



Jernbane-
direktoratet

Dimensjonering av infrastruktur

Veileder for dimensjonering på konseptuelt nivå

Sammendrag

Denne veilederen skal bidra til å sikre sammenheng mellom infrastruktur og ønsket tilbud i det strategiske arbeidet som har lengre tidshorisont enn NTP-analyser.

Veilederen skal legge til rette for at det på en enkel måte kan identifiseres infrastrukturelle løsninger, som sikrer at et ønsket tilbudskonsept kan utvikles på en tilfredsstillende måte.

Løsningene er standardløsninger i form av et modul-/byggeløst system for ulike deler av infrastrukturen. Infrastrukturelle løsninger skal være på et banekonseptuelt nivå, og inkludere kanter (avgrensninger og underveisstasjoner) og noder (avgrensninger og stasjoner med vendeanlegg).

Veilederen baserer seg på Strategisk rammeverk (1) og Standarder for kapasitetsplanlegging (2).

Utarbeidet av Kenneth Nielsen Fredrik August Wyller	Saksnummer
Godkjent av Christian Knittler	Dokumentnummer 201701227-05
Dato 17.02.2021	Versjon 01
Endringslogg:	

Innhold

1	Innledning.....	5
2	Struktur i veilederen	6
3	Bruk av veilederen.....	7
4	Definisjoner	8
4.1	Banekonsept	8
4.2	Noder.....	9
4.3	Kanter.....	10
4.4	Tilbudskonsept.....	10
4.5	Sammenlikningsalternativ.....	10
4.6	Tiltaksalternativ.....	10
4.7	Linjevei	10
5	Inngangsdata.....	12
5.1	Tilbudskonsept – tiltaksalternativ	12
5.2	Banekonsept – sammenlikningsalternativ	12
6	Dimensjoneringsprosess	13
6.1	Overordnet flytskjema.....	13
6.2	Detaljert flytskjema.....	13
7	Valg av «byggeklosser» for infrastruktur	16
7.1	Om valg av «byggeklosser» for kanter og noder	16
7.2	Kanter inkl. underveisstasjoner.....	16
7.2.1	Strekning med underveisstasjoner	19
7.2.2	Plassering av kanter.....	20
7.3	Noder.....	20
7.3.1	Stasjoner med rutemessig vending.....	20
7.3.2	Avgreninger	21
8	Referanser.....	22
	Vedlegg	23
	Vedlegg 1. Kanter - underveisstasjoner	23
	Vedlegg 2. Noder – vendestasjoner.....	24
	Vedlegg 3. Noder - avgreninger.....	25

1 Innledning

I «Meld. St. 27 (2014-2015) På rett spor Reform av jernbnesektoren» er det uttalt (s. 8) at «Jernbanevirksomhet må styres og utvikles etter en langsiktig plan. Det overordnede for denne planen må være hvilket transporttilbud som ønskes realisert 10, 20 eller 30 år frem i tid basert på prognostiserte transportbehov.»

Hensikt med veilederen er i tråd med dette å sikre sammenheng mellom infrastruktur og ønsket tilbud i det strategiske arbeidet som har lengre tidshorisont enn førstkommende Nasjonale transportplan.

Veilederen skal legge til rette for at det på en enkel måte kan identifiseres konseptuelle infrastrukturløsninger som sikrer at et ønsket transporttilbud kan produseres med en tilfredsstillende kvalitet for reisende og varesendere.

Løsningene er standardløsninger i form av et modul-/byggeklossystem for ulike deler av infrastrukturen. Infrastrukturløsninger skal være på et banekonseptuelt nivå, og inkludere kanter (avgreninger og underveisstasjoner) og noder (stasjoner med vending og avgreninger)

Veilederen baserer seg på Strategisk rammeverk (1) og Standarder for kapasitetsplanlegging (2).

2 Struktur i veilederen

Denne veilederen består av følgende deler:

1. Innledning
2. Beskrivelse av hvordan den skal brukes
3. Noen definisjoner: Banekonsept, tilbudskonsept, kant, node (stor og liten), avgreining, linje
4. Flytskjema for dimensjoneringsprosess:
 - a. Overordnet flyt
 - b. Detaljert flyt for dimensjoneringsprosessen gitt $T_{\text{Tiltaksalternativ}}$, $B_{\text{Referansealternativ}}$ og en oversikt over standardløsninger ved forskjellige trafikkmengder/situasjoner
 - c. En tekstlig beskrivelse av trinnene i flytskjemaet.
5. Oversikt over prinsipper for valg av standardløsninger, her omtalt som «byggeklossboken».
6. Referanser
7. Vedlegg med skisser av anbefalte løsninger for «byggeklosser»

3 Bruk av veilederen

Dimensjoneringsprosess av infrastruktur på banekonseptuelt nivå kan gjøres ved å følge prosesser som er beskrevet i kapittel 6.

Det generelle forløpet er skissert i Figur 4 i avsnitt 6.1. En mer detaljert gjennomgang av prosessen er omtalt i 6.2 og skissert i Figur 5.

I prosessbeskrivelsene framgår det at ytelsen av de banekonseptuelle elementene («byggeklossene» kanter og noder) må undersøkes. Veiledningen til dette finnes i kapittel 7.

Inngangsparametre som benyttes til å identifisere infrastrukturløsninger er:

- Tilbudskonsept, herunder
 - Linjekonsept
 - Frekvens
 - Stoppmønster
 - Fremføringstid
- Togmiks ved flere linjer på samme bane
- Dominerende togkategori

Oppholdstid på stasjoner og mer detaljerte betraktninger om togfølgetid inn til stasjoner er ikke omfattet av framgangsmåten.

Hensettingsbehov og utforming av hensettingsanlegg (med spesifisering av andre moduler i hensettingsanlegg basert på funksjonelle krav som vaskehall, verksted mm. og plassering av eventuelle moduler) er heller ikke en del av omfanget i veilederen.

Detaljeringsgrad av resultatet skal tilsvare detaljeringsgraden og informasjon i B-serien, dvs. at resultatet inneholder informasjon om

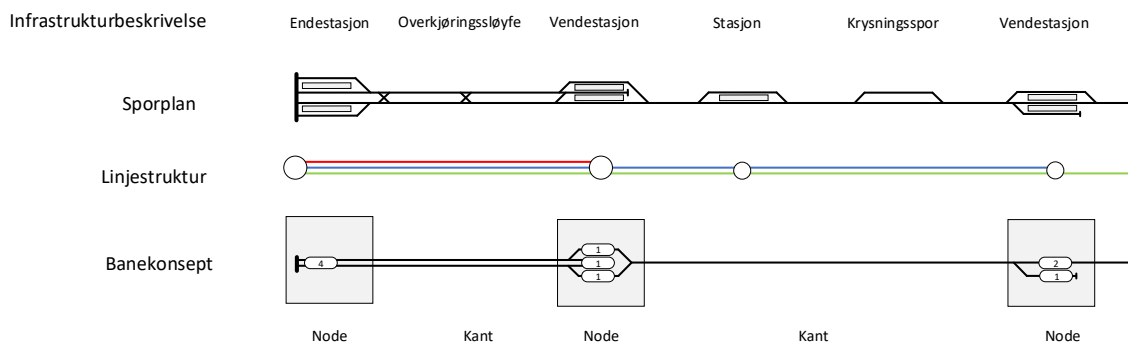
- Antall spor på linje
- Antall spor på stasjoner (ut fra dimensjonerende togfølgetider inn til stasjoner)
- Antall spor til plattform på stasjoner
- Antall vendespor
- Plassering av vendespor ift. stasjon
- Avgreninger (i plan eller planskilt)
- Ventespor i avgreninger
- Gjennomsnittshastighet på linjen (avledet av framføringstidsmål i tilbudskonsept)

4 Definisjoner

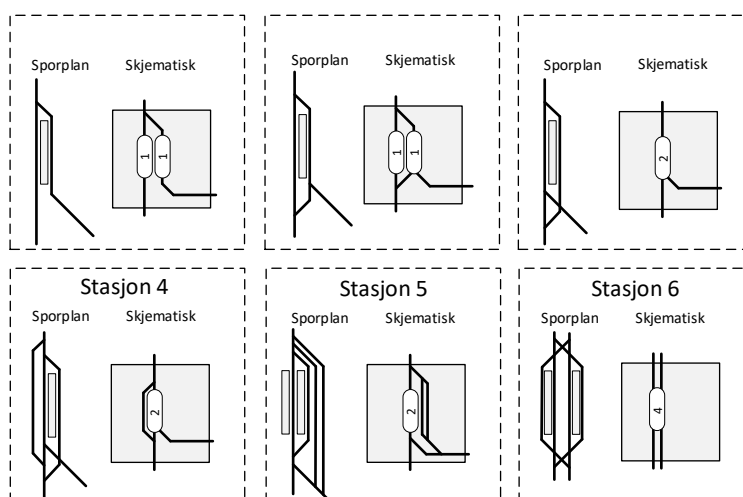
Det er i det følgende definert noen sentrale begreper som er benyttet i denne veilederen.

4.1 Banekonsept

Et banekonsept er en aggregert infrastrukturmodell bestående av kanter (banestrekninger) som er bundet sammen av noder (et utvalg av stasjoner og avgreiningspunkter). En utdypning av begrepene *node* og *kant* er gitt i avsnitt 4.2 og 4.3 henholdsvis. Banekonseptet viser ikke infrastrukturen på sporplannivå, men er en geoskjematisk skisse som viser banestrekningene og deres sammenkopling. Krysningsspor, overkjøringsløyfer og stasjoner uten endring i tilbudskonseptet er eksempler på informasjon som ikke er inkludert på banekonseptuelt nivå. Figur 1 og Figur 2 illustrerer banekonseptuelle representasjoner.



Figur 1: Konstruksjon av banekonsept basert på en infrastrukturmodell og et tilbudskonsept. Legg merke til at overkjøringsløyfer, krysningsspor og stasjoner uten vending av linjer ikke er banekonseptuelle elementer, og at disse inngår i banekonseptets kanter.



Figur 2: Aggregering av infrastrukturinformasjon til et banekonseptuelt nivå ved ulike typer stasjonsutforminger.

Et tilbudskonsept benyttes til å definere hvilket banekonsept som er nødvendig for å avvikle trafikken i tilbudskonseptet. Selv om dette vil gå mot hensikten av jernbanereformen, vil et banekonsept også kunne benyttes til å undersøke hvilket tilbudskonsept som kan forventes avviklet.

4.2 Noder

Noder er den ene av to basale byggeklosser i banekonseptet. Det skilles her mellom store og små noder. Store-noder/nodestasjoner korresponderer omtrentlig med stasjoner med én eller flere av følgende karakteristika:

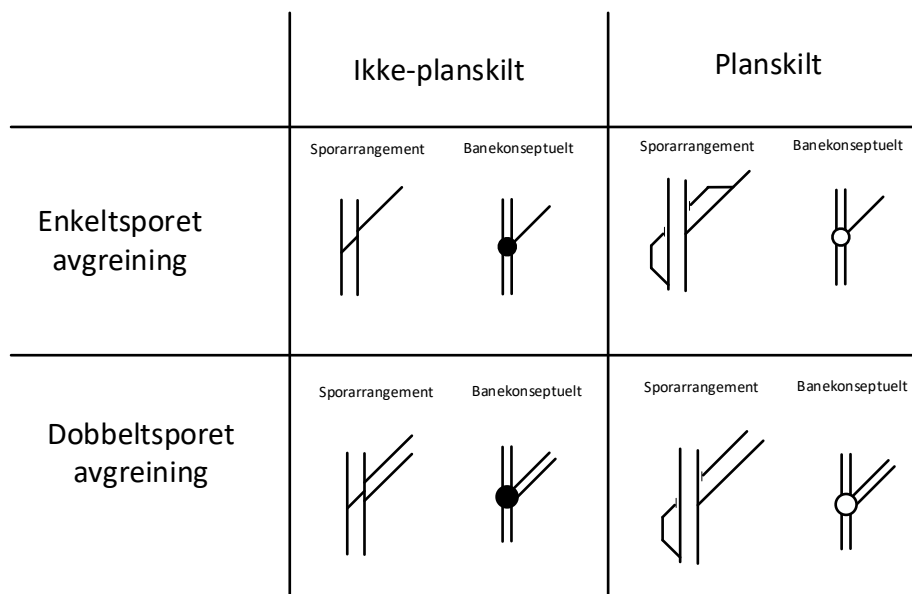
- endring i tilbud (én eller flere linjer terminerer)
- enden på en bane (også når denne ikke er rutemessig trafikkert)
- avgreining, enten til andre baner eller til sidespor, f. eks. til godsterminaler
- endring fra dobbelt- til enkeltspor

Det er her sentralt å merke seg at underveisstasjoner ikke er definert som noder, men at disse i banekonseptuell forstand inngår i kant-begrepet (jf. avsnitt 4.3).

Nodestasjoner kan skjematisk sett deles opp i små-noder. Se skisser i Figur 3.

Små-nodene er de sporplanmessige elementene på en stasjon, og kan deles opp i

- avgreininger, og i banekonseptuell forstand skilles mellom planskilte- og ikke-planskilte avgreininger
- Spor med og uten plattform



Figur 3: Banekonseptuell forenkling av avgreiningstyper. Avgreininger hører til konseptet som her refereres til som små-noder, og som utgjør den interne strukturen i en stor-node, altså en node-stasjon

4.3 Kanter

I banekonseptuell forstand regnes en kant som en banestrekning mellom to noder. Det som kjennetegner en kant er dermed like attributter (mest nevneverdig dobbelt- eller enkeltspor) og lik trafikk. Det er imidlertid verdt å merke seg at en kant ikke bare består av «fri linje», men også underveisstasjoner, stoppesteder, overkjøringsløyper og andre ikke-banekonseptuell infrastrukturelementer.

NB!

Underveisstasjoner regnes som en del av kanter, hvis det ikke er skift i tilbudet eller er avgreninger til andre baner. Dvs. stasjoner som bare har gjennomkjøring er en del av kant-strukturen.

4.4 Tilbudskonsept

Et tilbudskonsept beskriver på generelt nivå (uten spesifikke rutetider) et tilbud for de reisende gjennom følgende parametere:

- Stoppmønster
- Framføringstid
- Døgnfordeling
 - Frekvens i definerte perioder
- Materiell

4.5 Sammenlikningsalternativ

For å kunne beregne endring i tilbud (nytte) og infrastruktur (kostnader) defineres det et alternativ for både tilbudskonsept og banekonsept. Det legges altså til grunn at det eksisterer et funksjonelt sammenlikningsalternativ, der det er samsvar mellom tilbudskonsept og banekonsept. Dette defineres som hhv. $T_{\text{Sammenlikningsalternativ}}$ og $B_{\text{Sammenlikningsalternativ}}$. Når tiltaksalternativ (se avsnitt 4.6) er definert kan forskjellen måles mellom de to klassene av alternativer.

4.6 Tiltaksalternativ

En endring i tilbudskonseptet, korresponderende med en ønsket tilbudsforbedring, omtales her som $T_{\text{Tiltaksalternativ}}$. Endringen i tilbudskonseptet kan utløse behov for også å endre banekonseptet. Denne veilederen beskriver en metode for å avgjøre *om* og *hvordan* et eventuelt $B_{\text{Tiltaksalternativ}}$, korresponderende med et gitt $T_{\text{Tiltaksalternativ}}$, skal utformes.

4.7 Linjevei

Linjeveien er den fysiske ruten en toglinje følger.

Tilbudskonseptet definerer endestasjon og stoppmønster på eventuelle mellomstasjoner, og legger derfor føringer for hvilken trasé en linjevei kan følge.

Hvis alle stasjoner iht. tilbudskonseptet kan betjenes med forskjellige linjeveier og framføringstid samtidig oppfyller målet i tilbudskonseptet foreligger det et valg om linjevei.

Valg av linjevei må ta hensyn til påvirkning av måloppnåelse for tilbudskonsept for andre linjer. F.eks. vi ruting av mange linjer på samme kant (se definisjon i avsnitt 7.2) kunne medføre at framføringstid ikke nås for visse tog. Finnes det totalt bedre måter å fordele trafikken på (under hensyntagen til tilbudskonseptene) må en annen linjevei velges.

5 Inngangsdata

5.1 Tilbudskonsept – tiltaksalternativ

Hensikten med veilederen er å identifisere den nødvendige infrastrukturen for å utvikle et gitt tilbudskonsept. Tilbudskonseptet må følgelig foreligge på et tilstrekkelig detaljert nivå, og for hver linje bør endestasjoner, underveisstasjoner, døgnfordeling/frekvens og mål for fremføringstid være presisert.

5.2 Banekonsept – sammenlikningsalternativ

For det gitte tilbudskonseptet skal det være mulig å undersøke hvorvidt det rådende banekonseptet er egnet til å utvikle trafikken skissert i tilbudskonseptet. Banekonseptet må dermed være tilstrekkelig detaljert, og forventes å inneholde informasjonen beskrevet i avsnitt 4.1.

6 Dimensjoneringsprosess

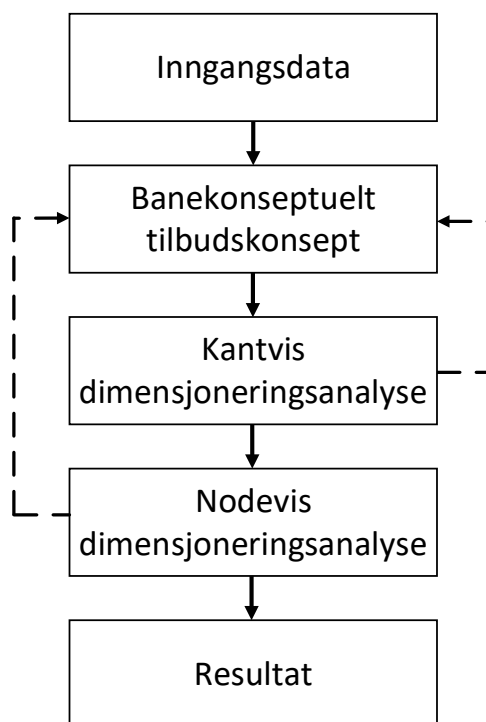
Dimensjoneringsprosessen for infrastruktur på banekonseptuelt nivå kan gjøres ved å følge prosessene som er beskrevet i de følgende avsnittene.

Det generelle forløpet er skissert i Figur 4 i avsnitt 6.1. En mer detaljert gjennomgang av prosessen er omtalt i 6.2 og skissert i Figur 5.

I prosessbeskrivelsene framgår det at ytelsen av de banekonseptuelle elementene («byggeklossene» kanter og noder) må undersøkes. Veiledningen til dette finnes i kapittel 7.

6.1 Overordnet flytskjema

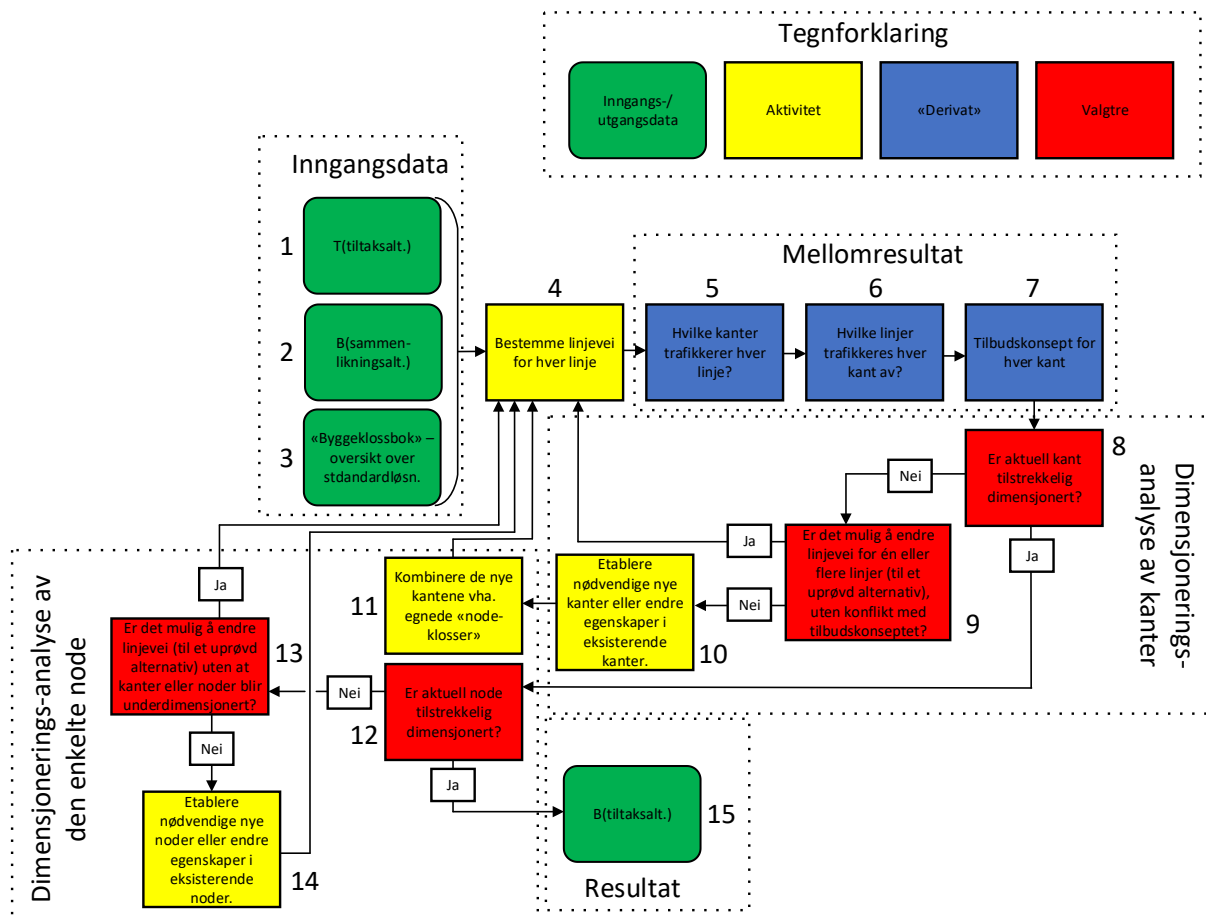
Den generelle prosessen med dimensjonering er skissert i Figur 4.



Figur 4. Flytskjema som viser overordnede trinn i dimensjoneringsprosessen.

6.2 Detaljert flytskjema

En mer detaljert beskrivelse for dimensjoneringsprosessen er vist i Figur 5.



Figur 5. Flytskjema som viser de forskjellige trinnene i dimensjoneringsprosessen.

Beskrivelse av prosessen skissert i Figur 5:

INNGANGSDATA 1 – 3: Beskriver inngangsdataene i en banekonseptuell dimensjoneringsanalyse. I det enkelte tilfelle er banekonsept og tilbudskonsept nødvendig i tillegg til standardløsningene som er løftet ut fra strategisk rammeverk og presentert i denne veilederen. Se kapittel 5 for en fullstendig beskrivelse.

AKTIVITET 4: Valg av linjevei er den innledende aktiviteten som må gjennomføres når de nødvendige inngangsdata foreligger. Linjevei er den fysiske ruten et tog kjøres ut fra definisjon i tilbudskonsept om stoppmønster og framføringstid (se definisjon i avsnitt 4.7). Hvis alle stasjoner iht. tilbudskonseptet kan betjenes med forskjellige linjeveier og framføringstid samtidig oppfyller målet i tilbudskonseptet foreligger det et valg om linjevei. I dette tilfellet kan det gjennomføres en videre analyse (iht. videre flyt) for ulike linjeføringsvarianter.

MELLOMRESULTAT 5: Gitt at det for hver linje er valgt en éntydig linjevei, foreligger det i prinsippet en liste over kanter (og noder) den enkelte linje trafikkerer.

MELLOMRESULTAT 6: Igjen; gitt at det for hver linje er valgt en éntydig linjevei, foreligger det i prinsippet en liste over linjer som trafikkerer den enkelte kant (og node).

MELLOMRESULTAT 7: Delmengden av linjer som den enkelte kant trafikkeres av, utgjør sammen med fremføringsmålene og stoppmønster for den enkelte linjen et *kantvis tilbudskonsept*.

VALGTRE 8: Det må for den enkelte kant avgjøres om det *kantvise tilbudskonseptet* (mellomresultat 7) lar seg realisere på den aktuelle kanten i banekonseptet. I denne sammenhengen må de trafikale egenskapene som togantall (i dim. time), framføringstid, stoppmønster etc., vurderes opp mot kantens tekniske egenskaper som linjehastighet, avstand mellom stoppesteder og underveisstasjonenes utforming. Dette gjøres vha. bestemmelsesnøkkelen for kanttype i avsnitt 7.2.1.

Dersom det for en kant *ER* ønsket samsvar mellom det kantvise tilbudskonseptet og de tekniske egenskapene, (jf avsnitt 7.2), fortsett til valgtre 12 (undersøkelse av noder).

Dersom det for en kant *IKKE* er ønsket samsvar mellom det kantvise tilbudskonseptet og de tekniske egenskapene (jf. avsnitt 7.2), fortsett til valgtre 9.

VALGTRE 9: Dersom det *ER* mulig å endre linjeveien og samtidig oppfylle tilbudskonseptet, skal dette gjøres. Det må da gjøres nye analyser for de berørte kantene. Dersom det finnes en kombinasjon av linjeføring for alle linjer som oppfyller alle tilbudskonsept («ja» for alle kanter i valgtre 8), kan man fortsette til valgtre 12 (undersøkelse av noder).

Dersom det derimot *IKKE* finnes en kombinasjon av linjeføringer som oppfyller de kantvise tilbudskonseptene for alle kanter, må man fortsette til aktivitet 10.

AKTIVITET 10: Denne aktiviteten fordrer at man finner den mest hensiktsmessige kombinasjonen av linjer som maksimerer trafikken på den eksisterende kanten, uten at dette går på bekostning av tilbudskonseptene. Vha. valgtreet i avsnitt 7.2.1 må en standardløsning velges som kan betjene de overskytende linjene. En slik kant må dermed etableres. Dette leder videre til aktivitet 11.

AKTIVITET 11: Vha. standardløsninger beskrevet i avsnitt 7.3 må det etableres små-noder i henhold til strekningsklassen til ny kant etablert i aktivitet 11. I denne sammenhengen må linjeveiene analyseres på nytt, for å etablere den enklest mulige stornode-konfigurasjonen. Dersom en hensiktsmessig stornode-konfigurasjon ikke lar seg identifisere, kan ny linjeføring vurderes. I alle tilfeller må det verifiseres at den nye konfigurasjonen fungerer, og dermed foreta en ny iterasjon tilbake til aktivitet 4.

Valg av linjevei, f.eks. omruting sammenlignet med et opprinnelig forslag, for å løse en overbelastningskonflikt i noder og/eller kanter, vil kunne påvirke måloppnåelse for andre linjer. Valg av linjevei må derfor ta hensyn til påvirkning av måloppnåelse for tilbudskonsept for andre linjer. F.eks. vi ruting av mange linjer på samme kant (se definisjon i avsnitt 7.2) kunne medføre at framføringstid ikke nås for visse tog. Finnes det totalt bedre måter å fordele trafikken på (under hensyntagen til tilbudskonseptene) må en annen linjevei velges.

VALGTRE 12: Det undersøkes om noder er tilstrekkelig dimensjonert. Hvis noder er tilstrekkelig dimensjonert, er tiltaksalternativ funnet i resultat 15. Hvis noder ikke er tilstrekkelig dimensjonert leder det til et valg i aktivitet 13.

VALGTRE 13. Det undersøkes om linjeveien kan endres slik at noder håndterer tilbudet. Hvis ja, leder det til aktivitet 4 og en ny vurdering av hvordan valg av linjevei påvirker kantene. Hvis det ikke er mulig å endre linjeveien må nodene redimensjoneres i aktivitet 14.

AKTIVITET 14. Noder redimensjoneres for å håndtere tilbud ut fra valgt linjevei. Etter redimensjonering kan linjevei eventuelt endres for å unngå at noder generelt er underdimensjonert. Da må kanter sjekkes på nytt fra aktivitet 4. (Hvis linjevei ikke blir endret kan det prinsipielt gås direkte til resultat 15, men formelt kan prosessen gå via aktivitet 4 samt valgtre 8 og 12 der det vil bli konstatert at kanter tilfredsstillende tilbudet (samme som forrige iterasjon)).

RESULTAT 15. Dette er ferdig valg av kanter og noder slik at disse er dimensjonert til å håndtere tilbudskonsept.

7 Valg av «byggeklosser» for infrastruktur

7.1 Om valg av «byggeklosser» for kanter og noder

Byggeklosser på banekonseptuelt nivå finnes ut fra ønsket tilbudskonsept og forutsetninger om karakteristika for trafikken.

Valg av «byggekloss» gjøres iht. flyttdiagrammene («beslutningstrær») og er vist i de etterfølgende avsnittene.

Motsatt kan diagrammene leses motsatt vei og en aktuell byggekloss (node og kant) kan undersøkes for om den har tilstrekkelig ytelse til tilbudskonseptet som opptrer i den aktuelle byggeklossen.

Løsninger for nodene vendestasjoner og kantelementene underveisstasjoner er hetet fra (1)

Løsninger for nodene avgreninger er hentet fra (1), mens grenseverdiene for valg av løsning for kantelementene er hentet fra (2).

7.2 Kanter inkl. underveisstasjoner

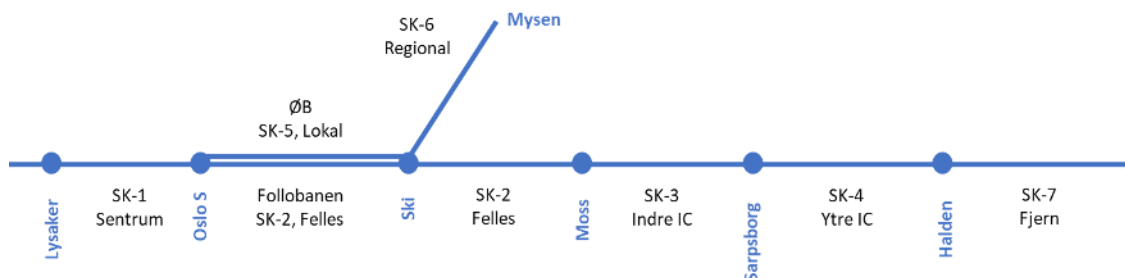
Fra Strategisk rammeverk (referanse (1)) er det i Figur 6 vist en oppsummering av karakteristika for strekningsklasser mht. togantall og hastigheter. Kolonnen med antall tog per time i dimensjonerende periode *beregnet* som et estimat ut fra dataene i strategisk rammeverk som estimat for å illustrere det trafikale nivået. Det er ansett som enklere å vurdere trafikkvolum ut fra antall tog per time per retning i dimensjonerende enn ut fra antall tog per uke.

Strekningsklasse	Tog per uke sum begge retninger	Tog per dag sum begge retninger	Driftsdøgn [t]	Antall spor (=retninger i trafikkvolum)	Tog per dimensjoner- ende time per retning	Gjennomsnitts- hastighet raskeste tog [km/t]	Streknings- hastighet [km/t]	Avstand mellom stopp [km]	Intervall for antall tog (N) per time per retning
Sentrumsforbindelse (SK-1)	5000	769	20	2	28,8	45	40-90	2-3	12 < N ≤ 24
Fellesstrekninger (SK-2)	3000	462	20	2	17,3	120-160	110-250	10-20	6 < N ≤ 12
«Indre InterCity»-strekninger (SK-3)	800	123	20	2	4,6	130	200-250	5-10	2 < N ≤ 6
«Ytre InterCity»-strekninger (SK-4)	500	77	20	2	2,9	120	200-250	15-30	2 < N ≤ 6
Lokalstrekninger (SK-5)	1000	154	18	2	6,4	50	100-130	1-2	2 < N ≤ 6
Regionalstrekninger (SK-6)									
Enkeltspor/dobbelspor. Valgt dobbeltspor	500	77	20	2	2,9	60-80	90-130	3-10	2 < N ≤ 6
Fjernstrekninger (SK-7)	150	23	17	1	2,0	70-80	70-160	10-40	1 < N ≤ 2
Gods- og lavtrafikkstrekninger (SK-8)	50	8	18	1	0,6	80	70-130	-	0 < N ≤ 1
Strekninger med høy aksellast (SK-9)	-	-	20	1	-	50-70	60-130	10-15	0 < N ≤ 1

Figur 6. Oversikt over strekningsklasser og trafikale karakteristika.

Verdien for beregnet/estimert togantall per time og retning i SK-2 virker veldig høy og er i stedet i den videre gjennomgangen fra og med Figur 8 satt til 12 tog/time/retning.

Bruken av strekningsklasser for konkrete strekninger er omtalt i Strategisk rammeverk (1). Ut fra denne beskrivelsen kan det lages en figur som vist i Figur 7.



Figur 7. Banekonseptuell illustrasjon ved hjelp av strekningsklasser som benyttet på Østfoldbanen, jf. Strategisk rammeverk.

Basert på en generalisert betraktning av data i Figur 6 er det i Figur 8 vist en litt forenklet sammenheng på mer kvalitativt og aggregert nivå mellom trafikale karakteristika og strekningsklasser. Verdien for beregnet/estimert togantall per time og retning i SK-2 virker veldig høyt og er i stedet i Figur 8 satt til 12 tog/time/retning.

Trafikktype, dominerende togkategori, hastighet	Trafikkvolum i dimensjonerende periode, tog per time per retning				
	0 < N ≤ 1	1 < N ≤ 2	2 < N ≤ 6	6 < N ≤ 12	12 < N ≤ 24
Tett togfølge, lik kjøretid, lav hastighet					SK-1
Høy trafikk, differensiert kjøretid, middels hastighet				SK-2	
Middels høy trafikk, differensiert kjøretid, regiontog, middels hastighet			SK-3		
Lav-middels høy trafikk, differensiert kjøretid, regiontog, middels hastighet			SK-4		
Høy-middels høy trafikk, noe differensiert kjøretid, lokaltog, lav hastighet			SK-5		
Lav-middels trafikk, regiontog, differensiert kjøretid, middels hastighet			SK-6		
Lav trafikk, lav hastighet (fjerntog, godstog)	SK-8	SK-7			
Lav trafikk, tunge tog	SK-9				

Figur 8. Sammenheng mellom strekningsklasser og generaliserte trafikale karakteristika.

Ikke alle typer tilbudskonsepter (egenskaper) er dekket av karakteristika på aksene i matrisene i Figur 6 og Figur 8. Verdiene er der basert på det som er vanlige tilfeller. Noen tilfeller som ikke dekkes er f.eks.:

- Stoppmønster som på SK-4 "ytre intercity" men ikke kjøretidsmåls som tilsier 160 km/t som linjehastighet (ellers 200-250)
- Høy togtetthet og samtidig høy hastighet (ikke lav hastighet som i SK-2)
- Fjerntog med snitthastighet 150 km/t, men lav trafikk som i SK-7 (maks 2 tog/t per retning på strekning)

Det sees ut fra Figur 8 at hvis det er > 2 tog/time/retning er det dobbeltspor. Ellers er enkeltspor tilstrekkelig.

Hvis det ikke kan finnes en tilstrekkelig dimensjonert kant, må det vurderes om det er behov for en ny kant. Dette kan være tilfellet hvis mål for framføringstid ikke lar seg kombinere med krav til antall tog og med kjøretidsforskjeller. Separasjon av trafikk og etablering av en ny kant kan da være løsningen for å oppfylle både krav til framføringstid og kapasitet (jf. avsnitt 2.4.3 i (2)).

Utforming av enkeltspor må sikre at kapasiteten er tilstrekkelig, bl.a. med tilstrekkelig antall reservekryssingsspor jf. (2). Tilsvarende må dobbeltspor uformes med tilstrekkelig antall overkjøringsforbindelser, forbi kjøringsspor mm. Dette inngår imidlertid ikke i spesifisering av banekonsept.

Utforming av dobbeltspor må gjøres slik at hastighet tilsvarer framføringstidsmål. Kjøretidsmål kan gi resulterende strekningshastighet som er forskjellig fra definert hastighet i de definerte strekningsklassene.

Forskjeller i stoppmønster og resulterende forskjell i framføringstid kan påvirke kapasitet jf. (2). Det bør ideelt sett undersøkes for valgt strekningsklasse om konkret tilbudskonsept er forenelig med forutsatt kapasitet i valgt strekningsklasse jf. Figur 6 og Figur 8.

Bruk av matrisen i Figur 6 og Figur 8 kan gjøres på to måter, variant 1 og variant 2:

Variant 1: Tilbudskonsept som undersøkes er gitt og det er forutsatt banekonsept med definerte strekningsklasser. Definert strekningsklasse skal undersøkes mht. kantens ytelse. Strekningsklasse for hver kant sammenlignes mht. ytelse (definert ved strekningskategorien og avlest i Figur 6 eller Figur 8, eller direkte i strategisk rammeverk) i forhold til trafikale behov i tilbudskonseptet. Se Figur 5.

Eksempel: Tilbudskonsept er to stoppende regiontog og to gjennomkjørende regiontog per time og retning på strekningen Moss-Ski. Raskeste tog har framføringstid på ca. 20 minutter. Dette tilsvarer ca. 105 km/t i gjennomsnitt.

Eksisterende strekningsklasse er (jf. Figur 7) fellesstrekning SK-2. Denne strekningsklassen er generelt dimensjonert for en kapasitet på 6-12 tog/time/retning for differensiert stoppmønster. Kapasitetsmålet er da oppfylt. Hastighetsnivå tilsvarer også utledet nødvendig gjennomsnittshastighet (120 km/t > 105 km/t). Strekningsklasse SK-2 er da tilstrekkelig for tilbudskonseptet.

Variant 2: Tilbudskonsept (tiltakskonsept) er gitt, men strekningsklasse er ikke definert. Strekningsklassen skal da finnes i ut fra Figur 6 eller Figur 8, på bakgrunn av ønsket ytelse definert i tilbudskonseptet.

Eksempel: Tilbudskonsept er to stoppende regiontog og to gjennomkjørende regiontog per time og retning. Raskeste tog har framføringstid på ca. 20 minutter på 35 km. Dette tilsvarer ca. 105 km/t i gjennomsnitt. Avstand mellom stopp er 5-10 km.

Ut fra dette skal en passende strekningsklasse finnes som oppfyller krav til ytelse.

Strekningssklasser med tilstrekkelig kapasitet på 4 tog/time/retning (middels høy) er SK-2, SK-3, SK-4, SK-5 og SK-6. En nærmere vurdering ut fra Figur 6 viser at SK-4 og SK-6 er lavt dimensjonert, slik at det er SK-2, SK-3 og SK-5 som i utgangspunktet har tilstrekkelig kapasitet.

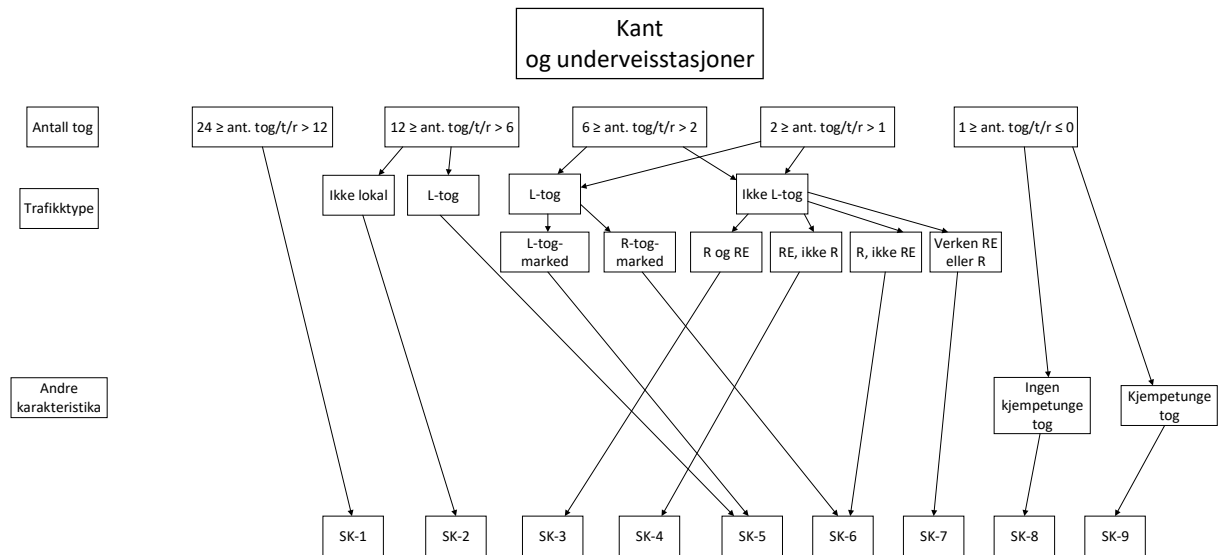
Strekningssklasser som både har tilstrekkelig høy gjennomsnittshastighet (middels høy hastighet, 105 km/t) er SK-2 (fellesstrekning) og SK-3 (indre intercity). Dette er da begge muligheter for aktuelt valg av strekningsklasse.

Avstand for stopp passer best med SK-3 (indre intercity) som da blir anbefalt strekningsklasse.

Hvis det ikke er hensiktsmessig å ha så høy strekningshastighet som anbefalt i SK-3 (200-250 km/t) kan SK-2 være et bedre alternativ (strekningshastighet 110-250 km/t)..

7.2.1 Strekning med underveisstasjoner

Figur 9 viser hvilke trafikale karakteristika som kjennetegner de ulike strekningsklassene. Med dette menes altså hvilke trafikale situasjoner som utløser behov for ulike typer kant-relatert infrastruktur, altså banestrekninger og underveisstasjoner. Strekningsklasser er beskrevet på et aggregert nivå i Figur 6 jf. (1). Figur 9 supplerer matrisen i Figur 8, men beskriver samme sammenhenger.



Figur 9. Sammenheng mellom strekningsklasser i Strategisk rammeverk og trafikale forhold.

Ut fra Figur 8 og Figur 9 sees det ta det med > 2 tog/time/retning er behov for dobbeltspor. Ellers er enkeltspor tilstrekkelig.

Sammenheng mellom strekningsklasse og valg av underveisstasjoner er omtalt i avsnitt 3.4.2 i (1). Ut fra beskrivelsen der kan det settes opp en forenklet sammenheng som vist i Figur 10.

Sportype	Karakteristika	Stasjonstype
Enkeltspor	Bare stopp	TU7
	Kryssing	TU6
Dobbeltspor	Tf ≤ 3 min	TU3
	Tf > 3 min	TU2

Figur 10. Valg av type underveisstasjon i kanter.

7.2.2 Plassering av kanter

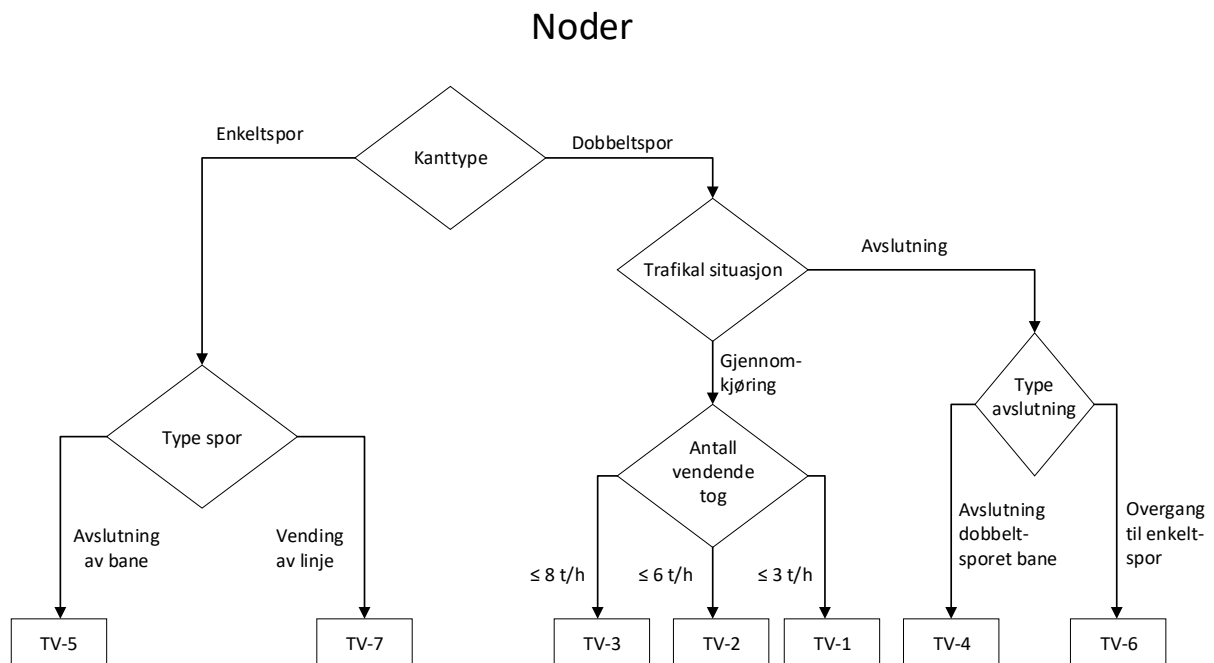
Når det identifiseres behov for nye kanter for å møte tilbudskonseptet kan det i noen tilfeller være flere muligheter for faktisk utforming. Det er flere forhold som påvirker dette, men

Hvis problemet er manglende kapasitet i en kant vil det være definert hvilke kanter som må suppleres eller erstattes. Hvis problemet er framføringstid kan nye kanter plasseres der gevinst av hastighetsøkning er størst, der det er lettest av arealhensyn, der det ikke ødelegger eksisterende kanter osv. gitt at ønsket linjevei (ønskede stopp) ikke endres.

7.3 Noder

7.3.1 Stasjoner med rutemessig vending

Figur 11 viser bestemmelse av nodetype for stasjon med vendeanlegg.



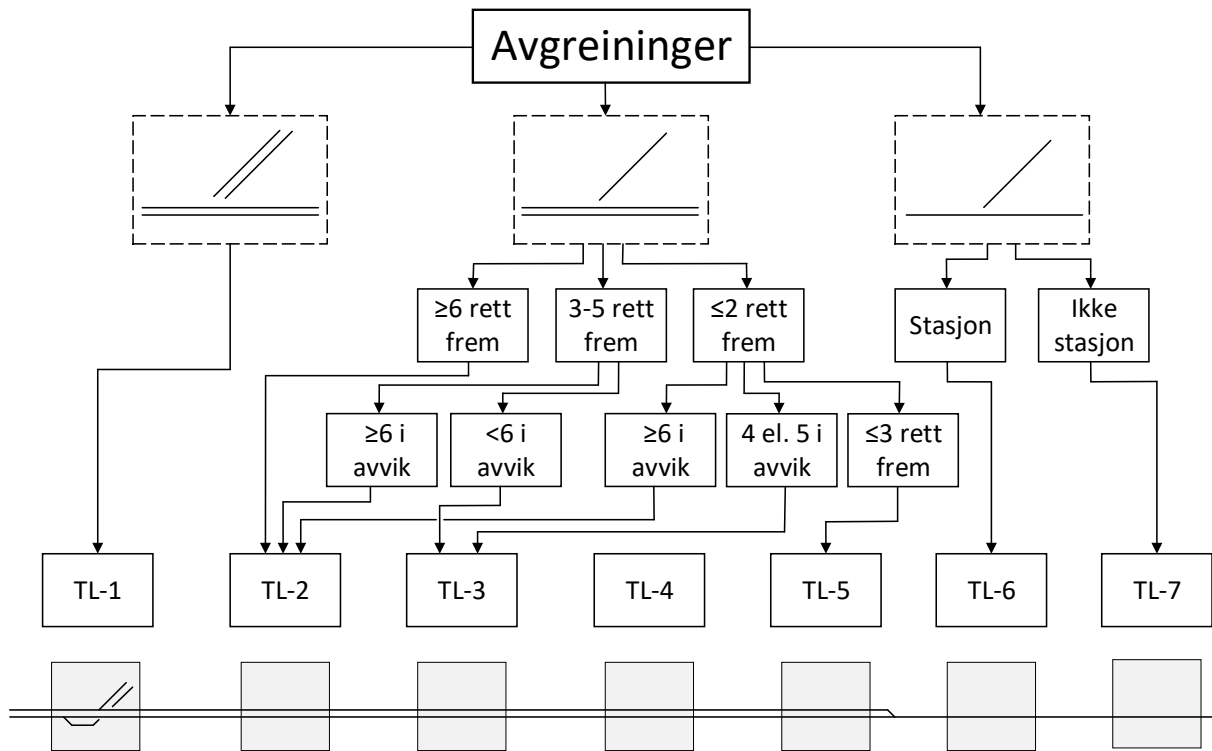
Figur 11. Valg av node (stasjon med vendeanlegg) avhengig av type kant og trafikale forutsetninger.

Skisser av nodeutforming (stasjon med vendekapasitet) er vist i vedlegg 2.

7.3.2 Avgreninger

Avgreningsnoder kan velges ut fra sammenhengen som er vist i Figur 12 og (i tabellform) i Figur 13.

Skisser av utforming av avgreninger er vist i vedlegg 3 (jf. (1)).



Figur 12. Valg av type avgreningsnoder. Tall i bokser viser antall tog per time (tog rett fram og tog i avvik).

Veiledning til valg av type avgrening er gjengitt alternativt i Figur 13.

1. Dobbelspor-dobbelspor				Planskilt: TL-1
2. Dobbelspor-enkeltspor				
	Tog rett fram [Tog/time per retning]			
	Tog i avgrening [tog/time]	Antall ≤ 2	$2 < \text{Antall} \leq 5$	Antall > 5
	Antall ≤ 3	Avgrening uten ventespor: TL-5	Avgrening med ventespor: TL-3	Planskilt avgrening: TL-2
	$3 < \text{Antall} \leq 5$	Avgrening med ventespor: TL-3	Avgrening med ventespor: TL-3	Planskilt avgrening: TL-2
	Antall > 5	Planskilt avgrening: TL-2	Planskilt avgrening: TL-2	Planskilt avgrening: TL-2
3. Enkeltspor-enkeltspor				
	På stasjon			TL-6
	På linjen			TL-7

Figur 13. Valg av type avgrening.

8 Referanser

- (1) Strategisk rammeverk, Jernbaneverket, TF.102827-000, 4.11.2015
- (2) Standarder for kapasitetsplanlegging, Jernbanedirektoratet, dok.nr. 201701227-1, 13.06.2017

Vedlegg

Vedlegg 1. Kanter - underveisstasjoner

Beskrivelse	Skisse	Variant
Undervegsstasjon med to spor og mellomplattform.		TU-1
Undervegsstasjon med to spor og sideplattformer		TU-2
Undervegsstasjon med fire spor til plattform		TU-3
Undervegsstasjon med gjenomgående spor uten plattform		TU-4
Trespors undervegsstasjon for dobbeltsporet strekning		TU-5
Kryssingsspor med passasjerutveksling		TU-6
Undervegsstasjon for enkeltspor (holdeplass)		TU-7

Vedlegg 2. Noder – vendestasjoner

Beskrivelse	Skisse	Var.
Firespors stasjon med vending både ved og bak plattform		TV-1
Firespors stasjon med vending ved plattform		TV-2
Tresporsstasjon med midtstilt vendespor		TV-3
Firespors sekkestasjon (avslutter dobbeltspor)		TV-4
Tospors sekkestasjon (avslutter enkeltspor)		TV-5
Firespors stasjon som avslutter dobbeltspor		TV-6
Vendestasjon for enkeltsporet strekning		TV-7

Vedlegg 3. Noder - avgreninger

Beskrivelse	Skisse	Variant
Planskilt linjeavgrening til dobbeltspor		TL-1
Planskilt linjeavgrening til enkeltspor		TL-2
Linjeavgrening med kryssingsmulighet og ventespor (til banestrekninger hvor det går tog)		TL-3
Linjeavgrening med midtstilt ventespor (til driftsbanegårder o.l.)		TL-4
Linjeavgrening i plan uten ventespor		TL-5
Linjeavgrening fra enkeltspor med kryssingsmulighet		TL-6
Enkel linjeavgrening til side-spor		TL-7

