

GARDERMO-BANEN

Tekniske forutsetninger for trase og jernbanetekniske installasjoner



**NSB Banedivisjonen
Teknisk kontor
8. juli 1991**

Innholdsfortegnelse

0 Forutsetninger	3
1 Banetekniske krav	4
1.1 Underbygning	4
1.1.1 Skjæring	4
1.1.2 Fylling	6
1.1.3 Tunnel	6
1.1.4 Plattformer	7
1.1.5 Natur- og kulturvern	9
1.1.6 Landskapstilpasning	9
1.2 Overbygning	11
1.2.1 Horisontaltrase	11
1.2.2 Vertikaltrase	11
1.2.3 Skinner, sviller og sporveksler	12
2 Elektriske baneanlegg	13
2.1 Strømforsyning	13
2.2 Kontaktledningsanlegg	13
3 Signalteknikk	14
3.1. Signalering ut fra kapasitetskrav	14
3.2. Signalering ut fra regularitetskrav	14
3.3. Stasjonsutforming	15
3.4. Planoverganger	16
3.5. Kommentarer, kostnader	17
3.5.1. Direktelinje	17
3.5.2. Oslo – Lillestrøm – Gardermoen	18
4. Telekommunikasjonsanlegg	19

0 Forutsetninger

Det er lagt til grunn en del forutsetninger innen de forskjellige fagområdene.

For overbygningen har det vært en forutsetning at vekslene på fri linje, overkjørings- og gjennomkjøringsspor på stasjoner skal tåle 120 km/h i avvik, d.v.s. med en stigning på 1:26.85.

Kontaktledningsanlegget er basert på blandet trafikk: IC, fjerntog og lokaltog. Det er regnet med maksimum 2 strømvagtere pr. tog, med en avstand på minst 100 m.

Kapasitets- og regularitetskravet er bestemmende for signaleringen. Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

Materiellet som skal brukes må kunne oppfylle krav til ytelser for å kunne møte kapasitets- og regularitetskravene, blant annet:

Godstog og andre saktegående tog må ha en gjennomsnittshastighet i nærheten av den for stoppende tog. Med dagens materiell betyr det maks. togvekt 700 tonn for godstog med lok. type E1 16 i 90 km/h, 350 tonn i 120 km/h eller 250 tonn for tog med lok. type E117 i 130 km/h.

Stoppende tog må ha en akselerasjonskarakteristikk minst like god som dagens materiell, sett i forhold til banens vertikaltrase.

Bremsekarakteristikkene må minst være lik eller bedre enn på dagens materiell ($a = -0.7$ m/s² for driftsbremse i persontog og $a = -0.3$ m/s² for godstog).

Vedlikeholdsarbeid kan bare foregå på en strekning bortsett fra ved lav trafikk.

Enkeltsporet drift i forbindelse med vedlikeholdsarbeid tillates kun på en delstrekning (mellom to overkjøringsløyper) av gangen.

Tid for vedlikeholdsarbeid på de faste tekniske anlegg må settes av i ruteplanen. Den forutsettes minimum 3 timer sammenhengende effektiv arbeidstid pr. døgn.

1 Banetekniske krav

1.1 Underbygning

1.1.1 Skjæring

Jernbaneskjæringen sin hovedfunksjon er å etablere tilstrekkelig rom gjennom terrenget for togfremføring. Skjæringen sin utforming og størrelse vil primært være bestemt av krav til minste tverrsnitt, samt de stedlige faktor knyttet til grunnforhold, snømengder, rasfare, drenering og vannavløp.

Skjæring i løsmasse

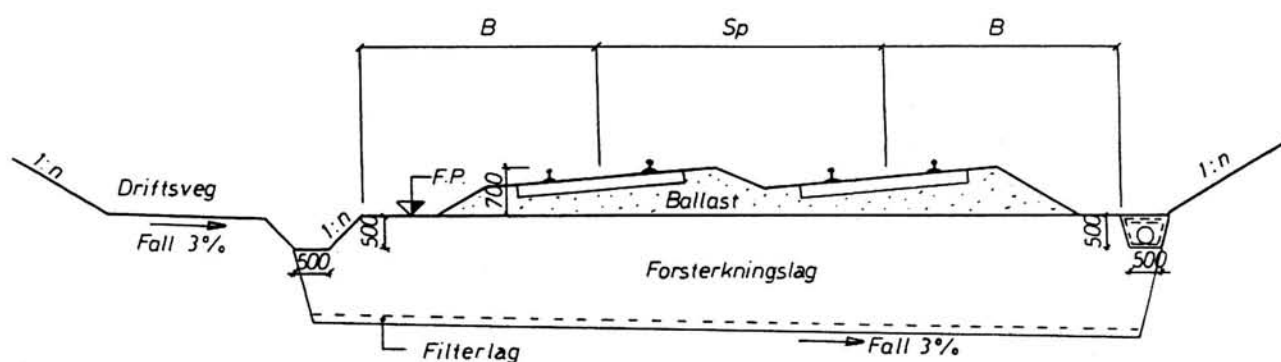


Fig.1.1.1 Typisk profil for skjæring i løsmasse.

Driftsvei anordnes for å sikre tilgang til sporene utfra vedlikeholds- og uhellsberedskapsmessige hensyn. Veien skal være en del av NSBs arealer. Veibredden skal være 2.5 meter.

Fellesbetegnelsen for forsterkningslag og filterlag er traue. Trauet skal danne et trykkfordelende lag mellom ballast og underliggende mindre bæredyktige masser. Materialer som blir brukt i trauet, skal være godt drenerende og frostsikre.

Skråningshelningen varierer med ulike jordarter og terrengtilpassing. n kan variere fra 1.25 (stein) og oppover. Avstanden Sp mellom c/l på de to sporene må minimum være 4.3 m. Avstanden B skal være minimum 3.5 m.

Skjæring i fjell

Planeringsprofilen i fjellskjæringer er avhengig av dybden på skjæringen, bergarten sin beskaffenhet og nødvendig drenering. Fig.1.1.2 viser minimum planeringsprofil. Høyda F blir målt på det sporet som er lengst unna grøfta. F blir målt i senterlinje spor og er høyda fra overkant laveste skinne til bunnen av helningen (Se fig.1.1.2). $F = 850$ mm når bunnen heller mot sporet sin ytre side. Og $F = 750$ mm når bunnen heller mot sporet sin indre side.

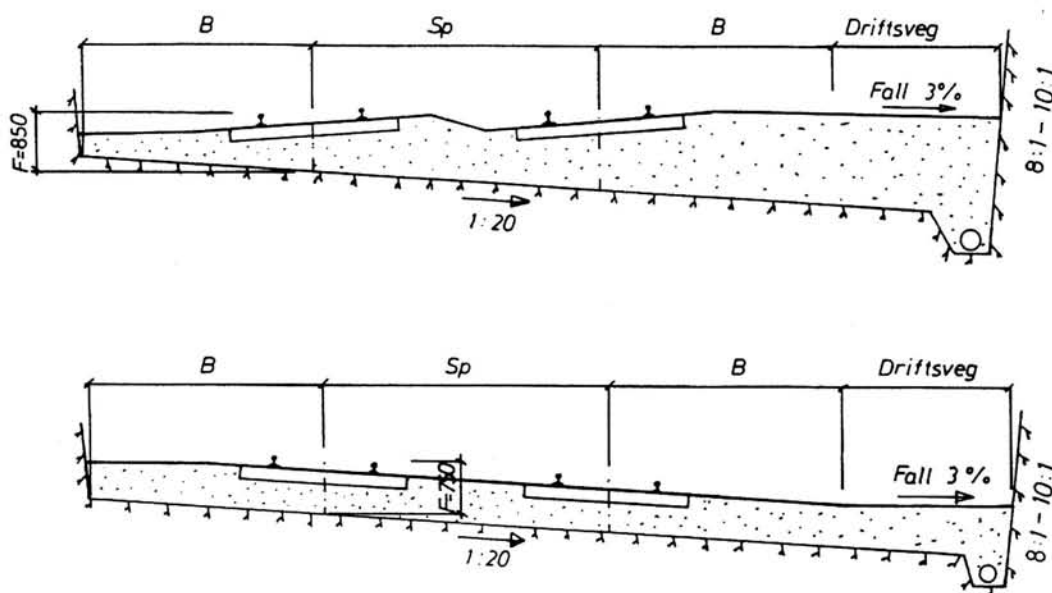


Fig.1.1.2 Typisk profil for skjæring i fjell med lukka drenering.

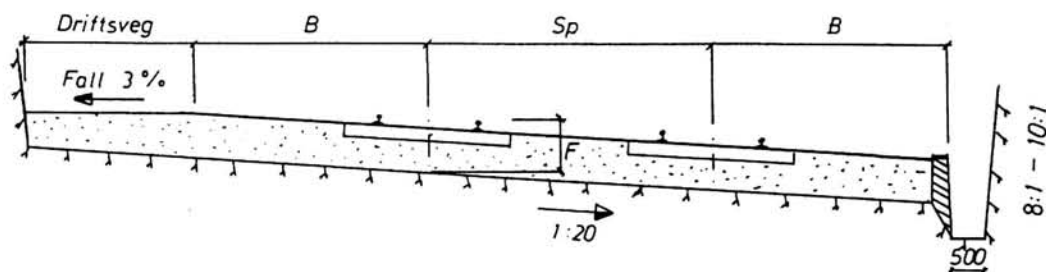


Fig.1.1.3 Typisk profil for skjæring i fjell med åpen drenering.

Der det foreligger risiko for steinsprang, må skjæringa utformes med fanggrøft eller andre sikringsmetoder må brukes.

1.1.2 Fylling

Jernbanefyllingen sin hovedfunksjon er å løfte banelegemet opp til korrekt (ønsket) sporgeometrisk nivå over terreng. Øvre del av fyllingen vil normalt bestå av en trauforsterkning. Nedre del av fyllingen utgjør den del av underbygningen som har direkte kontakt med og samvirker med undergrunnen.

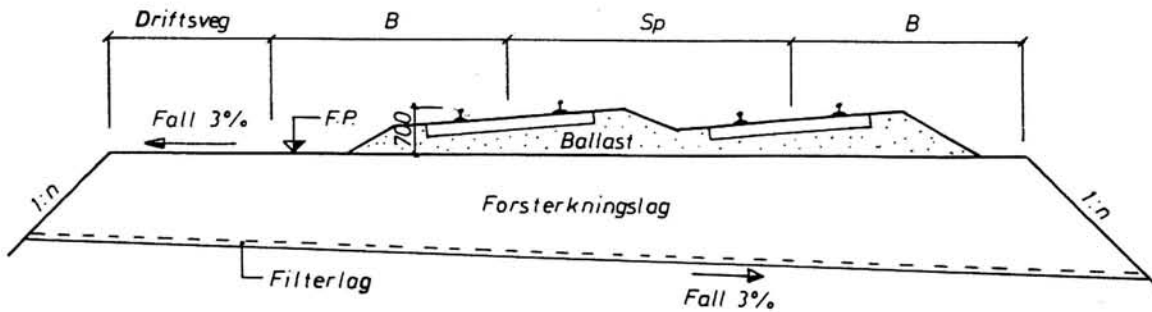


Fig.1.1.4 Typisk profil for fylling.

Fellesbetegnelsen for forsterkningslag og filterlag er trau. Trauet skal danne et trykkfordelende lag mellom ballast og underliggende mindre bæredyktige masser. Materialer som blir brukt i trauset, skal være godt drenerende og frostsikre.

Skråningshelningen varierer med ulike jordarter og terreng. n kan variere fra 1.25 (stein) og oppover.

1.1.3 Tunnel

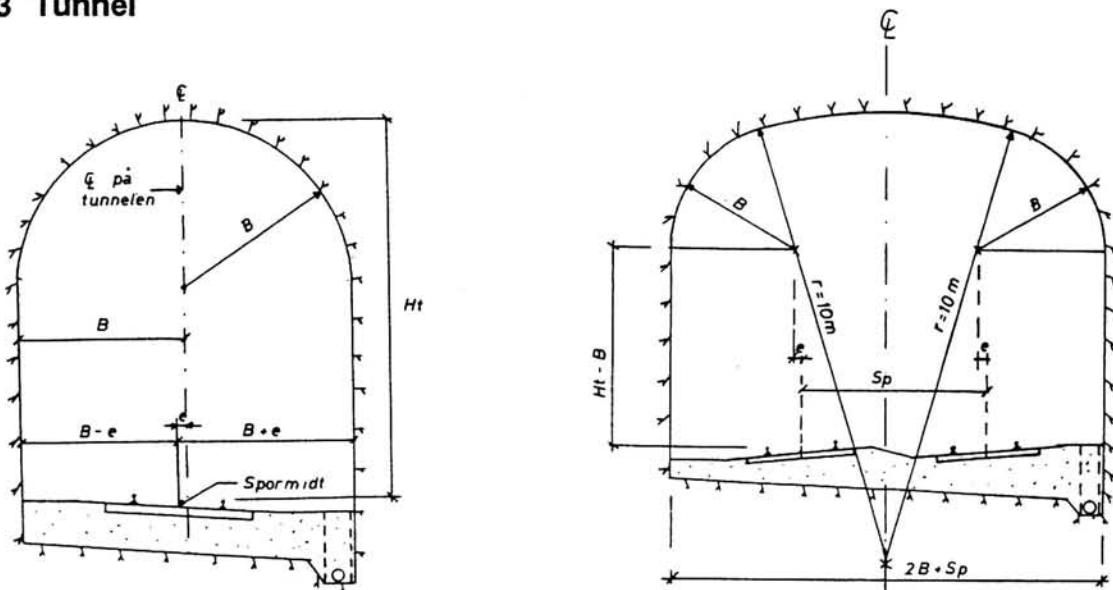


Fig 1.1.5 Tunnelverrsnitt.

Bredden B , høyde over skinneoverkant H_t , sporet sin overhøyde h og eksentrisiteten e varierer med kurveradius R . I tabell 1.1.3 er det vist hvordan de varierer. Kontakttrådshøyden er 5150 mm. Sp må minst være 4.3 m.

R [m]	$\infty - 5000$			5000 - 1000		
2B [mm]	5600			5700		
e [mm]	0			200000/R		
H_E	6030			6030		
h [mm]	0	50	100	0	75	150
H_t [mm]	6250	6300	6350	6250	6300	6400

Tabell 1.1.3

Profilen for bunnen av fjelltunnelen er som for fjellskjæring med lukka grøft (Se fig.1.1.2).

1.1.4 Plattformer

Adgang til plattformen skal være planfri. Det vil si at det enten må være undergang eller overgangsbru til plattformen. I tillegg til trapper, skal det være rampe eller heis.

Størrelsen på plattformen er avhengig av antall reisende og om det er midtplattform eller sideplattform. Over en lengde på 200 m på den delen av plattformen hvor hovedadkomsten ligger, skal bredden (Br) minst være:

$$Br = 5 + n/200 \text{ [m] for midtplattform (Se fig.1.1.6)}$$

$$Br = 3.5 + n/200 \text{ [m] for sideplattform (Se fig.1.1.7)}$$

hvor n =maks antall ventende reisende som kan forventes under normale driftsforhold.

Hvis der er trapp/heis som kommer opp inne på plattformen, skal ikke bredden Br være mindre enn trappens/heisens bredde pluss 5,0 m.

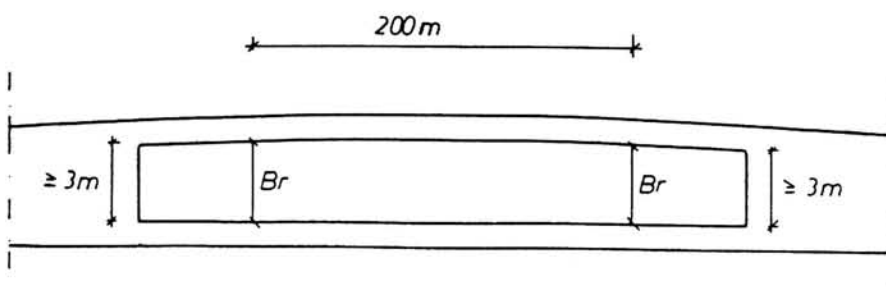


Fig.1.1.6 Midtplattform.

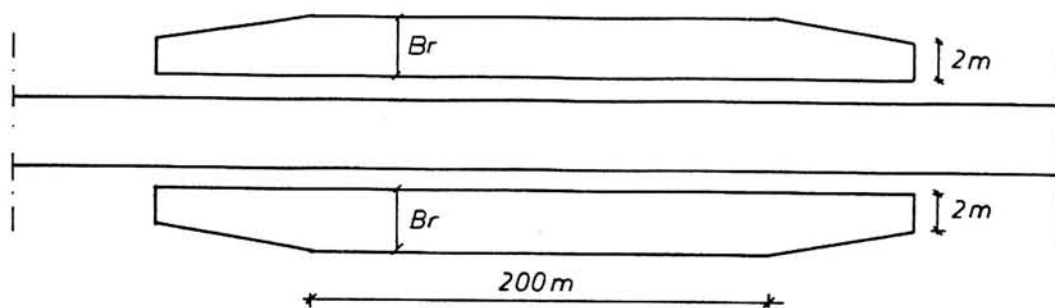


Fig.1.1.7 Sideplattform.

Ved enden av plattformen er minste plattformbredde

3 m for midtplattform (se fig.1.1.6)

2 m for sideplattform (se fig.1.1.7)

Plattformen skal ligge 570 mm over skinnetopp.

1.1.5 Natur- og kulturvern

Det er NSBs anbefalte retningslinjer. Aktuelle saker og problemstillinger må diskuteres med de berørte instanser.

Vernede områder

Områder vernet etter Naturvernloven skal ikke berøres.

Drikkevann

Det skal være min. 60 meter mellom spor og drikkevann.

Vannkanter

Vannkanter, tjern, elvebredder og bekkeløp skal restaureres når de blir berørt. Den naturlige vegetasjonen langs bredden skal gjenskapes.

Planteliv

Voksesteder for sjeldne arter eller steder av spesiell interessant artssammensetning og -utvikling skal i minst mulig grad berøres. Kartlegging av plantene skal foretas før endelig trasevalg.

Dyreliv

Oppholdssteder og trekkveier for elg skal kartlegges. Behov for spesielle underganger skal vurderes. Bredden på slike skal være ca. 12 meter. Avstand til skog eller trebestand skal være min. 20 meter. Smådyrbiotoper og migrasjonsveier skal kartlegges når endelig trase er valgt, og behovet for tiltak skal vurderes.

Kulturvern

Steder vernet etter Kulturminneloven skal ikke berøres. Lovens verneintensjoner skal etterfølges.

Kulturlandskapets kvaliteter skal ivaretas.

Skiløyper, stier, turveier mm. skal opprettholdes i størst mulig grad ved et tilstrekkelig antall underganger/overganger.

1.1.6 Landskapstilpasning

Ved valg av trase skal det legges vekt på god tilpasning til landskapet. Det kreves at landskapsarkitekt deltar i planprosessen.

Der traseen kommer nær ved framtreddende og karakterfull bebyggelse og landskapselementer som alleer, koller, skogbryn, vann o.l. skal det tas spesielle hensyn så landskapskvaliteten ikke vesentlig forringes.

Der traseen blir liggende nær vei eller bebyggelse skal det avsettes areal til støyavskjerming. I det åpne landskapet skal avskjermingen lages som grasgrodde voller, eventuelt med stedstilpasset busk- og krattvegetasjon.

Utsikten fra toget skal ikke hindres.

I bebygde områder hvor plassen er begrenset, brukes støymurer.

Der traseen blir liggende langs motorvei, skal det være et grønt, landskapsbehandlet belte mellom bane og vei hvor støyvullen også ligger.

Alt berørt terreng, inklusive avsluttede massetak og anleggsområder, skal ryddes for skrot, repareres og istandsettes og gis en tiltalende landskapstilpasset form med vegetasjon.

I jordbruksområder skal terrenget planeres så jordbruksdrift kan opprettholdes helt inntil traseen.

Jernbaneskrånninger skal være grasbevokst der de grenser til vegetasjonsdekket terreng og avdekket med ensgradert sprengstein der de i hovedsak grenser til berg eller sprengt fjell.

Det nære landskap langs sporene skal formes slik at utsynet fra toget blir mest mulig åpent og opplevelsen av farten blir behagelig. Avstand til og helning på fjellskjæringer skal vurderes særskilt med dette for øyet.

Tunnelåpninger, broer og viadukter skal utformes slik at de får en miljøestetisk form.

Jernbaneavsnitt om tas ut av bruk skal fjernes og terrenget istandsettes.

1.2 Overbygning

1.2.1 Horisontaltrase

Følgende verdier gjelder for dim. hastighet i intervallet 160 km/h – 200 km/h.

Dim. hastighet	Radius	L	H	R_{\min}
160	1500	175	110	1100
170	1700	185	110	1300
180	2000	190	105	1400
190	2300	190	100	1600
200	2500	200	100	1800

Radius = normgivende horisontalradius
 L = tilhørende lengde på overgangskurve
 H = tilhørende overhøyde
 R_{\min} = absolutt minste horisontalradius

1.2.2 Vertikaltrase

Stigning/fall

Maksimalverdier for stigning/fall fremgår av tabell.

Avstand fra stasjon	s_{\max}
< 5000 m	15 ‰
≥ 5000 m	25 ‰

Vertikalkurvatur

Dim. hastighet	R_v	R_{\min}
160	15000	9850
170	15000	11115
180	15000	12460
190	15000	13884
200	20000	15384

R_v = normgivende kurveradius
 R_{\min} = absolutt minste radius

1.2.3 Skinner, sviller og sporveksler

Skinner

Det anvendes skinneprofil UIC60, stålkvalitet UICB.

Sviller



Det anvendes svilletype NSB60.

Sporveksler

Sporveksler bør ligge i rette avsnitt. Hvor dette ikke kan unngås kan de plasseres i kurver (dobbeltkrummede kurveveksler).

Sporveksler bør ikke plasseres i områder med vertikalkurve. Der dette ikke kan unngås skal vertikalradien være minst 15000 m.

Sporveksler skal ha stigning 1:26.85. Avstanden mellom c/l spor i sporvekselavsnittet = 5.40 m. Lengden på et sporvekselavsnitt er ca. 500 m.

Det skal være maks. 5.3 km. mellom hver sporveksel på fri linje med tanke på vedlikeholdsarbeid.

2 Elektriske baneanlegg

2.1 Strømforsyning

Ny omformerstasjon med 2 stk. 14 MVA statiske omformere.
 4 stk. sonegrensebrytere.
 Fjernkontroll av kontaktledningsbrytere.
 Fjernkontroll av omformerstasjoner.
 Fjernkontrollutstyr i elkraftsentralen.

Total kostnad er 140 mill. kr.

2.2 Kontaktledningsanlegg

System 20 skal benyttes med følgende parametre for kontaktledningen:

Kontakttråd	100 mm ² CuAg (kobber-sølv)
Bæreline	50 mm ² Bz II (bronse)
Hengetråder	10 mm ² Bz II (bronse) med strømforbindelser
Y-line	25 mm ² Bz II (bronse) med lengde 16 meter

Strekk i kontaktråd	13 kN
Strekk i bæreline	13 kN
Strekk i Y-line	2300 N
Siksak	±200 mm

Stålmaster med fotplate

Fundamenter med bolter for regulering av mastene. Det betyr over-/underliggende mutter på fotplata.

Spennlengder, siksak og utliggerkomponenter som for system 20 forøvrig.

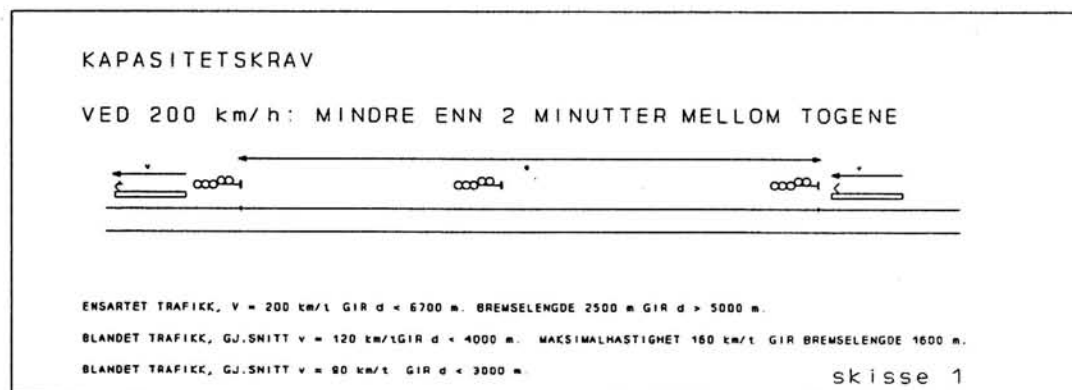
De samme prosjekteringsnormer som for system 20 utførelse A.

Kostnader pr. km. ledning med en nøyaktighet på ± 30% er 2.0 mill.kr.

3 Signalteknikk

3.1. Signalering ut fra kapasitetskrav

Togfølgetiden skal være mindre enn 2 minutter ved 200 km/h.



I det enkleste tilfellet hvor trafikken er ensartet, kan dette kravet oppfylles med en signalering som vist på skisse 1. Med ensartet trafikk kan en forsignalavstand på 2500 m godtas (tilsvarende bremselengde ved 200 km/h). Hvordan det skal signaleres er ikke avklart. Mulighetene er bl.a.:

- Optisk signalering med punktformig ATS (som i dag).*
- ATC med optiske signaler etter behov.*
- ATC uten utvendige signaler.*

Behovet for optisk signalering må avklares.

Ved blandet trafikk, godstog i 90 – 120 km/h og persontog i 130 – 160 km/h i tillegg til trafikk i 200 km/h oppstår det problemer med signaleringen. Avstanden mellom signaler i samme retning bestemmes av gjennomsnittshastigheten på trafikken på strekningen. Samtidig må det signaleres slik at de hurtigste togene har 2500 – 3000 m (en bremselengde) fri strekning. Dette kan gjøres med firebegreps signalering. Den praktiske utformingen av dette må avklares. De forskjellige bremselengdene for godstog i 90 km/h og høyhastighetstog i 200 km/h krever forskjellig forsignalering. Dette lar seg vanskelig løse på en måte som gir smidig trafikk med dagens punktformige ATS. Alternativene er:

- Punktformig ATS med fremskutte baliser.*
- Dette lar seg lett tilpasse dagens anlegg, men det gir en mindre fleksibel togframføring enn*
- Delvis kontinuerlig ATS.*
- Dette lar seg også tilpasse dagens anlegg. Forskjellen fra den punktformige ATS-utformingen er at en restriktiv beskjed kan oppheves hvor som helst innenfor*

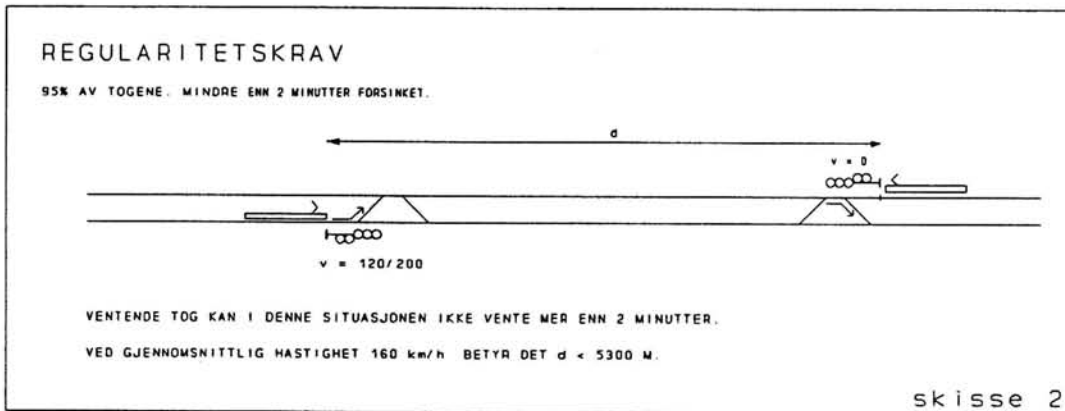
bremsestrekingen. Prinsippet nyttes ved DB.

Kontinuerlig ATC.

Dette er det mest fleksible alternativet ved bygging av nye høyhastighets banestrekninger.

3.2. Signalering ut fra regularitetskrav

95% av togene skal være mindre enn to minutter forsinket.



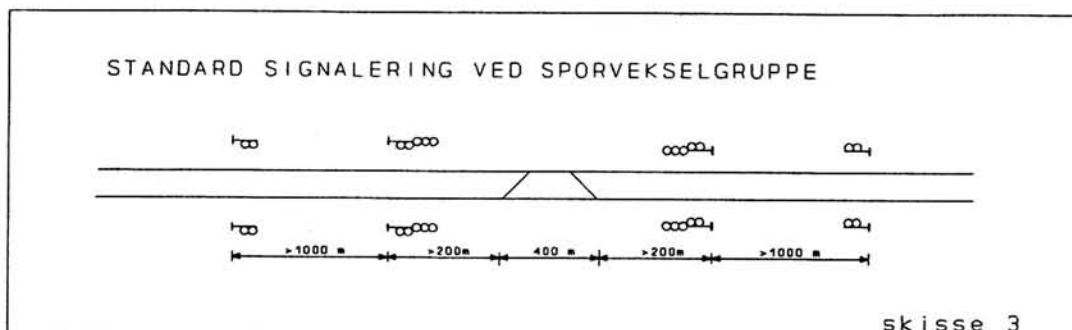
Dette kravet er upresist: Mindre enn to minutter forsinket til endestasjonen, eller mindre enn to minutter forsinket noe sted underveis? Her er det siste lagt til grunn. Dette betyr at ikke noe tog må vente mer enn to minutter ved driftsforstyrrelser som gir trafikk som vist på skisse 2.

Det er forutsatt at det møtende toget kjører i 120 km/h over vekselen, deretter akselererer til 200 km/h før det bremses ned til 120 km/h over vekselen. Det antas at dette gir en gjennomsnittshastighet på 160 km/h.

Avstanden mellom overkjøringsløyene er derfor avhengig av gjennomsnittshastigheten på det møtende toget, samt av hvor mye slakk det er i ruten for det ventende toget. I dette tilfellet er det antatt at tidstap ved akselerasjon og retardasjon fanges opp av slakk i ruta. Med en gjennomsnittshastighet på det møtende toget på 160 km/h blir avstanden mellom overkjøringsløyene maks. 5300 m.

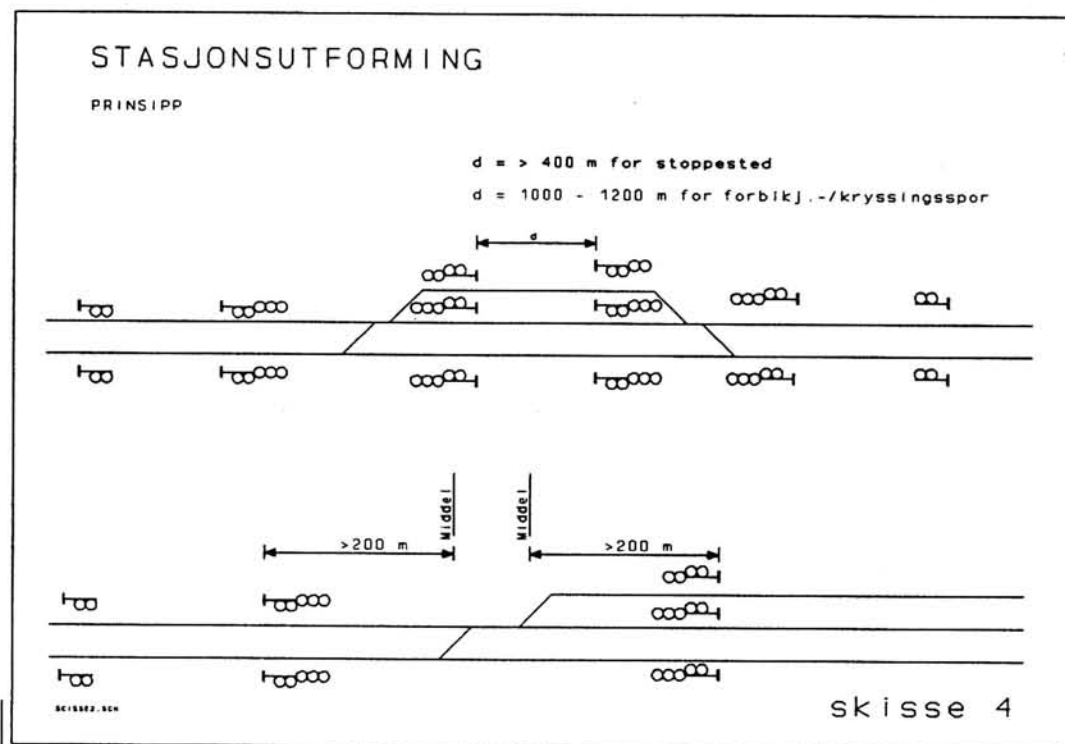
3.3. Stasjonsutforming

Ved overkjøringsløyene foreslås det en signalering som vist på skisse 3. Avstanden fra forsignal til hovedsignal avhenger av hastigheten på trafikken på strekningen, og graden av ATS/ATC utbygging. Ved bygging av dagens dobbeltspor for 160 km/h legges det inn veksler som tillater 80



km/h i avvik. Det bør ved bygging av baner for 200 km/h legges inn veksler som tåler 120 km/h i avvik.

Å stoppe tog på hovedspor på en høykapasitets høyhastighetsbane er kapasitetsnedsettende. Behovet for et ekstra spor hvor tog kan stoppe må vurderes. På strekninger med blandet trafikk må det anordnes spor slik at det kan foretas smidige forbikjøring. I begge tilfeller kan det samme prinsippet brukes. Det tredje sporet må være så langt og signaleres slik at det tillater samtidig innkjør. Et forslag til utforming er vist i skisse 4.



Blokksignalene på begge sidene av stasjonen må forskyves noe mot stasjonen.

Hvis og bare hvis disse og de tidligere nevnte forutsetningene oppfylles vil signaleringen ved de forskjellige alternativene bli som vist i vedlegg 1 og 2.

3.4. Planoverganger

På høyhastighetsbaner bør det ikke forekomme planoverganger. Dersom en planovergang er uunngåelig må den sikres med helbomanlegg, fortrinnsvis med hastighetsdetekterende innkobling.

3.5. Kommentarer, kostnader

3.5.1. Direktelinje

Signalteknisk er det likegyldig hvorvidt tilkoblingen til det eksisterende jernbanenettet i Oslo – området gjøres på Etterstad, Bryn eller Storo. Utformingen av de signaltekniske detaljene må en komme tilbake til når det er tatt et standpunkt til hvor det blir.

Det kan stilles spørsmål om tilknytningen på Dal/Bøn må være planfri. Signalteknisk er det liten forskjell på de to alternativene.

Resonnementet bak utformingen av signaleringen er gitt tidligere, men det er bare regnet med stigninger / fall inntil 15 ‰. Fall utover dette medfører økte bremselengder, og det betinger firebegreps signalering på direktelinjen.

Det er mange faktorer som virker inn på regulariteten, men vi har vurdert avstanden mellom overkjøringsløyene som den viktigste. Av andre faktorer som virker inn kan nevnes: tilgjengelighet, trafikk tetthet under dimensjonerende periode, fleksibilitet på signalsystemet etc..

Alle løsningene er realiserbare med dagens teknologi.

KOSTNADER.

Kostnadene er gitt for anlegg bygd med dagens teknologi med en nøyaktighet av $\pm 30\%$. Prisene er i mill. kr.

<i>Tilknytning til eksisterende jernbanenett, tilpassing av eksisterende anlegg (2 stk):</i>	15.0
<i>Sikring og signalering på 7 overkjøringsløyfer:</i>	50.0
<i>Sikring og signalering på 2 stasjoner:</i>	30.0
<i>Sikring og signalering, Gardemoen terminal:</i>	20.0
<i>Sporfelt på blokkstrekningene:</i>	10.0
<i>Blokkposter:</i>	10.0
<i>Kabler, kabelkanaler etc.:</i>	25.0
<i>Fjernstyring:</i>	20.0
<i>ATS:</i>	<u>10.0</u>
<i>Totalt:</i>	<u>190.0</u>

3.5.2. Oslo – Lillestrøm – Gardermoen

Den blandede trafikken gir en mer komplisert signalering, men vi mener at det opplegget som er skissert i vedlegg 2 vil tilfredsstillende kapasitets- og regularitetskravene.

4 begreps signalering er en forutsetning, og økt bremselengde ved fall utover 15 ‰ er dekt opp av lengden på blokkstrekningene, ca. 1500 m, som gir 3000 m bremselengde.

Det skisserte opplegget er realiserbart med dagens teknologi.

KOSTNADER:

Kostnadene er gitt for anlegg bygd med dagens teknologi med en nøyaktighet av $\pm 30\%$. Prisene er i mill. kr.

<i>Tilpassing av Oslo S, Etterstad:</i>	<i>10.0</i>
<i>Sikring og signalering av 2 overkjøringsløyper:</i>	<i>15.0</i>
<i>Tilpassing av Lillestrøm:</i>	<i>10.0</i>
<i>Sikring og signalering av 4 overkjøringsløyper med avgreining:</i>	<i>40.0</i>
<i>Sikring og signalering på Kløfta st:</i>	<i>15.0</i>
<i>Sikring og signalering på Gardermoen:</i>	<i>20.0</i>
<i>Sporfeltutstyr:</i>	<i>10.0</i>
<i>Blokkposter:</i>	<i>10.0</i>
<i>Kabler, kabelkanaler etc.:</i>	<i>30.0</i>
<i>Fjernstyring:</i>	<i>25.0</i>
<i>ATS:</i>	<i><u>10.0</u></i>
 <i>Totalt:</i>	 <i><u>195.0</u></i>

4. Telekommunikasjonsanlegg

Banen må utstyres med telekommunikasjonsanlegg for nødvendig tele- og datakommunikasjon, samt for styringer/fjernkontroll av tekniske anlegg.

En moderne høyhastighetsbane må dessuten utstyres med togradioanlegg tilknyttet ATC-systemet. Et "driftsradioanlegg" tilsvarende dagens vedlikeholdsradio vil være nødvendig for et effektivt vedlikehold.

Et skissemessig anslag viser følgende behov/kostnader for telekommunikasjonsanlegg i dagens prisnivå eksklusive mva., og med en kostnadstoleranse på $\pm 30\%$:

Alternativ 1, Oslo–Gjerdrum–Gardermoen–Bøn:

Fiberkabel G8, 53 km	4.8 mill. kr.
Parkabel 30 par, 53 km	6.9 mill. kr.
Blokktelefon, 2x53 km	2.0 mill. kr.
Transmisjonsutstyr	1.2 mill. kr.
Svitsjeutstyr (sentraler)	3.0 mill. kr.
Togradio og vedlikeholdsradio – faste anlegg	18.4 mill. kr.
Diverse telefon- og informasjonssystemer	<u>8.0 mill. kr.</u>
Sum alt. 1.	<u>44.3 mill. kr.</u>

Alternativ 2, Oslo–Lillestrøm–Gardermoen–Bøn:

Fiberkabel G8, 64 km.	5.8 mill. kr.
Parkabel 30 par, 64 km.	8.4 mill. kr.
Blokktelefon, 2x64 km.	1.6 mill. kr.
Transmisjonsutstyr	1.0 mill. kr.
Svitsjeutstyr (sentraler)	2.5 mill. kr.
Togradio og vedlikeholdsradio – faste anlegg	14.1 mill. kr.
Diverse telefon- og informasjonssystemer	<u>8.0 mill. kr.</u>
Sum alt. 2.	<u>41.4 mill. kr.</u>

Kabelrenner med lokk forutsettes å inngå i overslag for traseen.

Togradio og vedlikeholdsradio har felles infrastruktur (kiosker, master, strømforsyning).

Jernbaneverket
Biblioteket

JBV



09TU09898