom infrastrukturen i tiltaksalternativet forventes å ha restkapasitet, spesifiseres denne som del av delprosess 05. Informasjonen om denne leveres til delprosess 09 *Estimere lønnsomhet SØA* slik at restkapasiteten verdsettes i form av bedre tilbudskvalitet eller opsjonsnytte for senere tilbudsutvikling uten behov for ytterligere oppgradering av infrastrukturen.





#### 4.2.1. Aktivitet 05.02.01 Velge analysemetode og forberede analysen

Du får et valg mellom to mulige måter å beregne kapasitetsutnyttelsesgraden. Valget av metoden tas i denne aktiviteten og valget fastsetter om prosessen videreføres med aktivitet 05.02.02A eller 05.02.02B. Du avslutter denne aktiviteten når det forberedende arbeidet til den kvantitative kapasitetsanalysen er avsluttet.

##### Inngangsdata

- Tilbudskonsept for tiltaksalternativ (fra delprosess 03)
- Infrastrukturskisse for tiltaksalternativ (fra aktivitet 05.01.04)

##### Aktivitet

**Aktivitet 05.02.01**  
Velge analysemetode og forberede analysen

##### Utgangsdata

- Inngangsdata til kapasitetsanalysen

Det skilles mellom ruteplanuavhengige og ruteplanavhengige analysemetoder for å beregne kapasitetsutnyttelsesgraden. I et langsiktig utviklingsperspektiv vil rutemodeller generelt ikke være kjent på forhånd og det er dessuten svært sannsynlig at tilbudskonsepter vil bli operasjonalisert i form av ulike hhv. rutemodeller og ruteplaner i løpet av brukstiden for infrastrukturen. Dette skyldes at endringer utenfor analyseområdet vil påvirke til hvilket tidspunkt togene kjører inn og ut av analyseområdet. Dessuten vil det bli innført nye kjøretøygenerasjoner i løpet av brukstiden til infrastrukturen. Disse vil ha andre tekniske egenskaper enn de kjøretøyene som er lagt til grunn i denne analysen og dermed føre til andre fremføringstider og andre ruteplaner. Kryssingsmønsteret for tog på enkeltsporede strekninger vil som følge av dette ikke ligge fast i løpet av hele infrastrukturens ønskede brukstid.

For å fange opp generell usikkerhet og variasjoner i ruteplaner over årene bør det tilstrebes en rutemodelluavhengig analysemetode, dvs. at analysen utføres i henhold til prosedyrebeskrivelse 05.02.02A. Svakheten med denne metoden er at kapasitetsrelevante særheter i infrastruktur, infrastrukturbruksmuligheter og togtilbudet ikke blir fanget opp i kapasitetsanalysen på en tydelig måte. Det anbefales derfor å velge analysemetoden i henhold til 05.02.02B når det foreligger følgende forhold:

- Stasjoner i analyseområde der den dimensjonerende tog lengden i henhold til tilbudskonseptet er større enn
  - o kryssingssporene langs enkeltsporstrekninger eller
  - o forbikjøringssporene langs dobbeltsporstrekninger
- Manglende sikkerhetssoner bak hovedutkjørsignaler og dermed mangel på samtidige togbevegelser, spesielt
  - o samtidig innkjør av to tog i motsatt kjøreretning på stasjoner langs enkeltsporstrekninger
  - o samtidig hhv. innkjør og utkjør av to tog i samme kjøreretning på stasjoner langs dobbeltsporstrekninger
- Midlertidige bruksrestriksjoner av togspor for kryssing av tog som følge av planoverganger, f.eks. pga. samtidig innkjør der veibommene må åpnes og lukkes mellom togbevegelsene og der togkryssinger derfor enten tar lenger tid eller flyttes til nabostasjoner. En annen restriksjon kan foreligge når kryssende tog sperrer planoverganger og det finnes begrensninger hvor lenge veibommene kan ligge nede.

- Midlertidige bruksrestriksjoner på togspor som følge av planoverganger til mellomplattform
- Kryssingsstasjoner eller forbikjøringsstasjoner uten særskilte spor for vendende tog, dvs. stasjoner der vendende tog vil redusere strekningskapasiteten for fremføring av tog på de tilstøtende strekninger.

Følgende informasjon må være på tilgjengelig før aktiviteten 05.02.02A/B kan utføres:

Inngangsdata i analysen	05.02.02A	05.02.02B	Kommentar
Tilbudskonsept fra delprosess 03	x	x	
Infrastrukturkisse fra aktivitet 05.01.04 (Banekonsept med supplerende informasjon)	x	x	
Infrastrukturmodell som operasjonalisering av banekonseptet		x	Det anbefales å ta utgangspunkt i kunnskapsgrunnlag I-serien og videreutvikle denne modellen til en ny infrastrukturmodell i henhold til banekonseptet fra aktivitet 05.01.04. Denne modellen skal inkludere all informasjon for å kunne lage rutemodeller. Dette gjelder også bruksrestriksjoner som tilsier bruken av metoden iht. aktivitet 05.02.02B.
Kjøretider fra aktivitet 05.01.03	x	x	
Togmiks	x	x	Ut fra tilbudskonseptet, krav til faste intervall og andre bindinger defineres den mest sannsynlige togrekkefølgen på strekningsavsnittene i analyseområdet
Operasjonalisering av tilbudskonseptet i form av rutemodeller		x	Det skal lages minst tre alternative rutemodeller som inkluderer alle tog fra tilbudskonseptet og som er i tråd med <i>Standard for rutemodeller</i> <sup>23</sup> , med unntak av kap. 7 i standarden, herunder:  Alt. 1: Optimal fremføringstid for persontog, enten fjernog eller andre tog hvis disse er i flertall  Alt. 2: Sannsynlig fordeling av trafikken, tatt i betraktning vendetider ved endestasjon, forholdet mellom rutetidene for tog som passerer grensen til analyseområdet og muligheter å fremføre raske tog foran saktegående tog på dobbeltsporstrekkninger (forbikjøringsmuligheter utenom analyseområdet)  Alt. 3: Mest ugunstige tidspunkt for passering av grensene til analyseområdet, sett fra perspektivet til trafikkavvikling innad i analyseområdet  Andre alternativer kan være aktuelle dersom tilbudskonseptet og spennet på kapasitetsutnyttelsesgraden tilsier dette.

<sup>23</sup> Jernbanedirektoratet (2022). Jernbanedirektoratets standard for rutemodeller. Dok.-nr. 201701227-6, rev. 01

Dersom du har valgt metoden i henhold til aktivitet 05.02.02B og det ikke blir mulig å operasjonalisere tilbudskonseptet i form av en rutemodell, kan du ikke igangsette den etterfølgende aktiviteten.

Infrastrukturen er underdimensjonert og hovedaktiviteten 05.01. og aktiviteten 05.02.01 må gjennomføres på nytt. I dimensjoneringsprosessen skal den underdimensjonerte infrastrukturen erstattes av en mer kapasitetssterk infrastruktur som ikke hindrer muligheten til å utarbeide en rutemodell for det gitte tilbudskonseptet.

Dersom målene på fremføringstidene fra delprosess 03 ikke vil kunne oppnås, legg frem saken til oppgaveeier for å ta en beslutning om

- delprosess 03 skal gjentas med justerte mål for fremføringstider
- delprosess 05 skal gjennomføres på nytt for å utarbeide et banekonsept der målene på fremføringstider vil oppnås.

## 4.2.2. Aktivitet 05.02.02 Analysere strekningskapasitet

### 4.2.2.1. Aktivitet 05.02.02A Analyse av strekningskapasitet iht. UIC405 m.v.

#### Inngangsdata

- Utgangsdata fra aktivitet 05.02.01

#### Aktivitet

**Aktivitet 05.02.02A**  
Analyse på strekningskapasitet iht. UIC405 m.v.

#### Utgangsdata

- Kapasitetsutnyttelsesgrad per delstrekning

#### Metode UIC405

Metoden er nærmere omtalt i [Lærebøker i jernbaneteknikk](#), [Punktlighet og kapasitet](#) for

- Dobbeltspor i [kapittel 2](#)
- Enkeltspor i [kapittel 4](#)

UIC 405-1 E, 1979, kan benyttes både rutemodellavhengig og rutemodelluavhengig og metoden kan også benyttes for både enkeltspor og dobbeltspor. I denne prosedyren brukes UIC405 rutemodelluavhengig.

For enkeltspor gjelder at praktisk (brukbar) kapasitet i perioden T finnes som

$$K_{\text{praktisk}} = T / (T_f + T_b + a * 0,25),$$

der  $T_f$  er togfølgetid,  $T_b$  er buffertid og  $a$  er antall avsnitt mellom kryssingsspor.  $T_b = 0,33 * T_f$  i rush og  $T_b = 0,67 * T_f$  på døgnnivå.  $T_f$  inkluderer alle tidselementer fra et tog begynner å belegge et strekningsavsnitt til neste tog kan belegge samme avsnitt, f.eks. krysslåsingtid og oppholdstid for sist ankomne tog i kryssing. Hvis et kryssingsspor er for kort til kryssing av lange godstog beregnes togfølgetiden til neste tilstrekkelig lange kryssingsspor.

Med rutemodelluavhengig bruk av UIC405 (avsnitt 3.4.2) finnes  $T_f$  ut fra vektet gjennomsnitt mht. sannsynlighet for gitt rekkefølge av tog når antall tog i ulike kategorier er definert.

Med f.eks.  $T_f = 7$  min og  $a = 12$  blir  $K_{\text{teoretisk, rush}} = 60 / (1,33 * 7 + 12 * 0,25) = 4,9$  tog/time.

I metoden UIC405 beregnes kapasiteten i en gitt tidsperiode ut fra togfølgetid og krav til buffertid, mens det ikke egentlig beregnes utnyttelsesgrad. Kapasitetsutnyttelsen av praktisk kapasitet,  $U$ , kan derimot beregnes ut fra antall tog per tidsenhet,  $N$ , i et aktuelt tilbudskonsept delt på kapasiteten,  $K_{\text{praktisk}}$ , dvs.  $U = N / K_{\text{praktisk}}$ . Utnyttelsen kan ikke være større enn 100 %.

Maksimal kapasitetsutnyttelse i forhold til en tidsperiode  $T$ ,  $U_{\text{maks, T}}$ , har ikke en fast anbefalt grense som i UIC406 (se avsnitt 4th2nd2nd2nd i veiledningen til UIC406) og grensen vil avhenge av  $T_f$ ,  $T_b$  og  $a$ .  $U_{\text{maks, T}} = T_f / (T_f + T_b + a * 0,25)$ . Når togfølgetider går mot uendelig (og antall avsnitt mot 1) er grensen for  $U_{\text{maks, T}}$  lik 75 % i rush og 60 % på døgnnivå. I praksis er  $U_{\text{maks, T}}$  en del lavere, f.eks. med  $T_f = 7$  min og  $a = 6$  er  $U_{\text{maks, T}}$  lik 65 % i rush og 53 % på døgnnivå.

Virkningen av leddet  $a \cdot 0,25$  kan analyseres fra tre forskjellige perspektiver:

- i) Med økt strekningslengde er det høyere sannsynlighet for at det oppstår og spres forsinkelser og dermed trenger mer buffertid og det blir lavere kapasitet.
- ii) Med fast strekningslengde gir økende antall avsnitt økt kapasitet med få avsnitt, men avtagende kapasitet når det er mange avsnitt. Det gir intuitivt mening at utnyttelsen av redusert togfølgetid til økt togantall samtidig øker forsinkelser (både sannsynligheten for forsinkelser og konsekvens for spredning av forsinkelser).
- iii) Økt antall avsnitt mellom kryssingsspor på en fast strekning gir flere reservekryssingsspor og robustheten vil gå opp hvis togantallet er konstant. Dette er et uttrykk for økt kapasitet, og det gir derfor i denne sammenhengen ikke mening å si at kapasiteten er redusert med økt antall kryssingsspor slik som formelen medfører i punkt ii).

#### 4.2.2.2. Aktivitet 05.02.02B Analyse av strekningskapasitet iht. UIC406 m.v.

##### Inngangsdata

- Utgangsdata fra aktivitet 05.02.01

##### Aktivitet

**Aktivitet 05.02.02B**  
Analyse på strekningskapasitet iht. UIC406

##### Utgangsdata

- Kapasitetsutnyttelsesgrad per delstrekning

#### Metode UIC406

I metoden for UIC406 beregnes det en kapasitetsutnyttelse, CC, basert på komprimering av ruteleier i en ruteplan/rutemodell. Formelverket i UIC 406 er følgende (s. 13):  $CC = (OT + AT)/P$ , der OT = direkte tidsbelegg av infrastrukturen av et tog, AT = Tilleggstid = buffer, tillegg mm., P = ukomprimert periode for tog før komprimering. Beleggstid (OT) finnes ved å komprimere en sekvens av tog fra 1. tog til gjentakelse av 1. tog (avsnitt 3.3.1.3). OT er det direkte belegget av infrastrukturen, beregnet ut fra de fysiske forholdene ved togframføring, og AT er alle tidstillegg som skal sikre tilstrekkelig driftskvalitet.

Hvis  $CC < 100\%$  er det muligvis ledig kapasitet til flere tog. Tog kan legges til så lenge  $CC \leq 100\%$ . Ved siste mulige tilføyelse av tog vil det stort sett alltid være en liten restkapasitet opp til 100%. Dette er «tapt kapasitet» og blir en buffer. Analyseperiode er minst 2 timer (avsnitt 3.3.1.2).

Et alternativt til beregning av CC er beregning av den direkte utnyttelsen av infrastrukturen,  $OTR = OT/P$ . Som evalueringskriterium for om det kan være ledig kapasitet sammenlignes OTR med grenser på 75% i rush og 60% på døgnnivå.

Det skal regnes med tillegg i belegget på et kryssingssporavsnitt hvis kryssing ikke er mulig når et spor er blokkert og ikke kan brukes til kryssing, bla. hvis sporet er opptatt av et tog (typisk et vendende tog) eller det er for kort til toget (avsnitt 4.3). I så fall må avsnittet forlenges til neste kryssingsspor som kan brukes til kryssing.

Metoden er i utgangspunktet rutemodellavhengig, men hvis metoden brukes på et stort antall forskjellige rutemodeller som viser et spenn i mulig belegg kan det finnes en forventningsverdi. Denne forventningsverdien kan også finnes ved å bruke en forventningsverdi for togfølgetiden.

### 4.2.2.3. Presiseringer og kommentarer

#### Estimere kapasitet og beregne utnyttelsesgrad

I metoden i UIC 405 fra 1979 beregnes kapasiteten i en gitt tidsperiode ut fra togfølgetid og krav til buffertid, mens det ikke egentlig beregnes utnyttelsesgrad.

Kapasitetsutnyttelsen,  $U$ , kan beregnes som antall tog per tidsenhet,  $N$ , i et aktuelt tilbudskonsept delt på kapasiteten,  $K$ , dvs.  $U = N/K$ .

Motsatt beregner UIC 406 fra 2013 utnyttelsesgrad som sammenlignes med akseptgrenser for utnyttelse, men det beregnes ikke kapasitet. Hvis utnyttelsesgrad er mindre enn akseptgrense indikerer dette at det er ledig kapasitet. Det må da testes om det er ledig kapasitet ved å legge til gradvis flere tog og sammenligne utnyttelsesgrad i forhold til grensene; når grensen blir overskredet er kapasiteten lik togtallet rett før.

Samtidig som det ikke er mulig å gi en eksakt verdi for kapasiteten er det nyttig å ha et estimat på kapasiteten for å kjenne det omtrentlige nivået av mulig trafikk. Kapasiteten kan estimeres ved å skalere trafikken, som ligger til grunn for utnyttelsesgraden, til akseptgrensen for kapasitetsutnyttelsen.

*Eksempel:  $U=62\%$  med  $N=3$  tog/time,  $U_{maks}=75\%$ .  $K_{estimert} = 75\% * (3 \text{ tog/time} / 62\%) = 3,6 \text{ tog/time}$ .*

#### Identifisere dimensjonerende avsnitt

På enkeltspor må kapasitetsutnyttelse beregnes for alle avsnitt mellom kryssingsspor. Dimensjonerende kapasitet for hele strekningen blir laveste kapasitet. Hvis det er kjent hvilket avsnitt som gir dimensjonerende kapasitet (f.eks. hvis ett avsnitt peker seg ut med vesentlig lengre framføringstider) kan analysen begrenses til dette avsnittet.

#### Bestemme antall tog i analyseperioden

Antall tog per tidsenhet finnes lett hvis tilbudet er syklisk med en periode på én time. Er frekvensen f.eks. 4 tog per time er antall tog per tidsenhet lik 4 tog/time uansett hvilke minuttall det måles over, så lenge det er 60 minutter. Er kapasiteten beregnet til f.eks. 5,5 tog/time er  $U=4/5,5 = 72,7\%$ .

Hvis tilbudet er syklisk over en periode,  $T$ , som ikke er lik én time, finnes  $T$  som tiden fra første tog belegger aktuelt analyseavsnitt og fram til gjentakelsen av første tog. Med  $N$  tog i perioden (det er her viktig *ikke* å telle med gjentakelsen av første tog) er frekvensen lik  $N/T$ . Er det f.eks. 4 forskjellige tog fra kl. 08:19 (1. tog) til 09:34 (gjentakelse av 1. tog) er intervallet 1:15 (1,25 t) og frekvensen er da  $4/1,25 = 3,2$  tog/time. Er kapasiteten beregnet til f.eks. 4,5 tog per time er dermed utnyttelsesgraden  $U=3,2/4,5 = 71\%$ .

Hvis tilbudet ikke er syklisk må det *velges* en sekvens av tog som grunnlag for analysen, basert på en tilstrekkelig lang periode,  $T$ . Det viktig å benytte ett tog mindre en antallet i den valgte sekvensen, som grunnlag for beregning av frekvens ( $f = 1/T_{\text{intervall mellom tog}}$  og antall intervaller i  $T$  er lik antall tog minus 1). Velges f.eks. en sekvens på 12 tog over en periode på 2:42 (2,7 t) blir frekvensen lik  $(12-1)/2,7 = 4,07$  tog/time.

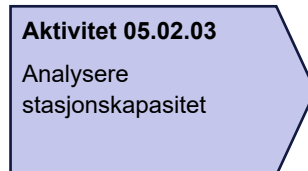
#### 4.2.3. Aktivitet 05.02.03 Analysere stasjonskapasitet

I denne aktiviteten går du gjennom nodene og vurderer hvorvidt alle sporgrupper på stasjonsnodene kapasitetsmessig er dimensjonert balansert i forhold til de tilstøtende kantene.

##### Inngangsdata

- Banekonsept og suppl. spesifikasjon fra aktivitet 05.01.04 for tiltaksalternativ(er)

##### Aktivitet



##### Utgangsdata

- Bekreftelse på balansert dimensjonert stasjonskapasitet (nodestasjoner)

I avsnitt «7.3 Noder» i veilederen «Dimensjonering av infrastruktur – Veileder for dimensjonering på konseptuelt nivå»<sup>24</sup> omtales det hvordan vendestasjoner og avgreningsstasjoner dimensjoneres ut fra typer strekning (kant) og trafikale behov.

Omtale av beregning av sporutnyttelse og behov for antall spor er også omtalt i kap. 2.5 i dokumentet Standarder for kapasitetsplanlegging.<sup>25</sup>

Det er viktig å huske at sporbelegg og utnyttelsesgrad beregnes ut fra total tid sporet er belagt, ikke bare tiden der togene står stille ved plattform. Beleggtiden må altså bestemmes fra det blir stilt togvei inn til plattform, når toget er på vei inn, og fram til sporfelt ved plattform utløses etter at toget har kjørt.

Det skal gjelde at utnyttelsesgraden av spor skal ikke være høyere enn akseptgrensen som også gjelder for strekninger (kanter) i relevant periode (dvs. 60 % på døgnnivå og 75 % i rush). Dette gjelder i utgangspunktet for hvert enkelt spor, men enkelte spor kan ha litt høyere utnyttelse hvis gjennomsnittlig utnyttelse av relevante spor for hver toglinje ikke er høyere enn akseptgrensen.

*Som eksempel kan det tenkes at toglinje A på en stasjon (der flere linjer møtes) kan benytte spor 1 og 2 og toglinje B kan benytte spor 3. Utnyttelsen i rush i spor 1 er 80 %, 65 % i spor 2 og 80 % i spor 3. Gjennomsnittlig er utnyttelsen 75 % på hele stasjonen og dermed akkurat ikke for høy i rush. For toglinje A er gjennomsnittet 73 % for spor 1 og 2 OK, selv om utnyttelsen i spor 1 er for høy. For toglinje B er gjennomsnittet imidlertid for høyt.*

<sup>24</sup> Jernbanedirektoratet (2021b) Dimensjonering av infrastruktur. Veileder for dimensjonering på konseptuelt nivå Dok.nr. 201701227-5, v. 01

<sup>25</sup> Jernbanedirektoratet (2017). Standarder for kapasitetsplanlegging. Dok.-nr. 201701227-1, rev. 00

#### 4.2.4. Aktivitet 05.02.04 Tolkning og overlevering

I denne aktiviteten tolker du resultatene fra kapasitetsanalysene for strekningene (aktivitet 05.02.02A/B) og nodestasjonene (aktivitet 05.02.03). Du trekker en konklusjon om infrastruktur, kjøretøy og togtilbudet forventes å stå i et hensiktsmessig forhold til hverandre, dvs. om infrastrukturen er dimensjonert riktig i forhold til trafikkmengden i tiltaksalternativet/ene. Du vurderer eventuelle konsekvenser for togtrafikken og tar en beslutning om å avslutte delprosessen.05 for å gå videre til delprosess 06 der det skal utredes en teknisk løsning som oppfyller de trafikale funksjonskravene i henhold til banekonseptet og supplerende opplysninger.

Aktiviteten i delprosessen 01.05 avsluttes når du har overlevert utgangsdata til mottakerne, arkivert all arkivverdig dokumentasjon og har gjennomført verifikasjonen iht. pkt. 8 i denne prosedyrebeskrivelsen.

#### Inngangsdata

- Banekonsept og suppl. spesifikasjon fra aktivitet 05.01.04 for tiltaksalternativ(er)
- Resultater fra kapasitetsanalysene som er utført i ovennevnte aktiviteter fra aktivitetene 05.02.02A/B og 05.02.03

#### Aktivitet

##### Aktivitet 05.02.04

Tolkning og overlevering

#### Utgangsdata

- Inngangsdata til delprosess 06  
*Utvikle teknisk løsning:*  
Banekonsept for tiltaksalternativ med tilbudskonsept i tiltaksalternativ, inkludert hastighetsprofiler, avstand på kryssings-/forbikjøringsspor og forutsatt togsikringssystem

Delprosess 09

*Estimere lønnsomhet (SØA)*

Restkapasitet som nytte for økt tilbudskvalitet eller opsjonsnytte for senere tilbudsforbedringer

#### Tolkning av resultatene

Dersom kapasitetsutnyttelsesgraden for strekninger er beregnet å være

- lavere enn eller lik
  - 60% på døgnnivå
  - 75% i dimensjonerende time
  - 80% på strekninger med ensartet S-tog-trafikk og høyt avgangsintervall
- og høyere eller lik
  - 30% på døgnnivå
  - 40% i dimensjonerende time

anses infrastrukturen å være dimensjonert rimelig.



Eventuell restkapasitet i tiltaksalternativet/ene i forhold til referanse- og sammenlikningsalternativ spesifiseres og blir del av resultatet fra delprosess 05 med sikte til å gi denne en nytte i form av bedre tilbudskvalitet eller en opsjonsnytte for senere tilbudsutvikling uten behov for ytterligere oppgradering av infrastrukturen. Denne informasjonen blir en del av

## Konklusjon

Når du konkluderer med at togtilbud og infrastrukturfunksjonene står i et hensiktsmessig forhold til hverandre i de aktuelle alternativene, forbereder du en beslutning på å avslutte delprosessen og forbereder overleveringen til den oppgaveansvarlige som skal utføre delprosess 06 *Utvikle teknisk løsning* og delprosess 09 *Estimere lønnsomhet (SØA)*.

Dersom infrastrukturen i henhold til analyseresultatene forventes å bli under- eller overdimensjonert, forbereder du en beslutning om å gjenta

- alle aktiviteter fra 05.01.04 dersom feildimensjoneringen kun strekker seg over en kant samt at det kan forventes at rimelige endringer i hhv. kryssings- eller forbikjøringsavstand vil gi en balansert dimensjonering av infrastrukturfunksjonene langs den aktuelle kanten
- alle aktiviteter fra 05.01.01 dersom det med rimelig sikkerhet kan forventes at kun endringer av banekonseptet vil føre til en balansert dimensjonering av infrastrukturfunksjonene i forhold til trafikkmengden i tiltaksalternativet. Med dette menes en endring av node-kant-modellen eller at minst én kant må endres fra enkelt- til dobbeltspor eller omvendt.

Dersom det ikke har blitt identifisert et hensiktsmessig samspill mellom infrastruktur, togtilbud og kjøretøy eller det er potensial eller nødvendighet for å revidere tilbudskonseptet, skal prosess og beslutning i delprosess 03 vurderes og ev. revideres. Som følge av dette kan det bli behov for å gjennomføre delprosess 05 på nytt.

## Beslutning

Ta en beslutning på om delprosessen skal avsluttes eller om det er behov for en iterasjon med endringer i infrastrukturomfanget eller tilbudskonseptet. Beslutningsgrunnlaget og beslutningen blir en del av dokumentasjonen fra denne delprosessen.

## Overlevering

Aktivitetene i delprosess 05 avsluttes når du har

- overlevert utgangsdata til mottakerne, jf. kap. 2 Leveranse
- arkivert all arkiverdig dokumentasjon, herunder infrastrukturmodeller og banekonsepter som har blitt utarbeidet i denne delprosessen og
- gjennomført verifikasjonen iht. pkt. 8 i denne prosedyrebeskrivelsen. Dokumentasjon på verifikasjon skal også arkiveres.

## **5. Fravik fra prosedyren**

Behov for fravik fra denne prosedyren skal legges frem fagansvarlig leder for denne prosessbeskrivelsen med begrunnelse.

Dersom tilbudsutviklingsprosessen for utredninger med planhorisont på lang sikt (01.xx) følges i forbindelse med en prosjektoppgave, godkjennes et fravik fra denne prosedyren av prosjekteier etter innstilling fra fagansvarlig leder for denne prosessbeskrivelsen, ellers av fagansvarlig leder for denne prosessbeskrivelsen.

Beslutningsdokumentet og beslutningen skal dokumenteres skriftlig.

## **6. Rapportering**

Rapporter på arbeidsutførelse og fremdrift til prosjektleder eller oppgaveansvarlig for den konkrete oppgaven.

## 7. Referanser

Dokumenttittel	Dato
Jernbaneverket Strategisk rammeverk for stoppesteder Dok.-nr. TF-102827-000	November 2015
Jernbanedirektoratet Standarder for kapasitetsplanlegging Dok.-nr. 201701227-1, rev. 00	13.06.2017
Jernbanedirektoratet B-serien Dok.nr. 201800501-12, v. 00	05.01.2021 (a)
Jernbanedirektoratet Dimensjonering av infrastruktur Veileder for dimensjonering på konseptuelt nivå Dok.nr. 201701227-5, v. 01	17.02.2021 (b)
Jernbanedirektoratet Standard for rutemodeller, rev. 01 Dok.-nr. 201701227-6	19.07.2022
Jernbanedirektoratet Veileder Leveransekrav til infrastrukturmodell i henhold til planfaser Dok.-nr.: 201900523-50	30.06.2023
Jernbanedirektoratet Veileder Infrastrukturmodeller Dok.-nr.: 201900523-49	29.01.2024
UIC Kodex 405-1 E Methode zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Strecken. International Union of Railways (UIC)	1.1.1979
UIC Code 406 R, Capacity. 2. utgave. International Union of Railways (UIC)	Juni 2013

## 8. Verifikasjon

For kolonnen **Utført** brukes følgende koder: "X"= OK, "-"= Ikke OK, "I"= Irrelevant (krever begrunnelse)

Verifikasjonspunkt	Utført	Dato	Kommentar/Begrunnelse
Er alle linjer og strekninger omfattet av tilbudsendringen beskrevet?			
Er veileder for dimensjonering fulgt iht. flytskjemaer og alle nødvendige iterasjoner gjort?			
Møter banekonseptet alle behov fra tilbudskonseptet?			
Er eventuelle endringer fra det opprinnelige tilbudskonseptet (fra delprosess 03) som følge av denne delprosessen godkjent og tilhørende dokumenter i delprosessene 03 og 05 oppdatert?			
Er valget for analysemetoden i henhold til 05.02.01 og selve analysen i henhold til 05.02.02A eller 05.02.02B dokumentert?			
Er beslutningsgrunnlaget og beslutningen for å fortsette prosessen med delprosess 01.06 dokumentert?			
Er alle dokumenter fra delprosessen laget, kontrollert/godkjent og arkivert, herunder ev. fravik fra prosedyrebeskrivelsen?			

## 9. Revisjonsoversikt

Rev nr	Dato	Hovedendring
00	29.02.2024	Godkjent dokument

#