

TEKNISK DESIGNBASIS FOR INTERCITY



Linjen



Teknisk trafikkstyring



Energiforsyning



Konstruksjoner




Stoppsteder



IKT-infrastruktur



Teknisk Designbasis
for
InterCity

			<i>anktru</i>	<i>ASH</i>	<i>LOVAGO</i>	
03A	Godkjent utgave	14.11.2016	ANKTRU	ASH	LOVAGO	
02A	Godkjent utgave	19.11.2015	ANKTRU	ASH	LOVAGO	
01	Revisjon etter høringsutgave	06.02.2015	ANKTRU	ASH	LOVAGO	
00	Grunnlag fra Teknologi					
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Teknisk designbasis for InterCity-strekningene		Ant. sider				
		140				
		Produsent:	Jernbaneverket			
		Prod.dok.nr.	-			
		Erstatning for	-			
		Erstattet av	-			
		 Jernbaneverket	Dokument nr. ICP-00-A-00030			

Innhold

1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn og mål.....	7
1.1.1 <i>Kostnadseffektive løsninger</i>	7
1.2 Arbeidsform og roller i prosjektet	7
1.3 Dokumentets status og videre arbeid	8
1.3.1 <i>Målgruppe</i>	9
1.3.2 <i>Revisjoner av dokumentet</i>	9
1.3.3 <i>Endrings- og avviksbehandling</i>	9
1.4 Forhold til andre styrende dokumenter i Jernbaneverket	9
2 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)	10
2.1 Byggherrens påseplikt og utpeking av koordinator.....	11
3 RAMS	12
4 Miljø	14
4.1 Miljøledelse.....	14
4.2 Miljømål	16
4.3 Avbøtende tiltak i planfasen.....	16
4.4 Miljøkrav	17
4.4.1 <i>Naturmangfold</i>	17
4.4.2 <i>Landskap og arealbruk</i>	19
4.4.3 <i>Forurensning</i>	19
4.4.4 <i>Støy og vibrasjoner</i>	20
4.4.5 <i>Anskaffelser</i>	22
4.4.6 <i>Materialvalg og energibruk</i>	22
5 Arkitektur	24
5.1 Jernbaneverkets arkitekturstrategi	24
5.2 Arkitektur i InterCity-planleggingen	25
5.2.1 <i>Strekningssvise formingsveiledere</i>	26
6 Linjen	30
6.1 Generelt.....	31
6.2 Geodetisk referanse.....	31
6.3 Linjeføring	31
6.3.1 <i>Dimensjonerende hastighet</i>	31
6.3.2 <i>Stigning og fall</i>	32
6.3.3 <i>Sporavstand</i>	33
6.3.4 <i>Massebalanse</i>	33
6.3.5 <i>Flom</i>	34
6.3.6 <i>Driftsveger</i>	36
6.4 Overbygning	36
6.5 Underbygning	37
6.5.1 <i>Prosjekteringsforutsetninger</i>	38
6.5.2 <i>Stabilitet</i>	38
6.5.3 <i>Setninger</i>	40
6.5.4 <i>Frost</i>	41
6.5.5 <i>Normalprofiler</i>	42
7 Konstruksjoner	46
7.1 Innledning	47
7.2 Bru	47
7.2.1 <i>Innledning</i>	47

7.2.2	<i>Prosjekteringsforutsetninger</i>	47
7.2.3	<i>Brutyper</i>	47
7.2.4	<i>Generelle krav og anbefalinger</i>	50
7.2.5	<i>Overgangsbruer</i>	62
7.2.6	<i>Eiendomsrett og restriksjoner i forbindelse med bruer og viadukter</i>	62
7.3	Tunnel	63
7.3.1	<i>Innledning</i>	63
7.3.2	<i>Generelle krav til tunneler</i>	63
7.3.3	<i>Prosjekteringsforutsetninger</i>	64
7.3.4	<i>Tunnelkonsepter</i>	65
7.3.5	<i>Drivemetode</i>	68
7.3.6	<i>Tunnelkonstruksjon</i>	70
7.3.7	<i>Sikkerhetstiltak</i>	90
7.3.8	<i>Oppsummert for tunneler på InterCity-strekningene</i>	92
7.4	Tekniske bygg	96
8	Stoppesteder	97
8.1	<i>Stasjonsutforming som utgangspunkt for knutepunktutvikling</i>	98
8.2	<i>Planforutsetninger for parkering</i>	99
8.3	<i>Plattformer</i>	99
8.4	<i>Stasjonshåndboka</i>	99
8.5	<i>Designhåndboka</i>	99
8.6	<i>Strategisk rammeverk for stoppesteder</i>	99
9	Elkraft	100
9.1	<i>Innledning</i>	101
9.2	<i>Felles Elektro</i>	102
9.2.1	<i>Jording og utjevningforbindelser på strekninger med akseltellere</i>	102
9.2.2	<i>Kabelkanaler/føringsveier</i>	103
9.2.3	<i>Nisjer i tunnel</i>	103
9.3	<i>Forsyningsanlegg</i>	103
9.3.1	<i>Høyspenning</i>	103
9.3.2	<i>Lavspenning</i>	104
9.4	<i>Kontaktledningsanlegg</i>	106
9.4.1	<i>Kontaktledningssystem</i>	106
9.4.2	<i>Autotransformatorsystem</i>	107
9.4.3	<i>Returkrets</i>	107
9.4.4	<i>Brytere</i>	107
9.4.5	<i>Master</i>	107
9.4.6	<i>Seksjonering</i>	107
9.4.7	<i>Fjernstyring</i>	108
9.4.8	<i>Nødfrakobling (NFK)</i>	108
9.4.9	<i>Kontaktledningssystem for tunnel</i>	108
9.4.10	<i>Konsept AT-system</i>	108
9.5	<i>Banestrømsforsyning</i>	111
9.5.1	<i>Forutsetninger Drammen/ Vestfoldbanen:</i>	111
9.5.2	<i>Forutsetninger Dovrebanen:</i>	112
9.5.3	<i>Forutsetninger Østfoldbanen:</i>	114
9.6	<i>Referanser</i>	114
10	Teknisk Trafikkstyring og IKT infrastruktur	115
10.1	<i>Innledning</i>	116
10.2	<i>Trafikkstyringsystem (TMS)</i>	116

10.3	Teleanlegg.....	117
10.3.1	Togradio	117
10.3.2	Transmisjonssystemer	118
10.3.3	Tilstandsovervåkning	120
10.3.4	Kundeinformasjon	121
10.4	Signalanlegg.....	122
10.4.1	Kort beskrivelse av ERTMS L2	122
10.4.2	ERTMS signalsystem skal ta hensyn til følgende:	123
10.4.3	Sikkerhetsavstander for samtidige togbevegelser.:	124
10.4.4	IC-strekninger som skal bygge med Thales signalsystem:	126
11	Endringsoversikt	127
11.1	Endringslogg.....	127
11.2	Terminologi:	130
11.3	Referanseliste	130
11.4	Revisjonsoversikt	130
12	Figurliste	131
13	Tabelliste.....	133
14	Vedlegg	134
	Vedlegg A: Geoteknikk i UPB-prosessen	135
	Vedlegg B: Tunnel- Grunnlag for risikoanalyser og beredskapsanalyser for tunneler- Dimensjonerende faktorer	138

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og mål

Jernbaneverket har opprettet en egen prosjektorganisasjon for videre planlegging av IC-strekningene. I prosjektetableringsfasen ble det anbefalt å utarbeide en felles Teknisk designbasis for IC-strekningene.

Teknisk designbasis for InterCity er utarbeidet for å sikre standardiserte og formålstjenlige løsninger for jernbanestrekningene i InterCity området. Designbasisen skal der det er mulig angi foretrukne teknologiske valg for systemene som danner jernbanen. Der dette ikke er mulig, skal beslutningsprosessen for valg av løsning være godt beskrevet med føringer for hvilke parametere som skal vektes.

Teknisk designbasis skal være en felles plattform som sikrer at de enkelte delprosjektene tar sine beslutninger på samme grunnlag, og med lik vektning av relevante parametere før endelig løsning velges. Teknisk designbasis skal også forenkle beslutningsprosessene i tilfeller der Teknisk regelverk enten beskriver flere alternativer for tekniske løsninger eller ikke er dekkende.

Målsetningen med Teknisk designbasis for InterCity-prosjektet er å:

- foreslå enhetlige løsninger på InterCity-strekningene som bidrar til standardisering
- ivareta kvalitet, sikkerhet og levetidsperspektiv
- sikre kostnadseffektive løsninger
- sikre valg av riktige løsninger i forhold til ønsket funksjonalitet
- effektivisere framdrift av IC-prosjektet

Derigjennom vil man oppnå en felles teknologisk plattform som sikrer at prosjektene tar sine beslutninger på samme grunnlag, og med lik vektning av relevante parametere, før endelig teknologisk løsning velges.

1.1.1 Kostnadseffektive løsninger

Teknisk designbasis for InterCity skal sikre gode og kostnadsoptimaliserte løsninger for IC-strekningene sett i et livsløpsperspektiv. Det vil bli tilstrebet å finne kostnadseffektive løsninger som ivaretar de funksjonelle kravene og unødvendig dyre løsninger skal unngås. Enkelte løsninger som beskrives kan medføre høyere investeringskostnad enn tradisjonelle løsninger hvis løsningene anses å medføre vesentlige forbedringer for drift og vedlikehold, som vil gi innsparinger slik at løsningen blir lønnsom innenfor avskrivningsperioden.

Kostnadsnivået ved infrastrukturbygging i Norge er høyt. Det er viktig for Jernbaneverket at det unngås unødig kostbare løsninger. Dersom enkelte krav i dette dokumentet eller øvrige interne krav fører til urimelig høye kostnader, ønsker Jernbaneverket tilbakemelding om dette. Konkrete forslag til alternative løsninger kan også håndteres i tråd med prinsippet i kap. 1.3.3.

1.2 Arbeidsform og roller i prosjektet

Teknisk designbasis for InterCity-prosjektet ble utarbeidet i sin første utgave i forbindelse med gjennomføringsplanen sommeren 2013. Teknologi-enheten i Jernbaneverket koordinerte og ledet dette arbeidet. Det var en bred involvering av de ulike enhetene i Jernbaneverket i denne prosessen. Men dokumentet fikk den gang ingen formell status i Jernbaneverket. Arbeidet ble organisert slik at alle berørte enheter i Jernbaneverket hadde mulighet for påvirkning.

Fra høsten 2013 ble det opprettet en egen prosjektorganisasjon for InterCity-prosjektet. Det er Tilretteleggingsenheten, Teknikk og konsept i Intercity-prosjektet, som viderefører arbeidet med Teknisk designbasis for InterCity-prosjektet. Teknikk og konsept vil ivareta fremtidig revisjonshåndtering og godkjenningssprosess. Gjennom bredt samarbeid skal alle beskrevne løsninger og beslutningsprosesser ha både faglig forankring og ledelsesforankring i Jernbanelverket.

Følgende personer fra InterCity-prosjektet har utarbeidet Teknisk Designbasis for InterCity:

Arve Hustadnes, Fagansvarlig linjen
Håvard Kjerkol, Fagansvarlig miljø
Johan Seljås, Fagansvarlig elkraft
Øivind Andersen, Senioringeniør elektro
Anders Strandberg, Senioringeniør KL
Magnus Johnsen, Fagansvarlig ingeniørgeologi
Anne- Lise Berggren, Senioringeniør geoteknikk
Magnus Billing, Fagansvarlig grunnverv
Britt Granerud, Fagansvarlig RAMS
Marianne Hvaal Larsen, Fagansvarlig konstruksjoner
Henning Andenæs, Fagansvarlig signal og tele
Chanh N. Le, Senioringeniør signal
Tore Mundal, Senioringeniør tele
Pål Lanser, Rådgiver plan, arkitektur og knutepunkt
Karin Holen, Rådgiver plan, arkitektur og knutepunkt
Marianne Hermansen, Leder plan, arkitektur og knutepunkt
Trude Anke, Leder av teknikk og konsept

1.3 Dokumentets status og videre arbeid

Dokumentet godkjennes av prosjekteier og vil være retningsgivende både for delstrekninger underlagt InterCitys planleggingsenhet og strekninger som er overført eller skal overføres for gjennomføring i utbyggingsenhetene.

Ved utforming av infrastrukturen er det mange hensyn som skal ivaretas, og de tekniske løsningene innenfor de ulike delsystemene må ses i sammenheng med prosjektovergrepene føringer for utforming og gjennomføring. Teknisk designbasis har derfor innledende kapitler som omtaler SHA, RAMS, miljø og arkitektur.

Dokumentet har disse hovedkapitlene:

- Innledning
- Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)
- RAMS
- Miljø
- Arkitektur
- Linjen
- Konstruksjoner
- Stoppesteder
- Elkraft
- Teknisk trafikkstyring og IKT-infrastruktur

Hvert enkelt hovedkapittel er deretter inndelt i aktuelle delsystemer og fag.

1.3.1 Målgruppe

Byggherreorganisasjonen i Jernbaneverket og rådgiver for InterCity-strekningene er de primære målgruppene for dette dokumentet.

1.3.2 Revisjoner av dokumentet

Dokumenter vil bli revidert ved behov. Teknisk designbasis for InterCity er planlagt utviklet underveis i prosjektperioden ved å innhente erfaringer fra strekninger som er under bygging og strekninger som har kommet lengst i planleggingen. Dette vil sikre erfaringsoverføring og at erfaringer kommer til nytte for etterfølgende strekninger. Men det vil da være behov for revisjoner av Teknisk designbasis anslagsvis to ganger i året.

I styringsdokumentet for de enkelte strekningene skal det fremgå hvilken revisjon av de enkelte dokumenter som legges til grunn. Endringsstyring må iverksettes ved overgang mellom planleggingsfaser eller når planleggingsleder eller prosjektsjef for utbyggingsprosjekter finner det nødvendig.

1.3.3 Endrings- og avviksbehandling

InterCity-prosjektet har to tilretteleggingsenheter, henholdsvis Teknikk og Konsept og Plan, arkitektur og knutepunkt. Enhetene skal avklare og videreføre overordnede rammebetingelser, forutsetninger og strategier for alle IC-strekningene.

Endringsforslag eller avvik fra Teknisk Designbasis for InterCity skal håndteres som endringer fra prosjektbestillingen og følge vanlig endringsprosedyre for prosjekter. Endringsforslag eller avvik fra Teknisk Designbasis for InterCity forelegges leder teknikk og konsept før prosjekteiers endelige beslutning.

1.4 Forhold til andre styrende dokumenter i Jernbaneverket

Jernbaneverkets teknologiske strategi gir overordnede føringer for valg av tekniske løsninger. Teknisk regelverk, annet regelverk, lover og forskrifter setter krav som skal oppfylles (og i noen tilfelle angir hvilke løsninger som er godkjente/ valgbare), men beskriver ikke hvilke løsninger som skal velges.

Teknisk designbasis foreslår løsninger for å sikre standardisering på InterCity- strekningene. Teknisk designbasis skal angi foretrukne teknologiske valg for jernbanesystemene, der dette er mulig uten konkrete vurderinger i hvert tilfelle. Løsningene i Teknisk designbasis skal ivareta overordnede føringer og skal tilfredsstillere Teknisk regelverk, annet regelverk, lover og forskrifter.

Krav som står i Teknisk regelverk, eller andre regelverk, gjentas normalt ikke i Teknisk designbasis for InterCity.

Teknisk regelverk revideres hvert halvår, mens Teknisk designbasis revideres ved behov. Dette kan medføre at det oppstår avvik mellom løsninger som Teknisk designbasis og krav i Teknisk regelverk. Ved konkrete løsninger, der Teknisk designbasis ikke tilfredsstiller kravene i Teknisk regelverk, så skal løsningen i Teknisk regelverk benyttes.

2 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Som byggherre har Jernbaneverket plikter i henhold til byggherreforskriften gjennom hele bygge- og/eller anleggsprosessen for å sikre at sikkerhet, helse og arbeidsmiljø blir ivaretatt. For InterCity-prosjektet betyr det å sørge for at dette skjer gjennom planlegging av prosjektet samt organisering og oppfølging av arbeidet (ref. byggherreforskriften). SHA-prosessen stiller krav til ulike leveranser som fremkommer av Jernbaneverkets SHA-håndbok (STY-601652).

Jernbaneverket som byggherre, i tillegg til de prosjekterende (arkitekter og rådgivende ingeniører) skal gjennom valg av arkitektoniske, tekniske og organisatoriske løsninger, vurdere risiko og velge løsninger som ikke medfører fare for de som skal utføre arbeidet, og for de som senere skal drifte og vedlikeholde banestrekningen. Der hvor risikoene ikke kan prosjekteres bort, skal det settes spesifikke tiltak (fortrinnsvis kollektiv sikring før sikring av enkeltindivid) for å redusere risikoen.

De enkelte aktiviteter er:

1. Innledende risikovurdering SHA

Det gjøres en risikovurdering som særlig ivaretar sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved de arkitektoniske, tekniske eller organisasjonsmessige valg som foretas i den enkelte fasen (ref. byggherreforskriften § 5).

Eksempler på typiske forhold som må vurderes er:

- Tilstrekkelig areal avsatt for utførelsesfasen, inkl. utbygging av pilotveier, riggområde, massedeponi m.m. Ved sprengning må man ta høyde for rystelser og vibrasjon
- Grunnforhold (vanskelig/spesielle grunnforhold som krever andre arbeidsmetoder hos entreprenør for å ivareta sikker utførelse)
- Valg av arkitektonisk utforming av bygg/stasjon og valg av trasé (konseptvalg) – hvilke risiko er forbundet med valgene?
- Valg av entreprisform og hvilken risiko som er forbundet med valget

2. Risikovurdering SHA prosjekterende (arkitekter og rådgivende ingeniører)

I følge byggherreforskriften § 17 skal den prosjekterende under utførelsen av sine oppdrag risikovurdere forhold knyttet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplassen. «Hensynet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø skal ivaretas gjennom valg av arkitektoniske eller tekniske løsninger (...) De forhold som kan ha betydning for fremtidige arbeider skal dokumenteres».

De prosjekterende skal løpende risikovurdere *sine* valg med hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, og «prosjektere bort» farer så langt det lar seg gjøre. Der det ikke er mulig å prosjektere andre og sikrere løsninger, skal de prosjekterende synliggjøre i sin risikovurdering spesifikke tiltak og prosjektere dette inn som en del av prosjekteringsunderlaget. InterCity-prosjektet skal delta i disse risikovurderingene.

3. Risikovurdering SHA JBV/BH (byggherre)

Ref. byggherreforskriften § 5, under planlegging og prosjektering skal byggherren særlig ivareta sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved:

- De arkitektoniske, tekniske eller organisasjonsmessige valg som foretas
- Å beskrive og ta hensyn til de risikoforholdene som har betydning for arbeidene som skal utføres
- At det avsettes tilstrekkelig med tid til prosjektering og utførelse av de forskjellige arbeidsoperasjoner

De risikoforholdene som avdekkes under planlegging og prosjektering skal innarbeides i tilbudsgrunnlaget for entreprisen.

Grunnundersøkelsesaktiviteter er relativt like for alle InterCity-strekninger. InterCity-prosjektet har derfor utført en overordnet risikoanalyse som gjelder for alle strekningene, ICP-00-Q-00011. Denne analysen er et levende dokument som vil bli oppdatert straks det avdekkes risikoforhold som ikke har blitt ivaretatt tidligere. På den måten blir alle rådgivere/entreprenører som utfører arbeid i grunnen informert om farer og risikoreduserende tiltak.

4. SHA-plan

En overordnet SHA-plan er utarbeidet av InterCity-prosjektet, ICP-00-Q-00009. SHA-planen er prosjektets skriftlige plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø og beskriver hvordan risikoforholdene i prosjektet skal håndteres (ref. byggherreforskriften § 7). SHA-planen gjelder for alle kontrakter i prosjektet.

SHA-planen bygger på risikovurderinger tilpasset prosjektets aktiviteter og inneholder:

- **Organisasjonskart** som angir rollefordelingen etter roller i byggherreforskriften
- **Fremdriftsplan*** som beskriver når og hvor de ulike arbeidsoperasjoner skal utføres.
- **Spesifikke tiltak** knyttet til arbeid som kan innebære fare for liv og helse i forhold til byggherreforskriften
- **Rutiner for avviksbehandling** (avvik fra SHA-planen, og ikke rapport for uønskede hendelser RUH)

SHA-planen er et «levende» dokument og vil bli oppdatert fortløpende dersom det oppstår endringer som har betydning for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.

5. Beredskapsplan

Det skal foreligge en overordnet beredskapsplan for anleggsplassen før arbeidene starter opp. Beredskapsplanen bør utarbeides i samarbeid med hovedentreprenøren umiddelbart etter kontraktsinngåelse.

IC-prosjektet har utarbeidet en overordnet beredskapsplan for grunnundersøkelsesfasen i prosjektet til bruk dersom det skulle oppstå uønskede hendelser under utførelse av aktivitetene, ICP-00-Q-00010. Planen ivaretar en ulykkessituasjon i prosjektet med hensyn til konsekvensreducerende tiltak, rapportering og normalisering av hendelsen. Basert på beredskapsplanen skal alle entreprenører som utfører arbeider etablere sine egne varslingsplaner. Beredskapsplanen er utarbeidet etter JBVs mal i styringssystemet.

2.1 Byggherrens påseplikt og utpeking av koordinator

InterCity-prosjektet har ansvar for at påseplikten ivaretas kontinuerlig, fra prosjektetstart til -slutt. For å sikre at risikoforhold blir ivaretatt for de enkelte delstrekninger i prosjektet, er det utpekt egne Koordinatorer Prosjektering (KP) hos rådgiverne. Disse har som oppgave å identifisere SHA-risikoforhold for den planlagte bygging av de enkelte delstrekninger.

Det er i tillegg etablert en egen overordnet KP-funksjon i prosjektet med ansvar for utarbeidelse av overordnet SHA-plan, felles risikoanalyse for grunnundersøkelser og beredskapsplan.

Dersom det skal være flere virksomheter der prosjektet utfører grunnundersøkelser, samtidig eller etter hverandre, vil arbeidet med sikkerhet, helse og arbeidsmiljø samordnes iht AML § 2-2. det vil da bli utpekt en hovedbedrift. I tillegg skal prosjektet for hver enkelt kontrakt i byggefasen utpekt en KU for oppfølging av spesifikke tiltak spesifisert i SHA-plan og risikoanalyser for de enkelte arbeider.

Det er i tillegg utpekt egne Byggherrerepresentanter (BHR) i henhold til kravene i Byggherreforskriften for de enkelte kontraktene. Alle avtaler med BHR og koordinatorer er skriftlige.

3 RAMS

RAMS er en forkortelse som står for reliability (pålitelighet), availability (tilgjengelighet), maintainability (vedlikeholdbarhet) og safety (sikkerhet). Jernbaneinfrastrukturforskriften (Statens jernbanetilsyn 2011) stiller krav til at prosesstandarden EN50126 (1999) skal følges ved prosjektering og bygging av ny jernbaneinfrastruktur. Ved anskaffelse av nye signalanlegg og endringer av elektroniske signalanlegg, skal også EN50128 (2011) og EN 50129 (2003) benyttes. RAMS-prosessen skal være en integrert del av prosjektgjennomføringen og skal tilpasses omfanget av den enkelte planstrekning og planfase. Jernbaneverkets Håndbok for RAMS og sikkerhetshåndbok skal følges.

De tekniske løsninger som beskrives i Teknisk Designbasis for InterCity skal ligge til grunn for planstrekningenes RAMS-prosess. For de fagfeltene det er identifisert spesifikke forhold knyttet til pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet eller sikkerhet (RAMS) i Teknisk Designbasis er vurderingene beskrevet i det enkelte kapittel.

Det skal gjennomføres risikovurderinger av sikkerhet iht. Jernbaneverkets sikkerhetshåndbok (2016) og RAM-analyser iht. Jernbaneverkets håndbok for RAMS (2016) som beslutningsgrunnlag ved valg av løsninger. Risikovurderinger av sikkerhet skal følge krav i Forskrift om en felles sikkerhetsmetode for risikoevaluering og -vurdering (CSM RA 2015). Det skal gjennomføres en komplett fareidentifisering for den enkelte planstrekning. Iht. til CSM RA skal det benyttes tre ulike prinsipper for å svare ut farer: «god praksis», «referansesystemer» og «tydelig risikoestimering og -evaluering». Blant disse inngår det at standard løsninger beskrevet i Teknisk regelverk eller andre kravdokumenter kan benyttes for svare ut farer som er identifisert. I tillegg vil tekniske løsninger som allerede er analysert og beskrevet i Teknisk regelverk, kunne benyttes uten å måtte analysere de deler av systemet som er identisk og uavhengig av grensesnitt. Nødvendig dokumentasjon må da foreligge og henvises til. For de farer som ikke kan svares ut med «god praksis», «referansesystemer», må det gjennomføres en «tydelig risikoestimering og -evaluering» (Statens jernbanetilsyn 2015). Identifiserte farer og RAM-punkter følges opp gjennom RAM- og farelogg.

Det skal utarbeides beredskapsanalyser og beredskapsplaner i detaljplan- / byggeplanfasen i henhold til Jernbaneverkets styringssystem. Før overtagelse skal nødvendige beredskapskort, tegninger og øvrige dokumenter innarbeides i Infrastrukturdivisjonens beredskapsplanverk (Beredskapsportalen). Det vises også til kapittel 7.3.7.1 for sikkerhetskrav for tunnel. Det skal sikres at all dokumentasjon som er relevant for fremtidig drift og vedlikehold overføres til Infrastrukturdivisjonen. Dette beskrives i overføringsprotokoll mellom prosjektet og Infrastrukturdivisjonen.

Kapittel 6 og vedlegg 14 i Konseptdokumentet (Vedlikeholdskonseptet), RAM-krav i Teknisk regelverk og tallgrunnlag fra Jernbanekompetanse.no skal brukes som underlag for RAM-analyser. I tillegg bør Jernbaneverkets publiserte feilrater benyttes:

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/10560328/JBV/index.html>

Overordnet RAMS-implementeringsplan for InterCity (Vedlegg D) stiller krav til RAMS-styringen for alle nye InterCity-strekninger. RAMS-implementeringsplanen beskriver hva som skal gjøres, når det skal gjøres og hvem som har ansvar for å gjennomføre og dokumentere aktiviteten, samt hvordan de viktigste grensesnittene mellom rådgiver og byggherre skal håndteres. Rådgiver skal utarbeide en RAM- og sikkerhetsplan for den enkelte planstrekning der RAMS-styringen er detaljert beskrevet. I tillegg skal rådgiver for hver planstrekning utarbeide en RAMS-implementeringsplan for signal. Det vises til Konseptdokument for IC-strekningene for en overordnet systembeskrivelse, overordnede RAM-mål og -krav og vedlikeholdskonsept for InterCity.

Referanser:

- CENELEC EN 50126, Railway applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS), september 1999.
- CENELEC EN 50128, Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems, juni 2011.
- CENELEC EN 50129, Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signaling, februar 2003.
- Statens jernbanetilsyn: Forskrift om nasjonale tekniske krav m.m. for jernbaneinfrastruktur på det nasjonale jernbanenettet (jernbaneinfrastrukturforskriften), juli 2011.
- Statens jernbanetilsyn: Forskrift om en felles sikkerhetsmetode for risikoevaluering og – vurdering (CSM RA), mai 2015.
- Jernbaneverket: Jernbaneverkets håndbok for RAMS.
- Jernbaneverket: Jernbaneverkets sikkerhetshåndbok.

4 Miljø



4.1 Miljøledelse

Med utgangspunkt i krav i Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter - FOR-1996-12-06-1127 (Internkontrollforskriften) stiller Jernbaneverket krav til systematisk oppfølging av ytre miljø i alle faser av prosjektets livsløp. Miljøstyring av prosjekter bygges inn i øvrig kvalitetsstyringssystem og skal følge anerkjente prinsipper for arbeid med miljøstyring (ISO 14001). Miljøstyringen skal fokusere på miljøprestasjoner og implementering av miljøvennlige løsninger. I tillegg skal Miljøstyringen være risikobasert, dvs. utledes av risikovurderinger og miljøkonsekvensanalyser/-utredninger.

Jernbaneverket har som byggherre alt ansvar for miljøpåvirkninger i prosjekter. Miljøansvaret påhviler den enkelte prosjekteier og prosjektleder, og skal styres henholdsvis gjennom ordinær internkontroll og gjennom prosjektstyring mot entreprenør og rådgiver. I STY 603046 beskrives linjeansvaret for miljø i jernbaneverkets prosjekter og hvilket ansvar som påligger prosjekteier, linjeleder og prosjektleder. For InterCity betyr det at alle prosjekter (prosjektdirektører/planleggingsledere/prosjektledere) etablerer og følger opp et miljøstyringssystem. Styringssystemet skal synliggjøre hvordan prosjektet skal gjennomføres slik at alle relevante lover, forskrifter, interne og eksterne krav i tillegg til krav om kontinuerlig forbedring blir ivaretatt.

I Retningslinje Miljø for InterCity-strekningene ICP-00-Q-00007 beskrives miljøpolitikk, miljømål, organisering samt krav til oppfølging og styring som prosjektene i InterCity skal følge. Retningslinjen er et vedlegg til Teknisk designbasis.

Internkontroll:

Prosjektene plikter å etablere internkontroll i samsvar med internkontrollforskriften. Dette sikrer overholdelse av krav fra myndigheter, forurensingsloven, produktkontrollloven og relevante forskrifter til disse lovene. Internkontrollen skal holdes oppdatert ved systematisk, kontinuerlig arbeid og involvering av prosjektmedarbeidere.

Prosjektene plikter til enhver tid å ha oversikt over alle aktiviteter som kan medføre forurensing og kunne redegjøre for risikoforhold, samt planlegging og gjennomføring av relevante tiltak.

Kravene i Internkontrollforskriften innebærer at punktene under følges.

- Komplette organisasjonsplaner for prosjektet med beskrivelse av ansvarsområder for miljøarbeidene.
- Beskrivelser, prosedyrer kontroll og sjekklister for alle miljøindikatorer som er nødvendig for å dekke interne og eksterne krav.
- Dokumentasjon av nødvendige autorisasjoner for å få gjennomført arbeidene må fremskaffes.
- Beskrivelse av hvordan prosjektet sikrer og dokumenterer at alle miljøforhold i lover, forskrifter, konsekvensutredninger, miljøutredninger samt tekniske og offentlige planer følges opp.
- Beskrivelse av system som sikrer dokumentasjon av alle miljøoppfølgingskrav i kontraktene med entreprenør og rådgiver.
- Beskrivelse av system for kontroll og oppfølging av miljøarbeidet.
- Beskrivelse av opplegg for opplæring som sikrer at alle i prosjektet er kjent med innholdet i styringssystemet.
- Beskrivelse av hvordan det sikres at enhver som utfører oppgaver på vegne av prosjektet, som kan føre til vesentlig miljøpåvirkning, har kompetanse og relevant utdanning og/eller erfaring. Dokumentasjon på dette skal oppbevares.
- Beskrivelse av et opplegg for alle typer rapportering som er nødvendig for å dekke interne og eksterne krav.
- Beskrive hvordan miljøkommunikasjon skal foregå.
- Beskrivelse av rutiner for å håndtere ulike uønskede hendelser.
- Beskrive og dokumentere tiltak og planer for å redusere miljøpåvirkninger.
- Beredskapsplan utformet med utgangspunkt i risikoforholdene.

Miljøstyringssystemet kobles opp mot øvrige styrende dokumenter i prosjektet slik som sentral styringsdokument, kvalitetsplan, prosjektstyringsdokument, kontrollplaner etc.

Risikovurdering og forebyggende tiltak:

Prosjektene skal ha oversikt over de naturmiljøressursene som kan bli berørt av akutt forurensning og de helse- og miljømessige konsekvensene som slik forurensning kan medføre. Prosjektene skal gjennomføre risikoanalyser for ytre miljø for prosjektet som del av planleggingen i henhold til Jernbaneverkets krav til risikovurdering HMS (STY-601515). Potensielle kilder til utslipp til grunn, vann, og luft – samt øvrig miljøpåvirkning - skal kartlegges og vurderes.

Prosjektens miljørisikovurdering skal gjennomgås og evalueres ved endringer og minimum en gang per år. Eventuelle behov for tiltak skal følges opp gjennom miljøprogram, miljøoppfølgingsplan og miljøspesifikasjoner med tidsfrister og hvor den/de ansvarlige for gjennomføring er beskrevet.

Tiltak, barrierer og beredskap:

Basert på risikoanalyser og lovkrav skal det etableres tilstrekkelige barrierer og forebyggende tiltak for å forhindre utslipp og annen negativ miljøpåvirkning. Dette gjelder eksempelvis områder for oppbevaring av farlig stoff, hensetting av maskiner eller dieselpåfylling. Det bør etableres minst to barrierer før utslipp til ytre miljø for alle utslippskilder. Hensyn til ytre miljø skal inkluderes i

prosjektets beredskapsplanverk, herunder behov for beredskapsressurser (lenser, mobile utslippsbarrierer m.m.), varslingslister og øvelsesplaner.

Avvikshåndtering miljø:

Alle avvik fra miljøkrav skal registreres og avviksbehandles i tråd med Jernbaneverkets avviksprosess. Dette inkluderer undersøkelser av årsakene til at avvikene har skjedd, vurdering og iverksetting av strakstiltak for å rette avvikene og vurdering og iverksetting av korrigerende og forebyggende tiltak for å hindre at lignende avvik skal skje på nytt. I tillegg skal vesentlige tilløp til uhell eller skade meldes for å sikre erfaringsoverføring og trendanalyser. Alle avvik fra regelverk og styringsdokumenter for Miljø for InterCity-strekningene skal registreres i avvikslogg for strekningen og meldes i Jernbaneverkets avvikshåndteringssystem Synergi.

Ledelsens gjennomgåelse:

En gang hvert år skal InterCity og alle planstrekningene i InterCity gjennomgå miljøstyringen for å vurdere styringssystemets hensiktsmessighet. Gjennomgåelsen skal som et minimum følge Jernbaneverkets prosedyre for dette og skal beskrive hvilke endringer som er påkrevet i sentralt styringssystem for etterlevelse av lovpålagte krav eller andre krav. Resultatet av gjennomgåelsen skal formidles retningsgivende ytre miljø for videre behandling hos øverste ledelse.

4.2 Miljømål

NTP 2014-2023 angir mål og strategier for miljø som er førende for Jernbaneverkets miljøarbeid. Dette er utgangspunkt for InterCity-prosjektens miljøpolitikk. Miljømålene skal ta hensyn til de ovenfor nevnte føringene og for øvrig relateres til prosjektets vesentlige miljøaspekter. For å sikre en systematisk oppfølging av internkontrollforskriften utarbeides et miljøprogram og miljøoppfølgingsplaner i tråd med Norsk standard for ytre miljø for bygg-, anleggs-, og eiendomsnæringen (NS 3466:2009). I tillegg skal prosjektene følge prosesser for å utarbeide detaljerte relevante planer for ytre miljø som er nødvendig for å gjennomføre arbeidene.

4.3 Avbøtende tiltak i planfasen

Det er en viktig oppgave i planleggingen å vurdere avbøtende tiltak som reduserer negative virkninger for ytre miljø. Planen skal synliggjøre avbøtende eller kompenserende tiltak. Disse ligger ikke inne i opprinnelige investeringskostnader, men beskrives som tiltak (tilpasninger/endringer) som skal bidra til å begrense negative virkninger av selve tiltaket (eventuelt gjøre tiltaket enda bedre). Avbøtende tiltak skal først vurderes og beskrives etter at konsekvensene av de alternative trasévalgene er vurdert. Forslag til avbøtende tiltak beskrives som en tilleggsopplysning til de aktuelle alternativene. Det skal redegjøres for hvordan det avbøtende tiltaket vil endre konsekvensen for det aktuelle delmiljøet/-området, dvs. at konsekvensgrad også skal settes for inngrepet under forutsetning av at avbøtende tiltak gjennomføres.

For InterCity strekningene skal konsekvensviften i Statens vegvesens håndbok for konsekvensanalyser (V712 Vegdirektoratet 2014) anvendes for å vurdere hva som er fornuftig å gjennomføre av avbøtende tiltak. Konsekvensviften angir konsekvensgrad ved sammenstilling av verdi og omfang. Når inngrepet medfører stor, eller meget stor negativ konsekvens, skal det vurderes avbøtende tiltak. Hvis inngrepet ikke har stor eller meget stor negativ konsekvens i henhold til konsekvensvifta gjøres det avbøtende tiltak i de tilfellene hvor det bidrar til måloppnåelse i forhold til de fire hovedmålene for miljø gjengitt i NTP (2013-2024) og Jernbaneverkets gjeldende tildelingsbrev. I disse tilfellene gjelder for øvrig ALARP-prinsippet (as low as reasonable) som innebærer at tiltak som kan gjennomføres skal gjennomføres, såfremt det kan rettfærdiggjøres ut fra et nytte-kost perspektiv.

De fire hovedmålene i NTP (2013-2024) er

1. Bidra til å redusere klimagassutslipp fra transportsektoren
2. Bidra til å oppfylle nasjonale mål for ren luft og støy
3. Bidra til å redusere tapet av naturmangfold
4. Begrense inngrep i dyrket jord

Avbøtende tiltak deles i to kategorier:

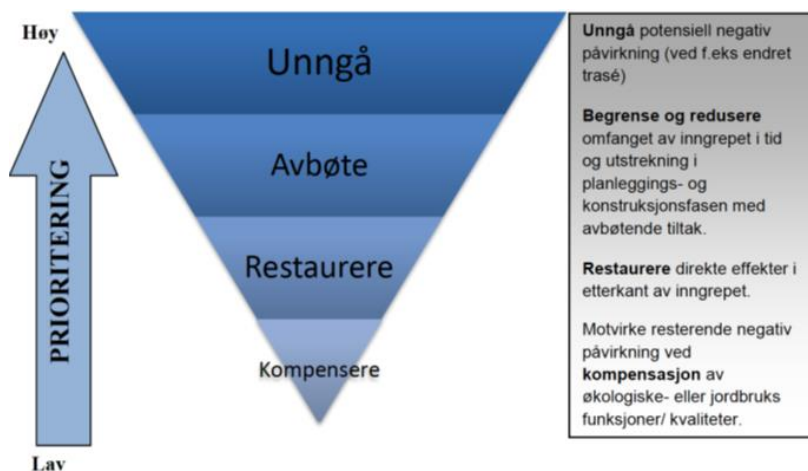
1. Tiltak for å redusere midlertidig miljøskade i anleggsfasen Tiltak for å redusere risikoforhold skal gjennomføres uten unødig opphold. (STY- 603046).
2. Tiltak for å redusere miljøskaden av det ferdige tiltaket

I Miljøprogrammet og Miljøoppfølgingsplanen (MOP) skal avbøtende tiltak, krav og andre føringer som er vedtatt i reguleringsplanen eller på annen måte i prosjektet, videreføres gjennom prosjekterings- og byggefasen/anleggsfasen, og videre i driftsfasen. Nødvendige før og etterundersøkelser skal iverksettes for å måle effekten av tiltakene.

4.4 Miljøkrav

4.4.1 Naturmangfold

Naturmangfoldloven (LOV-2009-06-19-100) sier at inngrep som påvirker naturmangfoldet skal så langt som mulig unngås, verdifulle naturområder, viktige økologiske funksjoner i landskapet, verneområder, utvalgte naturtyper og prioriterte arter skal som minimum ivaretas. Loven sier også at man alltid forsøker å unngå skader på naturen før det vurderes avbøtende tiltak, restaurering og kompensasjon. Prinsippet som skal følges og dokumenteres er beskrevet i figur 1.



Figur 1 Tiltakshierarkiet.

Kartlegging:

Kartlegging av naturmangfold gjøres i god tid før anleggsstart slik at avbøtende tiltak kan tas med i planleggingen så tidlig som mulig. Kartlegging i felt skal utføres i plantenes vekstsesong.

Prosjektene har ansvar for å skaffe kunnskap og iverksette tiltak for å ivareta naturmangfoldet på en best mulig måte. Dette betyr at alle prosjekter skal kartlegge naturmangfold i alle områder som kan bli berørt av tiltaket. På områder hvor det ikke finnes tilstrekkelig informasjon i offentlige databaser, skal prosjektet utføre kartlegging i felt med relevant fagkompetanse. BaneData og offentlige databaser skal oppdateres med ny kartlegging. Datagrunnlaget skal tilsvare nivået i Håndbok Konsekvensanalyser V712 Vegdirektoratet 2014.

Før- og etterundersøkelser:

NTP 2014-2023 krever at det gjøres førundersøkelser for biologisk mangfold i god tid før anleggsstart og slik at avbøtende tiltak kan tas med i planleggingen så tidlig som mulig. For naturmangfold og vannmiljø skal overvåking iverksettes for alle lokaliteter som kan tenkes påvirket av aktuelle trasealternativ. Omfang av overvåking skal anbefales av relevant fagkompetanse.

For naturmangfold og vannmiljø, som kan tenkes påvirket av utbyggingen, skal det gjøres etterundersøkelser fem og ti år etter ferdigstillelse for å dokumentere eventuell påvirkning. Effekt av alle iverksatte tiltak skal måles og dokumenteres gjennom før og etterundersøkelser. Alle tiltak og nødvendig oppfølging legges inn i BaneData og videreføres til driftsavdeling i Jernbaneverket.

Verdifull natur:

I tilfeller der utbygging og framtidig jernbane kommer i berøring med arter og naturtyper som er verdifulle skal nødvendige tiltak iverksettes på anbefaling fra nødvendig kompetanse og myndighet. Bruk av kompensasjonsområder skal vurderes ved bortfall av verdifulle naturtyper i henhold til krav og føringer i NTP og tildeleingsbrev og i samråd med ansvarlig miljømyndighet.

Fremmede skadelige arter:

Der utbyggingen kommer i direkte berøring med fremmede skadelige arter skal tiltak iverksettes slik at fremmede skadelige arter ikke spres STY-602964. Dette medfører fjerning av den skadelige arten og at nødvendige tiltak gjøres for å unngå at disse vokser opp på nytt.

Naturmangfoldloven krever at risikoreduserende tiltak skal iverksettes før flytting av løsmasser eller andre masser som kan inneholde fremmede organismer. Massene undersøkes for innhold av organismer som kan medføre risiko for uheldige følger for det biologiske mangfold. All håndtering av masser med fremmede skadelige arter skal være i samsvar med Jernbaneverkets krav og i henhold til Naturmangfoldloven og forskrift om fremmede organismer (FOR 2015-06-19-716).

Vegetasjon og revegetering:

Det skal tas vare på verdifull vegetasjon langs banen samt jord/toppmasser med frøbanker. Stedegne arter og vegetasjon er en ressurs som skal være førende for planleggingen av arealbruk og utforming av byggesoner. Ikke utbygde arealer skal opprettholde sitt lokale preg og utbygde arealer få preg av tiliggende landskap. Eksisterende stedegen vegetasjon skal danne utgangspunkt for etablering av ny vegetasjon langs banen. Naturlig revegetering fra stedlige toppmasser skal brukes der det ligger til rette for dette. Alt sideterreng tilpasses slik at det kan slås maskinelt fra sideterreng og gjøre det mulig å unngå sprøyting.

Gjerde:

Det skal gjerdes langs alle InterCity-strekninger hvor ikke ferdsel naturlig hindres av omgivelsene, type gjerde avhenger av funksjon (vilt/husdyr/folk) og avklares i god tid før byggestart. Gjerding tilpasses slik at det ikke er til hinder for maskinell vegetasjonskontroll og snørydding.

Faunapassasjer:

Dyrs vandringer skal kartlegges og dokumenteres. Leveområder og trekkveier for viktige og prioriterte arter skal i størst mulig grad ivaretas under planlegging, bygging og drift. Der planlagt strekning krysser viktige vandringsveier skal det opprettes faunapassasjer. Håndbok V134 Statens vegvesen skal følges for kartlegging og utforming av de ulike faunapassasjene.

Vannmiljø:

Vannforskriften (FOR-2006-12-15-1446) krever at tilstanden på vannmiljøet i tiltaksområdet skal være kjent før tiltaket settes i gang. Videre at det sikres at tiltaket ikke fører til varig uønsket endring av vannforekomster (elv, bekk, innsjø, kyst, mm.), som gjør at tilstanden forringes biologisk, fysisk eller kjemisk. Tiltak skal heller ikke føre til at miljømålene til vannforekomsten ikke nås. Miljømålene er fastsatt i offentlige regionale vannforvaltingsplaner.

4.4.2 Landskap og arealbruk

Baneanlegget, inkludert sidearealer, skal framstå som et godt landskapsmessig og arkitektonisk planlagt trafikkanlegg, der hensynet til omgivelsene, reiseopplevelsen og en best mulig helhetlig løsning er ivare tatt.

Landskap:

Naturmangfoldloven og NTP 2014-2023 sier at det i områder som krever spesielle hensyn skal arealforbruk, samt landskaps- og terrenginngrep begrenses til et funksjonelt minimum. Det skal tilstrebes at jernbanelinjen glir godt inn i terrenget. Det legges vekt på å få en best mulig terrengtilpassing med gode overganger til eksisterende landskap framfor en smal korridor med trangt tverrsnitt.

Dyrket jord:

Inngrep i dyrket jord skal begrenses i størst mulig grad. Ved eventuelle inngrep i dyrket mark skal matjord tas vare på og lagres slik at kvaliteten ikke forringes. Matjord som skal tilbakeføres til en eiendom skal ikke blandes med matjord fra annen eiendom. Ved tilbakeføring skal kvaliteten på jordsmonnet opprettholdes. Siltjord, leirjord og morenejord under matjord holdes adskilt og legges tilbake i tilsvarende rekkefølge. Dersom det skal etableres erstatningsjord på deponier eller lignende kreves relevant fagkompetanse til planleggingen og beskrivelsen.

Friluftsliv:

Arealer og anlegg som brukes av barn og unge skal sikres mot forurensning, støy, trafikkfare og annen helsefare. Områder av verdi for friluftslivet skal sikres slik at sykkel, gange, opphold og høsting fremmes og naturgrunnlaget bevares.

Kulturminner og kulturmiljø:

Det skal gjøres førundersøkelser og kartlegging av kulturminner og kulturmiljø i god tid før anleggsstart slik at inngrep unngås og avbøtende tiltak kan tas med i planleggingen så tidlig som mulig.

Setninger og massestabilitet:

Anlegget skal ikke medføre permanent skade på infrastruktur, bygninger, natur og kulturminner som følge av drenering, setninger, ras og/eller grunnbrudd.

Gjenbruk av gammel banegrunn og areal etter utbygging av ny bane

Ved bygging av ny jernbane vil ofte gammel banegrunn, anleggsområder og sideareal på strekningen kunne fristilles til andre formål. Det skal vurderes konkret hvilke formål aktuelle arealer skal omdisponeres til. Eiendomsrett, drift og vedlikehold av konstruksjoner der togtrafikk avvikles skal avklares. Eventuelt skal konstruksjonene vurderes revet.

4.4.3 Forurensning

Prosjektene skal dokumentere overholdelse av kravene i forurensningsloven med tilhørende forskrifter, jfr. Internkontrollforskriftens § 5. Det skal etableres tilstrekkelige rutiner for internkontroll herunder risikoreduserende tiltak (STY-602964). I tillegg skal det dokumenteres tiltak som viser kontinuerlig arbeid med å hindre at forurensning oppstår og/eller øker, samt for å begrense forurensning som finner sted. For å unngå eller begrense forurensning skal prosjektene ta utgangspunkt i den teknologien som ut fra samlet vurdering av nåværende og fremtidig bruk av miljøet og av økonomiske forhold gir de beste resultatene.

Arealer som opparbeides for oppstilling av maskiner, påfylling av drivstoff eller tilsvarende skal sikres med oppsamlingssystemer som ivaretar alt søl og spill som kan tenkes å oppstå fra aktiviteten som er tiltenkt på stedet.

Avfall:

Før anleggsarbeidene igangsettes, skal det utarbeides rutiner og systemer for avfallhåndtering, herunder inngås kontrakt med avfallsaktør. Sorteringsgraden skal være minimum 80 % (STY 601325). Rene eller forurensede masser skal ikke inkluderes i sorteringsgraden. Farlig avfall skal deklarerer elektronisk etter avtale med entreprenør på entreprenørens organisasjonsnummer. Prosjektene skal planlegge med mest mulig ombruk av materialer. Avfallsdirektivet stiller krav til 70 % ombruk eller materialgjenvinning av byggavfall og prosjektene skal planlegges slik at dette er mulig. Varmegjenvinning regnes ikke som ombruk.

For eksisterende konstruksjoner, inkl. jernbaneinstallasjoner, som skal rives skal det utføres miljøkartlegging med prøvetaking, analyser og rapporter. Rivningen skal utføres i henhold til beskrivelse angitt i miljøkartleggingsrapportene.

Massehåndtering:

Det skal planlegges med mest mulig gjenbruk av masser og massetransporten skal reduseres til et minimum. Det skal foreligge en plan for massehåndtering for alle prosjekter før oppstart. Alle masser som ikke skal gjenbrukes skal leveres til mottak som er godkjent for den kvaliteten som massene har. Mottak med kortest mulig transportavstand bør prioriteres.

Ved mistanke om forurensede masser skal massene kartlegges og deretter håndteres i henhold til gjeldende lovverk og Jernbanelovverkets krav. Ved ferdigstilling skal det ikke være kilder til forurensning ut over godkjente akseptkriterier, til jord i grøfter og sidearealer. Databasen "Grunnforurensning" skal oppdateres med dokumentasjon om forureningsgrad i berørte områder. Alle kjente forekomster av grunnforurensninger skal registreres i BaneData.

4.4.4 Støy og vibrasjoner

Den til enhver tid gjeldende statlige retningslinje for behandling av støy i arealplanleggingen T-1442, skal legges til grunn sammen med tilhørende veileder M-128. Prinsippet for støyskjerming er at mest mulig av støydemping skal foregå på/ved infrastruktur og på materiell.

For eiendommer som etter de fastlagte tiltakene langs bane likevel får et støynivå som overskrider de anbefalte grenseverdiene i retningslinje T-1442 pkt. 3.2, skal det gis tilbud om lokal skjerming og/eller fasadetiltak. Det samme gjelder dersom støyfaglig dokumentasjon viser at kostnadene ved støytiltak langs bane er uforholdsmessig høye.

De lokale tiltakene skal sikre at bebyggelse med støyømfintlige bruksformål får tilgang til egnet lokalt uteareal med tilfredsstillende støyforhold. Fasadetiltak skal tilfredsstillende kravene i teknisk forskrift/ NS8175 kl.C. Dersom tiltakene blir uforholdsmessig kostbare/omfattende kan det avvikes opp til NS8175 kl.D. Fasadetiltak er kun aktuelt om utendørs støy ved fasade overskrider grenseverdiene i T-1442 pkt.3.2.

Eiere av bolig der de økonomiske og praktiske konsekvensene med å innfri grenseverdiene i T-1442 og/eller NS8175 er åpenbart urimelig, tilbys innløsning av eiendommen.

Bygninger som skal vurderes for lokale støytiltak, skal listes i reguleringsplanene. Konkret utforming og utførelse av de lokale støytiltakene avklares etter samråd med den enkelte grunneier. Ved valg av tiltak for å begrense støy skal det gjøres en helhetlig vurdering av hvordan støyregelverket skal overholdes. Tiltak på/ved kilde skal prioriteres der det er tvil. Beskrivelse av nødvendig vedlikehold og tiltak for at grenseverdier skal overholdes skal dokumenteres.

Tiltak for støy, herunder støyskjerming langs bane, skal ferdigstilles før ny bane tas i bruk. Prosjektet skal etablere støyskjermingstiltakene langs banen så tidlig som mulig slik at de som blir berørt kan dra nytte av tiltakene i byggeperioden.

Støyberegninger:

Nordisk beregningsmetode for jernbanestøy, NOR96 benyttes. Ekstra støybidrag fra tunnelmunninger med støyfølsombebyggelse i nærområdet, under 100 meter fra tunnelmunning, ivaretas. Som et minimum utarbeides støysonekart med 1.ordens refleksjoner, lydnivå på fasade er fritt feltsverdier. Støyberegningfiler skal oversendes Jernbaneverket.

Trafikktall

Trafikktall hentes fra Konseptdokument for IC-strekningene ICP-00-A-00004 med tilbudskonsept for 2050IC om ikke annet er avtalt. I beregningene skal det brukes doble togsett for rushtid av typen BM 71/73 for langdistansetog og BM74 for lokal/regiontog. Togmengder og tog lengder skal vurderes og samkjøres mellom strekningene. Prognose er avhengig av kapasitet og hvite tider, det er forutsatt 4 timer stans for vedlikehold hver natt. Gridoppløsning anbefales på 2-10 m. Ved ønske om bruk av større oppløsning ved store filer og lang beregningstid må dette avklares.

Beregningshøyder

I KU fasen beregnes støysonekart i tillegg til at antall støyutsatte boliger/boenheter i henholdsvis gul og rød støysone for hver trase angis. Som minimum gjøres punktberegninger på mest støyutsatt fasade. Støysoner beregnes i en høyde på 4 meter over terreng. Det skal benyttes en beregningshøyde på 1,5 meter over terreng for støysonekart med skjermingstiltak. Bygninger kartlegges med målsatte skisser i byggeplan.

Hastighet stasjonsområder

Det skal benyttes en hastighet på 50 gjennom stasjonsområder der de fleste/alle tog stopper. Lengde på stasjonsområdet settes til 400m, om ikke annet er kjent. For tog som ikke stopper benyttes skiltet hastighet. Ved usikkerhet antas det at tog ikke stopper.

Grenseverdi og avrundingsregler

Ved beregning anbefales å benytte en desimal og normale avrundingsregler det betyr $L_{den} \leq 58,4$ dB defineres som tilfredsstillende og inngår ikke i gul støysone mens $L_{den} = 58,5$ dB inngår i gul støysone.

Sumstøy

Der jernbanetiltaket gir betydelig endring av ÅDT på vegnettet dvs støykonsekvens ≥ 3 dB, anbefales at JBV er ansvarlig for støytiltak. Bidrag fra ulike kilder skal ikke summeres, støysonene gjelder for hver enkelt kilde. Støymyndighet kan skjerpe grenseverdier i områder med flere støykilder.

Maksnivå/ekvivalentnivå

Det er stor trafikkmengde på alle IC strekninger og beregning av maksnivå utelates for KU fasen og gjøres først når trasé er valgt. Maksnivå hensyntas i reguleringsplan og detaljplan. Ved overskridelse av maksnivå må antall støyhendelser som utløser tiltak avklares.

Korreksjoner

Korreksjon av støy fra sporveksler i beregningsmetoden vurderes. Det benyttes ingen korreksjon for skinne kvalitet.

Leveranser i ulike planfaser

Hvilke ytelser / leveranser inngår i ulike planfaser er vist i matrise under. Innholdet kan variere fra prosjekt til prosjekt.

Fase	Støysonekart	Beregn. høyder	Langsgående skjerm	Opp-telling støy utsatte bygn	Fasadenivåer	Innen-dørsnivå	Tiltak på bygning	Tiltak ute-plasser	BA-støy
KVU	Ja/Nei (Varierer med kompleksiteten og kvaliteten på tilgjengelig underlag)	4 m	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
KU	Ja	4 m	Ja/Nei (varierer)	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja/Nei (varierer)
Reg. Plan / Hovedplan	Ja	1,5 + 4m	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	Ja
Byggeplan	Revisjon ved behov	1,5 + 4m	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabell 1 Leveranser i ulike planfaser

Strukturstøy:

Strukturstøy fra jernbane i tunnel og kulvert må ikke overskride $L5AF = 32$ dB i bygningsrom med støyfølsom bruk. $L5AF$ er det A-veide nivå, målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms, som overskrides av 5 % av hendelsene, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser. Kun trafikk på mest støyende spor skal komme i betraktning og minimum 30 % av passeringene som brukes til å beregne $L5AF$ skal være godstog.

Vibrasjoner:

For vibrasjoner settes grenseverdien til $V_{w,95} = 0,3-0,6$ mm/s. Den laveste av de parvise grenseverdiene legges til grunn som en målsetting. Nivået for vibrasjoner skal tilfredsstillende NS 8176 tab B1 klasse C, eventuelt klasse D der kostnytteforhold gjør det urimelig å gjennomføre klasse C.

Bygge- og anleggsstøy:

Vurdering av bygge- og anleggsstøy bør utføres slik at det er et kriterium for valg av riggområder og metoder for anleggsgjennomføring.

4.4.5 Anskaffelser

InterCity skal gjennom offentlige anskaffelser legge til rette for innovasjon og ivaretagelse av miljø. I Jernbaneverkets anskaffelsespolicy står det «Miljø- og bærekraftshensyn skal ivaretas ved alle innkjøp, Jernbaneverket skal kreve at troverdig miljødokumentasjon legges til grunn for valg av leverandører, produkter og løsninger».

4.4.6 Materialvalg og energibruk

Prosjektet skal bygges med innsatsfaktorer - materialer og energi - som etter en helhetlig vurdering av miljø, kvalitet, sikkerhet og kostnad gir lavest mulig negativ miljøpåvirkning gjennom hele prosjektets livsløp.

Energibruk:

Jernbaneverket har utarbeidet en handlingsplan for energieffektivisering for perioden 2014-2017. Kravene i standard for energiledelsessystemer ISO 50001 skal så langt det er mulig følges. Jernbaneverket skal innføre et web-basert energioppfølgingssystem for hele Jernbaneverket. For nye prosjekter skal det monteres formålsdelt energimåling for å sikre bedre kontroll og overvåking av energibruk. Med formålsdelt energimåling for stasjonsområde menes energimåling til sporvekselvarme, oppvarming av plattform, belysning, telekommunikasjon og bygning. Med

formålsdelt energimåling for bygning menes energimåling til oppvarming/kjøling, ventilasjon, tappevann og belysning. Se Handlingsplan for nærmere beskrivelser.

Materialvalg:

Miljøpåvirkning gjennom livsløpet til prosjektet skal dokumenteres. De ti største bidragsyterne til negativ miljøpåvirkning og minimum 90 % av utslippspåvirkningen skal identifiseres, og tiltak for å redusere påvirkning skal iverksettes, slik at mål om klimagevinst oppnås. Miljøpåvirkning i produksjon av materialer, levetid, vedlikeholdbarhet og gjenbrukbarhet skal vurderes og dokumenteres. Miljøpåvirkning av materialene skal dokumenteres med miljødeklarasjon i henhold til ISO 14025:2006 og EN 15804:2012.

Treverk:

Det skal ikke brukes tropisk tømmer, hverken i byggefase eller i det ferdige prosjektet. Tre og trebaserte produkter skal produseres av tømmer fra FSC-sertifiserte, Natural forest/ISO 14001-sertifiserte skoger eller tilsvarende. Dokumentasjon skal framskaffes.

Helse- og miljøfarlige stoffer:

Det skal benyttes minst mulig helse- og miljøfarlige kjemikalier, og lovpålagt substitusjon skal dokumenteres. Det skal ikke benyttes stoffer som står på prioritetslista til miljødirektoratet. Det skal ikke benyttes produkter som inneholder en konsentrasjon av stoffer på kandidatlisten i REACH på over 0,1 prosent. Stoffer alene, i stoffblandinger og/eller i produkter, skal ikke framstilles, bringes i omsetning eller brukes uten at de er i overenstemmelse med kravene i REACH-regelverket.

Miljøbudsjett/regnskap:

Klimaforliket 2008 stilte krav om at det for alle større samferdselsprosjekter skulle utarbeides klimagassbudsjett. Dette ble videreført i Nasjonal Transportplan (NTP) 2010-2019 og NTP 2014-2023. I den forbindelse utpekte Jernbaneverket Follobaneprojektet til å være pilot på utvikling av metode for beregning av klimagassutslipp. I Jernbaneverkets ledergruppe (vedtak 094-11) ble det vedtatt at alle prosjekter over en viss størrelse skulle følge veileder for Miljøbudsjett UOS-00-A-90020 utarbeidet av Follobanen. I ledermøte for Plan og Utredning ble det senere bestemt at alle prosjekter over 750 millioner skal utarbeide miljøbudsjett og alle prosjekter skal ha miljøregnskap. I tildelingsbrevet til Jernbaneverket 2015 er det stilt krav til at Jernbaneverket skal bidra til å redusere klimagassutslipp. I retningslinje 2 NTP 2018-2029 står at Jernbaneverket og de andre transportetatene skal redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn.

Det innebærer at InterCity prosjektene utfører klimagassberegninger i samsvar med UOS-00-A-90020. Beregningene detaljeres for hver prosjektfase for å muliggjøre miljøvennlige valg av løsninger og materialer. I byggefase dokumenteres dette gjennom et miljøregnskap. Miljøregnskapet skal følge prinsippene i den enhver tid gjeldende Produktkategoriregler for Jernbane (UN CPC 53212 Railways).

5 Arkitektur

Arkitektur.nå (2009) beskriver ambisjonsnivået som skal legges til grunn for statlige aktørers byggevirksomhet. Det vektlegges at staten og de statlige aktørene skal være forbilder:

”Statens byggevirksomhet har hatt, og har, en svært viktig oppgave ved å oppføre byggverk av høy arkitektonisk kvalitet, som viktige kulturuttrykk og identitetsbærere. (...) Det skal i den norske arkitekturpolitikken legges vekt på planlegging og utforming av både bygninger og infrastrukturiltak som anlegg for veg og jernbane med tilhørende broer og tunneler. (..) Som planlegger, byggherre og eiendomsforvalter skal staten stille høye krav til kvalitet i planlegging, gjennomføring og forvaltning.”

5.1 Jernbanelinjeverkets arkitekturstrategi

For å følge opp arkitektur.nå har Jernbanelinjeverket utformet og vedtatt (2015) en arkitekturstrategi i 5 punkter (se nedenfor) som skal legges til grunn for arbeidet med å forvalte og videreutvikle jernbaneinfrastrukturen. Den vedtatte arkitekturstrategien ligger til grunn for planarbeidet på InterCity-strekningene. Rådgivere som utfører arbeid for Jernbanelinjeverket skal kjenne innholdet og forankre sitt plan- og utredningsarbeid og sine løsningsforslag i dem.

InterCity-prosjektet har konkretisert strategiens 5 punkter som følger:

1. **Vi skal løfte arkitekturen i det offentlige rom**

InterCity-satsingen vil bli svært eksponert, både gjennom nye stasjonsområder sentralt i byene og på fri linje med bruer, tunneller og andre jernbanetekniske konstruksjoner. For å sikre at de nye anleggene utformes med varig kvalitet stiller InterCity-prosjektet krav til arkitektfaglig kompetanse hos våre rådgivere. Det skal legges mest ressurser i utforming av anlegg og konstruksjoner der jernbaneanlegget berører mange og/eller er svært synlig.

2. **Vår arkitektur skal stimulere til økt bruk av miljøvennlige transportformer**

InterCity-prosjektet legger vekt på de reisende, og har et bevisst forhold til utforming av stasjonsområdene - både funksjonelt og visuelt. Prosjektet har et særlig fokus på adkomst til stasjon, gode bytteforhold mellom ulike transportmidler, reiseopplevelse underveis og ankomstforhold til destinasjon. I tillegg har prosjektet fokus på fri linje, og at kulvertunderganger plasseres og utformes slik at det blir attraktivt å gå og sykle.

3. **Vi skal ha et bevisst forhold til våre omgivelser**

InterCity-prosjektet har fokus på knutepunktutvikling og samarbeid for å skape positiv effekt utover stasjonsområdene. Vi vil derfor tilrettelegge for et godt møte med omgivelsene og samarbeid med aktører som Statens vegvesen, Fylkeskommunene og kommunene.

4. **Vår arkitektur skal alltid forankres i sin samtid og i dialog med historien**

InterCity-prosjektet skal bruke det handlingsrommet vi har til å utforme både stasjonene og elementer som støyskjermer, KL-master, skjæringer/fyllinger tilpasset omgivelsene og samtiden. Kunnskap om kulturminner og kulturmiljøer skal ligge til grunn når vi gjør våre beslutninger.

5. **Vi velger gode miljø- og energivennlige løsninger som gir lang levetid med lave levetidskostnader**

Valg av løsninger, både materialbruk og utforming, skal tilfredsstillende dagens høye miljøkrav og være tilpasset fremtidig drift- og vedlikehold. Dette for å sikre lang levetid og et visuelt uttrykk som holder seg over tid. InterCity-prosjektet stiller derfor krav til tverrfaglighet hos våre rådgivere.

5.2 Arkitektur i InterCity-planleggingen

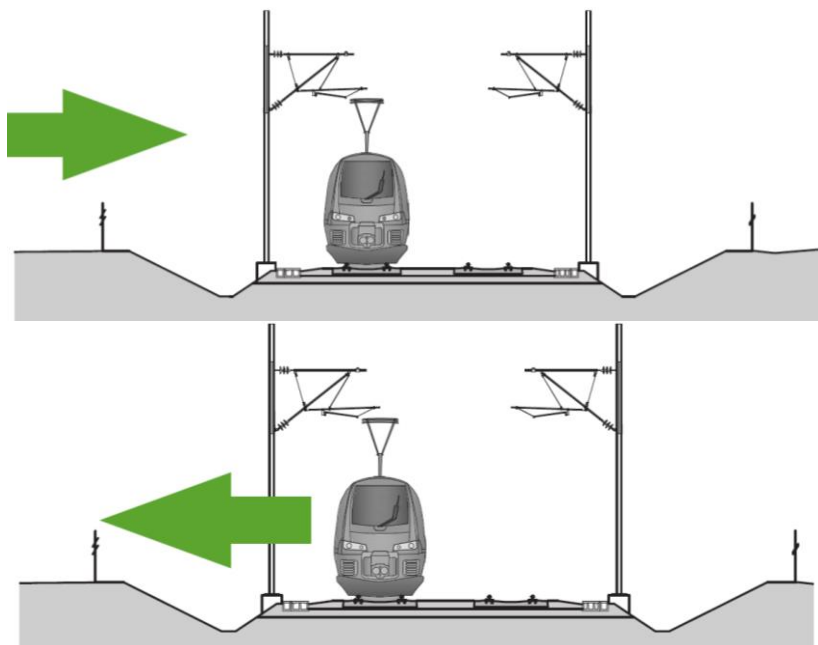
Det er ikke utviklet en katalog med arkitektoniske løsninger eller designprinsipper som skal gjelde for hele InterCity-nettet. Det ville vært en svært ressurskrevende oppgave, og etter InterCity-prosjektets vurdering ville det ikke vært en garanti for arkitektonisk kvalitet i tråd med ambisjonene i JBVs arkitekturstrategi.

Arkitektonisk kvalitet utvikles gjennom en kontinuerlig og tverrfaglig prosess, fra kommunedelplan til byggeplass, og god arkitektur oppstår når en enhetlig og sammenhengende infrastruktur oppleves som stedstilpasset og lokalt forankret.

InterCity-strekningene skal ikke utvikles til signatur-baner med en egen visuell profil (ref Gardermobanen) som skiller seg fra det øvrige jernbanenettet. InterCity-nettet består av dobbeltsporsparceller som allerede er bygget/under bygging, og det er ikke innenfor satsingens rammer å gjøre tiltak på deler av nettet som allerede er ferdigstilt. Videre er InterCity-strekningene en del av et større jernbanenett, som skal trafikkeres av ulike togprodukter, og siste InterCity-stasjon er ikke endestasjon. I et slikt perspektiv blir «signaturdesign» ikke spesielt robust, hverken med hensyn til utvikling av ny teknologi, nye myndighetskrav og fremtidig forvaltning/utvikling av jernbanenettet.

Målet for InterCity-prosjektet er derfor at rådgiverne gjennom planarbeidet balanserer helhet og særpreg, og finner fram til løsninger som kombinerer felles og enhetlig med det stedstilpassede og særpregede der hvor det er riktig.

Felles forutsetninger for det videre planarbeidet angir rådgivernes handlingsrom og sikrer at det jobbes på samme måte med arkitektoniske spørsmål på alle delstrekningene. Jernbaneanleggets arkitektoniske kvalitet skal vurderes med to ulike perspektiv; utenfra og inn og innenfra og ut (jfr Figur 2 Arkitektonisk kvalitet). Det betyr at både jernbaneanleggets fjernvirkning og den reisendes opplevelser skal vektlegges ved utforming og valg av løsninger.



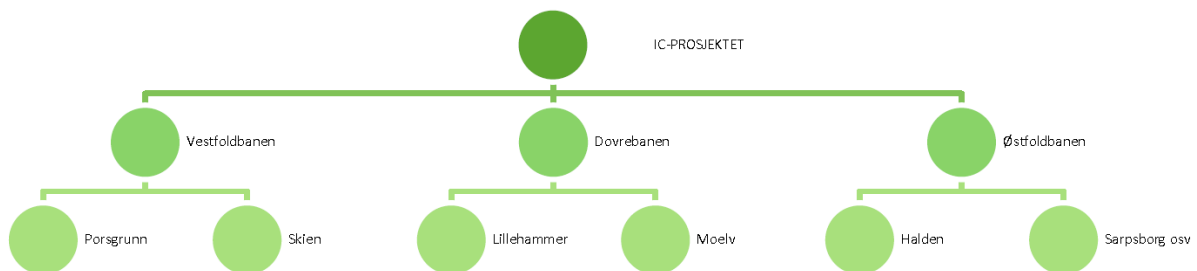
Figur 2 Arkitektonisk kvalitet.

Jernbaneanlegget oppleves fra to ulike perspektiv – utenfra og inn og innenfra og ut. Utforming påvirker både hvordan anlegget oppleves fra jernbanens omkring-liggende områder og opplevelsen for de reisende med toget.

Jernbaneanleggets arkitektoniske uttrykk blir til på 3 nivåer (jfr Figur 3 Helhet og særpreg

):

1. Det overordnede nivået er InterCity-nettet, eller jernbanenettet. Her er det de felles jernbanetekniske elementene – jernbanen som system - som definerer anleggets arkitektoniske uttrykk. Her er InterCity-prosjektets handlingsrom relativt begrenset.
2. Mellomnivået er de ulike banestrekningene. Her tilpasses jernbaneanlegget det landskapet den ligger i gjennom utforming og bearbeiding av bla sideterrenget, utformingen av store jernbanetekniske konstruksjoner (bruer, viadukter, tunellportaler og tekniske bygg) og utformingen av ulike tverrforbindelser mm. Her er InterCity-prosjektets handlingsrom betydelig større enn på overordnet nivå, og rådgivers oppgave er betydelig.
3. Siste nivå er stasjonene og de bynære områdene. Her har InterCity-prosjektet og rådgiver en betydelig oppgave og et stort faglig handlingsrom. Utformingen av stasjonsområdene og jernbaneanleggets møte med omgivelsene må i mye større grad enn på fri linje tilpasses hvert enkelt sted og utvikles i tråd med de lokale forutsetningene. Jernbaneanleggets møte med byen er avgjørende for at stasjonen skal kunne bli del av et attraktivt og velfungerende knutepunkt. Stedstilpasning tilsier at stasjonsområdene får en egen identitet og et eget særpreg som skiller seg fra andre steder. Stasjons håndboken sikrer gjenkjennelighet og enhetlige løsninger innenfor de områdene den håndterer.



Figur 3 Helhet og særpreg

Jernbaneanlegget inneholder visuelle elementer som både gir helhet og særpreg. Visse elementer går igjen på tvers av banestrekninger og gir jernbanen et felles uttrykk uavhengig av hvor man er, mens det på deler av banens anlegg er større grad av særpreg og stedstilpasning.

5.2.1 Strekningsvise formingsveiledere

I forlengelsen av kommunedelplanprosessen, hvor det avklares hvilket alternativ det skal jobbes videre med på reguleringsplannivå, skal det utarbeides formingsveiledere. Formingsveiledere på dette nivået skal ha fokus på eksisterende kvaliteter, landskapskarakter og egenart, slik at utforming av jernbaneanlegget kan tilpasses omgivelsene. Formingsveiledere utarbeides av rådgiver og godkjennes av InterCity-prosjektet ved enhet for plan, arkitektur og knutepunkt.

Gjennom Teknisk designbasis gis det føringer for løsninger for deler av Jernbaneanlegget som sikrer et helhetlig uttrykk på tvers av banestrekningene, samtidig som at rådgivers kreative

handlingsrom er større for deler av anlegget, der det er ønske om særpreg og stedstilpasning.

Figur 4 Formingsveileder

viser hvilke elementer tilknyttet jernbaneanlegget der behovet for helhetlig sammenheng er størst og hvilke elementer der stedstilpasning og særpreg er viktigere.

Elementer i formingsveileder	Helhet	Særpreg
Normalprofil	■	
Terrengforming		
Fylling		
Normal	■	■
Landbruksareal/åpent kulturlandskap	■	■
Skog		
By - mur		
Jordskjæring		
Normal	■	■
Landbruksareal/åpent kulturlandskap	■	■
Skog		
By - mur		
Fjellskjæring		■
Vegetasjon/grønnstruktur		■
Gjerder		■
Støyskjermer		■
Konstruksjoner:		
Tunneler	■	
Broer		■
Underganger/kulverter		■
Viadukter		■
Jernbanetekniske elementer:		
Elkraft - KL-master	■	
Åk	■	
Tekniske skap m	■	
Stoppested - stasjonsområde		■

Figur 4 Formingsveileder

I tabellen over er tradisjonelle elementer i en formingsveileder delt inn ut ifra der helhet og felles løsninger på tvers av InterCity-nettet skal søkes og der steds-tilpasning og særpreg er viktigst. For «mellomsjiktet» søkes det felles løsninger for tilgrensende strekninger. Dette gir visuell sammenheng i baneanlegget uavhengig av parsellinndeling og utbyggingstidspunkt.

Prosess

Formingsveilederen skal forklare de valgene som er tatt på KDP-nivå og legges til grunn for utforming av jernbaneanlegget på reguleringsplannivå. Formingsveilederne skal følge prosjektet gjennom de ulike fasene fram til byggeplan/gjennomføring, og detaljeringnivået skal videreutvikles når prosjektet går fra én fase til en annen.

På kommunedelplan-nivå er arkitektonisk utforming knyttet tett opp mot konsekvensutredning av ikke prissatte tema og vurderingen av avbøtende tiltak for å redusere tiltakets negative påvirkning. Konklusjonene fra dette arbeidet skal finnes igjen i kommunedelplanens plankart og bestemmelser, og er det faglige utgangspunktet for de strekningsvise formingsveilederne.

Formingsveilederen skal utføres av fagpersoner innenfor feltet landskapsarkitektur og arkitektur, i samråd med naturmiljø- og tekniske fag.

Innhold

Det skal innledningsvis gjøres en overordnet landskapsanalyse av planområdet, som grunnlag for å utvikle et hovedgrep for anleggets landskapstilpasning.

Hovedgrepet skal balansere:

1. Helhetlig utforming og landskapstilpasning
2. Reiseopplevelse

Analysen skal bygge på de kartlagte ikke-prissatte temaene i KU, og den skal ligge til grunn for valg av løsninger på strekningen. Der det er ønskelig med avvik fra overordnede InterCity-krav, skal dette begrunnes og løftes til InterCity-prosjektet for godkjenning. Der det er valgmuligheter skal det spesifiseres hvilke løsninger som skal brukes på parsellen.

Helhetlig utforming og optimal landskapstilpasning

I analysen skal karakteren til det landskapet banen krysser igjennom beskrives kort og kartfestes, som grunnlag for ulike prinsipielle tilnærminger til utforming av normalprofil, materialvalg og vegetasjonsbruk. Planarbeidet dekker store geografiske områder, og det er derfor viktig at det brukes en grovmasket og hensiktsmessig inndeling i kategorier:

- By/tettbygd område
- Vann
- Kulturlandskap
- Skog

I analysen skal det pekes ut områder med spesielt høye verdier knyttet til kulturminner, landbruk, naturmiljø og landskap, der det må utvises særlig hensyn/tilpasning ved utforming.

Utover det fysiske arealbeslaget, er den største utfordringen for de ikke-prissatte fagtemaene barrierenvirkningen av anlegget - både fysisk og visuelt. Stenging av tidligere åpne siktlinjer, vanskeligheter med å krysse banelegemet (for alt fra frø til mennesker) osv.

Utformingsprinsippene må i tillegg til å innpasse jernbanen på best mulig måte i det tilliggende landskapet, søke å redusere barriereeffekten, og legge opp til forbindelser og bevegelse på langs og tvers.

Jernbanelverket ønsker en stor grad av tverrfaglig samarbeid, slik at man ved ett tiltak oppnår positive effekter eller kompensere effekt for flere områder. Kunnskapsgrunnlaget fra vurdering av ikke-prissatte virkninger skal derfor ses i sammenheng når jernbaneanlegget utformes.

God formgivning og landskapstilpasning dreier seg ikke bare om prosjektering av detaljer, men også å sette disse inn i en helhet. Selv om disse overordnede vurderingene også tidligere kan ha ligget til grunn for prosjektering, ønskes det at dette dokumenteres ved at det utarbeides diagrammatiske planer som viser konsept for grønnstruktur, gangforbindelser, tilgang for drift og vedlikehold, gjerdelinjer, viltkryssinger mv som grunnlag for videre detaljprosjektering. Dette skal sikre at tverrfaglig tilnærming og vurdering av sammenfallende behov og de viktige overordnede sammenhengene videreføres i senere faser.

Sammenfallende interesser som har konsekvens for utforming inkluderer for eksempel:

- Ved kryssing av eksisterende vassdrag som ligger i rør skal det vurderes å gjenåpne disse i åpent løp i kulvert. På grunnlag av nærmiljøvurderinger, driftsmessige forhold for landbruk og banedrift, skal det vurderes om man kan legge gang-/ sykkelkryssing/driftsundergang på samme sted.

- Behov for langsgående forbindelser eller tilgang til mål langsmed banen som ny bane blokkerer, kan medføre en felles gang-/sykkelveg kombinert med driftsveg til tekniske bygg for JBV, driftsveg for landbruket. Et slikt sambruk vil kunne ha konsekvens for plassering av veg og gjerde langs banen og plassering av tekniske bygg.
- Landskapsøkologiske sammenhenger. Vegetasjonen i tverrprofilet skal vurderes i en større sammenheng. Barriereeffekten er en utfordring, samtidig som at vegetasjonskorridoren langs jernbanen faktisk kan bidra positivt til biologisk mangfold. I andre europeiske land anses jernbanen som en verdifull grønn korridor og leveområde for det biologiske mangfoldet. Behovet for vegetasjonskontroll langs banen gir mulighet for å etablere skjøtselstrenghende vegetasjonstyper som er truet. JBV-rapporten "Vegetasjonsrydding langs jernbanen. Metode for vegetasjonskontroll langs sporet og i sideterreng som tar hensyn til biologisk mangfold" (Marina Stanimirov, Anders Wåla og Astrid Liv Busengdal 2015) viser til at JBVs aktiviteter i sideterreng kan ha en positiv effekt på artsmangfoldet i engpregete sidearealer. Jevnlig mekanisk og manuell rydding av vegetasjonen, uten bruk av PVM, kan utvikle vegetasjonstypene og øke antallet truede naturengplanter. I tillegg til å være verdifullt for biologisk mangfold, har det også stor pryddverdi for de som ferdes langs banen. For å kunne oppnå dette må det imidlertid prosjekteres slik at årlig skjøtsel kan utføres rasjonelt og rimelig - dvs mekanisk og med enkel tilgang. For utforming får dette konsekvenser for blant annet valg av skråningsforhold og plassering av gjerde/driftsveg. Statens vegvesen tester for tiden humlehotell i sine vegskråninger.

De reisendes visuelle opplevelse

Jernbaneløst skal gjøre det så attraktivt å reise med toget at dette foretrekkes fremfor andre mindre miljøvennlige transportformer. For de reisende er både reiseopplevelsen og selve togtilbudet (frekvens, togsettets komfort mm) med på å påvirke tilbudets kvalitet og bidra til at de velger tog. Den visuelle opplevelsen starter ved stasjonsområdet, men det er særlig utsikten fra vinduet som tradisjonelt sett utgjør en stor del av reiseopplevelsen.

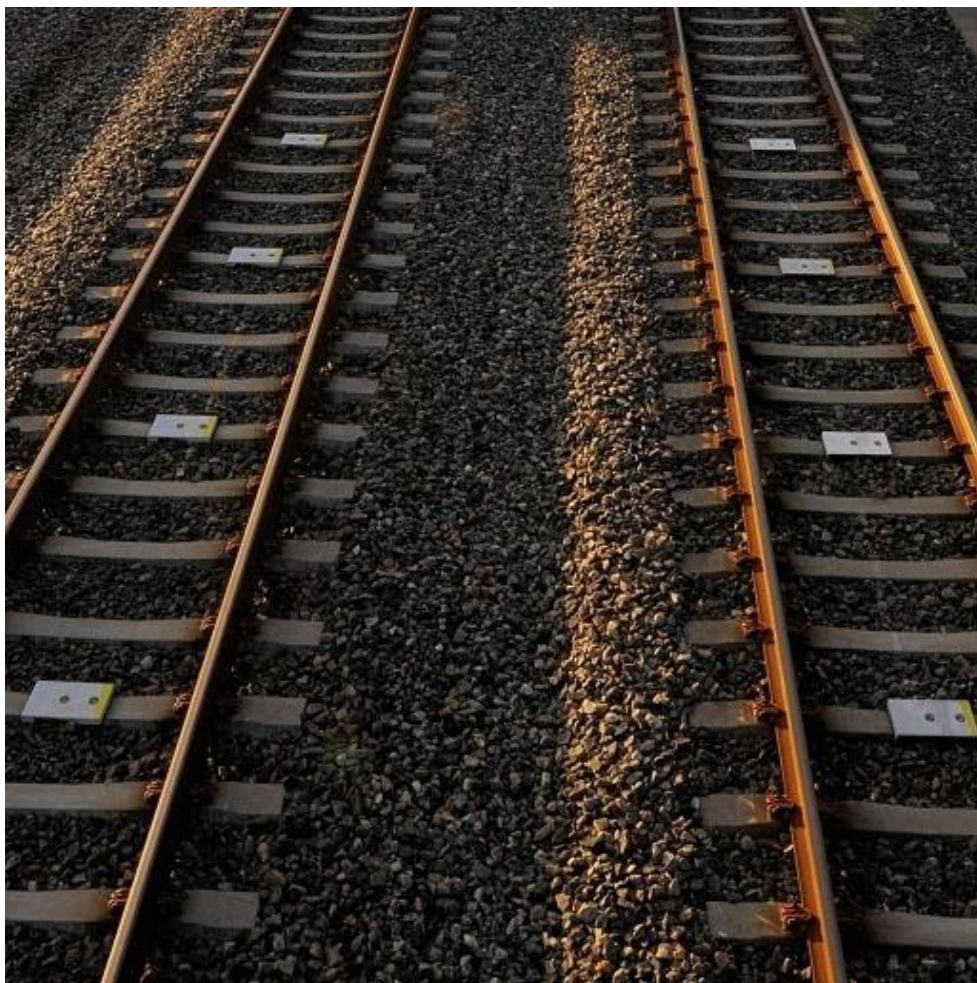
Teknologisk utvikling gir endring i reisevaner, og man kan hevde at utsikten blir mindre viktig. TØI har nylig sett på hvordan dette påvirker adferden til de reisende. I rapporten *Bruk av mobilt kommunikasjonsutstyr underveis. Hva skjer med reiseopplevelsen? fra 2014 står følgende: "hva slags teknologi reisende bringer med seg underveis, hvordan disse benyttes og hvordan tid benyttes mer generelt. Resultatene viser at de aller fleste reisende har med seg smarttelefon, PC eller nettbrett på sine reiser".* Bruk av digitale media, der arbeidstagerne kan bruke reisetiden på jobberelaterte oppgaver, øker også den avstanden/ reisetiden folk er villig til å pendle, og er en faktor i InterCity-satsningen og et større arbeidsmarked. Man kan derfor hevde at utsikten fra vinduet er mindre viktig faktor. Samtidig er det stor forskningsmengde som tilsier at blikk ut av vindu og utsikt fra arbeidsplass er en viktig del av restitusjon og hvile og viktig for å holde oppmerksomheten oppe. Der toget skal fungere som "arbeidsplass" for de reisende, er det derfor også viktig å opprettholde fokuset på utsikt med kvalitet.

De reisende med toget er en sammensatt gruppe. Utsikten fra togvinduet er også en faktor i forhold til turisme; vise frem og markedsføre regionen på en god måte.

På de nye InterCity-forbindelsene er det en mye større andel tunnelstrekning enn tidligere. Dette gir en reduksjon i reisetiden, samtidig som at dette også påvirker reiseopplevelsen. Dette gjør det desto viktigere å legge vekt på utsiktsforhold på dagstrekningene. En bevisst holdning til reiseopplevelse og visuelle kvaliteter er derfor viktig ved den videre prosjektering av anlegget. Faktorer som påvirker reiseopplevelsen og som skal omtales i formingsveilederen er:

- Flimmereffekt
- Støyskjerming
- Grad av himmel i smale korridorer

6 Linjen



6.1 Generelt

Dette systemet omhandler linjeføring, overbygning og underbygning med sideterreng.

6.2 Geodetisk referanse

Det skal benyttes høydesystem NN2000.

Høydereferanse for spor/trasé er alltid skinnetopp, laveste skinne.

Det skal benyttes EUREF89/NTM kartprojeksjon i alle planfaser.

NTM-soner for de enkelte planstrekningene fremgår av tabellen.

NTM sone	Planstrekning
9	<u>Porsgrunn - Skien</u>
10	<u>Drammen – Kobbervikdalen</u> <u>Nykirke – Barkåker</u> <u>Tønsberg – Farriseidet</u> <u>Sandbukta – Såstaad</u> <u>Haug – Seut</u> <u>Seut – Sarpsborg</u> <u>Sarpsborg- Halden</u>
11	<u>Venjar- Sørli</u> <u>Sørli – Hamar</u> <u>Hamar- Lillehammer</u>



Figur 5 NTM-soner i InterCity-prosjektet

6.3 Linjeføring

Sporet skal dimensjoneres etter regler for nye baner. Det er «normale krav» som betegner Jernbaneverkets standardkrav, men for å unngå uforholdsmessig store investeringer kan «minste krav» benyttes i enkelte situasjoner.

6.3.1 Dimensjonerende hastighet

Traséen (horisontal og vertikal geometri) skal dimensjoneres for 250 km/h der dette ikke innebærer vesentlige merkostnader sammenlignet med en hastighet på 200 km/h. Besparelsen ved å gå fra 250 km/h til 200 km/h skal dokumenteres.

For stasjoner hvor de fleste tog skal stoppe kan kravet til gjennomgående hastighet reduseres. Det er et generelt ønske om at godstog skal ha så få stopp som mulig, og dimensjonerende hastighet for godstog er 100-120 km/h. Dette bør derfor være en nedre grense for gjennomgående hastighet. Sporgeometrien inn mot slike stasjoner optimaliseres i forhold til akselerasjon og nedbremsing for raskeste persontog.

Ved dimensjonering av overgangskurver etter 250 km/h, normale krav, kan det ses bort fra anbefalingen i Teknisk regelverk om å øke overgangskurvelengdene ytterligere med inntil 50 %. Hensynet til å få lange nok rettlinjer til plassering av sporforbindelser veier tyngre.

	200 km/h [m]	250 km/h [m]
Horisontalradius, normale krav	2000	3400
Horisontalradius, minste krav	1800	2900
Horisontalradius ved plattform (h=80)	2250	3515
Vertikalradius, normale krav	15400	24050
Vertikalradius, minste krav	10300	16050

Tabell 2 Eksempel på minste radier ved ulike hastigheter.

6.3.2 Stigning og fall

Bestemmende stigning/fall på banestrekninger

Kravet til bestemmende stigning/fall er normalt 12,5 ‰. Men dersom det kan vises til at bestemmende stigning/fall på andre deler av banestrekningen er større, og at det ikke er planer om å gjøre noe med dette, kan det tillates større stigning/fall enn 12,5 ‰ i en lengde opp til 3 km. Den største bestemmende stigning/fall på banestrekningen kan da benyttes som dimensjonerende, begrenset oppad til 20 ‰.

Oversikt over bestemmende stigning/fall finnes i Strekningsbeskrivelse for Jernbanelinjen (SjN) og i Network Statement. Her finnes verdier som togoperatørene kan bruke ved beregning av største tilkoblede togvekt og bremseprosent. Dette er verdier som er rundet oppover til nærmeste heltall (se parenteser i tabell 2). For nye InterCity-strekninger må det benyttes verdier som rundes nedover til nærmeste heltall for å være sikker på at det ikke bygges større stigning/fall enn det som finnes fra før. Det settes ikke krav om mindre stigning/fall enn 12,5 ‰.

Bane	Strekning	Tillatt bestemmende stigning/fall i retning fra Oslo [‰]			
		Stigning	Referanse	Fall	Referanse
Dovrebanen	Eidsvoll-Stange-Hamar	12,5	Hamar-Løten (13)	14	Løten-Elverum (15)
	Hamar-Moelv-Lillehammer-Hove	17	Dombås-Fokstua (18)	17	Kongsvoll-Drivstua (18)
Vestfoldbanen	Drammen-Kobbervikdalen	12,5	Normale krav	12,5	Normale krav
	Nykirke-Barkåker	17	Nelaug-Grovane (18)	17	Neslandsvatn-Nelaug (18)
	Tønsberg-Skien	17	Nelaug-Grovane (18)	17	Neslandsvatn-Nelaug (18)
Østfoldbanen	Sandbukta-Moss-Såstad	12,5	TEN-T	12,5	TEN-T
	Haug-Halden-Grensen	12,5	TEN-T	12,5	TEN-T

Tabell 3 Krav til bestemmende stigning/fall i retning fra Oslo

Stigning/fall langs plattform

Kravet til stigning/fall langs plattform er normalt $\leq 12,5$ ‰. Men der det planlegges for skjøting og deling av togsett, skal stigning/fall ikke overstige 2,5 ‰. For InterCity vil kravet om maksimalt 2,5 ‰ stigning/fall langs plattform gjelde følgende stasjoner:

Bane	Stasjon med maks 2,5 ‰ stigning/fall langs plattform
Dovrebanen	Eidsvoll
	Hamar
	Lillehammer
Vestfoldbanen	Drammen
	Gulskogen
	Tønsberg
	Sandefjord
	Porsgrunn (kan vurderes nærmere)
Østfoldbanen	Skien
	Moss
	Fredrikstad
	Sarpsborg
Ringeriksbanen	Halden
	Hønefoss

Tabell 4 Krav til stigning/fall langs plattform

6.3.3 Sporavstand

Sporavstanden bør være 4,7 m. Noen av grunnene er:

- Det er krav om 4,7 m i tunneler ved hastighet over 200 km/h. Ved stor andel tunneler på en strekning benyttes 4,7 m også på dagstrekningene siden det ikke er ønskelig med variasjon i sporavstanden.
- Det benyttes 4,7 m på stasjoner. Dette gir mulighet for et lavt gjerde (gjerdehøyde 1,1 m) mellom sporene ved plattformer. Og det tar høyde for kurveutslag ved kurver mindre enn radius 1000 m.
- Ved sporavstand 4,7 m kan alle sporveksler benyttes i sporsløyfer. F.eks kan ikke sporveksel 1:14 R760 benyttes ved mindre sporavstand enn 4,7 m.

Ved tre eller flere spor ved siden av hverandre må det tas hensyn til behov for føringsveier, master, skilt, etc mellom sporene. Trekkekummer trenger ekstra plass, og en typisk bredde for slike kummer er 1,6 meter. Når det tas hensyn til kabelfritt profil anbefales en sporavstand på 6,6 meter mellom annet hvert spor.

Dersom det bygges et nytt spor ved siden av det gamle bør det vurderes større avstand til eksisterende spor enn 4,7 m pga anleggsgjennomføring.

Ved lengre strekninger uten tunneler kan en sporavstand på 4,6 m vurderes.

6.3.4 Massebalanse

Det er viktig at jernbanelinjen glir godt inn i landskapet. En bane med dimensjonerende hastighet på inntil 250 km/h er et svært stivt element, og lokale terrengforskjeller er større enn det linjeføringen kan absorbere. Dette medfører stedvis store inngrep i eksisterende terreng for å forme nytt landskap. I denne sammenheng betyr massebalanse mindre enn god terrengtilpasning. Det etterstrebes massebalanse i prosjektene, men ikke på bekostning av kvalitet på massene/fyllingene. Det forutsettes god tilgang på tunellmasser med god kvalitet som brukes i underbygningen. Sand og grus som fyllingsmateriale skal begrenses siden dette er begrensede naturlige resurser. Sprengstein/pukk fra fjellskjæringer og tunneller foretrekkes.

Det forutsettes at massetransporten optimaliseres for å redusere miljøbelastningen. Videre forutsettes det at masser og undergrunn oppfyller krav til forurensning i henhold til KLIF (Klima- og forurensningsdirektoratet) sine krav.

6.3.5 Flom

Teknisk regelverk sier kun noe om beregning av flom i forbindelse med dimensjonering av dreneringssystemet.

Her angis hva som skal legges til grunn som dimensjonerende flom- og stormflo-nivå. Dette bør sees i sammenheng med livsløpskostnadene, der det gjøres vurderinger og betraktninger knyttet til nytte/kost som grunnlag for bestemmelse av høyde for spor, tekniske bygg etc. Flommens karakter (små vassdrag/store innsjøer/hav) bør inngå i denne vurderingen. Nyttig veiledning finnes i «Flaumfare langs bekker» (http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015_03.pdf) og «Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane» (http://www.naturfare.no/_attachment/1414240/binary/1117314).

TEK10 § 7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo» (<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggereglar/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dvp=/dvp/content/tekniskekrav/7/2/>) definerer tre sikkerhetsklasser (F1, F2 og F3) der sikkerhetskravene knyttes til gjentakintervall¹ (20, 200 og 1000 år) som er relatert til observerte flom/stormflo²nivåer. For nybygging av jernbaneinfrastruktur i IC, benyttes sikkerhetsklasse F2. F2 innebærer middels konsekvens og at «største nominelle årlige sannsynlighet» er 1/200 det vil si 200 års gjentakintervall. Det tas hensyn til forventede klimaendringer i infrastrukturens levetid ved å fremskrive gjentakintervallet til år 2100.

Krav til over-/underbygning (herunder konstruksjoner som bruer, tunneler, tekniske hus etc)

Drenssystemet skal kunne ta unna dimensjonerende nedbørsmengder.

Dreneringen sikrer underbygningen mot erosjon, oppbløting, samt nedsatt bæreevne og stabilitet. Det er særdeles viktig at det dimensjoneres tilstrekkelig drenering, da erosjon fra vann og økt poretrykk ellers kan true stabiliteten.

Et drenslegg omfatter alle de komponenter som er nødvendig for å gi en sikker drenering av underbygningen og vil kunne bestå av komponenter som åpne grøfter, lukkede grøfter med drensledninger og avløp gjennom overvannsledninger, stikkrenner, kulverter og flomløp.

Underbygningen skal dimensjoneres til å tåle dimensjonerende flomvann og resulterende poretrykkssituasjoner.

Overbygningen skal tåle dimensjonerende flomvann:

Overkant laveste skinne skal ligge minimum 40 cm over dimensjonerende flomvannstand, men bør ligge 80 cm over dimensjonerende flomvannstand.

Tekniske installasjoner og andre vannømfintlige installasjoner skal plasseres/konstrueres slik at de tåler dimensjonerende vannbelastning.

Påvirkning på oppetid

Påvirkning på oppetiden som konsekvens av flom avhenger av om og eventuelt hvor lenge banen blir stengt og dermed om togtrafikken blir innstilt. Dersom banen blir stengt på grunn av flom, er det togleder som vurderer og bestemmer om/når togene skal innstilles. Det er sannsynlig at dersom banen blir stengt lenge, på grunn av flom, blir togene innstilt. Innstilte tog er ikke med i forsinkelsesregnskapet og vil dermed ikke påvirke oppetiden. Dersom banen blir åpnet under reparasjon, men med f.eks. saktekjøringer, vil det inngå i oppetiden.

Det er banens beredskap (se STY-601614) som håndterer hvilke handlinger / tiltak som skal utføres ved et gitt nivå av varslet / målte verdier av regn, i kombinasjon med beregnet bidrag fra snøsmelting. Ansvarlig hos Banesjef (værvakt) gjør fortløpende subjektive vurderinger basert på blant annet værprognoser, målt vær, obs-varslere og flomvarslere.

Eksempel: Hvis det er meldt mye nedbør setter driftsorganisasjonen i verk beredskap. Denne deles i tre kategorier, gul-, oransje- og rød beredskap. Både oransje og rød beredskap medfører

saktekjøring, «sikhastighet». Dette fører til forsinkelser som skal inngå i beregningen av oppetiden. I tillegg kan rød beredskap medføre at banen stenger for en gitt tidsperiode, alt fra timer til flere døgn. Når dette medfører innstilling av tog, skal det ikke med i beregningen av oppetiden.

Type belastning	Dimensjonerende vannbelastning	Lenke til referanse												
Nedbør	200 års gjentakintervall ¹ med 20 % påslag som klimafaktor for å fremskrive gjentakintervallet til 2100. Beregning av vannmengder og dreneringskapasitet baseres på nedbørsintensitet og nedslagsfelt i henhold til NIFS rapport 13-2015 «Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørsfelt»	NIFS 13/2015: http://www.naturfare.no/?q=13%2F2015&from=2012-01-01&to=2015-09-18												
Flomnivå i større vassdrag og innsjøer	200 års gjentakintervall ¹ , fremskrevet til 2100. Benytt NVEs flomsonekart /flomvannsobservasjoner for å finne flom med 200 års gjentakintervall for dagens situasjon. Ta deretter hensyn til klimaendringene ved å benytte NVEs rapport 5/2011 (Hydrological projections for floods in Norway under a future climate) for framskrivning til 2100. Denne framskrivningen er tolket til å bety følgende:	NVEs Flaumsonekart: http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Farekartlegging/Flomsonekart/ NVE 5/2011. http://webby.nve.no/publikasjoner/report/2011/report2011_05.pdf												
	<table border="1"> <tr> <td>Byer i ICP</td> <td>Tillegg (i % av 1990 situasjonen) for framskrivning av 200 års flomnivå fra 1990 til 2100.</td> </tr> <tr> <td>Hamar</td> <td>+10%</td> </tr> <tr> <td>Moss</td> <td>+20%</td> </tr> <tr> <td>Halden</td> <td>+30%</td> </tr> <tr> <td>Larvik</td> <td>+30%</td> </tr> <tr> <td>Drammen</td> <td>+40%</td> </tr> </table>	Byer i ICP	Tillegg (i % av 1990 situasjonen) for framskrivning av 200 års flomnivå fra 1990 til 2100.	Hamar	+10%	Moss	+20%	Halden	+30%	Larvik	+30%	Drammen	+40%	
Byer i ICP	Tillegg (i % av 1990 situasjonen) for framskrivning av 200 års flomnivå fra 1990 til 2100.													
Hamar	+10%													
Moss	+20%													
Halden	+30%													
Larvik	+30%													
Drammen	+40%													
Havnivå og stormflo ²	200 års gjentakintervall ¹ for stormflo ² , fremskrevet til havnivå i 2100. DSBs havnivåstigningsrapport (2009) «Estimater av fremtidig havnivåstigning i norske kystkommuner» har kun tabeller for stormflo basert på 100 års gjentakintervall. For klimatilpasning med 200 års gjentakintervall, må det til denne verdien legges til verdier fra tabell s. 13 i DBS rapport (2015) «Håndtering av havstigning i kommunal planlegging», som er basert på beregninger for framskrivning utført av Statens Kartverk.	Havnivåstigning. DSB 2009: http://www.dibk.no/globalassets/tema/klimatilpasning/havnivaastigning-rapp.pdf DSB mars 2015: http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2015/Tema/handtering av havnivaastigning i kommunal planlegging.pdf												
Grunnvann	Underbygningens stabilitet skal vurderes med de vannnivå/poretrykk som kan bygges opp i underbygningen som følge av klimapåkjenninger, og deretter blir stående igjen når ytre vannstand synker/normaliserer seg.													

Tabell 5 Dimensjonerende vannbelastning.

Definisjoner:**¹Gjentaksintervall:**

Gjentaksintervallet er det gjennomsnittlige antall år som går mellom hver gang det oppstår en flom av samme størrelse. Gjentaksintervallet for flommer blir regnet ut på grunnlag av data for vannføring i det aktuelle vassdraget over en lang rekke år. For vassdrag uten slike data kan en bruke data fra liknende felt og flomformler som grunnlag for å estimere gjentaksintervall for ulike flomstørrelser.

²Stormflo:

Stormflo er høye vannstander i sjø som opptrer ved springflo³ i kombinasjon med spesielle værforhold (værsystemer med lavtrykk kombinert med pålandsvind som skyver vann i en bølge mot kysten).

³Springflo:

Springflo er når tidevannet har den høyeste flo. Fenomenet inntreer når tidevannskreftene fra månen og solen virker mest mulig sammen, som er når månen, jorden og solen er omtrent på linje. Springflo inntreer altså ved hver nymåne og fullmåne, omtrent hver fjortende dag

6.3.6 Driftsveger

Vedlikeholdskonseptet bygger på at drift og forebyggende vedlikehold i stor grad skal kunne utføres uten å berøre planlagt togtrafikk. Det må derfor bygges driftsveg til objekter langs sporet slik at de har tilkomst med bil. Dette gjelder f.eks. sporveksler og tekniske bygg. AT-trafoer kommer på bil, og vegen som denne fraktes på må dimensjoneres i forhold til aksellast og svingradier. Det samme gjelder vegen fram til servicespor. Det må også være veg fram til større bruer og konstruksjoner, tunnelportaler og rømningsveger. Master for GSM-R og annen telekommunikasjon bør også plasseres ved veg.

Det foretrekkes at driftsvegen går utenfor gjerde med inngang til spor ved viktige funksjoner. Fordeler med at vegen ligger utenfor gjerdet er:

- Sikkerhet: Det er risiko med veg nært spor, spesielt ved høye hastigheter
- Eierskap: Vegen trenger ikke å eies av Jernbaneverket, kun driftes av Jernbaneverket.
- Grunneier kan benytte den som landbruksveg

Nettet av driftsveger må planlegges. Dersom strekningen som må kjøres fra objekt til objekt blir for lang på offentlig veg må man vurdere driftsveg langs sporet. Noen steder bryter den nye banen eksisterende vegnett slik at nye veger som legges langs banen også vil fungere som driftsveger. Andre steder kan man få en rimelig driftsveg ved å la anleggsvegen fra utbyggingen av linjen ligge.

6.4 Overbygning

Det skal prosjekteres etter overbygningsklasse d, noe som gir maksimal hastighet på

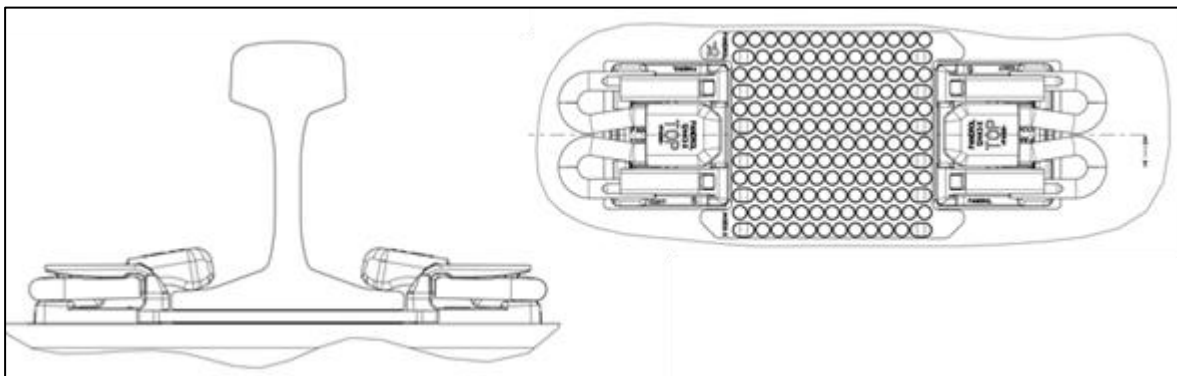
- 250 km/h for motorvognsett med 18 tonn aksellast
- 120 km/h for godstog med 22,5 tonn aksellast

Sporkonstruksjon i overbygningsklasse d:

Komponent	Beskrivelse	Teknisk regelverk	Standard
Skinner	Profil – 60E1	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporkonstruksjoner#Skinneprofiler	EN 13674-1
	Skinne kvalitet - R260Mn	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporkonstruksjoner#St.C3.A5Ikvalitet	EN 13674-1
Sviller	Betong JBV 60	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporkonstruksjoner#	EN 13230

		Betongsviller	
Befestigelse	Pandrol FE 1404 Fastclip	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporkonstruksjoner#Befestigelse	EN 13481
Sporveksler	1:9 R300 – 1:26 R2500	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporveksler	EN 13232
Ballastprofil	Ballasthøyde: 750-850 mm avhengig av hastighet og hardt underlag	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Ballast#Ballastprofiler_for_hastighet_over_200km.2Fh	EN 13450
Skinnelender/ sammenføring V ≤ 250 km/t	Min 120 meter/ maks 100 aluminiumtermiske skjøtsveiser pr. 5000 meter	https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Helsveist_spor#Sveisemetoder	EN 14730

Tabell 6 Komponentbeskrivelser.



Figur 6 Pandrol FE 1404 Fastclip.

Kvalitetsklasse K0 skal legges til grunn for prosjekteringen, også der hvor hastigheten er lavere enn 145 km/h. Ved noen større stasjoner blir hastigheten svært lav, men siden det er plattformer og mange sporveksler der må toleransen på sporets beliggenhet være like streng som der hvor hastigheten er over 140 km/h.

6.5 Underbygning

Formålet med underbygningen er å danne et robust fundament for overbygningen, samt overføre laster ned til undergrunnen.

Sporets underbygning omfatter fylling og skjæring, bru og tunnel, inklusive dreneringsanlegg og sideterreng. (Se blant annet Tabell 8 og konseptkort i Figur 11, Figur 10 og Figur 11.) Bruer og tunneler (også løsmassetunneler) behandles i kapittelet om konstruksjoner.

Her behandles kun underbygning av løsmasser: geoteknikk.

Fundamentering på peler og støttekonstruksjoner av stål, tre og betong behandles i konstruksjonskapitlet.

Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i UPB-prosessen skal dokumenteres i de forskjellige fasene av teknisk prosjektering slik det fremgår av vedleggene **d** til **h** i underkapittel 13 til «4. Generelle geotekniske krav» i Teknisk regelverk for Underbygning.

[https://trv.jbv.no/w/images/5/54/Geoteknisk dokumentasjon1.pdf](https://trv.jbv.no/w/images/5/54/Geoteknisk_dokumentasjon1.pdf)

[https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering og bygging/Generelle tekniske krav/Vedlegg/Geoteknisk dokumentasjon del 2](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav/Vedlegg/Geoteknisk_dokumentasjon_del_2)

[https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering og bygging/Generelle tekniske krav/Vedlegg/Geoteknisk dokumentasjon del 3](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav/Vedlegg/Geoteknisk_dokumentasjon_del_3)

[https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering og bygging/Generelle tekniske krav/Vedlegg/Geoteknisk dokumentasjon del 4](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav/Vedlegg/Geoteknisk_dokumentasjon_del_4)

[https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering og bygging/Generelle tekniske krav/Vedlegg/Geoteknisk dokumentasjon del 5](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav/Vedlegg/Geoteknisk_dokumentasjon_del_5)

6.5.1 Prosjekteringsforutsetninger

Eurokode 7 skal legges til grunn for all geoteknisk prosjektering. Dertil har Jernbaneverket i Tekniske Regelverk krav til dokumentasjon i de forskjellige fasene i UPB-prosessen (Utredning-Planlegging-Bygging), og krav til innhold i de geotekniske rapportene (Se vedlegg til Teknisk regelverk nevnt foran), heriblant geotekniske prosjekteringsforutsetninger.

6.5.1.1 Geoteknisk kategori

Konsekvensklasse:

Konsekvensen av en skade i midlertidig fase (før ferdigstillelse), som ikke går ut over eksisterende bane i drift, vurderes som alvorlig og defineres til konsekvensklasse 2.

Konsekvensen av en skade i permanenttilstanden, vurderes som stor/svært alvorlig; konsekvensklasse 3.

Pålitelighetsklasse:

Veg- og jernbanebruer defineres i pålitelighetsklasse 3.

Det gjør også svært høye fyllinger eller fyllinger i sjø.

For øvrig må grunnforhold og prosjektets kompleksitet avgjøre om strekningen skal defineres som pålitelighetsklasse 2 eller 3.

Kontrollklasse:

Pålitelighetsklasse 2 (CC/RC 2) gir kontrollklasse N (normal).

Pålitelighetsklasse 3 (CC/RC 3) krever utvidet kontroll, kontrollklasse U.

Geoteknisk kategori:

Konstruksjoner definert til pålitelighetsklasse 3 kommer i geoteknisk kategori 3.

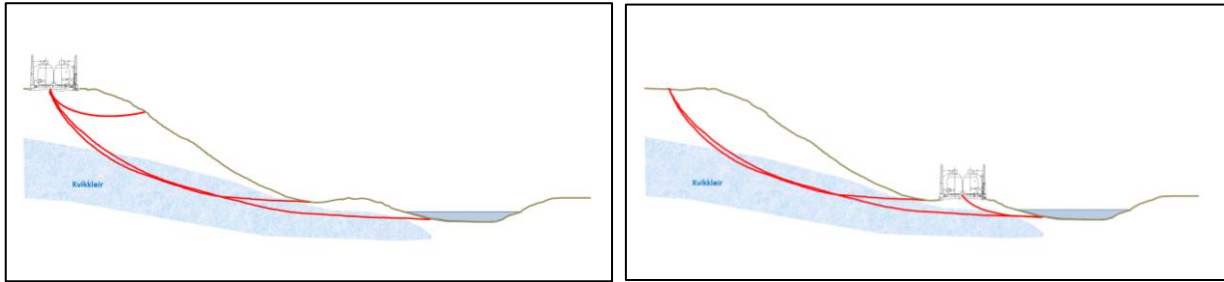
Uavhengig tredjepartskontroll:

For geoteknikk definert i geoteknisk kategori 3 er det krav til at uavhengig tredjepartskontroll (se også 6.4.2.1). Denne skal være svart ut før anbudsgrunnlaget sendes ut.

6.5.2 Stabilitet

Jernbanelinjens stabilitet er avhengig av et stabilt sideterreng. Det er derfor viktig at man allerede i planleggingen av nye jernbaneanlegg tar nødvendige hensyn til dette. Stabilitetssikringen av banelegemet skal være dimensjonert og utført på en slik måte at det ikke går ras ned på banelegemet eller glir ut masser under banelegemet. Et skredfarlig terreng vil sikkerhetsmessig og økonomisk i sterk grad kunne påvirke trasévalget.

Jernbaneverket vil jobbe videre med å innarbeide resultater fra NIFS-prosjektet i Teknisk regelverk og Teknisk Designbasis for InterCity vil bli oppdatert når dette arbeidet er gjennomført.



Figur 7 IC har absoluttkrav til materialkoeffisient for alle skjærflater som berører spor med persontrafikk. (Ill. fritt etter SINTEF/Multiconsult, NIFS-rapport NVE 80/2012.)

Det påpekes at for **IC-prosjektene skal alle bruddflater som berører spor med persontrafikk ha en materialkoeffisient som tilfredsstill verdiene i tabell 7**. NVE 8/2016 «Grense mellom lokal- og områdestabilitet» skal således ikke benyttes og prosentvis forbedring i henhold til NVEs retningslinjer for bygging i områder med kvikkleire anses ikke tilstrekkelig for stabilitet av personførende jernbanespor i IC. Avvik behandles som beskrevet i kap.1.3.3.

Stabiliteten vil være bestemt av grunnforholdene, og skal dokumenteres med anerkjente beregningsmetoder og skal tilfredsstill kravene til materialkoeffisient gitt i Teknisk regelverk. Skadekonsekvensklasse for jernbane med persontrafikk er «meget alvorlig».

Analysetype	Skadekonsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -metoden	Mindre alvorlig	1,20	1,30	1,40
	Alvorlig	1,30	1,40	1,50
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60
	Mindre alvorlig	1,40	1,55	1,70
Totalspenningsanalyse, Su-metoden	Alvorlig	1,55	1,70	1,85
	Meget alvorlig	1,70	1,85	2,00

Tabell 7 Materialkoeffisienter ved stabilitetsberegninger (TRV)

For å kunne definere bruddmekanismen som seig, skal materialer som inngår i bruddflaten være friksjonsmasser. Leire gir nøytralt- eller eventuelt sprøtt brudd (kvikkleire). Sprøbrudd kan man i tillegg til i kvikkleire, også få i både sand og silt som er ensgradert og løst lagret.

Dersom ikke geologi og grunnundersøkelser med stor sannsynlighet kan utelukke at det forekommer lag med sprøbruddmekanisme, skal koeffisient for dette benyttes.

I stabilitetsberegninger brukes mye sirkulærsylindriske flater, men sammensatte flater må også vurderes.

Stabiliserende tiltak krever som regel enten spenningsreduksjon (avgraving, masseutskifting) eller styrkeøkning (kalksementstabilisering, saltdiffusjon eller elektroosmose) i grunnen. Motfyllinger og støttekonstruksjoner (både midlertidige og permanente) er svært vanlig.

6.5.2.1 Tiltak under marin grense

For tiltak som ligger under den marine grense skal områder med potensiell fare for skred utredes i henhold til «NVEs Veileder nr 7-2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred».

- I utredningsfasen skal kvikkleireområder og alle områder med potensiell fare for skred (aktsomhetsområder) kartlegges.

- I hovedplanfase skal aktsomhetsområder avgrensnes og faregrad klassifiseres, og utløpssoner skal identifiseres og avgrensnes. Videre skal det utføres tilstrekkelig med grunnundersøkelser og beregninger til at konsekvensene for jernbanetiltaket kan vurderes. Det utarbeides en områdestabilitetsrapport som skal kontrolleres av uavhengig tredjepart.
- I detaljplanfasen skal tiltak beskrives og tilfredsstillende stabilitet dokumenteres for alle faser av utbyggingen. Resultatene skal tredjepartsverifiseres i likhet med øvrige elementer som er definert til geoteknisk kategori 3 (se 6.5.1.1).
- I reguleringsplanen skal det fremgå hvilke restriksjoner som av stabilitetsmessige grunner må legges på sideterreng som ligger utenfor det som er nødvendig for JBV å eie. Dette for å unngå situasjoner som kan utløse skred.

Det gjøres oppmerksom på at NVEs faresonekart ikke har kartlagt alle områder med kvikkleire, og at totalsonderinger ikke nødvendigvis er tilstrekkelig for påvising/avkrefting av tilstedeværelse av kvikkleire.

6.5.2.2 Fylling

Dimensjonerende jernbanebelastning som skal benyttes ved stabilitetsberegninger av fyllinger er gitt under TRV; Underbygning/Prosjektering og bygging/Generelle tekniske krav.

Stabil skråningshelning er en funksjon av materialtype og fyllingshøyde. Egenstabiliteten vil normalt være i orden ved utførelse etter retningslinjer gitt i TRV; Underbygning/ Prosjektering og bygging/Banelegeme.

Fyllingens sikkerhet mot utglidning skal dokumenteres med anerkjente beregningsmetoder.

6.5.2.3 Skjæring

Skråningshelningen i jord må tilpasses stabilitetsegenskapene til jordarten og erosjonsforholdene.

Det må sikres både mot dyperegående stabilitetsforhold og mot overflateglidninger/signinger.

Langtidsstabiliteten skal dokumenteres med anerkjente beregningsmetoder.

6.5.2.4 Vann

Vannproblematikken må vurderes spesielt, både økt erosjon ved ekstremnedbør og økt poretrykk/forhøyet grunnvannstand etter mye nedbør (se også kap. 6.3.5 om Flom).

Ved inngrep i vassdrag, forbygning mot elv eller sjø (se TRV

https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Stabilitet#Elveforbygninger)

støter man på en rekke bestemmelser i lovverket. Endring av strømforhold og forbygning mot elver og vassdrag, må ikke utføres uten å kontakte Norges Vassdrags- og energidirektorat.

6.5.3 Setninger

Jernbaneanlegg på bløt, kompressibel grunn utsettes ofte for langvarige konsolideringssetninger i undergrunnen. Setninger som utvikles langt inn i driftsfasen, vil bidra til forringelse av sporets og kontaktledningens geometriske tilstand, og gi økt behov for overvåking og vedlikehold av anlegget.

For å sikre at nye spor får akseptable setningsforhold er det funnet formålstjenlig å innføre setningskrav. (se TRV: https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Setninger)

Det er nødvendig for å unngå uforutsett og uakseptabelt stort vedlikehold for sporet og kontaktledningen. Større setninger av mastefundamentene enn av sporet skal alltid søkes unngått.

Det kan være aktuelt å gjennomføre en egen økonomisk analyse for å undersøke om kravene resulterer i lavest mulig samlede kostnader til utbygging og drift. Med grunnlag i en slik analyse kan Jernbaneverket finne det aktuelt å endre setningskravene.

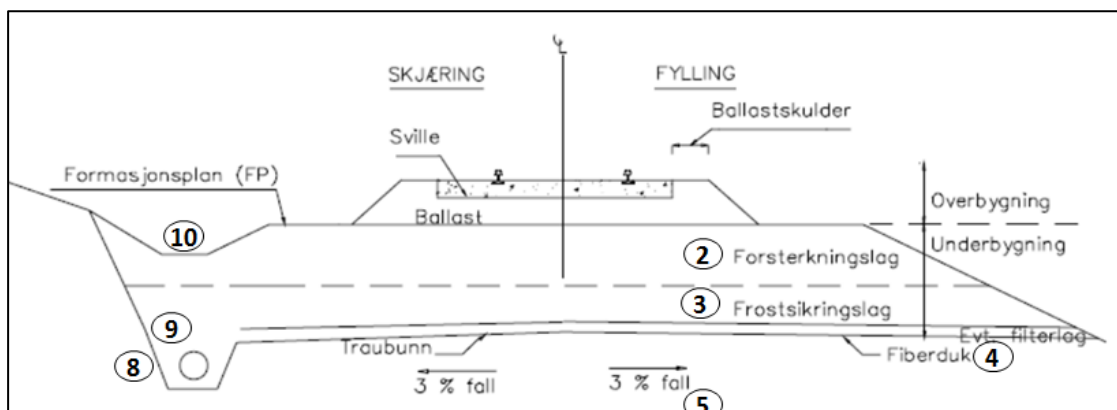
6.5.4 Frost

Jordmaterialer som anvendes i frostsikringslaget (se Figur 8), skal være av typen "ikke telefarlig", og kan inngå som del av forsterkningslaget. På dagstrekninger (utenfor tunneler) er det viktig å hindre indre luftkonvensjon, enten ved at massene som benyttes er velgraderte, eller ved at sidene tildekkes. (Se TRV https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Frost).

6.5.5 Normalprofiler

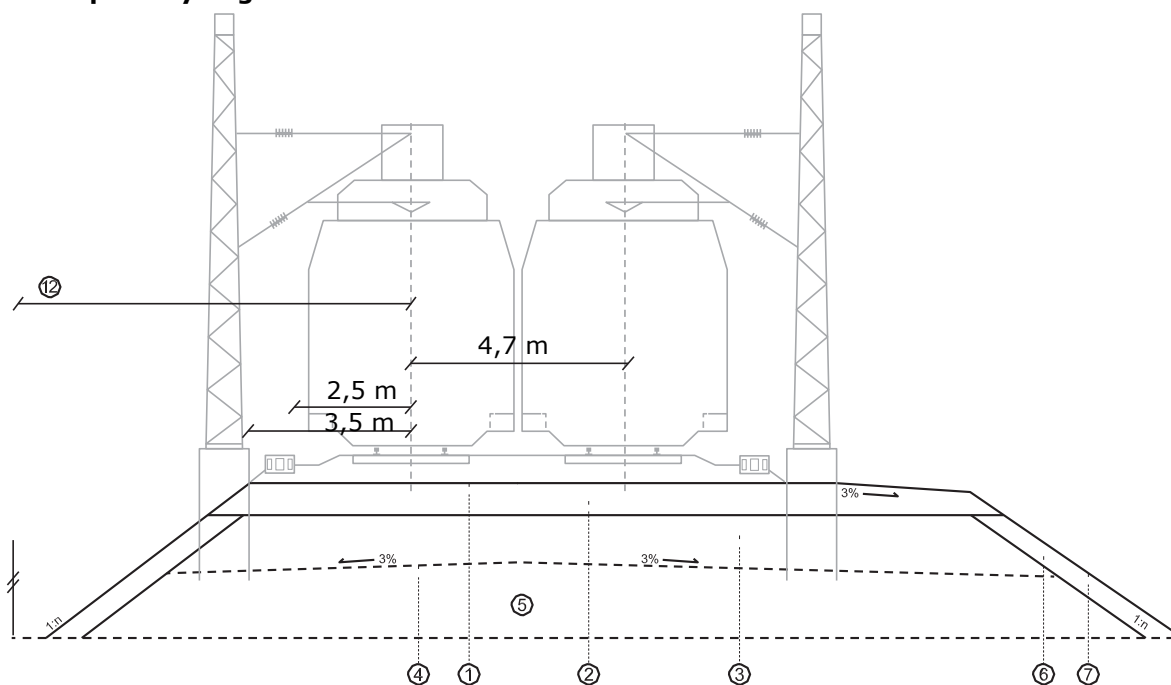
Nr	Element	Krav	Merknad
1	Formasjonsplan (FP)		
2	Forsterkningslag	Tykkelse \geq 700 mm	Se TRV/ Underbygning/ Banelegeme/ kap 2
3	Frostsikringslag	Sprengstein	Se TRV/ Underbygning/ Frost/ kap 3
4	Filter- separasjonslag	Fiberduk	Utføres ved behov, Bruksklasse III eller IV
5	Fylling	Sprengstein/ eller friksjonsmasser	Se TRV/ Underbygning/ Banelegeme/ kap 3
6	Tetting av sideskråning		Utføres ved behov på fylling av sprengstein Anbefalt materiale gradert sprengstein Se TRV/ Underbygning/ Banelegeme/ kap 6
7	Grasdekke		Utføres ved behov. Se TRV/ Underbygning/ Banelegeme/ kap 6.
8	Lukket drensledning		PE-rør anbefales
9	Grøftefylling	Godt drenende masser	
10	Terrenggrøft		Dimensjon vurderes med hensyn til: <ul style="list-style-type: none"> • Nedslagsfelt • Infiltrasjonsforhold • Jordart • Potensiale for sedimenttransport • Robusthet ved frost • Tilgang for rensk/ vedlikehold
11	Driftsveg	Ved behov	Der det planlegges driftsveg gjelder dette bare på ene siden av sporet. Anbefalt bredde 3 m.
12	Avstand senter spor - gjerde	Høyde gjerde \geq 1,8 m	Gjerdet bør plasseres i jevn avstand fra sporet og på en slik måte at det blir enkel og rimelig skjøtsel av skråningene. Rydding av skråninger må utføres med minst mulig behov for disponering av sporet. I fyllinger plasseres gjerdet f.eks 6,0 m fra senter nærmeste spor slik at området mellom gjerdet og kabelkanalen kan ryddes av én person med ryddesag. Skråningen utenfor gjerdet kan ryddes av klatreslåmaskin uten disponering. I skjæringer må gjerdet plasseres utenfor grøfta slik at det er mulig med grøfterensk. Ved vanlig grøftebredde tilsvarer dette at gjerdet plasseres på ca 9,0 m fra senter nærmeste spor. Innsiden av gjerdet kan ryddes med ryddesag eller med skinnegående krattknuser, mens utsiden av gjerdet kan ryddes med klatreslåmaskin. Ved fjellskjæringer bør gjerdet plasseres 3-5 m fra skjæringstopp.
k	Kurveutslag		Se TRV/underbygning/profiler og minste tverrsnitt/Tabell1 (0 – 150 mm)

Tabell 8 Normalprofiler underbygning (se figur 5)



Figur 8 Prinsippkisse for oppbygging av jernbanefylling og -skjæring.

Normalprofil fylling



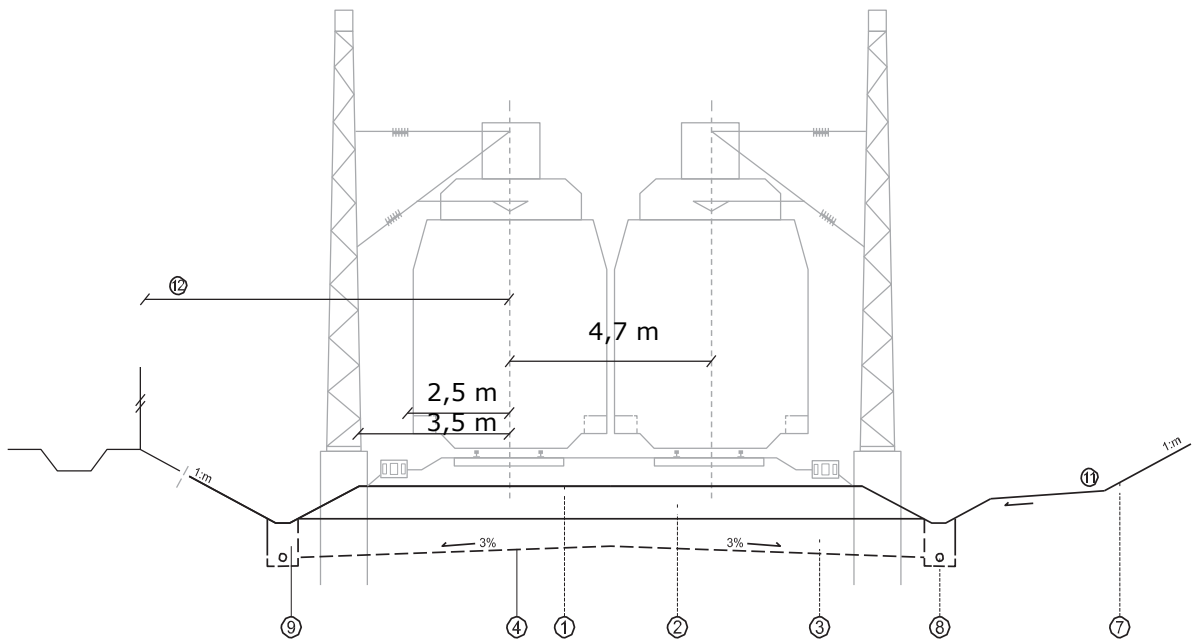
Figur 9 Fylling.

Fyllingsmateriale	Fyllingshøyde	Anbefalt helning, n
Sprengstein	0-10	1,5
	>10	2
Grus, sand, friksjonsjord		2

Fyllingens stabilitet vil normalt være ivaretatt med maks helning iht. ovenstående tabell. Totalstabilitet skal vurderes. Undergrunnen skal også vurderes mht. setninger.

Tabell 9 Normalprofil fylling.

Normalprofil jordskjæring

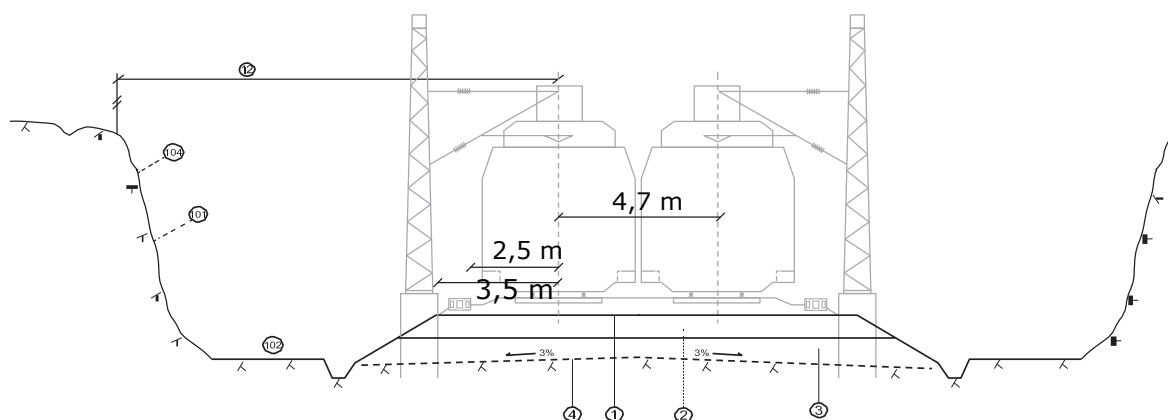


Figur 10 Jordskjæring.

Grunnforhold	Anbefalt helning, m
Grus, stein, grovkornet morene	2
Sand, silt, finkornet morene, leire	3 Ved lagdelt og/ eller vannmettet sand/ silt bør helning vurderes i sammenheng med sikringstiltak. Ved høy skjæring skal vurdering av dypgående stabilitet gjøres.

Tabell 10 Normalprofil jordskjæring.

Normalprofil fjellskjæring



Figur 11 Fjellskjæring.

Nr	Type	
101	Helning	<p>Vurderes med hensyn til:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grunnforhold <ul style="list-style-type: none"> ○ Bergart ○ Sprekkeplan ○ Vann (grunnvann, overflatevann) • Skjæringshøyde • Sikkerhet <ul style="list-style-type: none"> ○ Rasfare ○ Drivsnø • Miljø <ul style="list-style-type: none"> ○ Støy ○ Estetikk ○ Terrengtilpasning
102	Fanggrøft	<p>Dimensjon vurderes med hensyn til:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Helning • Skjæringshøyde <p>Se TRV/Underbygning/Banelegeme/tabell 4</p>
103	Terrenggrøft	<p>Dimensjon vurderes med hensyn til:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nedslagsfelt • Infiltrasjonsforhold • Jordart • Potensiale for sedimenttransport • Robusthet ved frost • Tilgang for rensk/ vedlikehold <p>Nedføring av vann til dreneringssystem skal utføres kontrollert, TRV/underbygning/drenering</p>
104	Sikringstiltak	<p>Utføres ved behov. Alternative tiltak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rensk • Innstøpte bolter • Nett • Støttekonstruksjoner <ul style="list-style-type: none"> ○ Betongmurer ○ Gabioner ○ Voller • Fiberarmert sprøytebetong

Tabell 11 Normalprofil fjellskjæring.

7 Konstruksjoner



7.1 Innledning

Dette kapittelet omhandler bruer og tunneler for IC – strekningene.

Konstruksjoner som bruer, tunnelportaler og murer tilknyttet jernbaneanlegget er ofte eksponert i landskapet. Det må derfor legges vekt på at konstruksjonene er klare og enkle i form, farge og materialbruk.

Videre bør konstruksjonene baseres på enkle og nøkterne konstruksjonsprinsipper der de konstruktive elementene har en klar funksjon.

7.2 Bru

7.2.1 Innledning

Jernbanebruer er konstruksjoner som fører jernbanen over veier, elver, fjordarmer, dalsøkk og større daler. Definisjonen av en bru er konstruksjoner med et (eller flere) spenn med lysåpning større eller lik 2m. For IC-strekningene er det vurdert at 10 brutyper skal være dekkende. Hovedmengden av bruer på IC-strekningene (i antall) antas å bli kulverter.

For å optimalisere vedlikeholdsvennligheten skal bruene underbygning og hovedbæresystem etterstrebes å legges under formasjonsplanet. Det gjør at bruer med overliggende bæresystem ikke er ønskelig på grunn av behovet for båndlegging av spor for å utføre nødvendig tilsyn og vedlikehold.

7.2.2 Prosjekteringsforutsetninger

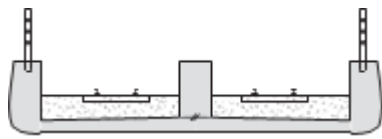
Jernbaneverkets Tekniske regelverk gir retningslinjer for utforming, bygging og dimensjonering av konstruksjoner. Regelverket omhandler i tillegg krav til sikkerhetstiltak i henhold til TSI SRT 2014. Konstruksjoner skal prosjekteres i henhold til Eurocode 2, Prosjektering av betongkonstruksjoner, Eurocode 3, Prosjektering av stålkonstruksjoner og Eurocode 4, Prosjektering av samvirkekonstruksjoner. Eurocode 7 skal legges til grunn for all geoteknisk prosjektering ved at krav for dimensjonerende situasjoner i jord og berg må kontrolleres og at grensetilstander ikke overskrides. Se for øvrig kapittel "2.Standarder" i Teknisk regelverk Kapittel 5 under Bruer for detaljerte lister over standarder for forskjellige materialer og lastpåvirkninger.

7.2.3 Brutyper

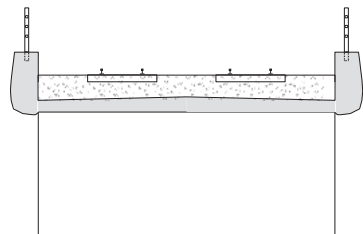
I tabellen nedenfor er aktuelle brutyper opplistet med tilhørende spennvidder.

Spennvidde		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200		
Brutype	Traubruer																							
	Samvirkebruer																							
	FFB																							
	Fagverksbru																							
	Samvirkebruer																							
	Sprengverksbru																							
	Buebru (Stål)																							
	Skråstagbru																							
	Kassebru																							
	Buebru (betong)																							
	Kulvert																							
	Platebru																							
	Bjelkebru																							

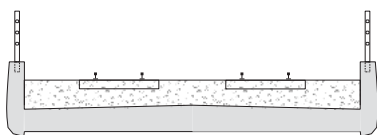
Tabell 12 Brutyper og spennvidder.



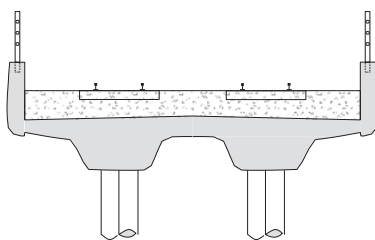
1 Traubru



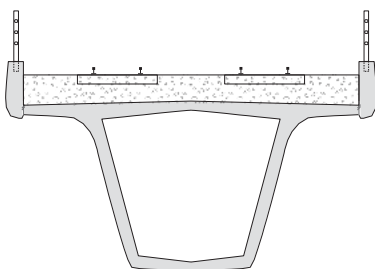
2 Kulvert



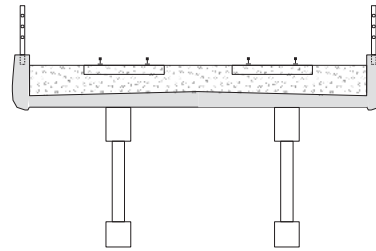
3 Platebru



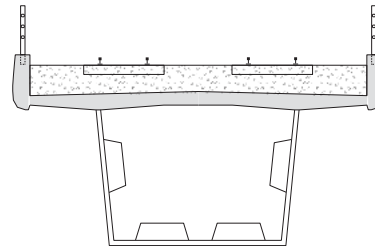
4 Bjelkebru



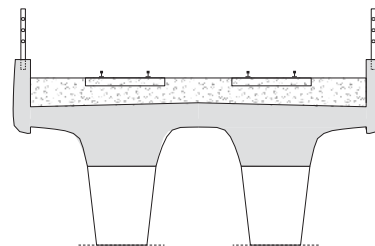
5 Kassebru



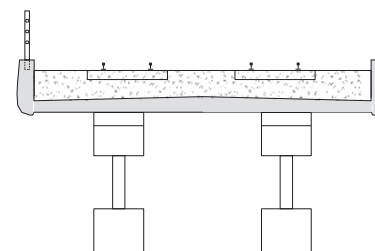
6 Fagverksbru



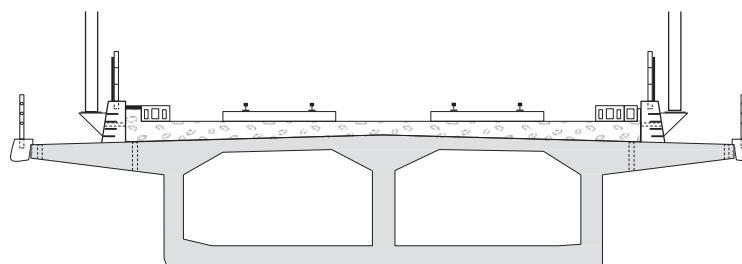
7 Samvirkebru



8 Sprengverksbru tversnitt

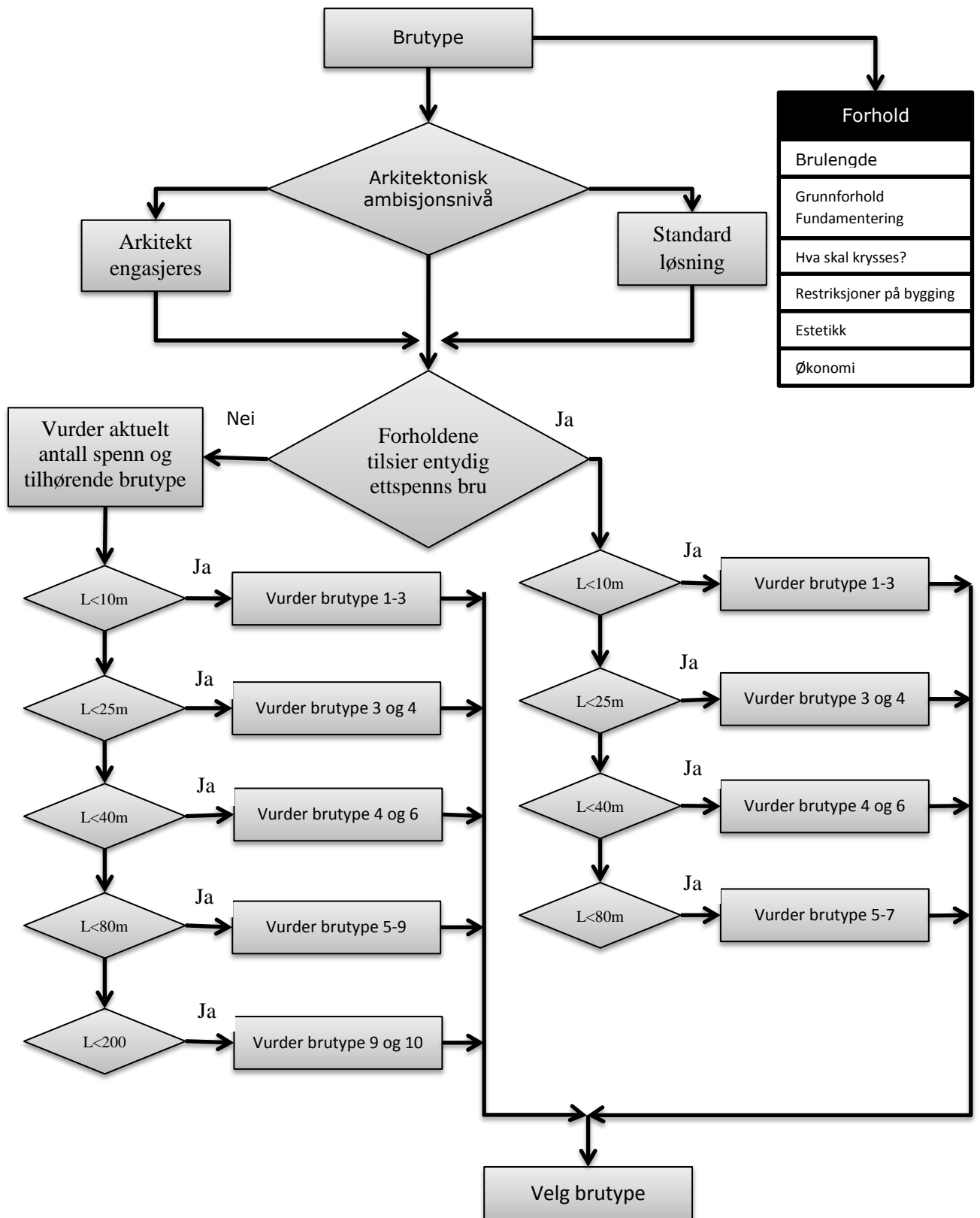


9 Buebru



10 FFb Bru

Beslutningsprosess bru



Figur 12 Beslutningsprosess bru.

7.2.4 Generelle krav og anbefalinger

Utforming Brutype 1-10

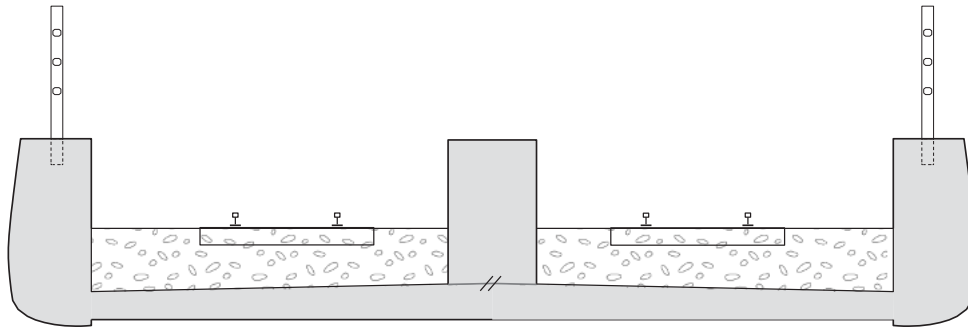
Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Hjørner i brudekke og eventuelle søyler	Avrundes	$R_{\min} = 200$ mm
Kantbjelker	Høyden skal være tilstrekkelig til å sikre at ballasten ikke faller utenfor brua.	Høyden fra underkant ballastpukk til overkant laveste skinne varierer fra 750 mm til 850 mm, høyden måles 2000 mm fra ytterkant traub til senter spor avhengig av sporets kurvatur. Se Teknisk regelverk for informasjon.
Eventuelle lagre	<ul style="list-style-type: none"> Plass og detaljering tilpasses nødvendige jekker for utskifting Prosedyre utarbeides så konstruksjonen ikke overbelastes ved operasjonen 	
Utforming ift vann	Sikre at vann ikke renner ned/blåser inn på underliggende konstruksjoner	<ul style="list-style-type: none"> Kantbjelker ol forsynes med dryppneser Overside av kantbjelker gis fall innover Plassering av avrenningsrør tilpasses overordnet målsetting Avrenningsrør skal stikke min 200 mm under uk dekke, alt. kan vannet føres ned ved søyler ol.
Membran	Brudekket påføres membran	
Eventuelle fuger	Skal tillate nødvendige horisontal-bevegelser og skal sikre at vann og ballastmateriale ikke kommer ned i fugen	Skal være lett tilgjengelige for inspeksjon og utskifting
Overgangsplater	Skal tilfredsstillende kravene i JD 525 og forbindes til brukonstruksjonen med ledd som må kunne overføre nødvendig friksjonskraft fra overliggende vekt	Armeringen i forbindelsen skal være i syrefast kvalitet
Eventuelle friksjonsplater	Skal tilfredsstillende kravene gitt for overgangsplater og skal overføre de krefter de er beregnet for	
Glideskjøt for spor	Hvis de er nødvendige, plasseres de der dilatasjonen er størst	
Støyskjermer	Skal festes med innstøpte boltegrupper	Utførelse beskrives Teknisk regelverk, Bruer, Prosjektering og bygging/generelle tekniske krav/3.6 Rekkverk
Jording	Alle utsatte ledende anleggsdeler og armering skal jordes	Tverrfaglig jordingsplan utarbeides
Antigrafittbehandling	Alle betongkonstruksjoner som er tilgjengelige fra bakkeplan skal behandles med antigrafittbehandling fra grunnen og minimum 3 meter oppover , dette gjelder også konstruksjoner som er gjerdet inn. For konstruksjoner hvor det er mulig å komme til fra oversiden skal	Spesifikasjonskrav: <ul style="list-style-type: none"> - Produktet skal være miljøvennlig. - Produktet skal være vannbasert. - Produktet skal være UV-bestandig.

	overflater behandles med antigraffiti-behandling minimum 2 meter nedover.	<ul style="list-style-type: none"> - Produktet skal være diffusionsåpent. - Produktet skal ikke forandre overflatens utseende eller funksjon. - Produktet skal ikke hindre reparasjoner i fremtiden. - Graffiti skal kunne la seg fjerne 100% med bruk av enkel rensemetode, betongens slamhud skal fortsatt være intakt. - Produktet skal kunne påføres med rull eller lavtrykk-sprøytesystem som ikke gir utslipp til omgivelsene.
--	--	---

Element	Anbefaling	Utforming
Brudekke	<ul style="list-style-type: none"> For lengre bruer kan bru-bredden økes for å bedre forholdene for inspeksjon/vedlikehold. Kan være attraktivt hvis krav til horisontal bjelkestivhet er dimensjonerende Alternativt kan lette, påhengte stålkonstruksjoner benyttes Fordeler må vurderes opp mot tilleggskostnader 	Se vedlagte figur
KL-master	Plasseres hvis mulig utenfor brua	
Drenering	Behovet for drenering i brudekker skal vurderes.	Det henvises til Statens vegvesens håndbok N400 kap. 12.6 for beregning av nødvendig tetthet av drenering.

Tabell 13 Generelle krav og anbefalinger; utforming av brutyper 1-10.

Brutype 01 Traubunn



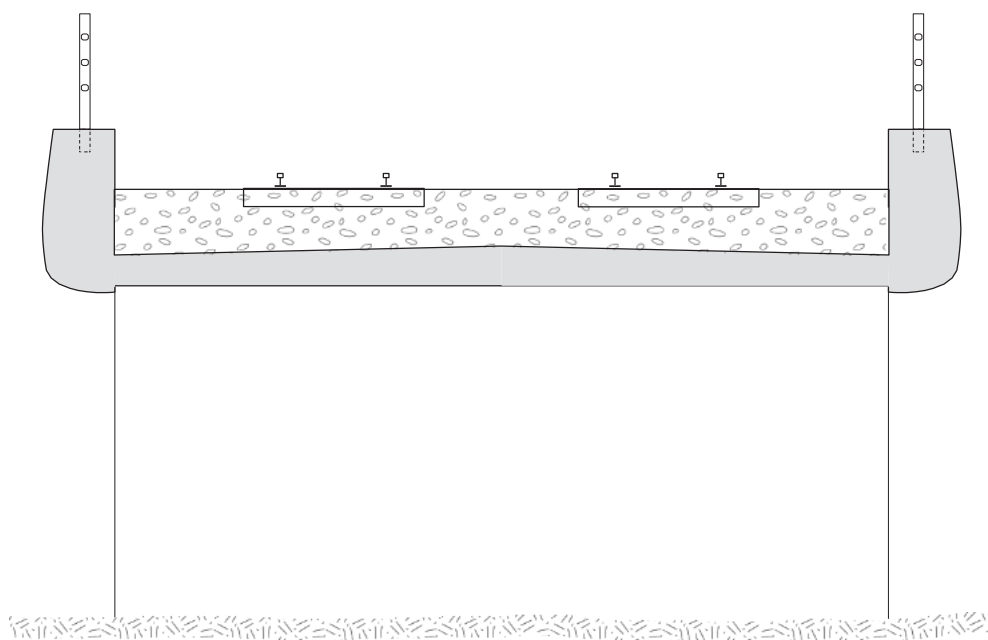
Figur 13 Traubru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	2-30 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensesetninger	Fra krav til sporgeometri
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekrav til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Trau m/ kantbjelker	Bygges i betong	
Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Lagre	Kan for kortere traubruer erstattes av to lag asfaltapp	

Tabell 14 Traubru.

Brutype 02 Kulvert



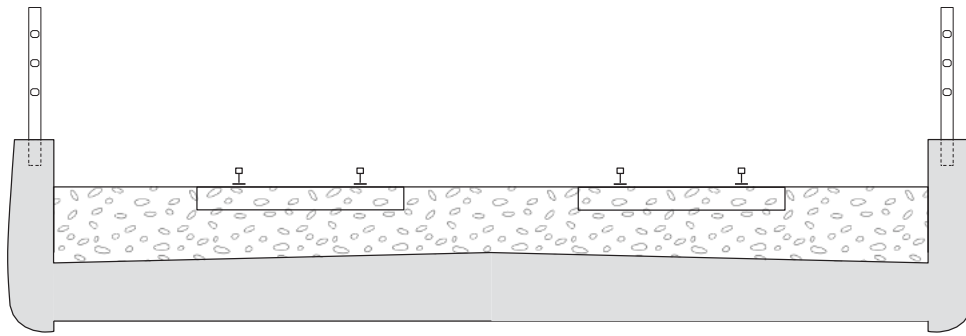
Figur 14 Kulvert.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	2-10 m
Antall spenn	Brukes i ett spenn
Differensetninger	Fra krav til sporgeometri
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekraft til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Bruoverbygningen	Støpes fortrinnsvis monolittisk sammen med kulvertveggene.	
Standardiserte kulverter	Jernbaneverket har en liste over standardiserte prefabrikkerte kulverter tilgjengelig på www.jernbaneverket.no/leverandørinfo	

Tabell 15 Kulvert.

Brutype 03 Platebru



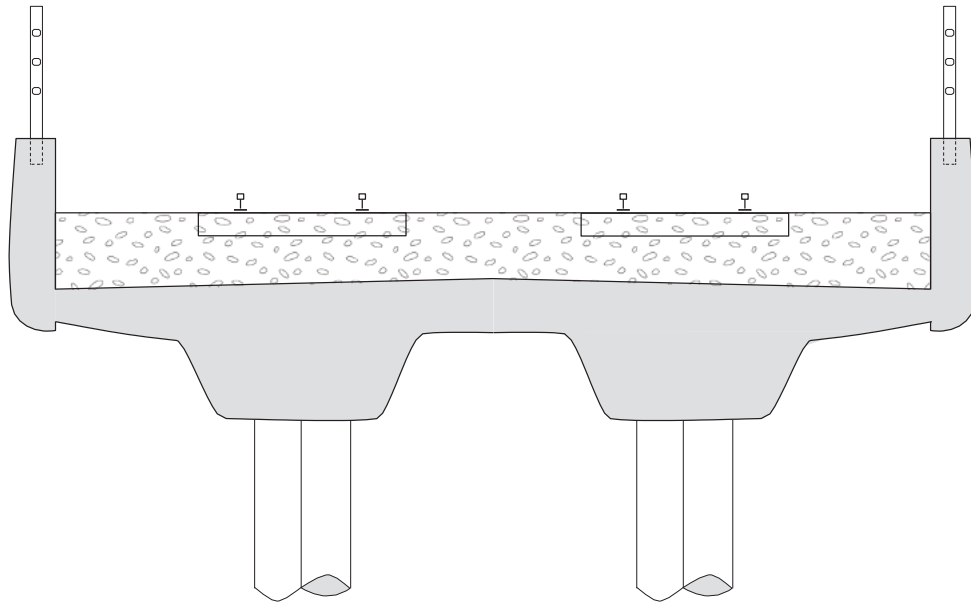
Figur 15 Platebru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	2-15 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensetninger	Fra krav til sporgeometri
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekrav til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Bruplatten	Ved flerfelts bruer støpes bru-platen fortrinnsvis monolittisk sammen med landkar/søyler	

Tabell 16 Platebru.

Brutype 04 Bjelkebru



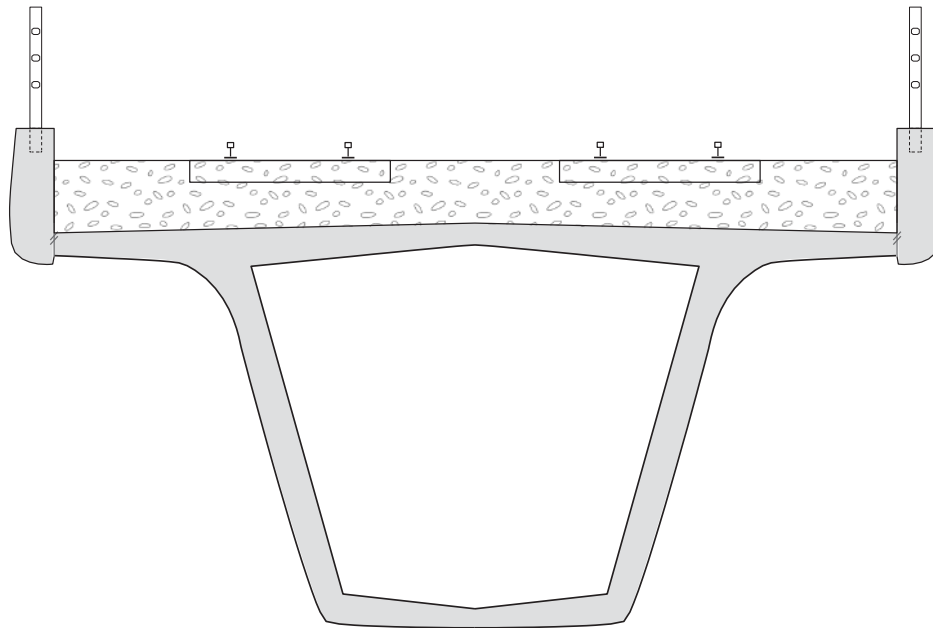
Figur 16 Bjelkebru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	13-35 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensetninger	Fra krav til sporgeometri
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekrav til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Bruplatten	Ved flerfelts bruer støpes bruplatten fortrinnsvis monolittisk sammen med landkar/søyler	

Tabell 17 Bjelkebru.

Brutype 05 Kassebru



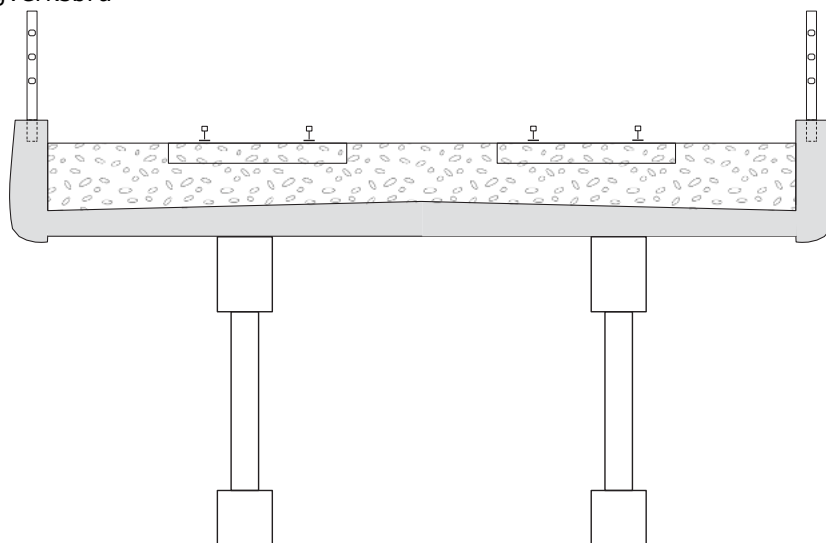
Figur 17 Kassebru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	40-80 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensesetninger	Fra krav til sporgeometri
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekraft til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> Må ha adkomst for innvendig inspeksjon Tilrettelegges for at kassen kan inspiseres fra utsiden med skinnegående lift der inspeksjonen ikke kan utføres med adkomst fra bakkenivå. Inspeksjon med droner bør vurderes som et alternativ der det er mulig. 	
Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Kasseveggene	Kasseveggene utføres fortrinnsvis med svak helning slik at kassebredden smalner nedover.	
Brubjelken	Støpes fortrinnsvis monolittisk sammen med søylene	

Tabell 18 Kassebru.

Brutype 06 Fagverksbru



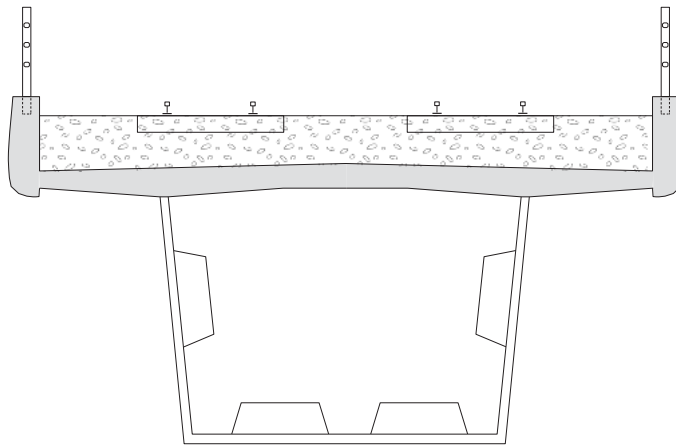
Figur 18 Fagverksbru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	40-80 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensetninger	Holdes på et minimum
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekraft til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Bruoverbygningen	Gjelder betongplate opplagt på underliggende stålbjelke med sidevegger og underflens	
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> Samvirke sikres mellom betongplate og stålbjelke Elementene skal danne en lukket kasse Kassen skal ha adkomst for innvendig inspeksjon Tilrettelegges for at utvendig inspeksjon kan skje fra skinnegående lift der inspeksjonen ikke kan utføres med adkomst fra bakkenivå. Inspeksjon med droner bør vurderes som et alternativ der det er mulig. 	
Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> Innvendig korrosjonsbeskyttelse skal fortrinnsvis skje ved avfuktingsanlegg. Avfuktingsanlegget må utstyres med alarm som varsler evt svikt. Alternativt må beskyttelsessystemet tas fra JD 525 	

Tabell 19 Fagverksbru.

Brutype 07 Samvirkebru



Figur 19 Samvirkebru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	40-80 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensetninger	Holdes på et minimum
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekraft til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

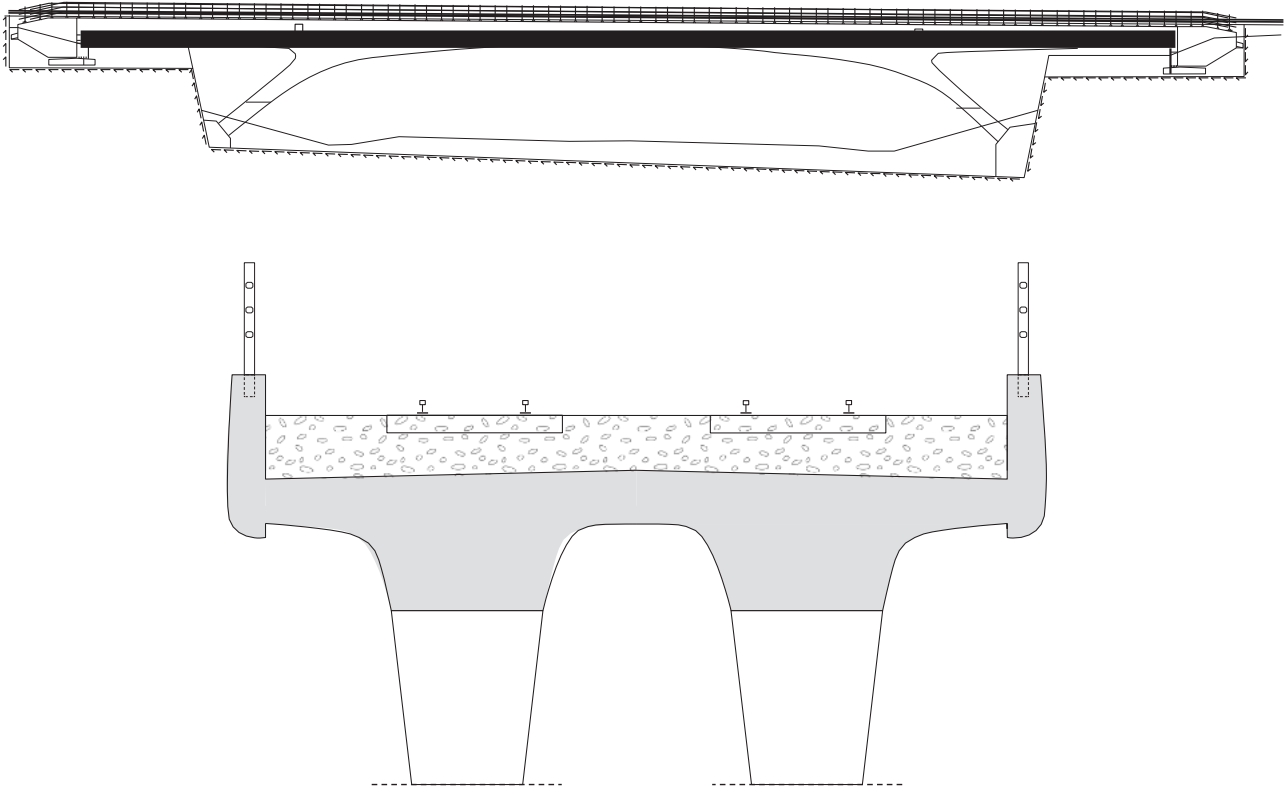
Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Bruoverbygningen	Gjelder betongplate opplagt på underliggende stålbjelke med sidevegger og underflens	
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> • Det sikres samvirke mellom betongplate og stålbjelke • Elementene skal danne en lukket, bærende brukasse <p>Kassen skal ha adgang for innvendig inspeksjon. Hulrom som ikke har tilgang for inspeksjon skal utføres lukket og lufttett. Det må da trykkprøves eller ha spesiell utførelse av sveiser.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Det tilrettelegges for at utvendig inspeksjon av stålkassen kan skje fra skinnegående lift der inspeksjonen ikke kan utføres med adgang fra bakkenivå. Inspeksjon med droner bør vurderes som et alternativ der det er mulig. 	

Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Stålbjelken	Sideveggene gis fortrinnsvis en svak helning slik at bjelkebredden avtar nedover	
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> • Innvendig korrosjonsbeskyttelse av kassen skal fortrinnsvis skje ved avfuktingsanlegg. Avfuktingsanlegget må utstyres med alarm som varsler evt svikt. 	

- Alternativt må beskyttelses-systemet tas fra JD 525

Tabell 20 Samvirkebru.

Brutype 08 Sprengverksbru



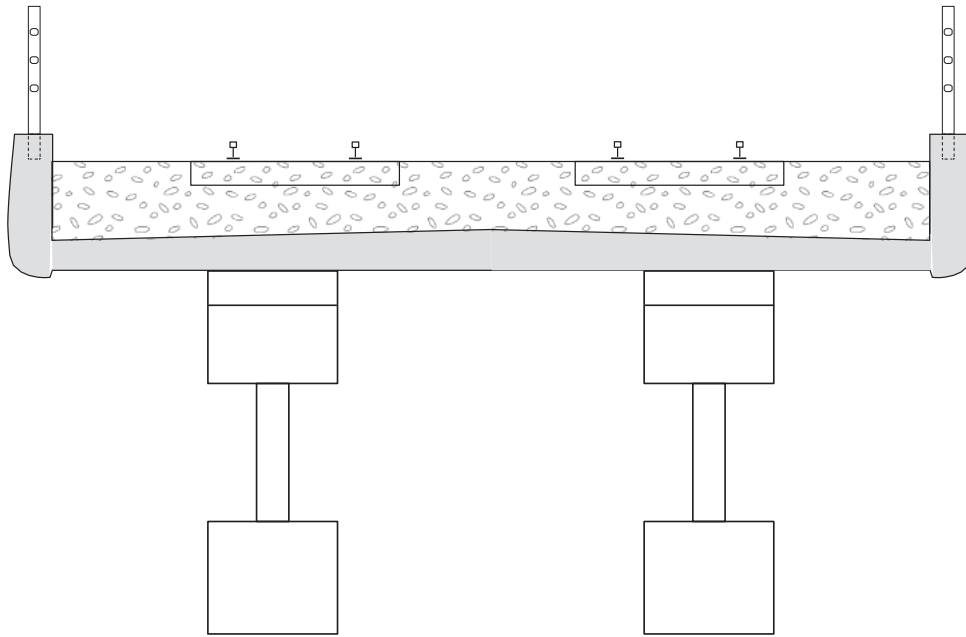
Figur 20 Sprengverksbru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	60-120 m
Antall spenn	Brutypen går typisk over tre spenn
Differensetninger	Holdes på et minimum
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekraft til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Bruoverbygningen	Brubjelken og skråstreverne i sprengverket støpes monolittisk sammen	

Tabell 21 Sprengverksbru.

Brutype 09 Buebru



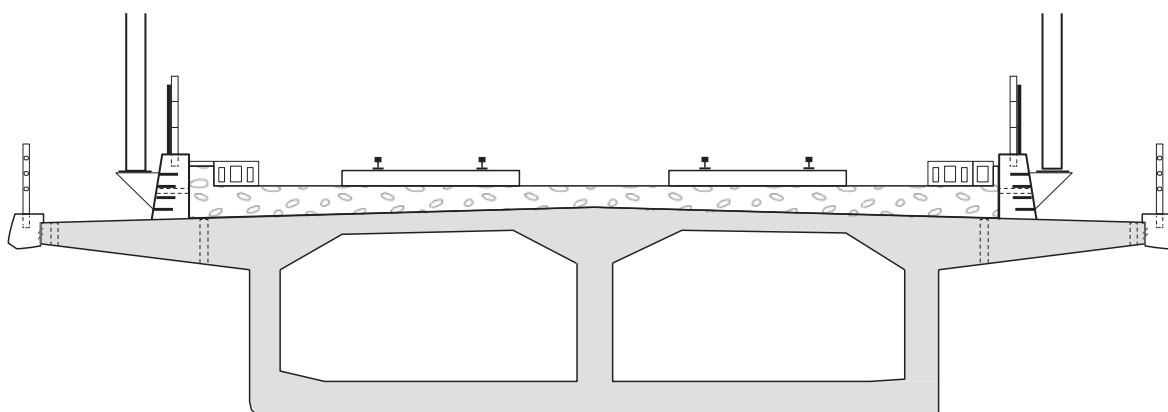
Figur 21 Buebru.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	40-150 m
Antall spenn	Kan utføres i ett eller flere spenn
Differensetninger	Holdes på et minimum
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekraft til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Bruoverbygningen	Gjelder betongplate opplagt på to underliggende buer i stål eller betong	
Buene	Det tilrettelegges for at utvendig inspeksjon av buene kan skje fra skinnegående lift der inspeksjonen ikke kan utføres med adkomst fra bakkenivå. Inspeksjon med droner bør vurderes som et alternativ der det er mulig. Hulrom som ikke har tilgang for inspeksjon skal utføres lukket og lufttett. Det må da trykkprøves eller ha spesiell utførelse av sveiser.	
Anbefalinger til utforming		
Element	Anbefaling	Utforming
Stålbue	<ul style="list-style-type: none"> Ved lukket stålkassebue skal innvendig korrosjonsbeskyttelse fortrinnsvis skje ved avfuktingsanlegg. Avfuktingsanlegget må utstyres med alarm som varsler evt svikt. Alternativt må beskyttelsessystemet tas fra JD 525 	

Tabell 22 Buebru.

Brutype 10 Frittframbyggbru



Figur 22 Frittframbyggbru.

Av hensyn til bruas bæreevne er den utstyrt med gangbaner. Rekkverket i bruas ytterkant er for gangtrafikk. Ved behov plasseres støyskjermer over ballastdrageren som står nærmere spor og støtter opp ballastpukken.

Ytelse	
Anbefalt spennvidde	70-175 m
Antall spenn	Brutypen går typisk over tre spenn
Differensetninger	Holdes på et minimum
Horisontal krumning	Fra krav til sporgeometri
Vertikal krumning	Fra krav til sporgeometri
Stivheter	Fra bruksgrensekrav til deformasjoner og vibrasjoner, ref. JD 525

Krav til utforming		
Element	Krav	Utforming
Brubjelke/søyer	<ul style="list-style-type: none"> Brubjelke og hovedsøyer støpes Av konstruksjonsmessige årsaker er denne type bru tegnet med gangbane på begge sider 	
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> Kassen skal ha adkomst for innvendig inspeksjon Det tilrettelegges for at utvendig inspeksjon av kassen kan skje fra skinnegående lift der inspeksjonen ikke kan utføres med adkomst fra bakkenivå. Inspeksjon med drone bør vurderes der dette er mulig. 	
Hovedsøyer	Hovedsøylene gis kasseform eller som to separate, parallelle skiver	Form for øvrig tilpasses formingsveileder
Element	Anbefaling	Utforming
Brubjelke/søyer	Brubjelke og hovedsøyer støpes fortrinnsvis monolittisk sammen	
Brukassen	<ul style="list-style-type: none"> Kasseveggene gjøres fortrinnsvis vertikale. Hvis sterke estetiske krav krever det, kan veggene gjøre svakt skrå med avtagende kassebredde nedover. Konsekvensene i form av redusert stivhet og bærekapasitet av brukassen må vurderes. 	

Tabell 23 Frittframbyggbru.

7.2.5 Overgangsbruere

Sikkerheten mellom jernbane og overgangsbruere skal ivaretas med nødvendige tiltak. Det henvises til notat *EK.800415-000 Felles krav til overgangsbruere Jernbaneverket og Statens vegvesen*, se vedlegg J. Ytterligere krav er beskrevet i Teknisk regelverk under kapittel for felles elektro og under kapittel for Bruere-prosjektering-overgangsbruere.

7.2.6 Eiendomsrett og restriksjoner i forbindelse med bruere og viadukter

Jernbaneverket skal erverve nødvendig grunn og rettigheter ved anlegg av ny bane og nye konstruksjoner. Under bruere over elv og vassdrag er det normalt ikke grunnlag for å erverve full eiendomsrett til grunnen. Jernbaneverket har i en del tilfeller klar interesseovervekt for å eie grunnen under ei bru. For eksempel der det etableres installasjoner, egne driftsveier eller annet i tilknytning til brua. Det skal avklares eiendomsrett, drifts- og vedlikeholdsansvar for veier, konstruksjoner og installasjoner som brukes i fellesskap med andre aktører.

Ved sikring av området under bruere med gjerde medfører barriere, og utilsiktet hinder for ferdsel, for eksempel vilt, allmenheten, landbruksdrift etc. Det vil også gi utilsiktet hinder i forhold til jordloven, med hensyn til bestemmelser om driveplikt for dyrka mark.

Det er faktisk bruk av områdene som kan påvirke stabiliteten for brufundamentene, og som vil utgjøre eventuelle faremomenter. Dette krever mer enn eiendomsrett, typisk restriksjoner for aktiviteter som kan påvirke i negativ forstand. Et egnet virkemiddel kan være tett samarbeid og oppfølging blant grunneiere, og skilt med informasjon som angir hva som er tillatt, i kombinasjon med bestemmelser i reguleringsplan. Hovedtrekk i hvordan eiendomsrett og sikkerhet skal ivaretas oppsummeres slik:

- JBV eier viadukt/brulegeme, fundamenter og nødvendig areal rundt. Dette opprettes som egne matrikkelenheter (anleggseiendom)
- JBV eier areal under viadukt/bru hvor fri høyde er mindre enn 15 meter mellom underkant viadukt/bru og terreng
- Mulighetene for uønsket arealbruk under og til side for viaduktene må elimineres. Årsaken er stabilitetsmessige grunner, og må sikres gjennom konkrete bestemmelser i reguleringsplan, eventuelt restriksjoner eller rådighetsbegrensninger eller negative servitutter, samt skilt på ferdig bygget anlegg.
- Behovet for og eventuell eiendomsrett til driftsveg i permanent situasjon må vurderes konkret.

7.3 Tunnel

7.3.1 Innledning

Jernbanetunneler er konstruksjoner som fører jernbanen gjennom fjell, åser eller tettbebygde områder uten plass for jernbane. I det etterfølgende behandles hovedsakelig fjelltunneler, men løsmassetunneler er omtalt i 7.3.6.4. og betongtunneler (cut and cover) er omtalt i 7.3.6.5. Dokumentet omhandler ikke tekniske løsninger for senketunneler. Portaler nevnes kun her; at de skal fremstå som byggverk uten å dominere omkringliggende landskap. Det er derfor viktig å tilpasse portalutformingen og omkringliggende konstruksjoner (støttemurer og lignende) slik at de tilpasses terrenget rundt inngrepet.

I dette kapittel behandles følgende tema for tunnel:

- Generelle krav til tunneler
- Prosjekteringsforutsetninger
- Tunnelkonsepter
- Drivemetode
- Tunnelkonstruksjon
 - Beskyttelse mot brann, vann- og frostskafer i tunnel
 - Tunnelvernsnitt
 - Dreneringssystem i tunnelen
 - Komfortnivå
 - Tiltak for trykkredusering i tunneler
- Sikkerhetstiltak
- Retningslinjer for tunneler på InterCity-strekningene
- Referanser

Overordnede strategiske føringer

En tunnel er et omfattende prosjekt som bygges for en brukstid på mer enn 100 år. Dette tilsier lang levetid for stabilitets- og sikringskonstruksjonene. Det er derfor naturlig å stille strenge krav til disse for å ivareta pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet.

Samtidig kan det være vanskelig å få tilgang til tunnelen for utførelse av vedlikehold og fornyelse. Dette tilsier at man velger tekniske løsninger for tunnelen som sikrer enkelt vedlikehold samtidig som man minimerer utstyr og installasjoner som legges inn i hovedtunnelen. Dette må sikres gjennom å velge enhetlige løsninger som fører til standardisering og derved kostnadseffektive løsninger.

Tunneler i hardt berg skal være basert på Q-systemet eller tilsvarende klassifiseringssystem. Tunneler skal prosjekteres i henhold til Norsk Standard, NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering. Hvis berget ikke er selvbærende skal tunnelen utformes for å tåle de overliggende masser.

7.3.2 Generelle krav til tunneler

For utbygging av InterCity-prosjektet stilles det nye og høye krav til dimensjonering, sikkerhet og vedlikehold der hver tunnel skal prosjekteres iht. Technical specification for interoperability relating to safety in railway tunnels, 2014 (TSI)

Jernbaneverkets Tekniske regelverk gir retningslinjer for utforming, bygging og dimensjonering av tunneler. Regelverket omhandler i tillegg krav til sikkerhetstiltak i henhold til TSI SRT 2014. Tunneler skal prosjekteres i henhold til Norsk Standard, NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering.

Grunnlag for dimensjonering:

Dimensjonerende trafikk er gitt i Konseptdokumenter for InterCity Doknr: ICP-00-A-0004, og tilbudskonseptet for hver strekning for år 2050.

Tunneler skal dimensjoneres for en hastighet inntil 250 km/h og brukstid på 100 år (linjehastighet på aktuell strekning bestemmer dimensjonerende hastighet). Oppetidskravet på 99,6 % krever at utformingen er slik at vedlikeholdsarbeidet minimeres og behov for sportilgang er minste mulig. Tilgjengelige hvite timer for vedlikehold er gitt i konseptdokumentet for InterCity. Det skal tilrettelegges for rømningsveier som tilfredsstiller selvredningsprinsippet iht. TSI SRT 2014 og Teknisk regelverk.

Dimensjonerende trafikkklasse for InterCity-strekningene er trafikkklasse F2/P2 (TSI Infrastructure 2014) der togene er klassifisert til rullende materiell kategori B (TSI SRT 2014).

7.3.3 Prosjekteringsforutsetninger

Grunnundersøkelser og bergtekniske vurderinger i UPB-prosessen skal dokumenteres i de forskjellige fasene av teknisk prosjektering slik det fremgår av vedleggene d til h i kapittel 5 under «4. Generelle geotekniske krav» i Teknisk regelverk for Underbygning. Rapporten skal gi en sammenstilling av de undersøkelser som er utført, og tolkning av de fremkomne resultatene og gi en prognose over forventede bergforhold. Det skal klart fremgå hva som er fakta og hva som er tolkninger.

Detaljeringsnivå på de ingeniørgeologiske undersøkelsene og notatene skal følge detaljeringen i prosjekteringsfasen i henhold til Statens vegvesens håndbok N500. Det skal prosjekteres i henhold til Eurokode 7 og ikke Norsk Standard NS3480 Geoteknisk prosjektering. Det må finnes et avsnitt i notatet som angir geoteknisk kategori for hver tunnel.

Eurokode 7 skal legges til grunn for all ingeniørgeologisk og bergteknisk prosjektering ved at krav for dimensjonerende situasjoner i jord og berg må kontrolleres og at grensetilstander ikke overskrides.

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 – Del 1: Allmenne regler.

NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. Ifølge Eurokode 7 skal det ved ingeniørgeologisk prosjektering vurderes bergteknisk grunnlag som kan påvirke totalstabilitet av hele eller deler av «konstruksjonen». Dersom berget ikke er selvbærende skal tunnelkonstruksjonen dimensjoneres for å bære overliggende masser.

Konsekvensklasse

Konsekvensen av en skade i midlertidig fase (før ferdigstilling), som ikke går ut over eksisterende bane i drift, vurderes som alvorlig og defineres til konsekvensklasse 2. Konsekvensen av en skade i permanenttilstanden, vurderes som stor/svært alvorlig; konsekvensklasse 3.

Pålitelighetsklasse

Jernbanetunneler som har en bergoverdekning mindre enn halve tunnelbredden og senketunneler defineres i pålitelighetsklasse 3. Når bergforholdene er svært godt kjent, kan tunneler defineres i pålitelighetsklasse 2.

Kontrollklasse

Pålitelighetsklasse 2 (CC/RC 2) gir kontrollklasse N (normal).

Pålitelighetsklasse 3 (CC/RC 3) krever utvidet kontroll, kontrollklasse U.

Geoteknisk kategori

Som utgangspunkt skal tunnelkonstruksjoner definert til pålitelighetsklasse 3 komme i geoteknisk kategori 3. For geoteknisk kategori 3 er det krav til uavhengig tredjepartskontroll.

Som et utgangspunkt for planlegging skal tunneler som har en bergoverdekning mindre enn halve tunnelbredden, senketunneler og tunneler med mye høye spenninger kategoriseres i geoteknisk kategori 3, og bli kontrollert gjennom tredjepartskontroll. Ved en endring av geoteknisk kategori skal et notat dokumentere vurderingen og denne skal aksepteres av JBV i neste prosjekteringsfase.

Laster

Ifølge NS-EN 1990 bør dimensjonering ved beregninger utføres på grunnlag av partialfaktormetoden. Partialfaktorene er angitt i Eurokoden og i nasjonalt tillegg (NA).

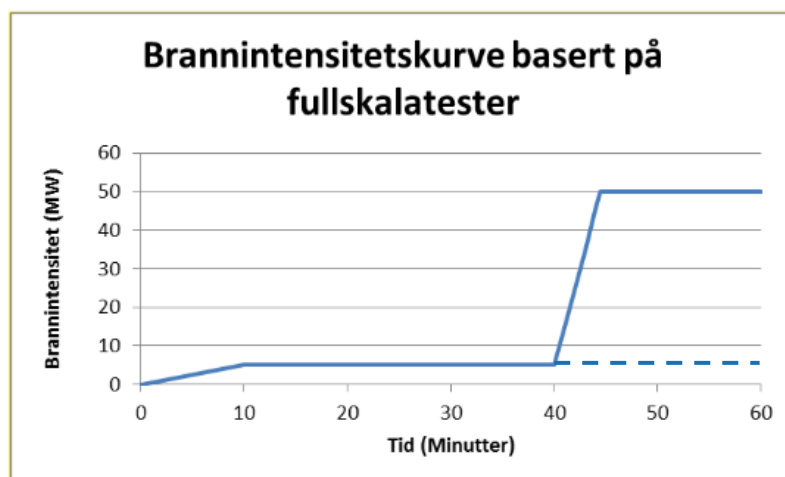
Brannlast

Dimensjonerende brannunderlag (DNV 2012) for jernbanetunneler er gitt i tabell 24.

Dimensjonering for brann i jernbanetunneler- InterCity prosjektet	
Sikkert område	50 MW
Lastbærende konstruksjon	30 MW
Under selve evakueringsfasen	5 MW
For slokkevannsinnsats	5 MW

Tabell 24 Dimensjonering for brann.

Lastbærende konstruksjon skal prosjekteres i henhold til Teknisk regelverk og Eurokode 2 som brukes for konstruksjoner av stål og betong. For særskilte lastbærende konstruksjoner så som senketunneler må man risikovurdere komplikasjoner ved rehabilitering, sikkerhet og samfunnskonsekvens.



Figur 23 Brannintensitetskurve (modifisert DNV 2012).

7.3.4 Tunnelkonsepter

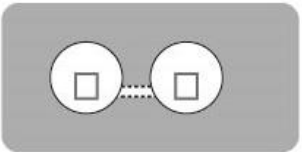
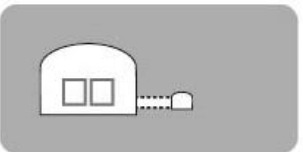

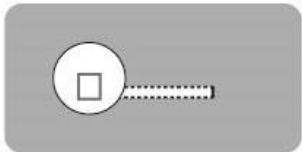
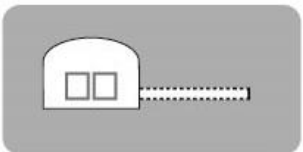
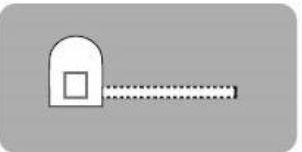
Det er innhentet erfaringer fra flere land med jernbanetunneler i drift og under bygging. En generell trend er at lange tunneler (>15 km) bygges som enkeltspors tunneler, mens kortere tunneler, bygges som dobbeltspors tunneler (<5 km) når normalt vedlikehold kan utføres i tunnelene. Dersom tverrtunneler overstiger 45% av tunnelengden for dobbeltspors tunnelen bør

alternativer vurderes (Trafikverket 2013). I tillegg må tverrforbindelser som er mer enn 50 m være tilgjengelig med kjøretøy.

Følgende prinsipielle tunnellop kan benyttes for jernbane:

- En stor dobbeltsporet tunnel med rømningsveier til det fri eller annet sikkert sted minimum hver 1000 m.
- En stor dobbeltsporet tunnel med parallell service-/ rømningstunnel med tverrforbindelse for rømning for minimum hver 1000 m.
- To separate enkeltspors tunneler med tverrforbindelse mellom disse hver 500 m.

Anbefalinger til utforming
• Tunnellengde 0-5 km: Dobbeltspors tunnel
• Tunnellengde 5-15 km: Dobbeltspors- eller enkeltspors tunnel
• Tunnellengde > 15 km: Enkeltspors tunnel

TBM driving - Enkeltspors tunnel	Konvensjonell driving - Dobbeltspors tunnel	Konvensjonell driving - Enkeltspors tunnel
		
To løp - enkeltsporet tunnel – TBM.	Ett løp – dobbeltsporet tunnel m/ vedlikeholds tunnel.	To løp - enkeltspors tunneler.
		
Ett løp - enkeltsporet tunnel – TBM.	Ett løp – dobbeltsporet tunnel.	Ett løp – enkeltspors tunnel.

Figur 24 Prinsipielle løsninger for tunnelkonsepter.

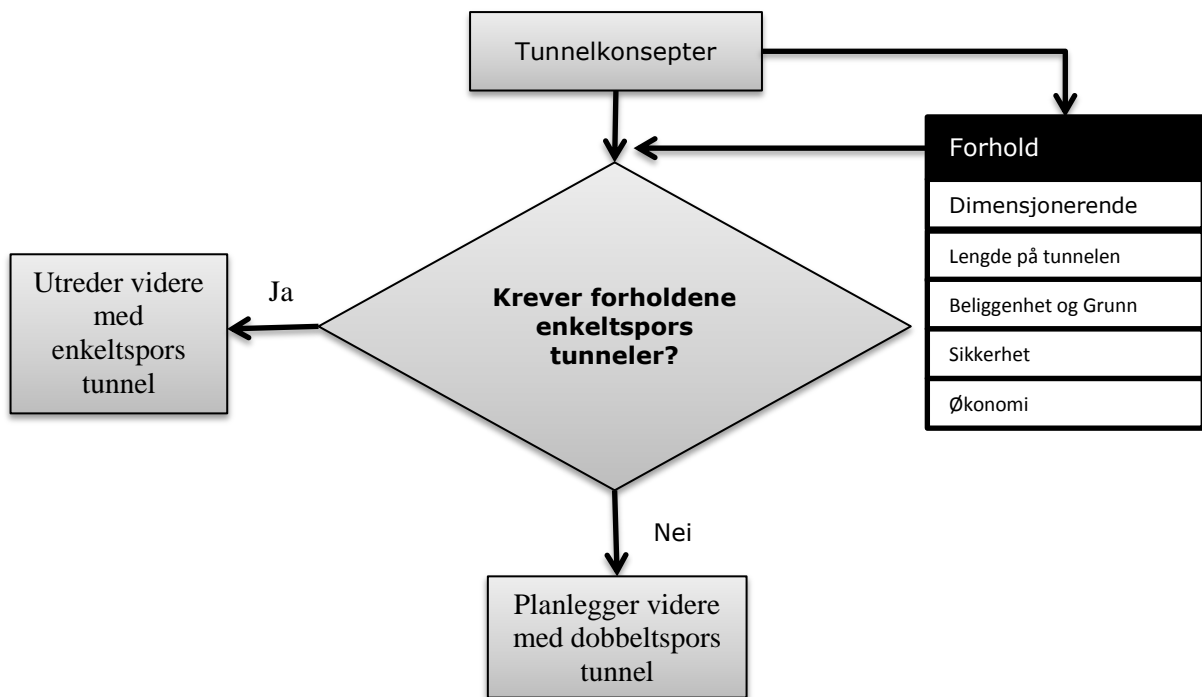
Valg av tunnelkonsepter gjøres på bakgrunn av følgende kriterier:

- Dimensjonerende trafikk (behov for sporveksler og effektivt vedlikehold inkl. servicespor)
- Lengden på tunnelen og tverrtunneler
- Beliggenhet, grunnforhold og påvirkning fra omgivelsene
- Sikkerhet
- Økonomi og kost/nytte effekten
- Byggetid og fremdrift

Andre forutsetninger:

Andre forhold som kan påvirke løsningen for tunneler er forskjellige sikkerhetstiltak samt koordinering, begrensninger og hensyn til andre anlegg:

- Vibrasjoner og støy
- Koordinering med tilstøtende prosjekter
- Eksisterende-/ sensitive-/ underjordiske tunneler og anlegg



Figur 25 Beslutningsprosess tunnelkonsepter.

Tunnelløp
<p>Dimensjonerende trafikk</p> <p>Dimensjonerende trafikk danner grunnlaget for tunnelens RAM-krav eller tilgjengelighets- krav. Det har blitt vurdert at hastighet ikke påvirker valget av tunnelløsning men det gjør kapasitet og oppetid. I tillegg må effektivt vedlikehold i tunnelen utføres i hvite timer for å sikre at trafikken ikke blir berørt. Tilgjengelighet for normalt vedlikehold og eventuelt planlagt stenging av tunnelen må vurderes ved valget av antall tunnelløp. Ved en stor dobbeltspors tunnel vil man legge opp til arbeid i ett spor og samtidig trafikk i nabospor. I to enkeltspors tunneler kan man stenge ett løp, og kan avvikle trafikken begge veier i det andre løpet.</p> <p>Tiltak som kan redusere vedlikeholdstilgang i tunnelen under trafikk må identifiseres. Ved to enkeltspors tunneler vil det være mer utstyr som skal vedlikeholdes. En stor dobbeltsporstunnel gir muligheter for å plassere teknisk utstyr i tilknytning til service-/ rømningsveiene slik at adkomst til disse er uavhengig av skinnegående kjøretøy og sportilgang. Vedlikeholdstoget gjør at sporarbeid kan utføres godt beskyttet i en stor dobbeltsporstunnel. Dimensjonerende trafikk (oppetid og kapasitet), sporgeometri og vedlikehold er avgjørende for valg av tunnelløsning.</p> <p><i>Grenseverdier for togmøte person- og godstog og for entring av tunnel:</i> Godstog: Maks. 750 meter toglengde og 100 km/h i toghastighet. Persontog: Maks. 330* meter toglengde og <250 km/h i toghastighet. *Triple togsett kan bli aktuelt på lengre sikt.</p>
<p>Lengden på tunnelen og tverrtunneler</p> <p>Lengden av tunneler, inklusivt tverrtunneler er en dimensjonerende parameter for valg av tunnelløsning.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tunnellengde 0-5 km: Dobbeltsporstunnel • Tunnellengde 5-15 km: Dobbeltsporstunnel eller enkeltsporstunneler • Tunnellengde > 15 km: Enkeltsporstunneler <p>Behov for parallell service-/ rømningstunnel med tverrforbindelse for rømning for minimum hver 1000 m for dobbeltsporstunneler og hver 500 m for enkeltsporstunneler. I tillegg skal tverrforbindelser som er mer enn 50 m lange være tilgjengelig for kjøretøy.</p>
<p>Beliggenhet, grunnforhold og påvirkning fra omgivelsene</p>

Geologi og topografi for planlagt tunnel er en viktig faktor for valg av ett og to løp. Hvis det ikke er mulig å få til rømning til det fri eller annet sikkert sted ved rømningsveier for minst hver 1000 meter, må det vurderes service-/ rømningstunnel eller to løp. Lav fjelloverdekning, dårlig bergkvalitet eller mye vann kan begrense valget.

Sikkerhet

Sikkerhetsmessig vil alle tunnelloesningene tilfredsstillende krav til sikkerhet iht. TSI SRT 2014. Sikkerhetsforskjellene for enkeltspors- kontra dobbeltsporstunnel er helt marginale (Trafikverket 2013). På strekninger med en vesentlig mengde godstrafikk kan forskjellen i sikkerhet være signifikant. For tunneler lengre enn 500 meter, skal i henhold til TSI SRT 2014, kravnr: 4.2.1.6, rømningsvei finnes på den ene siden av sporet i en enkeltspors tunnel, og på begge sider av tunnelen i en dobbeltspors tunnel. I tunneler med mer enn to spor skal det være adgang til en gangbane fra hvert spor. For tunneler kortere enn 500 m er det tilstrekkelig med rømningsvei på ene siden av sporet uavhengig av antall spor. Tilgjengelighet for beredskapspersonell må vurderes.

Økonomi

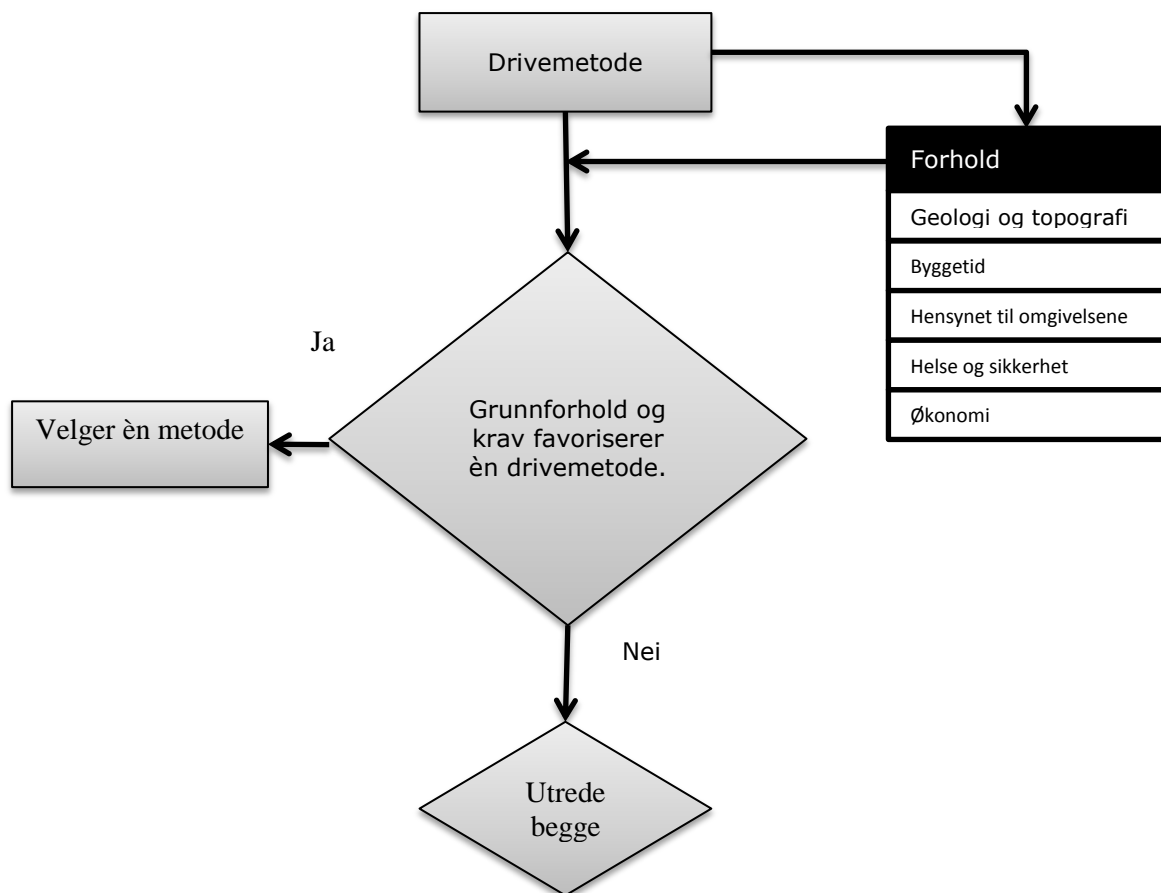
Vurdere livsløpskostnadene der kostnader til drift og vedlikehold veies opp mot investeringskostnader.

7.3.5 Drivemetode

Jernbanetunneler har relativt stiv kurvatur både for vertikal- og horisontalgeometrien, og det er normalt få muligheter for å legge om tunneltraséen for å unngå svakhetssoner. I tillegg går ofte jernbanetunneler gjennom sentrale områder med mye bebyggelse som er ømtålig for miljøpåvirkning. Dette byr ofte på krevende utfordringer, og stiller store krav til planlegging og forberedende arbeider.

Konvensjonell driving med boring og sprengning er en fleksibel metode når fjellforhold, innlekkasje og tunnelgeometri er varierende. Denne drivemetoden er fleksibel der hvor hensyn til omgivelsene stiller strenge krav til å unngå innlekkasje og man kan gjøre systematisk forinjeksjon og vanntetting av tunnelen. Ifølge tidligere evalueringer av drivemetode er boring og sprengning mest effektivt for tunnallengder opp til 7.000m med hensyn til tid, og opp til 18.000m med hensyn til kostnad (TRV 2013). Boring og bryting (drill & split) er kun hensiktsmessig for meget korte tunneler (maks 100 meter) og når grunnforhold og sikkerhetskrav er spesielt krevende.

Fullprofilboring ved TBM er godt egnet for lange tunneler og er skånsom mot omgivelsene i tettbefolkede områder. Det vil også redusere behovet for mellomgraving, tverrtunneler, møteplasser og anleggsveier som vanligvis kreves ved lengre tunneler med tradisjonell tunneldrift. Det er ikke hensiktsmessig å drive tunnel med TBM for et dobbeltsporet profil.



Figur 26 Beslutningsprosess drivemetode.

Drivemetode
<p>Geologi og topografi</p> <p>Det må gjøres en vurdering av bergets beskaffenhet og tunnelens innlekkasjekrav. Fullprofilboring (TBM) har fordeler ved lange tunneler, sensitive miljøer, vanskelighet ved bygging av anlegg og ved bergarter som ikke gir for høy kutterslitasje. Geologiske forhold må også være godt kjent og relativt homogene når foreslått løsning er TBM. Spesielt er det fordeler ved driving under bebygde områder ved at risiko for setningsskader (pga. senkning av grunnvannsnivå) minskes i driveperioden. TBM-drift er mindre fleksibel enn konvensjonell driving ved uforutsette utfordringer som ras, mektige svakhetssoner og store uventede vanninnlekkasjer. Det forutsettes mer omfattende og grundige forundersøkelser dersom TBM er aktuell drivemetode.</p>
<p>Byggetid</p> <p>Total byggetid, herunder risiko for forsinkelser må vurderes. TBM krever et forholdsvis stort område for etableringen og lang tid for mobilisering/ montering og ved forberedende arbeider. Tunneldriving med boring og sprengning gir fleksibilitet og mulighet til å drive fra mange påhugg/ tverrslag, hvilket kan gi betraktelig reduksjon i byggetid.</p>
<p>Hensyn til omgivelsene</p> <p>Konvensjonell sprengning gir god fragmentering av steinmateriale som dermed kan gjenbrukes i større grad i prosjektet enn steinmaterialer fra TBM-løsning. Konvensjonell sprengning gir derfor en bedre massebalanse og bedre oppfyllelse av miljøkrav i prosjektet. TBM-drift er opphav til strukturbåren lyd og vibrasjoner. Konvensjonell boring og sprengning medfører annen type støy og vibrasjoner. Tunneldriving med sprengning medfører miljøulemper i tilknytning til tverrslag, veier og plasser for anleggsområder m.m.</p> <p>Hensyn til omgivelsene må vurderes i forhold til følgende faktorer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Massetransport/håndtering av masser • Muligheter for tverrslag • Støy og Vibrasjoner

- Utslipp av vann og belastning for nærmiljøet
- Drenering av omkringliggende masser (setninger som følge av poretrykksendring og endring i grunnvannstand)

Helse og sikkerhet

Helse og sikkerhet til personell under driving vurderes relatert til:

- Luftkvalitet og Støy
- Skiftarbeid
- Ulykker
- Mulighet for mekanisering av risikofylte operasjoner
- Redusering av eksponering for fare og udetonerte sprengladninger (Dolor)

Økonomi

Det må gjøres vurdering av kostnader knyttet til bygging, riggområder og logistikk. Sammenlignet med konvensjonell tunneldrift medfører fullprofilboring (TBM) større investeringsbehov i maskiner. Metoden innebærer også lengre mobiliseringstid, men kan gi betydelig raskere framdrift for lange tunneler. Det kreves normalt en viss lengde på tunnelene før fullprofilboring er konkurransedyktig på pris. Konsekvensene av eventuelle maskintekniske problemer eller vanskelige geologiske forhold kan bli større ved bruk av TBM enn ved tradisjonell sprengning. Markedsvurderinger må også ta hensyn til konkurrerende prosjekter og den økonomiske situasjonen i byggebransjen. Erfaringer fra Jernbaneverkets prosjekter den senere tiden skal innhentes og vektlegges.

7.3.6 Tunnelkonstruksjon

7.3.6.1 Stabilitetssikring

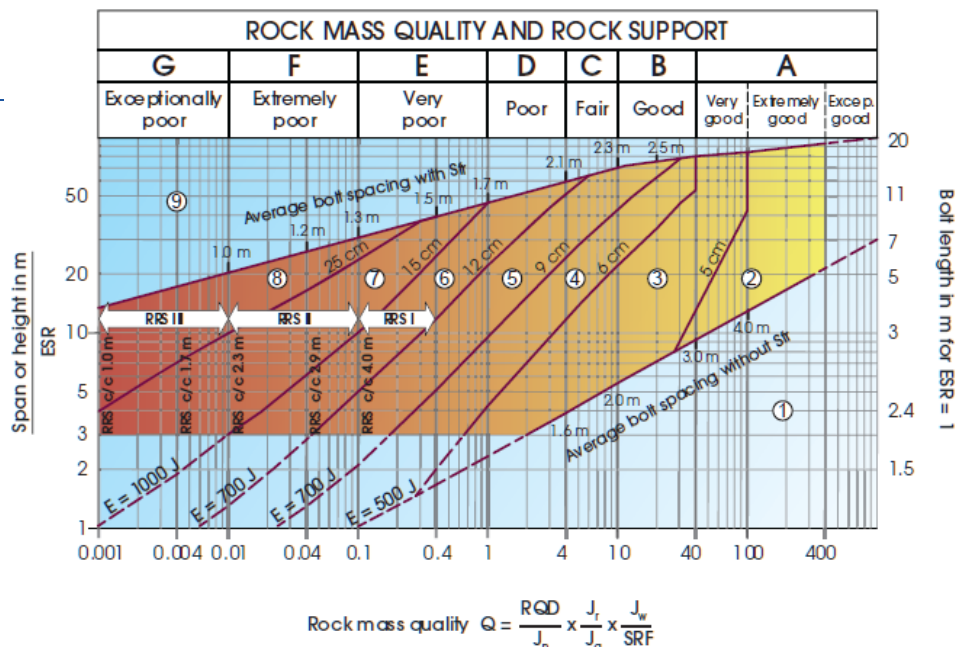
Stabilitetssikring skal baseres på Q-systemet ved kartlegging og klassifisering av berget. Det skal utføres ingeniørgeologisk kartlegging og bergmassen klassifiseres etter Q-systemet i bergmasseklassene A – G, som danner grunnlag for bestemmelse av stabilitetssikringen. I tillegg skal RMR- og eller GSI-systemet benyttes og for verifisering av Q-vurderingen under bygging.

Stabilitetssikringen skal være inndelt i bergsikringsklassene som er tilpasset for sportunneler og som knyttes til bergmasseklassene og danner grunnlag for senere dokumentasjon av geologi og utført sikring. Sprengning og rensningsopplegget vil også påvirke stabilitetssikringen i stor grad.

Ved dårlige grunnforhold (dårlig bergkvalitet eller mye vannlekkasje) og liten tunneloverdekning, må stabilitetssikringen revurderes. Hvis berget ikke er selvbærende skal tunnelsikringen utformes for å kunne bære de overliggende massene. Brede soner med svelleleire skal sikres med full utstøping

All sikring skal utføres slik at den kan være en del av den permanente sikringen. Det forutsettes at stabilitetssikringen vil sikre bergstabiliteten over hele tunnelens levetid (Teknisk levetid for bærende elementer 100år) og at vann – og frostsikringingen ikke skal inngå som en del av den bærende konstruksjonen.

Det skal settes av tilstrekkelig tid til geologisk kartlegging og 3D-skanning(og bilde tolkning) av tunnel i byggefasen og å sikre dokumentasjon for drift- og vedlikeholdsfasen. Tunnelen skal 3D-skannes både før og etter bergsikring.



Figur 27 Q-systemet med bergkvalitet og spennvidde.

7.3.6.2 Beskyttelse mot brann, vann- og frostskafer i tunnel

Generelle krav til konstruksjonen for vann- og frostsikring av konstruksjoner er gitt i Teknisk regelverk.

<https://trv.jbv.no/ts/Tunneler/Vann- og frostsikringskonstruksjoner>

Frostdimensjonering, se Teknisk regelverk- kap. Underbygning:

<https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering og bygging/Frost>

Krav til brann, vann- og frostsikringskonstruksjonen:

- Vann- og frostsikringen skal dimensjoneres for en teknisk levetid på minst 80 år. Levetid for konstruksjonen kan forbedres ved bruk av høyere kvalitet på materialer og kvalitetssikring under byggefasen.
- Beskyttelsen mot vann og frost skal klare trykk- og sugelaster for dimensjonert togtrafikk iht. Teknisk regelverk, se nedenfor (tabell 25).

Karakteristiske trykk- og sugelaster		
Dimensjonert trafikk	Enkeltsporet tunnel (kN/m ²)	Dobbeltsporet tunnel (kN/m ²)
V ≤ 200 km/h	±3	±4
200 < V ≤ 250 km/h	±4	±5

Tabell 25 Karakteristiske trykk- og sugelaster.

- Vannavskjerming skal sikre at det unngås vandrypp i hele tunnelens lengde og tverrprofil ovenfor sålen.
- I frostsone skal tunnelen være isolert slik at isdannelse hindres. Frostsonens lengde skal beregnes iht. Statens vegvesens håndbok R510 Vann- og frostsikring i tunneler. *Teknologi utarbeider en ny frostinntreningsmodell som skal brukes for nye tunneler istedet for Håndbok 510. (I skrivende stund er denne modellen ikke sluttlevert.)* Tiltak skal ivareta at dimensjonerende frostmengde for en 100-årsperiode, F100, maksimalt blir 6.000 h°C for underbygningen og 8.000 h°C for konstruksjoner og underbygningen. Lekkasjevannet skal føres frostfritt ned i dreneringssystemet.
- Der konstruksjonen hindrer visuell inspeksjon av berget, skal konstruksjonen dimensjoneres for ekstrem blokklast på 60 kN.
- Det bør ikke tilrettelegges for inspeksjon bak hvelv på konstruksjoner.

- Konstruksjonen skal dimensjoneres for ulykkeslast. Det skal foretas en helhetsvurdering av konsekvenser og konstruksjonens virkemåte i ulykkesituasjonen. Her inngår også en vurdering av konsekvenser når ulike deler av konstruksjonen fjernes (brutt sammen).
- Konstruksjonen skal være utformet slik at skadeomfanget begrenses til ulykkesstedet ved brann.
- I tilfeller der tunneler kan føre til sammenbrudd av viktige nærliggende strukturer, skal tunnelens ferdige overflate motstå temperaturen i en brann i en gitt periode som tillater evakuering av de truede tunnelområder og nærliggende strukturer. Denne tidsperioden skal avklares i beredskapsplanen. Den angitte kurven for temperatur/tid, EUREKA-kurven, er vist i figuren 24. Denne skal bare benyttes til betongkonstruksjoner.
- Konstruksjoner skal ikke bidra til brann, røykutvikling eller utvikle giftige gasser.

Beslutningsprosess vann- og frostbeskyttelse

For utbygging av InterCity-prosjektet skal det angis en primær konstruksjonstype for vann- og frostsikring som tilfredsstillende mange parametervalg og strenge krav. InterCity-prosjektet anbefaler drenerte løsninger inntil bergvegg istedenfor frittstående løsninger, fremst kontaktstøp og sprutbar membran. Anbefalinger i Teknisk designbasis samsvarer med Jernbaneløsningsrapport «Jernbanetunneler: Anbefalt konstruksjonsprinsipp», Doknr. 201507064-01, Revisjon 003, 2015 og i tråd med Teknisk regelverk.

InterCity-prosjektet anbefaler primært at konsept med kontaktstøp skal brukes for tunnelene. Kontaktstøp skal kombineres med sprutbar membran når det er hensiktsmessig. Sprutbar membran har begrensninger som må fastsettes i byggefasen, eksempelvis innlekkasje- og støvproblematikk samt kontrolldokumentasjon. I tillegg må frostinntrengningssone tydelig defineres i tidlig planleggingsfase. *Jernbaneløsningsrapportens teknologienhet utarbeider en ny frostinntrengningsmodell som skal benyttes. Frostberegning-verktøyet er per september 2016 ikke ferdigstilt.* Det vil være et behov for oppdatering av hvilke tunnallengder hvor sprutbar membran kan brukes.

Primært konsept skal brukes i kombinasjon med sprutbar membran der det er hensiktsmessig å bruke avhengig av:

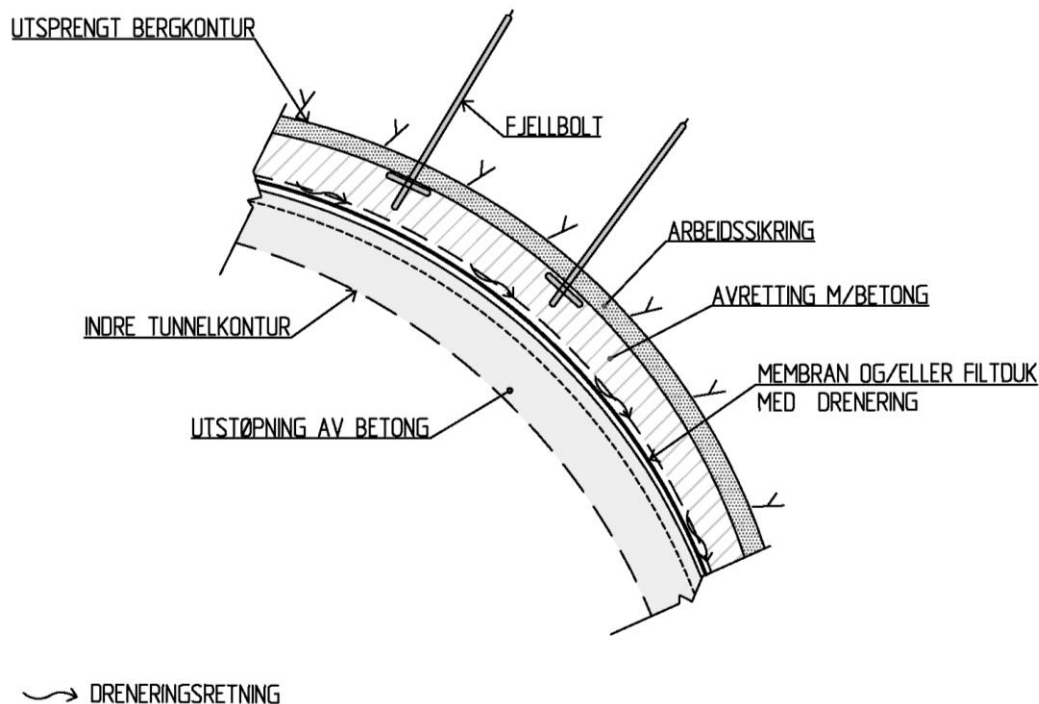
- Tunnellengde
- Frostinntrengning i tunnel
- Injeksjonskonsept og risiko for innlekkasje
- Anleggsgjennomføring og byggetid
- Tilstrekkelig kost/nytte effekt

Prinsipp for anbefalte konstruksjoner		
Tunnel lengde (m)		Konstruksjons-type
≤1.200	Primær type i hele tunnelen.	Kontaktstøp
1.200-3.000*	Primær type i frostsone og helhets vurdering.	Kontaktstøp Muligens med sprutbar membran
≥3.000	Primær type i frostsone med kombinasjon (helhets vurdering)	Kontaktstøp og sprutbar membran
Spesiell	Andre forutsetninger	Vurdere andre løsninger (lokalt):

	som må tas hensyn til	eksempelvis full utstøpning, drensstriper, rockdrain-løsning
*Avhengig av flere parameter inkl. nytt frostinntreningsverktøy.		

Tabell 26 Prinsipp for anbefalte konstruksjoner

Kontaktstøp med membranduk.



Figur 28 Kontaktstøp med membranduk

Løsningen bør generelt være uarmert, bortsett fra områder rundt nisjer og tverrforbindelser. Utfordringer med denne løsningen er at virkelig betongtykkelse (550-630mm) er mye større enn teoretisk (300mm). Løsningen kan bli innsisert fra spor. Denne løsningen brukes på Fellesprosjektet E6- Dovrebanen, Ulvintunnelen.

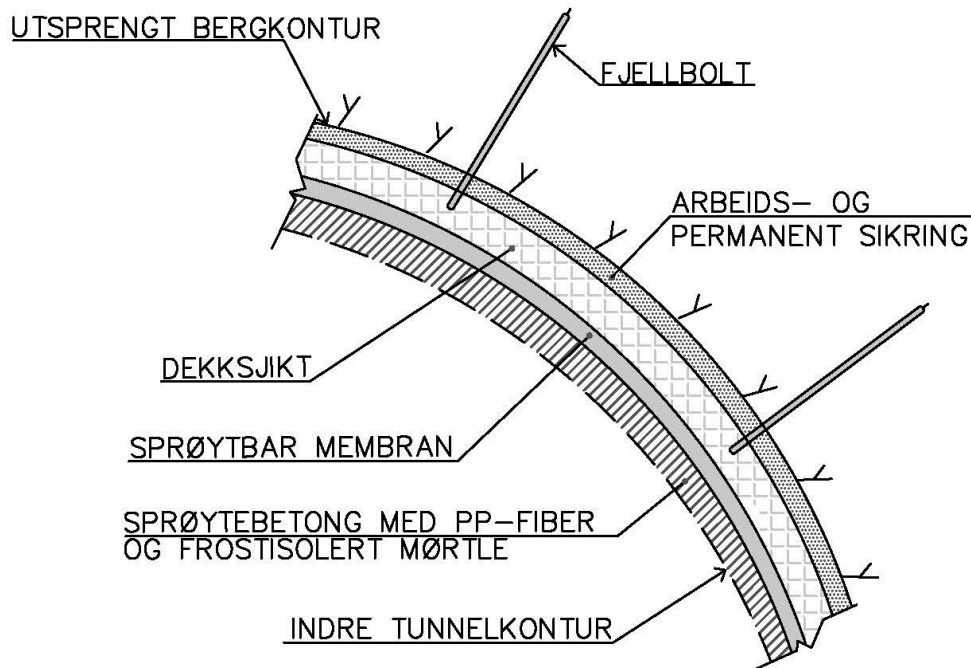
Løsningen har potensiale for forbedring ved:

- Krav til kontursprengning for redusert avrettingsbehov.
- Unngå eller redusere antall innstøpte trekkerør.
- Unngå drensgrøft under/ nær betongutforingsens fundament.
- Redusere behovet for nisjer.

Krav til utforming	
Element	Krav
Bergoverflate	<ul style="list-style-type: none"> • Krav til tilstrekkelig jevnhet på bergoverflaten for å hindre at kontaktstøpen får fastholdningspunkter mellom betong og berg.
Fundamenter	<ul style="list-style-type: none"> • Det etableres normalt et støpt kontinuerlig fundament på rensket fjell i tunnelsålen. • Ved buede vegger nederst i profilet skal fundamentene dimensjoneres for å ta opp horisontalkrefter.
Drenssjikt	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle typer: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tykk fiberduk/filt ○ Knotteplast ○ Fiberduk med plastnett på én evt. begge sider • Må opprettholde sin drenerende egenskap over tid, og evne til å motstå støpetrykk under støp.

Membran	<ul style="list-style-type: none"> • Membranen skal være vanntett med hensyn til avrenning • Generelt skal det benyttes heldekkende membran med sveiste skjøter. • Membranen skal seksjoneres. • Det er viktig med kontroll av membran før støp.
---------	--

Tabell 27 Kontaktstøp med membranduk.

Sprøytbar membran (sandwich-modell)**Figur 29 Sprøytbar membran med fiberarmert sprøytebetong og frostisolert mørtel.**

Denne løsningen består av en vanntett sprøytbar membran som befinner seg mellom lag av betong, sandwich modell/ komposittløsning direkte på berget. I tillegg bør sandwich-modellen kombineres med innsprøytede drenasjestriper mot berget der det er observert mye fukt og drypp. Tunnelen kan sprenges med mindre tverrsnitt og løsningen kan benyttes i områder med nisjer og ved endringer i tunneltverrsnittet. Løsningen bør ikke brukes i områder i tunnelen med sterkest frostpåkjenning og må frostsikres med isolerende mørtel eller partier med meget mye fukt. Løsningen er brukt hos Jernbaneverket i testfelt i deler av av Ulvin-, Bærum-, Holmestrand-, Gvingåstunnelene og i Porsgrunn. Det må også vurderes om løsningen trenger brannsikring.

Krav til utforming	
Element	Krav
Krav til bergoverflaten	<ul style="list-style-type: none"> • Alle forurensninger på overflaten må fjernes. • Ujevnheter i fjellkontur må dekket med dekk sjikt. • Det er behov for krav til fjellkontur, og bergrensning må være beskrevet med nøyaktighetskrav i prosesskoden. • Vanninnlekkasje til tunnelen må være lav – moderat.
Dekksjikt	<ul style="list-style-type: none"> • Dekksjiktet må være nøyaktig beskrevet (skal-krav) for bergrensning og ruhet. • Store lekkasjer må tettes.
Sprøytbar membran	<ul style="list-style-type: none"> • Dekksjiktet må være tilstrekkelig tørt før påføring av membran. • Sprøyting av membran må ikke gjøres ved lave temperaturer i tunnel eller fuktige forhold. • Membran må få tid til herdning, 2-4 dager. • Tykkelsen på membranen (ca 3-8mm) må kunne systematisk

	kontrolleres i byggefase i hele tunnelverrsnittet.
Fiberarmert sprøytebetong	<ul style="list-style-type: none"> • Krav til Sprøytbar membran må etableres som en sandwichstruktur med et utjevningsslag, sprøytbar membran og til slutt et dekskjikt uten fiber (ikke sprøytebetong med PP-fiber).
Isolert mørtel	<ul style="list-style-type: none"> • I frostsone skal membranen beskyttes med frostisolert mørtel. Dimensjonerende frostmengde er 6.000 h°C.

Tabell 28 Sprøytbar membran.

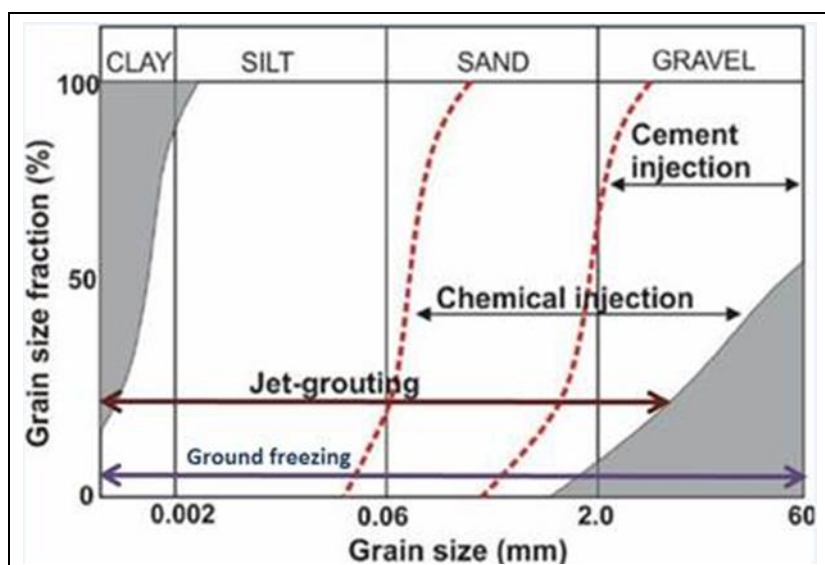
7.3.6.3 Anbefaling

For kortere tunneler (mindre enn 1.200 m) og i sterke frostpåkjente soner i tunneler anbefales kontaktstøp med membranduk. Innenfor frostsone i lengre tunneler anbefales sprøytbar membran (sandwich-modell) og ofte i kombinasjon med systematisk forinjektering. Denne anbefalingen for vann- og frostsikring er i tråd med Teknisk regelverk (Rapport Jernbanetunneler: Anbefalt konstruksjonsprinsipp, Doknr. 201507064-01, Revisjon 003, 2015).

7.3.6.4 Løsmassetunnel

Tunneldriving i jordmaterial og uten bergoverdekning, i det minste i henget, defineres som en løsmassetunnel. Dette kapittelet dekker ikke cut & cover metoder/ åpen byggegrop.

Tunneler i berg med meget lave Q-verdier drives vanligvis enten ved hjelp av spilingbolt, rørskjerm eller forbolting. Ofte forsøkes et likt konsept når bergoverdekningen er lav eller mangler. En stor forskjell for tunneler i løsmasser er at løsmasser som regel må stabiliseres i forkant av tunneldrivingen og at de stabiliserte massene ikke kan inngå som en del av den permanente konstruksjonen. Vanligvis, og alltid under grunnvannstand, vil det være behov for en vanntett konstruksjon i permanenttilstand. Injisering er generelt ikke egnet som vanntetningsmetode i løsmasser og dårlig egnet som stabiliseringsmetode (se figur 38).



Figur 30 Ulike tekniker for grunnforbedring av løsmassene (modifisert etter Passlick and Doerendahl, 2006- limits for various soil types).

Nedenfor er det listet ulike metoder for midlertidig sikring ved masseuttak, forhåndsstabilisering av løsmassene, og behovet for vanntetthet av den permanente konstruksjonen, avhengig av type løsmasser tunnelen skal drives gjennom og om det er over eller under grunnvannstand.

Tunneldriving (metoder) gjennom forskjellige løsmasser									
Metoder		Over grunnvann				Under grunnvann			
		Leire	Silt	Sand, grus	Morene	Leire	Silt	Sand, grus	Morene
Midlertidig sikring ved masseuttak	Skjold, rør	√	(√)	(√)	-	√	-	-	-
	Boret rørskjerm	√	*	*	√	√	-	-	(√)
	Mikrotunneler	√	√	√	√	√	(√)	√	(√)
	Jetpeler	√	√	√	(√)	√	√	√	(√)
	Grunnfrysing	√	√	√	√	√	√	√	√
Forhånds-stabilisering av løsmassene	Kalk-/sementpeler	(√)	-	-	-	(√)	-	-	-
	Jetpeler	√	√	√	√	√	(√)	√	(√)
	Drenering	-	-	-	-	-	-	√	(√)
	Grunnfrysing	√	√	√	√	√	√	√	√
Permanent konstruksjon	Drenert	√	√	√	√	(√)	-	-	(√)
	Udrenert/vanntett	-	-	(√)	-	√	√	√	√

*Ikke egnet i ensgraderte masser.

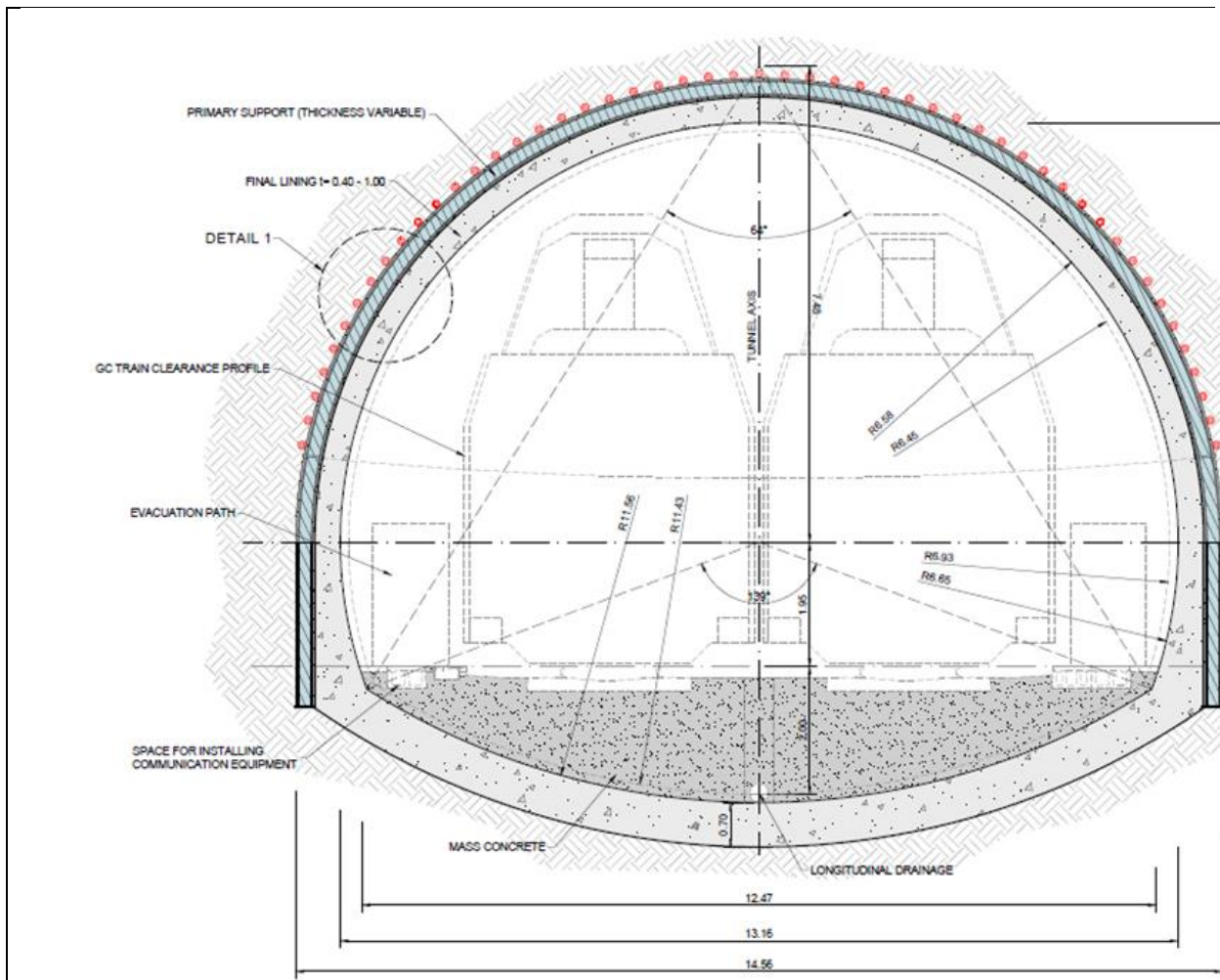
Figur 31 Tunneldriving gjennom løsmasser.

At tunnelen går gjennom løsmasser vil ofte kreve at den permanente konstruksjonen er vanntett og tåler en vanntrykksbelastning lik dimensjonerende poretrykk. En udrenert og vanntett konstruksjon benyttes når det er viktig å opprettholde poretrykk for å unngå setninger eller drenering av ømfintlige områder, og tunnelsålen går dypere enn grunnvannstand.

For at den permanente tunnelkonstruksjon skal kunne utføres som en drenert løsning må både jernbaneløp og omgivelsene kunne akseptere de konsekvensene den resulterende innlekasjen vil gi.

Uttak av masser inni løsmassetunnelen (etter stabilisering)																			
Metoders egnethet til masseuttak ved tunneldriving i løsmasser.		Over grunnvann					Frysning						Under grunnvann						
		Leire	Silt	Sand, Grus	Morene	Blokk	Betong- Jetpeler	Leire	Silt	Sand, Grus	Morene	Blokk	Betong- Jetpeler	Leire	Silt	Sand, grus	Morene	Blokk	Betong- Jetpeler
Masseuttak	Tunnelboremaskiner (TBM)	(-)	(-)	√	(√)	√	√	√	√	√	√	√	(-)	(-)	√	(√)	√	√	
	Boring og Sprenging (D&B)	-	-	-	(√)	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	(√)	√	√	
	Boring og Bryting (D&S)	-	-	-	(√)	√	√	(√)	(√)	√	√	√	√	-	-	-	(√)	√	√
	Pigging/ Sprekking	-	-	-	(√)	√	√	(√)	(√)	√	(√)	√	√	-	-	-	(√)	√	√
	Roadheader	-	√	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	-	-	-	(√)	√	√
	Graving	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	-	-

Figur 32 Uttak av masser inni løsmassetunnelen (etter stabilisering).

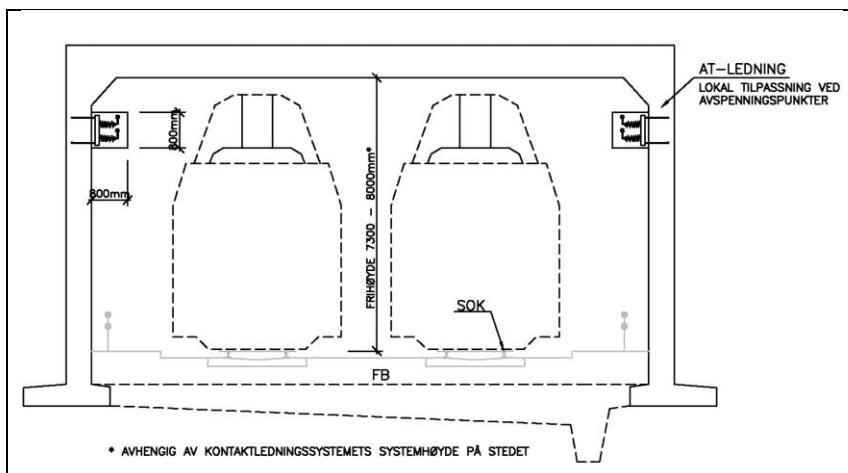


Figur 33 Foreløpig bilde på Prinsipp for en løsmassetunnel.

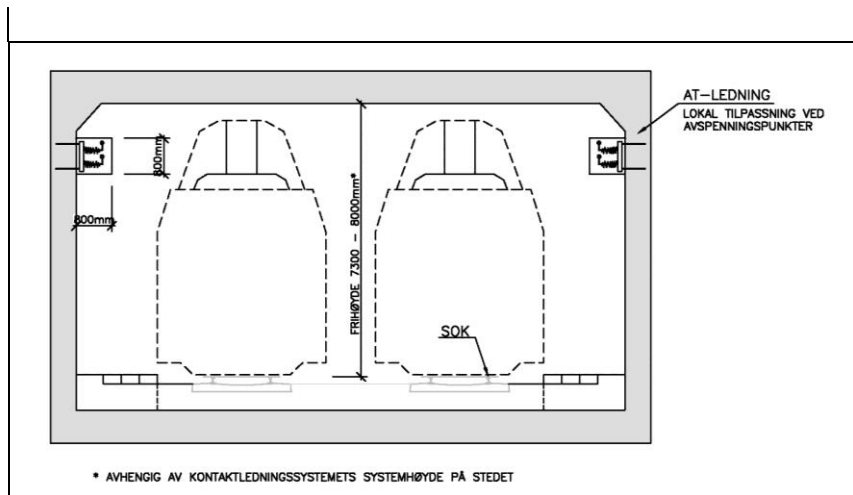
Indre friareal skal være likt for bergtunneler og for løsmassetunneler dvs hengen har bue med et friareal på 93m².

7.3.6.5 Betongkulvert

Prinsipp for betongkulvert er at den kan gjøres både drenert og som udrenert konstruksjon avhengig av vertikale og horisontale krefter på konstruksjonen. I tillegg skal det vurderes kontaktledningssystemets høyde i henhold til frihøyde for betongkulvert og om det krever lokal tilpassing for avspenningspunkter.



Figur 34 Betongkulvert (Drenert).



Figur 35 Betongkulvert (Udrenert).

Frihøyde i betongkulvert

Frihøyde i tunnelen er som standard 8.000mm fra SOK men er avhengig av kontaktledningssystemets systemhøyde på stedet. Dersom kontaktledningsanlegget ikke har seksjon- eller vekslingsfelt i kulverten, så er det mulig å redusere frihøyden med 500mm mellom 7.300 og 6.800mm

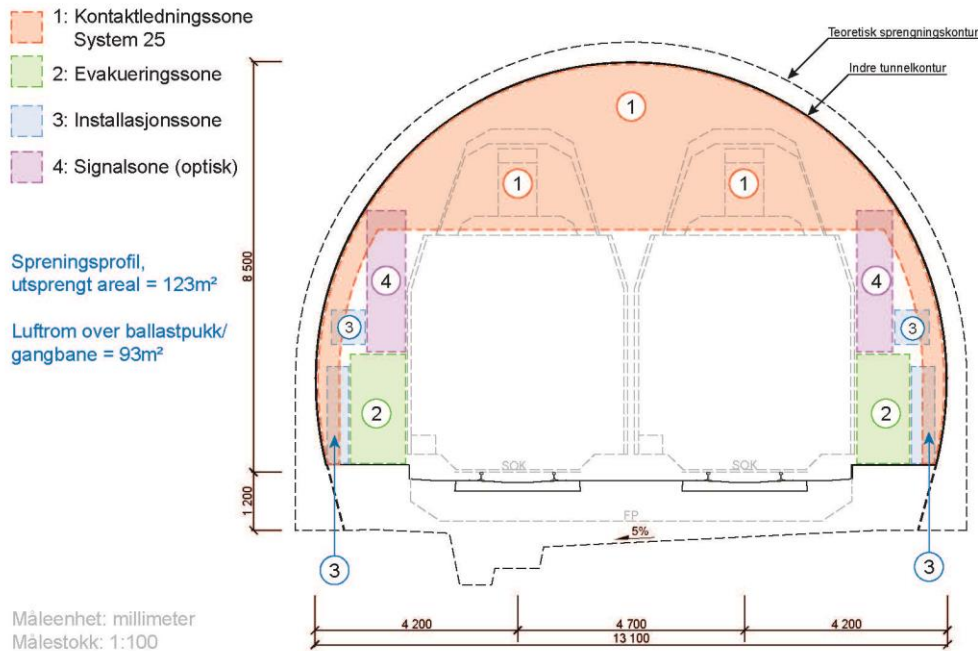
AT-ledning i betongkulvert

AT-ledninger kan henges opp i tak eller på vegg avhengig av hva som er best egnet i forhold til kulvertens lysåpning. I kulverter hvor det finnes avspenningspunkter for kontaktledning må det gjøres lokale tilpassinger for å få tilstrekkelig avstand mellom AT-ledere og avspenningsliner. Foreslått plassering av AT-ledning i kulvert er vist i figur 42 og figur 43.

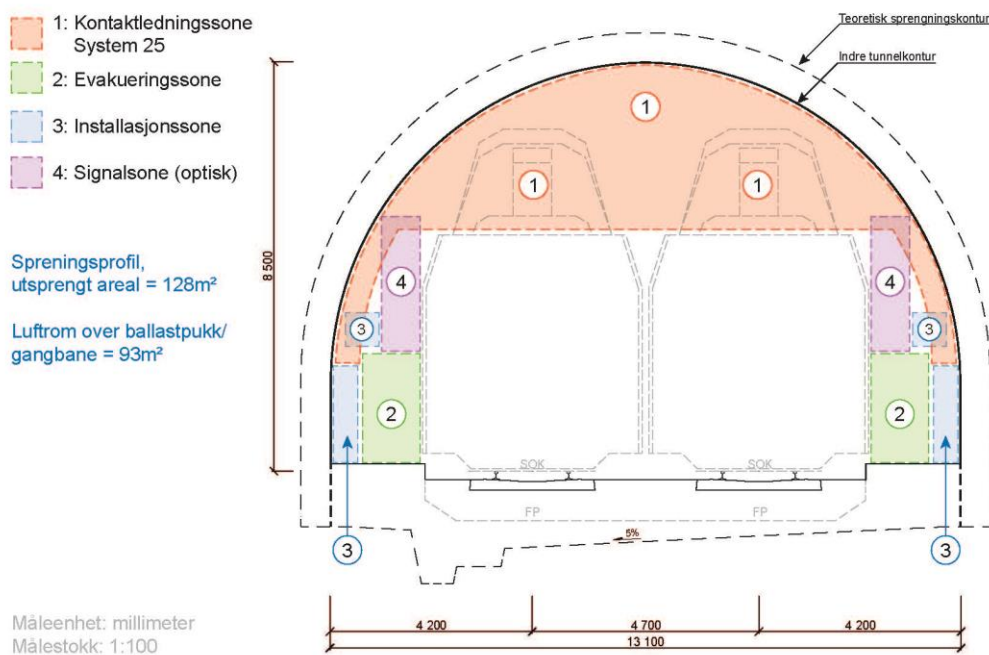
7.3.6.6 Tunneltverrsnitt

Geometri og areal: For mer detaljerte tunneltverrsnitt: Temarapport: «Forslag til tunneltverrsnitt», ICP-00-A-00033-01A, 2016-05-26 med tilhørende modell ICP-00-2100X.dwg.

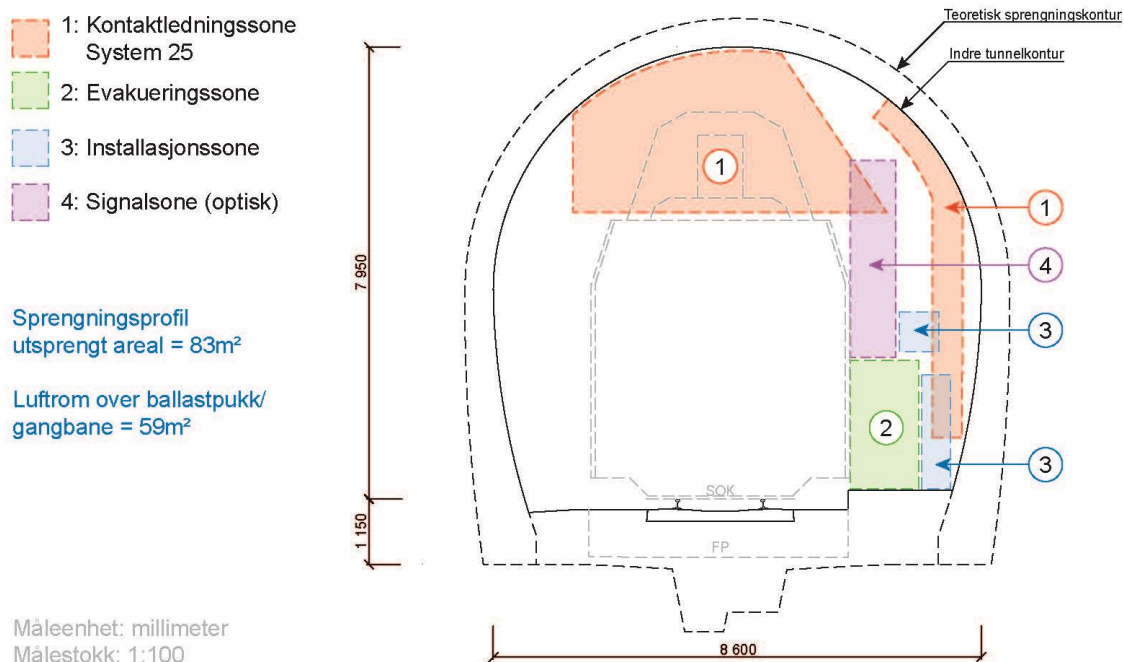
Tunneltverrsnittene er utformet for å redusere behovet for nisjer i tunnelen. Det er tilrettelagt for sikkerhetstiltak i tunnelen som ikke vises på illustrasjonene. Mesteparten av det tekniske utstyret blir plassert i egne bergrom. Behovet for å redusere antall nisjer er større for tyngre avskjermingskonstruksjoner som betongelementer enn lette konstruksjoner som sprøytbar membran. Det finnes fortsatt et stort behov for tverrfaglig koordinering for å redusere og samordne utstyr i nisjer.



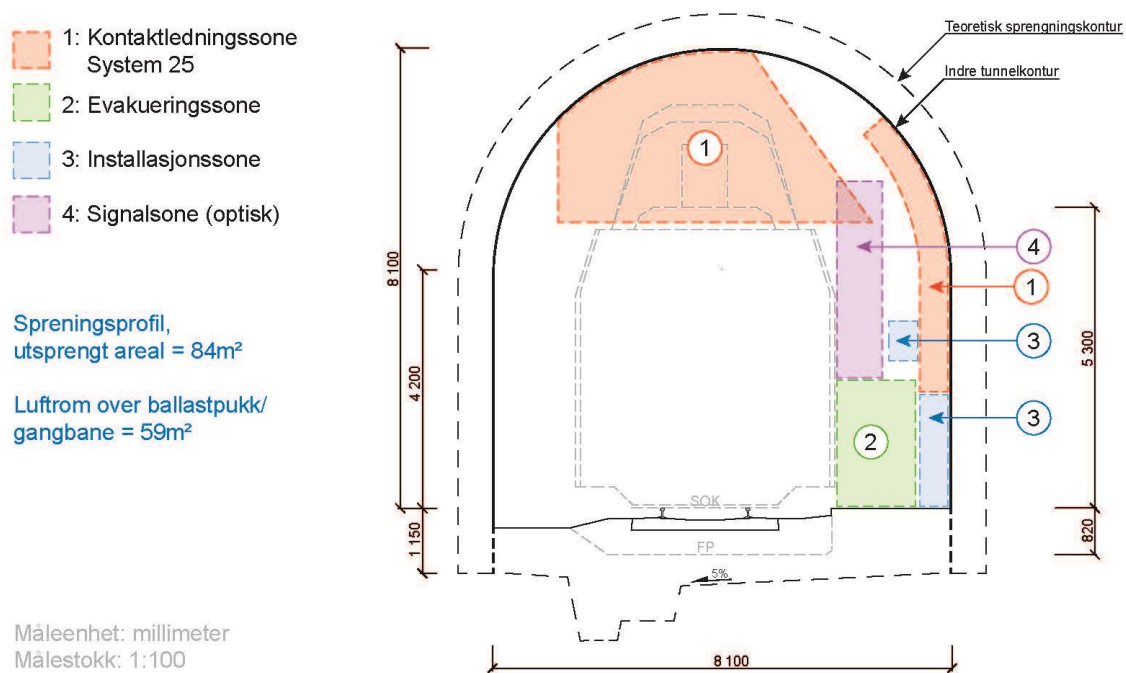
Figur 36 Forslag til tverrsnitt med kontaktstøp med membranduk i dobbeltspor tunnel.



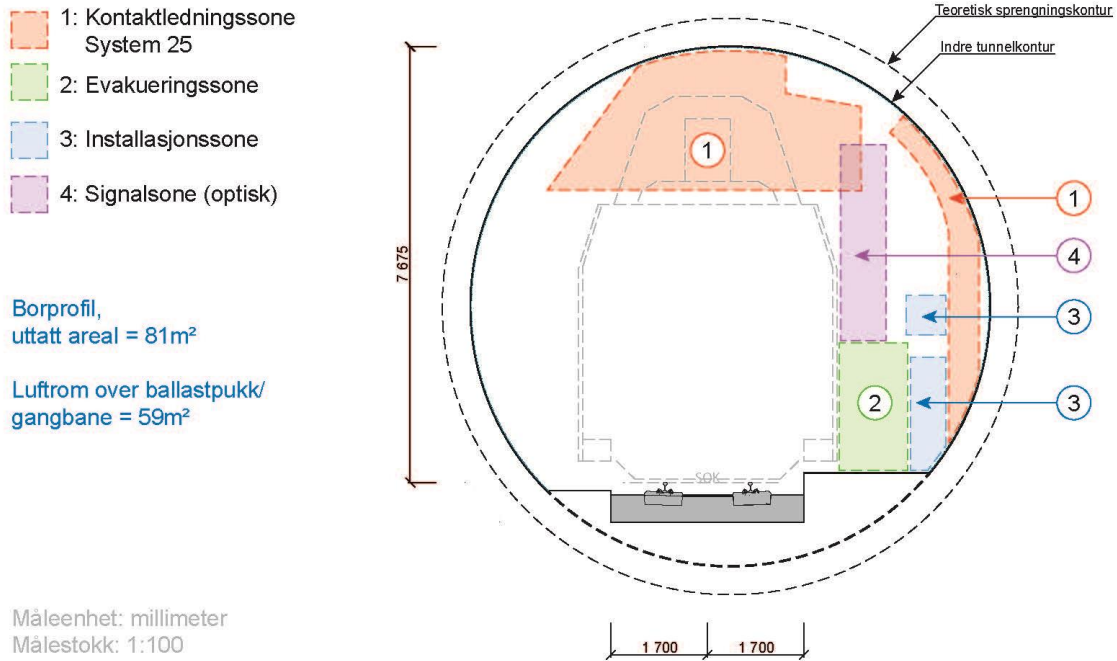
Figur 37 Forslag til tverrsnitt med betongelement i dobbeltspor tunnel.



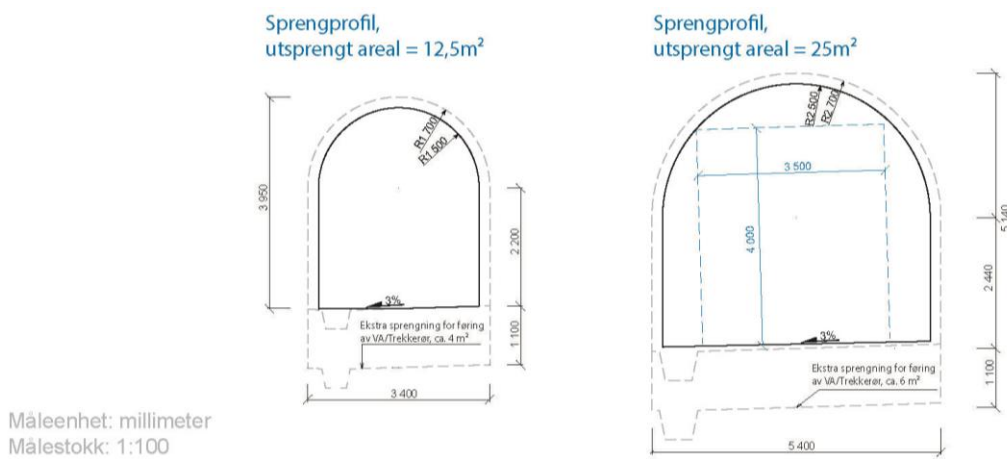
Figur 38 Forslag til tverrsnitt med kontaktstøp med membranduk i enkeltspors tunnel.



Figur 39 Forslag til tverrsnitt med betongelement i enkeltspors tunnel.



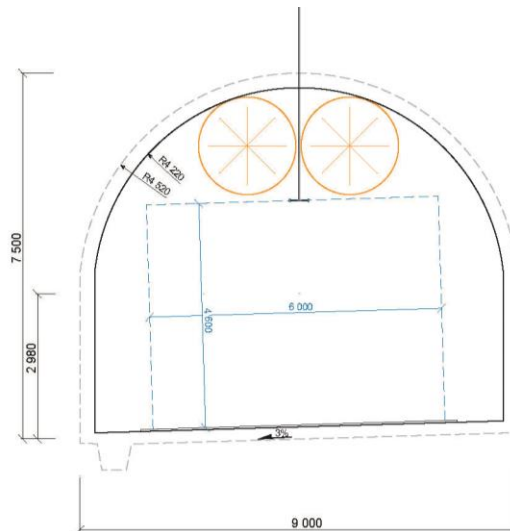
Figur 40 Forslag til tverrsnitt for TBM-tunneler med betongelementer.



Figur 41 Forslag til tverrsnitt for tverrtunneler.

Sprengprofil, utsprengt areal = 60m²

Referanseprosjekt: Profilet er basert på erfaringer fra UFP og UHN og entreprenørs behov



Måleenhet: millimeter
Målestokk: 1:100

Figur 42 Forslag til tverrsnitt for arbeids- og servicetunneler.

Måleenhet: millimeter
Målestokk: 1:100



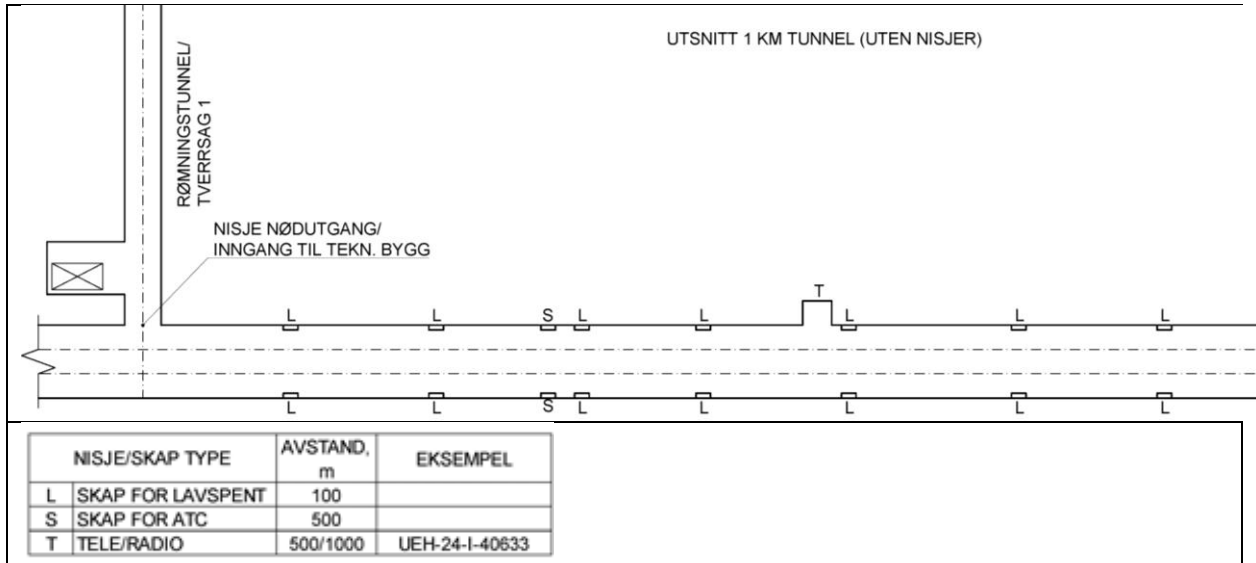
Referanseprosjekt: Profilet er basert på erfaringer fra etablering av heissjakt på UHN og RAMS-vurderinger

Referanseprosjekt: Profilet er basert på erfaringer fra etablering av heissjakt på UHN og RAMS-vurderinger

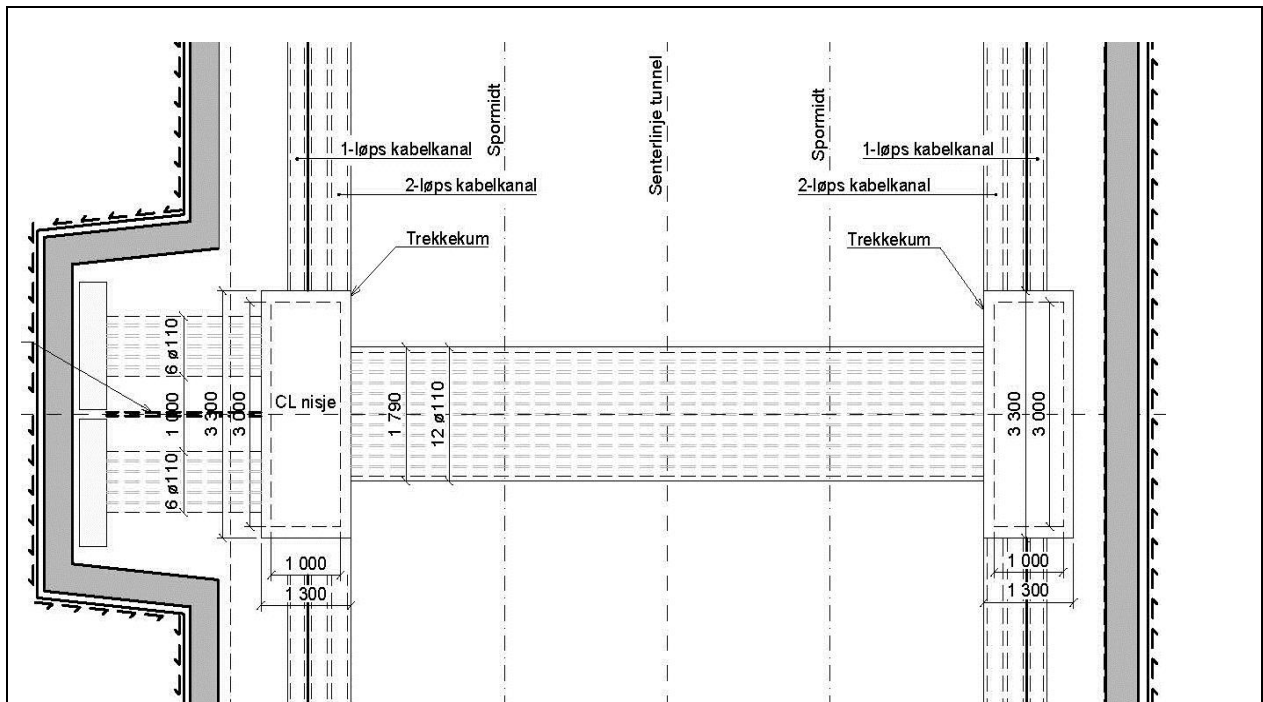
Figur 43 Forslag til tverrsnitt for evakueringssjakter.

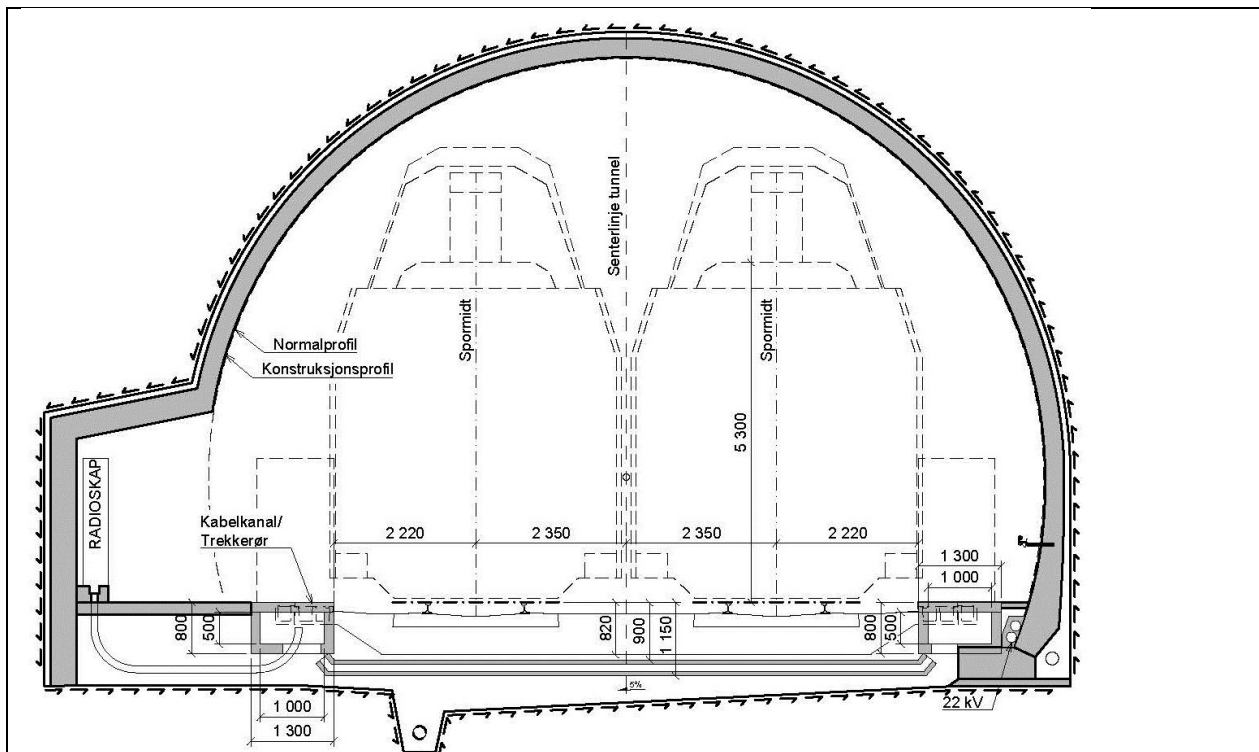
7.3.6.7 Nisjer i tunnel

For å unngå nisjer eller utvidelser i tunneltverrsnittet for teknisk utstyr, kabler og kummer, er det foreslått at utstyr plasseres i egne soner i tunneltverrsnittene. Mesteparten av det tekniske utstyret blir plassert i egne tekniske hus alene i et bergrom for hver 1.000 m mens enklere skap/utstyr blir plassert i soner i hovedtunnelen, se Figur 44. Det vil fortsatt være behov for teletekniske nisjer for hver 500 m. JBV har vurdert at telenisjene skal være åpne, se figur 53.



Figur 44 Nisjeprinsipp for IC-tunneler.



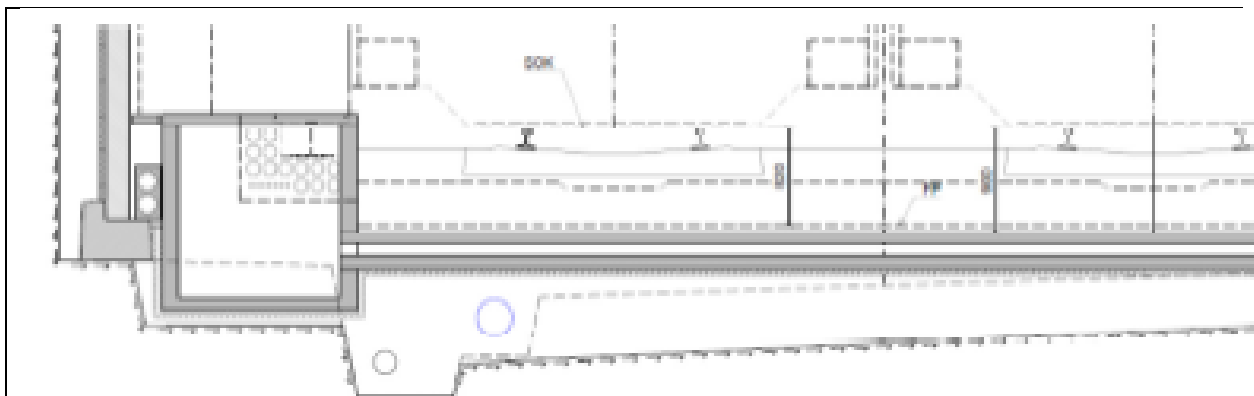


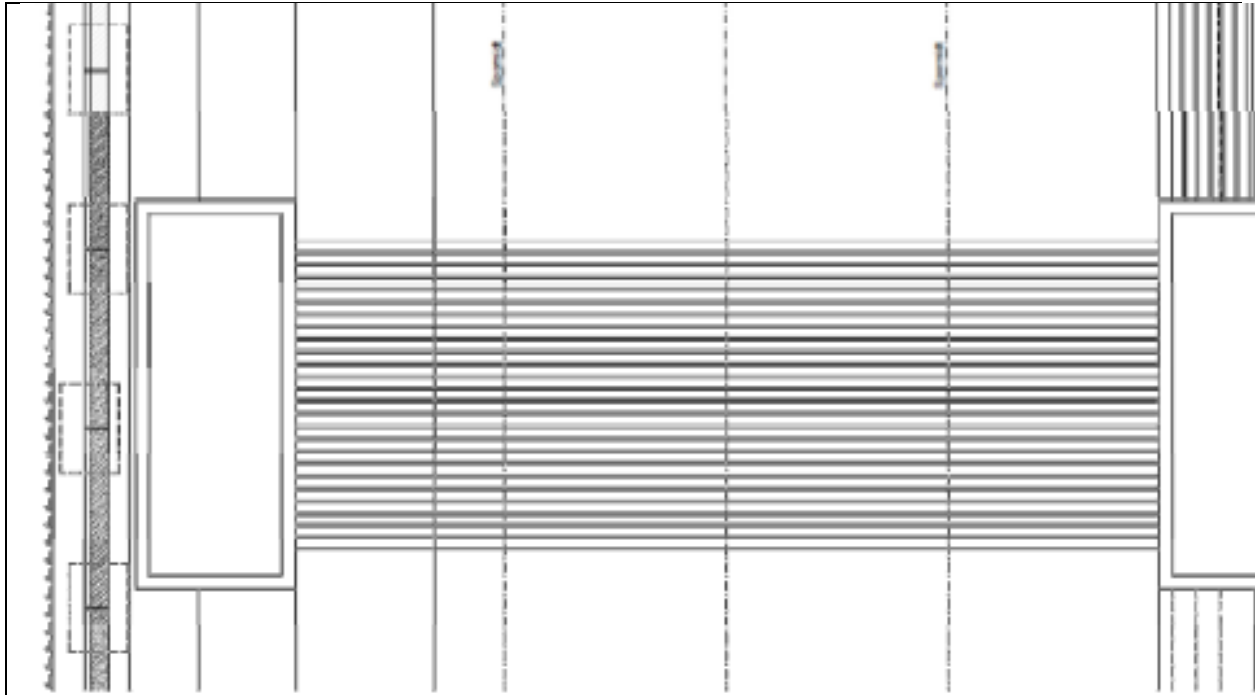
Figur 45 Prinsipp for åpne telenisjer i IC-tunneler.

7.3.6.8 Rørkryss under jernbanesporene

Det skal vurderes hvor ofte det er behov for rørkryss under jernbanesporene. Normalt brukes rørkryss ved tekniske hus og ved nisje for tele hver 500 meter. Dersom det monteres sporveksler/overkjøringsløyfer i tunnelene må det vurderes om det er behov for flere rørkryss (lokalt) i forbindelse med dette utstyret.

I prinsipp skal en rørkryssløsning ha kun ett lag under spor dvs med rør i kun én høyde per kum for å slippe å sprengre dypere, unngå omfattende utstøping av avlastningsplater samt sørge for at grøften/ drenering ligger så grunt som mulig. Dette innebærer at det vil være behov for flere rør ved siden av hverandre for å dekke behovet fordelt over en eller flere kummer (se fig 54).





Figur 46 Eksempel med føringsveiene for kabler.

7.3.6.9 Dreneringssystem i tunneler

Moderne tunneler har generelt strengere krav til både vanntetthet og underbygningsmaterialer enn eldre tunneler. Basert på at tetningskravet til tunnelen er 15 l/min/100m eller strengere, og at dagens elektrifiserte jernbane ikke forurenses, skal drensvannet ledes ut av tunnelen gjennom underbygningen. Derved vil både sprengningsprofil og drens-system forenkles i forhold til tidligere (og i forhold til nåværende versjon av Teknisk regelverk).

Tunnelsålen i hele tunnelens bredde og lengde skal renskes i henhold til TRV for tunneler 3.1.1 pkt a) til c). Massene under formasjonsplan (FP), maskinkult 20–120 mm (TRV 3.2) skal maksimalt ha 3 % finstoff (< 0,5 mm), og ev. avrettingen foretas med puk, fraksjon 16-22 mm. Disse massene er godt drenerende og frostsikre masser. Behovet for sandkummer og drensledninger er dermed sterkt redusert i moderne jernbanetunneler.

Vann- og frostsikringsløsningen med kontaktstøp skal det vurderes om dreneringsledning bak kontaktstøpsfundamentet må knyttes til sandkummene hver 160meter eller om det kan økes til 500m. Dette er utført på Ulvintunnelen der kummen er knyttet til sandkummen mellom 80m og 500m. Spylekummer må være fortsatt hver 80meter i henhold til teknisk regelverk.

For korte tunneler (<1.000m) med strenge tetningskrav skal det vurderes om et dreneringssystem med kummer kan fjernes helt i tunnelen. Imidlertid skal en back-up drensledning finnes i grøften eller alternativt plasseres ved fundament til kontaktstøpen (se figur 45).

For lengre tunneler (<1.000m) må det vurderes om:

- Løsningen allikevel har tilstrekkelig kapasitet fordi gradienten er større enn 3‰.
- Om kapasiteten for neste 1.000 m skal økes ved at volumet på den drenerende underbygningen økes (sprengningsvolumet økes med 10 m²).
- Om drensvannet kan føres ut gjennom rømningstunnel, og således starte en ny drensstrekning.
- Om drensvannet kan sendes videre til neste 1.000m seksjon i lukket rør lagt på nivå med back-up røret.

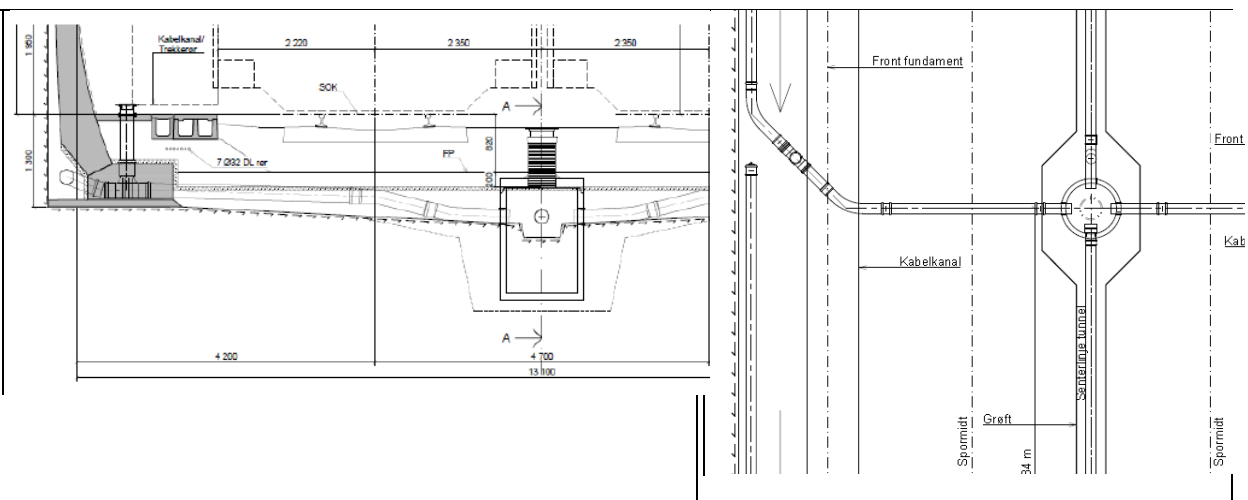
- Om et system med drensledning og inspeksjonskummer tross alt er beste løsning. Inspeksjonskummene (kombinert med sandfang) legges i så fall mellom spor (se figur 44).

For lengre tunneler (>1.000m) finnes det to løsninger (A og B): en uten kummer (Løsning A) og en med kummer mellom spor (løsning B).

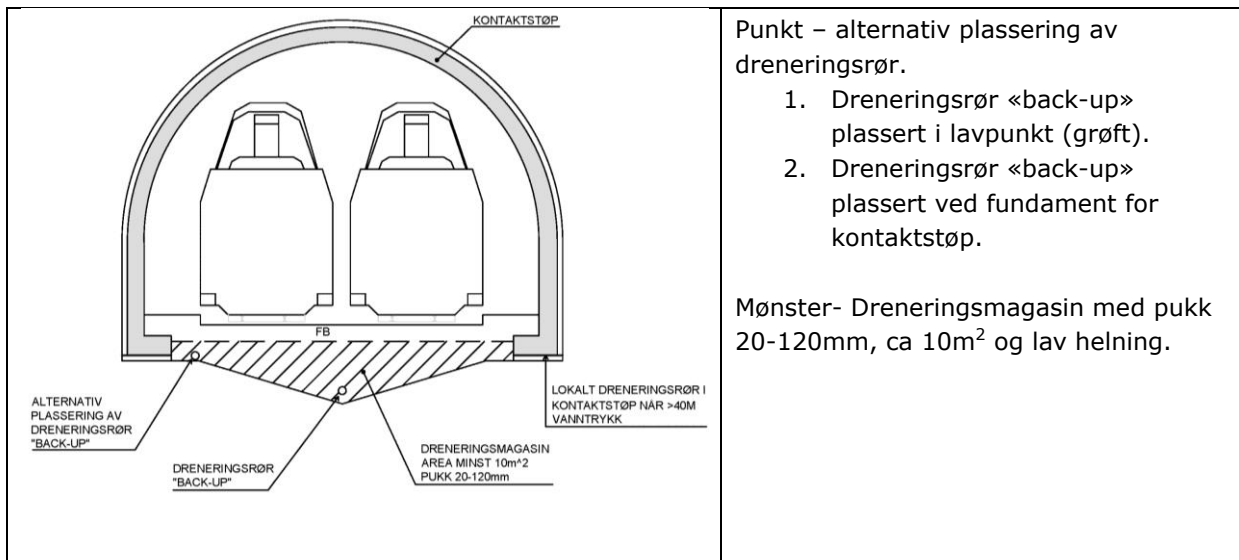
Løsning A - For lengre tunneler vurderes en løsning med å fjerne sandkummer helt (se fig 44). Denne løsningen er basert på at drenering foregår i underbygningen og at et dreneringsrør kun er en back-up for dreneringskapasiteten. Lokal tetting av dette dreneringsrøret kan tillates. *(Arbeidet med denne løsningen kommer til å bli vurdert videre og saksbehandlet i Jernbaneverket.)*

Løsning B - For lengre tunneler med kummer skal sandkummene plasseres mellom spor for hver 160 m, og med spylekum mellom disse (se fig 44). Noe redusert tilgjengelighet vil være en ulempe med den foreslåtte løsningen i driftsfase og vil det påvirke øvrig anleggstrafikk i anleggsperioden. Fordeler er visuell inspeksjon via kumhals for sandfang, adskilt VA-system fra el- og signalsystem og svært liten risiko for påvirkning av fundament for betonghvelv ved sprengning for grøft og kummer. I tillegg er denne løsning mer kostnadseffektiv mot de tradisjonelle løsninger med sandkummer i nisjer.

Tømming av sandfang vil skje via 400 mm oppstikk fra sandfangkummen plassert mellom sporene. Spyling og inspeksjon kan utføres via oppstikkende rør midt mellom sporene. Fri avstand fra spormidt til oppstikk fra sandfang vil være 2,080 m (sporavstand 4,7 m), inkl. toleranse. Dette anses tilstrekkelig for kjøring av ballastrenseverk forbi oppstikkene. Ved nærmere undersøkelser av sporrensing har JBV angitt at minste bredde (kniven) på renseverket i drift er 3,8 meter. Toleranse under drift er ca 100mm på hver side om kniven blir ca 4,0m. I tillegg så må man ta hensyn til montering av kniv på renseverket ved montering/oppstart. Kummens plassering er i konflikt med «kabelfritt nivå», men endelig avklaring må gis av Jernbaneverket for denne løsning når kabelfritt profil er 2,2m. InterCity-prosjektet vurderer at denne løsningen er meget gunstig men avklaring må gis av Teknisk regelverk angående «kabelfritt profil 2,2m»



Figur 47 Plassering av sandfangskummene mellom spor.



Punkt – alternativ plassering av dreneringsrør.

1. Dreneringsrør «back-up» plassert i lavpunkt (grøft).
2. Dreneringsrør «back-up» plassert ved fundament for kontaktstøp.

Mønster- Dreneringsmagasin med pukk 20-120mm, ca 10m² og lav helning.

Figur 48 Prinsipp med et dreneringssystem uten kummer.

7.3.6.10 Frostdimensjonering i tunnel

I Teknisk regelverk er kravet til frostdimensjonering F100 (100-års gjentakperiode). Ved frostbelastning mindre enn 6.000 h°C anses det imidlertid ikke å være behov for frostisolering. InterCity-prosjektet skiller mellom frostdimensjonering av underbygningen og av konstruksjonene som skal beskytte mot vann- og frostskafer.

Frostdimensjonering av konstruksjoner

For den mest frostutsatte delen av tunnelen benyttes løsningen med kontaktstøp med membranduk. Denne trenger ingen ytterligere frostisolering.

Som et alternativ kan man benytte sprøytbar membran med frostisolerende sprøytebetong utenpå, hvis dette gir store kost-nytte effekt i prosjektet. Isoleringlaget dimensjoneres slik at frostpåkjenningen på sprøytemembranen ikke blir større enn 6.000 h°C.

Frostbelastningen ved tunnelmunning legges til grunn for beregning av frostinntrengningen.

- For korte tunneler (< 500 m) legges utvendig frostmengde til grunn for beregning av behov for isolasjon, og samme isolasjonsmengde benyttes i hele tunnelen.
- For tunneler mellom 500 m og 2.000 m utføres beregninger av frostinntrengning ved en forenklet metode basert på erfaringsgrunnlag fra Statens vegvesen (Håndbok N510, kap 4.4, men med krav om isolering inntil frostmengden kommer under 6.000 h°C).
- For lange tunneler (>2.000m) bør mer presise beregningsverktøy som også tar hensyn til bergvarmen benyttes for å beregne frostinntrengning i tunnelen.

Frostdimensjonering av underbygningen

Underbygningen skal frostisoleret i hele tverrsnittets bredde i den lengde innover tunnelen som er angitt i tabell nedenfor. Dersom større areal enn standard tunneltverrsnitt brukes for drenering i underbygningen skal frostisolering vurderes i henhold til teledybde. *Frostisolering av underbygningen må vurderes med mer presise beregningsverktøy fra Teknologi ved senere tidspunkt.*

Frostisolering av underbygning		
Frostmengde F100 (h°C)	Tunnellengde (m)	Lengde med isolasjon (m fra portal)
≤6.000	Alle	0
6.000-25.000	< 2.000 > 2.000	500 300
≥25.000	Alle	≥ 500

Tabell 29 Frostisolering av underbygning.

7.3.6.11 Komfortnivå

De største trykkforandringene i tunnelen forekommer ca 3-4 toglengder fra portalene. Både EU (TSI SRT 2014) og Teknisk regelverk stiller krav vedrørende helse- og komfortmessige trykkendringer.

- Helsekrav tilsier at trykkendringer ikke må overskride 10 kPa.
- Komfortkrav tilsier at trykkendring ikke må overskride 3 kPa/4s (enkeltsporstunnel) og 4,5 kPa/4s (dobbeltsporstunnel) for ikke trykkette tog.

Anbefalingen er i tråd med Teknisk regelverk.

Anbefalt komfortkriterier for passasjerer		
Type av tunnel	Situasjon	Trykkforandring (kPa/4s)
Enkeltsporstunneler	Standard	3,0
Dobbeltsporstunnel	Togmøte i tunnel	4,5

Tabell 30 Anbefalte komfortkriterier for passasjerer.

7.3.6.12 Tiltak for trykkredusering

For tunneler med en lengde fra 500m til 3.000m må det utføres tiltak for trykkredusering når dimensjonerende hastighet er høy. Trykkutjevningstiltak kan enten være en støpt trakt dvs. portalutvidelse eller en utjevningssjakt. Tiltaket skal kostnadsvurderes i prosjektet. Tiltak som profilutvidelse av hele tunnelen skal ikke brukes. Eventuell konisk portalutvidelse skal utføres likt fra begge portaler med en lengde på minst 300 m med area økning 18-20m². Utjevningssjakter eller Utjevningstunnel med areal ca 15-18m² er i henhold til Temarapport 2016 det mest kostnadseffektive tiltaket for trykkreduseringstiltak som i dag brukes på moderne jernbanetunneler.

Trykkutjevningstiltak		
Tunnellengde (m)	Behov og tiltak	Konstruksjonstiltak
< 500	Nei - Ingen tiltak	-
500 - 3.000	Ja - Tiltak for trykkredusering.	Portalutvidelse eller <u>Utjevningssjakter</u>
> 3.000	Nei - Ingen tiltak	-

Tabell 31 Trykkutjevningstiltak.

7.3.7 Sikkerhetstiltak

Tunneler oppleves av allmenheten som mer utrygge og med høy risiko til tross for at statistikk over ulykker og hendelser ikke underbygger dette. Tidligere ble også alle lengre jernbanetunneler klassifisert som "særskilte brannobjekt" uavhengig av risikonivået. For nye tunneler skal det prosjekteres i henhold til TSI SRT 2014 der jernbanetunneler vurderes generelt å ha lav risiko uavhengig av lengden på tunnelen.

Jernbaneverket skal kun påvise risikonivået for hver tunnel. Risikonivået og eventuelle sikkerhetstiltak skal kommuniseres til aktuelle kommuner som et underlag til kommunens vurdering av særskilte brannobjekt. Det vises til ny brannforskrift, § 14, 2015 som legger til rette for en dialog til kommunens vurdering av særskilte brannobjekt. Denne registreringen kan medføre at kommunen skal føre tilsyn med Jernbaneverkets dokumentasjon og egenkontroller.

7.3.7.1 Sikkerhetskrav

Jernbaneverket skal tilrettelegge for evakuering/ selvbeging og ivareta selvevakuering. I tillegg har jernbaneverket samordningsansvar for å ivareta innsatsmulighet fra nødetater. Hver tunnel skal prosjekteres iht. TSI SRT 2014. I tillegg anbefales det å følge Guide for the application of the SRT TSI (2014) som er en veiledning til TSien.

Det skal gjennomføres risikovurdering av nye tunneler i tidlig planleggingsfase (hovedplan) for å vurdere eventuelle særegenheter og risikonivået for hver tunnel iht. Jernbaneverkets sikkerhetshåndbok. Risikovurderingen skal dokumenteres i en rapport for hver strekning eller korridor. Dimensjonerende faktorer for standard tunneler i InterCity (vedlegg C) skal ligge til grunn. Formålet med risikovurderingen er å vurdere om risikonivået er akseptabelt ved å følge TSI-kravene alene, eller om særegenheter tilsier behov for ytterligere sikkerhetstiltak. I utgangspunktet vurderes TSI-kravene som godt nok og at Jernbaneverkets risikoakseptkriterier er møtt for standard tunneler. Særegenheter skal vurderes (kvalitativt) med hensyn til sannsynlighet og konsekvens for Jernbaneverkets topphendelser. I tillegg skal det utarbeides en tidslinje for beredskapsinnsatser, røykspredning i tunnelene og vise til de dimensjonerende faktorer.

Eksempel på tunneler som bør ha høyere sikkerhetstiltak er underjordiske stasjoner (eksempelvis Holmestrand stasjon) og senketunneler som har særegenheter som avviker fra standard løsning. Dette skal risikovurderingen påvise.

Beredskapsanalyse skal utføres i detaljplan- / byggeplanfasen. Risikovurderingen vil være grunnlag for beredskapsanalyse av tunnelen og vil inkludere personlig sikkerhet ved rømning og sikkerhet ved eventuell innsats fra brann- og redningstjeneste. Beredskapsanalysen skal videre innarbeides i underlag til beredskapsplan per tunnel.

Sikkert område skal være tilgjengelig for personer som selvevakuere og for redningsmannskapene. Dører inn til sikkert område fra trafikkikert tunnel skal ha minimum 1,4 m fri bredde og 2,0 m fri høyde. Minimumsbredden i rømningsveiene etter dør er 1,5 m og minimumshøyden 2,25 m (TSI SRT 2014). Dimensjonerende brannbelastning for underlag på dører er satt til 50 MW.

Det pågår et prosjekt «Sikkerhet Tunneler Oslokorridoren» i regi av Jernbaneverkets Infrastrukturdivisjon som blant annet utarbeider beregningsmodeller, metodikk og dimensjonerende faktorer for sikkerhetstiltak i tunneler. Resultatet av dette arbeidet bør brukes som underlag for videre risiko- og beredskapsanalyser av tunneler i InterCity i senere planleggingsfaser.

7.3.7.2 Ventilasjon

I henhold til Teknisk regelverk og TSI-SRT 2014 er det ikke krav til røykventilasjon. Tunnelens egne naturlige ventilasjon anses normalt som tilstrekkelig.

Dersom særegenheter ved tunnelen tilsier behov for ytterligere sikkerhetstiltak utover TSI-kravene f.eks. tunnelens lengde, form og kompleksitet med lav- og høybrekk skal dette vurderes og dokumenteres i risikovurderingen. Det skal ikke planlegges for luftsjakter eller mekanisk ventilasjon uten at dette er vurdert i risikovurderingen.

Anbefaling:

- Naturlig ventilasjonssystem og ikke mekanisk ventilasjon dersom risikonivået er normalt.

7.3.7.3 Slukkevann

I henhold til Teknisk regelverk og TSI-SRT 2014 er det ikke krav til uttak av slukkevann i tunnelen.

Slukkevannskrav:

Beredskapsplasser skal etableres utenfor begge portaler for tunneler >1.000 m. Arealet skal være minst 500m² og ha uttak for vann med sikker vannkilde på minst 800 l/min i to timer dvs volum på 96m³ (STI SRT 2014, Kravnr: 4.2.1.7.).

Anbefaling:

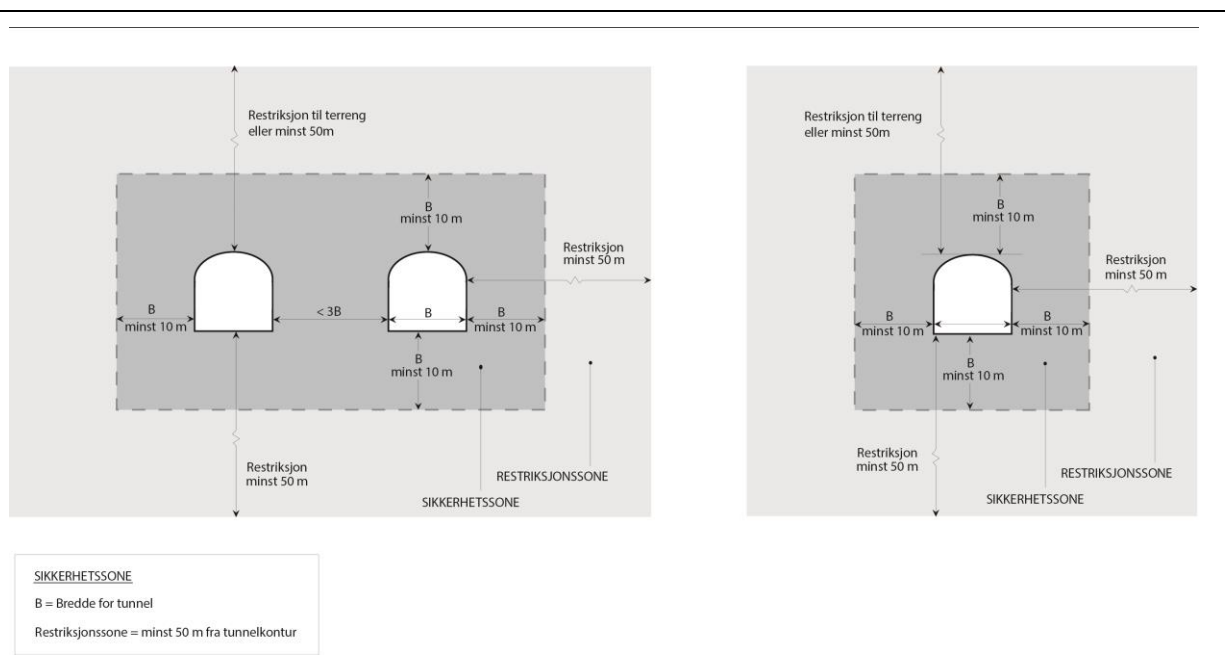
- Beredskapsplass ved portalene med sikker vannkilde for slukking og ikke vanntilgang inne i tunnelen dersom risikonivået er normalt.

7.3.7.4 Restriksjoner ved tunneler

I Jernbaneverkets eierskapsstrategi er det angitt prinsipper for eierskap til fast eiendom, som utdyper hva som er nødvendig å eie. For InterCity-prosjektet skal Jernbaneverket eie kulverter og tunneler inkludert sikringssone med restriksjoner i medhold av reguleringsplan.

Det skal etableres en sikringssone omkring tunnelene. Området innenfor sonen skal Jernbaneverket ha eiendomsrett til, og ha full råderett over. Sikringssonen er vist i illustrasjonen under. Sikringssonen rundt tunnelen skal være lik tunnelbredden, eller minst 10 meter.

Avstandene er regnet fra tunnelveggen. Ved å benytte tunnelens bredde som grunnlag vil sikringssonen kunne tilpasses for ulike størrelser på tunneltverrsnitt som blir brukt i InterCity-prosjektet. Spesielle hensyn må tas der tung bergsikring krever ekstra bredde i tunnelen.



Figur 49 Prinsipp for sikringszone og restriksjonszone.

Utenfor sikringssonen skal det etableres en restriksjonszone på 50 meter fra tunnelveggene. Restriksjonssonen må innarbeides i reguleringsplanen, enten som arealformål eller som hensynszone. Den må inneholde hvilke tiltak naboer må varsle Jernbanelverket om før de kan gjennomføres. Det er først og fremst sprengningsarbeider som omfattes. Peleramming, hullboring i og mot fjell, brønnboring eller fundamentering for påføring av tilleggslaster er elementer som også konkret må vurderes. Hensikten med sikringszone og restriksjonszone er å sikre stabil drift for togkjøring og å unngå skader.

Grenser for sprenginduserende vibrasjon		
Grenseverdi for vibrasjoner (mm/s)	Hvor	Konsekvens
< 10	På tunnelen	Ingen påvirkning av togtrafikk.
> 10	På tunnelen	Togtrafikk må stenges under sprengning.
> 30	På sikkerhetssonen	Nødvendig med forebyggende tiltak for å unngå skade på tunnel.

Figur 50 Grenser for sprenginduserende vibrasjon innenfor eller i umiddelbar nærhet av Jernbanelverkets anlegget.

7.3.8 Oppsummert for tunneler på InterCity-strekningene

Retningslinjer er primært laget for bergtunneler:

Hver eneste tunnel er unik og ulike kriterier og parametere bidrar til å gi tunnelen design.

Tunnelkonsept:

Kortere tunneler opp til <5,0 km skal utformes som dobbeltsporstunnel med et areal på ca 125m² og tverrforbindelse for rømning for minimum hver 1.000 m. Enkeltsporstunneler skal gis et areal på ca 84m² og tverrforbindelse mellom disse for hver 500 m. I tillegg anbefales tverrforbindelse som er mer enn 50 m lang å være tilgjengelig med kjøretøyer.

Tunneler skal også dimensjoneres for å minimere trykkforandringer ifølge Teknisk regelverk og trykkutjevningstiltak må iverksettes for tunneler med en lengde på 500-3.000m. For korte tunneler <500m og lange tunneler >3.000m er det ikke behov for trykkreduserende tiltak.

I tillegg anbefales løsninger der det er redusert behov for vedlikehold og inspeksjoner.

Drivemetode:

Tradisjonell boring og sprengning foretrekkes normalt ved korte og middels lange tunneler i Intercity-prosjektet, mens TBM kan være et alternativ ved lange tunneler /i sensitive miljøer/ vanskelig beliggenhet med hensyn til arbeidsveier, støy, bebyggelse og nærliggende infrastruktur.

Beskyttelse mot

vann og frost: En anbefalt løsning for tunneler er **kontaktstøp med membranduk** i portaler og meget frostutsatte soner i tunnelen, og at det i øvrige deler av tunnelen benyttes **sprøytbar membran** (sandwich-modell) med lokal bruk av drenstriper mot berget. Denne løsningen er i tråd med Teknisk regelverks anbefalte

konstruksjonsprinsipp for jernbanetunneler. For korte tunneler som er mindre enn 1.200 meter, vil kontaktstøp med membranduk bak benyttes i hele tunnelen. For lengre tunneler enn 1.200 meter skal en løsning med sprøytbar membran kost-nytte-vurderes.

Sprøytbar membran (sandwich-modell)

Løsningen er fleksibel ved ulike tunnelvernsnitt. Løsningen er best egnet for bruk i bergmasse med lave- til moderate vannlekkasjer og hvor det utføres systematisk forinjeksjon. Løsningen bør ikke brukes i de sterkest frostpåkjennte sonene i tunnelen eller soner med dårlige grunnforhold eller mye vannlekkasjer.

Kontaktstøp med membranduk. Denne konstruksjonstypen gir full vann- og frostsikring i kombinasjon med at installasjoner kan festes på konstruksjonen uten å skade vann- og frostsikringsfunksjonen. Konstruksjonen er primært en drenert konstruksjon. Den kan også takle vanskelige grunnforhold med stabilitetsproblemer. Konstruksjonstypen gir fleksibilitet og robusthet.

Konstruksjonstypen må utvikles videre for å vurdere muligheten for å redusere mengden av betong og erstatte membran med sprøytbar membran (dette er under utredning av Jernbaneverket). Videre må det vurderes hvordan drensledning bak kontaktstøpet knyttes til sandkummer i hyppighet, dvs. avstanden mellom disse kummene.

Dreneringssystem

i tunnel: For kortere tunneler, opp til 1.000 m, skal det vurderes om drens-system med kummer kan fjernes helt. For lange tunneler, >1.000 m vurderes to løsninger: med eller uten kummer. Ved løsning med kummer, plasseres kummen mellom spor for hver 160 m.

Frostdimensjonering:

InterCity-prosjektet skiller mellom dimensjonering av underbygning og konstruksjoner. For konstruksjoner er frostdimensjonering i tråd med Teknisk regelverk, men for underbygning brukes erfaringsbaserte grunnverdier fra tidligere notat om hvor langt inn man skal bruke frostisolasjon i tunnelene, eksempelvis ca 300-500 m fra tunnelportal. Teknologi (JBV) arbeider med en ny frostmodell som skal brukes for dette formålet.

Sikkerhetstiltak:

Hver tunnel skal prosjekteres iht. TSI SRT 2014. Det skal gjennomføres risikovurdering av nye tunneler i tidlig hovedplanfase for å vurdere eventuelle særegenheter og risikonivået for hver tunnel iht. Jernbaneverkets sikkerhetshåndbok.

Når risikonivået er normalt og tunnelens særegenheter ikke tilsier annet, skal det planlegges for (i henhold til TSI SRT 2014):

- Naturlig ventilasjonssystem.
- Beredskaps-plass med slukke-vann ved portalene.

Restriksjoner

ved tunneler: Nytt prinsipp med grenser for restriksjonssone og sikkerhetssone som jernbaneverket må få innarbeidet i reguleringsplanen rundt tunnelen, se figur 58.

7.3.8.1 Referanser

Dokument

- Technical specification for interoperability relating to "safety in railway tunnels" (**TSI SRT**), Official journal of the European Union, Commission regulation (EU), Appendix 6, sid 48/81, 2005-12-23.
- Technical specification for interoperability relating to "safety in railway tunnels" (**TSI SRT**), Official journal of the European Union, Commission regulation (EU) no 1303/2014, 2014-12-12.
- Technical specification for interoperability relating to "Infrastructure" subsystem of the rail system in the European Union (**TSI Infra**), Official journal of the European Union, Commission regulation (EU) no 1299/2014.
- International Union of Railways (UIC): Measures to ensure the technical compatibility of high-speed trains. UIC leaflet 660, 2nd edition, 2002.
- International Union of Railways (UIC): Determination of railway tunnel cross-sectional areas on the basis of aerodynamic considerations. UIC leaflet 779-11, 2nd edition, 2005.
- Jernbaneverket: Teknisk regelverk Tunneler, Prosjektering og bygging, juni 2015.
- Jernbaneverket: Beredskapsanalyse Oslotunnelen, Oslokorridoren Doknr: RA-2015-1706, 2015.
- Statens Vegvesen: Håndbok 021/N500- Vegtunneler, mars 2010.
- Statens Vegvesen: Håndbok 151/ R760- Styling av vegprosjekter, juni 2012.
- Statens Vegvesen: Håndbok 163/ R510- Vann- og frostsikring i tunneler, oktober 2006.
- Jernbaneverket, Nytt dobbeltspor Oslo-Ski: Rapport UFB-30-A-30070_00B_001 "Vann- og frostsikring konvensjonelt sprengt tunnel", feb 2012.
- Jernbaneverket: Teknisk regelverk. Felles elektro. Prosjektering og bygging, juni 2015.
- Jernbaneverket: Temarapport: "Forslag til tunnelverrsnitt", ICP-00-A-00033-01A, Utkast, 2016-05-26.
- Jernbaneverket: Notat "Bruk av XPS som teleisolasjon i nye tunneler", 201302592-1, 2013-03-25.
- Jernbaneverket: Ram- og Risikovurdering- Vann- og Frostsikringsløsninger, 201505316, Revisjon 003, 2015-08-19.
- Jernbaneverket: Rapport Jernbanetunneler: Anbefalt konstruksjonsprinsipp, Doknr. 201507064-01, Revisjon 003, 2015.
- Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen: Tegning UEH-24-G-40683 "sandfang jernbanetunnel, snitt", Rev 8C, 2013.
- Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen: Rapport UEH-24-A-40150-01B-001. Rapport fra evalueringsprosess vann- og frostsikring av tunneler, august 2011.
- Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen: Rapport A-40930. Alternative V/F-løsninger jernbanetunneler, juni 2010.
- Trafikverket: Rapport Berg och tunnelteknik " Val av tunnelkonsept för järnvägstunnlar", TRV 2013/35374.
- Trafikverket: Rapport Tunnelsäkerhet "Släckvattensystem i järnvägstunnlar", TRV 2013:181.
- Trafikverket: TRVK Tunnel 11, Trafikverkets tekniska Krav Tunnel, TRV publ nr 2011:087, 2011.
- Trafikverket: TRVR Tunnel 11, Trafikverkets Råd Tunnel, TRV publ nr 2011:088, 2011.
- Den Norske Veritas: DNV rapport no 2012-0818 for Jernbaneverket, "Dimensjonerende brannscenarier for jernbanetunneler for evakueringsanalyser (Tunnelsikkerhet)", Rev 1, 2012-06-22.
- Banverket, Handbok BVH 585.35 "Aerodynamik i Järnvägstunnlar", Rev 2.0, 2008.
- Banverket, Järnvägsutredning/MKB "Kust till kustbanan- delen Mölnlycke-Rävlunda/Bollebygd", Delrapport PM Aerodynamik, BRVT 2003:02:15, 2003-03-14.
- Bombarier, Teknisk rapport fra Bombarier "Tryckmätningar längs Grödingebanan i samband med undersökning av passagerares upplevelse av tryckvariationer" Bombarier, 2006.

-
- UIC "Measure to ensure the technical compability of high speed trains" UCI Code 660 , Second edition, 2002.
 - DSB, "Veiledning for saksbehandling ved brannsikring av jernbane- og banetunneler", Statens jernbanetilsyn og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Kap 5.9, sid 25. 2005-10-13.
 - Safetec rapport "Riskikovurdering, Oslotunnelen, Oslokorridoren" Doknr: ST-04512-4, 2013.
 - Forskrift om brannforebygging, FOR-2015-12-17-1710, 28.12.2015.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-12-17-1710>
 - European Railway Agency (ERA). Guide for the application of the SRT TSI. According to Framework Mandate C (2010) 2576 final of 29/04/2010. ERA/GUI/01-2013/INT. 28.05.2014.
 - Jernbanekompetanse.no [Internett] Desember 2014.
<http://www.jernbanekompetanse.no/wiki/Spor/Tunnel/Tunnelsikkerhet>.

7.4 Tekniske bygg

Tekniske bygg plassert langs fri linje og i tunneller skal utformes med prefabrikkerte betongmoduler på plasstøpt såle som beskrevet i «Prinsipper for arkitektonisk utforming av jernbanetekniske bygg», ICP-00- A-00113, se vedlegg E.

Tekniske bygg skal utformes i henhold til Teknisk forskrift (TEK 10) med de unntak som fremkommer av forskriftens § 1-2.

Ved behov for tekniske bygg i nærheten av stasjoner skal rom for tekniske funksjoner så langt som mulig integreres i selve stasjonsanlegget.

Et teknisk bygg skal tilpasses det tekniske utstyret det skal forsyne og lokale forhold. Behovet for de enkelte romtypene, størrelser på bygg og rom må vurderes i hvert enkelt tilfelle innenfor rammene av et modulært system.

Minstekrav for innvendig høyde er at det skal leveres datagulv med dybde 700 mm i alle rom unntatt under trafo. Rommene skal videre ha fri høyde fra OK datagulv på 2400 mm for montering av utstyr. Over dette skal det være 600 mm for ventilasjon og eventuelle kabelstiger. OK datagulv skal være på nivå med terrenget utenfor atkomstør.

Tabell under viser gjennomsnittlige romstørrelser på eksisterende bygg og kan benyttes i prosjektets tidlige fase for foreløpig vurdering ifm arealbehov.

Gjennomsnittlig størrelse på eksisterende tekniske rom (m ²)		Kommentar
Traforom	20(40)	Avhengig av trafostørrelse og antall trafo
Lavspenningsrom	30	Dette ser ut til å være det rommet som først blir fylt opp
Telerom	20	Telerom skal ses i sammenheng med signal/ERTMS rom, og telerom skal vurderes integrert i disse
Telerom eksternt	20	
Ventilasjonsrom	15	Behov må vurderes
Signal	-	Romstørrelser varierer veldig og må ses på spesielt.
ERTMS (østre linje)	15-20	Størrelse på ERTMS rom på Østre linje er 16m ²

Tabell 32 Gjennomsnittlig størrelse på eksisterende tekniske rom

8 Stoppesteder

Dette kapitlet omhandler stoppesteder, nærmere bestemt stasjoner med passasjerutveksling - stasjoner og holdeplasser hvor passasjerer kan gå av og på tog, jfr «Strategisk rammeverk for stoppesteder». I dette kapitlet forkortes begrepet til «stasjoner», på linje med publikums forståelse av begrepet.

De nye InterCity-stasjonene vil være store prosjekter i relativt små byer. Det er derfor viktig at stasjonene får en utforming tilpasset den byen de er en del av. Stasjonene skal samtidig ha felles gjenkjennbare elementer som signaliserer at dette er en jernbanestasjon, på lik linje med de andre stasjonene på banestrekningen/jernbanenettet. Dette håndteres av Stasjonshåndboken og Designhåndboken.

Publikum er i fokus – det er de reisende vi bygger for – og målet er at de nye stasjonene skal bli en del av attraktive knutepunkter med et godt lokalt kollektivtilbud og gode forhold for gående og syklende.

Utformingen skal, innenfor Jernbaneverkets ansvarsområde, optimalisere stasjonens potensial for knutepunktutvikling, se «Planveileder for byområder og knutepunkter» (Jernbaneverket 2013).

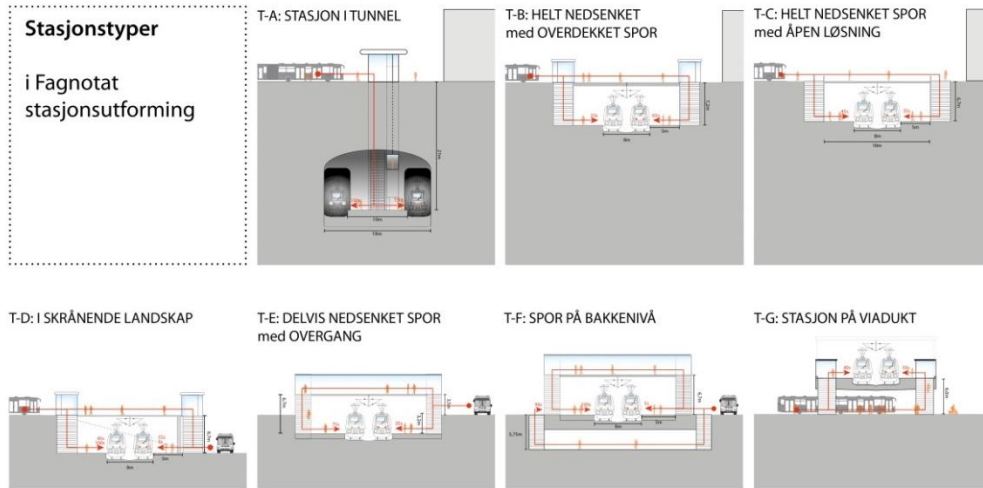
Føringer

Ved planlegging og prosjektering av stasjoner er følgende dokumenter relevante:

- Stasjonsutforming som utgangspunkt for knutepunktutvikling, JBV februar 2015
- Planforutsetninger for InterCity-strekningen Tangen – Lillehammer, Dovrebanen, JBV april 2016
- Planforutsetninger for InterCity-strekningen Sande – Skien, Vestfoldbanen, JBV april 2016
- Planforutsetninger for InterCity-strekningen Moss – Halden, Østfoldbanen, JBV april 2016
- Stasjonshåndboka (Håndbok for stasjoner), JBV juni 2015
- Designhåndboka (Håndbok for design), JBV juli 2015
- Strategisk rammeverk for stoppesteder, JBV november 2015

8.1 Stasjonsutforming som utgangspunkt for knutepunktutvikling

I fagnotatet omtales ulike stasjonstypologier og deres fordeler og ulemper. Fagnotatet identifiserer og omtaler syv ulike stasjonstyper basert på beliggenhet i terreng og kontekst. Ved alternativutvikling og søk etter egnet linje for spor, skal det *ikke* søkes etter spesifikke stasjonstyper, men ved valgt trase, skal utforming dra fordel av stasjonstypens fordeler og dens ulemper bevisst søkes kompensert. Eksempel fra rapporten under:

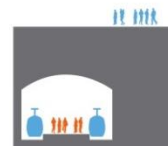


T-A_STASJON I TUNNEL VURDERING AV KNOTEPUNKTFAKTOR

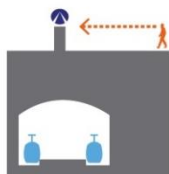
BYTTETID
Løsningen har lengst byttetid av alle alternativene (148 sek). Det er ingen forskjell på byttetid fra motgående plattform.



BYLIV
Plattformene er avskåret fra resten av byen. De bidrar ikke til byliv og bylivet bidrar ikke til liv på plattformen.



ORIENTERING
Stasjonen er lite synlig i byen. Man er utelukkende avhengig av skilting for å orientere seg. Byen er ikke synlig fra toget eller plattformen ved ankomst.



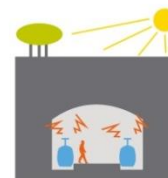
TRYGGHET
Løsningen gir lite sosial trygghet. Det føles ikke trygt å stå alene i en tunnell under bakken. Man er avhengig av gode rømningsveier i tilfelle brann e.l.



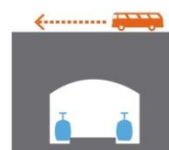
FYSISK TILGJENGELIGHET
Stasjonen har store nivåforskjeller. Rullende er avhengige av heis fordi en rampe ville ha blitt for lang.



OPPLEVELSE
Løsningen gir hverken dagslys eller utsikt fra plattform eller tog. Tunnellen kan muligens forsterke støyen på plattformene.



FRAVÆR AV BARRIÈRE
Skinnene representerer ingen barriere på overflaten, men heller ikke et strukturerende element.



KOMFORT
Løsningen gir le for vær og vind. Den gir anledning til å ha kontrollert temperatur på plattformen.



Figur 51 Fagnotat stasjonsutforming

Utdrag som viser de syv ulike stasjonstypene som notatet omtaler. Stasjonstypenes fordeler og ulemper er vurdert ut ifra de samme parametrene, som vist eksempel av stasjonstypen «T-A: stasjon i tunnel».

8.2 Planforutsetninger for parkering

InterCity-prosjektet har på bakgrunn av føringer i NTP og Jernbaneverkets parkeringsstrategi definert ved hvilke IC-stasjoner Jernbaneverket skal tilby innfartsparkering og hvor det skal søkes mer bymessige løsninger. Det er utarbeidet egne rapporter for Østfoldbanen (Moss-Halden), Vestfoldbanen (Sande-Skien) og Dovrebanen (Tangen- Lillehammer) der tilbudet er nærmere definert – se vedlegg kap 14.

8.3 Plattformer

Lengde på plattformer på IC-strekningene:

Det skal planlegges med 350 m lange plattformer på InterCity-strekningene. På enkelte stasjoner kan det være aktuelt å ha kortere plattformer som kun skal betjenes av lokaltog eller regiontog.

Bredde på plattformer på IC-strekninger:

InterCity-strekningene vil ha plattformer hvor det kan være aktuelt med passerende tog i 200 km/t-250 km /t. Ved hastighet > 200 km/h skal prosedyre og fysiske barrierer hindre at passasjerer kan oppholde seg nærmere enn 2 meter fra plattformkant ved togpassering.

- Ved plattformer med gjennomkjøringshastighet > 200 km/t skal sikkerhetssonen være 2,0 m og det skal avsettes 0,20 m til system for avsperring av sikkerhetssonen. Jmf krav i teknisk regelverk,

https://trv.ibv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Plattformer_og_spor_p%C3%A5_stasjoner

8.4 Stasjonshåndboka

Beskriver den standard Jernbaneverket til enhver tid har som ambisjon å tilby på stasjoners publikumsområder og fastsetter krav til utforming av publikumsområder og utstyr.

8.5 Designhåndboka

Beskriver krav og anbefalinger knyttet til utforming av Jernbaneverkets elementer for profil som logo og fargebruk, merkantilt materiell, skjermkommunikasjon, skilt, stillingsannonser, kart, arbeidstøy, rullerende materiell, skilt og stasjonselementer (som leskur, benker, avfallsbeholdere).

8.6 Strategisk rammeverk for stoppesteder

«Strategisk rammeverk for stoppesteder», utarbeidet av Jernbaneverket Teknologi, 4.11.2015 (TF102827-000 rev 03)

9 Elkraft



9.1 Innledning

Dette kapitlet omhandler felles elektro, forsyningsanlegg (50 Hz), kontaktledningsanlegg og banestrømforsyning (16 2/3 Hz) for IC strekningene.

Forsyningsanlegg og kontaktledningsanlegg gis spesifikke føringer for IC utbyggingen, mens banestrømforsyning må vurderes helhetlig opp mot øvrig trafikk og øvrige baners energibehov.

For banestrømforsyning er InterCity strekningene en del av et større system som utredes og beskrives i landsdekkende kraftsystemutredning. Utredningen utarbeides og oppdateres av Jernbaneverket Energi.

Alle InterCity-prosjekter skal vurdere om det som følge av tiltaket vil være behov for økt kapasitet for banestrøm, og hvilke konsekvenser dette kan ha. Ved behov kontaktes Jernbaneverket Energi for rådgivning.

Alle valg av løsninger skal dokumenteres gjennom en vurdering av risiko, ref. FEF §2-2 og/ eller FEL §16. Rådgiver må derfor på selvstendig grunnlag vurdere anbefalingene som er gitt i dette kapitlet og implementere dette i sin risikovurdering. Samsvarserklæring skal leveres for utført prosjektering. Både risikovurdering og samsvarserklæring skal leveres for hver planfase, men disse kan gjerne etableres som dokumenter som revideres for hver planfase.

9.2 Felles Elektro

9.2.1 Jording og utjevningsforbindelser på strekninger med akseltellere

Anlegg skal utformes slik at tilgjengelige potensialforskjeller, berøringsspenninger og strømmer i jord og jordledere ikke representerer personfare eller fare for skade på utstyr eller materiell. Bakgrunnen for alle valg av løsninger skal begrunnes i en dokumentert vurdering av risiko. Jf. FEF § 2-2 og 8-6

Iht. Teknisk regelverk skal returforbindelser og utjevningsforbindelser som en hovedregel kobles direkte til kjøreskinnene. Ved tilkobling av returforbindelser til kjøreskinnene skal det etableres tverrforbindelser slik at returstrømmen fordeler seg jevnt mellom kjøreskinnene.

Langsgående jordleder kan i noen situasjoner være aktuelt som tiltak:

- for å begrense antall tilkoblinger til kjøreskinner
- for å redusere skinnepotensialet på en strekning, som en metode for å begrense risiko for elektrisk sjokk. (Blank langsgående jordleder forlagt på formasjonsplan)
- der dette vurderes som en praktisk og kostnadseffektiv løsning for utjevning av mange ledende deler langs banen, slik som i en tunnel.

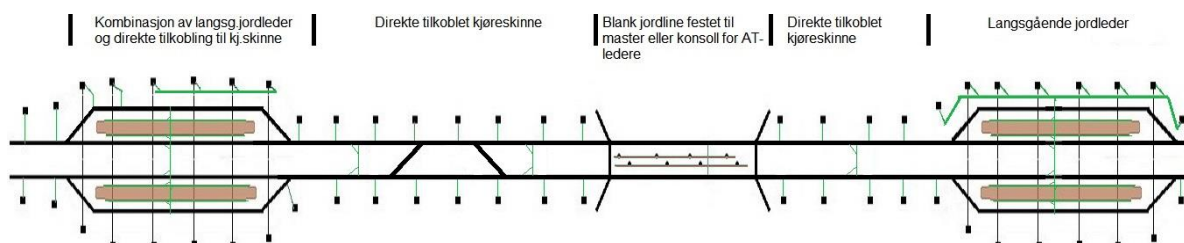
Etablering av langsgående jordleder er kostnadsdrivende, og bør følgelig vurderes kritisk. Der det etableres langsgående jordleder, skal begrunnelsen for dette dokumenteres.

Det er ønskelig med en viss grad av standardisering av jordingsanlegg på InterCity-strekningene. Dersom ikke vurdering av risiko, beregninger eller andre forhold tilsier noe annet, så bør utgangspunktet for prosjektering av jordingsanlegg være som beskrevet under: (Se også Figur 52/figur 52 Grunnprinsipp for jordingsanleggets grovstruktur)

Fri linje: Direkte tilkobling til kjøreskinne.

Ved plattformer: Etablere langsgående jordledere for å redusere antall tilkoblinger til kjøreskinnene, evt. en kombinasjon av langsgående jordleder og direkte tilkobling til kjøreskinne. MEB brukes til utjevning av plattformelementer, og kan samtidig fungere som langsgående jordleder for objekter på plattform.

Tunnel: Blank langsgående jordleder festet på master eller konsoller til AT ledere. Kan kombineres med direkte utjevning til kjøreskinne der hvor det ikke er hensiktsmessig å føre utjevningsforbindelsen til langsgående jordleder i taket. I kortere tunneler med få utjevningpunkter vil direkte utjevning til kjøreskinne være mest hensiktsmessig. Beskrivelse av forhold som er spesielle for tunneler: se TRV bok 510 kap 6 vedlegg f.



Figur 52 Grunnprinsipp for jordingsanleggets grovstruktur

9.2.1.1 Merking av jordingsforbindelser

Med tanke på feilretting og generisk vedlikehold er det viktig og raskt kunne identifisere hvilken faggruppe de ulike utjevningsforbindelsene tilhører. Alle utjevningsforbindelser som ikke med enkelhet kan identifiseres skal merkes med aktuelt fagområdes merkefarge iht. tabell for fargekoder i Teknisk regelverk. (JD510, kap. 5, pkt. 2.13.1)

9.2.2 Kabelkanaler/føringsveier

Behovet for kabelkanaler og føringsveier skal vurderes med tanke på funksjon og kostnader.

Følgende momenter må vurderes (ikke uttømmende):

- Separat kanal for langsgående høyspent
- Plassering av AT-leder i tunnel og under bruer. (Skal normalt føres som blanke ledere)
- Plassering av rør for fiberkabler/høyspent mm (under kabelkanaler)
- Signalanleggets omfang (behov for ekstra/midlertidig føringsveier i forbindelse med overgang mellom konvensjonelle sikringsanlegg klasse B og ERTMS)
- Felles løp for flere fag (tele/signal), (lavspent, signal), (AT-kabel, høyspentkabel)

9.2.3 Nisjer i tunnel

Nisjer vil behøves der teknisk utstyr ikke kan plasseres innenfor det ordinære tunnelverrsnittet. JBV sin vurdering er at det kun trengs nisjer der radioutstyr skal plasseres. Utforming og kostnadsbilde for nisjer vil være avhengig av hvilken metode for vann- og frostsikring som blir valgt, og av hvordan installasjoner festes i tverrsnittet. Kostnad ved bruk av nisjer skal reduseres så langt det er mulig - det er ikke ønskelig med lukkede nisjer med vegg og dør. Samlokalisering av utstyr fra flere fag i felles nisjer skal gjøres i størst mulig grad. Vi viser for øvrig til kapittel 7.3.6.7, nisjer i tunneler og generelt til kapittel 7.3, tunnel.

Innkapsling/ skap for teknisk utstyr må dimensjoneres for å tåle trykk- og sugkrefter som oppstår ved togpassering i dimensjonert hastighet. Ut over å tåle trykkbølger, må skap ha IP-grad for å tåle tunnelmiljøet (eksempelvis brems støv og vask av tunnel). Størrelse på skap må tilpasses utstyrsmengden, og dimensjoneres riktig med tanke på varmeavgivelse.

Nisjer som skal romme radioutstyr for GSM-R og MIT-dekning, bygges normalt med 500 meters avstand fra tekniske hus i tunnelen. Radioutstyr i disse nisjene skal ikke tilføres reservestrømforsyning (UPS-kraft) fra teknisk hus, men skal ha lokal UPS i form av likeretter og batterier. Lokal likeretter i radionisjer anses for å være det mest driftssikre alternativet.

9.3 Forsyningsanlegg

9.3.1 Høyspenning

For InterCity-strekningene skal det bygges strømforsyning langs sporet med systemspenning 22 kV og 50 Hz og tilhørende nettstasjoner. Med jevne mellomrom kreves det innmating fra nettselskaper fra tilgjengelig spenningsnivå normalt 11 kV eller 22 kV. Den enkelte delstrekning må se på tilstøtende delstrekninger for å ivareta helheten i strømforsyningen. Det anbefales å etablere innmating av 11 kV eller 22 kV direkte fra omformerstasjon eller nettselskapets transformatorstasjon, slik at tilstrekkelig god systempålitelighet oppnås.

Den langsgående 22 kV linjen skal være sammenhengende over lengre strekninger og fortrinnsvis danne et ringnett med mulighet for innmating fra to sider. Nettet skal alltid driftes seksjonert slik at to eller flere innmatingspunkter aldri kobles sammen.

Se dokument ICP-00-N-00001 Teknisk og økonomisk vurdering av alternativer for tilknytning av strømforsyning (50Hz) for InterCity-strekningene.

- Høyspenningsanlegget skal forsyne elektrisk energi til alle elektriske installasjoner langs InterCitystrekningene
 - Ved store hensettingsområder, må effektvurderinger/lastflytberegninger ses på spesielt for å vurdere kapasiteten i det langsgående forsyningsnettet.
- Høyspenningsanlegget skal plasseres i eget rom i elektrotekniske hus evt. i små nettstasjoner der det er teknisk og økonomisk hensiktsmessig.
 - Trafo
 - Bryteranlegg
 - Trafo 11/22kV (ved behov)
 - Måleranlegg
 - Styring

9.3.2 Lavspenning

Aktuelle spenningsnivåer er 230 V IT-system, 400 V TN-system og eventuelt 690 V IT-system for ventilasjonsanlegg i tunnel.

I følge Jernbaneverkets handlingsplan for energieffektivisering for perioden 2014-2017 skal det monteres formålsdelt energimåling for å sikre bedre kontroll og overvåking av energibruk. Se kap 4.4.6 for nærmere informasjon.

For den enkelte planstrekning skal det lages en analyse/vurdering av hvilken systemspenning som skal benyttes.

Følgende momenter skal medtas i vurderingene (ikke uttømmende):

- Teknisk regelverk
- NEK 400
- FEL
- TSI
- Konsept for jording og utjevning
- Grensesnitt mot tilstøtende jernbaneanlegg
- Eksisterende systemspenning på strekningen
- Økonomi
- Framtidig eiers ønske
- Forsyningssikkerhet

Typiske jernbanetekniske installasjoner som må strømforsynes:

- Sporvekselvarme
- KL-brytere
- Signalanlegg
- Teleanlegg
- Tunnelinstallasjoner
- Pumpeanlegg/VA
- Reservekraft (UPS/aggregat)
- Installasjoner i tekniske hus
- Installasjoner på stasjoner/driftsbanegårder/hensetning ol
- SRO (styring, regulering, overvåking)
- Tilstandskontroll (hjuldeteksjon/hotbox/strømvatgerdetektering mm)

9.3.2.1 Signalanlegg

Det skal etableres strømforsyning til signalanlegg. Se for øvrig krav i signalkapittelet.

9.3.2.2 Teleanlegg

Det skal etableres strømforsyning til teleanlegg. Se for øvrig krav i telekapittelet.

9.3.2.3 Tunnelinstallasjoner

Det er særdeles viktig med tverrfaglig samarbeid og prosjektering ifm. tunnelinstallasjoner. Se vurderinger gitt i kap. 7.3 tunnel.

9.3.2.4 Installasjoner på stasjoner/driftsbanegårder/hensetting ol

På strekninger hvor det er aktuelt med stasjoner/driftsbanegårder/hensetting ol. må strømforsyning ses på spesielt. Det må skilles mellom strømforsyning til jernbanetekniske installasjoner og installasjoner eksterne (for eksempel kiosker, butikker, andre utleieparter).

Plattform:

Det skal utarbeides en egen LCC og LCA/ miljøbudsjett for den enkelte plattform som skal gi innspill til valg av løsning for oppvarming av plattform/ snøsmelteanlegg evt. tradisjonelt snømåking/strøing.

Ved valg av metode for oppvarming av plattform/ snøsmelteanlegg på den enkelte plattform må det gjøres spesifikke vurderinger av kostnader (LCC) og miljø (klima - LCA), da dette avhenger av plattformens utforming, tilgang til fornybare energikilder (eks grunnvarme) osv.

9.3.2.5 SRO (styring, regulering, overvåking)

Det må så tidlig som mulig, i samarbeid med JBV, defineres hvilke jernbanetekniske objekter som skal ivaretas av SRO. Senest i detaljplanfasen må prosjektene utpeke en SRO-ansvarlig som skal koordinere planleggingen av alle SRO-anlegg. Funksjonen kan sammenlignes med ITB-ansvarlig i bygg (ITB=integrerte tekniske bygningsinstallasjoner) og Norsk Standard for ITB, NS3935:2011 kan med nødvendige tilpasninger definere oppgavene til SRO-ansvarlig.

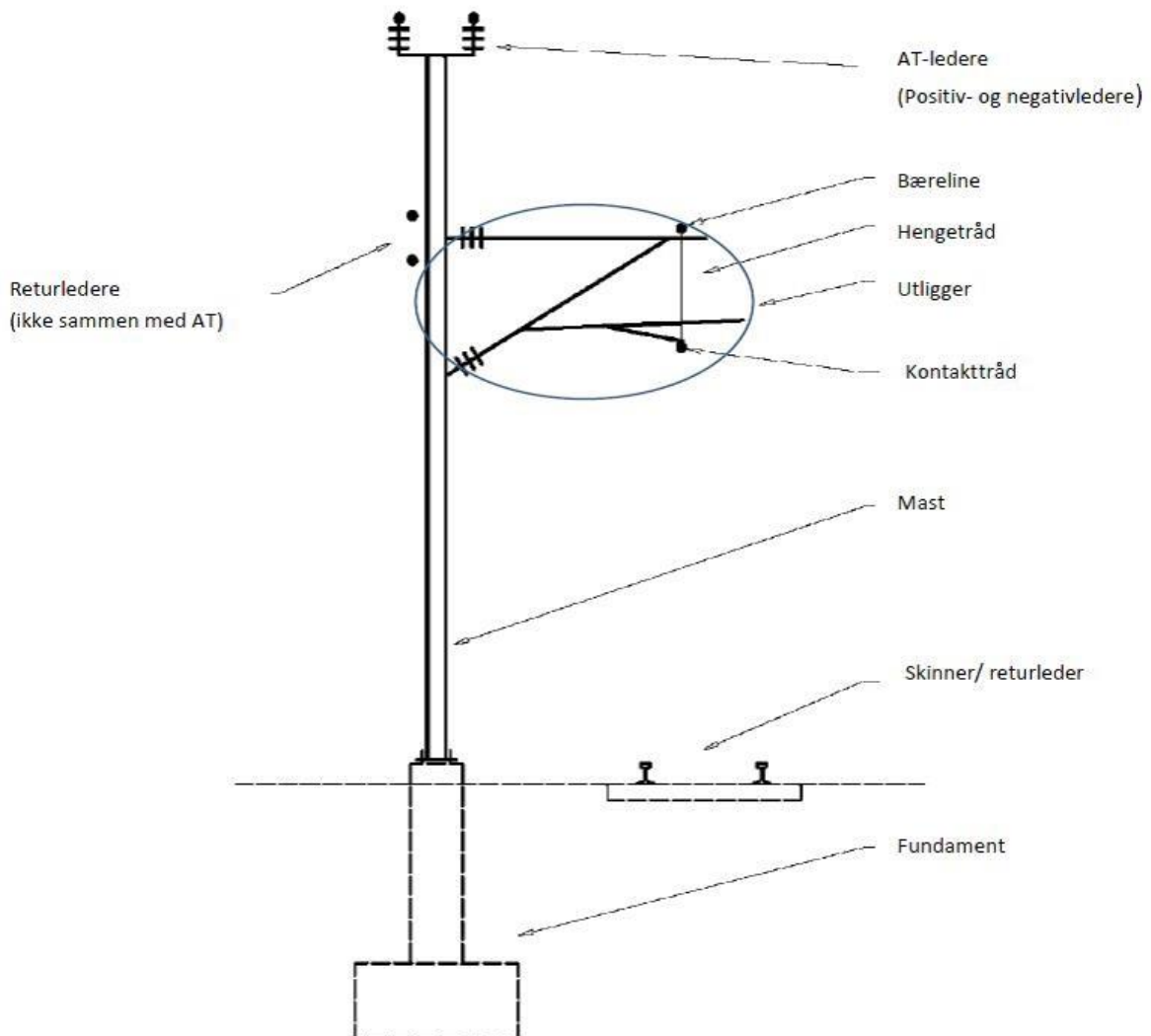
Momenter som må hensyntas ved prosjektering av SRO-anlegg:

- Definere objekter
- Definere de ulike toppsystemer
- Utarbeide topologiskjema
- Utarbeide funksjonsbeskrivelser
- Utarbeide signallister
- Definere grensesnitt

Referansedokumenter:

- STY-602583 Instruks for melding av endringer i Jernbaneverkets infrastruktur som berører skjermbilder for FJEL (fjernkontroll elkraft)
- Krav og retningslinjer for grensesnitt mot FJEL
- IUP-00-A-00961 Overordnet alarmfilosofi for Jernbaneverket
- IUP-00-A-00593 Strategi for tilstandsovervåking av infrastruktur for jernbane (vekt på sporveksler)

9.4 Kontaktledningsanlegg



Figur 53 Hovedkomponenter i kontaktledningsanlegget.

9.4.1 Kontaktledningssystem

Forutsetning for valg av kontaktledningssystem er gitt i Konseptdokument for IC-strekningene (ICP-00-A-00004): Hastighetsstandard for InterCity-strekningene skal være 250 km/h der dette ikke innebærer vesentlige merkostnader sammenlignet med en hastighet på 200 km/h. IC-tog skal imidlertid ha en kjørehastighet på opp til 200 km/h, om det er hensiktsmessig avstand mellom IC-stasjonene.

Av de kontaktledningssystemer som finnes i Norge i dag og som er beskrevet i Teknisk regelverk, er det kontaktledningssystem S25 som i størst grad tilfredsstiller disse forutsetningene.

Kontaktledningssystem S25 kan trafikkeres med en topphastighet på 250 km/h dersom strømvaktavstanden ikke genererer kontaktkraft (F_m) ut over verdier gitt i EN 50367:2012 avsnitt 7.3 og tabell 6.

Nye togsett bør simuleres med sine strømvaktavstander iht. EN 50318 for trafikkering på S25 kontaktledningsanlegg (S25 = Re250).

Dette vil si at togleverandøren faktisk må kunne verifisere at materiellet kan trafikkere kontaktledningsanlegget i ønsket hastighet uten å belaste dette ut over internasjonale standardiserte verdier.

Av eksisterende togmateriell kan det nevnes at BM74/75 (Flirt) er testet ut og godkjent for topphastighet 200 km/t, og BM71 (Flytoget) med en strømvaktavstand på 73 m er testet ut og godkjent for topphastighet 210 km/h.

Kontaktledningsanlegget skal ikke være begrensende for kapasitet eller hastighet og må tilpasses valgt konsept på strekningene. Ved fornyelse av eksisterende baner og ved nybygging i hovedspor er det kun system 20 (alle standarder) og system 25 som skal benyttes. Tilpasning til eksisterende anlegg skal foregå etter gjeldende regler for overgang mellom hastighetsklasser. Veksling mellom ulike hastighetsklasser skal begrenses og må begrunnes etter kriterier gitt i TR 540 kap. 5. Det skal benyttes tradisjonell kontaktledning (innspent line). Valg av spesialtilpasset strømskinnesystem skal være godkjent av Jernbaneverket Teknologi i hvert enkelt tilfelle.

9.4.2 Autotransformatorsystem

Kontaktledningsanlegget skal utføres med autotransformatorsystem (AT-system) med seksjonert kontaktledning. Autotransformatorene skal plasseres med i størrelsesorden 10-12 km innbyrdes avstand og tilpasses ferdig utbygd AT-system mellom to omformerstasjoner. (se også kap 7.4) Avstanden på 10-12 km er ikke absolutt og autotransformatorene kan om mulig plasseres ved overkjøringsløyefene som er skissert i konseptdokumentet. Autotransformatorer skal så langt det er praktisk mulig ikke plasseres i tunnel. Idriftsettelse av strekninger med AT-system bør foregå uten bruk av midlertidige autotransformatorer, men dette må vurderes mot andre midlertidige tiltak samt eventuelle utbyggings-/ fornyelsesplaner på tilstøtende strekninger.

På grunn av fare for at det kan oppstå resonansfrekvenser lavere enn 250 Hz skal bruk av kabel i AT-systemet vurderes spesielt restriktivt. For å følge anbefalingen om maksimalt 10 % andel kabel ift. blank line mellom to omformerstasjoner, skal det vurderes og ved behov medtas løsninger med blanke liner også i tunneler/kulverter, under bruer og andre overliggende konstruksjoner. Teknisk løsning for oppheng av blanke AT-ledninger i tunnel er under utarbeidelse, og produksjonstegning av opphengsløsning er ventet klar tidlig i 2017.

9.4.3 Returkrets

Det skal ikke bygges egne returledere. Der det bygges KL-anlegg som er forberedt for AT-system, så kan AT-lederne (midlertidig) benyttes som returledere i et BT-system. Alle autotransformatorer vil ha en forbindelse til begge skinnestrengene, for å føre strømmen fra skinnene til AT-lederne. Denne forbindelsen er mellom autotransformatorens 0-punkt og skinne.

9.4.4 Brytere

Alle brytere i kontaktledningsanlegget skal normalt være skille- eller lastskillebrytere montert i mast. Bryterne skal være motorbetjente og fjernstyrte. Unntak skal begrunnes med en enkel RAMS-vurdering med vekt på tilgjengelighet

9.4.5 Master

Alle master skal være av typen HEB. Hver tredje mast skal ha kulebolter som muliggjør tilkobling av portabelt jordingsapparat. Kulebolt skal være montert på hhv. 1,0m, 6,0m og 8,5m over mastefot.

9.4.6 Seksjonering

Kontaktledningsanlegget skal seksjoneres etter retningslinjer i Teknisk regelverk. Det er spesielt viktig at seksjoneringen koordineres med signalplassering og inndeling av arbeidsområder.

Gjeldende kraftsystemutredning for strekningen vil gi føringer for hvor i anlegget sonegrensebryter alternativt koblingshus skal plasseres.

9.4.7 Fjernstyring

Alle høyspenningsbrytere skal legges inn i Jernbanelverkets driftsentralsystem for fjernstyring av elkraftanlegg (FJEL – fjernstyring elkraft). Gjeldende rutine for innmelding er gitt i instruks STY-602583. For fjernbetjente brytere må kapasiteten i aktuelle eksisterende undersentraler (RTU) og behovet for nye undersentraler kartlegges. Det er etablert rammeavtaler for innkjøp av RTUer som med fordel kan benyttes.

9.4.8 Nødfrakobling (NFK)

Dagens tekniske løsning til nødfrakobling er utdatert, ny løsning som innebærer at funksjonen ivaretas av fjernstyringssystemet for elkraft (FJEL) er sikkerhetsmessig akseptert, men er ikke satt i drift. Inntil ny teknisk løsning er satt i drift gjelder derfor eksisterende krav i Teknisk regelverk, men for strekninger med byggestart fra 2018 skal det ikke planlegges med gammel teknisk løsning.

9.4.9 Kontaktledningssystem for tunnel

Valg av kontaktledningssystem i tunneler skal normalt tas etter samme forutsetninger som for fri linje, se avsnitt 6.3.1. Det skal benyttes tradisjonell kontaktledning (innspenne liner) også i tunneller. Drivemetode for tunnelen vil kunne være bestemmende for om tverrsnittets størrelse vil være stort nok til et konvensjonelt kontaktledningssystem uten tilpasninger. Standard komponenter for kontaktledning er beskrevet i JBV's systemtegninger. Disse komponentene vil i noen tilfeller være dimensjonerende for tunneltverrsnittet. For å begrense antall avspenninger bør man i lengre tunneler vurdere å øke lengden på ledningsparter som befinner seg i områder hvor temperaturen er stabil.

På grunn av hensynet til fremtidige justeringsmuligheter og faren kortslutning pga. fugl skal det legges til grunn en isolasjonsavstand på min. 400mm mellom utliggere/liner og tunnel-/kulverttak. Dette gjelder også andre overliggende konstruksjoner som bruer og lignende. Der hvor denne avstanden ikke kan oppnås må isolering/skjerming av utsatte deler vurderes.

9.4.10 Konsept AT-system

Parameter	Ytelse	Standard
Type system	Autotransformatorsystem med seksjonert kontaktledning	
	Består av negativ og positiv ledere	
	Plasseres normalt på toppen av kontaktledningsmastene	
Kapasitet	Det skal utføres trafikksimuleringer ved dimensjonering av omformerytelse, avstand mellom omformerstasjoner, leder tverrsnitt for kabler og liner. Eventuelt andre seriekomponenter. Dimensjonering og plassering av omformerytelser utføres av Jernbanelverket Energi.	EN 50388 TSI ENE CR TSI ENE HS
Dobbeltspor	Hvert spor bygges med uavhengig autotransformatorsystem	

Tabell 33 Konsept Autotransformator – ytelsesparametere.

Komponent	Lengde	Teknisk regelverk
Master	Dimensjonering	Mekanisk dimensjonering av master
	Montasjehøyde	Mekanisk dimensjonering av master
	Lengde	Normalt 9,5 m over SO
Ledere	Blanke ledere	Aluminium. Dimensjoneres ifht resultater fra kapasitet (over), men maks. 400 mm ²
	Kabler	Vurderes ut fra belastning og forlegningsmåte
Matestasjon	Avstand	Maks. 120 km men nærmere bestemmelse av maksimal avstand vurderes på bakgrunn av resultatet til trafikksimuleringene
Autotransformatorer	Ytelse	Normalt 5 MVA og 10-12 km avstand. Verifiseres med trafikksimuleringer.
		Innmatingspunkter fra positivleder skal ikke mate kontaktledningsseksjoner lengre enn 6 km. (Maks 3 km til hver side for innmatingspunkt) Signalplassering og kontaktledningsparter er dimensjonerende. Verifiseres med trafikksimuleringer.

Tabell 34 Konsept Autotransformator med seksjonert kontaktledning.

Parameter	Ytelse	Standard
Minste tverrsnitt	GC + NO1	NS-EN 15273-3:2013
Stigning/ fall (trasé)	Blandet trafikk 12,5 ‰ Person trafikk 35,0 ‰	TSI INF
Hastighet/ kontaktledningsystem	200 < v ≤ 250 [km/h] – System 25	
	160 < v ≤ 200 [km/h] – System 20A og 20C	
Hastighet / belastning (overføringskapasitet – kontinuerlig strøm)	200 < v ≤ 250 [km/h] – 800 [A]	
	160 < v ≤ 200 [km/h] – 600 [A]	
Strømvaktakerbredder	Norsk 1800 [mm]	EN 50367:2012
	TSI ENE CR 1950 [mm]	EN 50367:2012
Kurveradier	200 < v ≤ 250 [km/h] – R > 1200 [m]	
	160 < v ≤ 200 [km/h] – R > 800 [m]	

Tabell 35 Konsept Kontaktledningsanlegg – ytelsesparametere.

Komponent	Beskrivelse	Teknisk regelverk	Standard
Master	Lengde	Mekanisk dimensjonering av master	HEB (Bjelkemast)
	Dimensjonering	Mekanisk dimensjonering av master	NS-EN 1990:2002/NA-2008 NS-EN 1991-1-4:2005/NA-2009 NS-EN 1993-1-1:2005/NA-2008
	Fundamentering	Konstruksjoner	
	Spennlengder	Spennlengder	EK.800408-000 og EK.800409-000 (30 m/s) EK.800410-000 og EK.800411-000 (37 m/s)
Utliggere	Kontakttråd høyde	Normale kontakttråd- Høyder 5,10m	EN 50119:2009
	Systemhøyde	Systemhøyde	

	Sikksakk	Sikksakk	EK.707395-000
	Vindhastighet	Dimensjonerende vindhastighet for kontaktledningsanlegget	NS-EN 1991-1-4:2005/NA-2009

Tabell 36 Konsept System 25 (Fri linje).

Komponent	Beskrivelse	Teknisk regelverk	Standard
Master	Lengde	Mekanisk dimensjonering av master	
	Dimensjonering	Mekanisk dimensjonering av master	NS-EN 1990:2002/NA-2008 NS-EN 1991-1-4:2005/NA-2009 NS-EN 1993-1-1:2005/NA-2008
	Fundamentering	Konstruksjoner	
	Spennlengder	Spennlengder	EK.800408-000 og EK.800409-000 (30 m/s) EK.800410-000 og EK.800411-000 (37 m/s)
Utliggere	Kontakttråd høyde	Normale kontakttråd- Høyder 5,10m	EN 50119:2009
	Systemhøyde	Systemhøyde	
	Sikksakk	Sikksakk	EK.707395-000

Tabell 37 Konsept System 25 (Tunnel).

9.5 Banestrømsforsyning

Det pågår arbeid med en landsdekkende kraftsystemutredning samt en egen utredning for Oslo-området i regi av Jernbaneverket Energi.

For IC-strekningen vil «Utredning av banestrømforsyningen i Oslo-området i 2030» gi føringer for plassering av bla koblingsanlegg og vern-/ kontrollanlegg og sonegrensebrytere/ seksjonering. Utredningen forventes ferdig sommeren 2017. Inntil denne foreligger, skal føringene i tabellene i dette kapitlet benyttes.

Det vil bli et nært samspill mellom utbygging av omformerkapasiteten og strekninger med AT-system. Idriftsettelse av strekninger med AT-system må koordineres med idriftsettelse eller eventuell utfasing av omformerstasjoner.

AT-systemet bygges som en integrert del av KL-anlegget, men systemmessig tilhører det banestrømforsyningen siden AT-lederne overfører effekten fra omformerstasjonen og fram til matepunktet på KL-seksjonen. Med de forutsetninger som er gitt i tekst og tabeller for de enkelte banestrekninger under, kan følgende plasseringer av autotransformatorer benyttes i planleggingen. Tabellene omfatter omformerstasjoner og mellomliggende strekninger som berøres av den indre InterCity-utbyggingen. For å ivareta helheten er det også tatt med tiltak som ikke er en del av InterCity-prosjektet. Km angivelsene er veiledende og endelig plassering av autotransformatorene må bestemmes av stedlige forhold. Autotransformatorer skal så langt som mulig ikke plasseres i tunnel.

Teknisk regelverk (Banestrømforsyning/Prosjektering og bygging/Kraftsystem) pkt 3.4.c anbefaler at hvert trafikkområde (eks. by) bør kunne seksjoneres og driftes som en selvstendig øy, det vil si adskilt fra resten av nettet ved hjelp av dødseksjoner. For å seksjonere Oslo-området bør det i tillegg til eksisterende dødseksjoner etableres en dødseksjon mellom Asker og Drammen, eventuelt sør og vest for Drammen samt nord for Eidsvoll. Dødseksjonene skal ha fjernstyrt effektbryter med eller uten vern. Dødseksjonen nord for Eidsvoll bør plasseres om lag midt mellom Eidsvoll koblingshus og Jessnes omformerstasjon og utrustes med vern. Den vil da fungere som sonegrensebryter på strekningen. Plassering av dødseksjon(er) mellom Asker og Drammen eventuelt sør og vest for Drammen faller utenfor IC-prosjektet. Behovet for disse dødseksjonene vil bli avklart i «Utredning av banestrømforsyningen i Oslo-området i 2030».

9.5.1 Forutsetninger Drammen/ Vestfoldbanen:

Asker omformerstasjon i drift

Skoppum omformerstasjon i drift. Simuleringer vil vise om den kan fases ut når det er bygd sammenhengende AT-system mellom Asker og Solum.

Larvik omformerstasjon legges ned

Solum omformerstasjon settes i drift

Nytt koblingshus i Drammen for sammenkobling av dobbeltspor med AT-system på

Drammenbanen, Vestfoldbanen og Sørlandsbanen

Omformer/ Koblingshus	Antall auto- transformatorer	Plasserin g ca km	Merknad
Asker omformerstasjon	2 stk pr avgang/ spor	24	Enpolet koblingsanlegg beholdes, AT-system installeres på eksisterende avganger mot

			Drammen Ikke en del av InterCity-prosjektet
	1 stk pr spor	47	Plasseres utenfor Lieråsen tunell Ikke en del av InterCity-prosjektet
Dødseksjon (DS)		<i>Egnet plassering</i>	<i>Se forklaring i innledning</i> <i>Ikke en del av InterCity-prosjektet</i>
Drammen koblingshus		53	Bygges som et topolet koblingsanlegg uten belastbart nullpunkt. Må ha minimum seks topolette avganger samt et nødvendig antall enpolette avganger til Drammen stasjon og Sundland
	1 stk pr spor	58	Plasseres utenfor tunell, Drammen-Kobbervikdalen
	1 stk pr spor	68	På eksisterende dobbeltspor, Kobbervikdalen-Holm. Forutsetter at denne strekningen bygges om til AT-system. Ikke en del av InterCity-prosjektet
Dødseksjon (DS)		<i>Egnet plassering</i>	<i>Se forklaring i innledning</i> <i>Ikke en del av InterCity-prosjektet</i>
	1 stk pr spor	78	Her er det plassert to autotransformatorer pr spor for drift av Holmestrandtunellen. En enhet pr spor kan fjernes og gjenbrukes annet sted
	1 stk pr spor	85	Plassert utenfor tunell ved Holmestrand stasjon. Kan sannsynligvis fjernes og gjenbrukes annet sted.
	1 stk pr spor	90	Her er det plassert to autotransformatorer pr spor for drift av Holmestrandtunellen. En enhet pr spor kan fjernes og gjenbrukes annet sted
Skoppum omformerstasjon	2 stk pr avgang/spor	101	Her vil det være behov for midlertidige løsninger, avhengig av hvordan Skoppum omformer håndteres.
	2 stk pr spor	111	Utenfor IC-prosjektet, men bør etableres som en del av driftsettelsen av Nykirke – Barkåker. En enhet pr spor kan fjernes når dobbeltsporet driftsettes sør for Tønsberg
	1 stk pr spor	123	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	1 stk pr spor	135	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	1 stk pr spor	147	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	1 stk pr spor	159	Etablert på km 164 av prosjekt Farriseidet – Porsgrunn. Bør flyttes når dobbeltsporet ferdigstilles
Solum omformerstasjon			

Tabell 38 Mulig plassering av autotransformatorer Vestfoldbanen

9.5.2 Forutsetninger Dovrebanen:

Jessheim omformerstasjon i drift

Nytt koblingshus på Eidsvoll for sammenkobling av AT-system på Gardermobanen, Dovrebanen og Hovedbanen

Tangen omformerstasjon legges ned
Rudshøgda omformerstasjon legges ned

Omformer/ Koblingshus	Antall auto- transformatorer	Plasserin g ca km	Merknad
Jessheim omformerstasjon	2 stk pr avgang/ spor	44,4	Enpolet koblingsanlegg beholdes, AT-system installeres på eksisterende avgang mot Hovedbanen nord Ikke en del av InterCity-prosjektet
	1 stk pr spor	54	Egnet plassering i området nord for Sand krysningspor Ikke en del av InterCity-prosjektet
	1 stk pr spor	64-66	Egnet plassering i dette området Ikke en del av InterCity-prosjektet
Eidsvoll koblingshus		68	Bygges som et topolet koblingsanlegg uten belastbart nullpunkt. Må ha minimum seks topolete avganger samt et nødvendig antall enpolet avganger til Eidsvoll stasjon og hensetting. Gardermobanen fra Jessheim til Eidsvoll forutsettes beholdt med BT-system, avgangene bygges likevel med topolte brytere for senere overgang til AT-system
	1 stk pr spor	76	Midletidig plassert autotransformatorer for dobbeltsporet Langset-Kleverud beholdes
		79	Planlagt som permanent plassering for dobbeltsporet Langset-Kleverud, men kan fjernes og gjenbrukes annet sted
	1 stk pr spor	89	Eksisterende autotransformatorer for dobbeltsporet Langset-Kleverud beholdes
		91	Midlertidig plassert autotransformatorer for dobbeltsporet Langset-Kleverud fjernes og gjenbrukes annet sted
	1 stk pr spor	99	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
<i>Sonegrensebryter</i>		<i>Egnet plassering</i>	<i>Se forklaring i innledning</i>
	1 stk pr spor	109	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	1 stk pr spor	119	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
Jessnes omformerstasjon		130	Forutsetter 2 stk autotransformatorer pr avgang/ spor
	2 stk pr spor	140	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen. En enehet pr spor kan fjernes når dobbeltsporet drifsettes videre nordover
	1 stk pr spor	152	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	1 stk pr spor	164	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	1 stk pr spor	176	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
	2 stk pr spor	184	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i

			detaljplanleggingen
--	--	--	---------------------

Tabell 39 Mulig plassering av autotransformatorer Dovrebanen

9.5.3 Forutsetninger Østfoldbanen:

Smørbekk omformer i drift

Sarpsborg omformer i drift

Omformer/ Koblingshus	Antall auto- transformatorer	Plasserin g ca km	Merknad
Smørbekk omformer	2 stk pr avgang/ spor	51,5	Enpolet koblingsanlegg beholdes, AT installeres på eksisterende avganger mot Moss. Ikke en del InterCity-prosjektet
	1 stk pr spor	60,22	Prosjektert plassering
	1 stk pr spor	70,5	Prosjektert plassering
Sonegrensebryter		<i>Egnet plassering</i>	<i>Se forklaring i innledning</i>
	1 stk pr spor	81	Egnet plassering i dette området
	1 stk pr spor	92	Egnet plassering i dette området
	1 stk pr spor	103	Egnet plassering i dette området
Sarpsborg omformer	2 stk pr avgang/ spor	114	Enpolet koblingsanlegg beholdes, AT installeres på eksisterende avganger mot Moss.
	1 stk pr spor	125	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen
Halden	2 stk pr spor	136	Mulig plassering, endelig plassering bestemmes i detaljplanleggingen

Tabell 40 Mulig plassering av autotransformatorer Østfoldbanen

9.6 Referanser

ICP-00-N-00001 Teknisk og økonomisk vurdering av alternativer for tilknytning av strømforsyning (50Hz) for InterCity-strekningen

10 Teknisk Trafikkstyring og IKT infrastruktur



10.1 Innledning

Teknisk trafikkstyring består av de tekniske systemene for styring og kontroll av sikker togframføring.

Konseptene som er beskrevet i teknisk trafikkstyring baseres på allerede utbygd teknologi, noe er på planleggingsstadiet eller i innføringsfasen.

Teknisk regelverk og kravspesifikasjoner vil komplettere beskrivelsene av hvert delsystem.

Teknisk trafikkstyring er delt inn i følgende delsystemer:

- Trafikkstyringssystem (TMS)
- Teleanlegg
- Signalanlegg

10.2 Trafikkstyringssystem (TMS)

Trafikkstyringssystemet omfatter den tekniske utrustningen for å overvåke og lede trafikk på jernbaneinfrastrukturen.

Jernbanelverket ved Trafikk og marked har gjennomført en utredning "Fremtidig struktur for trafikkstyringsfunksjonen", hvor anbefalt forslag er å redusere dagens trafikkstyringssentraler fra åtte til tre. Prosjektet pågår fremdeles.

I ERTMS NI prosjektet er det et delprosjekt som skal anskaffe et nytt Trafikkstyringssystem (TMS) for hele landet som skal erstatte dagens tre CTC-systemer (EBICOS, VICOS og RailManager). Det er forventet at ny TMS vil bli installert fra 2018 – 2019 mot dagens forskjellige sikringsanlegg, og deretter konverteres til ERTMS når den bygges ut videre.

Krav/ Beskrivelse	Referanse
Ved bygging av ny, eller fornyelse av eksisterende jernbaneinfrastruktur, der det ikke implementeres ERTMS, skal anleggene kobles opp mot det trafikkstyringssystemet som dekker det geografiske området hvor utbyggingen skjer.	Teknisk regelverk: Signal/ Prosjektering/ Betjeningsanlegg
Det er en forutsetning at nye strekninger med ERTMS (utover Østfoldbanens Østrelinje), skal kobles opp mot ny teknologisk plattform for TMS. Dette er også en forutsetning for prosjektet ERTMS Nasjonal Implementering (ERTMS NI), herunder delprosjekt TMS, samt prosjekter vedrørende fremtidig struktur for trafikkstyringsfunksjonen.	ERTMS NI

Tabell 41 Konsept Trafikkstyringssystem (TMS).

10.3 Teleanlegg

Teletekniske anlegg deles i følgende underkategorier:

- Togradio
- Transmisjonssystemer
- Kundeinformasjon

For prosjektering av alle kategorier teletekniske anlegg vises det generelt til gjeldende utgave av Teknisk regelverk (TRV), 560 Prosjektering og bygging. Som støtteverktøy for prosjektering bør også Jernbaneverkets prosjekthåndbok for tele benyttes.

10.3.1 Togradio

Togradio omfatter radiosystemet GSM-R som skal gi dekning langs linjen for togframføring. Herunder skiller vi mellom dekning i tunnel og dekning på dagstrekninger. GSM-R skal benyttes som kommunikasjonsbærer for ERTMS ombord-utrustning, og dette stiller strenge krav til dekning. Dekningskrav for ERTMS er identisk med generelt signalnivåkrav for GSM-R, ref TRV. Alle IC-strekninger skal bygges med dekning i henhold til dette kravet, uavhengig av tidspunkt for ERTMS-implementering.

10.3.1.1 Togradio på dagstrekninger

På dagstrekninger vil radioplanlegging av GSM-R bli utført av Signal og Tele, JBV. Plassering av GSM-R – installasjoner i dagsoner vil bli avgjort av JBV, avhengig av korridor- og trasevalg. Radiomaster kan plasseres både langs linjen, og i terrenget utenfor linjetrase. Tekniske bygg må etableres i tilknytning til master for å romme basestasjonsutstyr og annen teknisk utrustning. Det vil normalt bli bygget master for GSM-R ved tunnelmunninger.

For GSM-R – installasjoner utenfor linjetrase vil det måtte utføres grunnerverv. IC-prosjektet skal sørge for at nødvendig grunnerverv for å bygge disse installasjonene blir ivaretatt i planunderlag for kommunale reguleringsplaner. Dette medfører at radioplanlegging for GSM-R må utføres i tidsrommet mellom vedtak av kommunedelplan og vedtak av reguleringsplan. På denne måten vil plassering av installasjoner være klarlagt idet reguleringsplan skal behandles, og grunnervervet vil dermed bli enklere å utføre. Det skal i hvert enkelt tilfelle vurderes om det skal etableres kjørbar tilkomstvei til installasjoner lokalisert utenfor linjen.

Langs alle IC-strekningene skal det legges til rette for at kommersielle mobiloperatører skal kunne bygge ut dekning for Mobilt Internett i Tog (MIT). På tilsvarende vis skal det også tilrettelegges for Nødnett-dekning med Tetra-teknologi. Mobiloperatørene i Norge som har egen infrastruktur er Telenor, Telia og ICE. For Nødnett er det Direktoratet for Nødkommunikasjon (DnK) som står ansvarlig.

For dagstrekningene står disse aktørene fritt i hvordan de ønsker å sørge for dekning. Imidlertid skal IC-prosjektet legge til rette for at både kommersielle aktører og Nødnett skal kunne plassere utstyr i JBV sine master og hytter/ rom. Tilretteleggelse i form av avsatt gulvareal og tilstrekkelig kraft i tekniske rom samt antenneplass i master, vil sikre at nevnte aktører lett kan installere sin infrastruktur slik at dekning er på plass når IC-strekningene åpner. Dette anses som både samfunnsøkonomisk riktig og miljøvennlig, da alternativet for disse aktørene som regel vil være å bygge egne installasjoner. Innplassering/ teleosji vil generere leieinntekter for JBV, og spare omkringliggende omgivelser for inngrep som bygging av master og graving for kabelfremføring. Masteinstallasjoner for GSM-R skal så langt det er mulig bygges med en høyde som tillater plass for innplassering av antenner for kommersielle aktører og Nødnett. Alle radiomaster skal ha fundament dimensjonert for mastehøyde på minst 36 m, slik at masteforlengelse blir mulig på et senere tidspunkt. Teleteknisk utstyr for JBV og for eksterne aktører skal plasseres i hver sine

separate tekniske rom. Det vil imidlertid ikke være behov for telerom for eksterne aktører i alle tekniske hus langs linjen.

10.3.1.2 Togradio i tunneler

I tunneler skal det bygges antenneanlegg med strålekabel for GSM-R – dekning, basert på bruk av repetere eller eget basestasjonsutstyr. Tunneldesign skal gjøres av rammeavtaleleverandør. JBV skal gjøre direkte avrop på rammeavtale for prosjektering av tunnelanlegg.

I tunneler skal antenneanlegg tilrettelegges for tilkopling av utstyr for kommersielle mobilaktører og for Nødnett. Det skal på tilsvarende måte som ovenfor settes av plass til utstyr i tunnellop og i tekniske rom. Antenneanlegg skal designes på en måte som gjør at GSM-R, Nødnett og kommersielle 2G, 3G og 4G-anlegg fungerer godt i sameksistens. Radiostøy og interferens, som kan representere et problem i jernbanetunneler, skal søkes minimert. Å bygge tunnelinstallasjoner med egne basestasjoner i utstysrom istedenfor med pickup-antennene for repetere vurderes i så måte som et aktuelt tiltak, både for GSM-R og øvrige systemer. Videre vil kjørehastighet på opp til 250 km/h for toget representere en utfordring med hensyn på tunneldesign. Det skal velges designløsninger som ivaretar god radioteknisk funksjonalitet ved høy toghastighet, både for GSM-R og for de øvrige systemene. For å oppnå gode datahastigheter for 4G/ LTE i de kommersielle mobilnettene bør tunnelanlegg bygges med støtte for MIMO-teknologi. Dersom mer enn en strålekabel skal anlegges i tunnellop for å oppnå signalveidiversitet med MIMO, skal mobiloperatørene sammen stå for anleggsbidrag som dekker den ekstra kostnaden dette medfører.

Redningsetater skal bruke Nødnett (Tetra) ved operasjoner i tunnel. Det skal ikke bygges noen annen form for nødkommunikasjon i tunnel enn Nødnett-dekning, som eksempelvis analoge VHF/ UHF-systemer.

10.3.2 Transmisjonssystemer

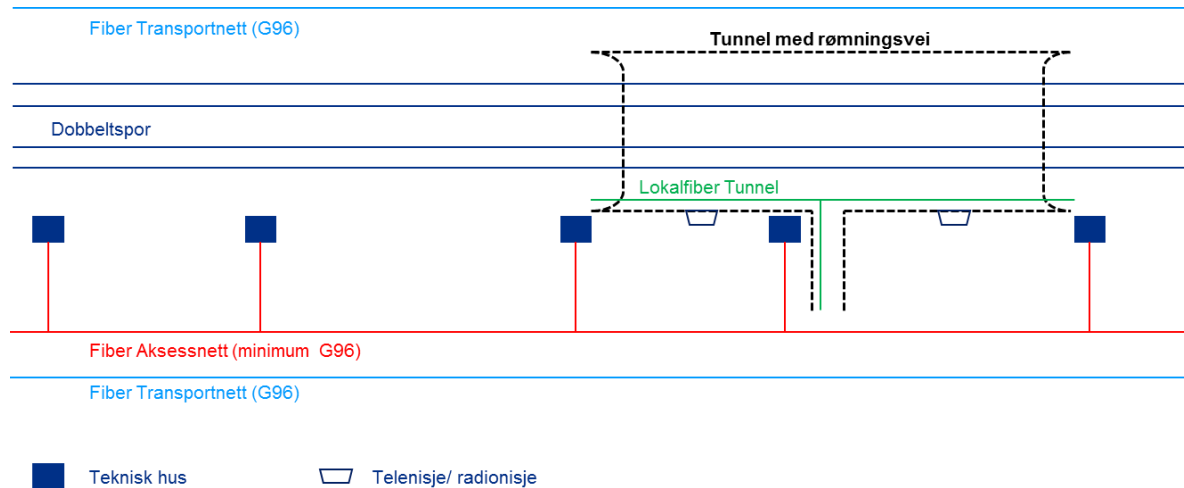
Langs IC-strekningene skal det bygges kabelbaserte transmisjonssystemer med fiberkabel og transmisjonsnoder. Jernbanelanternets transmisjonsnett med tilhørende noder benevnes Next Generation Network (NGN). Utbygging skal skje i samsvar med gjeldende strategi for i JBV. Generell landsdekkende utbyggingsplan er beskrevet i «Hovedplan Transmisjonsnett: transport, aksess- og kjøreveis IKT-nett» (Saksrom nr. 201102345-9). Det pågår pr juni 2016 arbeid med å utarbeide strekningsvise hovedplaner for utbygging av transmisjonsnett, som også vil omfatte IC-strekningene.

Design av nettstruktur for både transportnett og aksessnett/ spredenett skal gjøres i samarbeid med både IC-prosjektet og med enhet Tele, Signal og Tele i JBV, og da i samsvar med utbyggingsplan nedfelt i Målnett. Plassering av signalkomponenter og utstyr for øvrig telekommunikasjon vil være styrende for lokalisering av transmisjonsnoder. Nodeutstyr på både aksess-, regionalt-, og nasjonalt nivå skal leveres av leverandør Nokia, basert på rammeavtale med JBV.

Kabelanlegg, transmisjonsnoder og pardisponering skal dokumenteres i Telemator, som er Jernbanelanternets databaseverktøy for kabelnett og teleutstyr. Planlegging og prosjektering av transmisjonsnett bør derfor også utføres i Telemator, og gevinster av dette vil være et redusert behov for tegninger og et enklere konsept for å holde anleggsdokumentasjon oppdatert. Det forventes endringer i Teknisk regelverk fra og med 2017 som i detalj vil beskrive krav til prosjektering av kabel- og transmisjonsnett i Telemator.

Strukturen på fiberkabelnettet langs IC-dobbelspor kan kategoriseres i tre nivåer; Fiber Transportnett, Fiber Aksessnett og Lokalfiber Tunnel. Fiber i transportnettet har få

termineringspunkter, og terminerer på Regionale Noder i NGN-nettet, typisk på større stasjoner. Aksessnettets forgreninger til Aksessnoder på alle lokasjoner som har et transmisjonsbehov langs linjen, dette gjelder både tekniske hus og øvrige installasjoner. I tunneler vil fiberbehovet være større enn på dagstrekninger, da både togradio-infrastruktur og øvrige tekniske installasjoner har et betydelig behov for kommunikasjon. Lokalfiber Tunnel brukes som spredenett til alle punkter i tunnel som har et transmisjonsbehov.



Figur 54 Prinsippkisse for nettstruktur – optisk fiberkabel langs dobbeltspor.

Den tredelte nettstrukturen kan videre utdypes og beskrives slik:

Fiber Transportnett:

- Fiber Transportnett terminerer i Regionale Noder i NGN-nettet.
- Relativt få termineringspunkter, det ønskes gjennomgående kabelføringer langs linjen mellom større stasjoner.

Fiber Aksessnett:

- Knyttes opp i ringer mot Regionale Noder i transportnettets.
- Fiber Aksessnett terminerer i Aksessnoder i NGN-nettet.
- Forgrening til alle lokasjoner med transmisjonsbehov på dagstrekninger.
- I tunnel terminerer Fiber Aksessnett kun i Aksessnoder, normalt plassert i tekniske hus.

Lokalfiber Tunnel:

- Forgrening til samtlige punkter med transmisjonsbehov i og umiddelbart ved tunnel, inkludert rømningsvei.
- For utstyr som:
 - Repeatere for GSM-R/ MIT /Nødnett
 - SRO/ RTU
 - Adgangskontroll (Bewator)
- Nettstruktur, antall kabler og parkapasitet er fleksibelt, og avhenger av:
 - Tunnellengde (ref TRV - reservekapasitet)
 - Utstyrmengde
 - Antall termineringspunkter

Denne terminologien skal benyttes i prosjektering og i all dokumentasjon i prosjektet. Det skal ikke benyttes navn på fiber som for eksempel GSM-R, MIT eller SRO.

For å oppnå redundans skal det føres frem Fiber Transportnett på begge sider av dobbeltspor, hver kabel med minimum kapasitet G96, jfr TRV. For Fiber Aksessnett skal fiberkabel føres frem på den ene siden av sporet, med minimum kapasitet G96. Dersom behov skulle tilsi det, kan kapasitet på Fiber Aksessnett utvides. Det kan også føres frem Fiber Aksessnett på den andre siden av dobbeltsporet. Denne kablet knyttes da inn i ringer mot Aksessnoder. Lokalfiber Tunnel bør realiseres med kapasitet tilsvarende minst G96, men sprednett i tunnel kan også realiseres med flere kabler med mindre kapasitet, eventuelt i en stjernestruktur.

Fiberkabel kan legges i trekkerør i kabelkanal. Alternativt kan fiber legges i rør i underbygning under kabelkanal. Kabel for Fiber Aksessnett skjøtes og avgrenes i kummer langs traseen der Aksessnoder plasseres. Kabel for Fiber Transportnett bør ha gjennomgående fremføring, uten at rør kappes i kummer. Fiberkabel skal leveres av Draka, basert på rammeavtale JBV har med denne leverandøren.

Langlinjekabel av kobber (parkabel) skal i hovedsak ikke benyttes. På stasjonsområder kan kobberparkabel benyttes for signalkomponenter. Aktuelle signalsystemer (klasse B/ ERTMS) vil være premissgivende for i hvilken grad kobberparkabel skal benyttes.

JBV skal vurdere i hvilken grad det skal legges ekstra ledige trekkerør for fiber langs linjen utover krav i Teknisk regelverk. Det er en målsetning at det for IC-strekningene skal inngås samarbeid med eksterne fiberaktører rundt fremføring av fiber langs traseene. Anleggsbidrag fra slike eksterne aktører vil være kostnadsreducerende for JBV, og samarbeide i form av Anleggsselleskap skal vurderes i et samfunnsnytteperspektiv. Tele, Signal og Tele i JBV skal involveres ved utarbeidelse av avtale om Anleggsselleskap.

Krav/Beskrivelse	Referanse
Krav til transmisjonsanlegg i forbindelse med prosjektering og bygging er beskrevet i Teknisk regelverk.	Teknisk regelverk: Tele/ Prosjektering og bygging/ Transmisjonssystemer
Krav til utvendige og innvendige kabelanlegg for telesystemer og –anlegg er beskrevet i Teknisk regelverk.	Teknisk regelverk: Tele/ Prosjektering og bygging/ Kabelanlegg
Krav til anleggsdokumentasjon i forbindelse med prosjektering og bygging av teleanlegg er beskrevet i Teknisk regelverk.	Teknisk regelverk: Tele/Prosjektering og bygging/ Dokumentasjon
Ved utbygging av ny jernbaneinfrastruktur skal teleanlegg og transmisjonsnett prosjekteres og bygges i henhold til styrende dokumenter i JBV.	<ul style="list-style-type: none"> • Prosjekthåndbok Tele (Saksrom nr. 201211826 - pr september 2016 under revisjon) • Hovedplan Transmisjonsnett: transport, aksess- og kjøreveis IKT-nett (Saksrom nr. 201102345) • Målnett-dokument

Tabell 42 Konsept Transmisjonssystemer.

10.3.3 Tilstandsovervåking

Jernbanelverket gjennomfører prosjekt for landsdekkende implementering av tilstandsovervåking av teknisk infrastruktur. Det skal tilrettelegges for at infrastrukturkomponenter skal kunne overvåkes med den hensikt å redusere nedetid og forsinkelsestimer. Dette innebærer at

komponenter skal kunne overvåkes fra sentralt hold, og kommunikasjonsløsninger for dette må ivaretas. Det skal etableres fibertilkobling til alle tekniske rom og større installasjoner hvor tilstandsovervåkning skal skje. Utover dette kan andre kommunikasjonsløsninger vurderes.

Utover overvåking av telesystemene, skal det etableres overvåking for ulike enkeltsystemer. Innenfor IC-prosjektet er det aktuelt med tilstandsovervåkning for drivmaskiner for sporveksel, sporvekselvarme og for lavspenninstallasjoner. Overvåkning av lavspenning skal også integreres inn mot en sentral overvåkingsentral. Det skal legges til rette for overvåkning ved alle sporveksler ved at kommunikasjon gjøres tilgjengelig der sensorer plasseres.

10.3.4 Kundeinformasjon

Systemer for kundeinformasjon på stasjoner omfatter utstyr for formidling av reiseinformasjon. Dette omfatter blant annet høyttaleranlegg, teleslynger, klokker, monitører og anvisertavler. Disse er kategorisert som teleanlegg. Andre systemer, som adgangskontroll, heistelefon og videoovervåkning omfattes også naturlig av dette fagområdet.

JBV har inngått rammeavtaler med leverandører for ovennevnte typer systemer. Prosjektering og design skal gjøres med utstyr fra disse leverandørene. Design av kundeinformasjonssystemer skal skje i tråd med etablert praksis i JBV, og tilpasses eksisterende systemarkitektur for disse fagområdene. Jernbaneverkets Stasjons håndbok gir føringer for utforming av systemer for kundeinformasjon.

10.3.4.1 Teleslynger

Nye stasjoner som skal bygges i IC-prosjektet skal utstyres med Teleslynge for hørselshemmede, med bakgrunn i krav i byggeteknisk forskrift (TEK10). Teleslyngeanlegg skal bygges for å gi dekning der kundeinformasjon gis gjennom monitører, anvisertavler og høyttaleranlegg. Dette gjelder både på plattform, innendørs og ved eventuell skranke for billettsalg.

10.3.4.2 Videoovervåkning

Anlegg for video-overvåkning bør bygges ut for følgende type objekter:

- Plattformer
- Stasjonsbygg
- Stasjonsområder med tilhørende parkeringsanlegg
- Hensettingsområder

Omfanget av overvåkning på hver lokasjon skal vurderes individuelt, og ses opp mot blant annet stasjonsbemanning og generelt behov for sikkerhet. En differensiert vurdering med tanke på geografisk plassering er nødvendig. I publikumsområder er trygghet for de reisende den overordnede hensikten med å benytte video-overvåkning. Overvåkning for sikring av andre typer objekter kan vurderes, men konsept for mottak av informasjon bør være premissgivende for nytte- og nødvendighetsgrad. Sikkerhetsmessig defineres video-overvåkning som et SIL 0-system.

Strategi for utbygging av video-overvåkning bør være nøktern og restriktiv med hensyn på antall kamera som utplasseres. En fleksibel og skalerbar struktur som kan bygges ut etter behov vurderes som gunstig. Dette kan oppnås ved å føre frem sprednett for fiber til punkter hvor mindre nettverks-switcher kan plasseres, med ledig kapasitet for et fremtidig behov. Kamera skal strøm-mates ved hjelp av Power over Ethernet via nettverkskabel, som vil ha en begrensning i kabellengde på 90 meter.

Det vises for øvrig til eget prosjektnotat i Saksrom i JBV for strategivurderinger rundt videoovervåkning i InterCity-prosjektet, Saksrom nr. 201501424-6.

10.4 Signalanlegg

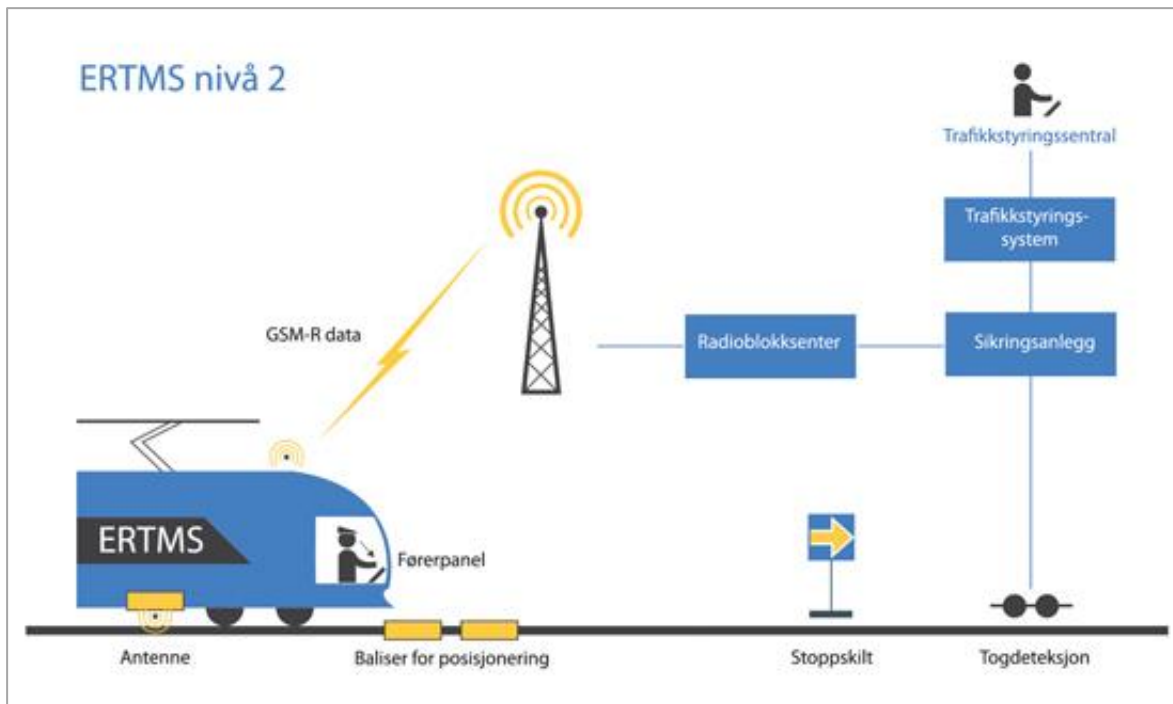
ERTMS (klasse A) er det teknologiske signalanlegg konseptet som er vedtatt utbygd i Jernbanelverket. Det vil imidlertid også være nødvendig å installere enkelte konvensjonelle sikringsanlegg klasse B i en overgangsfase på InterCity-strekninger, samt modifikasjon av eldre, bestående anlegg.

Det er utarbeidet en Nasjonal Signalplan for hvor det skal benyttes henholdsvis ERTMS (klasse A) og konvensjonelle (klasse B) i jernbaneinfrastrukturen. Nasjonal Signalplan, fornyelse og investering i signalanlegg, Innføring av ERTMS Nasjonal Signalplan er godkjent i Jernbanelverket november 2015 IUP-00-A-04278, denne skal legges til grunn for planlegging av InterCity-strekningene. Det er noen avvik mellom denne planen og InterCity-prosjektets utbyggingsstrategi (Utbyggingsstrategien beskriver fremdriften til de enkelte InterCity-strekningene). Disse avvikene vil bli behandlet videre i InterCity-prosjektet og i ERTMS-prosjektet. ERTMS-prosjektet planlegger for inngåelse av kontrakt med leverandør årsskiftet 2017-2018. Teknisk regelverk vil bli oppdatert med prosjekteringsregler for ERTMS i flere omganger, hvorav første del planlegges høst 2016. Men under er det noen punkter med utfyllende opplysninger, om hvilke krav som gjelder ved prosjektering. Samferdselsdepartementet har valgt å implementere ERTMS Level 2 i Norge.

10.4.1 Kort beskrivelse av ERTMS L2

ERTMS L2 er et digitalt radiobasert signalsystem hvor lokfører mottar informasjon om kjøretillatelse og hastighet direkte i togets førerpanel. Med dette kan signaler og hastighetsmerker langs sporet fjernes. Systemet overvåker hvor langt kjøretillatelsen gjelder og maksimalt tillatt hastighet. Deteksjon av hvor tog befinner seg gjøres med akseltellere, og tog melder i tillegg regelmessig inn sin egen posisjon og kjøreretning til signalanlegget (RBC). Signalanlegget overvåker togets bevegelse og sender toget kontinuerlig endringer i kjøretillatelse og tillatt hastighet via GSM-R. Baliser plassert i sporet benyttes som posisjonsmerker for å fastslå/korrigere togets posisjon.

Figuren under viser en overordnet oversikt over delsystemene i ERTMS L2.



Figur 55 Overordnet oversikt over delsystemene i ERTMS L2.

10.4.2 ERTMS signalsystem skal ta hensyn til følgende:

Krav/Beskrivelse	Referanse
Ved bygging av signalanlegg skal valg av teknologisk konsept baseres på bestemmelsene med Nasjonal Signalplan.	Nasjonal Signalplan
Ved utrulling av ERTMS, alle krav skal oppfylles i henhold til Konseptdokumentet og Teknisk Designbasis og Teknisk Regelverk.	Vedlegg 15 i Konseptdokumentet og Teknisk Designbasis og Teknisk Regelverk.
Forrigling og funksjonalitet skal prosjekteres i henhold til Teknisk regelverk signalanlegg og ERTMS krav.	Fremtidig Trafikkregler for ERTMS, Nåværende framføringsforskrift ERTMS og TSI, TJN, og TRV.
Det skal utarbeides skjematisk sporplan og hastighetsprofil. Skjematisk sporplan forteller om hvordan den skjematiske sporplanen ser ut på området/strekning. Herunder blant annet signal/stoppskilt plassering (MB), sporveksler, sporavsnittsinndeling etc.	Fremtidig Trafikkregler for ERTMS, Nåværende framføringsforskrift ERTMS og TSI, TJN, og TRV.
Sikkerhetsavstand skal normalt prosjekteres med	Teknisk regelverk, tabell 1

release speed 40km/t, men kan tilpasses stasjons utforming.	
Størrelse på skilt: 70 cm X 70 cm er standard størrelse. Relativt størrelse må tilpasses.	ERTMS standard (TSI/Subset)
Det skal prosjekteres separate utkjørhovedsignal/utkjørstoppskilt fra alle stasjoner (ref. erfaringstrekingen Østre Linje) for å få egen togvei på linjen uavhengig sporveksler inne på stasjonen. Dette vil medføre høyere oppetid og tilgjengelighet.	Teknisk regelverk
Sveiveskap: Skal ikke tilkobles forrigling. Ikke sveiveskap i tunnel. Det vil ikke planlegges med sveiveskap for InterCity. Det skal være sveivebryter i drivmaskiner.	Avklaring i forbindelse med Thales prosjektet
Avspøringsindikatorer: Det er et ønske å fjerne avspøringsindikatorer, siden det ofte er feilsituasjoner med hensyn til avspøringsindikatorene. Dette bør vurderes opp mot baneprioritert og for pri 1 bør dette fjernes. InterCity er Pri 1 området. Da vil hyppig ultralyd sjekk av skinner erstatte avspøringsindikatorer, slik at svakheter oppdages før feil.	Teknisk regelverk og TSI
ERTMS krever eksakt kilometrering. Mer nøyaktig enn for dagens signalanlegg	ERTMS standard (TSI/Subset)
Service spor og utkjør: Tog må kunne passere et balise-par for å få kjent posisjon til tog.	Regelverk for erfaringstrekingen Østrelinje
Stasjoner med flere spor som skal prosjekteres med konvensjonelt signalanlegg i stedet for ERTMS skal prosjekteres og bygges i henhold til Thales signalanlegg og rammeavtale. Dette må avklares og godkjenne av Trafikk- og markedsdivisjonen.	Trafikk- og markedsdivisjonen

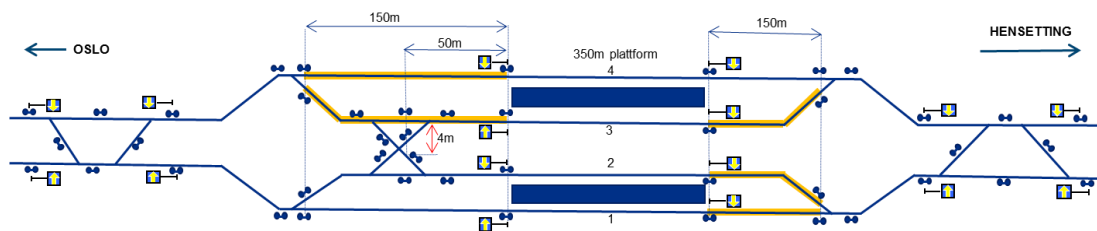
Tabell 43 Konsept Signalanlegg.

10.4.3 Sikkerhetsavstander for samtidige togbevegelser.:

- 150m avstand fra plattform til middel for spor 1, 2 og spor 3, 4

Stasjoner med plassmangel kan prosjekteres med release speed på 20km/h med følgende betingelser:

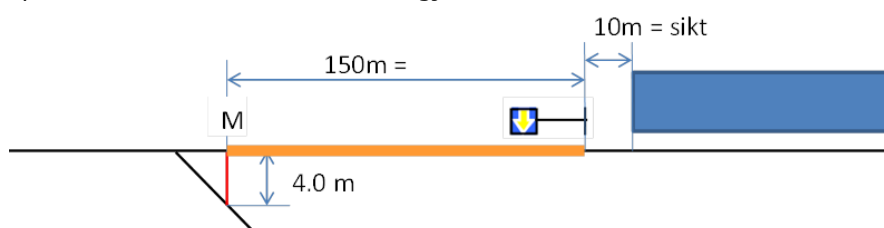
- 50m avstand fra plattform til første sporvekselkryss på spor 3, minste avstand på kritisk punkt mellom spor 2 og 3 skal være minst 4 m og 150 m totalt til middel for spor 3 og 4). **Thales signalanlegg skal prosjekteres med minst 150 m med en release speed på 40 km/h.**



Figur 56 sikkerhetssoner for 4 spor stasjon

Prosjekteringsforutsetninger for sikkerhetsavstander

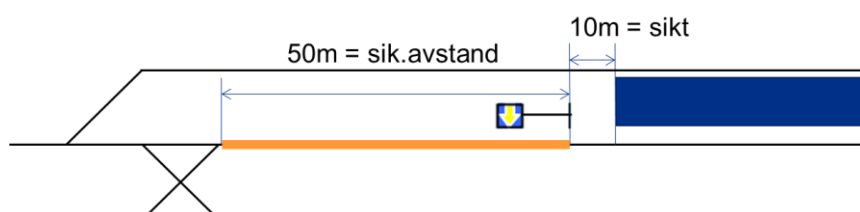
Sikkerhetsavstand beregnes fra signal/markerboard til farepunkt, det vil si til spormiddel for de sporene der sikkerhetsavstanden gjelder:



Figur 57 sikkerhetsavstanden

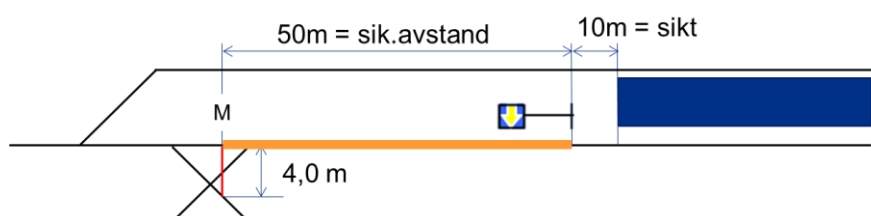
Siktavstand mellom Markerboard og plattformens ende skal være minst 10 m. Det begrunnes med at lokfører må kunne lese skiltnummer for å identifisere posisjon.

I indre vendespor skal man i utgangspunktet beregne avstanden fra signal/markerboard til sporvekseltunge i sporkryss:



Figur 58 sikkerhetsavstanden til sporvekselkryss tunge

Ved plassmangel er det mulig å beregne avstanden til middel i sporkryss (det faktiske farepunktet):



Figur 59 sikkerhetsavstanden til midt i sporvekselkryss

10.4.4 IC-strekninger som skal bygge med Thales signalsystem:

Krav/Beskrivelse	Referanse
Ved bygging av konvensjonelle signalanlegg skal det benyttes rammeavtale som er inngått med leverandør Thales.	Rammeavtale for sikringsanlegg (Thales, K.006105)
Teknisk hus/Kiosk skal ha ca 20-30% ledig plass for ERTMS utrulling. (avklares ytterligere med ERTMS i forbindelse med detaljplan).	Avklart med ERTMS ENI
Føringsveier (Kabelkanaler, trekkerør og kummer) skal ha tilstrekkelig ledig plass for fremtidig ERTMS utrulling.	Avklart med ERTMS ENI
Det må etableres fiber forbindelse frem til AS-skap og teknisk hus/kiosk.	Avklart med ERTMS ENI
Grensesnittet mellom ytre objekter og innvendig utstyr skal kobles via krysskoblingsstativ med hurtigtilkoplingsopplegg og prosjektet skal avsette plass til dette.	Avklart med ERTMS ENI
Sporfelt og linjeblokk seksjonering/inndeling skal oppfylle IC-krav for kapasitet/togsfølgetid både ved normal og avvikdrift situasjon.	Konseptdokument for IC-strekningene, ICP-00-A-00004
Sikkerhetsavstand for samtidig togbevegelse skal prosjekteres i henhold til Teknisk Designbasis, Konseptdokumentet for IC og teknisk regelverk.	
Forrigling og ATC skal bygges i henhold til Teknisk regelverk.	
Teknisk hus/kiosk i tunnel og i dagsone skal samlokaliseres med Tele så langt det er mulig. Prosjektet må finne løsninger som kan bidra til å redusere antall nisjer, og tverrfaglig samhandling er nødvendig for å oppnå målet.	Konseptdokument for IC-strekningene, ICP-00-A-00004
Prosjektering og bygging av signalsystem må også ta hensyn til kapittel for Telefaget, siden Tele er en viktig del av fremtidig signalsystemet.	Avklart med ERTMS ENI
Føringsveier med kabelkanaler, trekkerør og kummer skal inkluderes når kabling prosjekteres for tilstandsovervåkingsutstyr helt frem til ytre objekter.	Dette punktet gjelder ikke for ERTMS, siden tilstandsovervåkingsutstyr skal leveres fra samme leverandør.
Prosjektet skal ta hensyn til eksisterende signalanlegg og grensesnitt.	Konseptdokument for IC-strekningene, ICP-00-A-00004

Tabell 44 Konsept for konvensjonelt signalanlegg.

11 Endringsoversikt

11.1 Endringslogg

Kap.	Endring
1.1.1	Nytt avsnitt om kostnadsnivået ved infrastrukturbygging.
1.2	Oppdatert liste over medarbeidere som har bidratt i utarbeidelsen av Teknisk designbasis.
1.3	Oppdatert liste med nytt kapittel arkitektur og tekst som forklarer sammenheng mellom prosjektovergrepene føringer og tekniske løsninger
1.3.3	Nytt avsnitt om endrings- og avviksbehandling
1.4	Fjernet figuren «Forhold til styrende dokumenter» da denne ble oppfattet som misvisende. Fjernet avsnittet om strategisk rammeverk. Henvisning til strategisk rammeverk for stoppesteder finnes i kap 8.
2	Oppdatert tekst med dokumentnummer for SHA- plan, beredskapsplan grunnundersøkelser og SHA Risikoanalyse grunnundersøkelser og befaringer.
3	Oppdatert tredje avsnitt iht. krav i Forskrift om en felles sikkerhetsmetode for risikoevaluering og -vurdering (CSM RA 2015).
3	Nytt avsnitt om beredskapsanalyser og dokumentasjon for fremtidig drift.
3	Nytt avsnitt om underlag for RAM-analyser.
3	Henvisning til Overordnet RAMS-implementeringsplan for InterCity (Vedlegg F).
3	Oppdatert referanser.
4.1	Presisering om at avvik fra regelverk og styringssystem skal registreres i avvikslogg
4.3	Nytt kapittel som beskriver krav til når det skal gjøres avbøtende tiltak for Ytre Miljø
4.4.1	Nytt avsnitt gjerdning
4.4.1	Presisering av avsnitt om faunapassasjer
4.4.2	Presisering om organisasjonsnummer ved deklarerer av farlig avfall
4.4.4	Nytt avsnitt om krav til støyberegninger
5.0	Nytt kapittel Arkitektur (etterfølgende kapitler får nytt nummer)
6.3.2	Nytt avsnitt om stigning og fall pr banestrekning og langs plattform
6.4	Rettet i tabell: Radius i sporveksel er 2500 m og skinnelengder ved bygging er 120 m
6.5.1.1	Geoteknisk kategori: Lagt til avsnitt om uavhengig tredjepartskontroll.
6.5.1.2	Laster: fjernet (står i TRV)
6.5.2	Stabilitet: omskrevet. Krav om absolutt materialfaktor for spor med persontrafikk. %-vis forbedring kan kun nyttes for eksisterende spor når ikke tilfredsstillende sikkerhet kan oppnås. NIFS-rapport 8/2016 skal ikke benyttes. Krever friksjonsmaterialer for kategori «seigt» brudd, det vil si materialfaktor 1.5 eller bedre for «Geoteknisk kategori 3»-tiltak i leire. Krav om områdestabilitetsrapport i alle planfaser for tiltak under marin grense.
6.5.3	Kapittelet om setninger er redusert (står i TRV)
6.5.4	Frost: omskrevet
6.5.5	Endret anbefalingen om avstand til gjerder til 6 m i fylling og min 9 m i skjæring
7.1	Tatt ut tekst om arkitektur da dette omtales i nytt kapittel 5.
7.2.3	Nytt underkapittel lagt til, prosjekteringsforutsetninger
7.2.4	Tabell 14, krav og anbefalinger; utforming av bruer: lagt til krav om antigrafitbehandling, anbefaling om drenering av bruer og informasjon om ballastpukkhøyde på brudekker.
7.2.4	Tabell 17 og 19: det er lagt til i krav om inspeksjon av kassebruer at droner bør vurderes
7.2.4	Tabell 19: er det lagt inn krav til varsling av avfuktingsanlegg ved stans, gjelder samvirkebru med stålkasse.
7.2.5	Nytt underkapittel om overgangsbruer, det henvises til Notat overgangsbruer
	Tunneler
7.3.3.	Prosjekteringsforutsetninger- Geoteknisk kategori, EUREKA-kurva er fjernet og brannintensitetskurve modifisert.

Kap.	Endring
7.3.6.2.	Beskyttelse mot brann, vann og frostskaider. Krav til frostmengde og tidsperiode samt bild+ tekst på sprøytebar membran.
7.3.6.3.	RAMS-oppsummering. Anbefaling for korte tunneler, tunnellengde.
7.3.6.4.	Løsmassetunnel. Nytt kapittel
7.3.6.5.	Betongkulvert. Nytt kapittel
7.3.6.7.	Nisjer i tunnel. Nytt kapittel
7.3.6.8.	Rørkryss under jernbanesporene. Nytt kapittel
7.3.6.9.	Dreneringssystem i tunnel. Nytt kapittel
7.3.6.10.	Frostdimensjonering i tunnel. Nytt kapittel
7.3.6.12.	Tiltak for trykkreduksjon. Endring av tallgrunnlaget.
7.3.7.1.	Sikkerhetskrav. Endring av tekst kring JBV-skal krav og Risikovurdering for tunneler.
7.3.7.4	Restriksjoner ved tunnel. Nytt kapittel
7.3.8	Retningslinjer. Oppsummering av endringer.
7.4	Nytt kapittel. Tilsvarende tidligere kapittel 9.2.2 med følgende endringer: Lagt inn utfyllende tekst, referanse til vedlegg om arkitektoniske prinsipper og referanse til Teknisk forskrift (TEK 10).
8	Stoppesteder. Lagt til punktliste under avsnittet føringer.
9	Endret inndelingen av kapitlet. Tidligere Felles elektro/ Lavspenning er delt i to: 9.2 Felles elektro og 9.3 Forsyningsanlegg,
9.1	Lagt til tekst om risikovurdering etter FEL og FEF
9.2	Ny underinndeling av kapitlet
9.2.1	Lagt inn ny tekst om jording og utjevningsforbindelser på strekning med akseltellere
9.2.1.1	Lagt inn krav til merking av utjevningsforbindelser.
9.2.2	Høringsutgavens kapittel 9.2.2 om tekniske bygg er flyttet til punkt 7.4. Kapittel 9.2.2 tilsvarende nå tidligere kapittel 9.2.3 med følgende innholdsmessige endringer: Lagt inn utfyllende tekst om plassering av rør for høyspent, samt fjernet tabell
9.2.2	Lagt til en presisering i kulepunkt 4.
9.2.3	Kapittel 9.2.3 tilsvarende nå tidligere kapittel 9.2.4 med følgende innholdsmessige endringer: Lagt inn avsnitt om nisjer i tunnel.
9.2.4	Kapittel 9.2.4 har fått nytt nummer, 9.2.3.
9.3	Ny overskrift og underinndeling av kapitlet
9.3.1	Lagt inn tekst om hensettingsområder
9.3.2	Lagt inn flere kulepunkt
9.3.2.1	Nytt underkapittel signalanlegg
9.3.2.2	Nytt underkapittel teleanlegg
9.3.2.3	Nytt underkapittel tunellinstallasjoner
9.3.2.4	Nytt underkapittel Installasjoner på stasjoner/driftsbanegårder/hensetting, samt lagt til tekst om plattform
9.3.2.5	Nytt underkapittel SRO
9.2.4	Nytt underkapittel Nisjer i tunnel
9.4.1	Fjernet tabell vedr hastigheter og justert tekst vedr. ytelse for kontaktledningssystemer
9.4.2	Lagt til tekst om utarbeidelse av produksjonstegning for AT-oppheng
9.4.7	Endret formulering
9.4.9	Lagt inn en presisering av isolasjonsavstand i tunnel/kulvert
9.4.10	Oppdatert navn på standard for minste tverrsnitt
9.4.10	Endret maks lengde på kontaktledningsseksjoner i Tabell 34
9.4.10	Endret tegningsnummer vedr spennlengder i Tabell 36 og Tabell 37
9.5	Endret tekst ang kraftsystemplan og dødseksjoner. Lagt til foreslått plassering av AT i ytre IC.
10.3.1	Endret tekst om krav til signalstyrke for GSM-R, relatert til ERTMS. Lagt til krav om mastefundamentering. Lagt til presisering om kommunikasjon i tunnel for redningsetater. Mindre tekstmessige omformuleringer for store deler av kapitlet.
10.3.2	Detaljeringsgrad for kapitlet er utvidet. Struktur på fibernet er beskrevet i detaljert grad. Figur 53 er lagt til. Mindre tekstmessige omformuleringer for store deler av kapitlet.

Kap.	Endring
10.3.2	Tabell 43, Konsept Transmisjonssystemer, er endret.
10.3.3	Lagt til avsnitt om tilstandsovervåkning.
10.3.4	Mindre tekstmessige omformuleringer for kapitlet.
10.3.4.1	Lagt til avsnitt om teleslynger.
10.3.4.2	Lagt til avsnitt om video-overvåkning.
10.4	Signal er blitt oppdatert med nye krav/Beskrivelse med referanse og beskrivelse av ERTMS Level 2. Det er noe endring og flytting til riktig avsnittet.
10.4.2	Signal er blitt oppdatert med nye krav/Beskrivelse med referanse og beskrivelse av ERTMS Level 2. Det er noe endring på Nasjonal signalplan og ERTMS kapitelene.
10.4.3	Nytt avsnitt om sikkerhetssoner.
10.4.4	Nytt avsnitt om Thales signalanlegg
14	Vedlegg er flyttet til kap. 14
	Tidligere vedlegg B er sløyfet, kun gjentakelse av TRV. Henvisning under Kap. 6.5.
	Vedlegg B- Dimensjonerende faktorer- endringer kring forflytnings hastighet, dim. brannscenarie, togtyper, referanser og tidspåslag kring sensitivitets vurderinger mm.
	Vedlegg C- overordnet formingsveileder- InterCity-prosjektet utgår og er erstattet av kapittel 5. Arkitektur
	Vedlegg D - Overordnet RAMS-implementeringsplan for InterCity, Dovrebanen, Østfoldbanen og Vestfoldbanen ICP-00-Q-00001 (eget dokument)
	Vedlegg E Prinsipper for arkitektonisk utforming av jernbanetekniske bygg, ICP-00-A-00113
	Vedlegg F Fagnotat stasjonsutforming, nytt vedlegg (ICP-00-A-00045)
	Vedlegg G Planforutsetninger parkering Østfoldbanen, nytt vedlegg (ICP-10-A-00007)
	Vedlegg H Planforutsetninger parkering Vestfoldbanen, nytt vedlegg (ICP-30-A-00002)
	Vedlegg I Planforutsetninger parkering Dovrebanen, nytt vedlegg (ICP-50-A-00002)
	Vedlegg J Felles krav til overgangsbruer Jernbaneverket og Statens vegvesen, nytt vedlegg (EK.800415-000)

11.2 Terminologi:

JBV	Jernbanelverket
IC	InterCity
Prosjektene	Alle prosjekter som bygger infrastruktur innenfor InterCity (evt spesifiser hvert enkelt prosjekt som strategien gjelder for)

11.3 Referanseliste

Se referanseliste under hvert hovedkapittel.

11.4 Revisjonsoversikt

Rev.nr.	Gyldig fra	Hovedendringer
01	06.02.15	Opprettelse av dokumentet.
02	19.11.15	Nye endringer i alle fagområder, i henhold til endringslogg 10.1, kapitel 10
03	14.11.16	Nye endringer innen alle fagområder i henhold til endringslogg 11.1

12 Figurliste

Figur 1 Tiltakshierarkiet.	17
Figur 2 Arkitektonisk kvalitet.	25
Figur 3 Helhet og særpreg.	26
Figur 4 Formingsveileder.	27
Figur 5 NTM-soner i InterCity-prosjektet.	31
Figur 6 Pandrol FE 1404 Fastclip.	37
Figur 7 IC har absoluttkrav til materialkoeffisient for alle skjærflater som berører spor med persontrafikk. (Ill. fritt etter SINTEF/Multiconsult, NIFS-rapport NVE 80/2012.)	39
Figur 8 Prinsippskisse for oppbygging av jernbanefylling og –skjæring.	43
Figur 9 Fylling.	43
Figur 10 Jordskjæring.	44
Figur 11 Fjellskjæring.	45
Figur 12 Beslutningsprosess bru.	49
Figur 13 Traubru.	52
Figur 14 Kulvert.	53
Figur 15 Platebru.	54
Figur 16 Bjelkebru.	55
Figur 17 Kassebru.	56
Figur 18 Fagverksbru.	57
Figur 19 Samvirkebru.	58
Figur 20 Sprengverksbru.	59
Figur 21 Buebru.	60
Figur 22 Frittframbyggbru.	61
Figur 23 Brannintensitetskurve (modifisert DNV 2012).	65
Figur 24 Prinsipielle løsninger for tunnelkonsepter.	66
Figur 25 Beslutningsprosess tunnelkonsepter.	67
Figur 26 Beslutningsprosess drivemetode.	69
Figur 27 Q-systemet med bergkvalitet og spennvidde.	71
Figur 28 Kontaktstøp med membranduk.	73
Figur 29 Sprøytbar membran med fiberarmert sprøytebetong og frostisolert mørtel.	74
Figur 30 Ulike teknikker for grunnforbedring av løsmassene (modifisert etter Passlick and Doerendahl, 2006- limits for various soil types).	75
Figur 31 Tunneldrivning gjennom løsmasser.	76
Figur 32 Uttak av masser inni løsmassetunnelen (etter stabilisering).	77
Figur 33 Foreløpig bilde på Prinsipp for en løsmassetunnel.	78
Figur 34 Betongkulvert (Drenert).	78
Figur 35 Betongkulvert (Udrenert).	79
Figur 36 Forslag til tverrsnitt med kontaktstøp med membranduk i dobbeltspor tunnel.	80
Figur 37 Forslag til tverrsnitt med betongelement i dobbeltspor tunnel.	80
Figur 38 Forslag til tverrsnitt med kontaktstøp med membranduk i enkeltspors tunnel.	81
Figur 39 Forslag til tverrsnitt med betongelement i enkeltspors tunnel.	81
Figur 40 Forslag til tverrsnitt for TBM-tunneler med betongelementer.	82
Figur 41 Forslag til tverrsnitt for tverrtunneler.	82
Figur 42 Forslag til tverrsnitt for arbeids- og servicetunneler.	83
Figur 43 Forslag til tverrsnitt for evakueringssjakter.	83
Figur 44 Nisjeprinsipp for IC-tunneler.	84
Figur 45 Prinsipp for åpne telenisjer i IC-tunneler.	85
Figur 46 Eksempel med føringsveiene for kabler.	86
Figur 47 Plassering av sandfangskummene mellom spor.	87
Figur 48 Prinsipp med et dreneringssystem uten kummer.	88
Figur 49 Prinsipp for sikringssone og restriksjonssone.	92
Figur 50 Grenser for sprenginduserende vibrasjon innenfor eller i umiddelbar nærhet av Jernbaneverkets anlegget.	92
Figur 51 Fagnotat stasjonsutforming.	98
Figur 52 Grunnprinsipp for jordingsanleggets grovstruktur.	102
Figur 53 Hovedkomponenter i kontaktledningsanlegget.	106
Figur 54 Prinsippskisse for nettstruktur – optisk fiberkabel langs dobbeltspor.	119
Figur 55 Overordnet oversikt over delsystemene i ERTMS L2.	123
Figur 56 sikkerhetssoner for 4 spor stasjon.	125

Figur 57 sikkerhetsavstanden	125
Figur 58 sikkerhetsavstanden til sporvekselkryss tunge	125
Figur 59 sikkerhetsavstanden til midt i sporvekselkryss	125

13 Tabelliste

Tabell 1 Leveranser i ulike planfaser	22
Tabell 2 Eksempel på minste radier ved ulike hastigheter.....	32
Tabell 3 Krav til bestemmende stigning/fall i retning fra Oslo	32
Tabell 4 Krav til stigning/fall langs plattform	33
Tabell 5 Dimensjonerende vannbelastning	35
Tabell 6 Komponentbeskrivelser	37
Tabell 7 Materialkoeffisienter ved stabilitetsberegninger (TRV)	39
Tabell 8 Normalprofiler underbygning (se figur 5).....	42
Tabell 9 Normalprofil fylling.	43
Tabell 10 Normalprofil jordskjæring.	44
Tabell 11 Normalprofil fjellskjæring.	45
Tabell 12 Brutyper og spennvidder.	47
Tabell 13 Generelle krav og anbefalinger; utforming av brutyper 1-10.	51
Tabell 14 Traubru.....	52
Tabell 15 Kulvert.....	53
Tabell 16 Platebru.....	54
Tabell 17 Bjelkebru.....	55
Tabell 18 Kassebru.....	56
Tabell 19 Fagverksbru.....	57
Tabell 20 Samvirkebru.....	59
Tabell 21 Sprengverksbru.....	59
Tabell 22 Buebru.....	60
Tabell 23 Frittframbyggbru.....	61
Tabell 24 Dimensjonering for brann.....	65
Tabell 25 Karakteristiske trykk- og sugelaster.....	71
Tabell 26 Prinsipp for anbefalte konstruksjoner	73
Tabell 27 Kontaktstøp med membranduk.....	74
Tabell 28 Sprøytbar membran.....	75
Tabell 29 Frostisolasjon av underbygning.....	89
Tabell 30 Anbefalte komfortkriterier for passasjerer.....	89
Tabell 31 Trykkutjevningstiltak.....	89
Tabell 32 Gjennomsnittlig størrelse på eksisterende tekniske rom	96
Tabell 33 Konsept Autotransformator – ytelsesparametere.....	108
Tabell 34 Konsept Autotransformator med seksjonert kontaktledning.....	109
Tabell 35 Konsept Kontaktledningsanlegg – ytelsesparametere.....	109
Tabell 36 Konsept System 25 (Fri linje).....	110
Tabell 37 Konsept System 25 (Tunnel).....	110
Tabell 38 Mulig plassering av autotransformatorer Vestfoldbanen	112
Tabell 39 Mulig plassering av autotransformatorer Dovrebanen	114
Tabell 40 Mulig plassering av autotransformatorer Østfoldbanen	114
Tabell 41 Konsept Trafikkstyringsystem (TMS).....	116
Tabell 42 Konsept Transmisjonssystemer.....	120
Tabell 43 Konsept Signalanlegg.....	124
Tabell 44 Konsept for konvensjonelt signalanlegg.....	126

14 Vedlegg

- A. Geoteknikk i UPB-prosessen
- B. Tunnel- grunnlag for risikoanalyser og beredskapsanalyser for tunneler
- C. Retningslinje Miljø for InterCity-strekningene ICP-00-Q-00007 (eget dokument)
- D. Overordnet RAMS-implementeringsplan for InterCity, Dovrebanen, Østfoldbanen og Vestfoldbanen ICP-00-Q-00001 (eget dokument)
- E. Prinsipper for arkitektonisk utforming av jernbanetekniske bygg ICP-00-A-00113 (eget dokument)
- F. Fagnotat stasjonsutforming ICP-00-A-00045 (eget dokument)
- G. Planforutsetninger parkering Østfoldbanen ICP-10-A-00007 (eget dokument)
- H. Planforutsetninger parkering Vestfoldbanen ICP-30-A-00002 (eget dokument)
- I. Planforutsetninger parkering Dovrebanen ICP-50-A-00002 (eget dokument)
- J. Notat «Felles krav til overgangsbruer Jernbanelverket og Statens vegvesen» EK.800415-000 (eget dokument)

Vedlegg A: Geoteknikk i UPB-prosessen



Jernbaneverket

Dato: 01.03.2013

Geoteknikk i UPB-prosessen

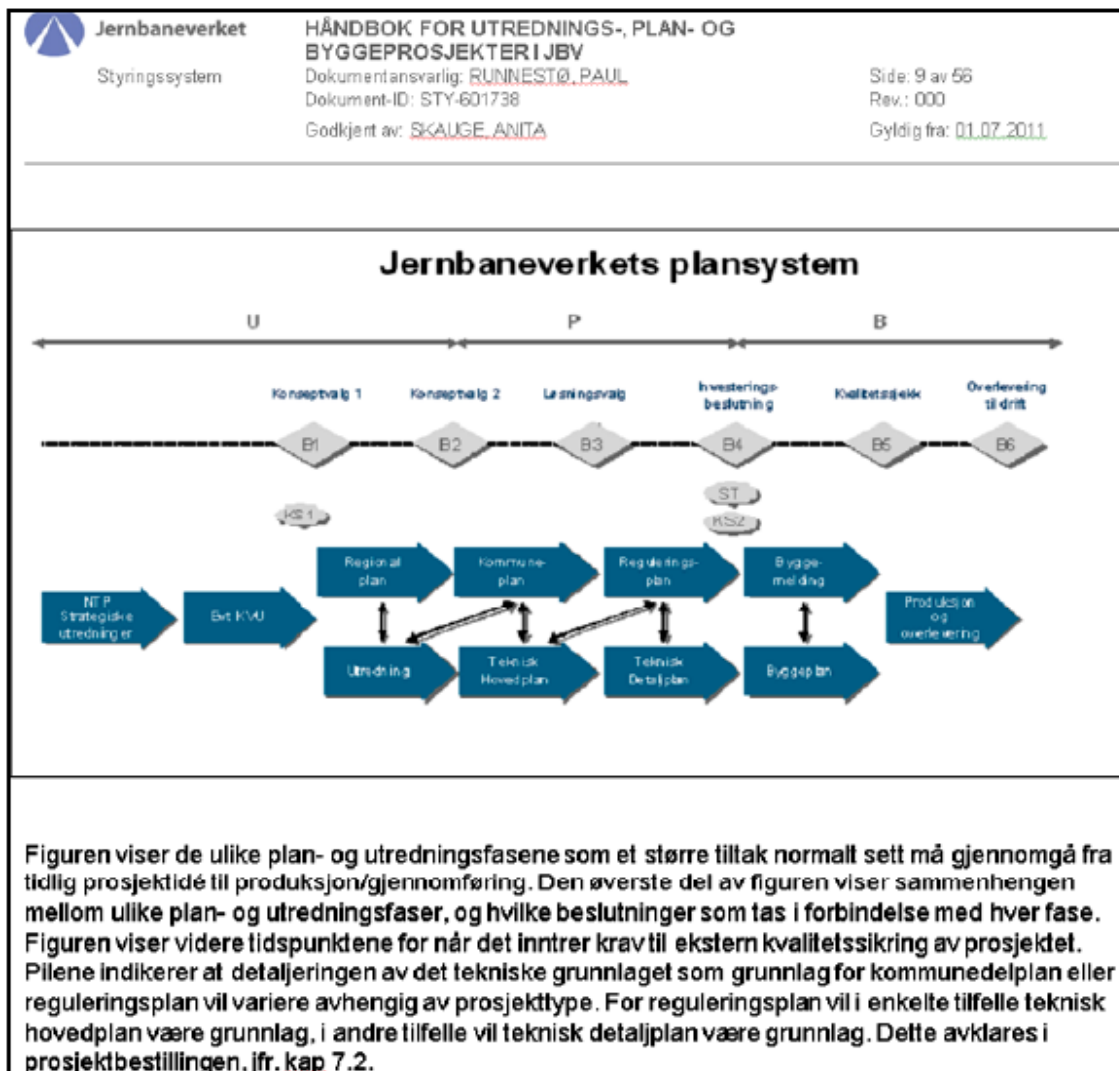
Dokumentasjonskrav i Jernbaneverket

(omfatter løsmasser og kartlegging av fjelldybder, men ikke forurenset grunn, miljø og bergkvalitet)

Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i UPB-prosessen; omfang for de forskjellige fasene av teknisk prosjektering er angitt i tabellen på de neste sidene.

Det er viktig å være involvert tidlig med geotekniske undersøkelser og vurderinger.

Framdriften legges opp slik at grunnundersøkelser er utført helst før, men senest i første del av hver enkelte fase. Dette vil minimalisere usikkerheten i de respektive fasene.



Vedlagt tabell: Geoteknikk i UPB-prosessen, tabell over krav i planfasene.



GEOTEKNIKK I UPB-PROSESSEN

Dokumentasjonskrav i Jernbaneverket

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknisk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
Konseptvalg 1	<ul style="list-style-type: none"> • NTP • Strategiske utredninger • KVVU utredning 	<p>Geoteknisk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis.</p> <p>Grove geotekniske vurderinger basert på brede korridorer.</p> <p>Beskrive grunnlaget, forutsetninger (bl.a. hastighetens innvirkning på stivhet av trase) og overordnede løsninger med tilhørende kostnader.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske fagrapporter.</p>	Side-manns-kontroll	<p>Eksisterende kvartærgeologiske og berggeologiske data og kart.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske datarapporter.</p>	Side-manns-kontroll

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknisk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
Konseptvalg 2	<ul style="list-style-type: none"> • Regionale planer • Utredninger 	<p>Geoteknisk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis.</p> <p>Her foreligger noe mer detaljerte korridorer. Mulige geotekniske løsninger og tilhørende kostnader vurderes. Ellers som over.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske fagrapporter.</p>	Side-manns-kontroll	<p>Grunnlag fra forrige fase +</p> <p>Eksisterende boredata fra tidligere grunnundersøkelser</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske datarapporter.</p>	Side-manns-kontroll

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknisk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
Valg av trase, valg av alternativ for løsning	<ul style="list-style-type: none"> • KDP – kommune-delplan • Teknisk hovedplan 	<p>Geoteknisk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis for hele prosjektet og evt. for delområder.</p> <p>Alle store geotekniske konstruksjoner eller geotekniske inngrep må identifiseres og kvantifiseres.</p> <p>For evt. områdestabilitet må det utføres tilstrekkelige beregninger/vurderinger til å bestemme problemomfanget.</p> <p>Geotekniske kostnader på nivå +/- 40%. Nivå for hele prosjektet +/- 20%.</p> <p>Plannivået munner ut i anbefaling av en trase eller valg av alternativ for løsning.</p> <p>Dokumentasjon: Geoteknisk(e) fagrapport(er).</p>	<p>(Utvidet) side-manns-kontroll</p> <p>For evt. område-stabilitet; 3.parts-kontroll</p>	<p>Grunnlag fra forrige fase +</p> <p>Sørge for en grov dekning av grunnforholdene for de forskjellige trase-alternativene, slik at det foreligger en oversikt over områder og problemer, for eksempel potensielle kvikkleireområder og problemstillinger omkring totalstabilitet, tunnelpåhugg, store konstruksjoner, høye fyllinger/skjæringer etc..</p> <p>Dette kan dreie seg om et betydelig omfang av undersøkelser i felten dersom det er mange trasealternativer. (Se også HB021 for krav til forundersøkelser for bergtunneler.)</p> <p>Dokumentasjon: Geoteknisk datarapport.</p>	(Utvidet) side-manns-kontroll

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknisk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
<p>Investerings- beslutninger.</p> <p>Detaljerte løsningsvalg</p>	<ul style="list-style-type: none"> Regulerings- plan Teknisk detaljplan 	<p>Geoteknisk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis for hele prosjektet og for delområder.</p> <p>Detaljplan skal gi en høy grad av detaljering for de geotekniske arbeider og konstruksjoner.</p> <p>Evt. områdestabilitet skal ferdigstilles og godkjennes av 3.part.</p> <p>Jordskjelvberegninger skal utføres i denne A alle geotekniske konstruksjoner og andre konstruksjoner skal detaljeres ut i tilstrekkelig grad til at de kan videreføres til anbudsstegninger i neste planfase.</p> <p>Alle geotekniske inngrep og tiltak for øvrig i anleggsperioden for å bestemme midlertidig og permanent arealbehov skal ferdigstilles for regulering inkl. behov for riggplass, anleggsveger, deponier, etc.</p> <p>Geotekniske konstruksjoner skal inn til teknisk delgodkjenning i JBV Teknologi. Dette gjelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> > alle togbærende konstruksjoner, midlertidige og permanente (høye støttmurer, spunt, bruer etc.). > Fyllinger og skjæringer langs sporet som kan påvirke togframføringen. <p>Geotekniske kostnader på nivå +/- 20%. For hele entreprisen +/- 10%.</p> <p>Plannivået munner ut i grunnlag for reguleringsplan og input til byggeplan eller evt. totalentreprise.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske fagrappporter.</p>	<p>(Utvidet) sidemanns-kontroll</p> <p>For evt. område-stabilitet og jordskjelv, utføres</p> <p>For andre elementer som krever det utføres 3.partsktrl.</p>	<p>Grunnlag fra forrige fase +</p> <p>Dybder til fjell, prøveserier med laboratorie-undersøkelser og eventuelle andre forsøk i forbindelse med valg av parametere for geotekniske beregninger.</p> <p>Kvikkleireforekomster må kartlegges. Områder der NVE's kvikkleireveileder for stabilitet skal følges må klarlegges og være ferdig undersøkt i denne fasen.</p> <p>som vurderes. Det tustreses ertor at alle nødvendige undersøkelser skal ferdigstilles (100 % dekning).</p> <p>Hoveddelen av undersøkelsene utføres derfor i denne fasen, og bør settes ut i egen entreprise, eventuelt med krav om framdrift slik at undersøkelsene er utført for prosjektering igangsettes.</p> <p>Grunnundersøkelsene skal godkjennes som tilstrekkelige for denne planfase i henhold til Eurokodene, og undersøkelsene bør være utført for prosjektering.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske datarappporter.</p>	<p>(Utvidet) side-manns-kontroll</p> <p>For evt. område-stabilitet; 3.partsktrl. av undersøkelser-</p>

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknisk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
Entreprise	<ul style="list-style-type: none"> Bygge-melding Byggeplan 	<p>Geoteknisk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis for hele prosjektet og for delområder.</p> <p>Alle beregninger sluttføres og det utarbeides endelige planer og beskrivelser og kontrollplan for byggefasen.</p> <p>Geotekniske konstruksjoner som har teknisk delgodkjenning skal inn til endelig teknisk godkjenning i JBV.</p> <p>Kostnadsnivå er endelig anbudspris.</p> <p>Plannivået munner ut i entreprise med beskrivelse og ferdige arbeidstegninger.</p> <p>Alternativt utføres fasen som totalentreprise med samme krav til prosjekteringskontroll og dokumentasjon.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske fagrappporter</p>	<p>(Utvidet) sidemanns-kontroll</p> <p>For evt. område-stabilitet og jordskjelv, utføres 3.partsktrl.</p> <p>For andre elementer som krever det utføres 3.partsktrl.</p>	<p>Grunnlag fra forrige fase +</p> <p>Supplerende grunnundersøkelser i den grad man oppdager at det mangler noen opplysninger i forhold til de løsninger som er valgt/spesifikke problemområder som er avdekket. Dette gjelder spesielt for endelig plassering og detaljerte beregninger, beskrivelser og vurderinger av konstruksjoner (for eksempel pelepunkter i pelegrupper).</p> <p>Grunnundersøkelsene skal godkjennes som tilstrekkelige i denne planfasen i henhold til Eurokodene.</p> <p>Dokumentasjon: Geotekniske datarappporter.</p>	<p>(Utvidet) side-manns-kontroll</p>

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknisk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
Overlevering til Bane, banesjef	<ul style="list-style-type: none"> Drift og vedlikehold 	<p>Dokumentasjon: Geotekniske fagrappporter, heftelser, dokumentasjon av utført arbeid og kontroll, FDV-rapporter og -tegninger og evt. rapporter om spesielle geotekniske oppfølgingskrav.</p>		<p>Dokumentasjon: Geotekniske datarappporter.</p>	

Vedlegg B: Tunnel- Grunnlag for risikoanalyser og beredskapsanalyser for tunneler- Dimensjonerende faktorer

Faktor	Beskrivelse	Tallverdi
Sannsynlighet hendelse:	Risikovurderinger for tunnelen tilsier svært liten sannsynlighet for en hendelse. Ref. TSI SRT 2006, Safetec rapport ST-04512-4 og http://www.jernbanekompetanse.no .	Evakuering med røyk/komplikasjon: 1,16E-03 Kontrollert evakuering uten røyk/komplikasjon: 2,05E-04
Antall tog per døgn:	Se tilbudskonsept InterCity-prosjektet i Konseptdokument Doknr: ICP-00-A-0004, revisjon 01A, 2015.	Persontog: xxx per døgn Godstog: xxx per døgn
Togtyper:	Dimensjoneres for togtyper som tas i bruk i 2021. Dette er kategori B tog i trafikkklasse F2/P2. Togtyper med brannerfaringer fases ut.	Info
Brannintensitets kurve:	Sakte brannutvikling med en såkalt 5-50MW brannkurve (Teknisk regelverk kap 6.3.1).	Tilgjengelig rømningstid er ca. 30min
Antall tog i tunnel:	Mellom 1-2 tog i tunnel samtidig i en retning. Sjeldent over dette. Forholdet er tilknyttet en vurdering av rutetabell for InterCity.	1-2 tog i tunnel samtidig til sammen for begge retninger.
Antall personer per tog:	Dimensjonerende passasjergrunnlag for InterCity År 2060 Saknr 201508990-30 - Kapasitetsanalyse for InterCity (Rapport 2014/34 Løsninger for å møte økt etterspørsel langs InterCity strekningene- samfunns økonomiske vurderinger, Vista Analyse AS 2014).	400 stk* (*Stasjonsområdene inntil større arrangement bør dette tall vurderes, eksempelvis idrettsanlegg med publikum).
Tømme tunnel for tog:	Gjøres iht. beredskapsrutiner for togleder	Info
Forflytnings hastighet:	Forflytningshastighet er bestemt til 1,2m/s for 80% og 0,5m/s for 20% av de evakuerende.	0,5m/s og 1,2 m/s
Tømmetid tog i tunnel:	Krav til togselskap (TSI LOC & PAS, 4.2.10.5.1 punkt 12 samt).	3min
Evakuering:	Utført beregninger på evakueringstid. Utgangspunkt 400* personer vid og Kapasitetsanalyse for InterCity (Rapport 2014/34 Løsninger for å møte økt etterspørsel langs InterCity strekningene- samfunns økonomiske vurderinger, Vista Analyse AS 2014)).	- min
Utkjøringstider:	Utkjøringstider ved saktekjøring (nødanrop og beskjed om å kjøre ut av tunnel).	Ikke aktuelt for denne vurdering
Brannscenarier:	Godsbranner og brann ved drift og vedlikehold er ikke dimensjonerende for normale strekninger på InterCity-prosjektet.	Info
Deteksjons- og verifikasjonstid	Tid togselskap benytter i toget for å forstå hendelsen (vurdert sammen med togselskap,	2,5min

	Beredskapsanalyse Oslotunnelen 2015).	
Vurderings- og beslutningstid	Tid togselskap benytter i toget for å forstå hendelsen (vurdert sammen med togselskap, Beredskapsanalyse Oslotunnelen 2015).	2,5min
Sensitivitets vurdering	Jf. Maler for beredskapsanalyse og risikovurdering gjøres det sensitivitetsvurdering på personaltall og tid.	Personaltall: 2x antall personer per tog. Tidspåslag: 5, 10 og 15 minutter.
