

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 1 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for prosjektering og bygging



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 2 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Innholdsfortegnelse

A.1	Innledning.....	11
A.1.1	Bybanen som ryggrad for kollektivtrafikken i Bergen .....	11
A.1.2	Klassifisering av krav .....	11
A.1.3	Klassifisering av krav og tiltak. ....	12
B.1.4.1	Anvendelse av standarder og referanser.....	12
A.2	Klimakrav .....	14
A.3	Overordnede RAMS-krav .....	16
A.3.1	Pålitelighet .....	16
A.3.2	Tilgjengelighet .....	17
A.3.3	Vedlikeholdbarhet.....	17
A.3.4	Sikkerhet .....	18
A.3.5	Eksterne forhold .....	18
A.4	Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) .....	20
A.4.1	Innledning .....	20
A.4.2	Organisatoriske krav .....	20
A.4.3	Funksjonelle og tekniske krav .....	20
A.4.4	Oversikt relevante EMC-normer .....	21
A.4.5	Krav til separasjon av kabler .....	22
A.4.6	Krav til dokumentasjon av EMC .....	22
A.4.7	Omgivelsenes elektrotekniske miljø.....	23
A.4.8	Krav til dokumentasjon .....	23
A.5	Støy, vibrasjoner og strukturlyd .....	26
A.5.1	Innledning .....	26
A.5.2	Emisjonsdata .....	26
A.5.3	Luftlyd .....	26
A.5.4	Vibrasjoner.....	27
A.5.5	Strukturlyd.....	27
A.6	Brann/redning .....	29
A.6.1	Overordnet.....	29
A.6.2	Gangbane .....	29
A.6.3	Nødutgang .....	29
A.6.4	Tverrslag.....	29
A.6.5	Håndløper .....	30
A.6.6	Anvisningsskilt .....	30
A.6.7	Evakueringslys.....	30
A.6.8	Røykventilasjon.....	31
A.6.9	Kommunikasjon og varsling .....	31
A.6.10	Overvåkningskameraer.....	31
A.6.11	Slokkevannsforsyning.....	31
A.6.12	Brannslukningsapparater .....	31
A.6.13	Elektriske kabler.....	31

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 3 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

A.6.14	Adkomstvei til tunnelåpninger og nødutganger.....	31
A.6.15	Brannbeskyttelse av konstruksjoner .....	31
A.7	Krav til dokumentasjon .....	33
A.7.1.1	Krav til sporbarhet .....	33
A.7.1.2	Krav til dokumentlister og stedsangivelse .....	33
A.7.1.3	FDV-dokumentasjon.....	34
A.7.1.4	Sluttdokumentasjon .....	34
A.7.1.5	Formater og lagringsmedier .....	35
A.7.1.5.1	Anleggsspesifikk dokumentasjon (Anleggsdokumentasjon).....	35
A.7.1.5.2	Generisk dokumentasjon (Systemdokumentasjon).....	35
A.7.1.6	Overlevering til Infrastrukturforvalter .....	36
A.7.1.6.1	Dokumentstruktur.....	36
A.7.1.7	Oppdateringer etter overlevering .....	36
B	Overbygning/Underbygning.....	38
B.1	Overbygning.....	38
B.1.1	Linjeføring .....	38
B	Overbygning/Underbygning.....	40
B.1	Overbygning.....	40
B.1.2	Funksjonelle og tekniske krav .....	40
B.1.2.1	Hastighet.....	40
B.1.2.2	Horisontal- og vertikalgeometri.....	41
B.1.2.3	Rettlinje mellom motsatt rettede kurver.....	42
B.1.2.4	Vendespor og hensettingsspor .....	42
B.1.2.5	Vertikalkurver .....	43
B.1.2.6	Kombinasjon av vertikal/horisontalkurvatur .....	43
B	Overbygning/Underbygning.....	45
B.1	Overbygning.....	45
B.1.3	Konstruksjonsprofiler .....	45
B.1.3.1	Innledning .....	45
B.1.3.2	Frittromsprofil .....	45
B.1.3.2.1	Statisk profil.....	45
B.1.3.2.2	Kurvetillegg.....	46
B.1.3.3	Dynamisk profil .....	46
B.1.3.4	Sikkerhetsavstander og områder.....	48
B.1.3.4.1	Sikkerhetsavstand.....	48
B.1.3.4.2	Sikkerhetsområde langs spor .....	48
B.1.3.4.3	Gangbane/rømningsveg .....	48
B.1.3.4.4	Overhøydetillegg.....	49
B.1.3.4.5	Generelt normalprofil.....	50
B.1.3.5	Normalprofiler .....	52
B	Overbygning/Underbygning.....	66
B.1.4	Sportekniske anlegg.....	66
B.1.4.1	Aktuelle lover og regler .....	66
B.1.4.2	Ballastspor.....	67
B.1.4.2.1	Skinner .....	67

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 4 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.1.4.2.2	Sviller .....	68
B.1.4.2.3	Befestigelse .....	68
B.1.4.2.4	Ballast.....	68
B.1.4.2.5	Forsterkningslag .....	69
B.1.4.2.6	Helsveist spor.....	69
B.1.4.2.7	Nøytralitetstemperatur.....	69
B.1.4.3	Ballastfritt spor / Fastspor.....	70
B.1.4.3.1	Skinner .....	70
B.1.4.3.2	Befestigelse .....	70
B.1.4.3.3	Skinneredbøying .....	70
B.1.4.3.4	Drenering .....	70
B.1.4.3.5	Fuger .....	71
B.1.4.3.6	Strømisolasjon .....	71
B.1.4.3.7	Dekker .....	71
B.1.4.4	Målinger av sporets geometri og kvalitet.....	72
B.1.4.4.1	Utstyrets nøyaktighet .....	72
B.1.4.5	Sporets geometri .....	73
B.1.4.5.1	Sporvidde .....	73
B.1.4.5.1.1	Toleranser.....	73
B.1.4.5.2	Vertikalgeometri .....	74
B.1.4.5.2.1	Toleranser.....	75
B.1.4.5.3	Horisontalgeometri.....	76
B.1.4.5.3.1	Definisjoner.....	76
B.1.4.5.3.2	Toleranser.....	76
B.1.4.6	LEDESKINNE.....	77
B.1.4.6.1	Ledeskinne i spor, R>35m.....	77
B.1.4.6.2	Ledeskinne i spor, R<35m.....	77
B.1.4.7	SPORETS BELIGGENHET .....	78
B.1.4.7.1	Vertikal beliggenhet .....	78
B.1.4.7.2	Horisontal beliggenhet.....	78
B	Overbygning/Underbygning.....	80
B.1	Overbygning .....	80
B.1.5	Sporveksler .....	80
B.1.5.1	Aktuelle lover, regler og standarder .....	81
B.1.5.2	Dimensjonerende laster .....	82
B.1.5.3	Dokumentasjon av sporvekselgeometri .....	82
B.1.5.4	Montering .....	82
B.1.5.5	Krav til sporveksler .....	83
B.1.5.6	Merking .....	84
B	Overbygning/Underbygning.....	86
B.1	Overbygning .....	86
B.1.6	Plattformer ved holdeplass .....	86
B.1.6.1	Generelle krav .....	86
B.1.6.2	Plattformlengde .....	86
B.1.6.3	Plattformbredde.....	86

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 5 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.1.6.4	Plattformhøyde .....	86
B.1.6.5	Avstand fra senterlinje til plattform .....	87
B.1.6.6	Stigning på rampe til plattform .....	87
B.1.6.7	Tverrfall på plattform.....	87
B.1.6.8	Varme i plattformdekke .....	87
B.1.6.9	Avstand fra dynamiskprofil til rampe.....	87
B	Overbygning/Underbygning.....	89
B.1	Overbygning .....	89
B.1.7	Planoverganger for fotgjengere.....	89
B	Overbygning/Underbygning.....	91
B.1	Overbygning .....	91
B.1.8	Avgrensing av trase .....	91
B.1.8.1	Belegg i trase .....	91
B.1.8.2	Universell utforming i gangarealer ved holdeplass.....	91
B	Overbygning/Underbygning.....	93
B.2	Underbygning .....	93
B.2.1	Banelegeme .....	93
B.2.1.1	Grunnundersøkelser .....	93
B.2.1.2	Tiltak mot erosjon .....	93
B.2.1.3	Fyllinger og skjæringer og sideterreng .....	93
B.2.1.4	Jordtrykk og støttekonstruksjoner .....	93
B.2.1.5	Peler .....	94
B.2.1.6	Midlertidige støttekonstruksjoner.....	94
B.2.1.7	Drenering og overvann .....	94
B.2.1.8	Frost.....	95
B	Overbygning/Underbygning.....	97
B.2	Underbygning .....	97
B.2.2	Tunneler .....	97
B	Overbygning/Underbygning.....	103
B.2	Underbygning .....	103
B.2.3	Bruer .....	103
B.2.3.1	Levetid .....	103
B.2.3.2	Fundamentering .....	103
B.2.3.3	Pålitelighetsklasse, nøyaktighetsklasse, kontrollklasse .....	103
B.2.3.4	Bruer i traséen .....	103
B.2.3.4.1	Krav til materialer .....	103
B.2.3.4.2	Krav til utførelse .....	104
B.2.3.4.3	Krav til deformasjoner i bruksgrensetilstanden .....	105
B.2.3.4.4	Vertikale laster .....	105
B.2.3.4.5	Horisontale laster .....	107
B.2.3.4.6	Støttall (dynamiske effekter) .....	109
B.2.3.4.7	Utmatting .....	109
B.2.3.4.8	Lastkombinasjoner / Lastfaktorer for.....	110
	utmattingsgrensetilstanden og ulykkesgrensetilstande .....	110
B.2.3.5	Kulverter .....	110

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 6 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.2.3.5.1	Innledning.....	110
B.2.3.5.2	Funksjonelle og tekniske krav .....	110
B.2.3.5.3	Laster.....	110
B.2.3.6	Overgangsbruer.....	111
B	Overbygning/Underbygning.....	113
B.2	Underbygning .....	113
B.2.4	Støttekonstruksjoner.....	113
B.2.4.1	Innledning .....	113
B.2.4.2	Funksjonelle og tekniske krav .....	113
B	Overbygning/Underbygning.....	115
B.2	Underbygning .....	115
B.2.5	Støttemurer .....	115
B.2.5.1	Belastning på støttemurer .....	115
B.2.5.2	Belastning på murer med nyttelast fra bybane bak mur.....	115
B.2.5.3	Belastning på murer med nyttelast fra veg- eller gangtrafikk.....	115
B.2.5.4	Jording av konstruksjoner .....	115
B	Overbygning/Underbygning.....	119
B.2	Underbygning .....	119
B.2.6	Bygninger.....	119
B.2.6.1	Leskur.....	119
B	Overbygning/Underbygning.....	121
B.2	Underbygning .....	121
B.2.7	Gjerder og støyskjermer .....	121
B.2.7.1	Gjerder på plattform.....	121
B.2.7.2	Gjerder langs banen / terrenggjerder .....	121
B.2.7.3	Støyskjermer .....	121
B	Overbygning/Underbygning.....	123
B.2	Underbygning .....	123
B.2.8	Føringsveier .....	123
B.2.8.1	Innledning .....	123
B.2.8.2	Trekkerør.....	123
B.2.8.3	Kabelkanal .....	123
B.2.8.4	Trekkecum.....	123
B.2.8.5	Trekkecum i gjennomgående føringsvei, ringforbindelse og.....	124
B.2.8.6	frittstående installasjon .....	124
B.2.8.7	Installasjoner i trekkecum.....	124
B.2.8.8	Koblingsboks i skinneliv (minuskasse).....	124
B.2.8.9	Føringsveier. Typiske normalprofiler og planskisser.....	124
B.2.8.10	Dagsoner.....	124
B.2.8.11	Tunneler .....	124
B.2.8.12	Anlegg i ringforbindelse.....	125
B.2.8.12	Anlegg til frittstående installasjoner .....	125
C	Elektrotekniske anlegg .....	127
C.1	Kraftforsyning.....	127

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 7 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

C.1.1	Kraftforsyning .....	127
C.1.2	Hjelpkraftanlegg, 230 eller 400V fordelingsanlegg .....	127
C.1.3	Belysning .....	127
C.1.3.1	Belysning, Holdeplasser .....	128
C.1.3.2	Belysning, tunneler .....	128
C.1.4	Sporvekselvarme.....	128
C.1.5	Reservestrøm / nødstrøm avbruddsfri strømforsyning .....	129
C	Elektrotekniske anlegg .....	131
C.2	Jording og overspenningsbeskyttelse .....	131
C.2.1	Generelle krav .....	132
C.2.1.1	Personikkerhet.....	132
C.2.1.2	Normer og forskrifter .....	132
C.2.1.3	Definisjoner .....	133
C.2.1.4	Forkortelser .....	134
C.2.2	Jording .....	135
C.2.2.1	Separasjon av banens jordkoplinger .....	135
C.2.2.2	Kontaktledningens slyngfelt.....	135
C.2.3	Utforming av de enkelte anleggsdeler.....	138
C.2.3.1	Generelle prinsipper .....	138
C.2.3.2	Tunneler.....	139
C.2.3.3	Holdeplasser .....	140
C.2.3.4	Utnyttelse av VLD-F til flere installasjoner .....	141
C.2.3.5	Likeretterstasjoner.....	142
C.2.3.6	Bruer .....	143
C.2.3.7	Tverrforbindelser mellom skinner/spor.....	143
C.2.3.8	Depot .....	144
C.2.4	Overspenningsbeskyttelse .....	145
C.2.4.1	Funksjonskrav .....	145
C.2.4.2	Plassering av overspenningsvern.....	145
C.2.4.3	Overspenningsvern i kontaktledningsanlegget.....	145
C.2.4.4	Overspenningsvern i lavspenningsanlegget.....	146
C.2.4.5	Overspenningsvern i signal og teleanlegg .....	146
C.2.4.6	Tiltak mot vagabonderende strømmer .....	148
C.2.4.7	Overvåking i driftsfasen .....	149
C.2.4.8	Verkstedsområder .....	149
C	Elektrotekniske anlegg.....	151
C.3	Likeretteranlegg.....	151
C.3.1	Innledning.....	151
C.3.2	Funksjonelle og tekniske krav .....	151
C.3.3	Likeretterstasjoner .....	152
C.3.3.1	Generelle plasseringskriterier .....	152
C.3.3.2	Simuleringer .....	153
C.3.3.3	Mating .....	154
C	Elektrotekniske anlegg .....	156
C.4	Kontaktledningsanlegg .....	156

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 8 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

C.4.1	KL – Ramping (Stigning og Stigningsendring) .....	157
C	Elektrotekniske anlegg .....	159
C.5	Banesignal og sporvekselstyring .....	159
C.5.1	Banesignalanlegg generelle krav .....	159
C.5.2	Sporvekselstyring generelle krav .....	159
C.5.3	Signalanlegg for enkeltsporet drift .....	161
C.5.4	Anlegg for driftsområder.....	162
C	Elektrotekniske anlegg .....	164
C.6	Publikumsinformasjonssystem .....	164
C.6.1	PA-System .....	164
C.6.2	Nødtelefon på holdeplasser .....	164
C.6.3	Informasjon til publikum på holdeplassene - PID .....	164
C.6.4	Interaktiv Informasjonssystem .....	165
C	Elektrotekniske anlegg .....	167
C.7	Trafikksignalanlegg.....	167
C.7.1	Prioriteringsanlegg.....	167
C.7.2	Lyshoder .....	168
C.7.3	Styreskap.....	169
C	Elektrotekniske anlegg .....	171
C.8	Kontroll- og overvåkingsanlegg .....	171
C.8.1	Overvåkning av tunneler .....	171
C.8.2	AVL - Automatisk vogn lokasjon .....	172
C.8.3	ITV (CCTV).....	172
C.8.4	Driftskontrollanlegg - SCADA.....	173
C.8.5	Undersentraler generelt (PLS) .....	173
C.8.5.1	Undersentraler for Likeretterstasjoner .....	173
C.8.5.2	Undersentraler for Fordelinger .....	174
C.8.5.3	Undersentraler for tunnel .....	174
C	Elektrotekniske anlegg .....	176
C.9	Radio- og nødsamband .....	176
C.9.1	Radiosamband (TETRA) .....	176
C.9.2	Nødsamband for redningsetater.....	176
C.9.3	GSM .....	177
C	Elektroteknisk anlegg .....	179
C.10	LAN .....	179
C.10.1	Generelt.....	179
C.10.2	Fibernettnettverk .....	179
C	Elektroteknisk anlegg .....	181
C.11	Bredbåndsnettverk for Publikum .....	181
C	Elektroteknisk anlegg .....	183
C.12	RAMS-krav for tele og signalanleggene .....	183
D	Endringslogg.....	186
Endring	05.02.2019 .....	186
Endring	08.09.2017 .....	192
Endring	01.03.2016 .....	195



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 9 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

Endring 01.09.2015 .....	196
Endring 01.09.2014 .....	198
Endring 02.01.2014 .....	209
Endring 05.12.2013 .....	211

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 10 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## A-Overordnede spesifikasjoner

### 1. Innledning



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 11 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## A.1 Innledning

Emner i del A er valgt ut fra elementenes tverrfaglige natur. Tverrfagligheten kan være knyttet til elementets initiale oppreden eller til resulterende tiltak.

### A.1.1 Bybanen som ryggrad for kollektivtrafikken i Bergen

Bybanen er et synlig element i bybildet og et viktig transporttilbud for byen. Som del av byen og bystrukturen skal banen bidra til god byutvikling. Bybanen skal være hovedstammen i kollektivsystemet og gi kvalitet og konkurransekraft til byens kollektivtransporttilbud. Bybanen skal bidra til den gode byen og den gode reisen. Bybanen skal styrke bymiljøet ved å:

- bygge opp under mål for byutviklingen
- bidra til miljøvennlige byutvikling
- være et synlig og integrert identitetsskapende element i bymiljøet
- bidra til effektiv ressursbruk
- Bybanen skal gi en trygg og effektiv reise ved å:
  - være trafiksikker
  - gi forutsigbarhet med hensyn til reisemål og reisetid
  - ha sikker regularitet og høy frekvens
  - ha høy prioritet, fremkommelighet og uhindret kjøring
  - ha en linjeføring som gir høy fremføringshastighet
  - gi gode overgangsmuligheter med andre kollektivreiser, fotgjengere syklistene og bilister
  - ha holdeplasser med god tilgjengelighet
  - være økonomisk å drive og vedlikeholde

Bybanen skal bygges for følgende tidsintervaller (rutetabell):

	<b>G</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
<b>Intervall</b>	≥4 min.	<4 min. og ≥3 min.	< 3 min.

Systemet må likevel kunne tåle tettere trafikk i kortere perioder på grunn av driftsforstyrrelse eller lignende. Det skal være mulig å kjøre med en tidsintervall ned til 2 minutter hvor alle likerettere er i drift.

### A.1.2 Klassifisering av krav

Tekniske krav er normalt definert i tre nivåer:

- Grønn (**G**) – ønskelig nivå
- Gul (**Y**) – akseptabelt nivå
- Rød (**R**) – uakseptabelt nivå

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 12 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

Ved kombinasjon av to gule verdier i samme områder eller langs samme strekning, skal det utføres en RAMS-analyse av situasjon. Det skal behandles som avvik fra teknisk regelverk.

### **A.1.3 Klassifisering av krav og tiltak.**

Krav og tiltak inndeles i følgende grupperinger:

- **"Kan"** - tiltak som kan gjennomføres uten større kostnader eller ulemper for prosjektet.
- **"Bør"** - tiltak som bør gjennomføres. Hvis tiltak ikke gjennomføres må det begrunnes sett i samband med de kostnader og ulemper de utgjør for prosjektet.
- **"Må"** (eller **"Skal"**) - tiltak som må gjennomføres for å oppfylle konkrete krav.

#### **B.1.4.1 Anvendelse av standarder og referanser**

Teknisk regelverk (dette dokumentet) refererer standarder og normer for prosjektering og bygging. Ved prosjektering/bygging legges siste revisjon av aktuell referanse til grunn. Der det eksplisitt fremgår revisjon/dato på aktuell referanse skal den aktuelle revisjon legges til grunn.

Hvilke revisjoner av referansedokumenter (standarder/normer) som er lagt til grunn for prosjektering/bygging skal fremgå av leverandørens prosjektdokumentasjon.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 13 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## A-Overordnede spesifikasjoner

### 2. Klimakrav



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 14 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## A.2 Klimakrav

Bergen er plassert ved kysten vest i Norge og har et fuktig klima som er karakteristisk for landsdelen. På grunn av Golfstrømmen har byen en forholdsvis høy temperatur når man tar i betraktning hvor langt nord den ligger. Mesteparten av nedbøren kommer derfor som regn og ikke snø.

Infrastrukturen skal være dimensjonert for å unngå utilgjengelighet i en normal vær-situasjon (10 års returperiode). Alle komponentene i infrastrukturen skal derfor kunne opprettholde drift innenfor klimakravene nedenfor.

- Omgivelsestemperatur -20 °C til 35 °C
- Relativ luftfuktighet 10 - 100 %
- Maksimum nedbør i løpet av 24 timer 120 mm
- Maksimalt snøfall i løpet av 24 timer 25 cm
- Maksimal vindhastighet (vindkast) 30 m/s
- Ising  
(-3 til + 3 °C og nedbør) 2,3 dager per måned

Leverandører må også ta hensyn til solvarming for ulike elementer.

Et velkjent situasjon i Bergen er temperaturer rundt null sammen med nedbør. Det bygger seg da opp is både på infrastruktur, rullende materiell og elektriske komponenter. Samtidig brukes det mye salt på vegsystem. Problemet er verst nærmest kysten og i lav høyde. I løpet av 20 år fra 1985 til 2005 ble det målt gjennomsnittlig 44 slike døgn årlig i Bergen sentrum mot 9 på Flesland.

Bergen er omgitt av fjell som gjør at de topografiske forholdene er forskjellige fra vest til øst i byen. Nedbøren kommer for det meste inn fra havet og de topografiske forholdene er gjør at det blir noe mer nedbør lengst vest. Flesland ligger litt lenger inn i landet og har vindmålinger som ikke er så preget av lokale topografiske forhold og beskriver derfor vindforholdene best. Gjennomsnittlig vindhastighet er her 3,6m/s. Høydeforskjellen gjør også at snømengdene er litt større på Flesland enn ved målestasjonen i Bergen (Florida). Verdier er hentet fra metrologisk institutt.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 15 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## A-Overordnede spesifikasjoner

### 3. Overordnede RAMS-krav



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 16 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### **A.3 Overordnede RAMS-krav**

RAMS består av Pålitelighet (Reliability), Tilgjengelighet (Availability), Vedlikeholdbarhet (Maintainability) og Sikkerhet (Safety).

Overordnet målet for Bybanen er å etablere og drive en høystandard sporvei, som skal fungere som et attraktivt, sikkert, pålitelig og miljøvennlig transportsystem. Bybanen skal kunne utgjøre ryggraden i et attraktivt og effektivt kollektivsystem for hele byen.

Visjonen for Bybanen er "opplett hver dag". Følgende forutsetninger legges til grunn: Tilgjengelighet, fremkommelighet, åpenhet, egenart, enhetlig, estetisk kvalitet, miljøkvalitet, sikkerhet. Innenfor sikkerhet ligger også et krav om at reisen skal være trygg. Dette omfatter funksjonell enkelthet i transportsystemet, sikkerhet mot overgrep og sikkerhet mot ulykker.

Indirekte er en høy regularitet også en del av trygghetsfølelsen – å kunne nå fram til rett tid, samt at Bybanen er tilgjengelig.

Det banenettet som stilles til trafikkutøvers disposisjon må være i en slik stand at rullende materiell kan fremføres uten å bli påført skade eller unødvendig slitasje. Banenettet skal videre være i en slik stand at trafikken kan avvikles i samsvar med den til enhver tid gjeldende ruteplan og/eller til de enhver tid gjeldende ruteplanforutsetninger.

Det skal i prosjektering og bygging legges til grunn døgnkontinuerlig trafikk på banen.

Basert på dette er det satt RAMS-krav på overordnet nivå, som beskrevet i det følgende.

#### **A.3.1 Pålitelighet**

Alle konstruksjoner og utstyr som er en del av leveransen skal være av en slik pålitelighet at inspeksjon, vedlikehold og utskiftningsarbeider skal kunne utføres i løpet av 4 timers planlagt trafikkpause de første 10 årene. Etter 10 år skal det ikke være behov for mer omfattende inspeksjons-, vedlikeholds- eller utskiftningsarbeider enn det som kan gjennomføres i løpet av 4 timers planlagt trafikkpause, oftere enn hvert 7.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 17 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### **A.3.2 Tilgjengelighet**

Det er et mål at banen skal være tilgjengelig for trafikk 99,9 % av tiden utenom 4 timer natt til hverdager som forutsettes trafikkfrie, samt utenom større planlagte vedlikeholdsarbeider som kan kreve kortere eller lengre opphold i trafikken. Omfanget av større planlagte arbeider skal ikke overskride pålitelighetskravet (A.3.1).

Tilgjengelighetsmål innebærer blant annet at planlagt vedlikehold ikke skal påvirke tilgjengeligheten til banen innenfor den normale driftstiden, og at nødvendig korrektivt vedlikehold må medføre minimalt driftsopphold.

Et tilgjengelighetskrav på 99,9 er et ambisiøst mål som er i tråd med Bybanens ønske om høy tilgjengelighet for banen.

### **A.3.3 Vedlikeholdbarhet**

Alle konstruksjoner og utstyr som krever inspeksjon og vedlikehold skal etableres slik at vedlikeholdsarbeidet i størst mulig grad kan gjøres maskinelt og på en effektiv måte.

Alle konstruksjoner og utstyr som krever tilsyn og vedlikehold skal utformes og plasseres med tilgjengelighet som gjør at arbeidsoperasjoner kan deles opp hensiktsmessig og utføres innenfor de planlagte trafikkpausene (ref A.3.1), inkludert rigging og nedrigging.

Sannsynlighet for feil og hendelser, som medfører at konstruksjoner og utstyr må vedlikeholdes eller reetableres, skal legges til grunn i forhold til vedlikeholdbarhet (utforming og plassering).

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 18 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### A.3.4 Sikkerhet

Gjeldende hovedprinsipp for Bybanen er at fremføring av sporvogner skal baseres på "kjøring på sikt", innenfor de hastighetsrammer og gjeldende driftsregler (RDI) som er fastsatt.

Det er identifisert følgende kombinerte sikkerhetskritiske funksjon:

- Sikre at sporvogn kan kjøre gjennom tunneler, i motsatt spor og over sporveksler på en slik måte at sammenstøt med andre sporvogner og avsporing unngås.

Da skal det benyttes to ulike typer signal-/sikringsanlegg ved Bybanens infrastruktur:

- ATS (automatisk togstopp); som forhindrer at en sporvogn kjører forbi et stoppsignal enten ved kjøring i tunnel eller i motsatt spor.
- Sporvekselstyring; som sikrer at en sporveksel låses i endeposisjon, samt sikrer at en passerende sporvogn har passert vekselen helt før en etterfølgende vogn tillates å legge om vekselen.

Krav til Safety Integrity Level (SIL) er knyttet til tolerable feilrater for sikkerhetskritiske funksjoner, som igjen er utledet fra Bybanens overordnede akseptkriterier.

Minimum sikkerhetsnivå for sikkerhetskritiske funksjoner ved Bybanen er SIL-2.

### A.3.5 Eksterne forhold

Det er et mål at infrastrukturen skal legge til rette for minst mulig forstyrrelser fra eksterne forhold, slik at tilgjengelighet og sikkerhet i minst mulig grad påvirkes av andre.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 19 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## A-Overordnede spesifikasjoner

### 4. Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 20 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **A.4 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)**

### **A.4.1 Innledning**

Begrepet Electromagnetic Compatibility (EMC) skal forstås som forhold i forbindelse med Emisjon og Immunitet og Elektrostatisk utladning (ESD) som beskrevet i EU's EMC direktiv (89/336/EEC). EMC direktivets veiledninger med tilhørende sett av standarder skal oppfylles.

Begrepet EMC omhandler elektromagnetisk "sameksistens", d.v.s. forutsetningene for at elektriske installasjoner med forskjellige egenskaper mht. nivå på utstrålt og ledningsbundet elektromagnetisk støynivå skal fungere samtidig, uten uønsket gjensidig påvirkning. Dette oppnås når de elektriske installasjonene (kabelopplegg og utstyr) har tilstrekkelig immunitet mot utstrålt og ledningsbundet elektromagnetisk støy som de blir eksponert for fra andre elektriske installasjoner.

### **A.4.2 Organisatoriske krav**

Ved utbygging av Bybanen skal det utpekes en EMC-koordinatorer for hele prosjektet. Koordinatoren skal ha dokumentert erfaring fra lignende prosjekter.

EMC-koordinatoren skal koordinere alle grensesnitt i forhold til EMC og er ansvarlig for etablering av grensesnittavtaler med impliserte myndigheter samt mellom eksisterende anlegg, delprosjekter og entreprenører, herunder f.eks. banestrøm, rullende materiell og infrastruktur. Koordinatoren er dessuten ansvarlig for ivaretagelse av koordinering av grensesnitt imellom prosjektfasene f.eks. prosjektering, installasjon, bygging og testing.

Entreprenører og leverandører er ansvarlige for at leverte ytelser, utstyr og installasjoner oppfyller krav til EMC samt dokumentasjon og CE-godkjennelse.

### **A.4.3 Funksjonelle og tekniske krav**

Krav til jording og begrensnig av vagabonderende strømmer er beskrevet i Kapittel C.

Alt utstyr og installasjoner skal overholde EUs EMC direktiv og relevante normer. EMC-direktivets veiledninger med tilhørende sett av standarder skal oppfylles slik at det totale system (med alle faste installasjoner) kan oppnå en samlet CE merking. Beskyttelse mot skader forårsaket av lynnedslag og Elektrostatisk utladning (ESD) skal regnes som et EMC relevant forhold.

Kravene til EMC skal ikke kun gjelde for det ferdige systemet men også være gjeldende for verktøy og utstyr anvendt i konstruksjonsfasen, f.eks. el-sveiseutstyr og høyfrekvent (HF) utstyr.

I kabelinstallasjoner skal krav til separasjon via avstand følge IEEE 518-1982 , se egen tabell for separasjon av føringsveier.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 21 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

#### A.4.4 Oversikt relevante EMC-normer

Fag/område	Norm/forskrift	Kommentar/vurdering av grensesnittets betydning
Jernbaneinstallasjoner - Elektromagnetisk kompatibilitet	(BS) NEK EN 50121 part 1-5 "Railway application electromagnetic compatibility (EMC)	Del 1: Generelt, elektromagnetisk kompatibilitet Del 2: Emisjon fra hele jernbanesystemet til omverden. (Del 3: Rullende materiell - Tog og komplette vogner) Del 4: Emisjon og immunitet fra signal- og telekommunikasjonsapparater Del 5: Emisjon og immunitet fra faste strømforsynings-installasjoner og apparater Normen angir blant annet akseptnivå på utsendte støy på 3 m, henholdsvis 10 m fra banen for områder hvor det i dag ikke er forhold som fører til strengere krav.
Omgivelser, eksponering av mennesker	Statens strålevern: ICNIRP Guidelines	<b>Grenseverdier</b> for begrensning av skadelig eksponering av mennesker (og dyr) med elektromagnetisk (ikke-ioniserende) stråling.
<u>Omgivelser,</u> Beskyttelse mot skade fra lynnedslag	NEC IEC 62305-3	<b>Dimensjonering og utførelse</b> av lynbeskyttelse av bygninger og anlegg. Akseptabelt risikonivå fastlegges med hensyn til verdien av det beskyttede utstyr, tidsforløp for reparasjon/utskifting, konsekvens ved feil/havari og risikoperiodens varighet ("teknisk levetid").
<u>Omgivelser,</u> Beskyttelse mot elektromagnetiske lynimpulser.	NEK IEC 61312	<b>Soneinndelingen for dimensjonering</b> av overspenningsbeskyttelse mot lyn (transientbeskyttelse). Valg av transientbeskyttelse i hver sone foretas på bakgrunn av lynintensiteten og det akseptable risikonivå.
<u>Omgivelser,</u> grenseverdier for elektromagnetisk støy	EN 50081-1 "Electromagnetic compatibility - <b>Generic emission standard</b> - Part 1: Residential, commercial and light industry".	<b>Grenseverdier</b> for installasjoner/utstyr i boliger, kontorer og lett industri. <b>Erstattet av</b> NEK EN 61000-6-3
<u>Omgivelser,</u> grenseverdier for elektromagnetisk støy	NEK EN 55011 " <b>Limits</b> and methods of measurement of radio disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment".	<b>Grenseverdier</b> for industri, vitenskapelig og medisinsk radiofrekvent utstyr

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 22 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Omgivelser, imunitetsgrenser:	IEC EN 61000-6-1 "Electromagnetic compatibility - <b>Generic immunity standard</b> - Part 1: Residential, commercial and light industrial environments"	<b>Immunitetskrav</b> for installasjoner/utstyr i boliger, kontorer og lett industri.
Omgivelser, imunitetsgrenser	IEC EN 61000-6-2 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standard – Immunity for industrial environment.	<b>Immunitet</b> på installasjoner i industrimiljø.
Omgivelser, imunitetsgrenser	NEK EN 55024 (basert på <b>CISPR 24</b> ) Grenseverdier, lavfrekvente magnetfelter som gir forstyrrelser på data- og TV-skjermer (CRT) type	<b>Immunitet</b> på utstyr for informasjonsteknologi (EDB og lignende) - Grenseverdier og målemetoder
Omgivelser, imunitetsgrenser	NEK EN 55103-2	Audiovisuelt utstyr, Del 2: <b>Immunitet.</b>
Krav til spenningskvalitet	NEK EN 50160	Med hensyn til spenningskvaliteten av omformer-stasjonene på 10 kV nivå skal dette avtales med, og godkjennes av det lokale elforsyningsselskap. Dette vil normalt kreve at minimum EN 50160 er tilfredsstillt.
Krav til separasjon av kabler	IEEE 518 - 1982 "Guide for the installation of Electrical equipment to minimize Electrical Noise Inputs to Controllers from External Sources".	NB! Normen er utgått og ikke erstattet. Normen stiller krav til <b>separasjon av parallellførte kabler</b>

#### A.4.5 Krav til separasjon av kabler

I kabelinstallasjoner skal norm IEEE 518-1982 følges. Denne standarden setter krav til separasjon via avstand mellom forskjellige kabelgrupper/-systemer.

#### A.4.6 Krav til dokumentasjon av EMC

Det skal leveres tilstrekkelig dokumentasjon for å sikre at utstyret kan vurderes i forhold til EMC og oppnå CE merking.

Det skal koordineres med eventuelle andre entreprenører og relevante naboer til banen, for å utveksle nødvendige informasjon, slik at det samlede system kan oppnå full EMC sertifisering.

Det skal utarbeides og løpende vedlikeholdes en EMC-plan.

EMC-planen skal som et minimum bestå av:

1. En analytisk del hvor grenseverdier og aktuelle tester er spesifisert.
2. Krav til eventuelle underleverandører.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 23 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

3. En kontrollplan.
4. Testmanualer for verifikasjonstester og interne fabrikkstester
5. Teknisk produktdokumentasjon med CE-merkings dokumenter

Som en del av detaljprosjekteringen skal det utarbeides dokumenter med beskrivelser av kabler og komponenter. Dokumentene skal dokumentere at EMC-kravene er oppfylt.

#### **A.4.7 Omgivelsenes elektrotekniske miljø**

Med omgivelsenes elektrotekniske (elektromagnetiske) miljø menes de elektrotekniske forhold i banens nærhet som kan ha innflytelse på, eller bli influert av, banens EMC-forhold.

Slike forhold kunne eksempelvis være:

- Rørforbunnede energisystemer med katodisk beskyttelse.
- Teleinfrastruktur
- Nærførte kabler
- Andre baneanlegg
- Dataanlegg i nærliggende bygninger
- Permanente arbeidsplasser
- Områder med varig opphold for barn
- Grensesnitt/avhengighet mot andre entrepriser, f.eks. rullende materiell

For å fastlegge et tidlig budsjettestimert kan det i første omgang foretas en gjennomgang hvor det utelukkende tas hensyn til "store naboer" f.eks. Telenor og eventuelle andre teleselskaper i området.

#### **A.4.8 Krav til dokumentasjon**

a) Kilder til emisjon av elektrisk støy generert via kapasitiv kobling, induktiv kobling, galvanisk kobling eller ESD-transfer, samt redegjøre for de tiltak som er gjort for å sikre immunitet (jfr. standarder i EMC-direktivet).

b) De anvendte EMC-standarder (for hvert delsystem).

c) Overensstemmelseserklæringer som skal danne grunnlag for godkjennelsesprosessen. I tilfelle av manglende teknisk dokumentasjon og normer angis det nødvendige antall tester som kreves i EU-direktivet kapittel 10.2.

d) Oversikt som viser installasjoner langs banen som er plasserte spesielt nært opp til steder hvor det kan forventes EMC-problemer. Det skal fremgå hvilke tiltak man forventer å gjøre.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 24 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

e) Grensesnittnotater, disse skal holdes oppdaterte gjennom hele prosjekterings- og anleggsfasen for å sikre at alle problemer angitte i EMC-planen blir løst.

f) Miljøklasser, jevnfør EN61000-4-5 B.3 "Installation classification", skal angis for de forskjellige installasjonsarbeider.

Alle EMC-dokumenter skal samles i en "Technical Construction File (TCF)" som angitt i EU-direktivet.

Det skal utarbeides og løpende vedlikeholdes en EMC statusoversikt som dekker både planlagte EMC-aktiviteter og konstaterte uforutsette EMC-problemer som krever tiltak.

Ved opplistingen av kilder til elektrisk støy, er det prinsipielt kun nødvendig å liste opp de kilder som er kraftigere eller plasserte nærmere enn angitt i normene. Uansett bør den første listen alltid forsøke å ha alle potensielle kilder med. Man kan så senere tynne ut i listen på bakgrunn av dokumentert argumentasjon. Dermed sikres det at kilder ikke udokumentert "glemmes", og eventuelt senere er grunnlag for diskusjon og uenighet.

---



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 25 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **A-Overordnede spesifikasjoner**

#### **5. Støy, vibrasjon og strukturlyd**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 26 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## A.5 Støy, vibrasjoner og strukturlyd

### A.5.1 Innledning

For luftstøy er "Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging" T-1442 lagt til grunn.

Støyberegninger utføres i henhold til Nordisk beregningsmetode. Det legges til grunn 42 meter lang vogn (Variobahn).

### A.5.2 Emisjonsdata

Emisjonsdataparametere (A- og B-verdier, ref Nordisk beregningsmetode) for Variobahn for henholdsvis fastspor og ballastspor er gitt av tabell A-1.

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
<b>Fastspor</b>							
<b>A</b>	-0,5	-6,4	3,9	15,3	26,0	21,3	13,5
<b>B</b>	28,6	19,5	30,4	37,1	39,4	31,1	21,6
<b>Ballastspor</b>							
<b>A</b>	-0,4	-4,5	7,7	17,5	22,0	20,9	19,0
<b>B</b>	19,4	17,8	26,7	31,0	32,4	29,4	24,6

**Tabell A-1 Emisjonsdataparametere**

Verdiene er ikke å betrakte som kravspesifikasjon til rullende materiell.

### A.5.3 Luftlyd

Krav til maksimal luftlyd er gitt i T-1442. Betydningen av grenseverdiene for ekvivalentnivå og maksimalnivå likestilles. Sonetilhørighet vurderes etter strengeste kriterium.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 27 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

#### A.5.4 Vibrasjoner

Krav til maksimalt opp tredende vibrasjoner er gitt i etterfølgende tabell.

<b>Bolig</b>	<b>Grønn sone</b> Akseptabelt	<b>Gul sone</b> Tiltak vurderes	<b>Rød sone</b> Tiltak nødvendig	<b>Referanse</b> Kommentarer
Tunnel $v_{w,95}$ (mm/s)	< 0,10	0,10 - 0,3	> 0,3	NS 8176
Dagstrekning $v_{w,95}$ (mm/s)	< 0,15	0,15 - 0,3	> 0,3	NS 8176

**Tabell A-4** Krav til maksimale vibrasjoner

Vibrasjonsnivå i boliger langs bybanen i Bergen beregnes ved hjelp av NGIs semi-empiriske beregningsmodell for vibrasjoner fra samferdsel.

#### A.5.5 Strukturlyd

Krav til grenseverdier for boliger med strukturlyd er gitt i tabell A-5.

<b>Bolig</b>	<b>Grønn sone</b> Akseptabelt	<b>Gul sone</b> Tiltak vurderes	<b>Rød sone</b> Tiltak nødvendig	<b>Referanse</b> Kommentarer
<i>Innendørs</i> Bane i tunnel og i dagen Måleenhet: $L_{Aekv}$ *	$\leq 30$ dB	31 - 35 dB	> 35 dB	NS 8175, tabell 4 klasse C tilsv. Grønn sone
<i>Innendørs</i> Bane i tunnel og i dagen Måleenhet: $L_{5AF}$	$\leq 32$ dB	33 - 37 dB	> 37 dB	NS 8175, tabell 4 klasse C tilsv. Grønn sone $L_{AmaksM}$ kan brukes som alternativ måleenhet.

**Tabell A-5** Grenseverdi for boliger med strukturlyd fra bane i tunell/kulvert eller i dagen

Grenseverdiene gjelder for boliger og bygninger som benyttes til boligformål, herunder også sykehjem, omsorgsboliger og sykehus.

Nødvendige tiltak for å redusere strukturlyd fra banen skal vurderes i sammenheng med behovet for demping av vibrasjoner.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 28 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## A-Overordnede spesifikasjoner

### 6. Brann/redning



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 29 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **A.6 Brann/redning**

### **A.6.1 Overordnet**

Kravforskriften §12-4 i) sier følgende: Tunneler og broer skal utformes og utstyres slik at det gir muligheter for evakuering og selvberging i tilfelle av brann og andre ulykker. Det skal spesielt legges til rette for evakuering av orienterings- og bevegelseshemmede. I tillegg skal det legges til rette for at redningspersonell kan drive effektivt redningsarbeid.

### **A.6.2 Gangbane**

I tunneler og på bruer skal det etableres gangbane for evakuering og selvberging. Ved dobbeltspor skal det være gangbane på utsiden av hvert spor.

Dimensjonerende krav for gangbane er generelt gitt i Kapittel B.1.3 og spesifikt for tunneler i Kapittel B.2.2.5.

Gangbanene må være plane og lett fremkommelige uten hindringer.

Høyden på gangbanen skal følge høyden på nærmeste skinnen. Kabelkanal kan overbygges og brukes som gangbane.

Sporområdet i tunneler og ved innkjøring til tunneler bør gjøres mindre fremkommelig for uvedkommende, for eksempel gjennom bruk av puk.

### **A.6.3 Nødutgang**

Avstand mellom nødutganger (inkl. stasjoner og tunnelmunninger) skal ikke være mer enn 1000 m. Avstand til nødutgang større enn 1000 m må kompenseres gjennom avbøtende tiltak (for eksempel røykventilasjon).

### **A.6.4 Tverrslag**

Tverrslag fra tunneldrivingen utrustes som rømningsveier såfremt dette er hensiktsmessig.

Følgende krav til tverrslag som rømningsvei:

For spesielt bratte tverrslag bør trapp vurderes inn mot den ene veggen. Lysåpning på rømningsvei i tverrslag skal være minst 2,5 x 2,5 m.

Tverrslag skal ha port i utgangen som gjør det mulig å få beredskapskjøretøy inn og ut (minimum 1,40 m bred og 2,0 m høy). I tillegg skal det i porten være en dør som kan åpnes innenfra uten nøkkel eller med nøkkel utenfra. Døra skal åpne utover og ha en lysåpning på minst 0,90 x 2,0 m.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 30 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Port og utslående dør skal monteres slik at de ikke kan blokkeres av utenforliggende oppsamling av snø.

Dersom det er installert røykventilasjon i tunnelen, etableres sluse mellom tunnel og tverrslag.

Belysningen i tverrslaget skal kunne slås på fra driftssentral, ved inngangen til tverrslaget fra tunnelen, og ved utgangen av tverrslaget.

Rømningsveien skal ha minst de samme sikkerhetstiltak som tunnelen for øvrig (kommunikasjon, rekkverk, anvisningsskilt etc.)

### **A.6.5 Håndløper**

Alle tunneler skal utstyres med ensidig håndløper (rekkverk) på samme side som gangbane/rømningsveg og nødlys.

Håndløper monteres i ca. 90 cm høyde over gangbanenivå og tar maks 10 cm. i bredde. Se figuren under Kapittel B.2.2.5.

Håndløperen skal bestå av materiale som ikke er elektrisk ledende.

### **A.6.6 Anvisningsskilt**

For tunneler lenger enn 100 m skal det være skilt som viser retning og avstand til nærmeste åpning/utgang i begge retninger. Skiltene skal monteres ved nødlyspunkt, eller være en enhet sammen med nødlyset. Skilt skal monteres minst hver 50 m. Skiltene kan være av gjennomlyst type, eller bli direkte belyst av nødlysarmaturene.

### **A.6.7 Evakueringslys**

Evakueringslys skal monteres i alle tunneler lengre enn 100 m. Evakueringslys skal finnes på minst én side av tunneler med enkeltspor og på begge sider av tunneler med dobbeltspor. I enkeltsporede tunneler skal nødlys monteres på samme side som gangbane.

Evakueringslys skal sikre:

- lys under evakueringsperioden
- tilstrekkelig lys til at sikker evakuering kan gjennomføres

Lysstyrken skal være minimum 1 lux på gangbanenivå. Referanse til Kapittel C.1.3 Belysning

Armaturene skal plasseres slik at disse ikke skaper hinder ved evakuering. Armaturene monteres enten under håndløper eller høyde på min. 2250 mm.

Armaturene skal forsynes fra nødenergi med min. 30 minutters driftstid. Kabelopplegg skal utføres funksjonssikkert.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 31 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### **A.6.8 Røykventilasjon**

Installering av røykventilasjon i tunnel vurderes for hver enkelt tunnel. Lengde, stigningsgrad og eventuelle lavbrekk/høybrekk, samt avstand mellom nødutganger legges til grunn.

### **A.6.9 Kommunikasjon og varsling**

Det skal være dekning for Bybanens nødkommunikasjon (TETRA), nødetatenes kommunikasjonssystem og tilrettelegges for mobiltelefon i tunnel.

### **A.6.10 Overvåkningskameraer**

Det skal monteres overvåkningsanlegg (CCTV) ved tunnelportaler.

### **A.6.11 Slokkevannsforsyning**

Det skal etableres uttak for brannvann utenfor hver tunnelportal, for hver 250 meter inne i tunnel, samt i forbindelse med eventuelle nødutganger inne i tunnelen.

### **A.6.12 Brannslukningsapparater**

Brannslukningsapparater skal finnes i sporvogn. Det skal ikke monteres brannslukningsapparater i tunnel.

### **A.6.13 Elektriske kabler**

Alle kabler i tunnel skal være av halogenfritt materiale.

Alle kabler i tunnel utenfor kanal skal være av brannhemmende materiale.

### **A.6.14 Adkomstvei til tunnelåpninger og nødutganger**

For tunneler over 200 m skal det være adkomst til tunnelåpninger for beredskapspersonell, og adkomstveiene skal være tilgjengelige hele året. I tilknytning til adkomstveiene skal det etableres redningsområder på minst 500 m<sup>2</sup>. Eksisterende veier kan benyttes til redningsområde.

For alle tunneler over 200 meter skal det utarbeides planer det viser adkomstveier for beredskapspersonell samt angiver redningsområder.

### **A.6.15 Brannbeskyttelse av konstruksjoner**

Konstruksjoner skal ikke bidra aktivt i en togbrann, ikke spre en slik brann og ikke brenne videre etter at togbrannen har opphørt. Konstruksjoner skal ikke bidra til ekstra røykutvikling mens brannen pågår og må ikke utvikle giftige gasser.

Bærende konstruksjoners brannmotstand skal kunne motstå et fullstendig brannforløp.

Vann- og frostsikring som f.eks Gjertsenduk T100 eller tilsvarende vurderes ikke og bidra aktivt i en brann.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 32 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## A-Overordnede spesifikasjoner

### 7. Krav til dokumentasjon





<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 33 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## A.7 Krav til dokumentasjon

Det skal i dokumentasjon for leveranser til Bybanen fokuseres på forvaltning, drift og vedlikehold i et livssyklus perspektiv. Endringer i infrastruktur og/eller dokumentasjon skal være sporbar.

### A.7.1.1 Krav til sporbarhet

Ethvert dokument som leveres som del av prosjekt/kontrakt skal unikt kunne identifiseres (sporbarhet). Dette ivaretas ved at dokumenter identifiseres med minimum følgende attributter:

- Leverandørnavn
- Dokumenttittel
- Dokumentnummer
- Dokumentrevisjon
- Utgivelsesdato

Enhver enkeltstående elektronisk fil (pdf) skal håndteres som et enkeltstående dokument og skal dermed kunne unikt identifiseres.

### A.7.1.2 Krav til dokumentlister og stedsangivelse

Ethvert dokument skal unikt identifiseres i dokumentliste for prosjekt/kontrakt. Egen dokumentliste kan etableres for ulike kontrakter og/eller delleveranser. Dokumentlisten skal leveres i pdf- og editerbart Microsoft Excel format. Dokumentlisten er i seg selv et eget dokument med krav til sporbarhet.

Dokumentlisten skal som et minimum inneholde kolonner for følgende data/metadata:

- Dokumenttittel
- Dokumentnummer
- Dokumentrevisjon
- Utgivelsesdato
- Anleggstype/objektype
- Steds-/strekningangivelse med referanse til holdeplass eller depot
- Dokumenttype/fag
- FDV (Ja/Nei)
- Tilgjengelig i installasjon (Ja/Nei)
- Filsti

Dokumenter skal knyttes til lokasjon (ref attributt steds-/strekningangivelse). Dette gjelder også generiske dokumenter (systemdokumenter). Dersom et system/delsystem er installert ved flere lokasjoner skal tilhørende systemdokumenter ha like mange

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 34 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

innslag (linjer i aktuell dokumentliste) som lokasjoner for installasjon. Attributt for steds/strekningsangivelse vil være unikt for hvert systemdokument.

Dokumenter som definerer periodisk vedlikehold skal unikt identifiseres i kolonnen "FDV".

Dokumenter (papirkopi) som legges ut i anlegget for tilrettelegging av akutt feilretting skal unikt identifiseres i kolonnen "Tilgjengelig i installasjon".

Filsti for dokument skal være relativ til folder for prosjekt/kontrakt og i henhold til struktur for overlevering (ref kapittel A.7.1.6.1).

### **A.7.1.3 FDV-dokumentasjon**

FDV-dokumentasjon er dokumentasjon som er nødvendig for å kunne forvalte, drifte og vedlikeholde Bybanens infrastruktur og tekniske systemer. FDV-dokumentasjon skal leveres for tekniske innretninger og installasjoner og skal beskrive alle rutiner, kontrollskjema og sjekklister samt angi alle data som er nødvendige for at Bybanen skal kunne drives og vedlikeholdes sikkert og pålitelig.

FDV-dokumentasjonen skal bestå av minst følgende:

- Som bygget tegninger
- FDV-instrukser og prosedyrer
- Produktoversikt for alle produkter som er benyttet - inklusive leverandørregister

FDV dokumenter skal identifiseres i dokumentliste for prosjekt/kontrakt (ref kapittel A.7.1.2).

### **A.7.1.4 Sluttdokumentasjon**

Sluttdokumentasjonen er dokumentasjon av oppfyllelse av krav, det være seg lover med forskrifter, teknisk regelverk eller kravspesifikasjon.

Sluttdokumentasjonen skal bestå av minst følgende:

- Dokumentasjon på at sikkerhetskrav er ivaretatt i ferdigtilstand
- Samsvarserklæringer, attester, sertifikat og godkjenninger fra offentlige myndigheter
- Dokumentasjon iht. Bybanens teknisk regelverk eller kravspesifikasjon
- Dokumentasjon iht. fastsatte krav fra andre faginstanser. (Bybanen Utbygging, Kommunal drift, Statens vegvesen, kabeleiere mv.)
- Dokumentasjon på oppfyllelse av krav (fagrapporter, beregninger, tester, verifikasjoner, FAT, SAT mv.)

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 35 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

- Sikkerhetsdokumentasjon (Sikkerhetsrapport/-beviser, farelogg RAMS-/risikoanalyser mv.)
- Register over behandlede avvik med status for avviksbehandlingen.
- Grunneierdokumentasjon

Dokumenter for sluttdokumentasjon skal identifiseres i dokumentliste for prosjekt/kontrakt (ref kapittel A.7.1.2).

### **A.7.1.5 Formater og lagringsmedier**

#### **A.7.1.5.1 Anleggsspesifikk dokumentasjon (Anleggsdokumentasjon)**

Alle tegninger skal overleveres i redigerbart AutoCad DWG eller DXF-format eller Visio VSD-format. I tillegg skal alle tegninger leveres i PDF-format med tilstrekkelig oppløsning til å se alle detaljer. Tegninger med håndskrevet signatur skal ha signaturen med i PDF-utgaven.

Alle øvrige dokumenter skal overleveres i redigerbart Microsoft standard kontorprogramvare-format, i tillegg til PDF. PDF skal være lagret med tegngjenkjenning slik at de er søkbare. Dokumenter med håndskrevet signatur skal ha signaturen med i PDF-utgaven.

Innmålingsdata overleveres som SOS-filer

3D modeller skal leveres i DWG og native format.

Bruk av eventuelle andre verktøy for dokumentfremstilling må godkjennes av Infrastrukturforvalter.

#### **A.7.1.5.2 Generisk dokumentasjon (Systemdokumentasjon)**

Generisk dokumentasjon overleveres på PDF-format.

Bruk av eventuelle andre verktøy for dokumentfremstilling må godkjennes av Infrastrukturforvalter.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 36 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **A.7.1.6 Overlevering til Infrastrukturforvalter**

Dokumentasjon overleveres på elektronisk format (elektronisk medium).

Papirdokumentasjonen tilpasset akutt feilretting legges ut i anleggene i forbindelse med overlevering.

For overlevering av FDV- og sluttdokumentasjon fra prosjekt til infrastrukturforvalter skal det benyttes elektronisk medium med følgebrev. Følgebrevet skal inneholde dokumentliste (PDF-format) for prosjekt/kontrakt (ref kapittel A.7.1.2). Dokumentlisten skal være utstedt av leverandør som innehar reklamasjons- og garantiansvar for aktuell leveranse.

Formell overlevering av dokumentasjon protokollføres. Protokoll signeres av representant fra prosjekt/leverandør og infrastrukturforvalter.

#### **A.7.1.6.1 Dokumentstruktur**

På det elektroniske mediet skal dokumentene være ordnet i katalogstruktur. På toppnivå skal det være fagdelt dersom leveransen inneholder flere fag. Videre skal dokumentene kategoriseres med egen katalog for henholdsvis FDV- og sluttdokumentasjon.

#### **A.7.1.7 Oppdateringer etter overlevering**

Etter overlevering, har Infrastrukturforvalter ansvar for arkivering og oppdatering av teknisk dokumentasjon. Eventuelle endringer av tidligere overleverte dokumenter eller endringer på infrastruktur som betinger endring av dokumentasjon kan kun skje etter nærmere avtale med Infrastrukturforvalter.

Der det opprettes prosjekt som medfører endring på idriftsatt infrastruktur og tilhørende Teknisk-dokumentasjon, tilligger det prosjektet ansvar for å rette opp dokumentasjonen etter nærmere avtale med Infrastrukturforvalter.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 37 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## B. Over- og underbygning

### 1. Overbygning

### 1. Linjeføring



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 38 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **B Overbygning/Underbygning**

### **B.1 Overbygning**

#### **B.1.1 Linjeføring**

Målet med traséringen er å bestemme det gunstigste forløp med hensyn til:

- sikkerhet
- hastighet
- kjøredynamikk og –komfort for passasjerer
- optimalisering av økonomi ved anlegg, drift og vedlikehold

Linjeføringen (horisontalgeometrien) bygges opp geometrisk av tre elementer:

- rette linjer
- sirkelbuer
- overgangskurver (klotoider)

Lengdeprofilet (linjepålegget) bygges opp geometrisk av to elementer:

- rette linjer
  - sirkelbuer
-

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 39 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **1. Overbygning**

#### **2. Funksjonelle og tekniske krav**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 40 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## B Overbygning/Underbygning

### B.1 Overbygning

#### B.1.2 Funksjonelle og tekniske krav

##### B.1.2.1 Hastighet

Dimensjonerende hastighet er 50 km/t i gate (banelegemer i plan med gate/vei) og 80 km/t der banen går i egen trase (særskilt banelegeme).

Maksimumshastighet på 80 km/t er avhengig av signalanlegg på strekningen.

Maksimumshastighet for kjøring på sikt er 70 km/t (BOStrab) og er avhengig av tilstrekkelig siktavstand.

Kravene til linjeføring er avhengig av banen sin beliggenhet. Banen skal dimensjoneres etter kravene for Gate i henhold til *tabell B-1 Linjeføring* når:

- Banen er i plan med gate/vei; skinner lagt i kjørefelt eller fortausflater
- Banen er i egen og særskilte banelegemer hvor den egne traseen ligger i offentlig trafikkerte gater/veier, men er likevel skilt fra øvrig trafikk ved hjelp av kantsteiner, rekkverk, hekker, trekkerer eller andre faste hindre.

Banen skal dimensjoneres etter kravene for egen trasé i henhold til *tabell B-1 Linjeføring* når:

- Banen er uavhengig av øvrige gater/veier; banen er uavhengig av øvrig trafikk på grunn av plassering eller byggemåte.

Andre hastighetsbegrensninger er gitt i Bestemmelser for Sikker Trafikkavvikling (BST), vedlegg 2.

Skiltet hastighet på de ulike delstrekningene skal inngå i Bestemmelser for Sikker Trafikkavvikling (BST).

---



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 41 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.2.2 Horizontal- og vertikalgeometri

Krav til linjeføring er gitt i understående tabell:

Dimensjonerende hastighet	$V_{dim}$	Holdeplass			Gate			Egen trasé		
		40 km/t			50 km/t			80 km/t		
		G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R
Hor. Radius	$R_h$ [m]	$\geq 700$	300-700	$< 300$	$\geq 150$	25-150	$\geq 25$	$\geq 300$	50 - 300	$< 50$
Vert. Radius	$R_v$ [m]	$\geq 1000$	625-1000	$< 625$	$\geq 1000$	625-1000	$< 625$	$\geq 1250$	1000-1250	$< 1000$
Vert. radius i sporveksler	$R_v$ [m]						$< 5000$			$< 5000$
Stigning/fall	[‰]	$\leq 20$	20-40	$> 40$	$\leq 40$	40-60	$> 60$	$\leq 40$	40-60	$> 60$
Rettlinje mellom kurveelementer	[m]						$< 6$			$< 8$
Lengde av kurve	[m]						$< 6$			$< 8$
Overhøyde	$u$ [mm]	0			1)		1)	$\leq 150$		$> 150$
Overhøyde i sporveksler	$u$ [mm]									$> 70$
Manglende overhøyde	$I_{max}$ [mm]				$\leq 100$	100-150	$> 150$	$\leq 100$	100-150	$> 150$
Ukompensert sideakselerasjon i sirkelkurver	$a_q$ [m/s <sup>2</sup> ]				$> 0,3$ - $\leq 0,65$	0 - 0,3 og 0,65-0,98	$< 0$ - $\geq 0,98$	$< 0,3$ - $\leq 0,65$	0,65-0,98	$> 0,3$ - $\geq 0,98$
Rampestigning	1/m				$\leq 1/500$	1/500-1/300	$\geq 1/300$	$\leq 1/700$	1/700-1/300	$\geq 1/300$
Rykk	$C$ [m/s <sup>3</sup> ]						$\geq 0,67$			$\geq 0,67$
Lengde av overgangskurve	[m]				2) $\geq \frac{v_e \times \Delta a_q}{2.4}$		2) $\geq \frac{v_e \times \Delta a_q}{2.4}$	2) $\geq \frac{v_e \times \Delta a_q}{2.4}$		2) $\geq \frac{v_e \times \Delta a_q}{2.4}$
Lengde av rampe	[m]				3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$		3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$	3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$		3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$

**Tabell B-1 Linjeføring**

- 1) Spor i gate skal tilpasses muligheter innen gatens geometri. Generelt gjelder samme krav til overhøyde som for spor på egen trasé.
- 2) Lengde av overgangskurve beregnes med verdier for sideakselerasjon i henholdsvis det "grønne" eller "røde" område. Lengde av overgangskurven skal være lik lengden av den tilhørende rampe. Gir ovennevnte regel forskjellige verdier, skal der anvendes den største lengde.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 42 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

3) Lengde av rampe beregnes med verdier for overhøyde i henholdsvis det "grønne" eller "røde" område.

4) Rampestigning og lengde på overgangskurver må sees i sammenheng.

### **B.1.2.3 Rettlinje mellom motsatt rettede kurver**

Mellom motsatt rettede kurver skal det legges rettlinje med lengde ikke kortere enn  $v_e/10$ .

Lengden skal likevel ikke velges kortere enn 6 m (50 km/t) eller 8 meter (80 km/t).

Rettlinje mellom motsatt rettede kurver kan utelates eller være mindre enn  $>v_e/10$  hvis det foreligger en analyse som forsvarer det og det er behandlet som avvik fra teknisk regelverk.

### **B.1.2.4 Vendespor og hensettingsspor**

Angående vendespor og hensettingsspor gjelder følgende for sporets stigning og fall:

Grønn verdi: 0 ‰

Gul verdi 0 - 3 ‰

Rød verdi: > 3 ‰.

Lengden på vendespor og hensettingsspor som følger kravene over skal være minst 5m lengre enn vogntypen (dvs. 47 meter med forlenget Variobahn (42m). I tillegg må det settes av plass / lengde til eventuell signalanlegg slik at full lengde på 47 meter kan brukes i normal driftssituasjon.

Sikring av buttspor må vurderes avhengig av konsekvenser med kjøring for langt.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 43 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **B.1.2.5 Vertikalkurver**

I sporvekselens tungeparti skal minimum vertikalradius være 5000 meter.

Overhøyderamper bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurver. Kan dette ikke unngås, skal minimum vertikalkurven være 2000 meter.

### **B.1.2.6 Kombinasjon av vertikal/horisontalkurvatur**

Klassifisering av krav med tilhørende krav til RAMS analyse er spesifisert i kapittel A.1.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 44 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## B. Over- og underbygning

### 1. Overbygning

### 3. Konstruksjonsprofiler



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 45 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.1 Overbygning

#### B.1.3 Konstruksjonsprofiler

##### B.1.3.1 Innledning

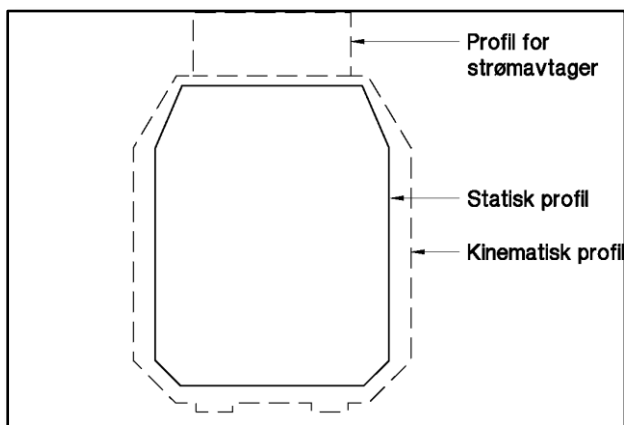
Konstruksjonsprofiler angis relativt sporplan. Sporplanet er det plan som går gjennom overkant av begge skinnestrenger.

Behov for areal til oppsetting av skilt og signaler, samt areal for å oppnå tilfredsstillende sikt til disse må vurderes spesielt.

Videre må plass til ulike former for stengsler og avskjerminger vurderes i forbindelse med adkomst og kryssinger for gående, fysisk kanalisering av biltrafikk, fare for blanding av øvrig trafikk, inngjerding osv.

##### B.1.3.2 Frittromsprofil

Ved frittromsprofil forstås det rommet der ingen faste eller bevegelige gjenstander kan forekomme. Rommet skal sikre fremføring av rullende materiell med akseptabel risiko.



**Figur B-1 Prinsippkisse frittromsprofil**

Frittromsprofilet er statisk profil tillagt kinematisk profil, og tar ikke hensyn til sikkerhet for omgivelsene.

##### B.1.3.2.1 Statisk profil

Statisk profil er det teoretiske profilet som omhyller vognkassen, understell og utstyr på taket for sporvognene. Profilforløpet er produsentavhengig.

Maksimalt tillatt vognbredde er 2,65 meter.

Maksimalt tillatt vognhøyde er 3,60 meter (eksklusiv profil for strømavtager).

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 46 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.3.2.2 Kurvetillegg

Til statisk profil adderes et tillegg ved spor i kurve.

Kurvetillegget har ulike verdier for innside kurve og utside kurve.

Det skyldes hensyn til utkragning av vognens ender og midtparti i kurver.

I overgangskurver avtrappes kurvetillegget jevnt gjennom hele kurvens lengde

Radius (m)	Kurvetillegg innside (mm)	Kurvetillegg utside (mm)
25	550	505
30	455	380
35	390	290
40	340	245
45	305	215
50	275	200
60	230	165
70	195	145
80	170	125
90	155	110
100	140	100
125	110	80
150	90	70
200	70	50
340	40	30
700	20	15
1000	15	10

Tabell B-2 Kurvetillegg

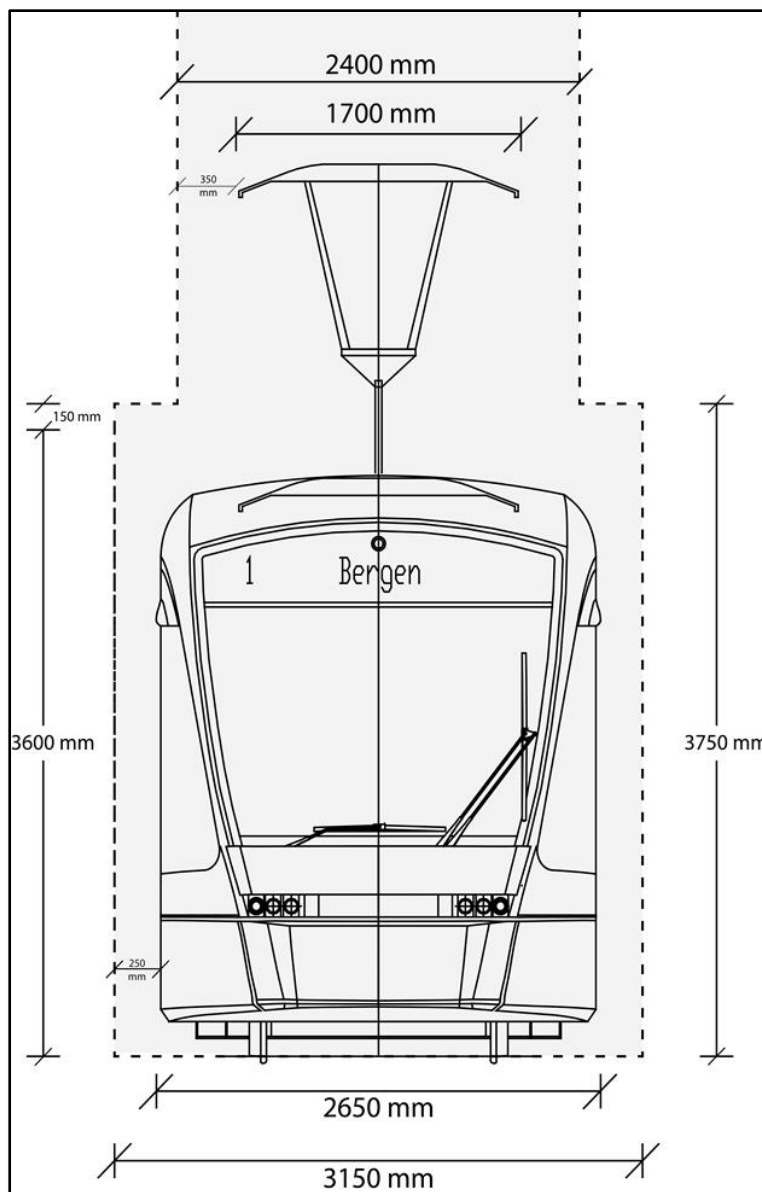
### B.1.3.3 Dynamisk profil

Det dynamiske profilet ligger på utsiden av det statiske profilet og eventuelt kurvetillegg. Det dynamiske profilet tar hensyn til dynamiske bevegelser og toleranser av hjul og spor samt bevegelser i vognens avfjæringen.

Sideveis settes bredden på det dynamiske profilet til +250 mm. I høyde settes den til + 150 mm.

I disse verdiene inngår en minste sikkerhetsavstand gitt i RDI regel 18-4.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 47 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent



**Figur B-2 Dynamisk profil for Bybanen**

Figur B-2 viser dynamisk profil for Bybanen og er illustrert med dagens sporvogn (Variobahn). Profilen gir mulighet for å benytte sporvogner som er høyere enn Variobahn.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 48 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **B.1.3.4 Sikkerhetsavstander og områder**

### **B.1.3.4.1 Sikkerhetsavstand**

Mellom gjenstander / trafikk langs sporet og frittromsprofilen skal det være en sikkerhetsavstand «A» i henhold til tabell B-4.

Sikkerhetsavstanden "A" kan utgjøre hele eller deler av et sikkerhetsområde.

### **B.1.3.4.2 Sikkerhetsområde langs spor**

Det skal langs alle spor være et sikkerhetsområde i henhold til RDI regel 19 og tabell B-4. Sikkerhetsområde er et sikkert område for evakuering av spurvogn og sikkert oppholdssted for driftspersonale ved arbeider på infrastrukturen.

### **B.1.3.4.3 Gangbane/rømningsveg**

Krav til gangbane/rømningsvei i tunnel er definert i kapittel B.2.2 "Gangbane/rømningsvei".

---



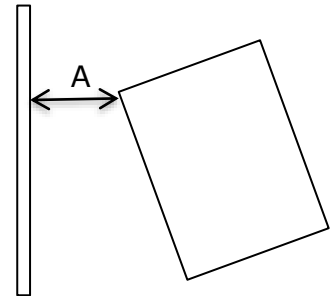
<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 49 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

#### B.1.3.4.4 Overhøydetillegg

I kurver med overhøyde må det ved plassering av gjenstander eller konstruksjoner langs sporet dessuten tas høyde for helningen av sporplanet iht. tabell B-3.

Tillegg for overhøyde kan dessuten beregnes som:

$$\text{Tillegg for overhøyde [mm]} = \frac{\text{Høyde over SOK [mm]} * \text{Overhøyde [mm]}}{1503}$$



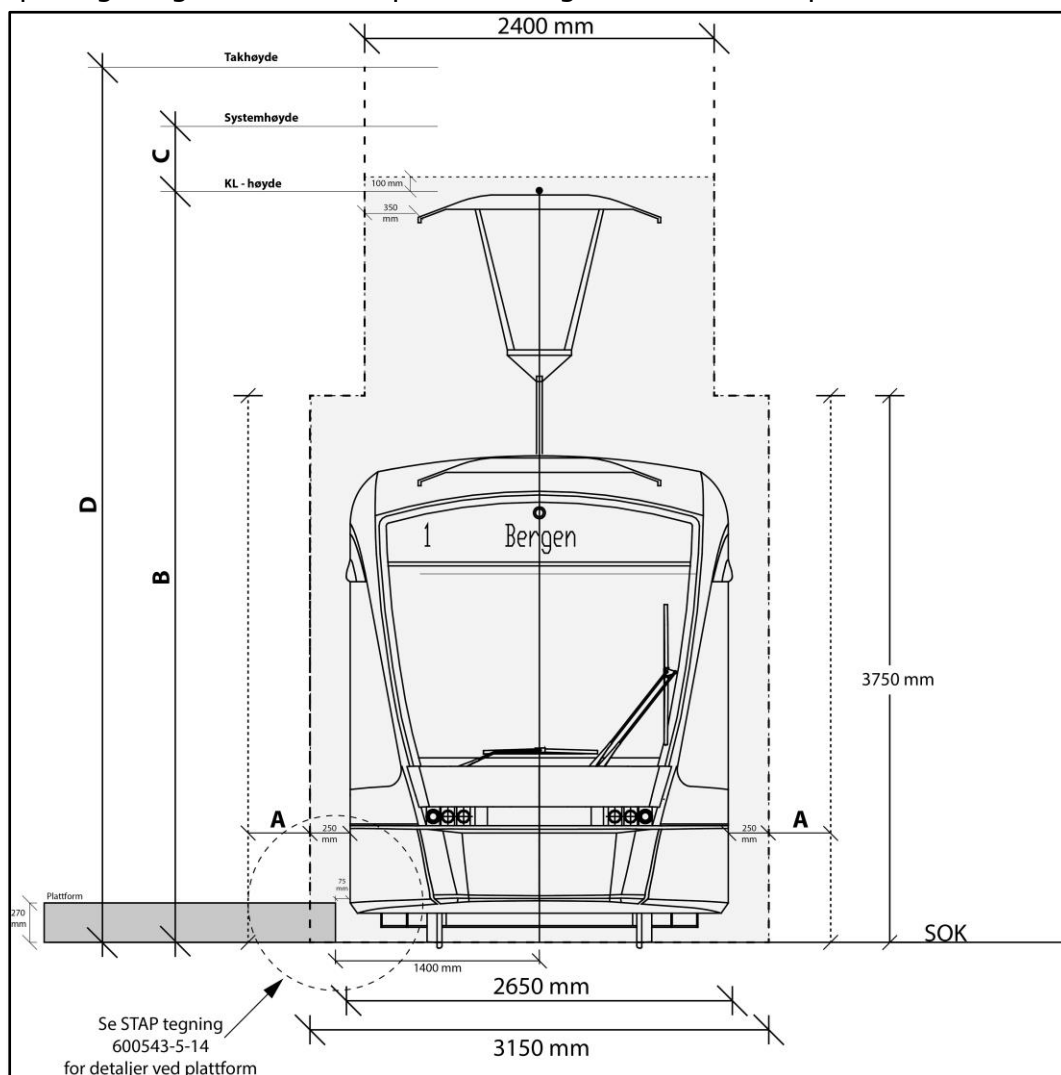
Høyde over SOK [mm]	Overhøyde [mm]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
<b>500</b>	4	7	10	14	17	20	24	27	30	34	37	40	44	47	50
<b>1000</b>	7	14	20	27	34	40	47	54	60	67	74	80	87	94	100
<b>1500</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
<b>2000</b>	14	27	40	54	67	80	94	107	120	134	147	160	173	187	200
<b>2500</b>	17	34	50	67	84	100	117	134	150	167	183	200	217	233	250
<b>3000</b>	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
<b>3400</b>	23	46	68	91	114	136	159	181	204	227	249	272	295	317	340
<b>3500</b>	24	47	70	94	117	140	164	187	210	233	257	280	303	327	350
<b>4000</b>	27	54	80	107	134	160	187	213	240	267	293	320	346	373	400
<b>4200</b>	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392	420
<b>4500</b>	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
<b>5000</b>	34	67	100	134	167	200	233	267	300	333	366	400	433	466	500
<b>5500</b>	37	74	110	147	183	220	257	293	330	366	403	440	476	513	549

Tabell B-3 Overhøydetillegg

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 50 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.3.4.5 Generelt normalprofil

Spor og omgivelser skal tilpasses det generelle normalprofil.



**Figur B-3 Generelt normalprofil**

- A = Horizontal avstand - Sikkerhetsavstand
- B = Høyde for kjøretråd (normal høyde = 5,3 meter)
- C = Systemhøyde KL-anlegg
- D = Total høyde

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 51 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

**HOLD: Sikkerhetsavstanden "A" definert i tabell B-2 er under evaluering/revidering. Eventuell endring i forbindelse med revidering kan få betydning for prosjektering og bygging.**

Omgivelser	G	Y	R
Sporvei og arealer avsperrert for publikum	$A \geq 0$		
Sporvei og vegbanen i samme kjøreretning	$A \geq 400$	$400 > A \geq 0$	$A < 0$
Stolper, søyler, midtmontert i spor på banelegeme i plan med gate / vei	$A \geq 400$	$400 > A \geq 100$	$A \leq 100$
Stolper, søyler, midtmontert i spor på eget eller særskilt banelegeme	$A \geq 100$		$A \leq 100$
Stolper, søyler, sidemontert.	$A \geq 400$	$400 > A \geq 250$	$A \leq 250$
- Ved siden av veg som er uegnet til rømning - Faste konstruksjoner f.eks. gjerder (høyde > 500 mm over omgivelse), rekkverk, vegger med utstrekning > 1,0 meter, tunnelvegger (rømningsvei).	$A \geq 800$	$800 > A \geq 700$	$A < 700$
Gangvei / fortau / sykkelveier langs bane: - banehastighet $\leq 50$ km/t - banehastighet > 50 km/t	$A \geq 400$ $A \geq 900$	$400 > A \geq 250$ $900 > A \geq 700$	$A \leq 250$ $A \leq 700$
Bygater / kryssende veier $V_{dim} \leq 50$ km/t	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C \geq 0$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 5000$	$B \leq 5000$
Byggverk Nytt	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C \geq 280$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 5000$ $280 > C \geq 0$	$B \leq 5000$
Anbefalt takhøyde = 6000 mm	$D \geq 5500$	$5500 > D \geq 5250$	$D < 5250$
Eksisterende	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C \geq 280$ $D \geq 5500$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 4200$ <sup>1</sup> $280 > C \geq 0$ $5500 > D \geq 4450$	$B < 4200$ <sup>1</sup> $D < 4450$
Fri strekning <sup>2</sup> $50 < V_{dim} \leq 80$ km/t	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C = 1000$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 5000$ $1000 > C \geq 0$	$B < 5000$
Tunnel / tunnelportal <sup>3</sup> $V_{dim} \leq 80$ km/t	$5500 < B \geq 4750$ Normal = 5000 $C = 280$ $D \geq 5160$	$4750 > B \geq 4500$ $280 > C \geq 0$ $5160 > D \geq 4630$	$B < 4500$ $D < 4630$
Anbefalt takhøyde = 5500 mm			
Driftsområder	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5500	$6000 < B > 5750$ $5250 > B \geq 4200$	$B < 4200$

**Tabell B-4 Hovedmål for generelt normalprofil i forhold til omgivelser. Alle mål i mm.**

<sup>1</sup> KL-høyde under 5,0 meter over trafikkerte veiområder krever dispensasjon fra DSB. Eventuell dispensasjon må søkes og innvilget i forbindelse med prosjektering.

<sup>2</sup> KL-høyde spesifisert for kryssende veier og rampespesifikasjon (endringsrate i kontaktledningshøyde) i kapittel C må brukes for kryssing (veitrafikk) av fri strekning.

<sup>3</sup> KL-høyde i tunnel og tilhørende tunnelportaler må være lik.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 52 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Ved fastsettelse av KL-høyde er det viktig å ta hensyn til områder hvor veitrafikk kan forekomme, selv om regelverk og skilting forbyr slik kjøring. I disse områdene må KL-høyde være større enn 5,0 meter eller dispensasjon må hentes fra DSB i prosjekteringsfase.

Dynamisk profil gjelder fra skinnetoppen (SOK). Det betyr at det er ikke tillatt å ha installasjoner / faste gjenstander som er over skinnetoppen fra senterlinje ut til dynamisk profil (1575 mm fra senterlinje på rett strekning).

### B.1.3.5 Normalprofiler

Tegninger referert i dette kapitlet er for illustrasjon. Oppgitte mål på tegningene skal ikke danne basis for prosjektering og bygging.

Strekningstype	Tegningsnummer
Gate	00-00-F0001 00-00-F0002 00-00-F0003 00-00-F0004 00-00-F0005 00-00-F0006
Dagstrekning	00-00-F0007 00-00-F0008 00-00-F0009 00-00-F0010 00-00-F0011
Tunnel	00-00-F0012



**Dokumentnavn:  
Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

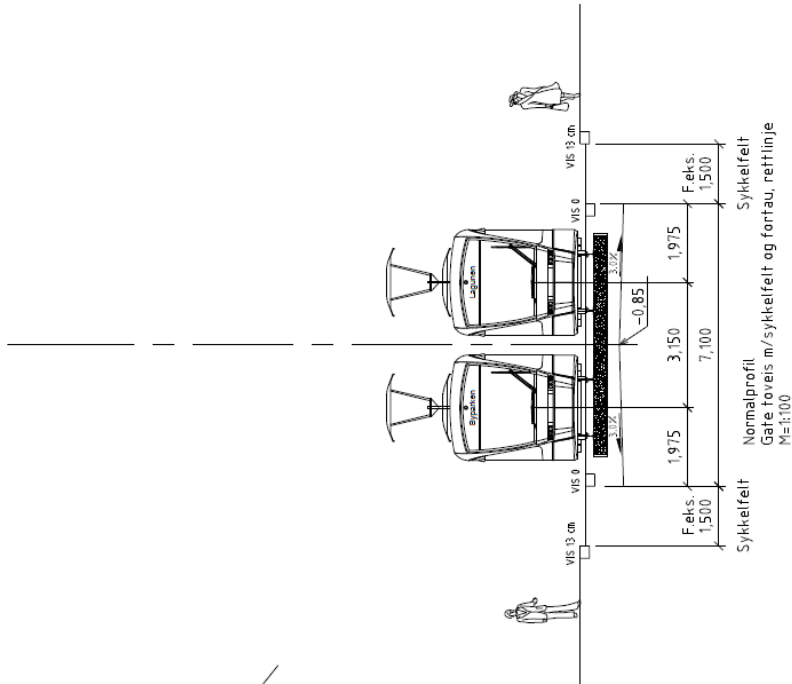
Side: 54 /  
211

Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 08.09.2017  
Sign: Stein Dvergsnes, Bybanen AS  
Presisering:  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Bybanen	Bybanen	Bybanen	Bybanen
Bybanen sentrum - Nestlun	Normalprofiler	Bygare, Blånder Trafikk	med sykkelfelt på begge sider
00-00-F0002 1:50 1:50			

**Dokumentnavn:  
Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

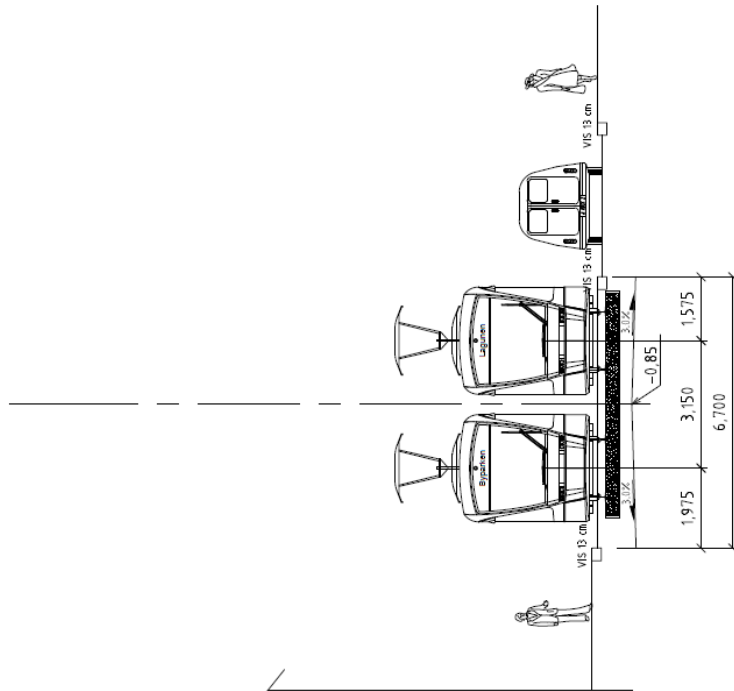
Side: 55 /  
211

Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 08.09.2017  
Sjgn: Stein Dvergsnes, Bybanen AS  
Presisering:  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
Gate treveis m/fortau, rettlinje  
Uten biltrafikk i bauefrase  
M=1:100

Prosjekt	Bybanen	Utsnitt	Prosjekt	Blatt
Prosjekt nr.	Bybanen	Utsnitt	Prosjekt	Blatt
Bybanen sentrum - Nesttun				
Normalprofil				
Bygate blandet trafikk				
med biltrafikk på den ene siden				
Prosjekt nr. 00-00-F0003				
Blatt nr. 55				
Skala				





**Dokumentnavn:  
Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

Side: 57 /  
211

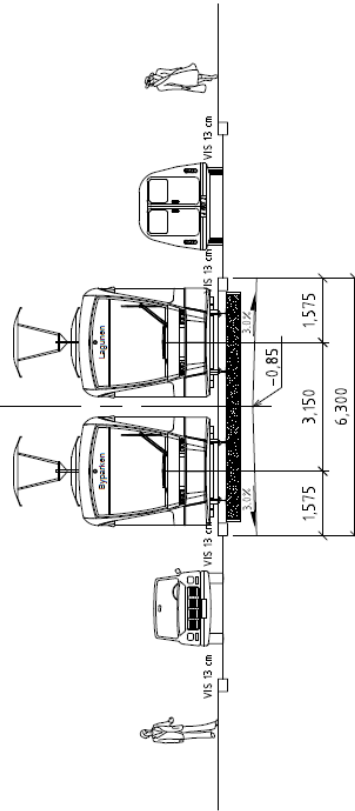
Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 08.09.2017  
Sign: Stein Dvergsnes, Bybanen AS

Presisering:  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
Gare med spor i midten  
m/kjørevei og fortau  
uten biltrafikk i sporfrase  
M=1:100

Utvalgt	Rev	Revisjon	Utskrift	Utskrift	Utskrift
<p>Bybanen</p> <p>Bybanen sentrum - Nesttun</p> <p>Normalprofil</p> <p>Bygare, blanded trafikk med biltrafikk på begge sider</p> <p>00-00-F005</p>					

**Dokumentnavn:**  
**Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

Side: 58 /  
211

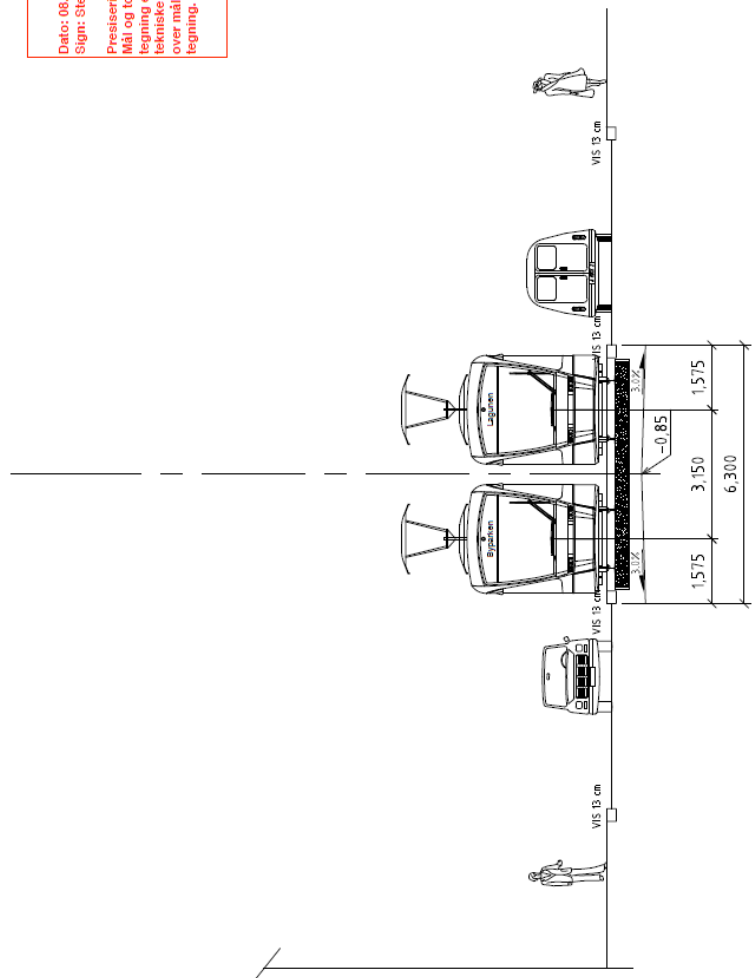
Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 06.09.2017  
Sign: Stein Dvergsnes, Bybanen AS

**Presisering:**  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
Gate fireveis med spor i midten  
m/kjørevei, sykkelfelt og fortau  
M=1:100

Prosjekt	Bybanen	Rev.	1.0	Utskrift	1/1
Prosjekt	Bybanen	Rev.	1.0	Utskrift	1/1
Bybanen sentrum - Nesttun Normalprofil Bygate, blandet trafikk med biltrafikk og sykkelfelt på begge sider					
Prosjekt nr. 152 Tegning nr. 00-00-F0006					

**Dokumentnavn:  
Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

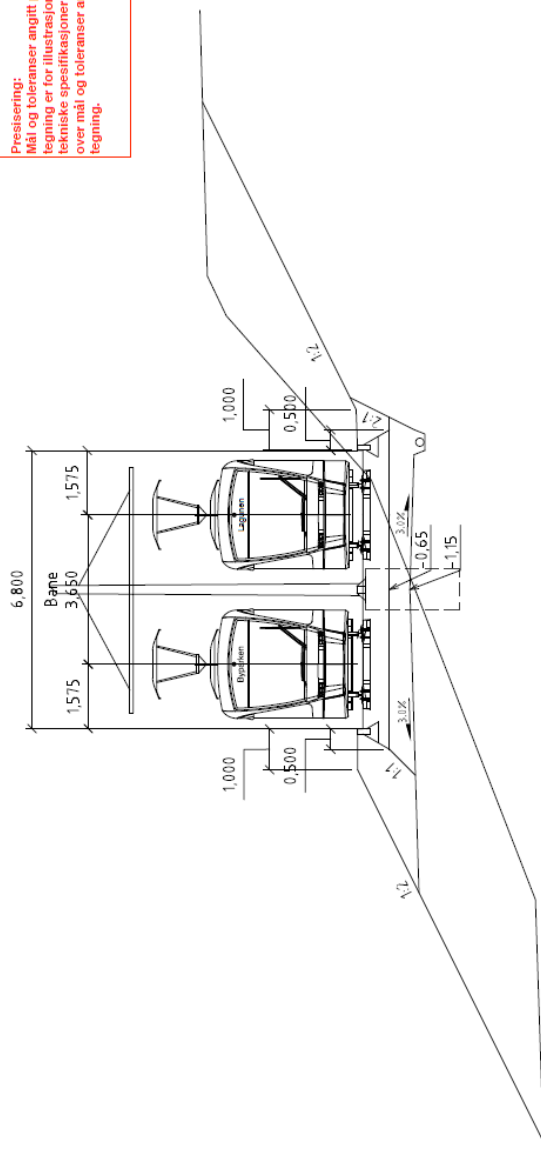
Side: 59 /  
211

Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 08.09.2017  
Sign: Stein Dvergsnes, Bybanen AS  
**Presisering:**  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
M=1:100

Bybanen	Bybanen	Bybanen	Bybanen
Bybanen sentrum - Nesttun	Bybanen sentrum - Nesttun	Bybanen sentrum - Nesttun	Bybanen sentrum - Nesttun
Normalprofil	Normalprofil	Normalprofil	Normalprofil
Spør i dægen	Spør i dægen	Spør i dægen	Spør i dægen
Egen trase, avgrenset med kantstein	Egen trase, avgrenset med kantstein	Egen trase, avgrenset med kantstein	Egen trase, avgrenset med kantstein
Midsfritt KL-mast	Midsfritt KL-mast	Midsfritt KL-mast	Midsfritt KL-mast
00-00-F007	00-00-F007	00-00-F007	00-00-F007



**Dokumentnavn:  
Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

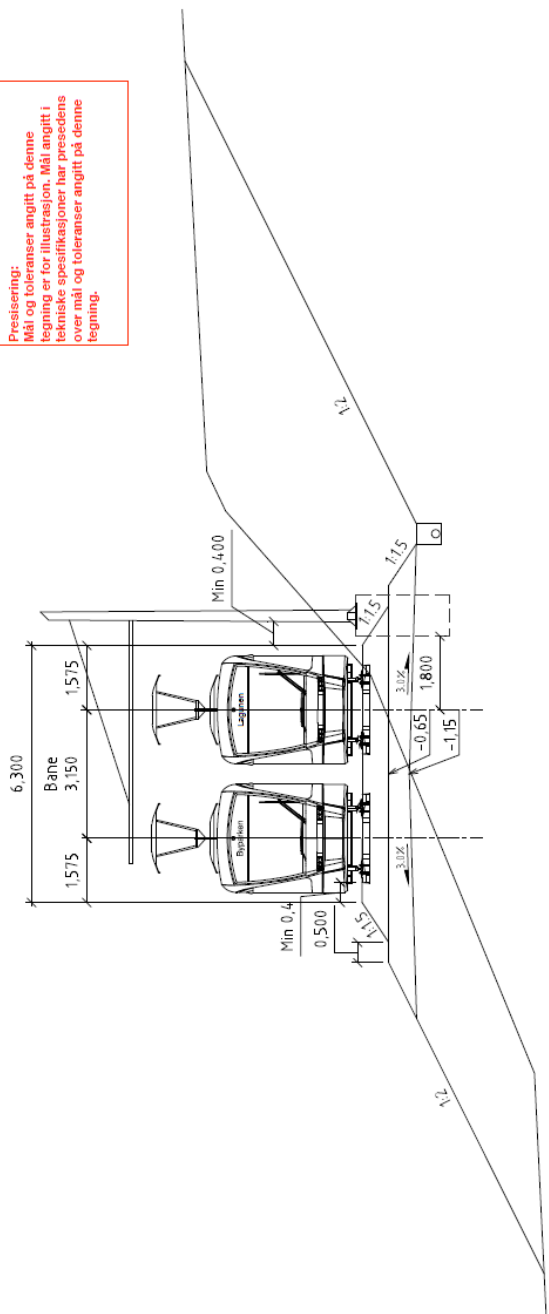
Side: 61 /  
211

Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 08.09.2017  
Sign: Stein Dvergsnes, Bybanen AS  
  
Presisering:  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
Egen trase, rettlinje  
Spor i dagen  
M=1:100

Logo	Bybanen	Prosjekt	Bybanen
Bybanen sentrum - Nesttun			
Normalprofil			
Spor i dagen			
Egen trase			
Sideslitt KL-mast			
Prosjekt nr. 1520			
Tegning nr. 00-00-F0009			



**Dokumentnavn:**  
**Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

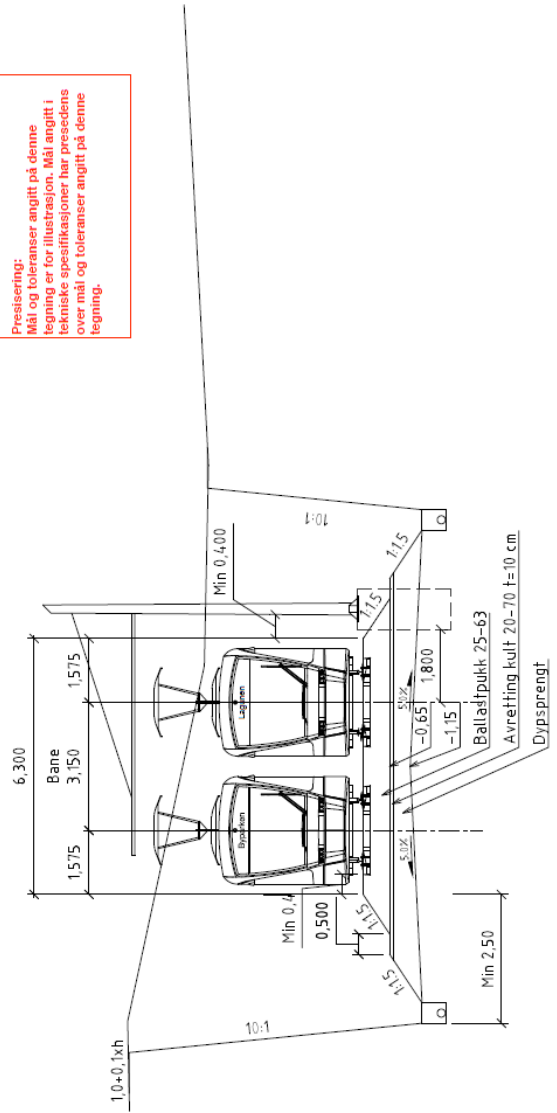
Side: 63 /  
211

Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 06.09.2017  
Sign: Stein Dvergenes, Bybanen AS  
Presisering:  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
Egen frase, rettlinje  
Spor i dagen i fjeliskjæring  
M=1:100

Arbeid	Rev.	Endring	Navn	Stilling	Dato
			Bybanen		
Bybanen sentrum - Nesttun Normalprofil Spor i dagen Egen frase, rettlinje Sideslitte KL-mast 1:50 00-00-F0011					

**Dokumentnavn:  
Teknisk regelverk for prosjektering og bygging**

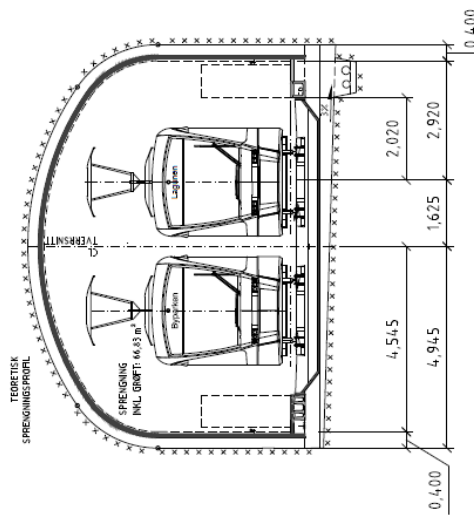
Side: 64 /  
211

Dato: 05.02.2019

Godkjennes av: Teknisk sjef

Status: Godkjent

Dato: 08.09.2017  
Sign: Stein Dvergsnes, Bybanen AS  
Presisering:  
Mål og toleranser angitt på denne tegning er for illustrasjon. Mål angitt i tekniske spesifikasjoner har presedens over mål og toleranser angitt på denne tegning.



Normalprofil  
Egen frase, rettlinje  
Spor i tunnel  
M=1:100

Bybanen	Bybanen	Bybanen	Bybanen
Bybanen sentrum - Nestun	Bybanen sentrum - Nestun	Bybanen sentrum - Nestun	Bybanen sentrum - Nestun
Normalprofil	Normalprofil	Normalprofil	Normalprofil
Spor i tunnel	Spor i tunnel	Spor i tunnel	Spor i tunnel
Egen frase, rettlinje	Egen frase, rettlinje	Egen frase, rettlinje	Egen frase, rettlinje
00-00-F0012	00-00-F0012	00-00-F0012	00-00-F0012



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 65 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **1. Overbygning**

#### **4. Sportekniske anlegg**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 66 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.1.4 Sportekniske anlegg

#### B.1.4.1 Aktuelle lover og regler

Overordnet grunnlag skal være norske lover og forskrifter (obligatorisk) samt EN 50126 for prosess, BOStrab for teknisk utførelse m.v..

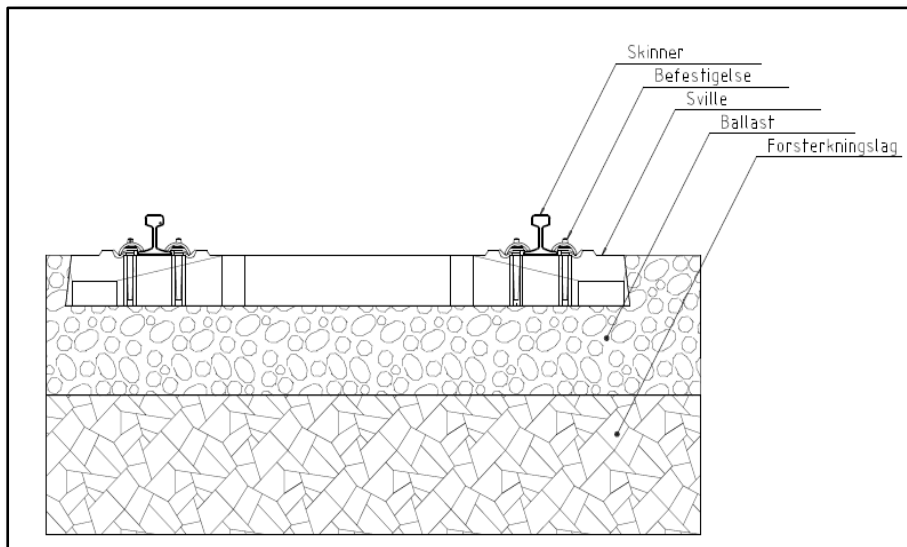
I tillegg gjelder følgende lover, forskrifter, normer, standarder og retningslinjer:

Emne/element	Grunnlag
Sportekniske anlegg	BOStrab (Verordnung über den Bau und Betrieb der Strassenbahnen)  VDV-Schrift 600 (Oberbau-Richtlinien und Oberbau-Zusatzrichtlinien) – VDV OR  BOStrab-Spurführungsrichtlinien - Spr  EN 13674 1-3 Jernbane – Spor - Skinner  EN 14811 Jernbane - Spor - Jernbaneskinner for spesielle formål  EN 13230 1-5 Jernbane - Spor - Sviller og underliggere av betong  EN 50122-2 Lekkstrøm  Statens vegvesen håndbok N200 Vegbygging  Bane NOR (Jernbaneverkets) tekniske regelverk JD 530 kapittel 10 (Ballast)  Bane NOR (Jernbaneverkets) tekniske regelverk JD 531 kapittel 6 (Helsveist spor)

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 67 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.4.2 Ballastspor

Figuren under viser hvorledes et ballastspor er bygget opp.



**Figur B-1 Konstruksjonsprinsippet for fastspor.**

Sporene skal dimensjoneres for en aksellast lik 120 kN og dimensjoneringsystem B iht. sporføringsretningslinjene gjeldende Spr.

Sporene skal være elektrisk ledende i henhold til kravene i gjeldende VDV OR 8.1.3.

#### B.1.4.2.1 Skinner

Det skal benyttes vignoleskinner type 49E1 i henhold til kravene i EN 13674-1.

Rilleskinne type 60R2 (Ri60N) kan også brukes, men riktig svilletype må brukes i slike tilfeller.

Benyttelsen av EN-standarden er i overensstemmelse med OR 13.1.  
Stålkvalitet på 49E1 skinner skal være R260 i henhold til kravene i EN 13674-1. (fasthet 880 Mpa).

Ved nyanlegg/sporombygginger legges skinner med minimumslengde 18 meter. Minste avstand mellom to sveiste skjøter skal være 3 meter i overensstemmelse med OR 8.1.4.

Overgang mellom ulike skinneprofiler skal være prefabrikkert og bør være i rettlinje.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 68 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.4.2.2 Sviller

Svillene skal tilfredsstille de tekniske kravene i henhold til EN 13230-1 til 13230-5.

Sviller dimensjoneres for en aksellast lik 120kN.

Sporvidden skal være 1435 +2/-1 mm. Målt 14 mm under skinneoverkant

Skinnehelning skal være 1:40. Ved bruk av rilleskinne, må riktig svilletype benyttes.

Svillene skal være maksimum 2,20 meter lange.

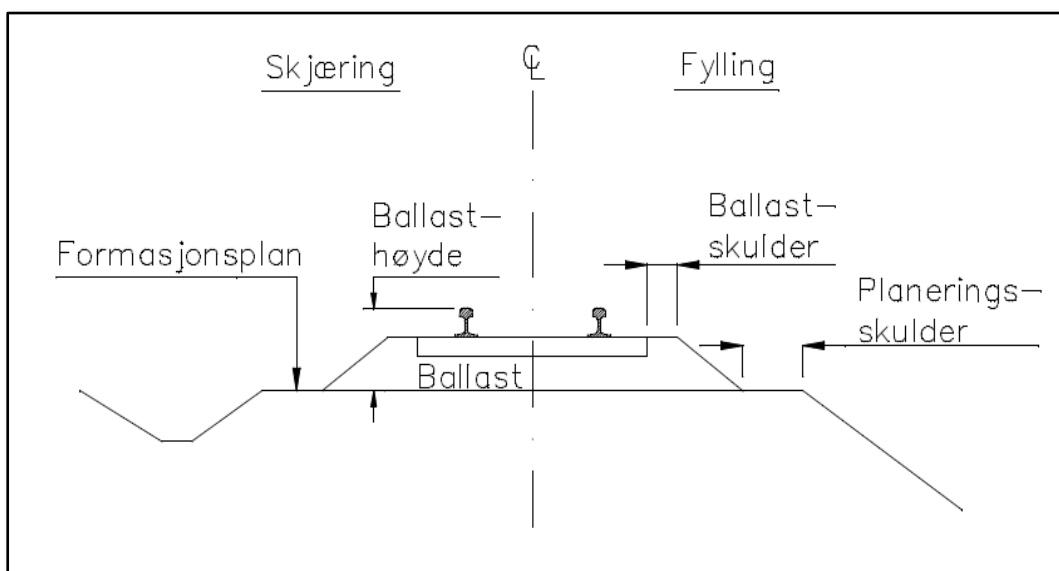
### B.1.4.2.3 Befestigelse

Skinnebefestigelsen skal forbinde skinnen med svillen og overføre kreftene fra skinne til sville. Befestigelsen skal tilfredsstille kravene i EN 13481 1 - 7.

Det skal benyttes fjærende befestigelse.

### B.1.4.2.4 Ballast

Figuren nedenfor viser konstruksjonsprinsippet for et ballastspor ved fylling og skjæring.



**Figur B-2 Konstruksjonsprinsippet for ballastspor**

Ballastskulder skal være minimum 400 mm på rettlinje. I kurver med radier mindre enn 300 meter skal den være 400 mm på kurvens innerside og 500 mm på kurvens ytterside for et spor som er helsveist og lagt på betongsviller. Planeringskulder skal

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 69 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

minimum være 400 mm. Helsveist spor med kurveradie mindre enn 200 meter se pkt.B.1.4.2.6.

Tykkelsen på ballasten skal være minimum 300 mm under svillene.

Som tekniske krav til pukken benyttes kravene i Bane NOR tekniske regelverk JD530 kapittel 10.

#### **B.1.4.2.5 Forsterkningslag**

Som forsterkningslag benyttes et 0,5 meter tykt lag med kult 20-120 med samme krav til gradering som for sprengstein. Alternativt kan sprengstein benyttes. Største steinstørrelse maks halvparten av lagtykkelsen på 250 mm.

#### **B.1.4.2.6 Helsveist spor**

Ballastspor som skal helsveises må tilfredsstillende kravene til utformingen av ballastprofilen og til selve ballasten. I tillegg må sluttsveisingen av sporet foregå i rett skinnetemperatur.

Dersom sporene ligger i kurver under 200 meter må det gjøres en egen vurdering av tiltak for å sikre sporets plassering sidesveis og i lengderetning.

Minste kurveradius for helsveist spor er 100 meter. Kurveradier mindre enn 100 m skal sikres i henhold til OR 8.9 - Z1. Behov for glideskjøter må vurderes i slike kurver.

Tiltak for sikring av spor med kurveradier under 200 meter gjelder ikke i tunnel. Dette i henhold til OR. 8.1.7 avsnitt 1.1.5.

#### **B.1.4.2.7 Nøytralitetstemperatur**

Som nøytraltemperatur benyttes samme nøytraltemperaturområde som Bane NOR benytter over hele landet; 21 °C +/- 3 °C (Ref JD531, kap 6).

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 70 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### **B.1.4.3 Ballastfritt spor / Fastspor**

I de underliggende kapitler opplistes de krav som gjelder til en ballastfri overbygning og de komponenter som inngår i denne.

#### **B.1.4.3.1 Skinner**

Det skal benyttes rilleskinner type 60R2 (Ri60N) i henhold til EN 14811.  
I kurver mindre enn 35 m skal rilleskinner type Ri59N benyttes i gatespor.

Vignolskinner kan benyttes i områder hvor skinner er lagt over plannivå (frittstående spor).

Stålkvalitet på 60R2 skinner skal være R200 i henhold til kravene i EN 14811.  
Fasthet 680 MPa.

#### **B.1.4.3.2 Befestigelse**

Skinneinnfestningen skal være fleksibelt og tilpasset til kravene til skinnedbøying. Ved skinneinnfesting skal det ikke oppstå brudd i strømisolering. Ved eventuell bruk av sporstang skal denne også kunne følge nedbøyningen av skinnen i forhold til fundament og dekke.

Befestigelser for fastspor skal oppfylle kravene i henhold til EN13481 – 5.

#### **B.1.4.3.3 Skinnedbøying**

Overbygningssystemet skal dimensjoneres for en dynamisk skinnedbøying på maks 1,2 mm. Skinnedbøyingen dimensjoneres for en aksellast på 8,5 tonn og en hastighet på 30 km/h. Det skal oppgis dynamisk stivhet for skinneresystem ved 3 Hz regnet for en lengde av 1 meter av skinnen.

Stivheten og egenskapene til den elastiske matten under skinnen skal i tillegg tilfredstille kravene i tabellen nedenfor:

Målestandard	Målebetingelser	Krav til målt verdi
ISO 10846-2	Akustisk stivhet Oktavbånd: 31,5, 63, 125 Hz Måles med statisk last 0.1 N/mm <sup>2</sup>	Middelverdi 31.5 - 125 Hz 0.12 N/mm <sup>3</sup> Toleranse: +/- 30 %

#### **B.1.4.3.4 Drenering**

Overbygningen skal bygges slik at overflatevann i hovedsak dreneres vekk fra skinnegangen.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 71 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

Overflatevann skal ikke ledes fra områder med fastspor til områder med ballastspor. Se dessuten avsnitt B.2.1.7.

#### **B.1.4.3.5 Fuger**

Fugen langs skinnens ytterside skal være min. 50 mm bred.

Fugemassen må kunne ta opp skinnedbøying som beskrevet i punkt B.1.4.3.3. I tillegg skal fugemassen gi en tett forbindelse med skinnen og gateoverbygningen.

Det er ikke krav til fuging i depotområder.

#### **B.1.4.3.6 Strømisolasjon**

Skinner, eventuell sporstang og skinneinnfesting skal være strømisolert etter EN 50122-2 Lekkstrøm.

Andre krav til strømisolasjon gjelder i verkstedsområder.

#### **B.1.4.3.7 Dekker**

Overbygningen og eventuell dekkmetode / -materiell skal ta hensyn til forventete trafikkaktiviteter langs og på tvers av skinnegangen.

Valg av dekkmetode / -materiell skal dokumenteres med egen RAMS-analyse.

Det bør være spesiell fokus på grensesnitt i områder mot skinner (fuger).

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 72 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

#### **B.1.4.4 Målinger av sporets geometri og kvalitet**

Grunnlag for vurdering om sporjustering er påkrevd er data fra målevogn / måletralle. Sporgeometrien skal måles med intervall som sikrer sporets beliggenhet.

Det tillates ikke bruk av filtrering eller bruk av middelerverdier i målerapporten. Er det peak-verdier som er utenfor toleranser skal dette inngå i rapporten, samt at det skal etableres en detaljert målerapport.

Det skal utføres målinger for hver 100mm. Selve målerapporten kan vise målinger for hver 2,5 m. Det trenger ikke vise målinger for hver 100 mm, men ved avvik utover toleranser skal det foreligge en mer detaljert målerapport med målinger for hver 100 mm.

##### **B.1.4.4.1 Utstyrets nøyaktighet**

Det må under målinger tas høyde for utstyrets unøyaktigheter.

For eksempel:

- Unøyaktigheten på målevogn for måling av sporvidde er  $\pm 1$  mm.
- Toleransekrav for sporvidde ved bygging av spor er  $+2/-1$  mm.

Dette medfører da at toleransekravet kompensert for unøyaktigheten til målevognen blir  $+1/0$  mm.

---

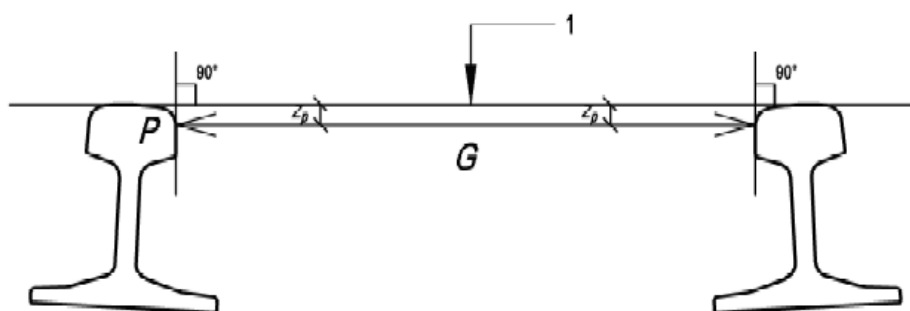


<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 73 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B.1.4.5 Sporets geometri

### B.1.4.5.1 Sporvidde

Definisjonen på sporvidde er det vinkelrette mål mellom kjørekantene målt 14mm under sporplan. Sporviddens grunnverdi er 1435mm.



Figur B-3 Sporvidde

#### B.1.4.5.1.1 Toleranser

Tillat avvik i sporvidden fra grunnverdi, 1435mm er angitt i tabell under.

Sporvidde	Tillatt avvik i sporvidde [mm]
1435 mm	+2 / -1

Tabell 1 Toleranser sporvidde

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 74 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.4.5.2 Vertikalgeometri

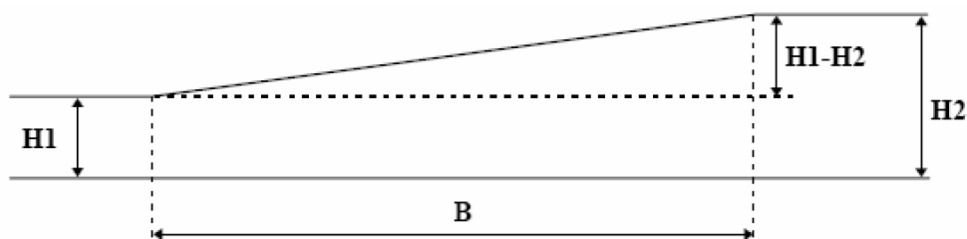
Høydejusteringen skal utjevne sporets variasjoner i høyde med hensyn til den enkelte skinnens variasjoner i høyderetningen og skinnenes innbyrdes høydenivå. Det skal alltid foretas sidejustering samtidig med høydejustering.

Overhøyde er høydeforskjellen mellom de to skinnestrenger målt vinkelrett på sporaksen.

Ujevnheter i overhøyden er avvik mellom midlere og målt overhøyde.

Ujevnheter i høyden er utslagene fra middellinjen gjennom vertikalmålte pilhøyder.

Et spor er vindskjevt når overhøyden varierer fra punkt til punkt i sporet som vist på figuren under. Vindskjevhet kan skyldes feil i skinnens vertikale beliggenhet eller være tilsiktet i forbindelse med overhøyderamper.



**Figur B-4 Definisjon av vindskjevhet**

Vindskjevhet =  $\frac{H2-H1 \text{ [mm]}}{B \text{ [m]}}$ , der H1 og H2 er overhøyder, B er målebasis.

- I overhøyderampe gjelder tiltaksgrensen tilsiktet vindskjevhet (den rampestigningen som skal finnes i overhøyderampa) i tillegg til avvik fra grunnlinjen (utilsiktet vindskjevhet). Det er altså den totale vindskjevheten som betraktes.
- For nyjustert spor gjelder verdien kun avvik fra grunnlinjen. Det er derfor utilsiktet overhøyde som betraktes.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 75 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.4.5.2.1 Toleranser

Målebase	Tillatt ujevnheter i høyde [mm]
5m	±2

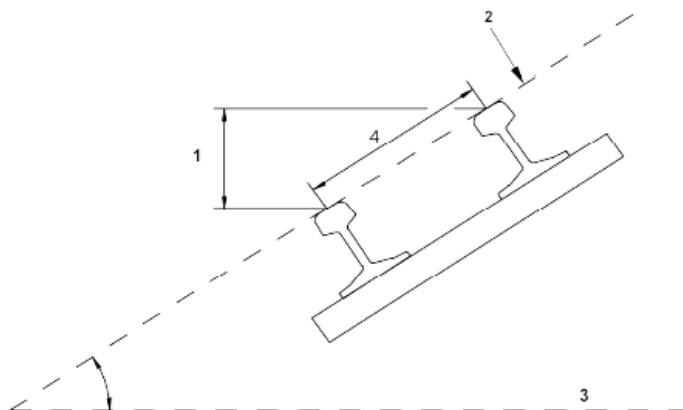
Tabell 2 Tillatte ujevnheter i høyde



Figur B-5 ujevnheter i høyde

Målebase	Tillatt ujevnheter i overhøyde [mm]
5m	±2

Tabell 3 Tillatte ujevnheter i overhøyde



Figur B-6 overhøyde

Målebase	Tillatt vindskjevhet [mm]
5m	±2

Tabell 4 Tillatte vindskjevheter

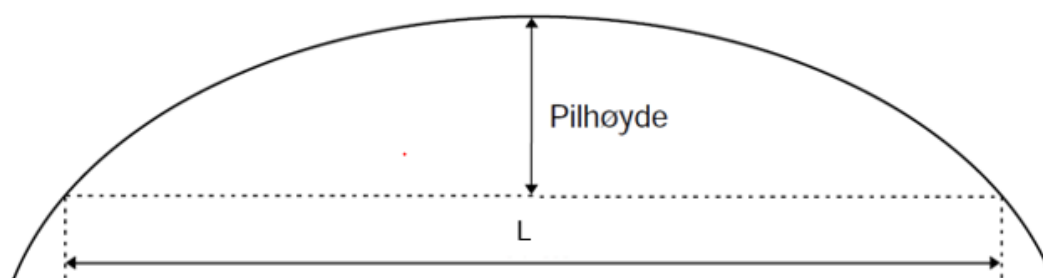
<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 76 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.4.5.3 Horisontalgeometri

Sidejusteringen skal sikre sporets nødvendige stabilitet og hovedform. Høydejustering skal alltid utføres samtidig med sidejustering. Dersom det er fare for konflikt, vil minste tverrsnitt være bestemmende for sporets beliggenhet.

#### B.1.4.5.3.1 Definisjoner

Pilhøyde måles som den horisontale avstanden mellom skinnens kjørekant og midtpunktet til korden, hvis ender følger skinnens kjørekant.



Figur B-7 Definisjon pilhøydefeil

**Kortbølgede feil** (pilhøydefeil) bestemmes som utslagene fra middellinjen gjennom pilhøydene.

**Langbølgede feil** er periodiske sidefeil med bølgelengder på over 25m. Lange sidefeil gir små utslag i pilhøydemaling pga. den korte målebasisen. Langbølgede feil filtreres ut ved målevognskjøring.

**Solslyng** er sidefeil med pilhøyde større enn 25mm, målt over 16m basis.

#### B.1.4.5.3.2 Toleranser

Tillatt pilhøydefeil [mm]
±2

Tabell 5 Tillatt pilhøydefeil

- Tabell 5 **Feil! Fant ikke referanseilden.** angir maks tillatt avvik i forhold til pilhøydens middellinje.
- Tillatte pilhøydefeil er angitt for det kortbølgede bølgeområdet fra målevognsresultater (bølgespekter 3 - 25m) men er samtidig relatert til korden på 16m. Toleransen er derfor også gyldig for snormåling.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 77 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

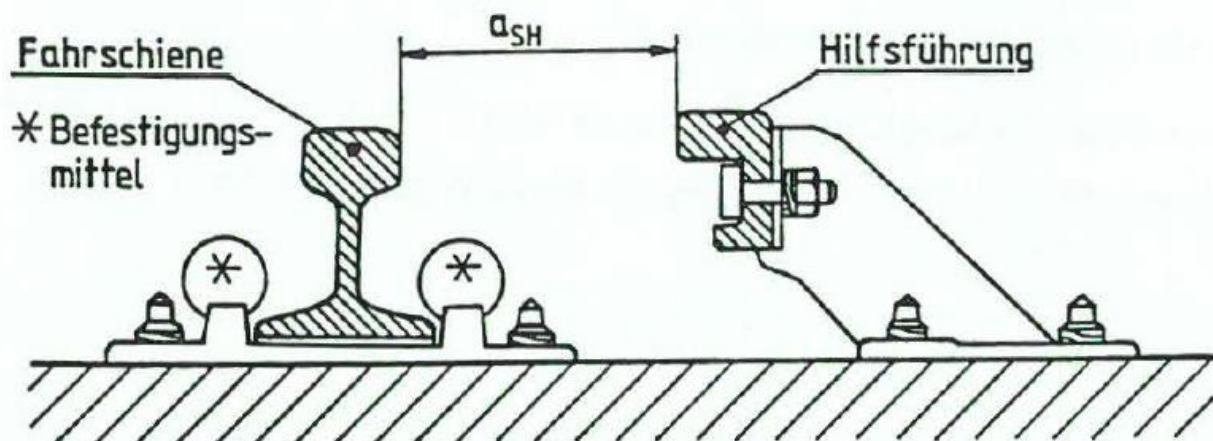
## B.1.4.6 LEDESKINNE

### B.1.4.6.1 Ledeskinne i spor, $R > 35\text{m}$

Ved bruk av ledeskinne i spor med radius større enn 35m skal ledeskinnen replikere grooven til en 60Ri2 skinneprofil, dvs. 36,5mm.

### B.1.4.6.2 Ledeskinne i spor, $R < 35\text{m}$

Ved bruk av ledeskinne i spor med radius mindre enn 35m skal ledeskinnen replikere grooven til en 59Ri2 skinneprofil, dvs. 42,5mm.



Figur B-8 Ledeskinne

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 78 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B.1.4.7 SPORETS BELIGGENHET

### B.1.4.7.1 Vertikal beliggenhet

Ved utfesting med GVUL gjelder grenseverdiene i Tabell 6. Tabellen angir maks. tillatt avvik i forhold til sporets teoretiske beliggenhet.

<b>Avvik i vertikal beliggenhet [mm]</b>	
<b>Nytt spor</b>	<b>Vedlikeholdsgrense</b>
+30 / -40	+50 / -75

**Tabell 6 Tillatt avvik i vertikal beliggenhet ved utfesting med GVUL**

- For nye baner/større linjeomlegginger og ved ballastfornyelse skal det tas hensyn til de lokale forhold slik at sluttjustert spor får en gunstig vertikal beliggenhet i forhold til den tekniske linjeberegning (teoretisk beliggenhet).
- 

### B.1.4.7.2 Horisontal beliggenhet

Ved utfesting med GVUL gjelder grenseverdi i Tabell 7. Tabellen angir maks tillatt avvik i forhold til sporets teoretiske beliggenhet.

<b>Avvik i horisontal beliggenhet [mm]</b>	
<b>Nytt spor</b>	<b>Vedlikeholdsgrense</b>
+15 / -15	+15 / -15

**Tabell 7 Tillatt avvik i horisontal beliggenhet**

Vedlikeholdsgrensen ved mindre kurveradier gjenspeiler kravet til nøytraltemperatur (+/- 3 °C). ifm. de aksialkrefter som oppstår i skinnene ved flytting av sporet. Krav til nyanlagt spor er fastsatt ut fra samme prinsipp og gjenspeiler relevant behov for toleranser for horisontal beliggenhet.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 79 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **1. Overbygning**

#### **5. Sporveksler**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 80 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.1 Overbygning

#### B.1.5 Sporveksler

Det bør benyttes standard sporveksler i henhold til VDV OR14 eller "best praksis BoStrab". Dersom ikke standard sporveksler i henhold til VDV OR14 benyttes skal egen RAMS analyse av løsning gjennomføres (ref A.3).

For alle typer sporveksler som benyttes skal det gjennomføres en sporføringsundersøkelse i henhold til retningslinjene i BOStrab-Spurführungsrichtlinien – Spr.

Som standard benyttes sporveksler med dyp rille men flangebærende kryss kan benyttes i spesielle tilfelle.

Overkjøringsspor konstrueres med enkle sporsløyfer. Etter spesiell vurdering kan sporkryss aksepteres.

Tabellen nedenfor viser minste radius i avviksporet for sporveksler.

Omgivelser	G	Y	R
Generelt i gatespor	Ri60-50	Ri60-25	-
Generelt i ballastert spor	Ri60-50 49E1-100	Ri60-25 49E1-50	
På verkstedsområder	Ri60-25 49E1-50	-	-

Sporveksler bør legges på rettstrekning.

Sporveksler bør ikke plasseres i veikryss eller gater med tung trafikk.

Nylagte sporveksler bør ikke profilslipes.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 81 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.5.1 Aktuelle lover, regler og standarder

Generelt henvises til BOStrab med tilhørende retningslinjer, opplistet som vist nedenfor. I tillegg er det tatt med nasjonale normer fra Sporveien AS i Oslo.

<b>Emne/element</b>	<b>Grunnlag</b>
Sporveksler	<p>BOStrab (Verordnung über den Bau und Betrieb der Strassenbahnen)</p> <p>VDV-Schrift 600 (Oberbau-Richtlinien und Oberbau-Zusatzrichtlinien)</p> <p>BOStrab-Spurführungsrichtlinien - Spr</p> <p>EN 13674 1-3 Jernbane - Spor - Skinner</p> <p>EN 14811 Jernbane - Spor - Jernbaneskiner for spesielle formål</p> <p>EN 13230 1-5 Jernbane - Spor - Sviller og underliggere av betong</p> <p>VDV Schriften 609 Oberbau-Schweissen bei Nahverkehrsunternehmen</p> <p>UIC 860 Technical specification for the supply of rails</p> <p>UIC 863 Technical specification for the supply of non-treated track support (wooden sleepers for standard and broad-gauge track and crossing timbers)</p> <p>UIC 864-1 Technical specification – sleepers screws</p> <p>UIC 866 Technical specification – cast manganese switch components</p> <p>EN 287-1 Approval testing of welders for fusion welding</p> <p>EN 288-2 Specification and approvals of welding procedures for metallic materials – Part 2. welding procedure specification for arv welding</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 82 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	EN 1562 Founding – Malleable cast irons  ISO 2768 General tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications  CEN normer  Sporveien AS Oslo, Teknisk regelverk, Prosjektering Overbygning, IE-600-OT0000-AC-0001  Sporveien AS Oslo, Teknisk regelverk, Bygging Overbygning, IE-600-OT0000-AC-0002
--	---

### **B.1.5.2 Dimensjonerende laster**

Sporvekslene skal dimensjoneres for aksialkrefter forårsaket av temperatursvingninger på  $\pm 50$  °C og oppbremsing av tog med totalvekt opp til 100 tonn basert på maks strekningshastighet og bremsing i henhold til RDI (BOStrab) bremsetabell 2.

### **B.1.5.3 Dokumentasjon av sporvekselgeometri**

Det skal utarbeides tegninger som viser komplett geometri for bestilte sporveksler for tungeområde, mellomskinner og kryss før fabrikasjon.

### **B.1.5.4 Montering**

Nye sporkonstruksjoner skal prøvemonteres før leveranse fra fabrikk og skal kunne inspiseres.

Alle valsemerker skal slipes vekk på steder hvor avstandsklosser, tungestøtter og lignende ligger an mot skinnesteget

Bolteforbindelser med doble fjæringer skal tiltrekkes slik at det gjenstår en spalteåpning på ca. 1 mm.

I forspente forbindelser skal mutterne tiltrekkes med momentnøkkel til det moment som er angitt på tegning eller spesifikasjon.

Skjøtesveising: Skjøtesveising av skinner skal utføres i henhold til VDV Schriften 609 Oberbau-Schweissen bei Nahverkehrsunternehmen. Merking. Pinnesveising er ikke tillat mellom skinner.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 83 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **B.1.5.5    Krav til sporveksler**

Sporvekslene skal konstrueres for følgende sporkonstruksjon

Nominell sporvidde:            1435 mm

Hjulprofil:                        Stadler tegning (PE-1200123-EC-4006-4)

Skinnehelling:                  Horisontal

Svilletype:                        Tresviller for mindre enn  $R = 190$ ,  
Betong- eller tresviller for  $R = 190$  og større

Leverandøren skal anbefale og levere tilpasninger mellom sporvekselens horisontale helning til skinnenenes normalhelning lik 1:40.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 84 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.5.6 Merking

#### Hovedmerke

Alle sporveksler skal merkes med merkeplate hvor følgende informasjon skal inngå:

- ID-merking unikt for hver sporveksel
- Sporvekseltype
- Skinneprofil
- Stigning
- Radius i avvik (ved kurveveksler merkes også radius i hovedspor)
- Leverandør
- Dato for ferdigstilling

Merkeplaten skal festes på utsiden av venstre stokkskinne ved stokkskinneskjøt. Merking skal utføres på en slik måte at informasjonen kan leses i min. 10 år etter montering i spor.

For sporvekseltype skal det benyttes følgende forkortelser:

EV: Enkel sporveksel

EKV: Enkel kryssveksel

DKV: Dobbelt kryssveksel

SPK: Sporkryss

SPF: Sporforbindelser

For kryssveksler skal de enkelte komponenter og skjøter merkes med henblikk på montering.

Merking av tungenes nøytralstilling: Tungespissens posisjon ved anlegg mot stokkskinne når tungene er i nøytralstilling skal avmerkes på stokkskinnene. Merking skal bestå av hvit malingsstrek på kjøreflaten og 3 kjørnemerker på sidekanten hvor tungespiss har anlegg.

Montasjemerking: Sporkonstruksjonene skal ved montasje på verk merkes slik at disse kan rekonstrueres ved montering ute i anleggene.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 85 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **1. Overbygning**

#### **6. Plattformen ved holdeplass**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 86 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.1 Overbygning

#### B.1.6 Plattformer ved holdeplass

##### B.1.6.1 Generelle krav

Det bør tilstrebnes at spor ligger på rettlinje gjennom holdeplasser (plattform + 5 meter på hver ende). Se krav til horisontalgeometri.

##### B.1.6.2 Plattformlengde

Plattformer skal dimensjoneres med minimumslengde på 42,0 meter.

Lengere plattform bør vurderes hvis holdeplass er knyttet til strekning med høyere hastighet (>50 km/t) sammen med krevende vertikal geometri som gjør det vanskelig å stanse vogn presis.

Hvis gul verdi på vertikalkurvatur må plattformlengde vurderes spesielt.

##### B.1.6.3 Plattformbredde

Plattformbredde skal være i hht. kravene i følgende tabell:

Plattformtype	G	Y	R
Sideplattform	Bredde $\geq$ 3,0 m	3,0 > Bredde $\geq$ 2,0	Bredde < 2,0 m
Midtplattform	Bredde $\geq$ 4,0 m	4,0 > Bredde $\geq$ 3,0	Bredde < 3,0 m

**Tabell B-5 Plattformbredder**

For typiske holdeplasser skal sideplattform og plattformbredde 3,0 meter benyttes. Men bredde på plattform må vurderes ut fra forventet normal passasjermengde i rushtiden ved normal drift på holdeplass basert på anbefaling av 1 m<sup>2</sup> pr. 1 påstigende passasjerer.

Fri bredde mellom plattformfront og installasjoner på plattform skal være minimum 1,5 m. (Gjelder ikke tak.)

##### B.1.6.4 Plattformhøyde

Høyde på plattform skal være 270 mm over SOK.

Byggetoleranse +/- 5 mm.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 87 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.1.6.5 Avstand fra senterlinje til plattform

Basert på en avstand mellom vognside og plattform på normalt 75 mm gjelder følgende:

- Avstand senterlinje - plattform = 1400 mm på rettlinje.
- I / ved kurver og sporveksler kan avstand økes til inntil 1450 mm, etter en nærmere vurdering av vognutslag for alle aktuelle vogntyper, slik at minste vognsideavstand er ca. 75 mm.

Byggetoleranse +/-5 mm (maksimum endring 5 mm over 10 meter).

### B.1.6.6 Stigning på rampe til plattform

Optimal stigning på rampe til plattform er 1:20, med lengder mindre enn 7,2m. Maksimal stigning på rampe til plattform bør være mindre enn 1:15.

Med to adkomster til plattform skal en av rampene ha maks stigning 1:20.

	<b>G</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
Stigning	Normal 1:20 < 1:15 minst en av rampene 1:20	1:15 < 1:12	> 1:12

### B.1.6.7 Tverrfall på plattform

	<b>G</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
Tverrfall	1,5 - 2,0 %	2,0 < fall ≤ 3,0	fall > 3,0 %

Fallretning skal være fra spor.

### B.1.6.8 Varme i plattformdekke

Det skal være varme i dekke på plattform og ramper ved holdeplass. Drenering av smeltevann må ivaretas. Varmesystem skal aktiveres/deaktiveres automatisk og manuelt ved behov for å unngå unødvendig energiforbruk.

### B.1.6.9 Avstand fra dynamiskprofil til rampe

<b>Omgivelser</b>	<b>G</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
Rampe til plattform	$A \geq 255$	$255 > A \geq 200$	$A < 200$

Alle mål i mm

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 88 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **1. Overbygning**

#### **7. Plattform for fotgjengere**





<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 89 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.1 Overbygning

#### B.1.7 Planoverganger for fotgjengere

Retningslinjer for vurdering av saksing av fotgjengerkryssinger:

- Trafikkøy mellom veg og spor må ha en minimumsbredde på 1,5 m avstand målt mellom motstående rekkverk før saksing er aktuelt, men helst 2,0 m. Det tilsvarer min ca. 2-2,5 m bredde på selve øya midt i saksa (avhengig av gjerdeplassering, hvis gjerde er vurdert som nødvendig). Større bredder ønskelig, spesielt ved stor gangtrafikk.
- Dersom kryssing ikke er signalregulert, kan det anlegges saksing dersom saksingen blir i riktig retning for å se mot ankommende kjøretøy og dersom dette samtidig er naturlig i forhold til naturlig retning for gangtrafikken. Hvis ikke begge disse kriterier er til stede etableres ikke saksing på steder uten signalregulering.
- Saksing etableres ikke slik at begge gangretninger blir vendt bort fra ankommende trafikk. (Saksing ”feil” vei.). Saksing etableres normalt ikke slik at en gangretning blir vendt bort. (Når trafikk på begge sider av øy går i samme retning.) Se unntak fra dette i pkt. 4 og 5.
- Dersom kryssing er signalregulert og faseinndelt slik at kryssing skjer i to faser / to lysetapper, bør saksing sterkt vurderes og tilstrebes, dersom det er fare for at lyssignal kan misforstås.
- Men dersom fotgjengere i en retning vendes vekk fra ankommende kjøretøy bør trafikkøya være så bred at ledegjerde kan trekkes inn i trafikkøya slik at saksingen skjer inne i øya.
- Dersom kryssing er signalregulert og faseinndelt slik at kryssing vil skje i en fase, vurderes saksing bare dersom trafikkøya er tilstrekkelig bred til ledegjerde og/eller naturlig retning på trafikkstrøm er på skrå.
- Dersom dette medfører at en retning vil se bort fra ankommende kjøretøy, bør saksing utformes som ekte S, dvs. inntrukket lederekkverk, slik at personer naturlig vendes tilbake til vinkelrett på krysningspunktet.

Ved spesielt store mengder gangtrafikk og moderat bredde på trafikkøy, kan saksing vurderes som tiltak for å øke venteearealet (kapasitetsøkning) I tilfeller hvor ventetid kan bli lang og/eller hastigheten på passerende kjøretøy er stor, forsterkes ønsket om saksing.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 90 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **1. Overbygning**

#### **8. Avgrensing av trase**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 91 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.1 Overbygning

#### B.1.8 Avgrensing av trase

Det skal benyttes en hvit kantstein/ "hvit linje" med bredde 30 cm som kantavgrensing langs ytterkant av traséen. Unntak er i veikryss eller hvor det finnes andre naturlige avgrensinger (for eksempel fjellskjæring, gjerde, rekkverk, m.m.).

- Bane skal normalt ligge 13 cm høyere enn parallell kjørebane eller gang/sykkelvei.
- Bane skal normalt ligge i samme høyde med sykkelfelt som ligger mellom bane og fortau.
- Bane skal normalt ligge 13 cm lavere enn fortau.

##### B.1.8.1 Belegg i trase

Det skal benyttes et stedstilpasset belegg i traseen som avviker fra nærliggende trafikkarealer.

Det henvises til Bybanens gjeldende designprogram (Prosjekterings- og utbyggingsveileder) som definerer ulike type belegg.

##### B.1.8.2 Universell utforming i gangarealer ved holdeplass

Av hensyn til blinde og svaksynte skal det benyttes belegg i gangarealer på holdeplassene som gir fargekontraster og er taktilt.

- På plattform benyttes en ca. 30 cm. bred granittstein som plattformkant. Bak den en 60 cm bred taktil varselindikator.
- Ved første dør og ved billettautomat etableres taktile markeringspunkter av samme type som i varsellinjer.
- Markering av ytterligere dører bør vurderes.
- Ved gangkryssinger langs banen benyttes en 60 cm bred taktil varselindikator bak kantstein.
- På tilførselsrute (rampe mm.) fra nærmeste veikryssing eller naturlige avslutning benyttes ledelinjer.
- Ledelinjer skal være i taktile rustfrie jern-elementer.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 92 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## B. Over- og underbygning

### 2. Underbygning

#### 1. Banelegeme



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 93 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.2 Underbygning

#### B.2.1 Banelegeme

##### B.2.1.1 Grunnundersøkelser

Generelt skal det utføres grunnundersøkelser for å skaffe til veie tilstrekkelig geoteknisk prosjekteringsgrunnlag.

Grunnundersøkelsene skal utføres i henhold til retningslinjer gitt i Statens Vegvesens håndbok R211 Feltundersøkelser og Statens Vegvesens håndbok R210 Laboratorieundersøkelser.

##### B.2.1.2 Tiltak mot erosjon

Generelt for skråninger og åpne sidegrøfter skal retningslinjer gitt i kapittel 2, pkt 24. "Skråninger og skjæringer i jord" i Statens Vegvesens håndbok N200, Vegbygging - Normaler.

Spesielt for kryssing av vann og vassdrag skal retningslinjer i Statens Vegvesens håndbok V220, Geoteknikk i Vegbygging, kap 14 "Vann og jord" benyttes.

##### B.2.1.3 Fyllinger og skjæringer og sideterreng

For beregninger og vurderinger skal generelt retningslinjer gitt i Statens Vegvesens håndbok V220, Geoteknikk i Vegbygging og håndbok N200, Vegbygging - Normaler benyttes.

##### B.2.1.4 Jordtrykk og støttekonstruksjoner

For ytre laster og tilhørende lastfaktorer skal det for broer og kulverter benyttes tilsvarende som er gitt i kap. B.2.3 "Bruer" og for støttemurer som gitt i kap. B.2.4 "Støttekonstruksjoner". Laster bak midlertidige støttekonstruksjoner som spunt, berlinervegg etc. settes lik tilsvarende som for støttemurer.

Kulverter: For kulverter beregnes jordtrykk med hviltrykkskoeffisient  $K_0 = 1 - \sin\delta$ , der  $\tan\delta = \tan\phi/1,3$ .  $\phi$  er friksjonsvinkelen til massene bak kulverten (for tilbakefyllingsmasser der det graves med stabile skråninger og for stedlige masser der det er behov for midlertidige støttekonstruksjoner).

Ved hellende terreng og kontroll av global stabilitet, skal hviletrykkskoeffisienten justeres tilsvarende som for hellende terreng for aktiv (drivende side) og passiv (le-side) jordtrykkskoeffisient, jf. Statens Vegvesens håndbok V220, Geoteknikk i Vegbygging kap. 5 "Jordtrykk". For strukturell kontroll av konstruksjonene dimensjoneres begge kulvertvegger for det jordtrykket som gir størst belastning. Kulvertene er drenerte, slik at de ikke blir utsatt for vanntrykk.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 94 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

**Silotrykk:** Der kulverter etableres i sprengt grøft, vil det bli en sliss med tilbakefyllingsmasser mellom kulverten og bergskjæringen. Silotrykk skal beregnes etter Janssons formel, modifisert for jordtrykk i smale spalter. Det skal benyttes en spaltebredde på maksimalt 2 m. I beregning av silotrykk skal det tas hensyn til effekt av hellende terreng ned til den dybden der kritisk skjærflate går klar av bergskjæringen. Derfra og nedover skal det benyttes rent overlagingstrykk som utgangspunkt for beregning av silotrykk.

**Støttemurer:** Støttemurer skal beregnes etter prinsipper beskrevet i Statens Vegvesens håndbok V220, Geoteknikk i Vegbygging kap. 9 - Støttemurer og landkar. Prinsippene som angitt for tørrmurer (gravitasjonsmurer) skal benyttes for Jet-pel-konstruksjoner.

### **B.2.1.5 Peler**

Peler for fundamentering av bruer skal beregnes og vurderes i henhold til retningslinjer gitt i Peleveiledningen av 2012 utgitt av Norsk Geoteknisk Forening i regi av Den Norske Pelekomité.

Det skal legges vekt på at anleggstekniske forhold som rambarhet, tilgang for aktuelt utstyr og stabilitet av peler i midlertidige faser.

### **B.2.1.6 Midlertidige støttekonstruksjoner**

Dimensjonering av midlertidige støttekonstruksjoner skal skje etter prinsipper gitt i Statens Vegvesens håndbok V220, Geoteknikk i Vegbygging. Prinsippene benyttes også for berlinervegg.

### **B.2.1.7 Drenering og overvann**

Skinnegangen må være drenert slik at det ikke forekommer frittstående vann under normale nedbørsforhold.

Statens Vegvesen håndbok N200 Vegbygging legges til grunn for dimensjonering og utførelse.

Sporrillen og rådekasser (sporveksler) skal være drenert.

Det bør være spesiell fokus på følgende situasjoner:

- Drenering av kryssende veier med fall mot banen
- Drenering av sporvekseldrev
- Drenering av signalbokser og akseltellere
- Drenering av tilstøtende veiarealer mv.
- Drenering av overflate samt vekstlag ved gress.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 95 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.2.1.8 Frost

Underbygningen dimensjoneres mot frost i samsvar med metode angitt i Bane NOR (Jernbaneverkets) regelverk (520).

Dimensjonerende frostmengde er avhengig av dimensjonerende hastighet.

<b>Dimensjonerende hastighet</b>		<b>Frostmengde</b>
$v_{dim} \leq 50$	$0,75 \times F_{100} = F_{10}$	3800h°C
$50 < v_{dim} \leq 80$	$0,85 \times F_{100} = F_{20}$	4300h°C

**Tabell B-4 Dimensjonerende frostmengde**

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 96 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

### B. Over- og underbygning

#### 2. Underbygning

#### 2. Tunneler





<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 97 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.2 Underbygning

#### B.2.2 Tunneler

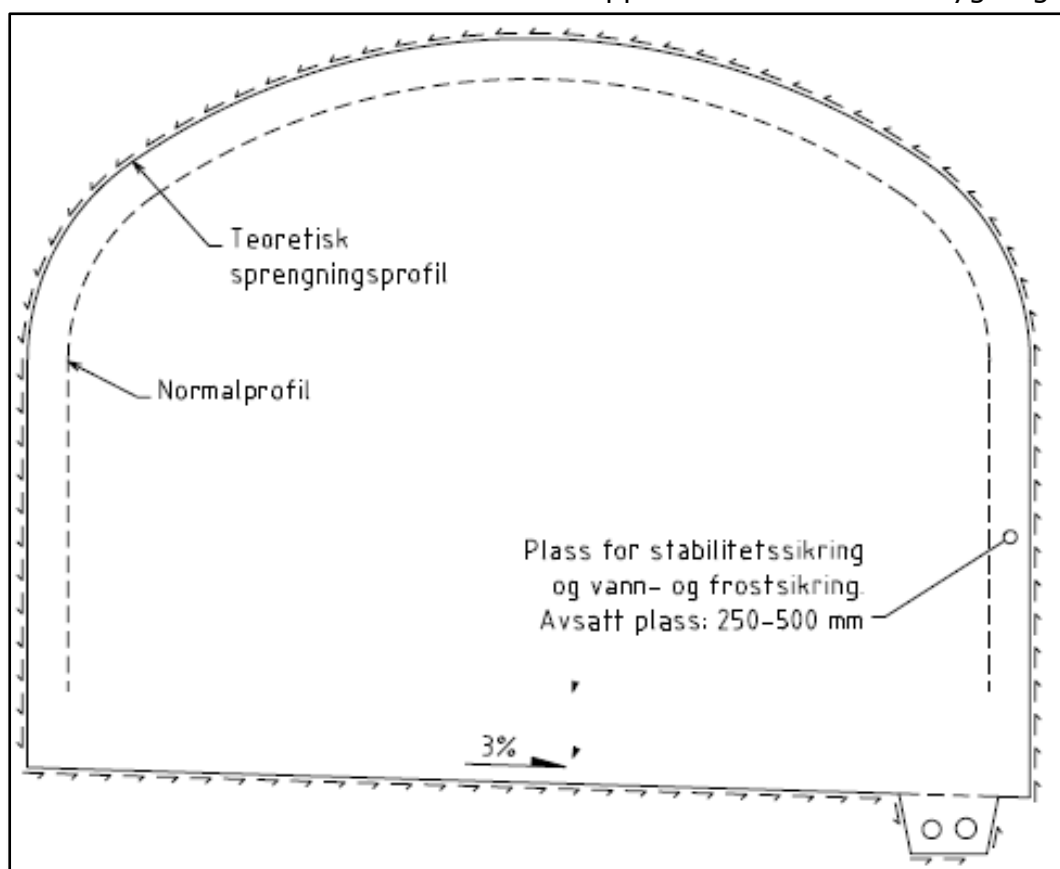
##### B.2.2.1 Sprengningsprofil

Teoretisk sprengningsprofil av tunnel er det profil som angir begrensningene for sprengning av tunnelen.

Mellom omgrensingen for teoretisk sprengningsprofil og normalprofil skal det være avsatt plass for stabilitetssikring inkludert vann- og frostsikring. Denne avstanden vurderes i hvert enkelt tilfelle, men ligger normalt i området 250 - 500 mm.

Krav til forundersøkelser, driving, sikring, underbygning, drenering mm er gitt i Bane NOR JD 521 - Tunneler.

Den prosjekterte traubunnen skal ha et tverrfall på minst 3 % mot hovedgrøft. Traubunn skal renskes for finstoffer før opparbeidelse av underbygning



**Figur B-9** Konstruksjonsprinsippet for sprengningsprofil i tunnel.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 98 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **B.2.2.2 Vann- og frostsikring**

Krav til komplett konstruksjon for vann- og frostsikring er stilt i Bane NOR (Jernbaneverkets) 521, Statens vegvesens håndbok N500 Vegtunneler og håndbok R510 Vann- og frostsikring i vegtunneler.

### **B.2.2.3 Frostinntregning og dimensjonering for frost**

Ved frostmengder  $F_{10} < 8\ 000\ h^{\circ}C$ , iht. Statens vegvesens håndbok R510 Vann- og frostsikring, er det ikke behov for frostisolering.

### **B.2.2.4 Vannavskjerming/sikring**

Tunnelene skal ha en kledning som hindrer vanddrypp og isdannelse i tunnelene. Vannavskjerming skal forhindre vanddrypp på skinnegang og elektriske installasjoner.

For de deler av tunnelen som gis en full innkledning med vannsikring, gjelder det at stabilitetssikring må legges på et slikt nivå at senere rensk er unødvendig.

Det installeres inspeksjonsluker i vegger, slik at det blir mulig å foreta periodisk inspeksjon av den utførte stabilitetssikringen og baksiden av vannsikringen. Anbefalt avstand mellom inspeksjonsluker er ca. 200 m og for øvrig etter behov.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 99 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### B.2.2.5 Gangbane/rømningsveg

Gangbaner skal i en enkeltsporstunnel være konstruert på minst én side av sporet. I en dobbeltsporstunnel skal gangbanen være konstruert på begge sider av tunnelen. I tunneler med flere enn to spor, skal tilgang til gangbane være mulig fra hvert enkelt spor. Sikkerhetsområde skal være fri for faste installasjoner.

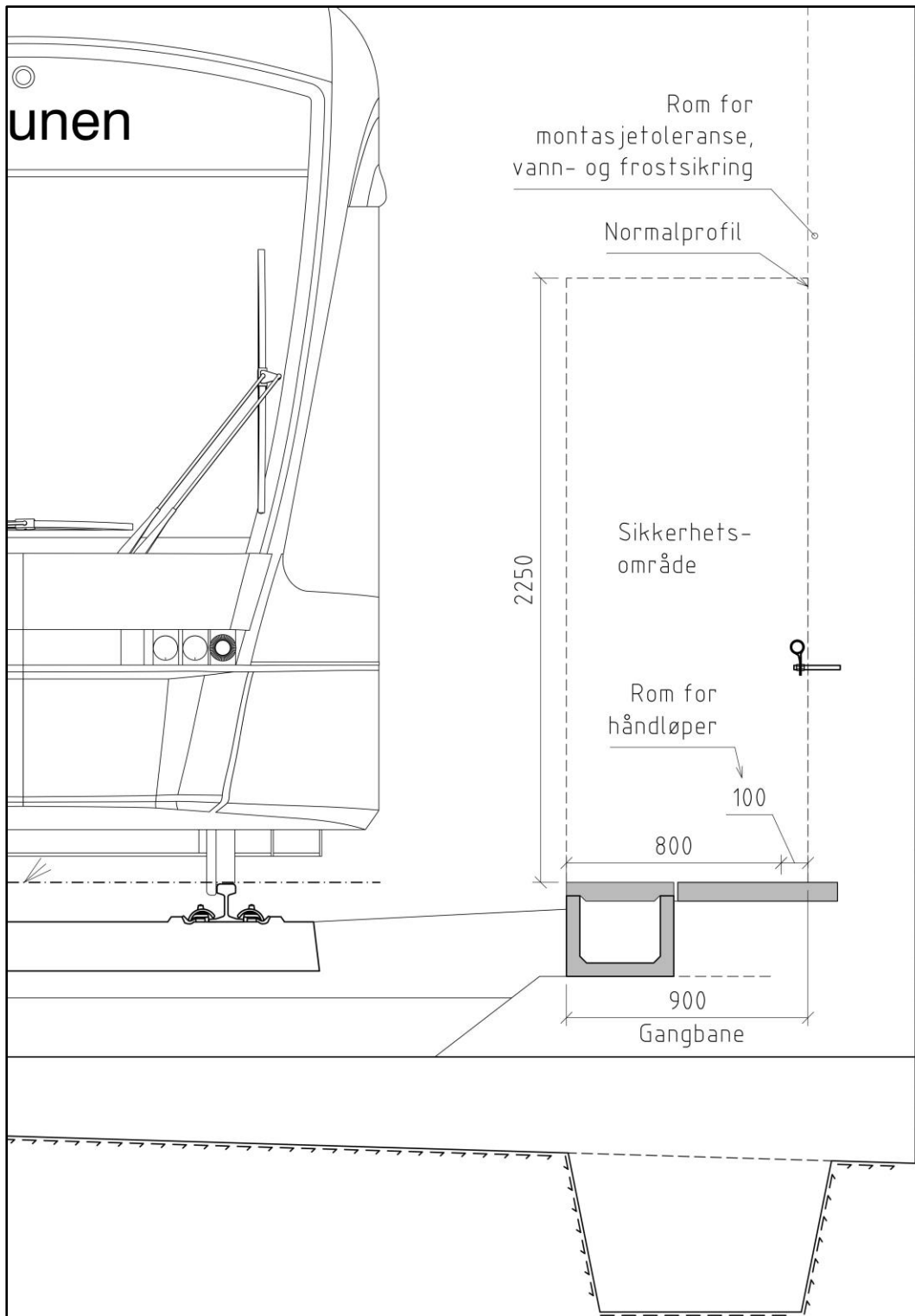
For gangbaner gjelder følgende krav:

- Bredden på gangbanen skal være minst 0,8 m.
- Minste vertikale klaring over gangbanen skal være 2,25 m.
- Lokale hindringer i rømningsområdet skal unngås. Evt. hindringer skal ikke redusere minimumsbredden til mindre enn 0,7 m, og lengden på en slik hindring skal ikke overstige 2 m.
- Håndløper skal installeres mellom 0,8 m og 1,1 m over gangbanen, og gi adgang til et sikkert område.
- Håndløperen skal plasseres utenfor gangbanens minstebredde. Rom for håndløper skal være 100mm. Det betyr at gangbanen må ha en bredde på 0,9 m som vist i normalprofil for tunnel.
- Der håndløperen føres mot en hindring, skal den vinkles med mellom 30° og 40° i forhold til tunnelens lengderetning.
- Gangbanen skal plasseres på samme side som nødlys og -skilt.
- Gangbane legges med fast avstand 2,02 meter fra spormidt. Det skal være plant og lett fremkommelige uten hindringer.
- Nivå på gangbanen skal være i høyde med nærmeste skinnetopp. Dette gjelder også i kurver med overhøyde.
- Det skal installeres rømningsporter ved tunnelportaler.

Gangbane inneholder et definert rom for sikkerhetsområde og et rom for håndløper.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 100 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent



**Figur B-10 Dimensjoner av gangbanen / rømningsvei i tunnel**

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 101 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

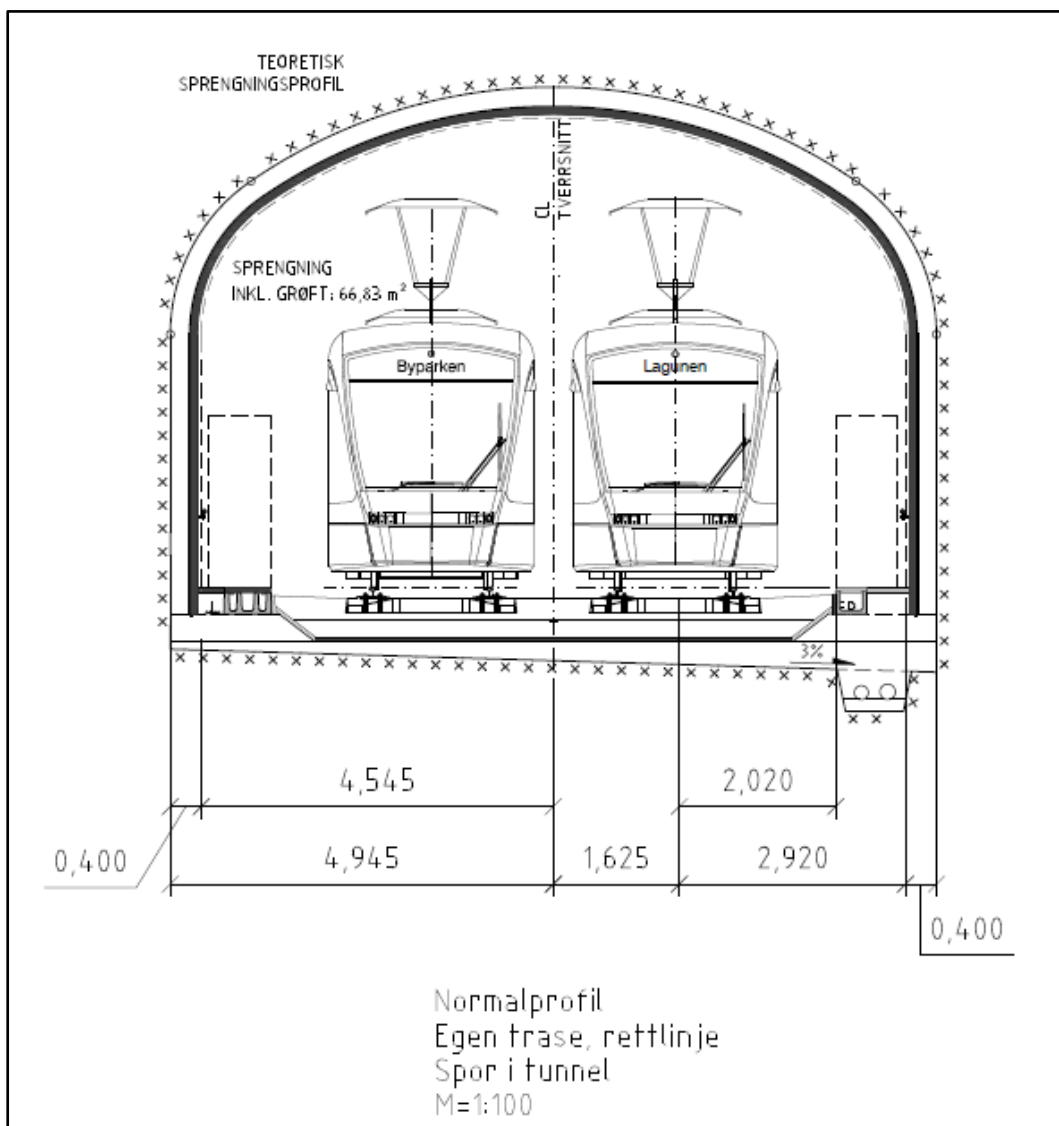
### B.2.2.6 Håndløper

Alle tunneler skal utstyres med ensidig håndløper (rekkverk) på samme side som gangbane/rømningsveg og nødlys. Håndløper monteres i ca. 90 cm høyde over gangbanenivå og tar maks 10 cm. i bredde. Se figuren under Kapittel B.2.2.5. Håndløperen skal bestå av materiale som ikke er elektrisk ledende.

### B.2.2.7 Tekniske installasjoner

Teknisk og funksjonell levetid for alle komponenter skal settes til minimum 50 år. Materialvalg og dimensjonering skal gjøres for å oppnå en slik levetid.

### B.2.2.8 Normalprofil i tunnel



Figur B-11 Normalprofil tunnel – Tegning 00-00-F0012

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 102 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

### B. Over- og underbygning

#### 2. Underbygning

#### 3. Bruer



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 103 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.2 Underbygning

#### B.2.3 Bruer

##### B.2.3.1 Levetid

Minste dimensjonerende levetid skal være 100 år.

##### B.2.3.2 Fundamentering

Reglene til Bane NOR (kfr. Dok. nr. JD 525, kapittel 6) anvendes. For konstruksjoner som ikke er utsatt for nyttelast fra bane (f. eks. overgangsbruer), benyttes Statens vegvesen, håndbok N200 Vegbygging).

##### B.2.3.3 Pålitelighetsklasse, nøyaktighetsklasse, kontrollklasse

Det skal benyttes pålitelighetsklasse 3 (kfr. NS-EN 1990), nøyaktighetsklasse B (kfr. Statens Vegvesen håndbok N400 Bruprosjektering) og kontrollklasse "Utvidet" (kfr. NS-EN 1992).

##### B.2.3.4 Bruer i traséen

###### B.2.3.4.1 Krav til materialer

Betong: Betongkvaliteten for plasstøpte konstruksjoner skal minimum tilsvare B35 (ref NS-EN 206-1) i henhold til Statens Vegvesen håndbok N400 Bruprosjektering.

Betongkvaliteten for prefabrikkerte bærende konstruksjoner skal minimum tilsvare B45 (ref NS-EN 206-1) i henhold til Statens vegvesen håndbok N400 Bruprosjektering.

Miljøklassen skal være M45.

Slakkarmeringen skal være B500NC i henhold til NS 3576-3.

Armeringsoverdekningen skal være minimum 55 mm til konstruktiv armering.

For konstruksjoner utført som undervannstøp henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 5, "Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann" og Statens Vegvesen, håndbok N400 Bruprosjektering.

Stål: Det skal benyttes stål kvalitet S355 eller bedre.

Korrosjonsbeskyttelsen skal utføres i hht. system 1 eller 2 i Statens Vegvesen håndbok N400 Bruprosjektering. Andre systemer kan benyttes, hvis det kan dokumenteres at de er likeverdige.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 104 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.2.3.4.2 Krav til utførelse

**Avsporingssikring:** Alle bruer i egen trasé skal normalt ha ledeskinne. For kombinerte bruer (bruer med både veg- og banetrafikk) vurderes tiltak i hvert enkelt tilfelle.

**Dilatasjonslengde:** For bruer med gjennomgående ballast skal tillatt dilatasjonslengde (målt fra fastlager eller fra dilatasjonssentrum (termisk sentrum) ikke være større enn 120m for betong- og samvirkebruer, og 90m for stålbruer. For bruer med dilatasjonslengder som overstiger disse mål, kreves glideskjøt i sporet.

**Drenering:** Brudekkets fall mot avløp skal være  $\geq 1:70$  både i tverr- og lengderetning. Hvis avløp lages for hver 10. m, kan fall i lengderetningen sløyfes. Der dreneringsvannet skal føres videre ved skjøting av andre rør, skal det innstøpte røret være av rustfritt stål. Når brua går over vann eller utmark, kan vannet slippes direkte ned. Avløpsrør av plast kan i slike tilfeller aksepteres.

**Fuktisolasjon:** Betongoverbygningens overside samt kantbjelkers innside, skal påføres godkjent membran og evt. særskilt membranbeskyttelse. For bruer som skal ha ballast, skal avstand fra skinnetopp til brudekket (ok membran /membranbeskyttelse) være minimum 650 mm.

**Bruavslutning:** Landkar eller bruoverbygning for bruer uten landkar, skal alltid avsluttes vinkelrett på sporet. På kulverter som danner skjev kryssing med linjen, skal dekket gis en utkraging for at avslutningen skal bli vinkelrett. Bredden på utkragingsplaten skal være 3,2 m sentrisk om spormidte. Konstruksjoner skal utføres med overgangsplater. Overgangsplatenes lengde skal normalt være 3,5 m, med bredde 3,2 m (pr. spor) og helning 1:10 bakover fra frontveggen. For mindre prefabrikkerte kulverter ( $H < 3,5$  m) kan overgangsplatenes lengde være 2,5 m. Platene skal ha en leddet forbindelse som ved innfestingspunktet ligger like høyt som overkant brudekke.

**Utskifting av lagre:** Ved lagrene skal både over- og underbygningen utformes slik at overbygningen kan løftes og lagrene avlastes. Fremgangsmåte og plassering av jekker ved løfteoperasjonen skal påføres oversiktstegningen. Det skal bare regnes med permanente laster.

**Rekkverk:** Bruene skal ha rekkverk. Rekkverket skal ha en høyde på 1200 mm, og dimensjoneres for laster tilsvarende gang- og sykkelvegbruer, pkt. 3.6.2 i Statens Vegvesen håndbok N400 Bruprosjektering. For bruer med både veg og banetrafikk er det i tillegg krav til kjøresterkt H2-rekkverk i tråd med Statens vegvesens håndbok N101. Rekkverk kan konstruktivt kombineres med støyskjerm.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 105 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### B.2.3.4.3 Krav til deformasjoner i bruksgrensetilstanden

Av komfort- og sikkerhetshensyn foreslås en rekke begrensninger når det gjelder deformasjoner (nedbøyninger og vinkeldreininger). Det foreslås benyttet Bane NOR (Jernbaneverkets) krav, kfr. dok. JD 525, kapittel 5, kapittel 10.

Pkt. 10.2.1 utgår.

For hele kapittel 10 gjelder at teksten "lastmodell 71" erstattes med verdier i flg. pkt. B.2.3.4.4 Vertikale laster og B.2.3.4.5 Horisontale laster

Vertikale banelaster skal inkludere støttallet  $\Phi$  i deformasjonsberegningene.

### B.2.3.4.4 Vertikale laster

Ordinær last fra trafikkmateriell

Et vognsett kan ha en total lengde på 42 meter. Det regnes med fire boggier og to akslinger pr. boggi. Avstand mellom boggier er 10000 mm – 11000 mm – 10000 mm.

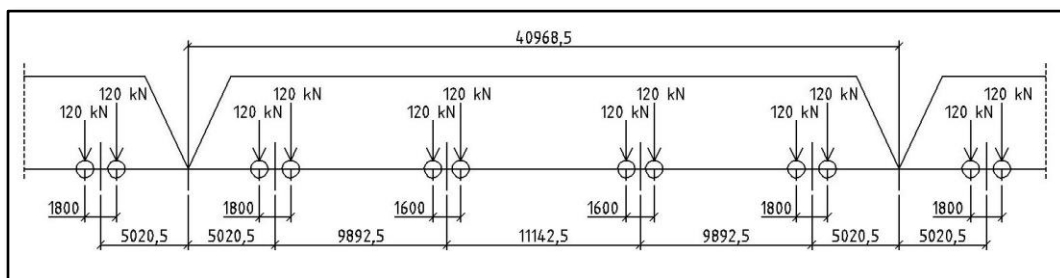
Akselavstand ytterboggier: 1800 mm.

Akselavstand innerboggier: 1800 mm.

Maksimalt akseltrykk er 120 kN (Karakteristisk last uten støttall).

Det skal forutsettes at flere vognsett kan stå tett i tett etter hverandre i begge spor.

Kfr. figur B-4 for detaljer.



**Figur B-4 Lastbilde bruer1**

### Ordinær last fra arbeidsvogner (sporpakkemaskiner)

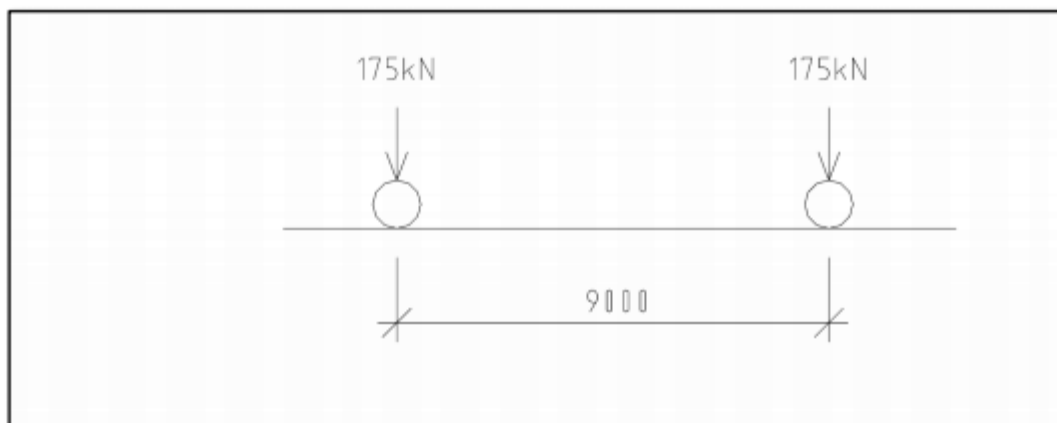
Bruene må i tillegg til laster angitt under B 2.3.2.2.1, kontrolleres for laster fra arbeidsvogn (sporpakkemaskin).

Det regnes foreløpig med to aktuelle typer arbeidsvogner:

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 106 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Vogntype 1 har to enkle akslinger, totalvekt 350 kN og maksimalt akseltrykk 175 kN (karakteristisk last uten støtt tillegg). Innbyrdes avstand mellom akslingene regnes 9 meter.

Kfr. nedenstående figur for detaljer.

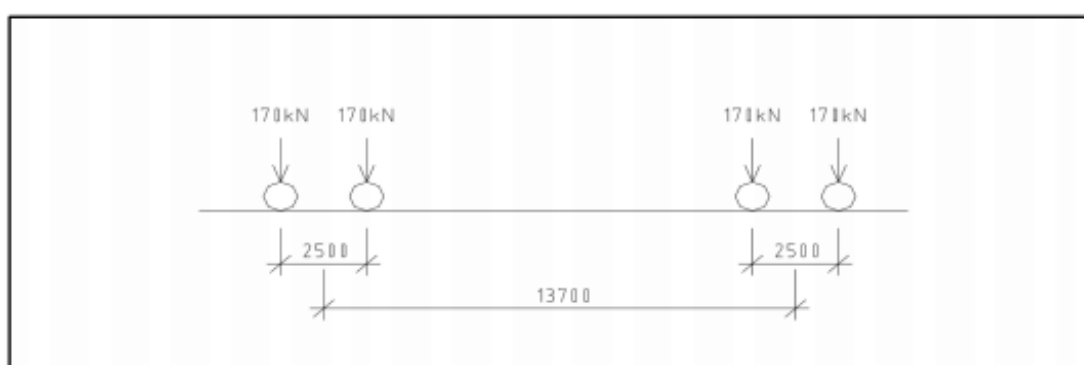


**Figur B-5 Lastbilde bruer 2**

Vogntype 2 har to boggier med to akslinger i hver boggi.

Avstanden fra senter til senter boggi er 13,7 meter, og avstanden mellom akslingene i hver boggi er 2,5 meter.

Totalvekten er 680 kN og akseltrykket 170 kN (karakteristisk last uten støtt tillegg).



**Figur B-6 Lastbilde bruer 3**

#### Vertikallast på ikke offentlige gangbaner

Gangbanen er kun ment benyttet av driftspersonale, samt som sikkerhetsrom for passasjerer.

Det regnes med en karakteristisk nyttelast på 3 kN/m<sup>2</sup>.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 107 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Gangbanelasten skal ikke opptre samtidig med annen banelast.

#### Ulykkeslaster fra avsporing

I og med at det kreves ledeskinner på alle bruer, stilles det ikke krav om dimensjonering av bruoverbygningen for avsporingsslaster.

### **B.2.3.4.5 Horisontale laster**

Akselerasjons- og bremsekrefter: Akselerasjons- og bremsekraften skal regnes å være 1/5 av togvekten uten støttilllegg.

Slingrekrefter: Slingrekraften regnes som 40 % av karakteristisk vertikallast uten støttilllegg. Den regnes å virke i høyde med overkant skinne og plasseres i ugunstigste stilling i forhold til den konstruksjonsdel som betraktes. Slingrekraft og sentrifugalkraft skal ikke virke samtidig. Det skal regnes med den ugunstigste av disse to i hvert enkelt tilfelle.

Sentrifugalkrefter: Ved bruer som helt eller delvis ligger i horisontalkurve, skal det tas hensyn til sentrifugalkreftene. Disse forutsettes å virke utover i horisontal retning.

Vognenes tyngdepunkt kan regnes å ligge 1,68 meter over skinneoverkant.

Karakteristisk størrelse på sentrifugalkraften regnes ut etter følgende formel:

$$H = P \cdot V^2 / (127 \cdot R)$$

H er sentrifugalkraftens størrelse i kN

P er vertikallasten uten støttilllegg i kN

V er hastigheten i km/t

R er kurvens radius i meter

For kjørehastighet 80 km/t kan formelen benyttes fra  $R = 200$  meter og opp til  $R = \infty$ .

Hvis horisontalradien er mindre enn 200 meter, skal det ikke regnes med større sentripetalaksellerasjon ( $V^2/R$ ) enn  $0,2 \cdot g$  der  $g$  er tyngdens akselerasjon lik  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Vindkrefter: Karakteristiske vindkrefter beregnes etter NS-EN 1991 (Laster på konstruksjoner - Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster).

Vognenes vindflate regnes som et rektangel med høyde 3,36 meter og hvis underkant ligger i høyde med skinneoverkant.

Det skal regnes med en vognplassering og et vognantall i lengderetningen av brua, som gir maksimal virkning.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 108 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Langsgående krefter pga. temperaturvariasjoner for bruer med pukkballast: For bruer med helsveiset spor og ballast som har ett fast lager skal den karakteristiske verdien av den langsgående kraften på lagernivå beregnes ved:

$$F_{TK} = \pm 8 * L_T \text{ i kN pr. spor for konstruksjoner i klasse (a)}$$
$$F_{TK} = \pm 8 * (L_{T2} - L_{T1}) \text{ i kN pr. spor for konstruksjoner i klasse (b)}$$

hvor:

$L_T$  er avstanden mellom det termiske senter og den motsatte enden av dekket.

Konstruksjoner i klasse (a) er konstruksjoner med et enkelt spenn eller kontinuerlige spenn med et fast lager ved en ende.

Konstruksjoner i klasse (b) er konstruksjoner der de faste lagrene ikke er lokalisert ved en ende.

For bruer med gjennomgående ballast med en glideskjøt i den bevegelige enden av dekket og helsveiset over det faste lagret i den andre enden (konstruksjoner i klasse (a)), skal den karakteristiske langsgående kraften på lagrene beregnes ved:

$$F_{TK} = \pm (400 + 5 * L_T) \text{ i kN pr. spor} \leq 1100 \text{ kN pr. spor.}$$

For enhver bru hvor sporet har glideskjøter ved begge ender av dekket gjelder:

$$F_{TK} = 0$$

Langsgående krefter pga. temperaturvariasjoner for bruer med fastmontert spor:

Løsning uten ballastpukk hvor jernbaneskinne felles ned i en betongplate, og hvor skinnen omgis av fuge og/eller asfalmateriale, behøver ikke å regnes som "fastmontert" så lenge det ikke er bolter eller lignende mellom skinne og betong. For en slik løsning kan kreftene regnes med samme formelverk som for ballastløsning i punktet ovenfor.

Fastmonterte spor kan gi tvangskrefter som overføres til brooverbygning og lagere. Bane NOR (Jernbaneverkets) prosjekteringsregler, JD 525 kapittel 5, kapittel 6.4.1, angir prinsippene for hvordan slike krefter kan beregnes.

Ulykkeslaster fra vegtrafikk (påkjørsel av landkar, søyler og bruoverbygning).

Statens vegvesen håndbok N400 legges til grunn.

Det skal benyttes lastfaktor 1,0 for påkjørselslasten.

Ulykkeslaster fra bane mot overgangskonstruksjoner

Det dimensjoneres ikke for at bane kjører på overgangskonstruksjoner.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 109 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

I stedet skal det gjøres lokale tiltak som montasje av ledeskinner, bygging av beskyttelseshuller og lignende.

Jordskjelv: Statens vegvesens regelverk benyttes, håndbok N400 Bruprosjektering.

Skipskollisjon: For de tilfellene der det er aktuelt med skipstrafikk under bruene, skal konstruksjonene dimensjoneres for skipspåkjørsel. Dimensjonerende skipsstørrelse må vurderes på grunnlag av bl. a. vanndybder på stedet og størrelsen på de fartøyer som trafikkerer området.

Påkjørselslastene beregnes etter forskriftene til Statens vegvesen, håndbok N400 Bruprosjektering.

#### **B.2.3.4.6 Støttall (dynamiske effekter)**

Alle vertikale banelaster skal multipliseres med et støttall for å ta hensyn til dynamiske effekter.

Støttallene settes til:

$$\text{For bruer med ballast: } \Phi = 1 + (16/(20 + l_b))$$

$$\text{For bruer uten ballast: } \Phi = 1 + (17,65/(20 + l_b))$$

$l_b$  er lengden i meter av den bestemmende influensflate.

Ved dimensjonering av landkar og fundamenter behøver det ikke tas hensyn til støttall.

#### **B.2.3.4.7 Utmatting**

Konstruksjonene skal kontrolleres for utmatting.

Som utmatningsgivende last benyttes ordinær last fra vognsett gitt i pkt. B 10.2.2.1 uten støttlegg, i begge spor.

Hvis det ikke gjøres nøyaktigere analyse, kan det regnes med  $7,9 \cdot 10^6$  passeringer i hver retning over dimensjonerende levetid på 100 år.

Det regnes bare med ett vognsett (8 akslinger) i hvert av de to sporene.

Alle lastfaktorer i denne tilstanden regnes lik 1,0.

For beregningsmetoder henvises til de aktuelle norske standarder inkludert i NS-EN 1993 og NS-EN 1992.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 110 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

#### **B.2.3.4.8 Lastkombinasjoner / Lastfaktorer for utmattingsgrensetilstanden og ulykkesgrensetilstande**

De tekniske spesifikasjonene bygger på reglene til Statens vegvesen, håndbok N400, Bruprosjektering.

#### **B.2.3.5 Kulverter**

##### **B.2.3.5.1 Innledning**

Med kulvert menes her en plasstøpt eller prefabrikkert betongkonstruksjon bestående av en takplate, tette vegger og fundamenter (eventuelt hel bunnplate, hvis grunnforholdene krever dette). Kulverter kan gjerne ha buet tak eller hellende vegger hvis estetiske forhold tilsier dette.

Kulverter kan også ha vegger bestående av permanent spunt hvis dette er hensiktsmessig ut fra rådende grunnforhold.

##### **B.2.3.5.2 Funksjonelle og tekniske krav**

Vedr. materialkrav henvises til kapittel A.10.2.1.1.

Når det gjelder eventuell bruk av korrugerte stålrør, må det dokumenteres minimum levetid på 100 år når det gjelder korrosjonsmotstand. Bruk av denne type konstruksjoner må i hvert enkelt tilfelle godkjennes av byggherren (tiltakshaver).

Betongkulverter i traséen skal forsynes med en utvendig høyverdig membran på takplate (eventuelt også vegger og bunnplate, hvis kulverten ikke bygges drenert).

Membranen skal være en bitumenbasert klebemembran.

Det skal benyttes drenerende telesikre tilbakefyllingsmasser inntil kulvertvegger og støttemurer.

##### **B.2.3.5.3 Laster**

Det skilles mellom kulverter som skal bære banelast (kulverter i traséen) og kulverter over banen.

Kulverter i traséen beregnes som bruer i traséen, mens kulverter over banen beregnes som overgangsbruer (kfr. neste kapittel).

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 111 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **B.2.3.6 Overgangsbruer**

Overgangsbruer utføres og beregnes iht. bestemmelser fra Statens vegvesen, eventuelt supplert med spesielle kommunale krav.

Overgangsbruer utstyres med rekkverk som tilfredsstillter kravene til Statens vegvesen med hensyn på utforming og styrke.

Det kreves at kjøreledningen beskyttes lokalt ved overgangsbruer. Dette kan gjøres ved at det monteres en lokal skjerm over kjøreledningen i tråd med Bane NOR (Jernbaneverkets) regelverk JD 525 kapittel 10. Jording av overgangsbruer skal gjøres i henhold til jordingsprinsippene.

Overflatevann tillates ikke drenert ned i sporområdet.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 112 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **2. Underbygning**

#### **4. Støttekonstruksjoner**





<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 113 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **B Overbygning/Underbygning**

### **B.2 Underbygning**

#### **B.2.4 Støttekonstruksjoner**

##### **B.2.4.1 Innledning**

Støttekonstruksjoner kan i utgangspunktet bygges som plasstøpte murer, blokkmurer i betong, natursteinsmurer eller betongforblendede permanente spuntkonstruksjoner.

##### **B.2.4.2 Funksjonelle og tekniske krav**

Det skal etableres gjerde/rekkverk med høyde 1,2 meter på overkant mur der det er fare for at mennesker kan falle utfor og skades. Rekkverk prosjekteres i henhold til Statens vegvesen håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder og Bybanens prosjekteringsveileder.

Betongkvaliteten i plasstøpte konstruksjoner skal minimum tilsvare B35 (ref NS-EN 206-1).

Miljøklassen skal være MA.

Slakkarmeringen skal være B500NC i henhold til NS 3576-3.

Armeringsoverdekningen skal være minimum 55 mm til konstruktiv armering.

Støttemurer fundamentert på løsmasser skal isoleres under sålen dersom det er fare for telehiv. Dersom det ikke er god drenering under sålen, for eksempel ved støp direkte på berg, skal støttemuren ha drensutsparinger.

Bak muren skal det fylles med drenerende, frostfrie masser.

Natursteinsmurer beregnes og utføres i henhold til Statens vegvesen, håndbok V270 Tørrmuring med maskin.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 114 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

### B. Over- og underbygning

#### 2. Underbygning

#### 5. Støttemurer



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 115 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.2 Underbygning

#### B.2.5 Støttemurer

##### B.2.5.1 Belastning på støttemurer

Benyttes også for landkar og vingemurer.

##### B.2.5.2 Belastning på murer med nyttelast fra bybane bak mur

Murer som krysser sporet, frontvegg landkar og kulvertvegger: Karakteristisk nyttelast uten støttilllegg: 20 kN/m<sup>2</sup> i nivå med formasjonsplanet i en bredde på 3 meter regnet symmetrisk om spormidte. Det kan regnes med last fra ett eller to spor.

Murer langs sporet: Karakteristisk nyttelast uten støttilllegg: 20 kN/m<sup>2</sup> i nivå med formasjonsplanet. Lasten kan regnes å starte 1,5 meter fra midten av det sporet som ligger nærmest støttekonstruksjonen. Det kan regnes med at lasten sprer seg med en helning 2:1 gjennom fyllmassene bak støttekonstruksjonen.

Nyttelast på støttekonstruksjoner skal ikke multipliseres med dynamisk faktor (støttall).

##### B.2.5.3 Belastning på murer med nyttelast fra veg- eller gangtrafikk bak mur

Statens vegvesens håndbok N400 Bruprosjektering.

##### B.2.5.4 Jording av konstruksjoner

Se også til kapittel C.2 - Jording og overspenningsbeskyttelse.

Armerte betongkonstruksjoner som hører til banen og er forbundet til banens jordingssystem, skal isoleres mot omgivelsene. Med omgivelsene forstås her jordsmonnet/bakken, fremmede armerte betongkonstruksjoner, metallkonstruksjoner m.m., samt returstrømssystemet. F.eks. skal det monteres en elektrisk isolasjon i metalliske røranlegg som føres utenfra og inn i banens jordingssystem.

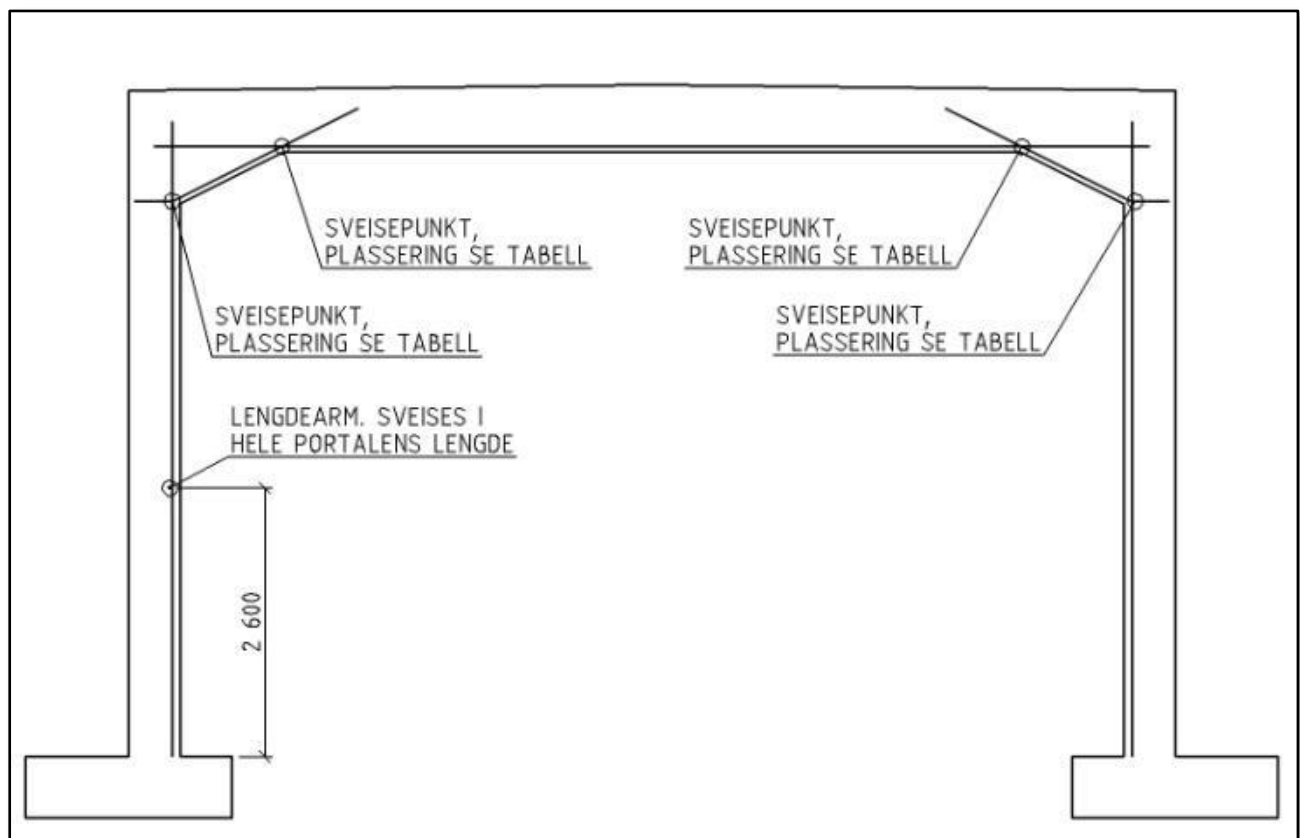
Hvert selvstendig betongelement, f.eks. en tunnel- eller broseksjon mellom to dilatasjonsfuger, skal være isolert mot naboelementene. Dette hindrer sirkulasjon av vagabonderende strømmer mellom elementene andre veier enn via elementets elektriske uttak og ekvipotensialleder som forbinder de elektriske uttakene.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 116 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

I hvert selvstendige betongelement mellom to fuger skal et langsgående armeringsjern (i kulverter på den ene siden og i to meters høyde over bakken) sveises sammen med det neste langsgående jernet i hele betongelementets lengde. For hver tiende meter skal alle tversgående jern på tverrsnittets innside, dvs. mot banen, sveises sammen innbyrdes og igjen sveises til det langsgående jernet omtalt over. Naboelementer skal ha en jordingsforbindelse i form av en kobberledning over fugen.

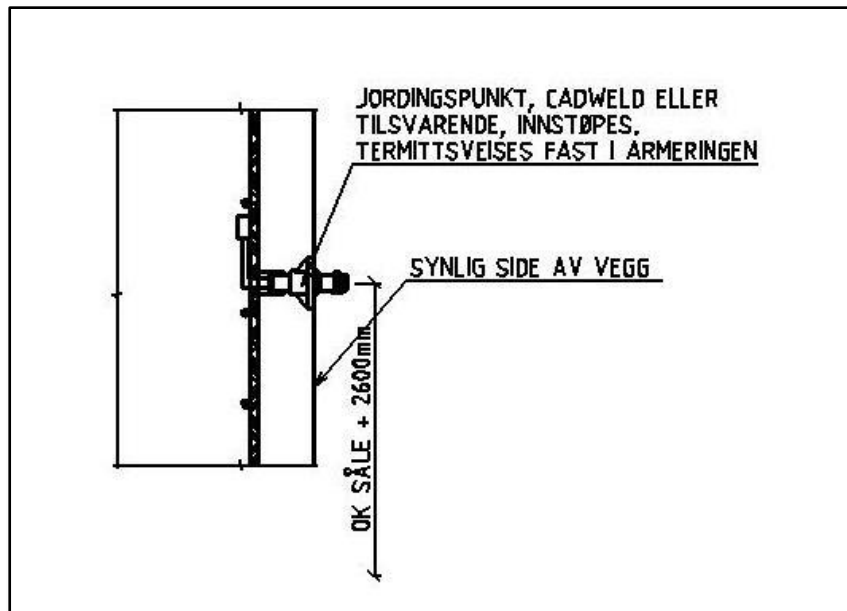
For hver konstruksjon skal det festes et jordingspunkt type Cadweld eller tilsvarende til det langsgående, sammensveiste armeringsjernet på ett av betongelementene.

Se skisser av typiske jordingsdetaljer for kulvert under.

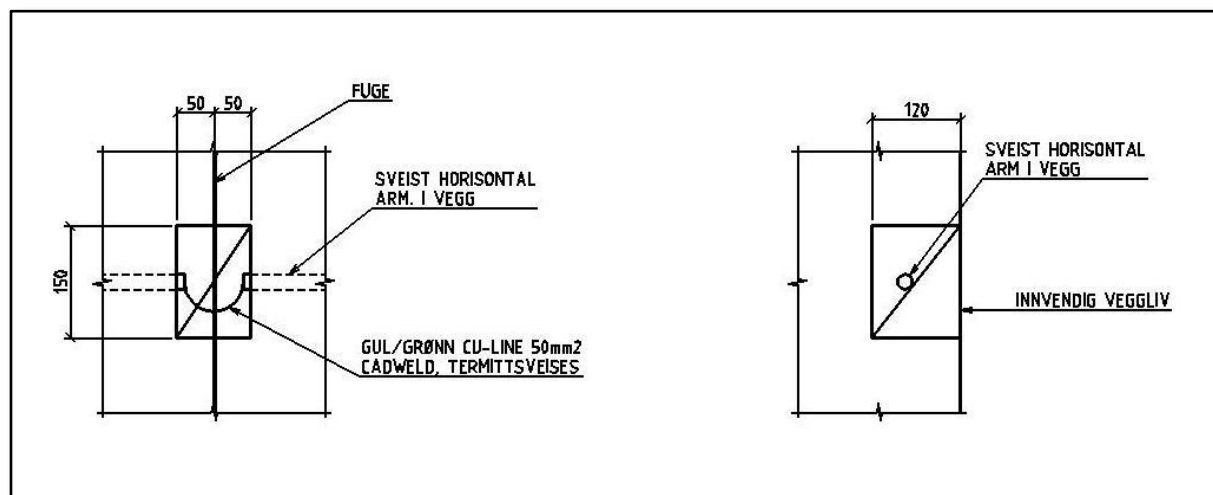


**Figur B-12 Sammensveising av armeringsjern i tverrsnitt for hver 10. meter.**

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 117 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent



**Figur B-13** Ett jordingspunkt for hver konstruksjon som kan bestå av flere betongelemente).



**Figur B-14** Jordingsforbindelse over fuge mellom betongelementer.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 118 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## B. Over- og underbygning

### 2. Underbygning

### 6. Bygninger



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 119 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **B Overbygning/Underbygning**

### **B.2 Underbygning**

#### **B.2.6 Bygninger**

##### **B.2.6.1 Leskur**

Utforming: Leskur skal ha utforming i henhold til prosjekterings- og utbyggingsveileder.

Høyde: Høyde underkant tak skal være ca. 2,55 m over plattform.

Fundamentering: Det skal benyttes betongfundament under hele plattformen, med forsterkninger for leskursøyler og kontaktledningsmaster. Det skal være utsparinger for overvann fra tak og for trekkerør.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 120 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **2. Underbygning**

#### **7. Gjerder og støyskjermer**





<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 121 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **B Overbygning/Underbygning**

### **B.2 Underbygning**

#### **B.2.7 Gjerder og støyskjermer**

Hvor beregninger viser at det kan være behov for støyskjerm settes det av 0,5 m bredde utenfor evt. sikkerhetssone.

Hvor det er behov for gjerde settes det av 0,2 m bredde utenfor evt. sikkerhetssone.

##### **B.2.7.1 Gjerder på plattform**

Det skal settes opp gjerde i bakkant plattform når det er høydeforskjell eller kjørebane bak plattform, eller det er ønske om å hindre gangtrafikk på tvers.

Gjerde skal være av Bybanens standard type i henhold til gjeldende prosjekterings- og utbyggingsveileder.

##### **B.2.7.2 Gjerder langs banen / terrenggjerder**

Etableres i henhold til gjerdestandarder i gjeldende prosjekterings- og utbyggingsveileder.

##### **B.2.7.3 Støyskjermer**

Behov for støyskjermer avklares ved hjelp av støyberegninger.

Støyskjermer skal prosjekteres i henhold til gjeldende prosjekterings- og utbyggingsveileder.

Fundament må beregnes og tilpasses hvert enkelt sted.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 122 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **B. Over- og underbygning**

#### **2. Underbygning**

#### **8. Føringsveier**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 123 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.2 Underbygning

#### B.2.8 Føringsveier

##### B.2.8.1 Innledning

Langs hele traseen skal det være en gjennomgående føringsveg for kabling til tekniske installasjoner.

Til den gjennomgående føringsvegen legges ringforbindelser eller enkeltstikk.

Kravene i dette avsnittet gjelder kun Bybanens behov for føringsveger.

##### B.2.8.2 Trekkerør

Det benyttes Ø110 mm rør både som innstøpte trekkerør og omfylte trekkerør. Ved mindre lokale behov kan Ø50 mm trekkerør benyttes. Til fiberoptiske kabler benyttes Ø40 mm trekkerør. Alle trekkerør skal være glatte PVC/PP rør

Farge; Oransje, men trekkerør som skal disponeres av Bybanen for utstyr som de har selvstendig driftsansvar for etableres i blå farge.

Mellom røråpninger/kummer skal det ikke være udrenerte lavpunkt i traseen.

Trekkerør med trafikkbelastning: Innstøpte trekkerør. Benyttes også ved retningsendringer. Minimum overdekning i spor med ballastpukk er 650 mm

Trekkerør uten trafikkbelastning: Trekkerør legges i grøft med minimum overdekning på 600 mm. Eventuelle muligheter for trafikkbelastning i anleggsfasen skal vurderes.

##### B.2.8.3 Kabelkanal

Som gjennomgående føringsvei benyttes treløps kabelkanal (bredde ca. 600 mm). Kabelkanalen skal ha minimum én utsparring i bunn for hver 2,4 meter. Ved ekstra behov legges enløps kabelkanal på motsatt side.

I tunnel integreres kabelkanal som en del av gangbanen med minimumsavtand til spor på 2,02 m.

##### B.2.8.4 Trekkekum

Trekkekummer dimensjoneres. Innvendig dybde på kum skal være minimum 1000 mm. Det monteres stige i kum med dybde > 1 meter. Flytende ramme i vei og fortau. Trekkekum bør være minst 1,6 m fra sporets senterlinje.

Lokk til kummer leveres med standardlokk. Kumlokk til signalanlegg hvor Statens vegvesen er eier skal ha Statens vegvesen sin "kråke". Dette gjelder både

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 124 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

firkantkummer og sirkulære kummer. I områder med naturstein, betongstein etc. benyttes firkantrammer for sirkulære kummer.

Lokk av støpejern: Lokk skal utstyres med spetthull og være kjøresterke.

Lokk av betong: Dimensjoneres for trafikkbelastning der hvor det kan inntreffe. Store betonglokk utstyres med mannhull, minimum Ø650 mm.

### **B.2.8.5 Trekkefum i gjennomgående føringsvei, ringforbindelse og frittstående installasjon**

Som kum i gjennomgående føringsvei, ringforbindelse og til frittstående installasjoner benyttes firkantkum utenfor kjørebanelen, samt i tunnel. Kum i kjørebanelen skal være sirkulær. Standard størrelse på firkantkum er 700x720 og 700x1410 mm. Ved spesielle kapasitetsbehov kan lengden økes til 2100 mm. Sirkulær kum har minimum størrelse på Ø800 mm.

### **B.2.8.6 Installasjoner i trekkefum**

Ved bruk av egen detektorkum, egen trekkefum for signal eller trekkefum for signalstolpe benyttes sirkulær kum Ø650 mm. I kum for signalstolpe innspennes en stålkonstruksjon, Ågekors eller Rogerkors, ved hjelp av stillskruer. Ågekors gir sentrisk plassering av signalstolpe, mens Rogerkors gir sideplassering av signalstolpe. I enkle signalanlegg/enkeltstående gangfelt benyttes trekkefum for plassering av signalstolpe også som trekkefum.

### **B.2.8.7 Koblingsboks i skinneliv (minuskasse)**

Koblinger i skinneliv skal kobles til anlegget ved hjelp av minuskasse inntil skinne.

### **B.2.8.8 Føringsveier. Typiske normalprofiler og planskisser**

Trekkerør: Minimum 4 stk. Ø110 mm + 1 stk. 4xØ40 mm. Det skal avklares om spesielle forhold gjør at antall trekkerør må økes lokalt

Kabelkanal: Treløps kabelkanal på den ene siden. Ved behov for lokal føringsvei på den motsatte siden kan enløps kabelkanal benyttes.

### **B.2.8.9 Dagsoner**

I dagsoner benyttes innstøpte trekkerør som føringsvei. Trekkerør plasseres sideveis i profilet. Minimumsavstand for trekkerør fra senterlinje spor bør være 1,6 meter.

### **B.2.8.10 Tunneler**

I tunneler benyttes kabelkanal som gjennomgående føringsvei. Kabelkanal bør plasseres sideveis i profilet, under gangbane/rømningsvei.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 125 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **B.2.8.11 Anlegg i ringforbindelse**

Ordinære gateanlegg for signal og varsling etableres i en ring med bruk av trekkerør og kummer. Anlegget fungerer som en gjennomgående forbindelse via alle trekkekummer/utstyrskomponenter i anlegget, i et såkalt "gravefritt anlegg". Denne forbindelsen knyttes til den gjennomgående føringsveien som går langs banen. I større kryss etableres ringforbindelse på begge sider av den gjennomgående føringsveien. Antall trekkerør er minimum 4 rør, normalt 6 trekkerør.

### **B.2.8.12 Anlegg til frittstående installasjoner**

Fra gjennomgående føringsvei eller ringforbindelse, etableres egne trekkerør frem til trekkekum/fundament for frittstående installasjoner. Ved mindre behov i gateanlegg legges kun trekkerør fra trekkekum i gjennomgående føringsvei under kantstein og ut i kjørebanelen.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 126 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C. Elektrotekniske anlegg

### 1. Kraftforsyning



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 127 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.1 Kraftforsyning

#### C.1.1 Kraftforsyning

Anleggene forsynes fra et 11 kV kraftforsyningsanlegg eller 230/400 V fordelingsanlegg.

#### C.1.2 Hjelpkraftanlegg, 230 eller 400V fordelingsanlegg

Lavspenningsinstallasjonene innen for banens slyngfelt skal utføres som et TT system eller lokalt IT system

#### C.1.3 Belysning

Gjennomsnittlig belysningsstyrke, jevnhet og vedlikeholdsfaktor for belysning:

Hva	Hvor	Minimums krav	Gjennomsnittlig Belysningsstyrke $E_m$ [lux]	Jevnhet	Vedlikeholdsfaktor
Plattformer		Skal kunne oppfatte vertikale former, for eksempel ansikter			
	Holdeplasser		50	0,4	0,75
Nødbelysning i tunnel	På rømningsvei	Skal tilfredsstillende virkningen ved evakuering av røykfylte tunneler	1		
Arealbelysning		Belysningen skal benyttes som arbeidslys og ivareta personsikkerheten.			
	Spurvekselbelysning		15	-	0,9
	Skifte områder		20	-	0,9
	"Andre" områder		15	-	0,9

Tabell C-1 Belysning

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 128 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.1.3.1 Belysning, Holdeplasser

Belysningen skal tilpasses aktiviteten ved holdeplassene og de stedlige forhold. Spesielle objekter og arealer som krever ekstra høy belysningsstyrke skal om nødvendig ha egen plassbelysning i tillegg til den generelle belysningen.

Belysningen skal ikke virke skjemmende eller sjenerende for omgivelsene. Det må vurderes behov for spesielt belysningsutstyr, samt at plasseringen blir beskyttet mot hæverk.

Belysningsanlegget på holdeplassene må ses i sammenheng med belysningen på de tilstøtende veiene.

Armaturene for belysning av holdeplassområdet monteres på KL-mastene som monteres i forbindelse med holdeplassene. I Bybanens Prosjekteringsveileder lampepunktshøyde (LPH) satt til 10-12 meter på holdeplasser, og det foreslås benyttet lyskastere.

Belysningen skal styres koordinert med andre belysningssystemer. Det skal være mulighet for å overstyre systemet.

### C.1.3.2 Belysning, tunneler

Det monteres evakueringslys som gir tilfredsstillende virkning ved evakuering av røykfylte tunneler.

Armaturer og eventuelt festebraketter skal plasseres slik at disse ikke er til hinder for rømning. Evakueringslyset skal være tilkoblet reservekraft (UPS).

Evakueringslyset i hele tunnelen skal kunne tennes manuelt fra driftssentral og lokalt.

Det skal ikke være installasjoner (lys, lyd eller annet) i tunneller som ikke har noe med driften å gjøre.

### C.1.4 Sporvekselvarme

Det skal installeres sporvekselvarme på samtlige sporveksler og bevegelige kryss med unntak av sporveksler og bevegelige kryss som er i oppvarmet bygg. Det bør ikke bores i skinnene for montering av varmelementer.

Sporvekselvarmen skal ha en tilstrekkelig effekt til å kunne hindre at is og snø forstyrrer sporvekslenes driftssikkerhet. Det regnes minimum 300 W pr. løpemeter skinne. Det skal være god varmeoverføring mellom skinne og varmelementer, en effektiv regulering av effektpådraget samt god



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 129 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

energiøkonomisering. Spesielt hensyn må tas hvor sporveksel ligger i områder med andre trafikanter, spesielt buss.

Alle anlegg skal ha en lokal regulering som tar hensyn til omgivelsestemperatur og skinnetemperatur. Samt mulighet til å kunne ta hensyn til nedbør/fuktighet. Anleggene skal kunne overvåkes og styres fra driftssentralen samt lokalt i skapene til sporvekselvarmen.

Oppvarming skal vær slik at drivmaskinens stenger til skinnene og betjeningsmekanismen skal kunne beveges uhindret av snø og is.

Det skal sikres at det er tilstrekkelig drenering fra sporvekslene for å hindre isdannelse p.g.a. smeltevann.

Varmeelementer, kabler, skjøter, følere mm. som plasseres i eller i nærheten av sporveksler og spor, skal tåle de mekaniske påkjenninger som vil oppstå ved sporvognspassering og vedlikeholdsarbeider i sporet. Utstyret skal også tåle de kjemiske påkjenninger og miljøforhold som vil oppstå.

Det bør benyttes 230 V (AC) varmeelementer

Varmeelementene skal ikke kobles ut ved første jordfeil. Det skal være med skilletrafo. Selve nettsystemet til varmeelementene bør være IT-nett.

### **C.1.5 Reservestrøm / nødstrøm avbruddsfri strømforsyning**

Det skal etableres avbruddsfri strømforsyning for følgende installasjoner:

- ITV-overvåkning
- Driftssentral
- Banesignalanlegg
- Evakueringslyset
- Nødsamband/Tetra

Avbruddsfri strømforsyningsanlegg skal være overvåket.

I tillegg skal det være mulighet for tilkobling av reservestrøm/nødstrøm i tekniske rom og driftssentral.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 130 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C. Elektrotekniske anlegg

### 2. Jording og overspenningsbeskyttelse



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 131 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## C Elektrotekniske anlegg

### C.2 Jording og overspenningsbeskyttelse

Banen utføres med sitt eget jordingssystem (se fig C-5).

For å hindre at uønskede jordstrømmer kommer på avveie skal utstyr og installasjoner tilknyttes til skinne (minus) via spenningsbegrensende utstyr. Det spenningsbegrensende utstyret skal plasseres i fordelingskapene og betjene en seksjon av traséen.

Under hver likeretterstasjon og, avhengig av antallet av installasjoner, også under hver holdeplass skal det etableres en nedgravet hovedjordelektrode. Denne hovedjordelektroden skal forbindes til likeretterstasjonens / stasjonens hovedjordskinne som igjen forbindes til utstyr som f.eks. tavlene for mellomspenningsutstyret (10 kV). Tavlene for DC utstyret skal oppstilles isolert, og kun indirekte være forbundet til banens jordingssystem gjennom et overstrømsrelé som vil koble ut utstyret i tilfelle isolasjonsfeil.

Som beskrevet nedenfor skal DC returstrømssystemet være isolert fra banens jordingssystem. For å ivareta det elektriske sikkerhetsnivå skal spenningsforskjellen mellom returstrømssystemet og banens jordingssystem konstant være overvåket, og i tilfelle av for stor spenningsforskjel (> 120 V DC) kobles de to systemer midlertidig sammen via en automatisk kortslutter.

En ekvipotensialleder, i praksis én pr. spor, skal forbinde jordingssystemene i likeretterstasjonene / stasjonene innbyrdes. Til disse ekvipotensialledere forbindes armering m.v. tilhørende banens eget jordingssystem.

For detaljert bakgrunn for kravene i dette kapittelet vises det til dokument: Alstom 10-51- R2002 (versjon 01B): Earthing and Bonding Principles.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 132 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## C.2.1 Generelle krav

### C.2.1.1 Personssikkerhet

Mennesker skal være beskyttet mot fare, som kan oppstå ved direkte berøring av spenningsførende deler og utstyr, eller ved berøring av utsatte (ledende) anleggsdeler som kan bli spenningsatt ved feil (indirekte berøring).

### C.2.1.2 Normer og forskrifter

FEL	Forskrift om Elektriske Lavspenningsanlegg
FEF	Forskrift om Elektriske Forsyningsanlegg
NEK400	Elektriske Lavspenningsinstallasjoner
NEK440	Stasjonsanlegg over 1 kV
NEK900	Elektriske jernbaneanlegg
EN 50122-1	Railway applications - Fixed installations — Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing.
EN 50122-2	Railway applications - Fixed installations — Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems
EN 50119	Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines
EN 50162	Protection against stray current from direct current systems
EN 62305	Protection against lightning
IEC 60050	International Electrotechnical Vocabulary (1EV)
IEC 603 64-1	Electrical installations of buildings - Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions
IEC 60364-4-41	Electrical installations of buildings - Protection for safety - Protection against electric shock

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 133 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

IEC 61000-5-2	Electromagnetic Compatibility (EMC) Part 5 : Installation and mitigation guidelines — Section 2 : Earthing and cabling
HD637S1	Power installations exceeding 1 kV
BOStrab	Tysk lov for trikk og T-Bane
VDV 500	Earthing Provisions for DC Traction Systems with Examples of Operation
VDV 506	Design of and Protective Provisions for Electrical Power Installations in Depots and Workshops for DC Mass Transit Systems

### C.2.1.3 Definisjoner

Beskyttelsesjord: Varig ledende forbindelse fra utsatte anleggsdeler til jord eller andre ledende gjenstander som i seg selv har god jordforbindelse. Beskyttelsesjordnettet skal sikre beskyttelse av mennesker mot fare som kan oppstå ved berøring av spenningsførende anleggsdeler eller anleggsdeler som kan bli spenningsførende som følge av feil.

Bærelinje: Metallinje som kontaktråden henger i ved hjelp av hengeråder eller hengere.

Everksjord: Begrepet som benyttes for å beskrive jordnettverk som er tilkopledd nettselskapets (e-verkets) beskyttelsesjord.

Hovedjordskinne: Klemme eller skinne for tilkopling av beskyttelsesledere, inkludert leder for utjevningsforbindelser og eventuelle ledere for driftsjording, slik at disse oppnår forbindelse til jord.

Impulselektrode: Kråkefotelektrode eller tilsvarende som opprettes i forbindelse med overspenningsvern, og som i tillegg til å gi forbindelse til jord, er spesielt egnet til å avlede høyfrekvente lynoverspenninger.

Jord: Det ledende jordsmonn hvis elektriske potensiale pr. definisjon overalt blir betraktet lik null.

Kontaktledning: Bærelinje, hengeråder og kontaktråd.

Kontaktledningsanlegg: Komplette ledningsanlegget med fundamenter, ledninger/tråder, kabler, master, utliggerer, fester, brytere og jordinger.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 134 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Kontakttråd: Metalltråd som er opphengt over sporet, og som strømvaktakerens kontaktstykker glir mot.

Likeretterstasjon: Teknisk bygg som inneholder utstyr som transformerer 11kV/50 Hz til 750 V/DC som forsyner kontaktledningsanlegget med spenning.

Kråkefot: Jordelektrode fordelt på forgreininger ut fra et senterpunkt, se også impulselektrode

Overspenning: En spenning mellom faseleder og jord eller mellom faseledere med toppverdi som overskrider tilsvarende høyeste toppverdi for utstyr.

Overspenningsvern: Utstyr som begrenser spenningsforskjeller over et visst nivå.

Returstrøm: Strøm gjennom skinnegangen og kabler fra forbruker til likeretterstasjon.

Returstrømkrets: Den strømkrets som banestrømmen gjennomløper fra forbruker til likeretterstasjon.

Ringjord: Jordelektrode etablert som sammenhengende ring rundt/under bygninger/fundamenter.

Strukturjord: Konstruksjoner som inneholder metalleder som kan fungere som jordelektrode.

Utjevningsforbindelse: Forbindelse fra utsatt ledende del til jordleder. Eksempler er broer og master.

VLD-O/VLD-F: Spenningsbegrensende utstyr (Voltage Limiting Device-Operation/Fault)). VLD-O skal sørge for å unngå for høye spenningsforskjeller mellom ulike 0-potensial i normal driftssituasjon. VLD-F skal begrense spenningen i en feilsituasjon og koble sammen jordpotentialer som gir feilkrets og om nødvendig gir utkobling.

#### C.2.1.4 Forkortelser

EN	Europeisk norm
KL	Kontaktledning
VDC	Spenning likestrøm (Volt Direct Current)
VLD	Voltage Limiting Device

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 135 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C.2.2 Jording

KL-anlegget må bygges som dobbeltisolert 750 VDC anlegg. Returkrets må utføres isolert fra jord. Det må sikres at spenning på skinne ikke kan overskride normerte grenseverdier. Som et unntak bør det på verkstedsområder koples utjevningforbindelse mellom returkretsen og jord. Returkretsen på verkstedsområdet må da isoleres fra returkrets på øvrig bane.

Jordingsplan må koordineres mellom alle fagfelt for å sikre at alle behov blir ivare tatt.

### C.2.2.1 Separasjon av banens jordkoplinger

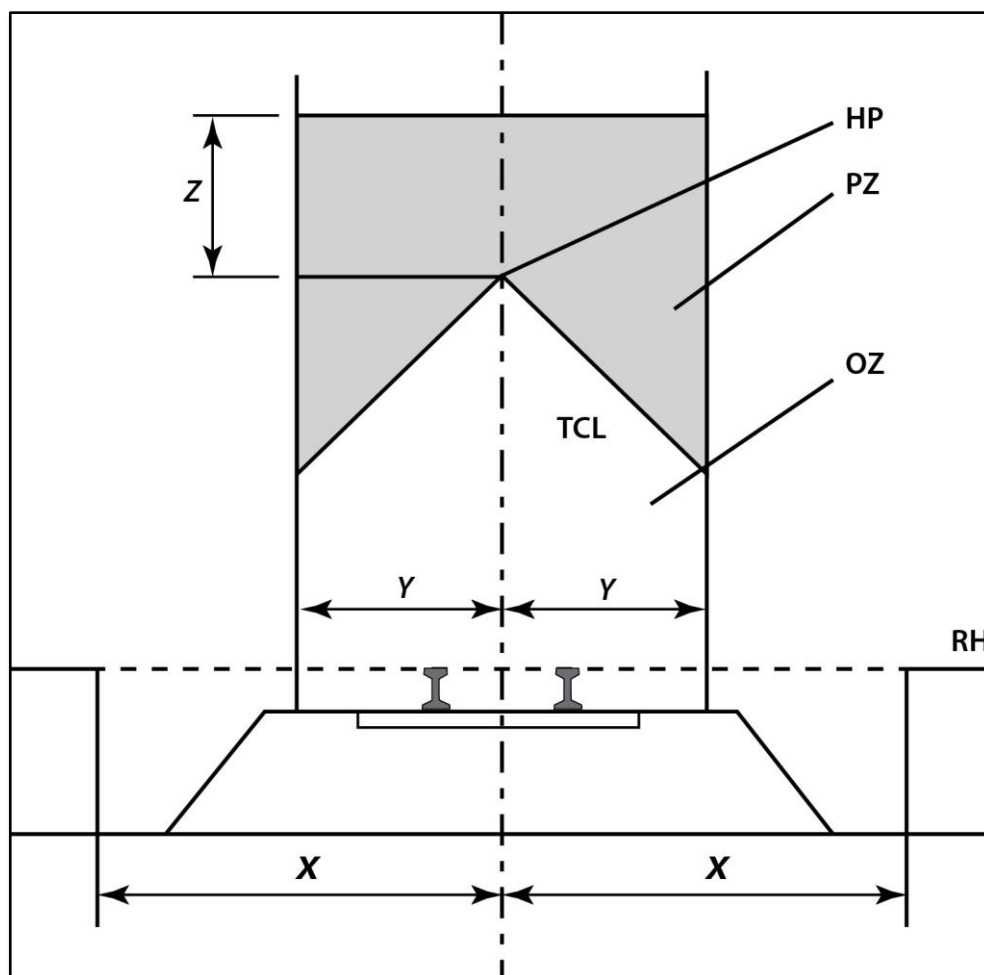
Bybanens jordingssystem må holdes adskilt fra jordingssystem til øvrig infrastruktur som strømleverandører, jernbane, gatelys eller veisignal.

Strukturjord på de ulike installasjoner langs banen bør generelt holdes adskilt.

### C.2.2.2 Kontaktledningens slyngfelt

Kontaktledningens slyngfelt er det tverrsnittet kontaktledning eller pantograf kan befinne seg etter et brudd i kontaktledningen eller feil på pantografen. Anleggsdeler innenfor dette området kan bli spenningsatt ved feil.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 136 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent



Figur C-15 SlyngfeltVerdien for X må være 4 meter.  
Øvrige verdier må være i hht EN 50122 og EN 50119

Verdien for X skal være 4 meter. Øvrige verdier må være i hht EN 50122 og EN 50119

Ledende anleggsdeler i slyngfeltet må koples indirekte til returrets via en VLD-F.

Unntak:

- Ledende konstruksjoner mindre enn 15 m i utstrekning, som ikke er fester for elektriske apparater eller ledninger, og der en person som nærmer seg fra hvilken som helst retning kan se om det ligger spenningsatt leder an mot konstruksjonen.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 137 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

- KL-master som er jordet gjennom sitt fundament og ikke er feste for elektriske apparater eller ledninger (utover KL)
- KL-master som er jordet gjennom sitt fundament og er feste for elektriske apparater av klasse 2 som har alle sine anleggsdeler isolert fra mast
- KL-master med mateledning der mateledning enten
  - har rele som monitorerer skjermkvalitet som spenning skjerm/retur mot spenning leder/skjerm, eller
  - det benyttes armert mateledning spesifisert for 1,8/3 kV

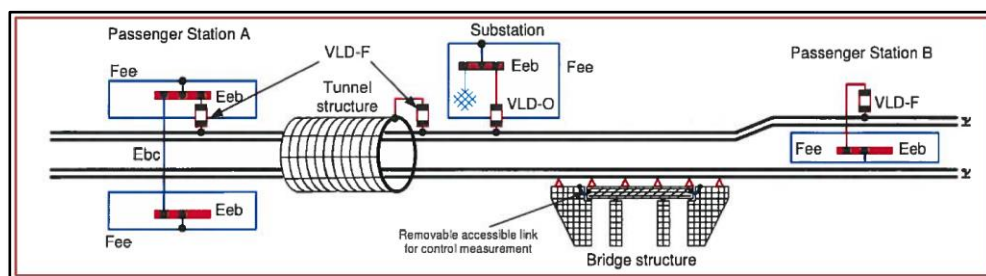
Flere anleggsdeler kan koples til samme VLD-F når koplignene er veldefinert.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 138 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C.2.3 Utforming av de enkelte anleggsdeler

### C.2.3.1 Generelle prinsipper

Alle tegninger i dette kapittelet er normative som prinsippsskisser. I det ligger at plassering, antall og variasjon i komponenter vil variere fra sted til sted, men koplinger av jordforbindelser bør utføres slik det går fram av tegningene.



Figur C-16 Generelt prinsipp for jording og indirekte kopling mot spor

Eeb: Hovedjordskinne (Equipotential earth bar)

Ebc: Utjevningsforbindelse (Equipotential bonding conductor)

Fee: Ringjord (Foundation earth electrode)

Som Figur C-2 viser bør det unngås langsgående jordforbindelser som knytter hovedelementer som stasjoner, tunneler og bruer sammen.

På en holdeplass bør det være utjevningsjord mellom plattformene.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 139 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.2.3.2 Tunneler

Stålstrukturer som holdet isolasjonsplater/duk på plass ligger innenfor slyngfelt. Disse må derfor koples indirekte til spor via VLD-F. Det må sikres at stålstrukturen er koplet sammen elektrisk, enten med min. 35mm<sup>2</sup> kobberledning eller min. ø10mm galvanisert stål. Den horisontale sammenkopplingsledningen bør plasseres ca. 50 cm over SOK.

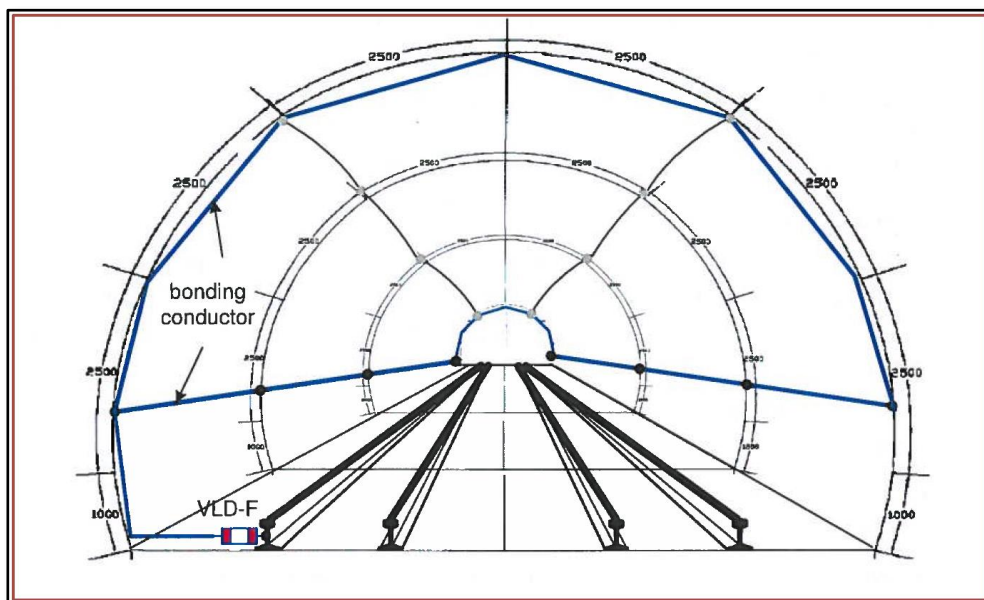
Antall VLD-F koplinger mot spor som må installeres basert på tunnellengde:

< 250 meter; en VLD

250 meter < Tunnel < 500 meter; en VLD ved hver munning

>500 meter; en VLD ved hver munning og videre en VLD hver 500 meter inne i tunnelen.

Seksjonering i tunneler må vurderes når tunnel lengde er >600 meter.



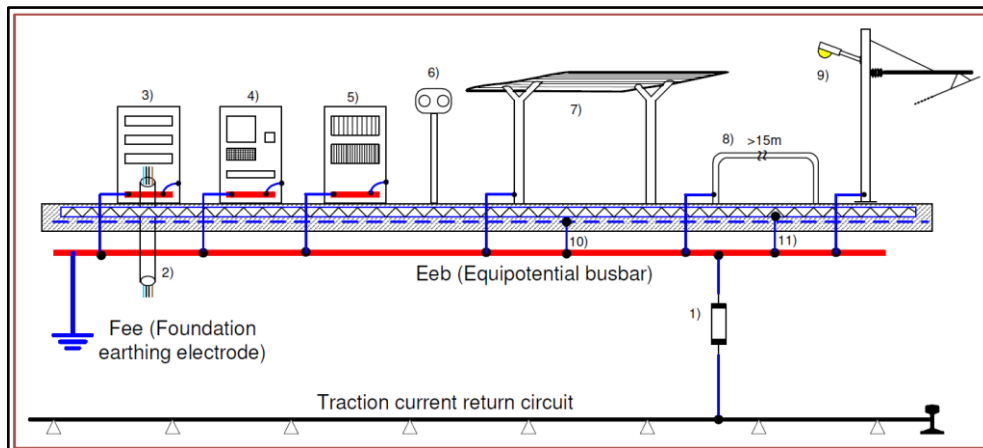
Figur C-17 Sammenkopling og indirekte kopling av stålkonstruksjon mot spor i tunnel

Der stålstrukturen forsetter utenfor tunnelmunning, må stålkonstruksjonen utenfor tunnelen isoleres elektrisk fra stålkonstruksjonen inne i tunnelen.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 140 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.2.3.3 Holdeplasser

Figur 4 viser norm for jording, indirekte kopling mot spor og sammenkopling av skinner og spor på holdeplasser.



Figur C-18 Kopling av stasjonselementer til spor via VLD-F

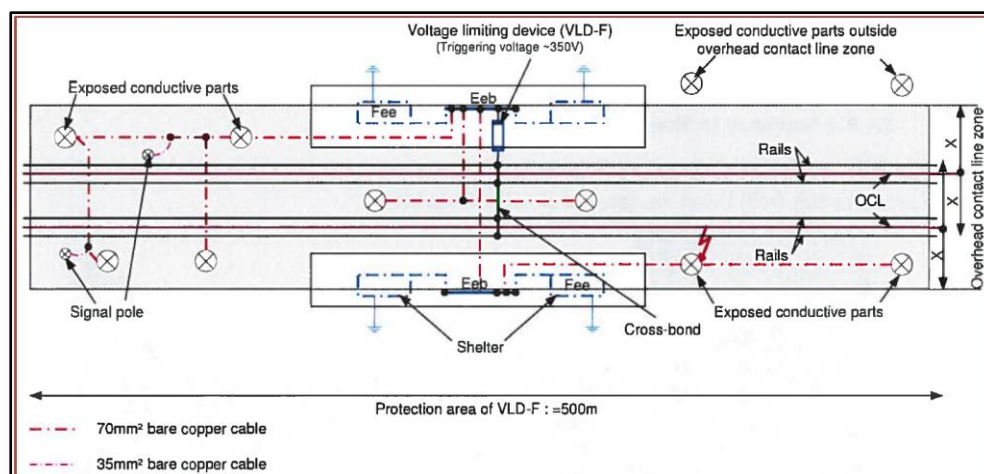
- 1) VLD-F
- 2) Lavspenningskabel uten beskyttelsesjord (TT-system)
- 3) Lavspenningsfordeling
- 4) Billettautomat
- 5) Tele/Signal-skap
- 6) Signalmast med klasse 2 utstyr
- 7) Leskur
- 8) Gjerde
- 9) KL-mast med lysarmatur klasse 1
- 10) Armering i plattform
- 11) Armering/jordtråd i varmekabler

Eeb= Hovedjordskinne (Equipotential busbar)

Fee= Jordelektrode (Foundation earthing electrode)

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 141 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.2.3.4 Utnyttelse av VLD-F til flere installasjoner

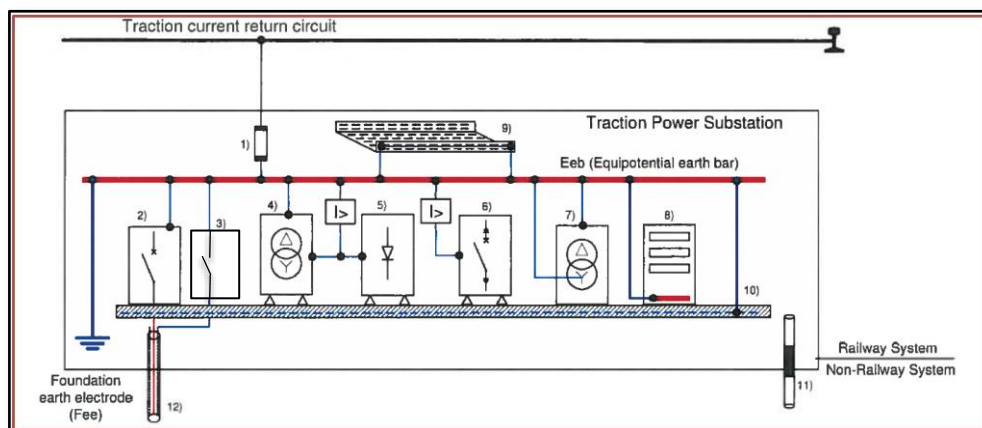


Figur C-19 Viser utnyttelse av en VLD-F til flere installasjoner

Figur C-5 viser at flere installasjoner innenfor et 500 meters område kan benytte samme VLD-F til beskyttelse mot indirekte kontakt.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 142 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.2.3.5 Likeretterstasjoner



Figur C-20 Utførelse av jording og indirekte kopling mot spor på likeretterstasjon

- 1) VLD-O
- 2) Høyspennings-fordeling
- 3) Bryter for vedlikeholdsarbeid i høyspenningsanlegg
- 4) Traksjonskraft-transformator
- 5) Likeretter
- 6) DC Bryterpanel
- 7) Hjelpkraft-transformator
- 8) Lavspennings-fordeling
- 9) Kabelstige
- 10) Bygningens armering
- 11) Rørrinnføring (med isolasjonskopling)
- 12) Høyspenningskabel.  
(Skjerm og armering skal ikke koples til hovedjord.)

Eeb = Hovedjordskinne

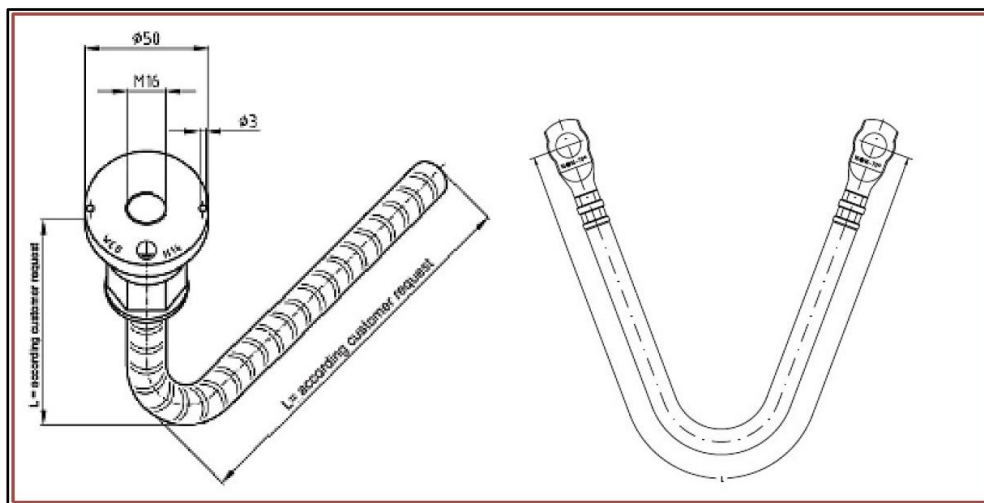
<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 143 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Jording og indirekte kopling mot spor i likeretterstasjoner bør utføres iht. prinsippsskisse Figur 5. VLD-O skal beskytte mot for stor spenningsforskjell mellom spor og jord. VLD-O må begrense denne spenningen til 120V DC. (Bruk av VLD-O er unntatt for likeretterstasjon på depot – se eget kapittel om depot).

### C.2.3.6 Bruer

Armering i brustruktur betong må være elektrisk gjennomkople. Tverrsnitt av langsgående gjennomkople armeringsstål må være minimum 800 mm<sup>2</sup>. I strukturelle skjøter skal kopling mot gjennomgående stål hentes ut på terminaler i rustfritt stål (se Figur C-21 for eksempel) som kan viderekobles til neste struktur med kobberlisser.

Strukturjord i brua må kobles til spor gjennom VLD-F.



Figur C-21 Eksempler for kopling mellom betongseksjoner

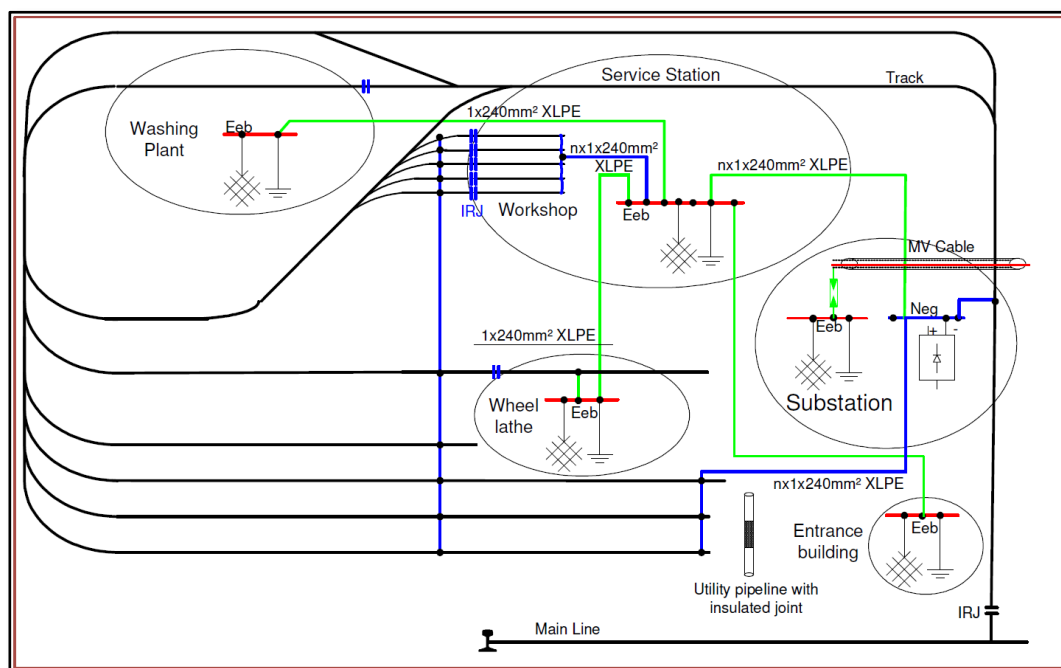
### C.2.3.7 Tverrforbindelser mellom skinner/spor

Ved hver likeretterstasjon må det etableres tverrforbindelse mellom skinner og mellom spor. Langs linjen må det også etableres tilsvarende tverrforbindelser som bør stå ca. hver 200 meter.

Utover dette må det også etableres egne tverrforbindelser mellom skinner. Disse bør stå ca. midt mellom hver tverrforbindelse i foregående avsnitt.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 144 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.2.3.8 Depot



Figur C-22 Typisk layout for Depot

IRJ = Isolerdskinneskjøt (Insulated Rail Joint)

Eeb= Hovedjordskinne (Equipotential busbar)

Figur C-22 viser typisk utforming av jordingsstruktur på depot. Jording av Depotets utstyr må være iht. VDV 506. Likeretterens negative terminal skal koples til jord. Isolerdskinneskjøter benyttes for å forhindre at jordpotensial er koplet til hovedlinjen. Isolerdskinneskjøt mot hovedlinjen skal ha mulighet for å kortsluttes, slik at hovedlinjen kan mates fra depot i en feilsituasjon – og vise versa (depot kan mates fra hovedlinjen).



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 145 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

- Utjevningsledning mellom hovedjordskinner må være isolert (grønn farge på figur 8)
- Jord/nøytralledning fra ikke-bane-installasjoner må være separert fra jordsystemet på depot
- Innkommende rør (vann, avløp, etc ) av ledende materiale må utstyres med isolert kopling.

## C.2.4 Overspenningsbeskyttelse

### C.2.4.1 Funksjonskrav

Normal drift: Overspenningsvernet må være høyohmig og ikke representere en feilkilde ved nominell spenning.

Ved overspenninger: Overspenningsvernet er tilsiktet å uskadeliggjøre overspenninger før isolasjon eller utstyr skades.

Ved havari: Havarerte/defekte vern må ha varsel som er godt synlig ved inspeksjon. Vern ved spesielt viktige funksjoner bør ha overvåkning. Det samme gjelder egne sikringer tilknyttet vernet. Defekte vern bør skiftes ut snarest.

### C.2.4.2 Plassering av overspenningsvern

Overspenningsvern bør plasseres foran og så nær som mulig det objektet som skal beskyttes.

Det bør være en jordelektrode med gode høyfrekvente egenskaper (impulselektrode) i forbindelse med overspenningsvern.

Ledningsføring mellom spenningsførende leder og vern og mellom vern og impulselektrode bør være så kort som mulig og mest mulig rettlinjet – eventuelt i bue med stor radius (> 30 cm). Ledninger bør ikke legges i skarpe vinkler.

### C.2.4.3 Overspenningsvern i kontaktledningsanlegget.

Det må være overspenningsvern i hver likeretterstasjon som beskytter likeretter mot overspenninger. Vern må stå mellom +pol og -pol, og mellom hver pol og jord.

Det skal etableres overspenningsvern i forbindelse med matepunktene i KL-mastene.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 146 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

#### **C.2.4.4 Overspenningsvern i lavspenningsanlegget**

Det skilles mellom grovvern klasse 1 og finvern ("mellomvern") klasse 2 og finvern klasse 3. Selektivitet mellom ulike vern (også evt. foranliggende vern/sikring) må koordineres under planlegging.

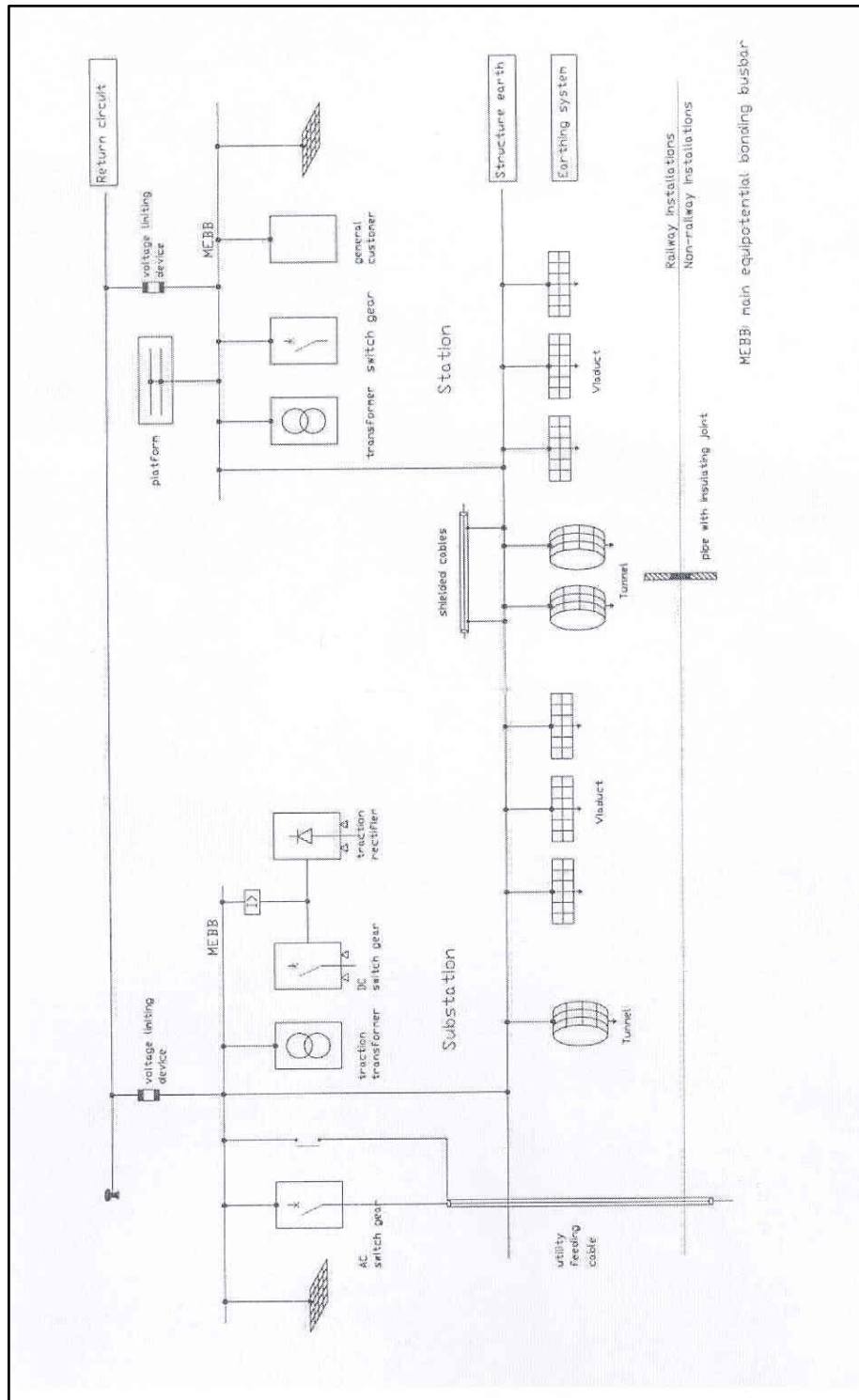
Det bør tas hensyn til nødvendig sikkerhetsavstand til annet utstyr, spenningsførende deler eller jord for å hindre overslag og skade ved utblåsning.

#### **C.2.4.5 Overspenningsvern i signal og teleanlegg**

I tillegg til overspenningsvern på strømforsyningssiden, bør det monteres egne vern for inn- og utgående kabler og linjer i henhold til leverandørens anbefaling.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 147 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent



Figur C-23 Prinsippskisse jording.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 148 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

#### C.2.4.6 Tiltak mot vagabonderende strømmer

Vagabonderende strømmer er spesielt uheldig i DC-forsyning med transport av ioner og korrosjon som resultat.

Generelt er isolasjon av skinner og god langsgående lederegenskaper i skinne viktige parametere. Viktige tiltak som må gjennomføres:

- Gjennomarbeidet jordingsfilosofi
- God dokumentasjon av jordingsplan. Som minimum skal hele banen ha strekningsvise tverrfaglige jordingsplaner som viser alle tilkoplinger til hovedjordskinne, alle tilkoplinger til spor, VLD'er og konstruksjoner som er koplet indirekte til spor.
- Termittsveisede skinneskjøter
- Tverrforbindelser mellom spor
- God drenering

Metalliske rørledninger og lignende legges så langt fra spor som praktisk mulig. Som minimum bør de legges i en avstand >1,5 meter til side for skinne eller >1 meter under skinne.

Den anbefalte maksimale avledning i S/km angitte i EN 50122-2 bør som minimum overholdes.

- Returstrømkretsen (skinnene) skal isoleres fra omgivelsene. Likeretterstasjonenes negative samleskinne og forsyningskabler skal isoleres fra resten av likeretterstasjonens jordingsssystem. Spor- og skinneforbindere samt komponenter som sikkerhetsjordes til returstrømssystemet skal også være isolert fra omgivelsene. Skinnene skal være isolert fra svillene der det benyttes sviller og fra næromgivelse ved fastspor.
- Kontaktledningsmaster utføres med dobbelt isolasjon mellom de spenningsførende delene og mastene. Forsterket isolasjon aksepteres ikke.
- Elektrisk ledende deler plassert innenfor kontaktledningssonen og strømvtagersonen som definert i EN 50122-1, bør isoleres fra omgivelsene og jordes direkte til returstrømkretsen. Kan de ledende delene ikke isoleres fra banens jordingsystem forbindes de kun til dette system, og ikke til returstrømssystemet.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 149 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

- Motstanden i returstrømkretsen skal minimeres i henhold til EN 50122.

#### **C.2.4.7    Overvåking i driftsfasen**

Forhold vedrørende vagabonderende strømmer skal løpende overvåkes når banen er idriftsatt. En del av denne overvåkingen består i løpende kontrollmålinger. Anlegget / konstruksjonene skal under anleggsperioden forberedes for disse målinger, se f.eks. VDV 501.

#### **C.2.4.8    Verkstedsområder**

Verkstedsområder, eller kombinert verksteds- og depotområde utføres som et selvstendig jordingsområde.

Returstrømsystemet og kjørestråmmen på verkstedsområdet skal i normal driftssituasjon være elektrisk atskilt fra kjørestråmmen og returstrømsystemet for fri strekning. Midlertidige sammenkoblinger av anleggene skal kun skje etter spesielle instruksjoner.

Områdets jordingsystem kobles til returstrømsystemet. Returstrømkretsen på verkstedsområdet bør forsterkes mest mulig ved hjelp av kobberkabler med stort tverrsnitt så motstanden til likeretterstasjonens negative samleskinne blir så liten som overhode mulig. Dette vil sikre at mest mulig av likestrømmen holdes i sitt eget returstrømssystem frem for å benytte området jordingsystem.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 150 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 3. Likeretteranlegg



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 151 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **C Elektrotekniske anlegg**

### **C.3 Likeretteranlegg**

#### **C.3.1 Innledning**

Strømforsyningssystemet skal på sikker og pålitelig måte sikre at tilstrekkelig effekt kan forsynes til vognene, slik at disse kan møte de driftsmessige krav.

Strømforsyningssystemet er definert som alle installasjoner nødvendige for å fremføre elektrisk effekt til vognene, herunder alt tilhørende beskyttelsesutstyr, koblingsutstyr, kabel og ledningsføring, transformatorer, likerettere og kontaktledningsanlegg.

#### **C.3.2 Funksjonelle og tekniske krav**

Overordnede normgrunnlag skal være BOStrab.

---

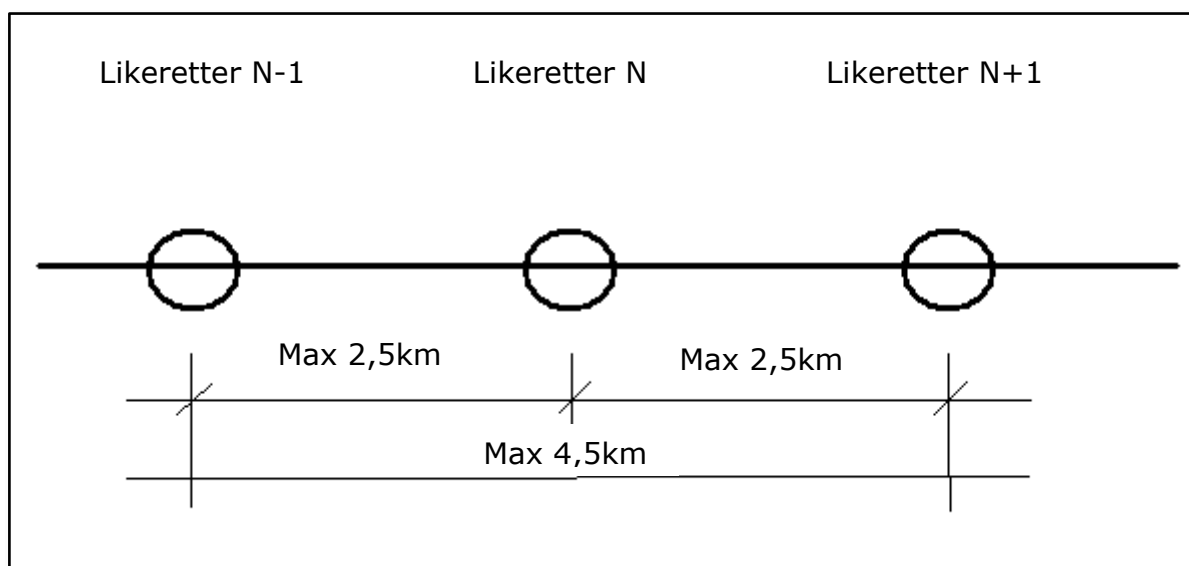
<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 152 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.3.3 Likeretterstasjoner

#### C.3.3.1 Generelle plasseringskriterier

Plasseringskriteriene er gitt for 5 minutters ruteintervall. For andre intervaller må plassering avstemmes i forhold til dette.

Avstand mellom likeretterstasjoner beregnes i tidlige planfaser. Følgende forutsetning legges til grunn før nøyaktige beregninger er utført basert på sporgeometri og aktuelt vognmateriell:



Figur C-24 Generelle plasseringskriterier for likeretterstasjoner (her Omformer).

Det bør være plassert en likeretterstasjon i hver av banens endepunkter. Likeretterstasjoner direkte i endepunktene kan klare seg med 2 strekningsfelter. Likeretter nummer 2 fra enden bør plasseres 1,0 - 1,5 km fra endepunktet

Hvis banen deler seg i en avgreining, bør det plasseres en likeretterstasjon med ekstra strekningsfelter i avgreiningen.

Område for verksted og depot forsynes fra en selvstendig likeretterstasjon eller som minimum fra en egen likeretterenhet i en likeretterstasjon.

Tilsvarende er det satt følgende erfaringsmessig krav til generelle plasseringskriterier i forhold til spor og banens endepunkter (disse avstandene verifiseres i beregningene som angitt foran):



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 153 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	<b>Avstand fra spor</b>	<b>Avstand fra linjens endepunkt</b>
<b>G</b>	< 60 m	< 300 m
<b>Y</b>	60 m – 120 m	300 m – 600 m
<b>R</b>	> 120 m	> 600 m

Tabell C-2 Plassering av likeretterstasjoner

Likeretterstasjoner bør generelt plasseres så tett på banen som mulig av hensyn til minimering av kabelføringsveier. Av samme grunn bør likeretterstasjonene plasseres så nær som mulig inn til eksisterende offentlig 11 kV-nett.

Likeretterstasjoner skal prosjekteres og bygges slik at likeretterstasjonens største interne delkomponent kan skiftes uten driftstans på linjen.

Infrastruktur skal prosjekteres og bygges med to oppstillingsplasser for infrastrukturforvalters driftskjøretøy. Maksimal avstand mellom oppstillingsplass og likeretterstasjon er 10 meter.

### C.3.3.2 Simuleringer

Den effektmessig mest optimale avstanden mellom likeretterstasjonene skal fastlegges på bakgrunn av effektsimuleringer basert på følgende forutsetninger:

- Spenningen på kontaktledningene skal til en hver tid ligge innenfor toleransene angitt i EN 50163 for et 750 V DC system.
- Spenningen på returkretsløpet (skinnene) må være i samsvar med EN 50122-1.
- Langsgående spenningsfall i parallelførte ledende konstruksjoner blir maksimalt 0,1V/m (jevnfør VDV 500 og VDV 501) av hensyn til minimering av vagabonderende strømmer. Det siste inngår ikke direkte i simuleringen men kan senere beregnes ut fra resultatene.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 154 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

- Én vilkårlig likeretterstasjon skal kunne være ute av drift uten at dette medfører noen innskrenkninger i trafikken. Med andre ord, normal rushtidstrafikk (inntil 4 minutters intervall) skal kunne avvikles uten innskrenkninger selv ved utfall av én vilkårlig likeretterstasjon. Ekstraordinær tett togfølgetid (2 min) skal kunne gjennomføres med alle likeretterstasjonene i drift. Driftssimuleringer legges til grunn for togfølgetid.

### C.3.3.3 Mating

På dobbeltsporet strekning skal hver likeretterstasjon mate til hver side med 2 strekningsfelter.

Kjøreledningen for dobbeltspor må være parallellkoblet, unntatt i tunneler.

Utrustningen i likeretterstasjonene bør bestå av tradisjonelle diodelikerettere. Annen likeretterteknologi kan benyttes dersom analyser viser at det er hensiktsmessig.

Hver likeretterstasjon tilsluttes det offentlige forsyning på mellomspenningsnivå (11 kV). Dette gjøres ved å la likeretterstasjonen inngå i nærmeste offentlige 11 kV ring. På denne måte blir det reelt to 11 kV forbindelser til hver likeretterstasjon.

750-Volt matekabler skal være av skjermet utførelse.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 155 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 4. Kontaktledningsanlegg



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 156 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.4 Kontaktledningsanlegg

Prosjektering og bygging av kontaktledningsanlegget skal baseres på retningslinjer i BOStrab og VDV.

For kontaktledningshøyder og systemhøyder, se tabell B-2.

Følgende spesielle spesifikasjoner gjelder:

- Standard systemer:
  - Enkel kontaktledning
  - Enkel kontaktledning med ekstra forsyningskabel
  - Luftledning med bæreline
  - Skinnesystem
- Zik-zak (offset):  $\pm 350$  mm
- Parallell forsyningskabel: fortrinnsvis samme dimensjon og type som forsyningskabel fra likeretter til innmatingspunkt.
- Dimensjon kontaktledning: Ris 120 mm<sup>2</sup>
- Dimensjon bæreline: Cu 150 mm<sup>2</sup>
- Hengetråd: Bronse
- Seksjonsisolator: dimensjoneres for vognhastighet (pantograf) på 80 km/t
- Utliggere: type GRP
- Vekslingsfelt og seksjonsfelt bygges over 3 mastespenn
- Strekkraft for kontaktledning og bæreline: min 8 kN max 12 kN
- Dimensjonerende vindhastighet: 30 m/s
- Tilkobling av returledninger til skinner med skrudde forbindelser
- Master: Dimensjoneres i henhold til beregnede krefter på masten, med sikkerhetsfaktor i henhold til relevante standarder.
- Master skal i utgangspunktet benyttes for oppheng av kontaktledningsanlegget, men veggfester kan benyttes der stedlige forhold gjør dette mest egnet.
- Fundamenter: utformes i forhold til stedlige grunnforhold og belastninger
- Utendørs skillebrytere skal være motordrevet.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 157 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

#### Tunnel / tunnelportal

- Elektrifisering skal skje med nedhengte master plassert i tunnel- eller portaltaket mellom sporene.
- Høyde i tunnelen og ved portalen bør være lik.

#### Ny bro

- Systemstandard som for tilgrensende strekninger.
- Masteplasseringer som for tilgrensende strekninger.
- Kjøretrådshøyder og systemhøyder som for tilgrensende strekning.

#### Verksted/depot

- Masteplasseringer må ta hensyn til andre trafikk i området samt behov for vedlikehold og rengjøringsarbeid.

### **C.4.1 KL – Ramping (Stigning og Stigningsendring)**

Endringer av KL-høyde skal holdes til et minimumsnivå og innenfor de verdiene vist i tabellen nede:

Hastighet Km/t	Anbefalt stigning (Promille)	Maksimum stigning (Promille)	Maksimum endring i stigning (Promille)
30	20	40	20
50	15	30	15
60	10	20	10
80	5	10	5

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 158 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 5. Banesignal og sporvekselstyring



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 159 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.5 Banesignal og sporvekselstyring

#### C.5.1 Banesignalanlegg generelle krav

Banesignalanlegg skal forhindre sammenstøt mellom vogner.

Banesignalanlegg skal være autonome. De skal fungere uavhengig av banesignalanlegg for andre områder og uavhengig av driftssentralen.

Banesignalanleggenes kjøresignaler skal være utformet i henhold til RDI Vedlegg 4 Skilt og signaler. Synbarhetsplate FS skal benyttes.

Banesignalanlegg kan ha Automatisk-Tog-Stopp (ATS) som utløser vognens bremses ved passering av stoppsignal. For å utløse vognens bremses benyttes det en magnet i sporet. ATS skal kunne oppheves ved nøkkelbryter i vogn dersom spesielle forhold tilsier at kjøring kan tillates.

For å kunne detektere vogner inn til signalerte områder tillates deteksjonsutstyr av typen signalløyer, kortslutningssløyer og akseltellersystemer. Akseltellersystem må kunne håndtere hjuldiametre fra og med 280 mm til og med 1100 mm.

Deteksjonsanlegg basert på signalløyer (Vetag) skal i tillegg ha lokalt rutevelgerpanel. Signalløyer skal skiltes med koplingskilt St1.

Det skal være mulig å nullstille lokalt signalanlegget fra driftssentralen.

Status fra komponenter ute i anlegget og kontrollere i banesignalanleggets styresystemer skal kunne overvåkes fra Driftssentralen.

Tunneler kan være delt opp i en eller flere signalerte strekninger, inkludert evakueringsone i begge ender av tunnelen(e). I enkelte tilfeller vil det også være hensiktsmessig å forlenge tunneler virtuelt (signalert strekning) eller etablere egne signalanlegg i dagstrekkområder dersom lokale forhold krever dette for å kunne opprettholde en høyere hastighet.

#### C.5.2 Sporvekselstyring generelle krav

Sporvekselsignaler skal være utformet i henhold til RDI Vedlegg 4 Skilt og signaler. Synbarhetsplate FS skal benyttes.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 160 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

En av signalaspektene W1/W2/W3, W11/W12/W13 skal alltid lyse. Signal W16 er normalt mørkt og tennes ved forriglet sporveksel.

Anrop til en sporveksel skjer via en signalsløyfe (Vetag-anlegg). Sikkerhetssystemet for sikker togframføring over en sporveksel skal bestå i et ytre og et indre sikkerhetssystem. Det ytre systemet arbeider med vognidentitet og informasjon om veivalg. Det indre systemet består av en vogn-detektor. Dette systemet forhindrer omlegging av sporveksel når den ikke er fri.

Sporvekselvalg skal normal skje vha. signalsløyfe i spor. I tillegg kan rutevelgerpanel lokalt benyttes. I spesielle tilfeller kan rutevelgerpanel benyttes alene.

For å kunne detektere vogner inn til signalerte områder tillates deteksjonsutstyr av typen signalsløyfer, kortslutningssløyfer og akseltellersystemer. Akseltellersystem må kunne håndtere hjuldiametre fra og med 280 mm til og med 1100 mm.

Deteksjonsanlegg basert på signalsløyfer (Vetag) skal i tillegg ha lokalt rutevelgerpanel. Signalsløyfe skal skiltes med koplingskilt St1.

Det skal være mulig å nullstille lokalt signalanlegget fra driftssentralen.

Vognen anroper sporveksel med sin vogn-ID ved et anropspunkt. I sitt anrop ber vognen også om ønsket kjøreretning. Dersom ønsket kjøreretning ikke er i konflikt med allerede anropte ruter, så legges og forrigles veksler i korrekt posisjon og tilhørende sporvekselindikatorer viser korrekt posisjon vha. signal W11, W12 eller W13 i kombinasjon med signal W16. Når vognen har passert sporveksel, passerer den et avmeldingspunkt. Passeringen av dette punktet frigjør sporveksel slik at andre vogner kan anrope sporveksel og signal W16 slukker.

Det skal ikke være mulig for andre vogner å få ruter der forriglede sporveksler må passeres.

Ved behov skal sporvekselstyringsanlegget kunne memorere flere sporvekselanrop. Stoppunkt for bakenforliggende sporvogn skal angis med varselskilt Sh7.

En sporveksel hvor kjørehastighet er høy skal ha en lang anropsstrekning, mens en sporveksel i nærheten av en holdeplass kan klare seg med en kortere anropsstrekning. Punkt for anrop og avmelding skal vurderes og avgjøres i hvert enkelt tilfelle.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 161 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Sporvekselstyringsanlegg skal være autonome,- de skal bare kunne styres av spurvognen eller ved betjening av lokalt rutevalgspanel.

Unntak: Inne på driftsområder tillates sporveksler styrt fra driftssentralen som en del av et DMS-anlegg og det er ikke krav om styring fra vogn eller lokalt nøkkelpanel.

Sporvekselstyringsanlegg skal resettes automatisk etter manuell betjening av elektrisk sporveksel.

Status fra utendørskomponenter og kontrollere i sporvekselstyringsanleggene skal kunne overvåkes fra Driftssentralen.

For signalhoder som viser kjøreretning/rutevalg vises dette som tall når en rute er valgt. Dersom det ikke er noen valgte ruter vises to horisontale streker i signalet (^- ^).

Sporvekselsignalene plasseres på egen stolpe eller på KL-mast nær tungespiss.

Ved anropspunkt for sporveksel skal føreren ha mulighet fra vogn å overstyre sporvekselposisjon. For å sikre at rett vogn kommuniserer med rett signal skal sender og mottager plasseres slik at mottager ligger under vognen ved kontakt med signalet. Plassering av signalsløyfe (mottaker) skal skiltes med koplingskilt St2.

Overgangssporveksler, hvor begge sporvekslene er elektrisk drevet, bør ha sikkerhetsfunksjon slik at begge veksler må ligge i riktig posisjon før passering tillates.

For å kunne detektere vogner tillates deteksjonsutstyr av typen massedetektorer, kortslutningssløyfer og akseltellersystemer. Akseltellersystem må kunne håndtere akslinger mellom fra og med 280 mm til og med 1100 mm. Akseltellere bør ikke benyttes i område med blandet trafikk eller på planoverganger.

### **C.5.3 Signalanlegg for enkeltsporet drift**

Under prosjektering av spor må det ta hensyn til eventuell enkeltsporet drift i forbindelse med driftsforstyrrelse (vedlikehold, ulykke, osv.).

Driftsplan for enkeltsporet drift som tillater drift av trafikk med lav frekvens må utarbeides i prosjekteringsfasen.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 162 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

Det stilles ikke krav om banesignalanlegg for enkeltsporet drift. For tunneler med en blokksoner kan det vurderes i spesielle tilfeller. For tunneler med flere blokksoner skal det vurderes om signalanlegget også skal omfatte enkeltsporet drift.

#### **C.5.4 Anlegg for driftsområder**

Banesignal og sporvekselstyringsanlegg på driftsområder skal kunne knyttes opp mot et driftshåndteringssystem (Depot management system (DMS)).

På driftsområder benyttes normalt bare kjøresignal F5 og sporvekselsignaler W11, W12, W13 i kombinasjon med W16. Ref.: RDI Vedlegg 4 Skilt og signaler.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 163 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 6. Publikumsinformasjonssystem



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 164 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.6 Publikumsinformasjonssystem

Informasjonsanlegget skal oppfylle de krav som stilles til slike anlegg i henhold til BOStrab.

#### C.6.1 PA-System

Det skal installeres PA-system på alle holdeplasser. Systemet skal være koblet opp mot sentralt kontrollrom

Systemet skal håndtere både annonsering individuelt på inngående og utgående plattform samt felles annonsering.

Det skal være mulig med enten direkte anrop til publikum eller avspille innspilte meldinger.

Det skal være mulig med oppkall til individuelle holdeplasser, grupper av eller alle holdeplassene

Systemet skal ha automatisk funksjon for volumjustering mot bakgrunns støy på holdeplass.

#### C.6.2 Nødtelefon på holdeplasser

I nødsituasjoner skal det være mulig for publikum å kontakte operatør på driftssentralen. Alle nødsamtaler skal kunne lagres

#### C.6.3 Informasjon til publikum på holdeplassene - PID

Anlegget skal gi visuell informasjon til publikum på holdeplassene om antall minutter til Bybanens neste avganger. Som et minimum skal det være mulig å vise de neste 2 avgangene, og en linje med generell informasjon.

Det skal være tidsangivelse (klokke) på holdeplassene.

Avgangsinformasjonen skal også kunne formidles til synshemmede.

Informasjon om tid til de neste avgangene skal gis i hele minutter.

Informasjonsanlegget skal tilpasses den typen holdeplassutforming som velges.

Visuell informasjon skal være godt synlig under alle lysforhold fra hele holdeplassen.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 165 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

Informasjon til publikum skal ikke være sjenerende.

Anlegget skal produsere logg over hvilken informasjon som er sendt når for hvert enkelt skilt.

Det må ikke være begrensning i antall enheter som kan kobles til anlegget.

#### **C.6.4 Interaktiv Informasjonssystem**

Interaktiv informasjonssystem er ikke en del av jernbaneinfrastrukturen.

Systemet har som mål å gi informasjon til publikum for planlegging av reisen.

Informasjonssystemet bør kunne gi rute- og sanntidsinformasjon til publikum via medium som internett, SMS og telefon.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 166 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 7. Trafikksignalanlegg



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 167 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.7 Trafikksignalanlegg

Trafikksignalanlegg er ikke en del av jernbaneinfrastrukturen.

Trafikksignalanlegg er nødvendig i en del vegkryss / fotgjengerovergang hvor hensynet til trafiksikkerhet og avviklingsforhold ikke kan løses med andre krysstyper. Trafikksignaler bør etableres på de stedene hvor det er nødvendig for å sikre banens fremkommelighet.

Krav for trafikkstyring av Trafikksignalet skal være i henhold til de retningslinjer gitt for slike anlegg i Staten vegvesen sine håndbøker (Trafikksignalanlegg, Håndbok 142).

Signalvedtak som gir anledning til oppsetting av Trafikksignalanlegg fattes av Statens vegvesen, Vegdirektoratet.

For trafikksignaler benyttes kjøresignaler 1088 hvor sporvogn fremføres i blandet trafikk og kjøresignal AF hvor banen er definert som jernbane. Ref.: RDI Vedlegg 4 Skilt og signaler.

For å sikre god fremkommelighet for Bybanen skal det etableres et prioriteringsanlegg i Trafikksignalanlegget som gir banen prioritet i alle gatekryss med Trafikksignalanlegg. Dvs. «grønt» signal for bane slik at vognpassering skjer uten forsinkelser.

#### C.7.1 Prioriteringsanlegg

Anlegget skal gi melding til Trafikksignalanlegget når vognsettet er ved gitte deteksjonspunkter (innmeldingspunkt, reservepunkt og utmeldingspunkt). Innmeldt sporvogn skal angis med klareringssignal A4 eller A4b. Ref.: RDI Vedlegg 4 Skilt og signaler.

Anlegget skal også håndtere driftskjøretøy og -sporvogn på eller langs skinnegangen.

Prioriteringsanlegget skal ha en nøyaktighet og kvalitet som muliggjør at vogn kan passere veikrysset uten å måtte sakke ned på farten, samtidig som at stopptid for kryssende trafikk blir på et minimum.

Anlegget må ha en god løsning for prioritering også der terminal/holdeplass ligger rett før lysregulerte kryss.

Bybanen skal prioriteres i signalanleggene uavhengig av antall passasjerer, tid på døgnet og uavhengig av eventuelt avvik fra ruteplan.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 168 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Det er tre måter Bybanen kan gjøre anrop dvs. innmelding om prioritering i Trafikksignalanleggene.

- Automatisk vogndeteksjon ved passering av deteksjonspunkter
- Manuelt anrop fra trykknapp(er) om bord i vogn/kjøretøy anroper Trafikksignalanlegget direkte.
- Nøkkel på signalstolpe - Anrop fra vognfører som vrir en medbrakt nøkkel i en nøkkelbryter på stolpe for primærsignal.

Når vogn kjører inn i krysset skal den fysisk meldes ut via en utmeldingsdetektor for å gi maksimum kapasitet for kryssende trafikk. Det skal også være en time-out i Trafikksignalanlegget som gir utmelding av vogn om det er feil på utmeldingssignalet fra prioriteringsanlegget.

### **C.7.2 Lyshoder**

I størst mulig grad samordnes trafikksignalanleggene, belyningsanleggene og kontaktledningsanleggene slik at lyshodene for trafikksignalanlegget kan monteres på kontaktledningsmaster eller belyningsmaster.

Alle signalbilder (lyshoder) styres av styreapparatet til trafikksignalanlegget.

Anropsindikator skal etableres på primærsignalene for signalgruppene som Bybanen trafikkerer. Indikatoren tennes så snart vognen har anropt signalanlegget. Anropsindikatoren skal være tent inntil vognen blir utmeldt / time-out.

For banelegeme i plan med gate/vei benyttes hvite signaler – ellers benyttes gule.

Primærsignalene med integrert anropsindikator er vist i RDI.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 169 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **C.7.3 Styreskap**

Kobling av trafikksignalanlegg Styreskap skal utformes og bestykkes i henhold til krav fra det lokale veivesenet.

Det skal være to uavhengige styreapparat (PLS): ett styreapparat som styrer Trafikksignalanlegget og ett for prioriteringsanlegget som håndterer vogndeteksjon.

I utgangpunkt bør styreapparat for trafikksignalanleggene tilknyttes vegvesenets sentrale signalovervåkingsanlegg (VTS).

Styreapparat for prioritering skal tilknyttes Bybanens SCADA system for alarm og statusovervåking fra driftssentralen.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 170 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 8. Kontroll- og overvåkingsanlegg



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 171 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.8 Kontroll- og overvåkingsanlegg

SCADA, CCTV, AVL og DMS er en integrert del av den overordnede driftssentralen for Bybanen. Systemene skal samlet sett gi en helhetlig overvåking og kontroll over anlegget både med hensyn på operativ drift av banen og for drift og overvåking av de tekniske systemene.

Driftssentralen skal ha UPS forsyning med 4 timer backup for alle kritiske deler for å sikre drift av sentralen og dens systemer ved bortfall av normalkraft.

Alle kritisk sentralsystemer for drift og overvåking av banen skal være med redundante server.

Servere for kritiske system skal ha dublerede uavhengige kraftforsyninger som forsynes henholdsvis fra normal kraft og uavbrutt strømforsyning (UPS).

For redundant server system skal oppstartstid for backup serveren være på maks. 1 minutt.

Kommunikasjon mot underliggende system skal skje via TCP/IP.

#### C.8.1 Overvåking av tunneler

Tunneler skal ha beskyttelse og barrierer for uønsket trafikk.

Ved tunnelmunninger skal det være overvåkingskamera, det skal skiltes og være fysisk barriere i gangbane som tydeliggjør at området er forbudt for uvedkommende. Det skal finnes mulighet for å fjernstyre lys i tunnel.

Dersom risikovurderingen viser at andre tiltak er nødvendig kan persondeteksjon være aktuelt. Dersom anlegg for persondeteksjon skal bygges, skal det fungere etter følgende kriterier:

- Alarm skal genereres på driftssentral om noen nærmer seg tunnelportal.
- Tunnellys skal automatisk tennes.
- Kameraer automatisk styres mot munning.
- Ved feil på deteksjonssystemet skal lys tennes automatisk og alarm til sentralt overvåkingssystemet genereres.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 172 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### C.8.2 AVL - Automatisk vogn lokasjon

Systemet skal gi sanntidsinformasjon om vognsettets posisjon med høy nøyaktighet inklusiv hvilket spor og bevegelsesretning. Operatør på driftssentralen skal ha tilgang på komplett oversikt av vogners posisjon og bevegelsesretning i sann tid med hensyn på tidtabell/frekvens. Systemet skal kunne gi informasjon med 10 sekunder eller bedre oppløsning.

Viktige funksjoner:

- Sanntids info til publikum gjennom PIS (display på holdeplass)
- Flåtestyring
- Avviks-håndtering ved driftsforstyrrelser
- Produksjon av statistikk og rapporter for operativ drift

Unormale hendelser skal vises på skjerm og være enkelt å detektere for en driftsoperatør.

Det skal være mulig å importere tidtabeller fra ekstern kilde som for eksempel Hastus format.

Systemet skal kunne utføre reguleringer basert på tidtabell eller basert på frekvens (intervall).

Systemet skal kunne utveksle sanntidsinformasjon mot tredjepartssystem via åpne standerprotokoller som SIRI eller tilsvarende.

### C.8.3 ITV (CCTV)

Det skal monteres CCTV på følgende steder:

- På holdeplasser skal det monteres kamera for overvåking av billettautomater og av/påstigning fra bybanevogner
- På depoter og ved tunnelportaler skal det monteres kamera ifb. med overvåking/inntrenging
- Det skal vurderes i hvert enkelt tilfelle om det er nødvendig med kamera i veikryss.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 173 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

På driftssentral skal det installeres nødvendig utstyr for langtidslagring av videobilder for hvert kamera. Det skal være mulig å hente ut videobilder og eksportere disse. Lagring og eksport av video bilder skal være iht. gjeldende retningslinjer fra datatilsynet.

Områder som ikke er tillat vist skal maskeres vekk i videobildet.

#### **C.8.4 Driftskontrollanlegg - SCADA**

Det skal installeres et SCADA system som en integrert del av overordnet operatør sentral. Systemet skal ivareta overvåking, alarmering og styring av alle tekniske installasjoner ved Bybanen.

SCADA systemet skal være redundant.

Alarmene skal prioriteres i alarmgrupper og kunne rutes til forskjellige brukergrupper.

#### **C.8.5 Undersentraler generelt (PLS)**

Det etableres undersentraler for overvåking og styring av tekniske installasjoner. Undersentraler skal bygges opp rundt en PLS med lokal og distribuert I/O. PLS skal være modulært oppbygget.

Det foretas en vurdering for hver enkelt lokasjon for hvilke system og anlegg som skal styres og overvåkes.

Undersentralene skal dimensjoneres for minimum 30 % utvidelseskapasitet i form av ledige kortplasser og behandlingsskapasitet samt 10 % installert reserve I/O.

##### **C.8.5.1 Undersentraler for Likeretterstasjoner**

I hver likeretterstasjon skal det installeres en undersentral som overvåker og styrer tekniske installasjoner.

Følgende funksjoner etableres:

- Overvåking/styring av lastskillebrytere/effektbrytere/linjebrytere
- Overvåking av transformatorer
- Overvåking av likeretter
- Overvåking av dører og romtemperatur
- Overvåking av vern, brytere, sikringer og belysning
- Brannalarmsentral
- Innbruddsalarmsentral

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 174 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **C.8.5.2 Undersentraler for Fordelinger**

I hver frittstående fordeling skal det installeres en undersentral som overvåker og styrer tekniske installasjoner.

Følgende funksjoner etableres:

- Overvåking av dører.
- Overvåking av vern, brytere og sikringer
- Styring av lys

Styring av varmekabler på plattformer kan vurderes om skal utføres fra egen lokal kontroller.

### **C.8.5.3 Undersentraler for tunnel**

I hver tunnel skal det installeres en undersentral som overvåker og styrer tekniske installasjoner i tunnelen.

Følgende funksjoner etableres:

- Overvåking/styring av elektrofordelinger
  - Overvåking av nødtelefonskap/brannskap
  - Overvåking/styring av alt lys i tunnel
  - Overvåking/styring av brannventilasjon der dette finnes
  - Overvåking/styring av pumpeump der dette finnes
  - Overvåking/varsling av uønsket trafikk som kan medføre fare for vognsett
-

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 175 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 9. Radio- og nødsamband



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 176 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektrotekniske anlegg

### C.9 Radio- og nødsamband

#### C.9.1 Radiosamband (TETRA)

Det skal etableres et TETRA samband for å sikre en sikker og effektiv kommunikasjon for operativ drift av banen. Primært skal radiosambandet brukes for kommunikasjon mellom driftssentralen og vognførere men skal også kunne brukes av vedlikeholdspersonell og eventuelt andre dedikerte grupper.

Radiosambandet skal være mulig å dele opp i logiske grupper og det skal også være mulig å snakke mellom disse gruppene.

Redundante systemer skal benyttes for å oppnå høy tilgjengelighet. Systemene skal forsynes fra normal kraft eller UPS med 4 timer batteri back-up.

Alarm sendes til driftssentral ved feil på basestasjon eller repeater.

TETRA-systemet skal være uavhengig av andre systemer, radiokommunikasjonen skal ikke påvirkes av at andre systemer er ute av funksjon (med unntak av LAN).

Følgende samband skal etableres:

- **Driftssamband:** 2-veis radiosamband (voice + data) mellom vognfører og driftssentral. For dette skal det monteres en fast ombord radio i hver vogn samt at hver vognfører skal ha en håndholdt radio som kan benyttes hvis vognfører må forlate vognen. Den fastmonterte radioen kan også benyttes for samtidig datatrafikk som for eksempel sanntidsinformasjon om vognsettets posisjon.
- **Vedlikeholdssamband:** 2-veis radiosamband for vedlikeholdspersonell.

#### C.9.2 Nødsamband for redningsetater

I tunneler skal det etableres nødkommunikasjonssystem for lokale redningsetater tilpasset deres systemer.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 177 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

### **C.9.3 GSM**

Det skal være mulig for kommersiell aktør å installere utstyr for GSM samband for publikum i tunneler. Det bør være mulig for aktørene å koble seg inn på strålekabel i tunnel. Det bør avsettes plass for GSM utstyr i tekniske rom.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 178 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 10. LAN



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 179 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## C Elektroteknisk anlegg

### C.10 LAN

#### C.10.1 Generelt

Det skal etableres redundante datanettverk for de tekniske anleggene langs banen. Disse nettverkene skal kobles opp mot et redundant nettverk på driftssentralen.

Det skal etableres nødvendige brannmurer og sikkerhetsfunksjonalitet for å forhindre uønsket inntrenging mot nettverkene. Feil i et nettverk skal ikke påvirke driften på et annet nettverk.

Alle nettverk skal være Ethernet TCP/IP med nødvendig båndbredde til å ivareta forventet funksjonalitet mellom utstyr ute i feltene (langs banen) og sentralutstyr på driftssentral.

Det skal være mulig med sikker oppkobling mot sentral anlegg for fjernservice og support fra leverandører

#### C.10.2 Fibernettsverk

Langs banen skal det etableres singlemode fiberkabler som et redundant ringnett. Fiberring skal etableres ved bruk av uavhengige kabeltraseer.

Ved hver fordeling/styreskap og likeretterstasjon skal det etableres en skjøtekum med fiber inn til patchepanel i de respektive undersentraler/nettverksutstyr.

Det skal avgrenses fibre til de enkelte skap/switcher på en slik måte at bortfall av en strømforsyning (dette inkludere også en BBK kiosk) ikke bryter kommunikasjonen hverken ovenfor eller nedenfor feilstedet for et nettverk.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 180 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## C-Elektrotekniske anlegg

### 11. Bredbåndsnettverk for publikum



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 181 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

## **C Elektroteknisk anlegg**

### **C.11 Bredbåndsnettverk for Publikum**

Bredbåndsnettverket er ikke en del av jernbaneinfrastrukturen.

Bybanen skal utstyres med trådløst bredbåndsnettverk som gir publikum tilgang til internett om bord i vognsettene. Bredbåndsløsningen skal ha tilstrekkelig kapasitet til 50 samtidige brukere per vognsett.

Det presiseres at det trådløse nettet skal utføres i henhold til Post og Teletilsynets regelverk.

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 182 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## **Teknisk regelverk for bygging og prosjektering**

### **C-Elektrotekniske anlegg**

#### **12. RAMS-krav for tele- og signalanleggene**



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 183 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## C Elektroteknisk anlegg

### C.12 RAMS-krav for tele og signalanleggene

For tele- og signalanleggene gjelder RAMS-krav definert i dette kapittelet.

Banesignal og sporvekselstyring skal ha en tilgjengelighet på min. 99,97 % per 10 km dobbeltspor.

Prioriteringsanlegg skal ha en tilgjengelighet på min. 99,97 % per 10 km dobbeltspor.

Radioanlegget TETRA skal ha en tilgjengelighet på min. 99,99 % for sentralsystemer inkl 10 km dobbeltspor. For sporforlengelser kreves 99,995% per 10 km dobbeltspor.

TETRA infrastrukturen regnes som tilgjengelig når det er fungerende radiodekning på 100% av strekningen og minst 50% av installert terminalutstyr i OCC er operativt.

Bredbåndsanlegg for publikum skal ha en tilgjengelighet på min. 95 % per 10 km dobbeltspor.

Anlegg for persondeteksjon i tunnel skal detektere personinntrenging og varsle vognfører på en sikker måte iht. BST 5.7.8.

Deteksjon av personinntrengning skal ha en Total Hazard Rate (THR) på  $\leq 1 \cdot 10^{-2}$  for falsk alarm og  $\leq 1 \cdot 10^{-3}$  for manglende deteksjon (feil på lys med tilhørende strømforsyning inngår ikke i THR-kravet).

Anlegget skal ha en tilgjengelighet på min. 99,5% per tunnel.

SCADA skal formidle styring og overvåking på en sikker måte. Tolerable Hazard Rate (THR) for funksjoner for trafikkleder og ansvarlig for kobling er  $\leq 1 \cdot 10^{-4}$ .

Anlegget skal ha en tilgjengelighet på min. 99,9% for sentrale system og 99,95% per 10 km dobbeltspor.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 184 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

AVL-systemet skal detektere, formidle og vise vognenes plassering i henhold til spesifikasjon.

Tilgjengelighet skal være min. 99,5% for sentrale systemer og 99,5% per 10 km dobbeltspor.

Øvrig: Alle andre system skal ha en tilgjengelighet på 99% per 10 km dobbeltspor

---



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 185 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## D-Endringslogg



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 186 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## D Endringslogg

### Endring 05.02.2019

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
A.1	Kapitel A.1.4 er lagt til: Beskrivelse av bruk av revisjoner av referanser/normer.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
A.4	Fjernet setningen «Ny EN61000-4-5 i 2006».  Fjernet hyperkoblinger.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
A.5	Fjernet setningen «(Ny T-1442 2012).	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
A.5	Emisjonsdata for Bybanen er oppdatert og referanse til Nordisk beregningsmetode er lagt til	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B1.4	«Jerbaneverket» endret til «Bane NOR»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.1	«håndbok 018 Vegbygging» endret til «håndbok N200 Vegbygging»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.1	«JD 530 kapittel 10 (Pukkrav)» endret til «JD 530 kapittel 10 (Ballast)	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.1	«JD 531 kapittel 6 (Nøytraltemperatur)» endret til «JD 531 kapittel 6 (Helsveist spor)»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 187 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.1.4.2.1	«EN 13674-1 datert sep.2003» endret til «EN 13674-1»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.2.1	«OR 13.1 datert des. 1995 som henviser til den foreløpige utgaven av ny europeisk standard» endret til «OR 13.1»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.2.2	Endret toleranse på sporvidde fra ±2mm til +2/-1.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.3.1	«EN 14811:2006» endret til EN «14811». «EN13481 – 5:2012» endret til «EN13481 – 5»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.3.2	«EN13481 – 5:2012» endret til «EN13481 – 5»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.5	Tilført kapittel B.1.4.5 Sporet geometri.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.6	Tilført kapittel B.1.4.6 Ledeskinne	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.4.7	Tilført kapittel B.1.4.7 Sporet beliggenhet	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.5.1	«Kollektivtransportproduksjon AS Oslo, Teknisk regelverk, Prosjektering Overbygning, IE- 600-OT0000-AC-0001, versjon 02G»  endret til  «Sporveien AS Oslo, Teknisk regelverk, Prosjektering Overbygning, IE-600-OT0000- AC-0001»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 188 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.1.5.1	«Kollektivtransportproduksjon AS Oslo, Teknisk regelverk, Bygging Overbygning, IE-600-OT0000-AC-0002, versjon 02G»  endret til  «Sporveien AS Oslo, Teknisk regelverk, Bygging Overbygning, IE-600-OT0000-AC-0002»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.1	«håndbok 015 Feltundersøkelser» endret til «håndbok R211 Feltundersøkelse»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.1	«håndbok 014 Laboratorieundersøkelser» endret til «håndbok R210 Laboratorieundersøkelser»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.1	«håndbok 018 Vegbygging» endret til «håndbok N200 Vegbygging»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.1	«håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging» endret til «håndbok V220 Geoteknikk i Vegbygging»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.1	«Jerbaneverket» endret til «Bane NOR»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.2	«Jerbaneverket» endret til «Bane NOR»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.2	«håndbok 021 Vegtunneler» endret til «håndbok N500 Vegtunneler»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 189 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

		S: Ingen endring
B.2.2	«håndbok 163 Vann- og frostsikring» endret til «håndbok R510 Vann- og frostsikring»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging» endret til «håndbok V220 Geoteknikk i Vegbygging»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«håndbok 018 Vegbygging» endret til «håndbok N200 Vegbygging»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«Jerbaneverket» endret til «Bane NOR»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«NS-3490» endret til «NS-EN 1990»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«NS-3473» endret til «NS-EN 1992»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«håndbok 026 vegbygging Prosesskode 2» endret til «håndbok N400 Bruprosjektering»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«C45 SV-40» endret til «B35 (ref NS-EN 206-1)»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«C55 SV-40» endret til «B45 (ref NS-EN 206-1)»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«Miljøklass MA» endret til «Miljøklass M45»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«håndbok 185 Bruprosjektering» endret til «håndbok N400 Bruprosjektering»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 190 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.2.3	«håndbok 184 Lastforskrifter for bruker og ferjekaier i det offentlige vegnett» endret til «håndbok N400 Bruprosjektering»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«håndbok 231» endret til «håndbok N101»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«NS 3491-4» endret til «NS-EN 1991»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«NS 3472» endret til «NS-EN 1993»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«NS 3473» endret til «NS-EN 1992»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«JD 525 kapittel 6.4.1» endret til «JD 525 kapittel 5, kapittel 6.4.1» Opprinnelig referanse var upresis	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	«Statens vegvesen, håndbok 184, kapittel 7.1» endres til «Statens vegvesen håndbok N400»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3	« <u>Jordskjelv</u> : Statens vegvesens regelverk benyttes, Håndbok 184 Lastforskrifter, versjon 2001-1.»  endret til  <u>Jordskjelv</u> : Statens vegvesens håndbok regelverk benyttes, N400 Bruprosjektering	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.4	«C45 SV-40» endret til «B35 (ref NS-EN 206-1)»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 191 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.2.5	«håndbok 184» endret tilt «håndbok N400»	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B2.8	Trekkerør: Fargen er endret fra oransje/blå til rød. Alle trekkerør merkes i trekkekummer med en merkelapp som inneholder adressen til røret.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 192 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Endring 08.09.2017

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
A.3 A.7 B.1.2 B.1.3 B.1.4 B.1.5 B.2.1 B.2.2 B.2.3 C.3 C.12	Tidsstempel for lagring av fil er fjernet. Utgitt dokument er unikt gitt av dato to utgivelse	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
A.3	Informasjon om 24 timers driftsdøgn er lagt til.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
A.3.1	Pålitelighetskravet er tydeliggjort.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
A.3.3	Endret fra: Alle konstruksjoner og utstyr som krever tilsyn og vedlikehold <b>bør</b> plasseres med god tilgjengelighet Endret til: Alle konstruksjoner og utstyr som krever tilsyn og vedlikehold <b>skal utformes</b> plasseres med...  Avsnitter er reformulert for å tydeliggjøre krav.	R: Ingen endring A: Økt tilgjengelighet. M: Økt vedlikeholdbarhet S: Ingen endring



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 193 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	Formulering vedrørende feil og skader er endret og koblet mot risiko.	
A.7	<p>Krav til leveranse av FDV informasjon på elektronisk format i henhold til Bybanen AS mal er fjernet (ref A7.1.1).</p> <p>Generelt krav om leveranse av geodata er fjernet (ref A71.1).</p> <p>Krav til eget Bybanen AS dokumentnummer er fjernet.</p> <p>Krav til papirdokumentasjon er fjernet.</p> <p>Krav til dokumentliste er oppdatert.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
B.1.2.1	Driftshåndboken er erstattet med Bestemmelser for Sikker Trafikkavvikling (BST)	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
B.1.2.6	Opprinnelig krav er fjernet da dette var feil. Referanse til krav angitt i A.1 er lagt til.	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Sikrer mot feiltolkning av tegning</p>
B.1.3.4.2	Sikkerhetsområde er tydelig definert.	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Reduserer faren for feilprosjektering og feilbygging</p>
B.1.3.4.3	Referanse til kap B.2.2 er lagt til for å tydeliggjøre at krav til	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 194 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	gangbane/rømningsvei er definert.	M: Ingen endring S: Reduserer faren for feilprosjektering og feilbygging
B.1.3.4.5	Det er lagt til et HOLD punkt knyttet til Tabell B-4.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.3.5	Tydeliggjort at refererte tegninger er kun for illustrasjon.  Der er lagt til kommentar på hver enkelt tegning som presiserer at mål og toleranser er for illustrasjon.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Reduserer faren for feilprosjektering og feilbygging
B.1.5	Det lagt til "best praksis BoStrab samt krav til RAMS for veksler som ikke er standard VDV OR 14 veksler.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.1	Dato i dokumentet var feil. Dato er oppdatert.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.3.4.2	Tydeliggjort krav til avsporingssikring	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Reduserer faren for feilprosjektering og feilbygging
C.3.3	Indikasjon av minimumsavstand mellom likerettere er fjernet da dette ikke var et krav.  "Omformer" er endret til "likeretter" i figur C.1	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 195 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

C.3.3.1	Krav til oppstillingsplass for driftskjøretøy er definert.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
C.12	Definerte krav til levetid for ulike systemer er fjernet.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

### Endring 01.03.2016

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
A.3	Forutsetning om 4 timers trafikkpause natt til hverdager som var beskrevet i tidligere Tekniske spesifikasjoner er tatt inn igjen i kap A.3.2	Tydeliggjør en viktig forutsetning for RAM for Bybanen R: Ingen endring A: Ingen endring M: sikrer vilkår for vedlikeholdbarhet S: Ingen endring
B.1.2	Tegninger på "Normalprofiler" er påført rød tekst: <i>Tegningen er ikke oppdatert mtp krav til avstand mellom sporveg og vegbane i samme kjøreretning (Se B.1.3 Tabell B-4).</i> da de ikke er oppdatert med grønn verdi for avstand mellom bane og veg i same kjøreretning	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Sikrer mot feiltolkning av tegning
C.2	VDV-506 er tatt inn som referansedokument.  "Forsterket" isolasjon er fjernet fra C.2.4.6. slik at kun dobbelt isolasjon kan benyttes. (Dette	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Mulighet for feiltolkning er fjernet

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 196 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	var fra før fjernet fra resten av C.2)	
C.5	Akseltellere skal ikke benyttes i blandet trafikk da akseltellerkretsen påvirkes av andre kjøretøy og metall	R: Reduserer risiko for feildeteksjon og påfølgende utilgjengelighet pga andre kjøretøy A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
C.12	Krav til THR er fjernet fra AVL-systemet da AVL ikke er et sikkerhetskritisk system	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

### Endring 01.09.2015

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
A7	Det er gjort noen mindre endringer i begrepsbruk.  Det er innført nytt underkapittel A.7.1.3.2 om dokumentnummer og tittelfelt	Nye krav som bidrar til entydighet i overlevering fra prosjekt til forvaltning f.o.m. byggetrinn 4 R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
C3	Det er innført anbefaling for avstand mellom likerettere nær enden av linjen	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
C12	Det er innført minstekrav til levetid for prosjektering og bygging av Tele- og signalanlegg	R: Krav til levetid på anleggene har blitt tydeligere A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 197 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

--	--	--

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 198 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Endring 01.09.2014

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
A.1	<u>Innledning</u> Målsetting, definisjoner av ruteintervall og klassifisering av krav tatt inn	Tydeliggjør krav i TR. Klassifisering av krav (grønn, gul rød og kan, bør må/skal) manglet i tidligere versjon R: Forbedring i form av tydeligere krav A: Forbedring i form av tydeligere krav M: Forbedring i form av tydeligere krav S: Forbedring i form av tydeligere krav
A.2	<u>Klimakrav</u>  (Tidligere A.1.1.1) Forenklet ved at historiske klimaforhold er fjernet. Skillet på over/under 30 moh er også fjernet. Maksimal vindstyrke er harmonisert med krav andre steder i regelverket	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Tydeligere krav til hvilke klimaforhold banen skal vedlikeholdes under S: Ingen endring
A.3	<u>Overordnede RAMS-krav</u> (Tidligere A.1.1.2)  Kapittelet er omskrevet og strukturert ihht RAMS. Ingen RAMS-krav er endret, men trafikkpause er justert til dagens faktiske nivå Tilgjengelighetskrav er ikke lenger koplet mot trafikkpause.  Sikkerhetskritiske funksjoner er definert. Etablert SIL-krav	Generelt bedre struktur på RAMS-krav. R: Ingen endring A: Tydeligere tilgjengelighetskrav uavhengig av trafikkpause M: Ingen endring S: Sikkerhetskritiske funksjon og tilhørende SIL-krav er definert og tydelige.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 199 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	for sikkerhetskritisk funksjon er innført i regelverk	
A.4	<p><u>Elektromagnetisk kompatibilitet</u> (Tidligere A2).</p> <p>Referanser til normer er oppdatert. Tabell om kabelseparasjon i metallføringsveg er fjernet pga lite relevant særtilfelle, likeledes "eksempler".</p> <p>Lokale krav er fjernet</p>	<p>R: Normer for bygging er oppdatert til dagens krav A: Normer for bygging er oppdatert til dagens krav M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
A.5	<p><u>Støy, vibrasjon og strukturlyd</u> (Tidligere A.3)</p> <p>Tall for emisjonsdata er oppdatert etter Brekke &amp; Strand konsulentrapport 14.06.2013.</p> <p>Krav til luftlyd har nå referanse til normen T-1442. Tidligere var også krav gjengitt.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
A.6	<p><u>Brann/redning</u> (Tidligere A.4-foreløpig).</p> <p>Krav er justert opp til siste gjeldende normer og harmonisert med krav andre steder i dokumentet. Det er også innført krav til redningsområde i forbindelse med tunneler</p> <p>Krav om anvisningsskilt i tunneler lengre enn 100 meter (tidligere 200 meter)</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Noe økt vedlikehold på tunneler kortere enn 500 meter. S: Entydige krav bedrer sikkerheten – likeledes krav om redningsområde</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 200 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	Krav om evakueringslys i tunneler lengre enn 100 meter (tidligere 500 meter)	
A.7	<u>Krav til FDV- og sluttdokumentasjon</u> (Tidligere A.5)  Ingen innholdsmessige endringer	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.1	<u>Linjeføring</u> (Tidligere B.1.1/B.1.1.1)  Ingen innholdsmessige endringer	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.1.2	<u>Funksjonelle og tekniske krav</u> (Tidligere B.1.1.2)  Maxhastighet i BOStrab er inkludert i teksten.  Begrepet "egen trase" er erstattet med RDIs begrep "egen/særskilt banelegeme"  Ønsket sideakselerasjon i sirkelkurver er innført (grønn verdi) for å gi bedre vognløp. Ytterskrankene i geometrien er ikke endret.  "Overgangskurver vil normalt ikke bli anvendt på spor med lav hastighet" Setningen er fjernet.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Bedret vognløp pga minste sideakselerasjon gir enklere vedlikehold av både spor og vogner S: Krav til minimumslengde på vende/hensettingsspor reduserer fare for sammenstøt mellom vogn og endebutt.



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 201 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	<p>Begrepet "Oppstillingsspor" er endret til "Vendespor og hensettingsspor". Lengde på vende-/hensettingsspor er kommet inn som krav.</p> <p>Kombinasjon av hor/vert kurvatur: Krav er forenklet, men ikke endret.</p>	
B.1.3	<p><u>Konstruksjonsprofiler</u> (Tidligere B.1.2).</p> <p>Tabell over kurvetillegg (B.1.3 i tidligere versjon) er flyttet til dette kapittelet.</p> <p>B.1.3 har fått et underkapittel "Sikkerhetsavstander" som definerer sikkerhetsavstander inkludert overhøydetillegg.</p> <p>I normalprofil for omgivelser er g/s veg inkludert med ulike hastigheter. KL-høyde for driftsområder er også kommet til. Ytterskrankene for KL-høyde er justert</p> <p>Vogntegninger er oppdaterte</p>	<p>R: Ingen endring</p> <p>A: Ingen endring</p> <p>M: Tydeligere sikkerhetsavstander sikrer bedre vedlikeholdsmuligheter for installasjoner i høyden.</p> <p>Krav til KL-høyde er justert for å forhindre bratte ramper som krever økt vedlikehold.</p> <p>S: Sikkerhetsavstander tydelig definert i kurver. Dette reduserer klemfare.</p> <p>Kravet til KL-høyde sikrer minimumskrav – alternativt innhenting av dispensasjon. Dette var utydelig tidligere.</p>
B.1.4	<p><u>Sportekniske anlegg</u></p> <p>Punktet "Ballastspor med gress" er fjernet og løsninger må dermed RAMS-vurderes i hvert enkelt tilfelle.</p> <p>Mindre endring i ordlyd for helsveist spor i skarpe kurver. Referanse til VDV er den</p>	<p>R/A: Strengere krav til drenering i fastspor vil ventelig gi mindre is-problem</p> <p>M: Det er ingen dekker som automatisk er godkjent. Alle krever RAMS-vurdering ut fra stedlige forhold.</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 202 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	<p>samme. Det er også innført krav om vurdering av glideskjøt</p> <p>Krav om gjenvinning er fjernet</p> <p>Vann i fastspor skal dreneres bort fra skinnegangen (Nytt)</p> <p>Det er fjernet en del tekst på strømisolasjon og i stedet referert til norm der teksten var hentet fra.</p> <p>Listen over aksepterte dekker er fjernet og i stedet krevd vurdering med RAMS-analyse.</p>	<p>Dette forventes å bedre vedlikeholdbarheten av dekker.</p> <p>S: Krav om at glidskjøt skal vurderes i skarpe kurver, bedrer også sikkerheten</p>
B.1.5	<p><u>Sporveksler</u></p> <p>Kapittelet er kortet betydelig ned, men hovedpunktene og referanse til normer er beholdt.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
B.1.6	<p><u>Plattformer ved holdeplass</u></p> <p>Plattformlengder må nå vurderes forlenget ved krevende vertikalgeometri</p> <p>Minimumskravet til areal på plattform skal nå vurderes utfra passasjermengde.</p> <p>Krav til plattformrampe er tydeliggjort i tabell.</p> <p>Tverrfall skal nå alltid være fra spor.</p> <p>Det er nå poengtert at drenering av smeltevann må</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Det forventes bedret vedlikeholdsforhold med tanke på vann og is på/ved plattform S: Bedret sikkerhet pga vurdering av passasjermengde samt reduserte isproblemer.</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 203 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	<p>ivaretas. Varme må kunne styres automatisk eller manuelt.</p> <p>Avstand fra spor til rampe er korrigert til det som er bygget på BT1 og BT2</p> <p>Planovergang for fotgjengere er skilt ut i eget kapittel</p>	
B.1.7	<p><u>Planovergang for fotgjengere</u></p> <p>Avsnittet er skilt ut som eget nivå-3 kapittel.</p> <p>Krav til utforming av dekke er fjernet siden dette går fram av designhåndbok.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
B.1.8	<p><u>Avgrensing av trase</u> Tittel endret.</p> <p>Alle referanser til maisdekke er fjernet.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Maisdekke er ikke automatisk godkjent dekke, men må evt. RAMS vurderes. Det forventes reduserte vedlikeholdsutfordringer ved denne vurderingen S: Ingen endring</p>
B.2.1	<p><u>Banelegeme</u></p> <p>En del tekst er fjernet og i stedet brukt referanser til SVV-håndbøker der teksten var hentet fra.</p> <p>Det er spesifisert at vurderinger må gjøres for drenering av spesielle sporinstallasjoner og overgang veg-bane</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Større fokus på drenering forventes å gi bedre vedlikeholdbarhet S: Større fokus på drenering gir bedre sikkerhet på sikt.</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 204 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

B.2.2	<u>Tunneler</u>  Referanse til normer er rettet opp.  Relevante deler av JD521 er tatt med i teksten  Profiltegninger er rettet opp	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Figurer og tekst samsvarer når det gjelder krav til gangbane, slik at tvil om dette er fjernet
B.2.3	<u>Bruer</u>  Kapittelet om betongspesifikasjon er fjernet og i stedet referert til SVV-håndbøker der spesifikasjonene var hentet fra. Det samme gjelder for lastklassifikasjoner.	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.4	<u>Støttekonstruksjoner</u>  Støttemurer er flyttet til nytt eget kapittel.  Henvisning til Statens vegvesens håndbøker er oppdatert	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Oppdatert henvisning til håndbøker for konstruksjoner bedrer sikkerheten
B.2.5	<u>Støttemurer</u> (Tidligere B.2.4.3)	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
B.2.6	<u>Bygninger</u> (Tidligere B.2.5)  For utforming av leskur blir det nå henvist til designhåndbok	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 205 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

		S: Ingen endring
B.2.7	<p><u>Gjerder og støyskjermer</u> (Tidligere B.2.6)</p> <p>En del tekst som var midlertidig i forrige versjon er fjernet.</p> <p>For utforming av gjerder på plattform og støyskjermer blir det nå henvist til Bybanen Utbyggings "Prosjekterings- og utbyggingsveileder"</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
B.2.8	<p><u>Føringsveier</u> (Tidligere B.2.7)</p> <p>Kapittelet om jordingskabel er fjernet da utforming av jordingsanlegg dekkes i regelverkets del C</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
C.1	<p><u>Kraftforsyning</u></p> <p>Noe mindre omskrivninger og rettelser for å tilpasse krav slik at BT1 blir normativ for utforming.</p> <p>Jordingskapittelet er skilt ut som eget kapittel.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Vedlikeholdsbehovet forventes redusert ved at nytt krav om transformator til sporvekselvarme er innført S: Lys i tunnelen skal kunne tennes lokalt. Dette er nytt krav som forbedrer sikkerheten.</p>
C.2	<p><u>Jording og overspenningsbeskyttelse</u></p> <p>Jordingskapittelet er skilt ut som eget kapittel. Innholdet er en gjengivelse av Alstoms</p>	<p>R/A: Det er innført krav om overspenningsvern i matemaster. Dette forventes å gi bedre oppetid M: Vedlikeholdet forenkles ved at jordingsprinsipper fra BT 1 benyttes</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 206 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	"Earthing and Bonding Principles" fra Bt 1	som standard for å gjøre anleggene ensartede. S: Ingen endring
C.3	<u>Likeretteranlegg</u> (Tidligere C.2)  Ingen innholdsmessige endringer	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
C.4	<u>Kontaktledningsanlegget</u> (Tidligere C.3)  Krav til KL-strekk er redusert ihht som bygget i BT1  Utliggere er endret fra Aluminium til GRP.  KL i tunnel bør ha samme høyde som i portal (nytt).  Eget kulepunkt om KL på depot.  Eget punkt om krav til KL-ramper.  Krav til sikksakk er komment til	R: Mindre slitasje gir bedre pålitelighet A: Mindre slitasje gir bedre tilgjengelighet M: Flere punkt vil forenkle vedlikeholdet: Unngå Aluminium utligger, unngå kraftig nedsving på KL i tunnelportaler, stille krav til KL-rampe. Definert sikksakk vil også redusere slitasje S: Spesielt fokus på masteplassering på depot i forhold til annen trafikk vil gi bedret sikkerhet.
C.5	<u>Banesignalanlegg</u> (Tidligere C.4)  Kapittelet er omskrevet. Den tidligere utgaven var ikke oppdatert etter faktisk prosjektert løsning for BT1. I ny utgave er kapittelet	R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: De mest sentrale designreglene for Banesignal er nå samlet i Teknisk regelverk. Dette gir en entydig

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 207 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	tilpasset signalanleggløsningen for BT 1 og 2.	forståelse som reduserer faren for feilprosjektering av Banesignal
C.6	<p><u>Publikumsinformasjonssystem</u> (Tidligere C5)</p> <p>Kapittelet er omskrevet. Den tidligere utgaven var ikke oppdatert etter faktisk prosjektert løsning for BT1.</p> <p>Videre var kapittelet en blanding av Publikumsinformasjonsanlegg, AVL og ombordutstyr.</p> <p>Krav til ombordutstyr er fjernet og AVL flyttet til annet kapittel.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Endring i Teknisk regelverk bidrar til standardisering av løsninger og enklere vedlikehold. S: Ingen endring</p>
C.7	<p><u>Trafikksignalanlegg</u> (Tidligere C6-Vegsignalanlegg)</p> <p>Krav som vedrører Banesignal er tatt inn i kap C.4.</p> <p>Det blir i større grad henvist til Statens Vegvesens håndbøker i stedet for å gjengi krav i teksten.</p> <p>Trafikksignalanleggene er en del av veginfrastrukturen og ikke en del av jernbaneinfrastrukturen</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
C.8	<p><u>Kontroll og overvåkningsanlegg</u> (Tidligere C.7 Driftskontrollanlegg)</p> <p>Kapittelet er omskrevet. Den tidligere utgaven var ikke</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring</p>

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 208 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

	<p>opdatert etter faktisk prosjektert løsning for BT1.</p> <p>Kapittel om AVL (Tidligere i C5) er tatt inn her.</p> <p>Kapittel om kommunikasjon er lagt ut i egne kapitler.</p> <p>Begrepsbruken og kapittelinndeling er endret til å passe på de anleggstyper som er etablert på BT1 og BT 2</p>	<p>S: Entydig og forståelig begrepsbruk reduserer faren for misforståelser og feilprosjektering</p>
C.9	<p><u>Radio- og nødsamband</u> (Tidligere C.7.2.2/3)</p> <p>Kapittelet er omskrevet. Den tidligere utgaven var ikke oppdatert etter faktisk prosjektert løsning for BT1. Blant annet var ikke TETRA-system nevnt.</p> <p>Det er også tatt inn et kapittel om mulighet for eksterne aktører å tilby GSM.</p> <p>Bredbåndstilgang for publikum er skilt ut i eget kapittel.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Tydelig standardisering av system bidrar til redusert vedlikehold S: Krav til eget TETRA-samband er kommet til og bidrar til sikkerhet</p>
C.10	<p><u>LAN</u> (Tidligere C.7.2.1 Fibernettverk)</p> <p>Kapittelet er omskrevet. Den tidligere utgaven var ikke oppdatert etter prosjektert løsning for BT1.</p> <p>Det har også kommet til krav om redundans og krav til sikker oppkopling for fjernservice</p>	<p>R: Redundans bidrar til bedre pålitelighet A: Redundans bidrar til bedre tilgjengelighet M: Redundans og fjernservice bidrar til bedret vedlikeholdbarhet S: Generelt bidrar redundans til at trafikkleder sjeldnere må utøve ledelse i en degradert modus.</p>



<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 209 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

C.11	<p><u>Bredbåndsnettverk for publikum</u> (Tidligere C.7.2.4 Bredbåndstilgang)</p> <p>Krav til antall samtidige brukere er økt.</p> <p>Det er presisert at anlegget ikke inngår i jernbaneinfrastrukturen.</p>	<p>R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring</p>
C.12	<p><u>RAMS-krav for tele-og signalanleggene.</u></p> <p>Nytt kapittel der kontraktuelle krav for BT1 er tatt inn i Teknisk regelverk og omarbeidet til å kunne brukes for framtidige linjeutvidelser.</p> <p>Kravene er skjerpet for tunnel- "intrusion"-system.</p> <p>Nytt THR-krav er innført på Scada-delen som berører Trafikkleders oppgaver og kopling i elektroanlegg.</p>	<p>R: Sikrer at opetidskrav blir videreført på framtidige byggetrinn A: Sikrer at tilgjengelighetskrav blir videreført på framtidige byggetrinn M: Sikrer at vedlikeholdbarhetskrav blir videreført på framtidige byggetrinn S: Ingen endring</p>

## Endring 02.01.2014

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
A5	Nytt kapittel om krav til FDV- og sluttdokumentasjon	Innfører krav til FDV-og sluttdokumentasjon, innhold, format og overlevering.

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 210 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

---

		R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ivaretar sporbarhet ved overlevering, og legger grunnlag for dokument- oppdatering ihht Kravforskriften
--	--	--

---

<b>Dokumentnavn:</b> <b>Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 211 / 211
Dato: 05.02.2019	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

### Endring 05.12.2013

Kapittel	Beskrivelse	RAMS-vurdering
Alle	Endret navn til "Teknisk regelverk for prosjektering og bygging"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tydeliggjør hvilke områder regelsamlingen gjelder for</li> <li>- En ulempe at eldre dokumentasjon har referanse til "Tekniske spesifikasjoner". Dette er likevel bare relevant innenfor en liten krets, og rettes opp når disse dokumentene oppdateres</li> </ul> R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring
Alle	Endret layout – utgivelse på Web	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedret tilgjengelighet</li> <li>- Alltid siste versjon tilgjengelig</li> </ul> R: Ingen endring A: Ingen endring M: Ingen endring S: Ingen endring