

**MATERIELL FOR HØYHASTIGHET OSLO - KORNSJØ  
SAMT BRUK AV HØYHASTIGHETSMATERIELL PÅ  
ANDRE BANER.**

**TEKNISKE FORUTSETNINGER**

*P. Bøyum, G. Jacobsen, K. Johansen  
P. Lund, J. Refseth, K. Serigstad*

*NSB, 12. juni 1992*

Revidert 07.09.92

# MATERIELL FOR HØYHASTIGHET OSLO - KORNSJØ SAMT BRUK AV HØYHASTIGHETSMATERIELL PÅ ANDRE BANER. TEKNISKE FORUTSETNINGER

## INNHOLDSFORTEGNELSE

RAPPORTINNDELING .....	1
1 DEL I - KRAV TIL MATERIELL FOR HØYHASTIGHET PÅ ØSTFOLDBANEN ...	2
1.1 Systemkrav .....	2
1.2 Samkjøring av norsk materiell med utlandet og problemstillinger ut fra dagens situasjon .....	3
1.3 Spesielle krav ved 200 km/h .....	5
1.3.1 Aerodynamiske forhold .....	5
1.3.1.1 Tunneler .....	6
1.3.1.2 Fri linje .....	7
1.3.1.3 Nytt rullende materiell .....	7
1.3.1.4 Eldre materiell .....	9
1.3.2 Høye hastigheter og støy .....	9
1.3.2.1 Ekstern støy .....	9
1.3.2.2 Støykrav til materiellet .....	10
1.3.2.3 Støy ved tunnelåpning .....	11
1.3.3 Sporkrefter .....	11
1.3.4 Generelt .....	12
1.4 Krenging .....	13
1.4.1 Bruk av krengeteknologi .....	13
1.4.2 Passiv krenging .....	13
1.4.3 Aktiv krenging .....	13
1.4.4 Videre perspektiver .....	13
1.4.5 Materiellkonstruksjon .....	14
1.5 Driftsforutsetninger og krav til hastighet for ulike materielltyper ....	14
1.6 Materiell for ulike togslag .....	16
1.6.1 Fjerntrafikk - EC .....	16
1.6.1.1 Materiellturnering .....	17
1.6.1.2 Prognose for reisende .....	17
1.6.1.3 Grunnlag for materiellvalg .....	18
1.6.1.4 Materiellalternativ og kjøreberegninger .....	19
1.6.2 IC-materiell, Oslo-Halden .....	21
1.6.2.1 Grunnrutemateriell .....	21
1.6.2.2 Innsatstogmateriell .....	21
1.6.2.3 Materiellalternativ og kjøretidsberegninger	
1.6.2.4 Fjerntog/nattog .....	24
1.6.2.5 Materiell for godstrafikk .....	24
1.6.2.6 Trekkraft - lok .....	24
1.6.2.7 Kjøretider Oslo - Halden, uten stopp .....	27

2	DEL II - KRAV TIL MATERIELL PÅ ØVRIGE NSB-STREKNINGER . . . . .	28
2.1	Infrastruktur . . . . .	28
2.1.1	Mulighet for hastighetsøkning på dagens trasé . . . . .	28
2.1.2	Mulighet for hastighetsøkning for trasé med $R > 500$ m . . . . .	29
2.2	Materiell . . . . .	29
2.2.1	Vogner (for fjerntog og IC-tog) . . . . .	30
2.2.2	Lokmateriell . . . . .	31
2.2.3	IC-type 70 . . . . .	32
2.3	Nytt materiell . . . . .	32
2.3.1	Dovrebanen og Bergensbanen . . . . .	33
2.3.1.1	Dovrebanen . . . . .	33
2.3.1.2	Bergensbanen . . . . .	34
2.3.2	Kongsvingerbanen (Oslo - Stockholm) . . . . .	34
2.3.3	Vestfoldbanen . . . . .	34
3	DEL III — SAMMENDRAG OG FORSLAG TIL STRATEGIER . . . . .	35
3.1	Materiellkrav som konsekvens av trafikkmønster . . . . .	35
3.2	Krengetog . . . . .	35
3.3	Togfigurasjon - Togsammensetning . . . . .	36
3.4	Løpeegenskaper - Sporkrefter . . . . .	36
3.5	Trykktettet materiell/klimaanlegg, samt tunnelverrsnitt . . . . .	37
3.6	Forslag til strategier i anskaffelse/utvikling av materiellparken, samt materiellvurderinger . . . . .	37
3.6.1	EC-materiell . . . . .	37
3.6.1.1	X 2000 . . . . .	38
3.6.1.2	ETR 450 II . . . . .	38
3.6.1.3	Øvrige materiellalternativer . . . . .	38
3.6.2	IC-materiell . . . . .	39
3.6.2.1	Motorvognsett type 70 . . . . .	39
3.7	Kortsiktig strategi . . . . .	39
	BILAG 1: DATA FOR KJØRETIDSBEREGNINGER . . . . .	Bilag 1 - Side 1
	BILAG 2: MATERIELLDATA . . . . .	Bilag 2 - Side 1
	BILAG 3: BESKRIVELSE AV FORESLÅTTE TRASÉENDRINGER SAMT KOSTNADSOVERSLAG . . . . .	Bilag 3 - Side 1

## RAPPORTINDELING

**Del I** omhandler krav til materiell for høyhastighet på Østfoldbanen, samt krav til materiell det kan være aktuelt å samkjøre med utlandet.

Kjøretidsberegningene er foretatt med et utvalg av kjente materielltyper.

Banetrasé for kjøretidsberegninger er alt. A, B og C i melding om hastighet Oslo - Kornsjø. I alle alternativene er ny høyhastighetstrasé Oslo-Ski forutsatt. Videre forutsetninger er:

- For Alt. A: 200 km/h, utbygging langs dagens trasé  
For Alt. B: Som A, men med ny trasé Råde - Skjeberg ( Dette gjelder kun for EC-  
trafikken. For IC-trafikken er en oppgradering av nåværende traséavsnitt  
lagt til grunn.)  
For Alt. C: 300 km/h, uspesifisert trasé

**Del II** omhandler materiellkrav for øvrige NSB-strekninger. Spesielt er konsekvenser ved bruk av høyhastighetsmateriell på disse strekninger vurdert. Kjøretidsberegningene for alternativt materiell er utført med følgende forutsetninger:

- a. Dagens trasé.
- b. Forbedret trasé der kurver med radius mindre enn 500 m er tatt ut.

**Del III** omhandler sammendrag og vurderinger, kostnadsfaktorer, komfortkrav, m.m.

**Bilag 1:** Data for kjøretidsberegninger

**Bilag 2:** Materielldata

**Bilag 3:** Beskrivelse av foreslåtte traséendringer, samt kostnadsoverslag



# 1 DEL I - KRAV TIL MATERIELL FOR HØYHASTIGHET PÅ ØSTFOLDBANEN

## 1.1 Systemkrav

Persontog for høy hastighet og høyt servicenivå består i de fleste land av heltogssystemer (driftsmessige faste togstammer), da ut-/innskifting av vogner ikke er forenlig med de krav som er en forutsetning for slike baner - rasjonell og høy utnyttelse av både infrastruktur og materiell. Slik utnyttelse krever høy togfrekvens, korte snutider ved endestasjoner og materiell utnyttelse på 1500 - 2000 km/døgn. Det stiller krav til at det etableres en helhetlig logistikk der krav til materiell, ruteplaner, vedlikehold og service inngår i en total driftsplan.

Materiellet må helt fra konstruksjon av, være tilrettelagt for lett komponentbytte og korte servicetider. Vedlikeholdsprogrammet pr. enhet blir oppstykket og omgjort til en kontinuerlig prosess som får en fast tid avsatt til dette formål pr. døgn. Arbeidsdeling mellom verksted og driftsenheter vil endre seg i forhold til tradisjonelt materiellvedlikehold. For strekningen Oslo - København (Hamburg) må vedlikehold/service av materiellet kunne foretas i Gøteborg, København og ev. Hamburg for at materiellutnyttelsen skal bli optimal.

Markedsbehov i IC-trafikken er svingende over døgnet, men dette forhindrer ikke at materiell for grunnruter i IC-trafikken anskaffes etter samme krav til materiellutnyttelse. Høy frekvens gir bedre markedstilbud og mulighet for spredning over døgnet. Konsekvens av dette er utvikling i retning av mindre og raskere tog som er tilpasset en midlere døgnbelastning (grunnrutetog) supplert med rushtog, som kan være annet materiell der en økonomisk kan akseptere en lavere utnyttelsesgrad.

Det er materiell for slike togsystemer vi forutsetter skal benyttes i et fremtidig EC-togsystem mot København og ev. Hamburg, samt i grunnruter for IC-trafikken.

Eksempel på materiellutnyttelse er SJ's X 2000 og DB's ICE.

SJ's X 2000 går ca. 1400 km/dag, og oppholdstid for vedlikehold ca. 1 time.

For DB's ICE, er det satt en ønskelig grense på ca. 2000 km/dag og et daglig ettersyn som skal ta 1 time. Maks. grense mellom ettersynene er satt til 2500 km, og skal skje daglig.

Dette er et togsett med 2 trekkhoder (lok) og 14 vogner.

## 1.2 Samkjøring av norsk materiell med utlandet og problemstillinger ut fra dagens situasjon

### Profil

- NSB og SJ bygger bredere persontogmateriell enn øvrige jernbaneforvaltninger, men materiellet kan fremføres til København. ICE er riktignok bygget med et bredere profil enn normalprofilet, men det trafikkeres stort sett på egne høyhastighetsbaner. Godsvognmateriell er bygget etter europeisk standard (UIC).

### Strømforsyning

- NSB, SJ, og DB har 16 kV, 16 2/3 Hz. DSB har 25 kV, 50 Hz. Fremføring - også til København - krever lokbytte, og at vognmateriellet er tilpasset dansk strømsystem.

### Sikringssystemer

- NSB's ATS-system er anvendelig på SJ's baner. Både NSB's og SJ's system kan utvides til kontinuerlig togovervåkning (ATC). DB og DSB har systemer som ikke er identiske, og avviker også fra NSB/SJ-systemene. Signalsystemene er også forskjellig hos de forskjellige forvaltninger.

### Kommunikasjon fra tog

- Norsk, svensk og dansk mobiltelefon er identisk, men avviker fra tysk system. Togrado som kommer, er identisk med SJ's system. DB og DSB er ens, men ulikt NSB/SJ's system.

### Kommunikasjon i tog

- Norsk høyttalersystem avviker fra alle andre.

### Apparatluftledning

- Trykkluft benyttes til styring av dører, toalettsystemer o.l. Norsk system (lufttrykk) avviker fra alle andre.

### Hjul-/skinneforhold med kjøring på NSB-, SJ-, DSB- og DB-spor

- *Kurveforhold*  
NSB har det mest kurverike sporet, og DB det retteste. Sporkvaliteten er også best i Tyskland.
- *Skinnehelling*  
Som i det meste av Europa, benytter DB skinnehelling 1:40 tilpasset rett spor og høye hastigheter.  
NSB og DSB har skinnehelling 1:20 tilpasset kurverike baner. Dette går på bekostning av kritisk hastighet. SJ har en mellomløsning med skinnehelling 1:30.
- *Hjulprofil*  
NSB og DSB benytter P8-profil tilpasset en skinnehelling på 1:20, mens SJ og DB bruker ORE 1002-profil tilpasset skinnehelling på 1:40.



- *Sporvidde*  
Nominell sporvidde er 1435 mm i alle fire land. Deler av SJ's linjenett har imidlertid trangt spor, noe som medfører øket slitasje, lavere kritisk hastighet og redusert komfort. Svensk høyhastighetsspor forventes blir lagt med "normal" sporvidde.
- *Tendenser ved kjøring av ett lands materiell på et annet lands spor*
  - Norske og danske forhold er like når det gjelder hjulprofil og skinnehelling. Samtrafikk med høyere hastigheter enn man opererer med idag, forventes derfor ikke å by på vanskeligheter med hensyn på hjul-/skinneforhold.
  - Mindre skinnehelling og faktisk trangere spor i Sverige gjør at norsk og dansk materiell på svensk spor vil få lavere kritisk hastighet enn i Norge og Danmark. (Kritisk hastighet er den største hastigheten materiellet kan ha før det oppstår ustabil løp.) Dette er i liten grad merkbart med dagens trafikk, og kan trolig kompenseres for ved tekniske tilpasninger i boggiene for høyhastighetsmateriell. For svensk materiell på norsk og dansk spor forventes høyere kritisk hastighet enn i Sverige, men det vil få større slitasje ved kurvekjøring. For tysk materiell i Danmark, Sverige og Norge vil kritisk hastighet være høyere enn i Tyskland. Slitasje ved kurvekjøring forventes å bli noe større enn for hjulprofil tilpasset vår skinnehelling.
  - Norsk og dansk materiell på tysk spor forventes å få enda lavere kritisk hastighet enn materiellet vil få i Sverige.

#### *Sammenfatning*

Det forventes ikke uoverstigelige problemer ved samkjøring av norsk, svensk, dansk og tysk materiell på de samme strekningene for hastigheter opp til 200 km/h. Det kan imidlertid være nødvendig å gjennomføre tekniske tiltak for å komme frem til en akseptabel kompromissløsning.

Oppsummering for samkjøring:

#### Avvik i forhold til NSB-materiell/utrustning

Lok og fremførings-teknikk	SJ: Ingen avvik DSB: Strømforskyning, profil, ATS(ATC), togradio DB: Profil, ATS(ATC), togradio, mobiltelefon
NSB-lok og enkeltvogner (personvogner mot andres vogner)	SJ: Høytalersystem, apparatluftforsyning DSB: Høytaleranlegg, apparatluftforsyning DB: Høytaleranlegg, apparatluftforsyning, profil
Lukkede togsystemer (motorvogner)	SJ: Ingen DSB: Strømforsyning, ATS(ATC), profil, togradio DB: Profil, ATS(ATC), togradio NB! Krav for å kunne sammenkoble ulike lands motorvogntog er ikke vurdert
Godstogmateriell	De fleste av NSB's godsvogner er bygget etter UIC-krav. Det er ingen avvik.

#### Utvikling

- Innen EF's standardiseringsprogram er prosjekt for utvikling av kompatible togstyrings- og informasjonssystem prioritert.
- Vogner som utnytter hele NSB/SJ-profilet kan ikke påregnes å gå lengre enn til København.
- Strømforsyning kan løses med to-strøms lok, med tillegg i pris på 3 - 5%

#### Konklusjon

- Samkjøring med SJ for materiell bygget etter dagens NSB-normer er mulig. Konstaterte avvik i standard krever ombygning på NSB's materiell, og dette bør gjøres.
- Ønskes samkjøring med DSB, ev. DB bør et felles NSB/SJ/DSB prosjekt vurdere løsninger.
- Enkeltvogner (f.eks. nattogsmateriell) må ha RIC-standard, for kjøring til Hamburg.

### 1.3 Spesielle krav ved 200 km/h

Det henvises også til "Tekniske forutsetninger for trasé og jernbanetekniske installasjoner", NSB Banedivisjonen, Teknisk kontor 29.11.1991.

#### 1.3.1 Aerodynamiske forhold

Ved høye hastigheter spiller aerodynamiske forhold en vesentlig rolle. Generelt gjelder:

- Fronten på et tog som kjører inn i en tunnel, forårsaker en trykkstigning som løper gjennom tunnelen med lydets hastighet. Trykkbølgen reflekteres som en trykksenkning ved den andre tunnelportalen.
- Togenden forårsaker en trykksenkning som reflekteres som en trykkstigning. I ugunstige tilfeller vil trykkøkninger hhv.-senkninger overlages. Møtes to tog på stedet der overlagingen skjer, utsettes tog og passasjerer for kraftige trykkendringer.
- Amplituden til den første trykkendringen som oppstår ved gjennomkjøring av tunnel øker med kvadratet av hastigheten.
- Maksimal trykkendring ved togmøte i tunnel bestemmes av toget med høyest hastighet.
- Trykkbølgene påvirker i stor grad passasjerenes komfort og stiller krav til styrke på enkelte av materiellets detaljer (dører, vinduer osv.).
- Luftmotstanden øker med kvadratet av hastigheten. Togene kan bruke opp til 2/3 av trekkraften for å overvinne luftmotstanden ved 200 km/h.

Omfanget av disse problemene kan reduseres ved å ta hensyn til følgende parametere og målsettinger:



## 1.3.1.1 Tunneler

Parameter	Følger	Tiltak	1)	2)	3)	4)
Stigning	Eks: Et tog med 10 vogner som kjører i 200 km/h gjennom en 500 m lang tunnel med tverrsnitt 73 m <sup>2</sup> har i forhold til fri linje en dobbelt så stor luftmotstand, dvs. trekkraftbehovet for å overvinne luftmotstanden tilsvarer trekkraftbehovet for kjøring i 0,8 % stigning.	Tunnelarealet bør gjøres størst mulig.  En trasé på fri linje med større stigning er å foretrekke.	x	+	+	+
Lengde	Trykkrefleksjoner minker for økende tunnel-lengde.  Korte tunneler (<3 km) forårsaker høyere maksimalt mulige trykkedifferanser.  Lange tunneler økr luftmotstanden	Tunnellengden er vanskelig å påvirke da kombinasjonen tog-lengde/tunnel-lengde er av vesentlig betydning for trykkendringene.  Trykkforløp i aktuelle tunneler bør simuleres.	x	x	x	x
Tverrsnitt	Amplituden til første trykkøkning/senkning øker omtrent proporsjonalt med forholdet mellom materiellets frontareal ( $A_m$ ) og tunneltverrsnittet ( $A_t$ ).  Luftmotstanden avvar ved økende tunnel-tverrsnitt. Eks: forskjellen mellom $A_t=50$ m <sup>2</sup> og $A_t=100$ m <sup>2</sup> tilsvarer en differanse i installert ytelse på 0,7 - 1 MW.	Tunnelarealet bør gjøres størst mulig.  Foreliggende tunnel-tverrsnitt evalueres.	x	+	+	+
Veggkledning	Amplituden til første trykkøkning/senkning øker ved økende veggruhet. Trykkrefleksjonene avtar ved økende veggruhet.  Luftmotstanden øker ved økende veggruhet.	Veggkledning benyttes	x	+	+	+
Utforming av inn- og utløp	Amplituden til første trykkøkning/senkning og trykkrefleksjoner kan reduseres ved riktig utformet inn- og utløp.	Inn- og utløp gis en aerodynamisk riktig utforming.	x	+	+	+
Underbygning	Ved vinterdrift kan løsnende is slå løs pukk som dermed kan forårsake skader på materiell og faste installasjoner i tunnel.	Evt. pukk "limes". Evt. benyttes andre underbygninger.	x	+	x	x
Sjakter o.l.	Nisjer for fast utstyr og sjakter for lufting forårsaker gjentatte trykkendringer. Dette vil i vesentlig grad redusere komoforten særlig i ikke trykketttet materiell.	Antall sjakter minimaliseres. Nisjer kles inn.	x	x	+	x
Samlet antall km tunnel	Foretrukne alternative traséer: Fri linje med større stigning Fri linje med mindre kurveradius. (minste radius: $R_{\min} = 1700$ m. maks. ukompensert sideakselerasjon: $a_{u \text{ maks}} = 1,0$ m/s <sup>2</sup> )	Tunneler søkes unngått i størst mulig grad.	-	+	+	+

1) Miljø/ekstern støy, 2) Sikkerhet, 3) Komfort, 4) Trekkraftbehov

### 1.3.1.2 Fri linje

Parameter	Følger	Tiltak	1)	2)	3)	4)
Avstand mellom spormidter (dobbeltspor)	Amplituden til trykkendringen ved møtende tog reduseres ved økende avstand mellom spormidter.	Foreliggende retningslinjer evalueres.	x	x	+	x
Avstand til og utforming av skjæringer	Amplituden til trykkendringen som følge av passering av skjæringer avtar med avstand til og utformingen av skjæringen.	Foreliggende retningslinjer evalueres.	+	x	+	x
Stasjonsutforming		Stasjoner må utformes slik at sikkerheten ivaretas ved togpasseringer.				

1) Miljø/ekstern støy, 2) Sikkerhet, 3) Komfort, 4) Trekkraftbehov

### 1.3.1.3 Nytt rullende materiell

Parameter	Følger	Tiltak	1)	2)	3)	4)
Trykkbølger	God komfort (jfr. DB's krav) kan bare oppnås ved trykkett materiell.	Nytt materiell trykkettes	x	x	+	x
Front og endeparti	Amplituden til førstetrykkøkning/senkning kan reduseres med ca. 30 % ved aerodynamisk utformet front og endeparti.	Front og endeparti gis en aerodynamisk utforming			+	+
Strømvatagerkledning	Høy strømvatagerkledning reduserer luftmotstanden og bedrer strømvatagningen.	Høy strømvatagerkledning benyttes.				+
Overganger mellom vogner	Luftmotstand	Overganger utformes i flukt med vogn.				+
Utstyr på tak	Luftmotstand	Nødvendig utstyr på taket må kles inn.				+
Karosserioverflater	Luftmotstand	Dører, håndtak, stiger osv. bør ikke stikke ut.				+
Boggier	Luftmotstand og støy	Bør utstyres med skjørt.	+			+
Utstyr under vogn	Luftmotstand. Isdannelse og følgeskader av løsnende is.	Utstyr under vogn bygges inn.	x	+	x	+

1) Miljø/ekstern støy, 2) Sikkerhet, 3) Komfort, 4) Trekkraftbehov

Konsekvenser av togmøte i tunneler (målt av DB)

Pa = Pascal (måleenhet for trykk); 1 kPa = 1000 Pa = 10 mbar

Hastighet tog 1 km/h	Hastighet måletog km/h	Maks. trykkdifferanse innen 3 s kPa
140	0	1,1
200	0	2,2
200	140	2,3
200	160	2,7
200	200	3,3

Det er toget med den største hastigheten som i hovedsak bestemmer trykkforløpet i tunnelen. Et motgående tog i hastighetsområdet inntil 140 km/h gir nesten ingen bidrag (100 Pa eller 4 %). Ved 160 km/h øker den maksimale trykkendringen med ca. 20 % (500 Pa), ved 200 km/h er økningen betydelig (1,1 kPa eller 50 %).

DB er blant de forvaltninger som har lagt ned mest arbeide i problematikken rundt høye hastigheter i tunneler. DB har etablert relativt strenge komfortkriterier uttrykt som tillatt trykkendring i passasjervogn:

0,5 kPa/1 s

0,8 kPa/3 s

1,0 kPa/10 s

1,2 kPa/3 s            Sjeldne tunnelgjennomkjøringer på eldre strekninger

Overnevnte komfortkrav oppnås bare for trykkttet materiell.

Til sammenligning gjengis BR's komfortkrav.

1 kPa/5 s	Ønskelig
3 kPa/3 s	Akseptabelt
5 kPa/3 s	Ikke tillatt



### 1.3.1.4 Eldre materiell

Eldre materiell i samtrafikk med høyhastighetsmateriell representerer et todelt problem:

- Sikkerheten for passasjerer og materiell må ivaretas.
- Komforten for de reisende bør holdes på et akseptabelt nivå.

De viktigste faktorene en kan påvirke for å ivareta disse forholdene er:

- Tunnelverrsnitt
- Veggkledning
- Utforming av inn- og utløp
- Sjakter, nisjer o.l.

De foreliggende forutsetningene må gjennomgås med tanke på disse problemstillingene. I særdeleshet må en vurdere tunnelenes tverrsnitt. Det foreliggende tunnelverrsnittet er på ca. 82 m<sup>2</sup>. Ut fra sikkerhetsmessige og komfortmessige forhold er det på grunnlag av erfaringer fra andre forvaltninger tvilsomt om det lar seg gjøre å kjøre eldre materiell sammen med materiell for 200 km/h ved så lite tunnelverrsnitt.

NSB	(Østfoldbanen)	$A_m:A_t = 11:82$	(1:7,5)
DB	Trykkttet materiell	$A_m:A_t = 10:82$	(1:8,2)
SNCF	Ikke trykkttet materiell	$A_m:A_t = 10:100$	(1:10)

Som det fremgår av tabellen er det foreliggende tunnelverrsnittet for NSB relativt lite. Legg merke til at NSB's store materiellprofil (ca. 10% større enn UIC-profilen) medfører at forholdet  $A_m:A_t$  blir ca. 8,5 % mindre for NSB's vedkommende enn for DB ved samme tunnelprofil. DB har antydning at det kan bli nødvendig å trykkette alt materiell som trafikkerer tunneler på strekninger med hastigheter fra 200 km/h. Dette er en meget kostbar ombygging.

Ved SNCF trafikkeres tunneler med  $A_t = 100$  m<sup>2</sup> i hastigheter på 200 km/h med ikke trykkttet materiell. Et tverrsnittforhold på 1:10 antas å representere et minimum for å ivareta minimumskrav til komfort for ikke trykkttet materiell. DB's strenge komfortkrav kan da ikke ivaretas.

For å vurdere sikkerheten må styrkeberegninger foretas for det aktuelle materialet. Spesielt må detaljer som dører, vinduer og overganger analyseres. Toalettsystemene må ombygges til lukkede anlegg. Også trykkreftenes virkning på selve vognkassen må vurderes.

Det antas at tunnelverrsnittet må økes til  $A_t = 100$  m<sup>2</sup> for å unngå omfattende ombygginger av eldre materiell dersom kryssing med 200 km/h skal tillates.

## 1.3.2 Høye hastigheter og støy

### 1.3.2.1 Ekstern støy

Målinger av veitrafikkstøy viser at et ekvivalent lydnivå på opp til 60 dB(A) kan aksepteres. Jernbanestøy blir ikke oppfattet som like plagsom, og ekvivalent lydnivå på minst 7 dB(A)



høyere kan godtas. Dersom hyppigheten av passerende tog er lav, spiller lydnivået fra hvert enkelt tog liten rolle.

Tiltak for å dempe støyen kan være:

- Nedgraving av skinnegangen i terrenget.
- Bygging av støyskjermer og jordvoller.
- Høytliggende banestrukturer bygget i betong i stedet for stål.

For Shinkansen kreves at gjennomsnittet av støytroppene fra de 10 mest støyende tog av 20, målt 25 meter fra sporet, ikke skal overstige 70 dB(A) i bebygget strøk, og 75 dB(A) i industrisoner.

Støykilder og mottiltak:

1. Luftmotstand og turbulens. Støykilder:
  - Luftstøy og kontaktstøy pga. strømvaktaker
  - Luftstøy pga. turbulens, vesentlig i understilling og boggier og ved vognender

Kan reduseres ved:

- å gi materiellet en god aerodynamisk design

2. Støy fra hjul/skinne. Støykilder:
  - kontaktpunktet mellom hjul og skinne
  - svingninger i hjulskiven
  - svingninger i skinnen

Kan reduseres ved:

- godt vedlikehold av hjul og skinner
- hjul med forskjellige lyddempingselementer
- "bølgende" hjulskiver
- demperelementer på skinnesteget
- demperelement mellom skinne og sville

3. Støy fra dieselmotor:

Kan reduseres ved:

- effektiv støydemping av eksosanlegg
- innkapsling av motor

Støy fra toget øker med økende hastighet. For hastigheter under 200 km/h er støy fra hjul og skinne den dominerende støykilden, mens det for hastigheter over 200 km/h er støy fra pantograf og luftstrømmen rundt toget.

### 1.3.2.2 Støykrav til materiellet

Støykravet til IC-70 og EL18 er 90 dB(A) målt 25 meter fra spormidte ved 130 km/h. For stillestående EL18 med full ventilasjon, målt 7,5 meter fra spormidte gjelder dessuten at utvendig støynivå ikke skal overskride 85 dB(A).

Materiell	Hastighet km/h	Avstand m	Tillatt støynivå dB(A)
ICE	280	25	89
ICE	200	25	85
Lok 2000	200	25	89
IR4	180	25	92±1
IC 225	200	25	97
Pendolino ÖBB	200	7,5	92
X 2000	200	25	91

Til sammenligning har SJ konstatert at et RC-lok og 7 vogner gir 92 db(A) i 25 m avstand og 130 km/h.

### 1.3.2.3 Støy ved tunnelåpning

Trykkbølgen som oppstår når et tog i stor hastighet kjører inn i en tunnel, forårsaker også trykkbølger ut av den andre tunnelåpninger, som igjen gir seg utslag i støy og sterke vibrasjoner som belaster miljøet i nærheten.

Problemet kan minskes ved å:

- øke tunnelverrsnittet
- bygge tunnelinnløp konstruert for å "punkttere" trykkbølgen
- legge lydabsorberende materialer på tunnelveggene
- dempe hastigheten ved kjøring i tunneler
- bore sidegrener i tunnelen for å avlede trykkbølgen
- bore hull i tunnelveggen for å slippe ut trykkbølgen.

De to sistnevnte tiltakene vil imidlertid gi flere trykkvariasjoner som igjen kan være ubehagelige.

Dette vil trolig måtte iakttas spesielt med hensyn på sikkerhet og komfort for passasjerer på stasjoner/holdeplasser nær tunnelåpningene (kfr. Toverud og Asker) ved gjennomkjøring av høyhastighetstog.

### 1.3.3 Sporkrefter

#### Belastninger på sporet

Følgende krav foreligger for nyanlegg dimensjonert for 200 km/h:

	Godstog	Persontog
Største aksellast	22,5 t v/ 120 km/h 18,0 t v/ 140 km/h	20,0 t v/ 200 km/h ved $a_y=0,65 \text{ m/s}^2$

Følgende parametere er bestemmende for sporkreftene:

På rettspor og i kurver:

- Hastighet
- Aksellast
- Uavfjæret masse
- Kombinasjonen hjulprofil/skinneprofil
- Sporets beskaffenhet

I kurver kommer i tillegg:

- Hjulsatsenes grad av radialstyring
- Sideaksellerasjon i sporplan

Generelt vil krav om høyere hastighet lede til økende aksellast. De dynamiske sporkreftene øker med kvadratet av hastighetsøkningen. Tilsvarende forhold gjelder også mellom dynamiske sporkrefter og sporets beskaffenhet. Videre virker uavfjæret masse i stor grad inn på størrelsen av de dynamiske kreftene. Kombinasjonen hjulprofil/skinneprofil blir mer kritisk ved økende hastighet og ved kurvekjøring.

I kurver vil sideaksellerasjonen i sporplan gi opphav til tilleggskrefter. Tilleggskreftene reduseres ved å utruste materiellet med radialstyrte boggier som forefinnes på NSB's nyere personvognmaterieill.

Det foreligger idag ingen entydige mål på hvilke sporkrefter en kan tillate. For vertikale krefter er Prud'hommes kriterium ofte benyttet selv om dette ikke er et tilstrekkelig kriterium. Generelt er det et mål å tilstrebe lavest mulige sporkrefter bl.a. for å oppnå et lavt vedlikeholdsbehov.

De gjeldende kravene er uttrykt som maks. aksellast ved gitt hastighet. Det er imidlertid en kjennsgjerning at sporkreftene, både på rettspor og i særdeleshet i kurver, i meget stor grad kan påvirkes av materiellets konstruksjon. Det bør derfor utarbeides entydige krav til tillatte sporkrefter. Eksempelvis har Di 4 (aksellast = 19,1 t) betydelig lavere sporkrefter enn EL 14 (aksellast = 17,5 t).

Materiellets dynamiske egenskaper (sporkrefter) kan simuleres ved bruk av f.eks. BR Research's "Vampire"-program. Slike simuleringer bør utføres for de aktuelle nye materielltypene og vurderes opp mot entydige krav til sporkrefter.

Kurvekjøring i høye hastigheter stiller spesielt store krav til materiellets boggikonstruksjon. For krengetog er det absolutt påkrevd med radialstyrte boggier for å holde sporkreftene på et tilstrekkelig lavt nivå i kurver. Se ellers kapittel om krengeing.

Kombinasjonen hjulprofil/skinneprofil er av særlig betydning for sporkreftene ved høye hastigheter og ved kurvekjøring. Dette kan representere et problem ved utenlandstrafikk idet skinnehelling 1:30 benyttes ved SJ og 1:20 benyttes ved NSB.

#### 1.3.4 Generelt

De foreliggende tekniske forutsetningene er mangelfulle. Det bør snarest etableres nødvendige forutsetninger og retningslinjer for de berørte områdene:



- Komfortkrav ved tunnelkjøring for trykkett/ikke trykkett materiell, relatert til forskjellige togs slag (lokaltog, IC-tog og EC-tog)
- Reviderte krav til tunneller og linjeføring
- Entydige krav til maksimalt tillatte sporkrefter ved gitt sporstandard
- Evaluering av nytt materiells sporkrefter vha. simulering

Det er meget viktig å foreta en grundig analyse av de aktuelle faktorene for å unngå f.eks. unødvendig store sporvedlikeholdskostnader eller at tunneler blir flaskehals i et høyhastighetssystem. For eksempel er det lite ønskelig eller uakseptabelt å måtte redusere hastigheten i enkelte eller alle tunneler til 160 km/h eller å måtte unngå togmøter mellom nytt og gammelt materiell i tunneler.

## 1.4 Krenging

### 1.4.1 Bruk av krengeteknologi

Det henvises til rapporten "TFoU nr 1 Forsøk med krenging", NSB Banedivisjonen, Engineering, okt. 1991.

Bruk av krengeteknologi muliggjør betydelige kjøretidsforkortelser (i størrelsesorden 10%) på eksisterende evt modifisert trasé idet kurvehastighetene kan økes uten at komforten derved forringes.

Det finnes to hovedgrupper av krengesystemer.

### 1.4.2 Passiv krenging

Passiv krenging gjør bruk av sentripetalkreftene for å oppnå en krengebevegelse.

Krengvinkelen begrenses i slike systemer til mellom 2° og 3°. Dette muliggjør kjøretidsreduksjoner på mellom 3-5 % under NSB-forhold. Talgovognene er det mest kjente eksempelet på denne type krengeteknologi.

SIG har under utprøving et passivt krengesystem som forventes å være leveringsklart om 2-3 år. NSB's nye intercity-togsett motorvognsett type 70 er forberedt for innbygging av dette systemet. Foreløpige erfaringer er lovende.

### 1.4.3 Aktiv krenging

Aktiv krenging gjør bruk av et reguleringssystem oftest med hydrauliske aktuatorer. Denne type systemer er mer kostbare enn passive systemer, men muliggjør til gjengjeld høyere kurvehastigheter, (inntil 2,0 m/s<sup>2</sup>) og bedre komfort. Krengvinkelen er typisk mellom 6 og 10°. Dette muliggjør kjøretidsreduksjoner på ca 10%. NSB's prototype krengesystem er et aktivt system og er spesielt konstruert med tanke på å opprettholde god komfort også ved NSB's særegne forhold med korte overgangskurver og S-kurver.

### 1.4.4 Videre perspektiver

Bruk av krengeteknologi er et kostnadseffektivt virkemiddel for å oppnå betydelig kortere kjøretider på eksisterende traséer og ved begrenset oppgradering av eksisterende traséer. Videre vil teknologien gi kjøretidsbesparelser i byggeperioden for høyhastighetsanlegg.

Den ferdige traséen vil av kostnadmessige og praktiske årsaker inneholde et mindre antall



"flaskehals" i form av kurver som begrenser hastigheten på enkelte avsnitt. F.eks vil en ved Greåker i alt A og B måtte redusere hastigheten til ca. 150 km/h. Da aksellerasjonstidene i dette hastighetsområdet er lange, må en særlig for EC-tog forvente et ikke ubetydelig tidstap ved slike hastighetsbegrensninger. Denne type tidstap kan unngås ved bruk av krengeteknologi også for høyhastighetsmaterieell.

Dersom høyhastighetsmateriellet også skal trafikkere eldre traséer, må krengeteknologi tas i bruk for å korte kjøretidene på disse strekningene. Dagens NSB-materieell som f.eks EI 17/B 7 og motorvognsett type 70, utnytter hastighetspotensialet så langt det er mulig uten bruk av krengeing. Høyhastighetsmaterieell uten krengeing vil ikke gi nevneverdige kjøretidsforkortelser på eksisterende traséer.

Jfr. bilag 1 som omhandler kjøretidsberegningene.

#### 1.4.5 Materieellkonstruksjon

For krengetog må det stilles spesielle krav til materieellets konstruksjon for å ivareta krav til lave sporkrefter ved høye kurvehastigheter. Vogner og annet materieell med lave aksellaster, f.eks motorvogner med konstruksjon tilsvarende ETR 450, gir lave sporkrefter ved moderne boggikonstruksjoner og kan fremføres med hastigheter tilsvarende inntil 2 m/s<sup>2</sup> uten at sporkreftene representerer et problem. Når det gjelder lokomotiver/trekkhoder må en legge spesiell vekt på å tilstrebe lave uavfjærende masser, lave aksellaster og gode kurveegenskaper.

EI 17 er bygget for å ivareta slike krav. Lokomotivet har en aksellast på bare 16,0 t og har radialstyrte boggier.

Et betydelig antall målinger samt simulering vha BR Research's Vampire-simuleringsprogram danner grunnlag for en evaluering av EI 17's egenskaper. I mangel på entydige krav til sporkrefter utover Prudhommens kriterium er evalueringen foretatt opp mot NSB's lokomotiver EI 14 og EI 16.

TFoU 1 konkluderer med at EI 17 i hastigheter tilsvarende 1,8 m/s<sup>2</sup> *ikke* vil påføre sporet større krefter enn hva EI14 gjør ved hastigheter tilsvarende 0,65 m/s<sup>2</sup> (dagens normalhastigheter). Imidlertid overskrider EI 14 idag Prudhommens kriterium i enkelte tilfeller, slik at det totale antall overskridelser vil øke ved krengeing på eksisterende traséer med EI 17. Nyere boggikonstruksjoner som f.eks SLM-konstruksjonen benyttet på SBB's Lok 2000 forventes å gi enda lavere sporkrefter ved samme aksellast.

Sporkreftene øker for minkende kurveradius. Fullgod radialstyring og derved minimale sporkrefter kan bare oppnås ved tvangsstyring av hjulsatsene for radier < 500 m. For radier ≥ 500 m oppnås god radialstyring ved bruk av myk lengdevis fjæring, prinsippet som er benyttet på alt nyere NSB-personvognsmaterieell.

### 1.5 Driftsforutsetninger og krav til hastighet for ulike materieelltyper

For å sikre rasjonell utnyttelse og fleksibel bruk av traséen, samt legge forholdene til rette for god regularitet, er det viktig at togene ikke påvirker hverandres planmessige kjøretid. Strekingen Oslo - Halden blir den mest trafikkerte del av strekingen Oslo - Gøteborg, og dermed kritisk. Vi har derfor valgt å stille krav til materieellet ut fra følgende kjøreplanforutsetninger:

- EC-tog til Göteborg/København vil ha største hastighet og få stopp, og vil være prioritert fremføringsmessig.
- IC-tog i grunnruter vil ha tilnærmet samme fremføringshastighet, men rutemessig tilpasset EC-togene. Alt. maks. hastighet er 160 og 200 km/h. Det regnes med innsatstog ved trafikktopper. Den materiellstrategi som er fulgt til nå, er at nytt materiell er anvendt først til fjernog, og at eldre materiell blir degradert til IC-trafikk og regionale tog. (Nærtrafikk har spesielt materiell). Innsatsmateriell har liten utnyttelsesgrad. Eldre materiell vil også i fremtiden måtte brukes i slik trafikk. Nytt grunnrutemateriell med stor hastighet og stor frekvens vil stille krav til at innsatsmateriellet har høy nok hastighet til ikke å hindre grunnrutene. Ruteopplegg der grunnrutemateriellet kjører forbi innsatsmateriell kan knapt aksepteres. Dette vil i mange tilfeller gi negativ virkning på regulariteten. På strekningen Oslo - Halden stiller vi derfor følgende krav til fremføringshastighet: Innsatstog som starter 10 min. bak et IC-tog må ha kjøretid som gjør at det ankommer 5 min. før neste IC-tog.
- Godstog og nattog.  
Hastighetsforutsetninger for disse togene til utlandet blir de samme som for innsatstog. Vi forutsetter heller ikke planmessig forbikjøring. Godstogene vil i hovedsak gå i tider med lav togfrekvens, så kravene til minste nødvendige hastighet blir lavere. Nattogene vil imidlertid ankomme i en kritisk tid, og krav til hastighet blir på nivå som innsatstog i IC-trafikken.
- Nærtrafikkmateriell er ikke behandlet. Vi regner med at rutene må tilpasses øvrig toggang, og at forbikjøring må aksepteres. Maks. hastighet og trekkraft for fremtidig materiell blir som for motorvognsett type 69, hvor aksellerasjon og trekkraft maksimalt utnytter adhesjonen.



## 1.6 Materielle for ulike togslag

Krav til materiellet er vurdert i forhold til driftsprogram og inndelt i:

Fjerntrafikk (EC) Oslo - Gøteborg - København - Hamburg,

IC-trafikk Oslo - Halden

Nattog

Godstrafikk Oslo - mot kontinentet

Maksimal hastighet i fremføring er for fjerntog og IC-tog 200 km/h, og 160 km/h for øvrige tog (nattog og godstog).

### 1.6.1 Fjerntrafikk - EC

Målsetting for trasé for strekningen Oslo - Kornsjø blir bygget for 200 km/h for konvensjonelt materiell, og med nytt dobbeltspor mellom Oslo og Ski. Strekningen Oslo - Halden blir ca 130 km.

Kjøretidsberegninger for ulike materielltyper er foretatt bare på denne strekningen.

På svensk side blir sporstandard minst like god som på norsk side.

**Halden - Gøteborg** er beregnet til 201 km, og kjøretid med materiell type X 2000 er beregnet til 67 min. med en gjennomsnittshastighet på 180 km/h (Nordlänksrapporten).

**Gøteborg - Malmø** er ca. 315 km. Med gjennomsnittshastighet på 180 km/h gir dette 105 min. kjøretid.

**Malmø - København** (tunnel) blir ca. 60 km, og kjøretid er av DSB anslått til 30 min. med stopp på Kastrup.

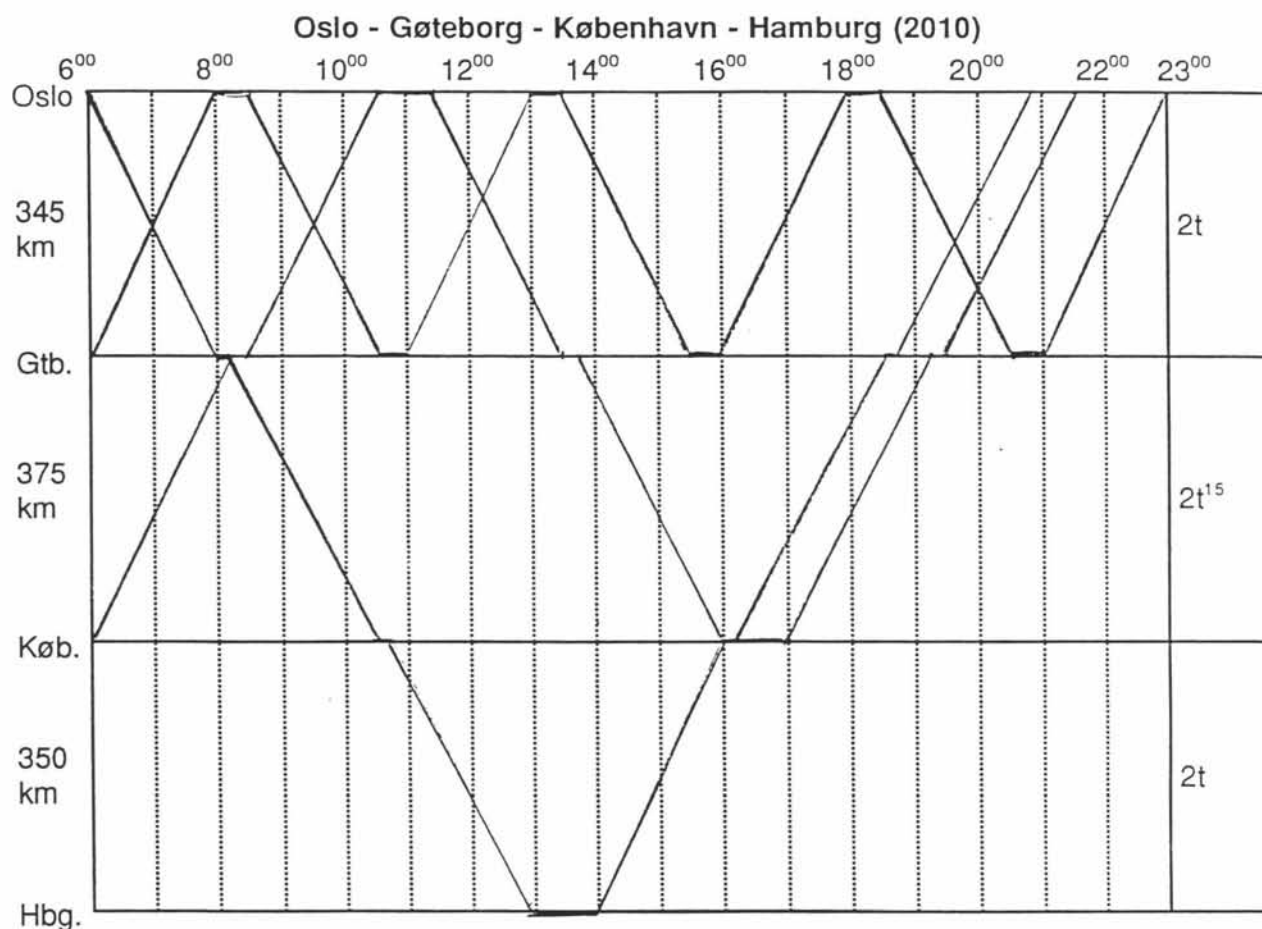
**København - Hamburg** er ca. 350 km med Fehmarn-tunnel. DSB har som målsetning i sitt høyhastighetsprogram å kjøre på 2 timer med maks. hastighet på 200 km/h.

For å kunne vurdere materiellkrav (service/vedlikehold) og turneringsmuligheter for materiellet, er det antatt kjøretider i to alternativer. Delvis ferdig trasé - år 2000 og ferdig trasé - år 2010.

Strekning	Lengde i km (ca.)	Mål for kjøretid	
		ca. år 2000	ca. år 2010
Oslo-Halden	130	≈1 t 10 min.	≈55 min
Oslo-Gøteborg	345	≈2 t 30 min.	≈2 t
Oslo-København	720	≈5 t 30 min.	≈4 t 30 min.
Oslo-Hamburg	1070	≈9 t 30 min (med ferje)	≈6 t 45 min.

### 1.6.1.1 Materiellturnering

For å illustrere krav til materiellet m.h.t. utnyttelsesgrad, er disse kjøretidsanslag benyttet.



Selv med 1 t lenger kjøretid Oslo - København (2000) bør det være mulig å oppnå slik materiellutnyttelse.

Som det fremgår av diagrammet, er det mulig innenfor tidsrommet 0600-2300 med ett togsett å oppnå:

- 3 turer Oslo - København eller motsatt/dag
- 6 turer Oslo - Gøteborg eller motsatt/dag
- 2 turer Oslo - Hamburg eller motsatt/dag

Utkjørt strekning blir i alle 3 tilfeller ca. 2100 km/dag. Sett i forhold til dagens utnyttelsesgrad av norsk materiell kan dette synes mye.

### 1.6.1.2 Prognose for reisende

EC-togene fra Oslo fremføres til København. Dimensjonerende for toggangen er trafikken på strekningen Oslo - Gøteborg.



Trafikkfordeling er ifølge Pt-divisjonens anslag for utenlandstrafikk over Kornsjø følgende:

Oslo - Gøteborg	40%
Oslo - Malmø	7%
Oslo - København	26%
Oslo - Hamburg	27%

Prognose for reisende over Kornsjø på 1 150 000 pr. år, gir ca. 3800 reisende pr. dag fordelt på 6 dager i uken. Med frekvens ca. 2 timer i tiden 0600-2200 gir dette 8-9 togpar med setekapasitet ca. 240 pr. tog.

### 1.6.1.3 Grunnlag for materiellvalg

Ved at kapasitetsbehov mellom Oslo og Gøteborg gjøres dimensjonerende for "norsk" toggang for hele strekningen til København, vil togene kunne dekke deler av svensk behov på strekningen Gøteborg-København. Det antas at SJ vil kjøre høyhastighetstog på samme strekning. Det er mest sannsynlig at valg av materiell vil stå mellom ulike heltogsystemer (X 2000, ICE-M, TGV, ETR 450-2, etc.). Det er mulig for NSB å velge materiell uavhengig av SJ, men det er mer nærliggende å betrakte strekningen som en felles trafikkåre NSB/SJ/DSB frem til København, ev. Hamburg med ens materiell.

Argumenter som taler **for** en felles løsning er:

- Dublering av togstammer underveis blir mulig
- Personalveksel/opplæring blir forenklet
- En står fritt i plassering av servicestasjoner
- Et felles vedlikeholdssystem blir mulig
- Felles reservemateriell
- Felles togservicesystem

Argumenter som taler **mot** en felles løsning er:

- Felles materiell NSB/SJ egner seg ikke nødvendigvis for andre norske strekninger, og hindrer en "norsk" standardisering.

### 1.6.1.4 Materiellalternativ og kjøreberegninger

Banetraséalternativene på Østfoldbanen er som følgende:

- Alt. A: 200 km/h, utbygging langs dagens trasé.  
 Alt. B: Som for alt. A, men med ny trasé Råde-Skjeberg. (Dette gjelder kun for EC-trafikken. For IC-trafikken er en oppgradering av nåværende traséavsnitt til 160 km/h lagt til grunn.)  
 Alt. C: 300 km/h, uspesifisert trasé.

Materiellalternativ som er kjøretidsberegnet for EC-togene er:

- X 2000 med og uten kregning (SJ)
- ETR-450 II med kregning (italiensk i finsk utgave)
- ICE-M (prosjektert tysk tog for flere strømarter)
- Motorvognsett type 70 med alternativ vognsammensetning, med og uten kregning.
- EI 16 med 6 B5-vogner

Da det er utsagn/sammenligning av kjøretid og effektforbruk som konsekvens av materiellets effekt, maks. hastighet, evt. kregning og stoppmønster som er av interesse, er alle tog stoppet i Halden.

Stopp etter trasé alt. A er Nedre Glomma/alt. Halden.

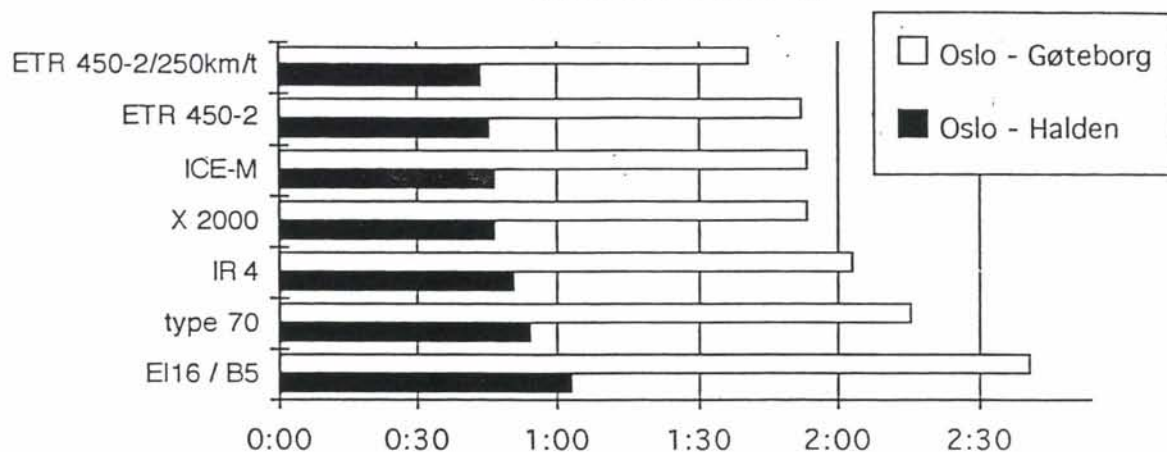
Stopp etter trasé alt. B er det samme.

Tabellen viser mulige netto kjøretider for ulike materielltyper og varianter.

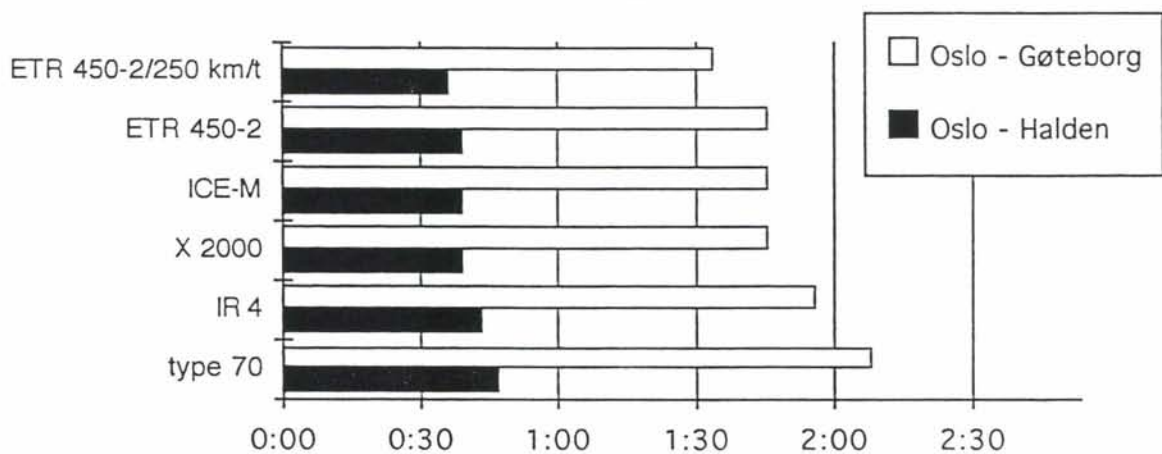
EC	Togsammensetning	Kurve hastighet [m/s <sup>2</sup> ]	Max hast [km/h]	Togvekt [t]	Relativ ytelse [kW/t]	Sitteplasser *	Kjøretid Halden alt A	teoretisk energiforbruk [ MWh ]	Kjøretid Halden alt B
EI 16 / B5	lok + 5 B5 + BF14	0,65	130	356	12,36	380	1:04	1,4	-----
type 70	standard	1,0	160	212	7,5	240	0:55	1,1	0:49
type 70	standard + kregning	1,4	160	212	7,5	240	0:54	1,1	0:48
type 70	standard + 1 vogn	1,0	160	258	6,2	310	0:56	1,3	0:50
type 70	2 motorvogner + 4 mellomvogner	1,0	160	332	9,6	380	0:54	2,0	0:48
IR 4	1 motorvogn + 3 vogner	1,0	180	162	10,4	243	0:51	1,1	0:44
X 2000	standard (m/kregning)	1,8	200	345	9,4	288	0:47	2,1	0:40
X 2000	standard u/ kregning	1,0	200	332	9,8	288	0:48	2,1	0:41
X 2000	standard + 1 vogn	1,8	200	395	8,3	360	0:48	2,4	0:42
ETR 450-2	standard (m/kregning)	1,8	200	316	12,6	380	0:46	2,0	0:40
ETR 450-2 v = 250 km/t	standard (m/kregning)	1,8	250	316	12,6	380	0:44	2,3	0:37
ICE-M	standard	1,0	200	449	12,0	420	0:47	2,8	0:40

\* omregnet til 2. klasse sitteplasser

Beregnete netto kjøretider EC-trafikk ved  
traséalternativ A



Beregnete netto kjøretider EC-trafikk ved  
traséalternativ B





## 1.6.2 IC-materiell, Oslo-Halden

Prognose for trafikken Oslo-Halden på 2,5 mill. reisende pr. år med dagens trafikkfordeling over døgnet er benyttet som grunnlag for togsettenes kapasitet. Materiell med ca. 200 - 250 sitteplasser vil i timesfrekvens dekke behovet, med unntak av trafikk **til** Oslo i tiden 0600 - 1000 og **fra** Oslo i tiden 1500 - 1900, da kapasiteten må økes.

### 1.6.2.1 Grunnrutemateriell

Materiell i grunnrutene (timesfrekvens) vil ha stopp ved alle stasjoner. Det er dette materiell vi mener det skal stilles størst krav til, og som blir anskaffet spesielt for IC-trafikken. Hovedkrav til servicenivå/fordeling 1. og 2. klasse mener vi er ivaretatt av motorvognsett type 70. Forøvrig mener vi at følgende krav er vesentlige i valg av alternativene:

- God akselerasjonsevne
- Forhold maks. hastighet/akselerasjon som gir god effektsutnyttelse og optimale kjøretider
- Rask utveksling av passasjerer
- Korte snutider
- Stor setekapasitet i forhold til togvekt og toglengde.

### 1.6.2.2 Innsatstogmateriell

Kapasitetsøkning i tiden 0600 - 1000 mot Oslo og 1500 - 1900 fra Oslo kan skje ved:

- a) dublering av grunnrutetog
- b) øket frekvens av grunnrutetog
- c) samkjøring av materiell med andre baner
- d) eget innsatsmateriell mellom grunnrutetogene

Kapasitetsbehovet vil være på ca. 650 - 700 seter pr. time, dvs. en tilleggskapasitet på ca. 400 - 450 i forhold til grunnrutene.

Alternativene **a)** og **b)** er materiellmessig og driftsmesig uproblematisk, men gir dårlig materiellutnyttelse og er følgelig dyre alternativer.

Alternativ **c)** kan gi økt utnyttelse av materiell for andre baner, og blir således nesten gratis. Det er imidlertid lite trolig at hele behovet kan dekkes på denne måten, særlig i tiden 1400 - 1800. EC-togene til København med ett stopp i Østfold vil kunne dekke noe av behovet.

Alternativ **d)** er et alternativ man materiellmessig må forberede seg på. Det antas at det ikke vil bli anskaffet nytt materiell for slike tog siden utnyttelsesgraden blir lav - (5-dagersmateriell med lavt løp), og at bruk av havende lok-trukket vognmateriell er eneste reelle alternativ i overskuelig fremtid, og der trekraften samkjøres med godstog/nattog.

På lengre sikt bør en vurdere materiell der antall sitteplasser blir prioritert fremfor servicenivå. Loktrukket 2-etasjers materiell kan være en økonomisk god løsning.

Krav til hastighet for materiellet blir som tidligere beskrevet, da det må kreves en minste kjøretid for ikke å påvirke regulariteten for andre tog. Mål må imidlertid være at kjøretiden ikke må avvike for mye fra grunnrutetogene. Dette kan også påvirkes med differensiert

stoppmønster. I kjøretidsberegningene er dette samholdt med krav til kjøretid for godstog og nattog da vi forutsetter at samme type trekraft blir benyttet.

### 1.6.2.3 Materiellalternativ og kjøretidsberegninger

Materiell som er kjøretidsberegnet er det samme som for EC-togene med tillegg av DSBs IR-4 (planlagt el.versjon av IC-3).

Stopp etter trasé A, 200 km/h-trasé, er Moss, Fredrikstad, og Sarpsborg.
Stopp etter trasé B, 160 km/h-trasé i nedre Glommaregionen, er Moss, Fredrikstad og Sarpsborg.
Stopp etter trasé C er som for trasé B.

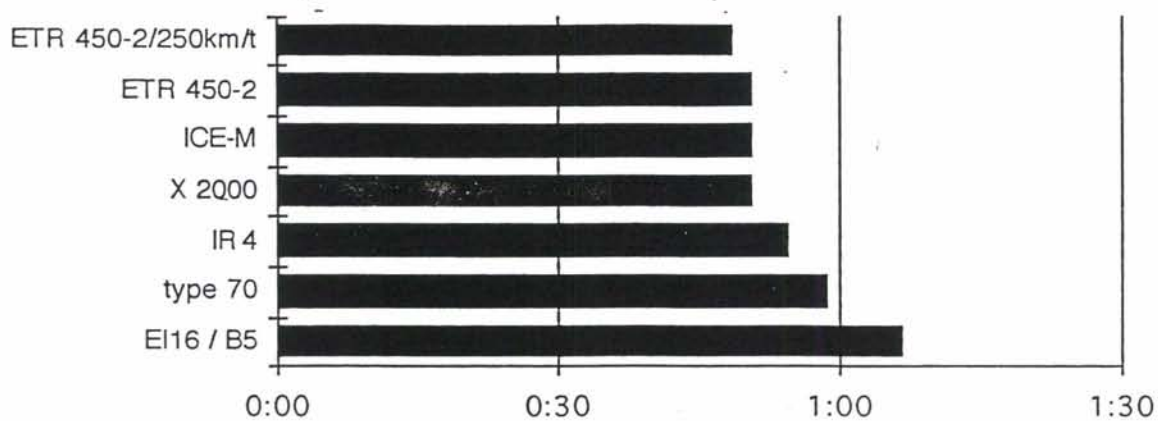
Tabellen viser mulige netto kjøretider for ulike materielltyper og varianter.

Kjøretider for IC-trafikk ved traséalternativ B er *ikke* beregnet. De gjengitte kjøretidene (i kursiv) er kun anslag.

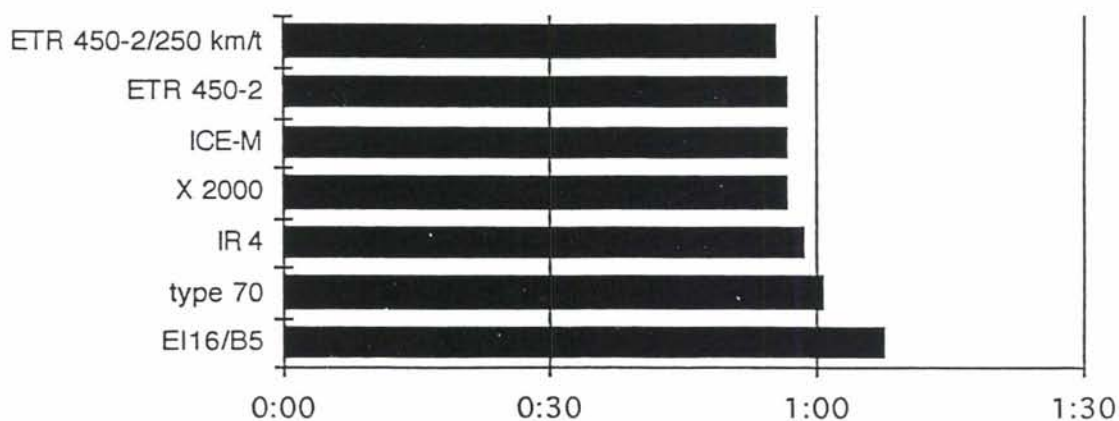
IC	Togsammensetning	Kurve hastighet [m/s <sup>2</sup> ]	Max hast [km/t]	Tog-vekt [ t ]	Relativ ytelse [kW/t]	Sitteplasser *	Kjøretid Halden alt A	teoretisk energiforbruk [ MWh ]	Kjøretid Halden alt B (anslag)
El16/B5	lok + 6 vogner	0,65	130	356	12,36	380	1:07	1,4	<i>1:08</i>
type 70	standard	1,0	160	212	7,5	240	0:59	1,1	<i>1:01</i>
type 70	standard + krenging	1,4	160	212	7,5	240	0:58	1,1	<i>1:00</i>
type 70	standard + 1 vogn	1,0	160	258	6,2	310	1:00	1,3	<i>1:02</i>
type 70	2 motorvogner + 4 mellomvogner	1,0	160	332	9,6	380	0:57	2,0	<i>0:59</i>
IR 4	1 motorvogn + 3 vogner	1,0	180	162	10,4	243	0:55	1,1	<i>0:59</i>
X 2000	standard (m/krenging)	1,8	200	345	9,4	288	0:51	2,2	<i>0:57</i>
X 2000	standard u/ krenging	1,0	200	332	9,8	288	0:52	2,1	<i>0:58</i>
X 2000	standard + 1 vogn	1,8	200	395	8,3	360	0:54	2,4	<i>0:57</i>
ETR 450-2	standard (m/krenging)	1,8	200	316	12,6	380	0:51	2,1	<i>0:57</i>
ETR 450-2 v = 250 km/t	standard (m/krenging)	1,8	250	316	12,6	380	0:50	2,3	<i>0:56</i>
ICE-M	standard	1,0	200	449	12,0	420	0:51	2,9	<i>0:57</i>

\* omregnet til 2. klasse sitteplasser

Bregnede netto kjøretider IC-trafikk traséalternativ A, Oslo - Halden



Bregnede netto kjøretider IC-trafikk traséalternativ B, Oslo - Halden





#### 1.6.2.4 Fjerntog/nattog

Nattog Oslo-Kontinentet må ha vognmateriell som tilfredsstillt kontinentets krav (RIC). Det anses ikke aktuelt at NSB skal ha vognmateriell for denne trafikken - hverken sovevogner eller sittevogner (dersom togene skal ha sittevogner).

Selskap som Wagon Lits, Deutsche Schlafwagen-Gesellschaft, Teen Pool driver den kontinentale trafikken nå. Materiell for trafikken til Oslo bør ivaretas av disse.

Fremtidig trafikk mot Kontinentet kan også bli aktuelt å utføre med kombinasjonsmateriell dag/natt.

Talgo hotelltog er slikt materiell som er planlagt satt inn på enkelte kontinentale relasjoner. Togsettene er loktrukket, bygget for 200 km/h, har egen generatorenhet og kan tilkobles moderne loktyper.

Slikt materiell ansees ikke aktuelt for rene NSB-strekninger. Samarbeid med andre forvaltninger, evt. deltagelse i eget selskap for slik trafikk må vurderes.

#### 1.6.2.5 Materiell for godstrafikk

Driftsopplegget for godstrafikk er planlagt med to typer godstog.

Produktsektor 1: raske tog med maks 160 km/h

Produktsektor 2: tog med hastighet 90-120 km/h.

#### Godsvogner

Markedsønske er vognmateriell for spesielle tog som kan kjøres i 160 km/h.

Banedivisjonens tekniske forutsetningen er aksellast 22,5 t i 120 km/h og 18 t i 140 km/h.

160 km/h for godsvognmateriell er oppnåelig både for 2-akslet og 4-akslet materiell, men med lavere aksellast enn 18 tonn. Tyske vogner for 160 km/h er utstyrt med skivebrems (3 skiver pr. aksel), Ep-brems og slirevern. For ikke Ep-bremsede vogner kreves bremseveier på ca. 1000 m for 140 km/h og ca. 1300 m for 160 km/h. Materiellkostnader ved anskaffelse av godsvogner for 160 km/h, øker med ca. 75 % i forhold til materiell for 100/120 km/h. Fremføringskostnader vil gjøre dette til dyre tog, da togvekten blir lav.

#### 1.6.2.6 Trekkraft - lok

Grunnkrav til de loktyper vi anseer aktuelle er 4-akslet lok med aksellast ca 20 t. For Østfoldbanen blir samkjøring med SJ/DSB/DB vesentlig, og krever 2-strøms lok, samt ATC-utstyr tilpasset de aktuelle strekninger. Krav til hastighet til nattog til Kontinentet kan bli 200 km/h, og dette bør også være krav til nye lok. Mål for NSB bør imidlertid være, i samarbeid med SJ/DSB evt. DB, å kunne anskaffe én standard loktype (felles grunnutførelse) som muliggjør samarbeidet både ved anskaffelse og vedlikehold. Legges slike vyer til grunn, blir det vesentlig for NSB å få gjennomslag for lokdimensjonerende kriterier, der andre NSB-baners spesielle krav blir mer vesentlig enn Østfoldbanens. Dette er behandlet under materiell for andre baner.

Godstrafikkens krav blir styrende for lokeffekt, også for Østfoldbanen. For strekningen Oslo - Halden er mulige togstørrelser vist ved ulik maks. hastighet og kjøretid for lok EI 16 og et nytt lok (EI 18 med 6 MW effekt). Gjennomsnittshastigheten Oslo - Halden er brukt for å beregne kjøretid til Gøteborg og Malmø.

Østfoldbanen Godstrafikk Oslo - Halden, traséalternativ A

Netto kjøretid og gjennomsnittshastighet  
som funksjon av togvekt

Trekraft: El 16, 4,4 MW

[timer:min]

[km/t]

1:42

1:40

1:38

1:36

1:34

1:32

1:30

1:28

1:26

1:24

1:22

1:20

1:18

1:16

1:14

1:12

1:10

1:08

80

90

100

110

Maks hastighet: 90 km/t

3 stopp

Maks hastighet: 120 km/t

ingen stopp

300

400

500

600

700

800

900

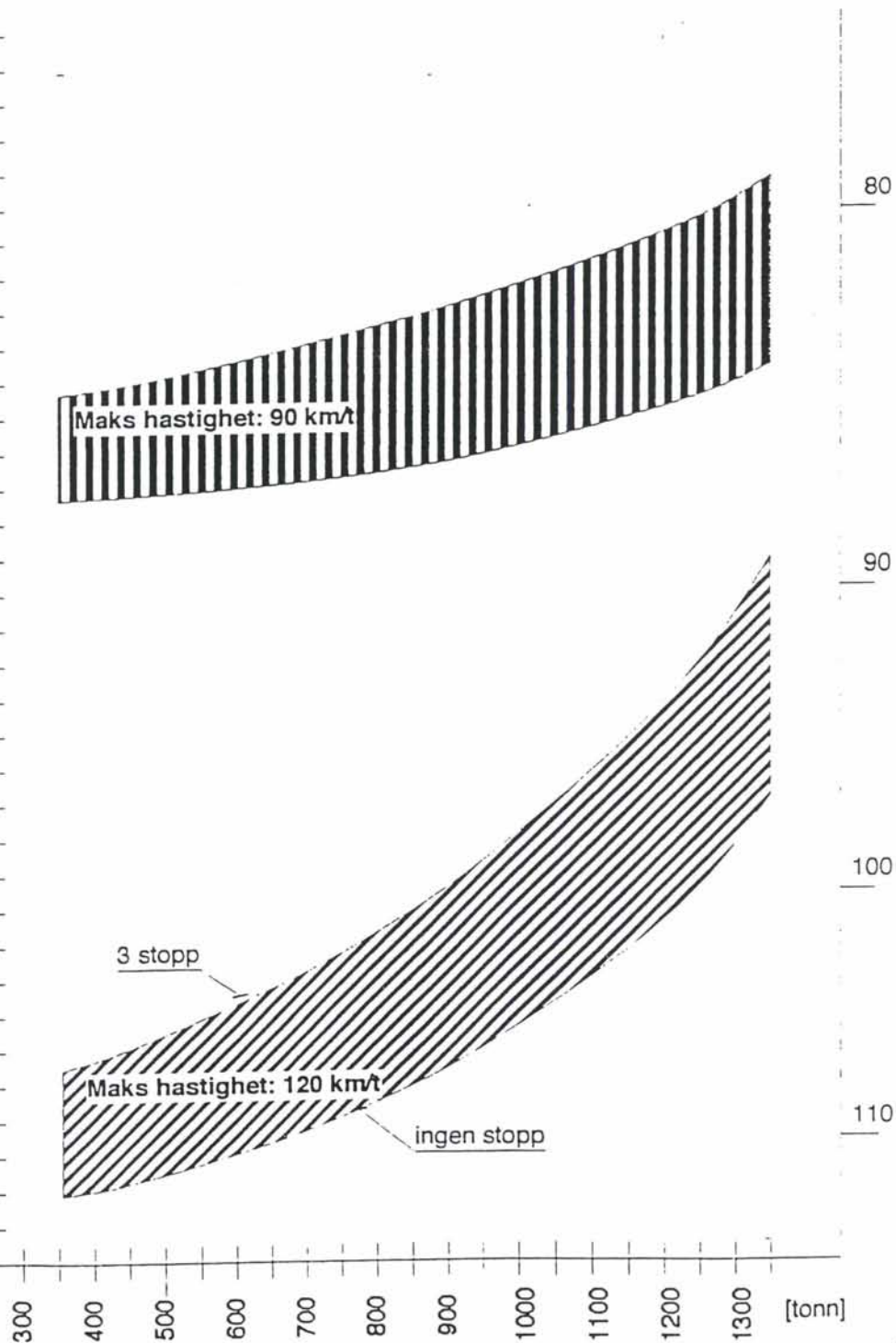
1000

1100

1200

1300

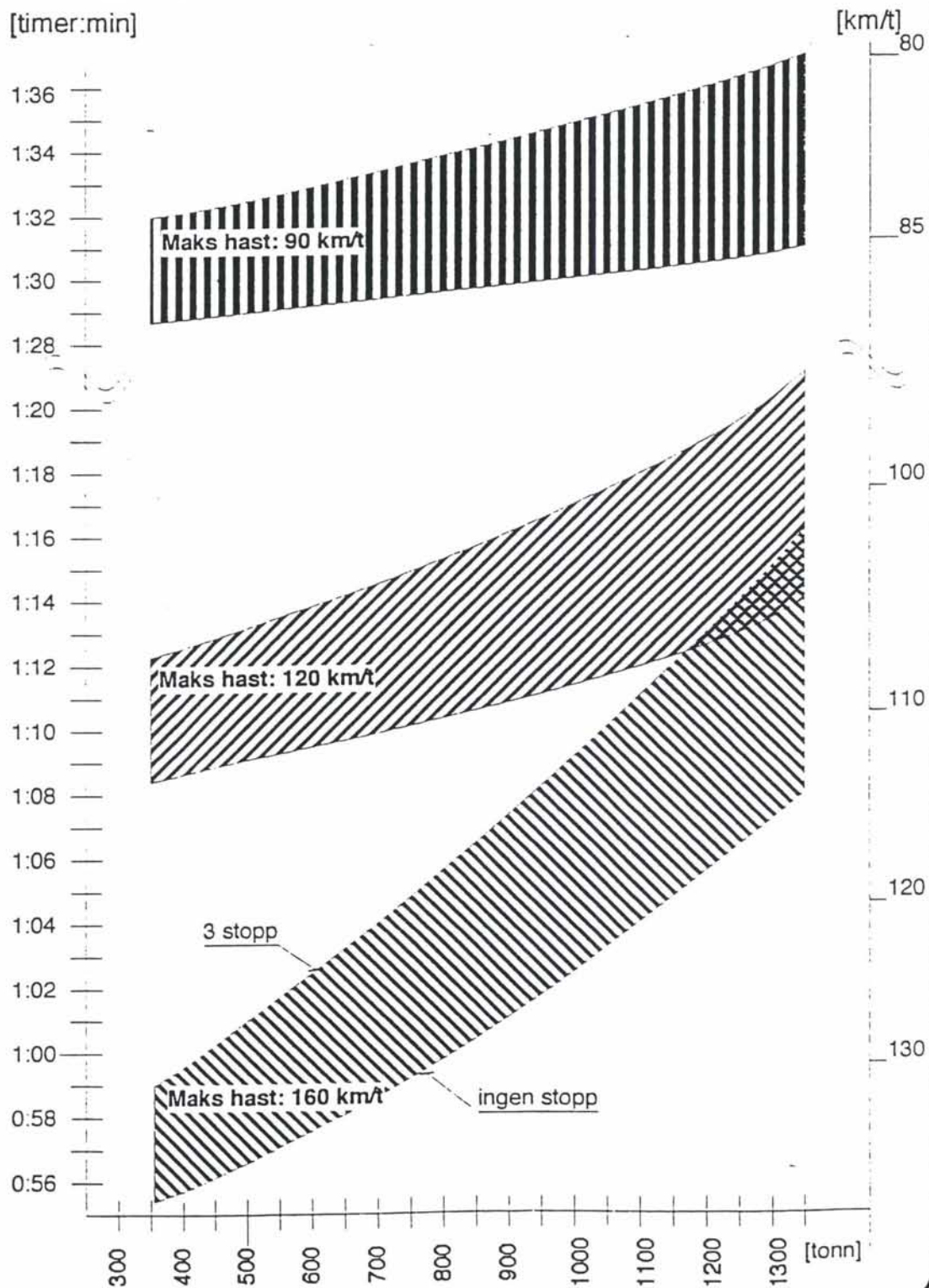
[tonn]



Østfoldbanen Godstrafikk Oslo - Halden, traséalternativ A

Netto kjøretid og gjennomsnittshastighet  
som funksjon av togvekt

Trekraft: El 18, 6 MW





### 1.6.2.7 Kjøretider Oslo - Halden, uten stopp

Når IC-togene kjøres i ½-times frekvens, er kritisk kjøretid for andre tog 1 t 15 min for ikke å bli tatt igjen av etterfølgende IC-tog, og ved timesfrekvens 1 t 45 min.

- Ved ½-timesfrekvens for IC, vil EI 16 med vognmateriell for 120 km/h kunne fremføres med ca 1100 tonn innenfor tilmålt tid.
- Med IC-tog i timesfrekvens, kan EI 16 med vogner for maks. 90 km/h fremføres med ca 1300 tonn.
- EI 18 kan, med 1300 tonn, fremføres mellom IC-tog i ½-timesfrekvens, forutsatt vognmateriell for minst 120 km/h.

**Kjøretider Oslo-Gøteborg og Oslo-Malmø uten stopp (beregnet)**

Lok.type	Maks. toghastighet km/h	Tonn etterhengt	Gøteborg	Malmø
EI 16	120	700	3 t 10 min	6 t 12 min
	120	1 200	3 t 24 min	6 t 43 min
EI 18	120	700	3 t 5 min	6 t 6 min
	120	1 200	3 t 11 min	6 t 18 min
	160	700	2 t 40 min	5 t 14 min
	160	1 200	2 t 55 min	5 t 45 min

## 2 DEL II - KRAV TIL MATERIELL PÅ ØVRIGE NSB-STREKNINGER

### 2.1 Infrastruktur

Dimensjonerende for den hastighet som kan oppnås i togfremføringen, er grensene for materiellets krefter mot sporet. Traséstandard og sporføring (kurver) samt materiellets aksellast og konstruksjon med hensyn på løpeegenskaper, er vesentlig.

I vurdering av krav til materiellet på Østfoldbanen, er kravene basert på en fremtidig traséføring som tillater 200 km/h for konvensjonelt materiell. Krengeing er et alternativ som i en overgangsperiode (byggetid) kan gi øket hastighet på ikke ferdigstilte avsnitt, hindre hastighetsreduksjoner der trasé ikke kan utføres med kurveradier for 200 km/h, samt gi mulighet for hastigheter over 200 km/h på trasé som geometrisk er bygget for 200 km/h. Situasjonen for andre baner med hensyn på fremtidig sporstandard er mer usikker. Det vil bli utbedringer, men vi vil også ha hovedstrekninger der bare mindre utbedringer blir foretatt innen år 2010. Krav til materiellet er at det også skal kunne anvendes og ha positiv hastighetsinnvirkning på disse baner. Vi har valgt å vurdere kravene, og foretatt kjøretidsberegninger ut fra følgende traséforutsetninger:

- a) Dagens trasé
- b) Trasé der vi tar bort alle kurver med radier mindre enn 500m

Kjøretidsberegninger er samlet i bilag 1 for begge alternativer, og er foretatt for konvensjonelt og kregende materiell.

Prøver utført i FoU-prosjekt "Høyere reisehastighet" med EI 17 og prototypevogn for krengeing, har vist at i kurver hvor radius er mindre enn 500 m, er **sporkreftene** dimensjonerende for den overhastighet som kan tillates for EI 17. Øket kurvehastighet krever også øket sporstandard; både for å holde kreftene nede og av komforthensyn. Baneavdelingens problem i dette er å kunne holde en konstant og høy sporstandard med  $R < 500$  m. Ved å forutsette en fremtidig trasé uten kurver mindre enn 500 m, kan vi oppnå full utnyttelse av kjente kregesystemer. Sporkreftene blir ikke begrensende, bare **komfortkravene**, og kregemateriell kan utnytte sitt potensiale fullt ut.

#### 2.1.1 Mulighet for hastighetsøkning på dagens trasé

Alt. a)

Konvensjonelt materiell

- Den trasé vi har, er med materiell EL 17/B 7 og maks. hastighet 150 km/h, utnyttet med hensyn til kjørehastighet i kurver og komfort. Kjøretidsberegninger viser at uansett maks. hastighet og ytelse, er det ikke noe å hente i kjøretid med konvensjonelt materiell.

### Krengemateriell

- Krengemateriell på dagens sporstandard vil gi kjøretidsgevinst slik kjøretidsberegningene viser. Hvor mye vil være avhengig av hvilke restriksjoner som vil bli lagt for kurver med radier mindre enn 500 m. Kurver med slike radier er spredt over hele nettet, og vi vil således bare få korte sporavsnitt der materiellets hastighetspotensiale kan utnyttes fullt ut. Det er planlagt sporkraftmålinger med X 2000. Disse vil vise hvilke muligheter dette materiellet har på vår sporstandard. Passiv krenging (Bahn 2000 i Sveits) er til testing. Dette er et system som kan innbygges i motorvognsett type 70. Kostnadene i forhold til aktiv krenging er vesentlig mindre. Sporkraftmålinger er også nødvendig for dette materiellet for å fastslå sporkreftene, og dermed mulighet for hastighetsøkning.
- ETR-450 II (finsk Fiat-variant) er et særdeles interessant togsett, da det har aksellast 13,5 t, og dermed lave sporkrefter med gode muligheter for større utnyttelse av dagens trasé.
- Senking av kjøretid ved materiell for krenging på dagens trasé ned mot de muligheter som kjøretidsberegningene viser, vil imidlertid også medføre infrastrukturiltak, både på signalsiden og med hensyn til sporstandard.

### 2.1.2 Mulighet for hastighetsøkning for trasé med $R > 500$ m

Alt. b)

Eneste begrensning av hastigheten på en slik trasé, er komfort for passasjerene. Ut fra disse forutsetningene er det skissert traséer for strekningene:

- Oslo - Trondheim (inkludert Gardemobanen)
- Oslo - Skien
- Oslo - Kongsvinger (Stockholm)
- Oslo - Bergen inkl. Ringeriksbanen
- Oslo - Kristiansand over Vestfold

Slike traséer vil gi følgende minstehastighet for de ulike togslag:

- Konvensjonelt materiell (B5 B3) og godstog: 100 km/h
- Materiell for overhastighet (E1 17/B7): 110 km/h
- Materiell for passiv krenging ( $a = 1,4 \text{ m/s}^2$ ): 115/120 km/h
- Materiell for aktiv krenging ( $a = 1,8 \text{ m/s}^2$ ): 130 km/h

I bilag 3 gis det en beskrivelse av de traséendringer som er foretatt, og et kostnadsoverslag for endringene.

## 2.2 Materiell

I kjøretidsberegningene i bilag 1 er alternative materielltyper samlet i grupper med tilnærmet lik ytelse og kapasitet, betegnet som kategori 1 til 4. Materiell med krenging er merket k. Ut fra kjøretidsberegningene for materielltypene og ved traséalternativene a og b er materiellet vurdert.



## 2.2.1 Vogner (for fjerntog og IC-tog)

Både B 3- og B 5-vogner har vognkasser som er i god og utnyttbar stand. Krav til forbedringer bør være:

- bedre innstigningsforhold/dører (B 3)
- bedre ventilasjon og sanitærforhold (lukket toalettsystem)
- bedre løpeegenskaper slik at hastighet kan økes til 160 km/h og "overhastighet" i kurver tillates
- moderne innvendig design

De fleste av disse forbedringer skal i 1992/1993 utføres på en prototyp før endelig ombyggingsprogram fastsettes.

For å bedre løpeegenskapene og tillate overhastighet i kurver, er det to alternativer:

### 1. Bygge om eksisterende boggier

Dette kan gi visse forbedringer (komfort, støynivå og hastighet), og er et steg i riktig retning. MD-boggien er uten radialinnstillbare hjulsatser, og har allerede stor hjulslitasje ved dagens hastighet. Selv med forbedringer må vi regne med økt hjul- og skinnslitasje ved økte hastigheter. 2 stk. boggier er nå bygget om for å utprøve dette i praksis. Rullevinkelkoeffisienten er høy (0,4) slik at akseptabel komfort neppe kan oppnås ved overhastigheter ( $a_u = 1,0 \text{ m/s}^2$ ).

### 2. Anskaffelse av nye boggier

SBB/SIG har prøver i gang med boggier med radialstyrte hjulsatser og passiv krenning. Dersom prøvene viser seg vellykket, kan dette være en hastighetsmessig og komfortmessig optimal løsning som også bedre kan utnytte forbedringen i infrastrukturen enn alternativ 1. Uten passiv krenning oppnås samme egenskaper som for type 70-materiell.

### Mulig kjøretid alt. 1

For å vise de teoretiske muligheter en slik oppgradering gir for kjøretiden Oslo - Trondheim, kan følgende sammenstilling settes opp (utdrag av kjøretidsberegningene) når materiell kat. 1 bygges om og dermed blir likeverdig kat. 2, med unntak av kurvehastigheter. Bare ca 1/3 av innspart kjøretid er knyttet til øket maks. hastighet for trasé a, og ca 2/3 for trasé b. Større kurvehastighet kan ikke påregnes.

Materiell	Kjøretid trasé a	Kjøretid trasé b	Forbedring i kjøretid trasé (a-b)
Kat. 1 (EI 16, B5/B3)	6h 16 min.	4h 31 min.	1h 45 min.
Kat. 2 (EI 17, B7)	5h 36 min.	3h 59 min.	1h 36 min.
Forbedret materiell (Utnyttbar) (kat. 1 - kat. 2)	40 min. ca 13 min.	32 min. ca 20 min.	2h 17 min. (forbedret trasé og ombygget materiell)

*Mulig kjøretid alt.2:*

For samme strekning (Oslo-Trondheim) vises konsekvensene av nye boggier med passiv krengeing ( $a = 1,4 \text{ m/s}^2$ ). Materiellet utbedres fra kat. 1 til kat. 3k. (160 km/h):

Materiell	Kjøretid trasé a	Kjøretid trasé b	Forbedring i kjøretid trasé (a-b)
Kat. 1 (E1 16, B5/B3)	6h 16 min.	4h 31 min.	1h 45 min.
Kat. 3 (som BM 70k)	5h 02 min.	3h 45 min.	1h 17 min.
Forbedret materiell (kat. 1 - kat. 3)	1h 14 min.	46 min.	2h 31 min. (forbedret trasé og ombygget materiell)

De konklusjoner som kan trekkes av mulighetene er:

- alt. 1 gir liten senkning av kjøretid både for trasé a og b
- traséforbedringer kan imidlertid utnyttes og gi nærmere 2 timer redusert kjøretid
- for materiell der kortere kjøretid ikke er vesentlig (f.eks. sovevogner og andre togslag) vil alt. 1 gi øket komfort, og være en tilstrekkelig ombygging
- alt. 2 gir betydelig senkning av kjøretid, både for trasé a og b
- traséforbedringer kan utnyttes og vil gi 2 ½ h redusert kjøretid
- alt. 2 forutsetter imidlertid trekraft (lok) som gir slik kjøring mulig
- pris for alt. 1 er anslått til ca 0,6 mill. kroner og for alt. 2 til 1,5 mill. kroner pr vogn
- det må skilles mellom merkostnad for innbygging av passiv krengeing på motorvognsett type 70 og innkjøp og montering av nye boggier med passiv krengeing på B3/B5-vogner

*Vogner type 7*

Vogner type 7 er det materiell som utnytter dagens trasé best. Også dette materiellet bør vurderes sammen med B3/B5 for oppgradering til passiv krengeing. Det å videreføre forsøk med aktiv krengeing med E1 17/B7 til et produksjonsmodent system vil kreve industriell innsats, evt. at også andre forvaltninger er interessert slik at markedet blir større. Prøvekjøringer så langt viser at systemet gir komfort som er fullt på høyde med andre systemer, og er videre godt egnet for våre traséer. Interessen for slike systemer er stigende, og et alternativ er å søke samarbeide med materielleleverandører som har tilgang til et marked for slikt materiell.

**NB!** Simulerte kjøretider er uten stasjonsopphold og reservertid. Differansen mellom rutetider og simulerte kjøretider synes stor. Reisetiden Oslo - Trondheim med E1 17/B7 er 6 h 45 min. med 12 stopp. Simulert kjøretid er 5 h 36 min, dvs at 1h 9 min. er taps-ståtid ved stasjoner, samt tap ved øvrige begrensninger. Dette synes mye (17,5 %). Ved økt hastighet blir dette en økende andel av reisetiden.

**2.2.2 Lokmateriell**

Den lokparken vi har er ikke egnet for oppgradering da den er overårig, har lav maks. hastighet og har løpeegenskaper som ikke tillater høyere kurvehastigheter. Anskaffelser av



nye lok er derfor en nødvendighet. Hovedkrav til nye lok blir:

- Det moderniseringsprogram som iverksettes for vogner, vil gi disse en levetid frem til ca 2010. Skal de muligheter utnyttes som moderniseringen gir, må det skaffes lok som gir samme muligheter.
- Alt. 2 for vognmodernisering krever lok som tillates kjørt med lateral akselerasjon på  $1,4 \text{ m/s}^2$  uten å overskride gitte kriterier for sporbeklastning. Dette er krav som stilles av andre forvaltninger, og som kan innfris. Det kan bli vanskelig å tilfredstille disse krav for kurver med små radier, men med en utvikling av trasé mot alt. b, vil en dra økende nytte av både trasé og materiell ved slik kravstilling.
- Uansett den videre utvikling på vognsiden, er lavest mulig sporkrefter for lok et kostnadspåvirkende element i vedlikehold av både spor og materiell.
- Det anskaffes universallok, og godstrafikk er dimensjonerende for ytelse. Dette tilsier ytelse på ca 6 MW og aksellast ca 20 t.
- Standard-lok er utlagt for 200 km/h. Så lenge ytelsen er ca 6 MW, har valg av maks. hastighet (160-200 km/h) liten innvirkning på de fleste togs kjøretider). Valg av standardlok anses viktigere enn valg av maks. hastighet.
- Lok for 200 km/h vil tilfredstille krav for samtrafikk med Kontinentet for høyhastighetstog/Talgo hotelltog, forutsatt 2-strømstraksjon.

### 2.2.3 IC-type 70

Type 70 har hastighetspotensiale som nå ikke er utnyttet, siden settene er forberedt for det passive kregesystem som er beskrevet som alt. 2 for vogner. Potensiale for kjøretidsreduksjoner er det samme som for alt. 2 for vogner, men mulighetene til å utnytte det er større siden aksellast er lavere enn for fremtidige lok.

## 2.3 Nytt materiell

Det ombyggingsprogram som er planlagt iverksatt for vogner, samt nye lokmotiv, vil gi forbedringer i dagens tilbud innenfor dagens trafikkmønster (lav frekvens — store tog). Planlagt tilbud på Østfoldbanen bygger imidlertid på høy frekvens — mindre tog, heltog med styrevogn som gir mulighet for kort snutid, samt et klart skille mellom EC- og IC-tog.

Mål for EC-togene er i konkurranse med fly å betjene Oslo, Göteborg, Malmø, Kastrup og København. Dette forutsetter tog med høy standard, få stopp, sjelden utveksling av reisende, jevn og høy hastighet. Alle disse kravene har komfortpåvirkning.

IC-trafikk på Østfoldbanen er trafikk mellom mindre sentra, samt trafikk rettet mot/fra ett senter (Oslo). Konkurrent er bil (arbeidsreiser). Krav til materiellet avviker fra krav til EC-tog, særlig med hensyn til rask utveksling av reisende og slik som beskrevet i del I.

Maks hastighet over 160 km/h vil for disse togene ha liten innvirkning på reisetiden (6 -7 min. for trasé A, 3 min. for trasé B på strekningen for Oslo - Halden) og antas å telle lite i konkurranse med bil.

Valg av maks hastighet for materiellet er et kostnadsspørsmål i anskaffelse og drift. For å illustrere hva stoppmønster og maks hastighet betyr for reisetiden, er følgende simulering gjort for X 2000 (200 km/h) og motorvognsett type 70 (160 km/h):

For å tjene ett minutt i reisetid mellom 2 stasjoner ved å holde 200 km/h kontra 160 km/h



som maks hastighet, kreves en stasjonsavstand på ca 21 km, og en trasé uten hastighetsbegrensninger. Effektforbruk for X 2000 øker med en faktor på 2,42 i forhold til motorvognsett type 70. Ved samme forutsetning spares 4 min. ved stasjonsavstand på 60 km.

### 2.3.1 Dovrebanen og Bergensbanen

Karakteristisk for dagens trafikk på Bergensbanen er at bare 13 % er reisende mellom sentrene Bergen og Oslo (inkl. nattogsreisende). Tilsvarende for Oslo—Trondheim er 9 %. Underveisreisende som er avhengig av dagens stoppmønster, er hovedtrafikkunderlaget. Lang kjøretid, lav totalkomfort og lav frekvens antas å gjøre dagens tilbud lite attraktivt for reiser mellom sentra.

En utvikling der vi vil gi et konkurransedyktig tilbud også i dette marked, antas å medføre at det gjøres et skille mellom EC- og IC-tog slik som tenkt for Østfoldbanen. Dette vil ha konsekvenser for fremtidig materiellvalg.

Kjøretiden for materiell kat. 3k (motorvognsett type 70 med kregning, 160 km/h) og kat. 4k (X 2000, 200 km/h) er sammenlignet under forutsetning av at:

- første trinn i utviklingen av infrastrukturen er å få en standard som gir mulighet for utnyttelse av krengetog (trasé b)
- man setter krav til at materiellet skal utnytte standarden
- man setter krav til at også 200 km/h kan utnyttes når stoppmønster gir redusert kjøretid i en slik størrelsesorden at dette er interessant (lønnsomt).

#### 2.3.1.1 Dovrebanen

For strekningen Oslo—Trondheim er kjøretiden sammenlignet ved 12 stopp, 5 stopp og ingen stopp.

##### Netto kjøretider

	12 stopp		5 stopp		Ingen stopp	
	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b
Kat. 3k (motorvognsett type 70, passiv kregning)	5h 02min.	3h 45min.	4h 57min.	3h 37min.	4h 55min.	3h 30min.
Kat. 4k (X 2000, ETR 450)	4h 47min.	3h 33min.	4h 39min.	3h 15min.	4h 32min.	3h 04min.

##### Mulige rutetider (tillegg 2 min. pr stopp + 5 % reservetid)

	12 stopp		5 stopp		Ingen stopp		Differanse 12 stopp - 0 stopp	
	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b
Kat. 3k	5h 41min.	4h 21min.	5h 22min.	4h 59min.	5h 10min.	3h 40min.	31min.	41min.
Kat. 4k	5h 26min.	4h 09min.	5h 04min.	3h 40min.	4h 46min.	3h 13min.	40min.	56min.
Diff.	15min.	11min.	18min.	19min.	24min.	27min.		

De slutninger som man kan trekke av ovennevnte er:

- Motorvognsett type 70 med passiv kregning taper lite i reisetid (11-15 min.) i forhold til X 2000 ved 12 stopp. Tapene øker ved færre stopp.
- Ved å gjøre et skille mellom EC- og IC-tog, vil utviklingen for IC-tog sannsynligvis være at det kreves flere stopp for bedre betjening av lokalkarkedet og dagens trafikkgrunnlag. Differanse i kjøretid mellom materiell kat. 3k og 4k vil ved slik utvikling bli mindre.
- Differansen mellom 12 stopp og 0 stopp for motorvognsett type 70, trasé b er 41 min. og for X 2000 56 min, noe som viser at X 2000 ikke er optimal for mange stopp.

### 2.3.1.2 Bergensbanen

Det refereres til kjøretidsberegningene i bilag 1.

### 2.3.2 Kongsvingerbanen (Oslo - Stockholm)

Som påpekt under del I, Østfoldbanen, mener vi at EC-materiell skal velges ut fra samme kriterier som for Oslo - København, dvs. samtrafikk og felles materiell med SJ.

Kjøretidsberegningene for strekningen Lillestrøm - Magnor viser at strekningen har god standard, da kjøretidsdifferanse mellom trasé alt. a og b for kat. 4k (X 2000) bare er 10 min. IC-trafikk for denne strekningen anses ikke dimensjonerende for materiellet.

### 2.3.3 Vestfoldbanen

Vestfoldbanen har bare IC-trafikk nå, men kan bli aktuell som gjennomkjøringsbane for Sørlandsbanen. Det vil bli gjort kjøretidsberegninger for dette alternativ med ulike stoppmønster og materielltyper. Kjøretidsberegninger for IC-trafikk Oslo - Skien er utført med 6 og 12 stopp, materiell kat. 3k (160 km/h) og 4k (200 km/h). Til netto kjøretider er lagt 2 min. pr stopp for å illustrere mulig reisetid. Nedenstående tabell viser diverse sammenligninger mellom ulike stopp.

	6 stopp 27 km pr stopp		12 stopp 15 km pr stopp		Differanse 6 stopp - 12 stopp	
	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b	trasé a	trasé b
Kat. 3k	2h 02min.	1h 35min.	2h 19min.	1h 54min.	17min.	19min.
Kat. 4k	1h 57min.	1h 32min.	2h 18min.	1h 55min.	21min.	23min.
Diff.	5min.	3min.	1min.	-1min.		

Sammenstillingen viser:

- maks hastighet over 160 km/h gir ikke kjøretidsgevinst
- kjøretidsdifferansen 12 stopp - 6 stopp er ca 20 min. for begge materiellalternativer.

Tilsvarende vurdering for Sørlandsbanen Oslo - Kristiansand finnes i bilag 1.



### 3 DEL III — SAMMENDRAG OG FORSLAG TIL STRATEGIER

Arbeidsgruppen mener at følgende generelle krav skal stilles ved materiellanskaffelse:

#### 3.1 Materiellekrav som konsekvens av trafikkmønster

- Trafikkgrunnlaget for IC-trafikk er trafikk mellom tettsteder, og trafikk fra/til ett senter (f.eks. Oslo). Gjennomsnittlig stoppavstand varierer fra 15 km (Vestfoldbanen) til ca 30 km.
- Trafikkgrunnlaget for fjerntog Oslo - Bergen/Trondheim/Kristiansand er basert på samme trafikkmønster (underveistrafikk) mot 2 sentra. Bare ca 10% er reisende for hele strekningen, og gjennomsnittlig stoppavstand under 30 km gir trafikkgrunnlaget. Kun strekningen Oslo - Trondheim har gjennomsnittlig stoppavstand over 40 km.
- Kjøretidsberegninger viser at hastighet over 160 km/h gir liten kjøretidsgevinst i et slikt stoppmønster, og antas å telle lite for konkurransesituasjonen med å ivareta og evt. øke underveisreisende.
- Selv med materiell for 200 km/h og med en fremtidig sterkt forbedret trasé, er et tilbud basert på dagens tette stoppmønster knapt konkurransedyktig i reisetid og kvalitet for direkteisende mellom sentra.
- For det trafikkmønster vi nå har, både for IC- og fjerntog innenlandsk, synes det nærliggende å hevde at materiell som tilfredsstillende kravene til IC-trafikk med maks. hastighet 160 km/h, vil være det mest kostnadseffektive materiell, uansett fremtidig infrastrukturstandard.
- Fjerntogsmateriell i trafikk mellom sentra Oslo - Bergen/Trondheim/ev. Kristiansand i konkurranse med fly og bil bør derimot anskaffes for maks. hastighet 200 km/h, og gå i et trafikkmønster med få eller ingen stopp mellom sentra.
- Det anses ikke trafikkmessig gunstig eller kostnadmessig lønnsomt at disse ulike trafikkkrav (IC- og fjerntog) skal dekkes av én materielltype.
- Standardisering av materiell for direktetog og 200 km/h bør skje på nordisk basis (SJ, DSB), med utgangspunkt i EC-materiell for Oslo - København og Oslo - Stockholm. Ev. spesielle krav for at det samme materiellet også skal være egnet for direktetog Oslo - Trondheim/Bergen, må bygge på fremtidig bedring av infrastrukturen, spesielt på Bergensbanens høyfjellstekning, slik at denne ikke blir begrensende i standardiseringsbestrebelsene.

#### 3.2 Krengetog

Materiellet som anskaffes skal være utstyrt for kreging. Begrunnelsen er som følgende:

- Mål for investeringer i infrastrukturen er å oppnå større reisehastighet samt høyne sporstandard slik at reisekomforten kan bedres. Selv med meget høyt investeringsnivå, vil det for NSB ikke bare kunne satses på nye traséer, men også på å tilrettelegge for maksimal utnyttelse av eksisterende traséer med stykkevis forbedringer. Kregende materiell vil gi muligheter til slik effektiv utnyttelse, da togene



kan holde en høyere minstehastighet.

- Målsetning for nye traséer er hastighet 200 km/h for konvensjonelt materiell ( $R = 2400$  m). Topografiske og økonomiske forhold kan føre til at slike traséer ikke alltid er mulig, og hastigheten må reduseres. Hastighetsreduksjon kan unngås med krenge-materiell for trasé med  $R \geq 1500$  m.
- God materiellutnyttelse forutsetter kort snutid og planmessig toggang. Reservetid bør derfor ligge i muligheten av å øke hastigheten utover 200 km/h uten at komforten senkes, noe som gjøres mulig med krengeomateriell på trasé for 200 km/h.
- I valg av krenge-system mener gruppen at passiv krengeing gir den mest kostnadseffektive løsning for IC-materiell, og at aktiv krengeing forbeholdes EC-materiell.

### 3.3 Togfigurasjon - Togsammensetning

Tog for IC- og EC-trafikk i grunnruter skal være motorvognsett, eller tog med trekkhode og styrevogn fordi:

- Grunnrutemateriell er faste togstammer som pendler med høy frekvens, og har korte opphold ved stasjoner og endestasjoner. Dette materiell har stor utnyttelsesgrad over døgnet. Ut-/innskifting av vogner i toget er ikke forenlig med slike systemer.
- Det er ikke forenlig med god utnyttelse av trasé og materiell å dimensjonere trekraft for godstog (stor aksellast og trekraft), og forutsette bruk av samme trekraft for små og raske persontog, da dette kan medføre at lok blir begrensende for kjørehastigheten (akseltrykk/sporkrefter).
- Utbedring av infrastruktur (dobbeltspor) vil øke fremkomlighet og gi mulighet for øket frekvens, samt skape mulighet for øket markedsandel. Konsekvensene av dette blir kortere tog i grunnrutene, hvilket peker i retning motorvogntog/trekkhode-styrevognskonseptet.
- Kortvarige trafikktopper (behov i rushtiden) må ikke gjøres dimensjonerende for grunnrutetogene. Slike topper bør dekkes av loktrukne innsatstog med fleksibel kapasitet der lav utnyttelsesgrad for vognmateriellet kan aksepteres. Trekraft bør utnyttes i samkjøring med godstog/nattog.

### 3.4 Løpeegenskaper - Sporkrefter

Materiell som anskaffes må ha radiale innstillbare hjulsatser fordi:

- Sporkreftenes størrelse vil være dimensjonerende for den hastighet som kan oppnås på havende og evt. forbedret infrastruktur.
- Radiale innstillbare hjulsatser vil ved kurvekjøring senke sporkrefter og følgelig slitasje, og påvirke komforten positivt.

- Alt materiell som anskaffes må testes med hensyn på dette, slik at gitte målsetninger for kjøretid kan oppnås. Entydig definisjon og mål for sporstandard materiellet skal defineres for, samt entydige krav til tillatte sporkrefter utarbeides.

### 3.5 Trykkett materiell/klimaanlegg, samt tunneltverrsnitt

Persontrafikkmateriell for EC- og IC-trafikk skal være trykkett og ha klimaanlegg fordi:

- Norsk topografi tilsier at tunnelandel av traséen vil øke ved utbygging. Andelen er allerede stor. Ved hastighet over 150 km/h vil komforten påvirkes, avhengig av tunnelens tverrsnitt.
- Enkeltsporet drift  
Trykkett materiell vil være komfortmessig uavhengig av tunneltverrsnitt. Større tverrsnitt for enkeltsporede tunneler er ikke påkrevet for trykkett materiell. Merkostnader for trykkett materiell som har klimaanlegg er ca. 200.000 - 400.000 kr. pr. vogn.
- Dobbeltsporet drift  
Ved blandet trafikk, hurtigere og langsomtgående tog som møtes i tunneler, er det hurtigste tog styrende for trykkbelastning begge tog utsettes for. Trykketting av alt materiell (innsatstog, nærtrafikk) ansees urealistisk å gjennomføre selv på lang sikt. Hvordan godstog påvirkes er ukjent. Å unngå kryssing, eller senke hastighet i tunneler er knapt ønskelig. Trykkett høyhastighetmateriell er derfor ingen fullgod løsning. Det bør derfor bygges dobbeltsporede tunneler med tverrsnitt på ca. 100 m<sup>2</sup> på strekninger der trasé og stoppmønster muliggjør hastigheter over 160 km/h.

### 3.6 Forslag til strategier i anskaffelse/utvikling av materiellparken, samt materiellvurderinger

#### 3.6.1 EC-materiell

- Arbeidsgruppen mener at materiell for EC-togene på strekningen Oslo - Gøteborg - København, og Oslo - Stockholm skal anskaffes på grunnlag av en omforent spesifikasjon utarbeidet av SJ, DSB og NSB, og dermed bli en ens materielltype. Mål må også være at materielltypen kan inngå som direkte tog mellom større befolkningssentra i innenlandsk trafikk i de tre forvaltningene, for slik å oppnå en økonomisk seriestørrelse.
- Aktuelle materielltyper som tilfredsstillr de fleste generelle krav arbeidsgruppen mener er vesentlige for NSB, er X-2000 og ETR 450 II, begge bygget for kurverike baner og høye hastigheter.
- Arbeidsgruppen mener at optimal utnyttelse av de planlagte traséer for 200 km/h ikke oppnås med materiell som TGV og ICE.



### 3.6.1.1 X 2000

- Togsettet har høy vekt, noe som teller i negativt effektforbruk, og gir lav akselerasjon i hastighetsområdet 160 til 200 km/h.
- Pris pr. sete er høy.
- Videreutvikling bør påvirkes av NSB i å effektivisere togsettet mot lavere vekt og større utnyttelsesgrad i antall plasser/tonn og plasser/toglengde.
- Maks. hastighet bør vurderes øket slik at nye traséer bygget for 200 km/h kan utnytte materiellets kregesystem.
- Sporkraftmålinger er nødvendig for å angi mulig hastighet i forhold til kurveradier og sporstandard på andre NSB-strekninger.

### 3.6.1.2 ETR 450 II

- Togsettet har meget lav aksellast, og dette indikerer lave sporkrefter også i kurver med  $R < 500$  m.
- Ukonvensjonell spredning av trekraft på flere vogner kompliserer materiellet, og kan gi økte vedlikeholdskostnader.
- Den finske utgaven vil være tilpasset nordiske klimaforhold. Finsk driftserfaring/prøvedrift vil gi verdifull innsikt i togsettets muligheter, spesielt for NSB-traséer dersom man kan utnytte settenes hastighetspotensiale ved lavere sporstandard enn det X 2000 krever.
- Finsk pris er høy (på nivå med X-2000), men må antas å inneholde betydelige utviklings- og konstruksjonskostnader.
- Ingen elektrisk utgave av ETR 450 er kjørbart på NSB-/SJ-baner pga spenningen. Komfort- og sporkraftmålinger må foretas ved å trekke materiellet med lok, eller benytte VT 610 (tysk dieselutgave). Dette anses for å være meget egnet for trafikk på våre ikke-elektrifiserte baner, og det er ønskelig å få prøvekjørt settet på aktuelle banestrekninger.)

### 3.6.1.3 Øvrige materiellalternativer

- TGV-A er konstruert for eget og tilnærmet rett spor, og for 300 km/h. Togsettene trafikkerer imidlertid også kombinerte traséer over kortere distanser. Hastigheter som kan oppnås med akseptabel komfort ved ulike kurveradier, tilsvarer motorvognsett type 70 uten kringing. Dersom materiellets sporkrefter kan tillate kurvehastigheter opp til  $1,0 \text{ m/s}^2$  slik som EI 17, er heller tvilsomt. Settene er bygget i et betydelig antall fra 1980, noe som gir gunstig pris. Endringer i utførelse antas imidlertid å føre til betydelige prisøkninger i forhold til seriepris. Bare konkret forespørsel vil kunne avdekke hva "nordisk" pris vil bli.
- ICE og planlagt etterfølger ICE-M konstrueres tildels for de samme traséforutsetninger som TGV. Oppgitt anslag på pris er betydelig høyere enn TGV.



### 3.6.2 IC-materiell

- Arbeidsgruppen mener at ingen av de ovennevnte materielltyper for EC-tog egner seg for IC-tog.
- Det trafikk- og stoppmønster som ble lagt til grunn ved spesifisering av motorvognsett type 70 vil ikke endre seg i overskuelig fremtid. Velger man å se materiellkrav i et utvidet IC-begrep som omfatter tog på strekningene Oslo-Bergen/Trondheim/Stavanger, har vi også der et trafikkmonster hvor motorvognsett type 70 menes å være et fremtidsrettet og effektivt togsett.
- Arbeidsgruppen mener at det ikke foreligger noe klart alternativ til motorvognsett type 70. Driftserfaringer med dette materiellet bør foreligge før alternativer søkes.
- Passiv krenning vil gi øket komfort og kjøretidsgevinster, spesielt ved kombinasjon av dagens trasé og ny trasé uten store merkostnader på materiellet (2 - 3%).

#### 3.6.2.1 Motorvognsett type 70

Videreutvikling av dette materiellet bør knyttes til følgende områder:

- Innføring av passiv krenning (systemet forventes å være kommersielt tilgjengelig i 1993).
- Muligheter for vektreduksjon (forbildet er dansk IR-4), samt optimalisering av arealutnyttelse.
- Spesialmateriell for Gardemobanen kan som et alternativ bestå av 2 motorvogner og 3-4 mellomvogner.
- Konsekvens av å øke maks. hastighet til 180 km/h bør klarlegges.

*Konsekvens for fremtidig materiellstandardisering av en slik strategi blir:*

- Ens materiell for høyhastighet på NSB, SJ og evt. DSB i grenseoverskridene trafikk, og samme type materiell for direktetog Oslo-Bergen/Trondheim/Stavanger.
- **En** materielltype for dagens IC-trafikk, samt i et utvidet IC-mønster som gjelder tog i dagens stoppmønster på fjerntogstrekninger.

### 3.7 Kortsiktig strategi

- Utnyttelse av dagens vognpark ved ombygging av B 3- og B 5-vogner til øket maksimalhastighet, større kurvehastighet og bedret komfort.
- Bruksområdet er fjerntog i dagens trafikkmonster og IC-tog.
- I fremtidig trafikkmonster, der motorvognsett type 70 brukes i grunnrutetog, vil ombygget materiell gå i innsatstog.

- Det foretas en konstruksjonsvurdering og en kostnadskalkyle for å utstyre deler av parken med passiv krenning (tilsvarende som foreslått for motorvognsett type 70).

#### *Anskaffelse av lok.*

- Vesentlig krav til nye lok, er at de ved overhastighet i kurver (tilsvarende en sideakselerasjon på minst  $1,4 \text{ m/s}^2$ ) ikke overskrider gitte kriterier for sporkrefter ved en gitt og definert sporstandard.
- Det anskaffes universallok (kan brukes både i godstog og persontog).
- Utvikling av lok som tilfredsstillende slike krav er i gang hos flere leverandører og forvaltninger da det er lok kjørt på eksisterende spor som er styrende for den kurvehastighet som kan oppnås (aksellast). Teknisk kompetanse fra Bane- og Servicedivisjonen bør i en studiegruppe vurdere aktuelle konstruksjoner målt opp mot sporkriterier, og fastlegge gjennomførbare krav til materiell og spor slik at ombygget vognmateriell kan utnytte sitt hastighetspotensiale.

## Bilag 1 Kjøretidsberegninger

Østfoldbanen med traséalternativene A og B behandles spesielt i kap 1 og 2. I kapittel 3 behandles flere banestrekninger på et generelt grunnlag.

### Grunnlag for kjøretidsberegninger

Kjøretidsberegningene er simulert på grunnlag av trasédata og materielldata.

Videre ivaretas følgende parametere:

Luftmotstand  
Tunnelmotstand ved tunneltverrsnitt 79 m<sup>2</sup>  
Kurvemotstand  
Toglengde

Følgende forutsetninger ligger til grunn:

Forutsetning	Konsekvens
Optimal strømforsyning	På nåværende traséer (trasé a) vil dette forholdet bidra til lengre kjøretider enn beregnet da spenningsfallet mellom matestasjonere stedvis blir for stort til at full effekt kan tas ut.
Optimale adhesjonsforhold	Glatt skinnegang vil medføre lengre akselerasjons og bremseveier og således føre til tidstap
Optimal bremsevei	Optimal bremsevei beregnes på grunnlag av optimale adhesjonsforhold. Av sikkerhetshensyn må bremseveien i praksis beregnes for minst gunstige forhold. Tidstap ved mest ugunstige bremseforløp fra 160 km/t til stopp er ca 1 min 15 sek
Hastighetstilpassede signalavstander	Full utnyttelse av hastighetsprofilen for materiell med kurvehastigheter > 0,65 m/s <sup>2</sup> vil være betinget av at de foreliggende signalavstandene, innkoplingssonene for planoverganger osv er lange nok for den sporteknisk betingede hastigheten kjøretidsberegningen er foretatt etter. Denne type tidstap utgjør omlag 5%, men kan elimineres ved begrensede investeringer.

De gjengitte kjøretidene er om ikke annet er nevnt, *netto* kjøretider eksklusive opphold ved stasjon og reservertid. Kjøretidene er avrundet til nærmeste hele minutt.

**Ved beregning av mulig oppnåelige kjøretider må følgende tider legges til netto kjøretider:**

- 1 min pr start/stopp
- Oppholdstid ved stasjon (normalt 1 min)
- Reservertid (normalt 4% av netto kjøretid)



## 1. Østfoldbanen spesielt

### 1.1. Traséalternativ A

Strekningen Oslo - Kornsjø er 154 km lang. EC-strekningen Oslo - Halden er 129,2 km lang.

#### 1.1.1. IC-trafikk

For IC-trafikken mellom Oslo og Halden er det beregnet 3 underveis stopp :

Moss  
Fredrikstad  
Sarpsborg

Den gjennomsnittlige avstanden mellom stopp blir 32,3 km.

Netto kjøretider for utvalgte materielltyper og varianter er gjengitt i tabell 1.1.

IC	Togsammensetning	Kurve hastighet [m/s <sup>2</sup> ]	Max hast [km/h]	Togvekt [t]	Relativ ytelse [kW/t]	Sitteplasser *	Kjøretid Halden alt A	teoretisk energiforbruk [ MWh ]
E116/B5	lok + 6 vogner	0,65	130	356	12,36	380	1:07	1,4
type 70	standard	1,0	160	212	7,5	240	0:59	1,1
type 70	standard + krengeing	1,4	160	212	7,5	240	0:58	1,1
type 70	standard + 1 vogn	1,0	160	258	6,2	310	1:00	1,3
type 70	2 motorvogner + 4 mellomvogner	1,0	160	332	9,6	380	0:57	2,0
IR 4	1 motorvogn + 3 vogner	1,0	180	162	10,4	243	0:55	1,1
X 2000	standard (m/krengeing)	1,8	200	345	9,4	288	0:51	2,2
X 2000	standard u/ krengeing	1,0	200	332	9,8	288	0:52	2,1
X 2000	standard + 1 vogn	1,8	200	395	8,3	360	0:54	2,4
ETR 450-2	standard (m/krengeing)	1,8	200	316	12,6	380	0:51	2,1
ETR 450-2 v = 250 km/t	standard (m/krengeing)	1,8	250	316	12,6	380	0:50	2,3
ICE-M	standard	1,0	200	449	12,0	420	0:51	2,9

tabell 1.1

\* omregnet til 2. klasse sitteplasser

I fig er mulig oppnåelige brutto kjøretider fremstilt grafisk.

Brutto kjøretider er fremkommet ved følgende tillegg til netto kjøretider:

+ 1 min pr start/stopp: 1 min  
+ 1 min opphold pr. stopp: 1 min  
+ ca 5% reservertid 3 min

Dette gir følgende tidstillegg:

Oslo - Halden: 10 min

For utvalgt materiell i standard utførelse kan da følgende kjøretider oppnås på ny trasé for 200 km/t:

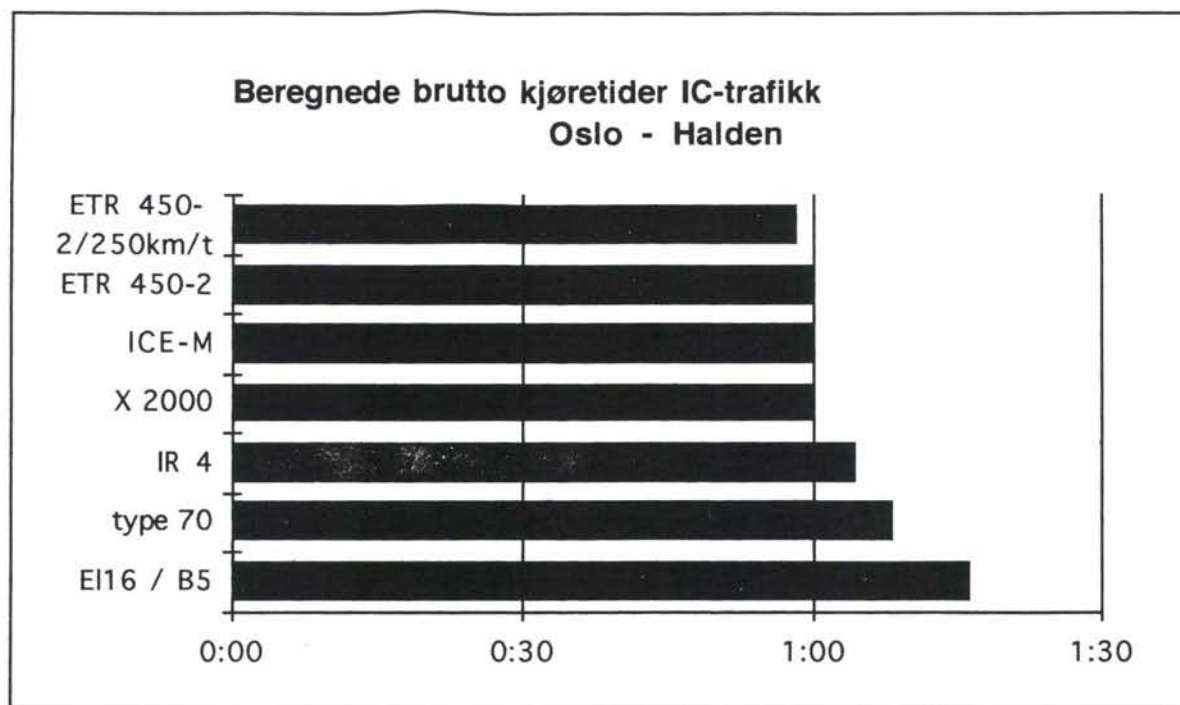


Fig 1.1

Som det framgår av fig 1.1 er ikke turnering innenfor en time mulig innenfor en makshastighet på 200 km/t. Kjøretidsgevinsten for 200 km/t materiell i forhold til materiell for 160 km/t er relativt beskjeden. Dette har sin årsak i det tette stoppmønsteret.

Akselerasjon og retardasjonsforløpet fra 0 - 200 - 0 km/t krever for standard høyhastighetsmateriell min. 13 km. Hyppige stopp vil føre til lav utnyttelse av maksimalhastigheten på strekningen. Flaskehals i form av hastighetsreduksjoner gjennom stasjonsområder, tunneler med stor stigning og små kurveradier vil også ha dramatiske innvirkninger på kjøretidene.

Dette kan eksemplifiseres med akselerasjonsdataene for ETR 450-2 som nylig er bestilt til VR:

0-100 km/t	800 m
0-200 km/t	6800 m

Krenging vil kompensere for flaskehals i form av kurver med små radier (ca 1 min for traséalternativ A). Videre kan høy installert ytelse kompensere noe av tidstapet som oppstår ved stopp og passering av flaskehals. Dette får imidlertid store følger for energiforbruket.

Tidsforskjellen mellom direkte sammenlignbart materiell for 160 km/t og 200 km/t er bare 3 min. Imidlertid er energiforbruket for 200 km/t materiellet ca 20% høyere.

For ETR 450-2 er det kjørt kjøretidsberegning for maks hastighet 250 km/t som er mulig på foreliggende trasé ved hjelp av krenging. Maksimal oppnådd hastighet er imidlertid 247 km/t som oppnås mellom Moss og Fredrikstad. På de andre delstrekningene oppnås hastigheter mellom 213 og 229 km/t. Kjøretiden reduseres med beskjedne 1 min 15 sek.

En bedre utnyttelse av hastighetspotensialet krever høyere installert ytelse.

### 1.1.2. EC-trafikk

EC-trafikken mellom Oslo og Halden er beregnet for direkte kjøring Oslo og Halden.

Netto kjøretider for utvalgte materielltyper og varianter på strekningene Oslo - Halden og Oslo - Kornsjø er gjengitt i tabell 1.2.

EC	Togsammensetning	Kurve hastighet [m/s <sup>2</sup> ]	Max hast [km/h]	Togvekt [t]	Relativ ytelse [kW/t]	Sitteplasser *	Kjøretid Halden alt A	teoretisk energiforbruk [MWh]	Kjøretid Kornsjø
EI 16 / B5	lok + 5 B5 + BF14	0,65	130	356	12,36	380	1:04	1,4	1:17
type 70	standard	1,0	160	212	7,5	240	0:55	1,1	1:07
type 70	standard + krengeing	1,4	160	212	7,5	240	0:54	1,1	1:06
type 70	standard + 1 vogn	1,0	160	258	6,2	310	0:56	1,3	1:08
type 70	2 motorvogner + 4 mellomvogner	1,0	160	332	9,6	380	0:54	2,0	1:06
IR 4	1 motorvogn + 3 vogner	1,0	180	162	10,4	243	0:51	1,1	1:02
X 2000	standard (m/krengeing)	1,8	200	345	9,4	288	0:47	2,1	0:57
X 2000	standard u/ krengeing	1,0	200	332	9,8	288	0:48	2,1	0:58
X 2000	standard + 1 vogn	1,8	200	395	8,3	360	0:48	2,4	0:59
ETR 450-2	standard (m/krengeing)	1,8	200	316	12,6	380	0:46	2,0	0:59
ETR 450-2 v = 250 km/t	standard (m/krengeing)	1,8	250	316	12,6	380	0:44	2,3	0:56
ICE-M	standard	1,0	200	449	12,0	420	0:47	2,8	0:57

tabell 1.2

\* omregnet til 2. klasse sitteplasser

I fig 1.2 er mulig oppnåelige brutto kjøretider fremstilt grafisk.

Brutto kjøretider er fremkommet ved følgende tillegg til netto kjøretider:

+ 1 min pr start/stopp: 1 min  
 + 1 min opphold pr. stopp: 1 min  
 + ca 5% reservetid 3 min

Dette gir følgende tidstillegg:

Oslo - Halden: 4 min  
 Oslo - Gøteborg: 9 min

For utvalgt materiell i standard utførelse kan da følgende kjøretider oppnås på ny trasé for 200 km/t:



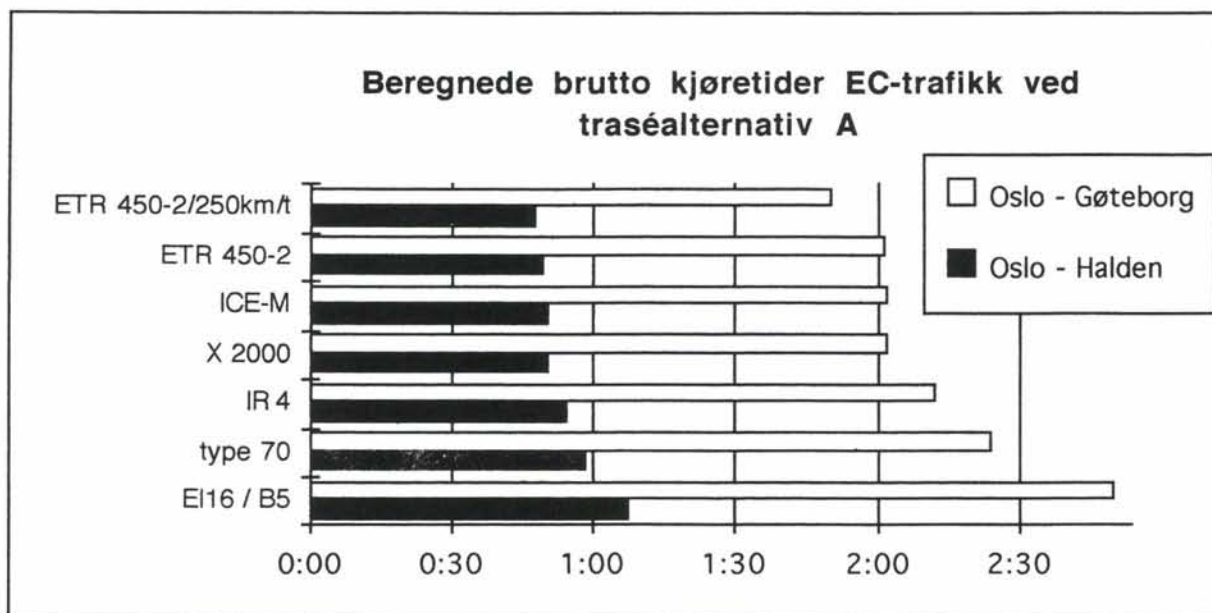


Fig 1.2

Kjøretidene på strekningen Halden - Gøteborg er beregnet ut fra avstand 201 km. Følgende gjennomsnittshastigheter er benyttet:

Maks hastighet	Snitt hastighet
130	125
160	150
180	165
200	180
250	210

Dette innebærer en meget god 200 km/t - trasé på svensk side.

Som det framgår av figuren er turnering på strekningen Oslo - Gøteborg ikke mulig innenfor to timer ved makshastighet på 200 km/t. Kjøretidsgevinsten for 200 km/t materiell i forhold til materiell for 160 km/t er ca 20 min, eller ca 13%.

For ETR 450-2 er det kjørt kjøretidsberegning for maks hastighet 250 km/t som er mulig på foreliggende trasé ved hjelp av krenning. Maksimal hastighet 250 km/t som oppnås på delstrekningene Moss - Fredrikstad - Sarpsborg. På de andre delstrekningene oppnås hastigheter mellom 220 og 230 km/t. Kjøretiden reduseres med beskjedne 1 min 45 sek.

En bedre utnyttelse av hastighetspotensialet krever høyere installert ytelse.

Med denne type materiell kan en imidlertid oppnå kjøretider på strekningen Oslo - Gøteborg på mindre enn 2 timer (1:51). Dette kan muliggjøre turnering innenfor en to-timers ramme og vil således kunne gi en høy utnyttelse av materiellet.

## 1.2. Traséalternativ B

Traséalternativ B har avvikende trasé i forhold til traséalt A på delstrekningen Råde - Skjeberg.

Strekningen er 116,8 km lang.

Kjøretidene på dette alternativet er gjennomgående 7-8 min kortere for EC-trafikk. IC-trafikken planlegges i dette alternativet å gå på trasé for 160 km/t mellom Råde og Skjeberg. EC-trafikken vil gå på ny trasé lagt utenom Fredrikstad og Sarpsborg.

### 1.2.1. IC-trafikk

For IC-trafikken mellom Oslo og Halden er det beregnet 3 underveis stopp :

Moss  
Fredrikstad  
Sarpsborg

Den gjennomsnittlige avstanden mellom stopp blir 38,9 km.

I dette alternativet oppgraders IC-strekningen Råde - Halden til 160 km/t.

Anslag for netto kjøretider for utvalgte materielltyper og varianter er gjengitt i tabell 1.3.

IC	Togsammensetning	Kjøretid
E116/B5	lok + 6 vogner	1:08
type 70	standard	1:01
type 70	standard + krengeing	1:00
type 70	standard + 1 vogn	1:02
type 70	2 motorvogner + 4 mellomvogner	0:59
IR 4	1 motorvogn + 3 vogner	0:59
X 2000	standard (m/krengeing)	0:57
X 2000	standard u/ krengeing	0:58
X 2000	standard + 1 vogn	0:57
ETR 450-2	standard (m/krengeing)	0:57
ETR 450-2 v = 250 km/t	standard (m/krengeing)	0:56
ICE-M	standard	0:57

Tabell 1.3

I fig er mulig oppnåelige brutto kjøretider fremstilt grafisk.

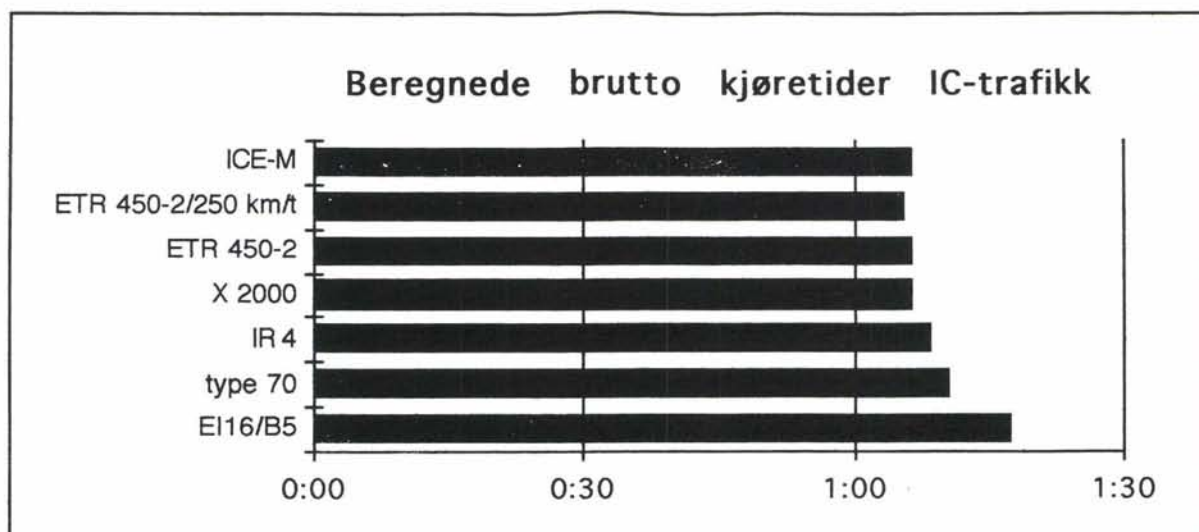
Brutto kjøretider er fremkommet ved følgende tillegg til netto kjøretider:

+ 1 min pr start/stopp: 1 min  
+ 1 min opphold pr. stopp: 1 min  
+ ca 5% reservetid 3 min

Dette gir følgende tidstillegg:

Oslo - Halden: 10 min

For utvalgt materiell i standard utførelse kan da følgende kjøretider oppnås på ny trasé for 200 km/t:



Figur 1.3

Som det framgår av figuren er turnering innenfor en time ikke mulig. Kjøretidsgevinsten for 200 km/t materiell i forhold til materiell for 160 km/t er i størrelsesorden 2-3 minutter og tas i det vesentligste ut på delstrekningen Oslo - Moss.

Krenging vil kompensere for flaskehalsen i form av kurver med små radier (ca 1 min for traséalternativ B). Videre kan høy installert ytelse kompensere noe av tidstapet som oppstår ved stopp og passering av flaskehalsen. Dette får imidlertid store følger for energiforbruket.

Det understrekes at kjøretidene for 200 km/t - materiellet er anslått på bakgrunn av maksimalhastighet 160 km/t. Ved bruk av krengetog kan hastigheten også på 160 km/t strekningen økes til 200 km/t.



### 1.2.2. EC-trafikk

For EC-trafikken mellom Oslo og Halden er det beregnet ingen underveis stopp :

Netto kjøretider for utvalgte materielltyper og varianter er gjengitt i tabell 1.4.

EC	Togsammensetning	Kjøretid Halden	teoretisk energi- forbruk [ MWh ]	Kjøretid Kornsjo
E116/B5	lok + 6 vogner	1:04	1,4	-----
type 70	standard	0:49	1,0	0:59
type 70	standard + krengeing	0:48	1,0	0:59
type 70	standard + 1 vogn	0:50	1,1	1:00
type 70	2 motorvogner + 4 mellomvogner	0:48	1,7	0:58
IR 4	1 motorvogn + 3 vogner	0:44	1,1	0:54
X 2000	standard (m/krengeing)	0:40	1,9	0:49
X 2000	standard u/ krengeing	0:41	1,9	0:50
X 2000	standard + 1 vogn	0:42	2,1	0:51
ETR 450-2	standard (m/krengeing)	0:40	2,0	0:48
ETR 450-2 v = 250 km/t	standard (m/krengeing)	0:37	2,3	0:46
ICE-M	standard	0:40	2,6	0:49

Tabell 1.4

I fig 1.4 er mulig oppnåelige brutto kjøretider fremstilt grafisk.

Brutto kjøretider er fremkommet ved følgende tillegg til netto kjøretider:

- + 1 min pr start/stopp: 1 min
- + 1 min opphold pr. stopp: 1 min
- + ca 5% reservetid

Dette gir følgende tidstillegg:

- Oslo - Halden: 4 min
- Oslo - Gøteborg 9 min

For utvalgt materiell i standard utførelse kan da følgende kjøretider oppnås på ny trasé for 200 km/t:

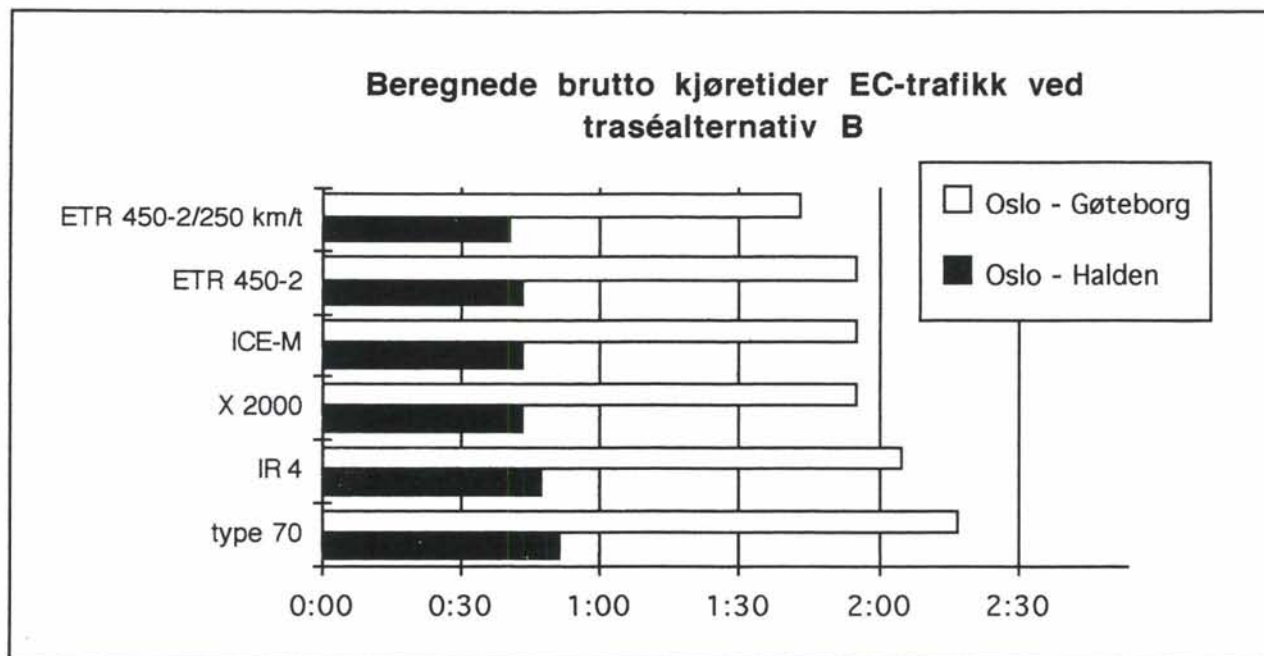


Fig 1.4

Følgende gjennomsnittshastigheter er benyttet for den 201 km lange strekninge Halden - Göteborg:

Maks hastighet	Snitt hastighet
130	125
160	150
180	165
200	180
250	210

Dette innebærer en meget god 200 km/t - trasé på svensk side.

Som det framgår av figuren er turnering på strekningen Oslo - Göteborg knapt mulig innenfor to timer ved makshastighet på 200 km/t. Kjøretidsgevinsten for 200 km/t materiell i forhold til materiell for 160 km/t er ca 20 min, eller ca 13%.

## 2. Godstrafikk

For godstrafikk er det utarbeidet kurver som gir netto kjøretid og gjennomsnittshastighet som funksjon av togvekt. For beregning av brutto kjøretider må det tas hensyn til ekstra tidstap som følge av dårlige adhesjonsforhold. Videre kommer et tidstillegg på ca 2 min pr stopp som følge av ikke optimal bremsevei.

Det henvises til kap. 1.6.2.6



### 3. Generelle kjøretidsberegninger

Kjøretidsberegninger er utført for følgende strekninger:

- Østfoldbanen Oslo - Halden (Kornsjø)
- Vestfoldbanen Oslo - Skien
- Kongsvingerbanen Lillestrøm - Magnor
- Dovrebanen Oslo - Trondheim
- Bergensbanen Oslo - Bergen
- Sørlandsbanen Oslo - Kristiansand over Vestfold

Materiellet er kjøretidsberegnet på 2 ulike sporstandarder for hver av de ulike banestrekningene:

- trasé a Dagens trasé
- trasé b Trasé med R > 500m (ikke Østfoldbanen)
- trasé c Trasé for 200 km/t (bare Østfoldbanen. Traséalternativ A er benyttet)

Trasé b anses som en realistisk fremtidig standard for baner som ikke oppgraderes fullt ut til 200 km/t. Denne traséen vil også representere et mellomstadium for strekninger som vedtas oppgradert til 200 km/t (eks.: Østfoldbanen fram til år 2000).

For de generelle kjøretidsberegningene er det definert 7 *materiellkategorier* representert ved følgende materiell og konfigurasjoner:

	Materiell	Lateral aks	Hast	Togvekt	Relativ ytelse	Togsammensetning
kat 1	E116/6B 5	0,65	130	356	12,36	E116+A3+BF14+4*B5
kat 2	E117/6tp 7	1	150	319	9,40	E117+AB7+FR7+4*B7
kat 2k	E117/6tp 7	1,8	150	343	8,74	E117+AB7+FR7+4*B7+ aktiv krengeutrustning
kat 3	tp70	1,0	160	332	9,64	BM70+4*B70+BM70
kat 3k	tp70	1,4	160	332	9,64	BM70+4*B70+BM70 + passiv krengeutrustning
kat 4	X2000/6	1	200	370	8,81	Lok + 5vogner+styrevogn eks krengeutstyr
kat 4k	X2000/6	1,8	200	395	8,25	Lok + 5vogner+styrevogn inkl aktiv krengeutrustning

Tabell 3.1

Eksempler på materiell som hører inn under de ulike kategoriene.

kat 1:	Loktrukket materiell med maks hast inntil 130 km/t og normal tillatt kurvehastighet tilsvarende $0,65 \text{ m/s}^2$ . E114, E116 med B3 og B5 vogner.
kat 2:	Loktrukket eller motorvogsmateriell med hastigheter inntil 150 km/t og kurvehastigheter tilsvarende $1,0 \text{ m/s}^2$ . E1 17/type 7, nyere loktrukket europeisk materiell, B3/B5 oppgradert med nye boggier med lav rullvinkelkoeffisient og radielt innstillbare hjulsatser.
kat 2k:	Loktrukket eller motorvogsmateriell med hastigheter inntil 150 km/t og krengeutrustning som muliggjør kurvehastigheter tilsvarende $1,8 \text{ m/s}^2$ . E1 17/type 7 med innbygd aktiv krenging.
kat 3:	Loktrukket eller motorvogsmateriell med hastigheter inntil 160 km/t og kurvehastigheter tilsvarende $1,0 \text{ m/s}^2$ . type 70, BR's class 471, DSB's IR4, B3/B5 oppgradert med nye boggier med lav rullvinkelkoeffisient og radielt innstillbare hjulsatser.
kat 3k:	Loktrukket eller motorvogsmateriell med hastigheter inntil 160 km/t og krengeutrustning som muliggjør kurvehastigheter tilsvarende $1,4 \text{ m/s}^2$ . Type 70 med innbygd passiv krenging, ombygd B3/B5/B7-materiell med passiv krenging (Eks. SIG Neiko), FS's Talgo.
kat 4:	Loktrukket eller motorvogsmateriell med maks hastighet minst 200 km/t og kurvehastigheter tilsvarende $1,0 \text{ m/s}^2$ . SBB's Bahn 2000 og BR IC225. DB's ICE-M, SNCF's TGV kan også plasseres i denne kategori. Imidlertid må en ved kurvehastigheter $1,0 \text{ m/s}^2$ forvente høy hjulsitasje og høye sporkrefter i kurver med $R < \text{ca } 800 \text{ m}$ for dette materiellet.
kat 4k:	Loktrukket eller motorvogsmateriell med hastighet minst 200 km/t og krengeutrustning som muliggjør kurvehastigheter tilsvarende $1,8 \text{ m/s}^2$ . SJ's X2000, FIAT ETR 450 (FS, DB, VR, ÖBB).

I valg av materiell for kjøretidsberegninger for de ulike kategoriene er det tilstrebet mest mulig like togkonfigurasjoner med hensyn til passasjerkapasitet og ytelse. Av den grunn er type 70 konfigurert med 2 stk motorvogner og X2000 har fått en vogn i tillegg. E116/6B5 utgjør et unntak med hensyn til ytelse, men er benyttet som referanse da konfigurasjonen også benyttes som referanse i flere andre sammenhenger.

De vesentlige karakteristika med hensyn til kjøretider for de ulike materiellkategoriene blir da:

- Topp hastighet
- Tillatt kurvehastighet uttrykt ved lateral akselerasjon i sporplan
 

Normalhastighet	$0,65 \text{ m/s}^2$
Pluss hastighet	$1,00 \text{ m/s}^2$
Passiv krenging	$1,40 \text{ m/s}^2$
Aktiv krenging	$1,80 \text{ m/s}^2$

Tillatt kurvehastighet er et todelt problem:

- Sporkrefter: Lave sporkrefter oppnås ved radielt innstillbare hjulsatser og lave aksellaster.
- Komfort: Kurvehastigheter  $> 1 \text{ m/s}^2$  betinger krengeutrustning av komforthensyn.  
Kurvehastigheter  $0,65$  til  $1,0 \text{ m/s}^2$  betinger rullvinkelkoeffisient  $\leq 0,2$  av komforthensyn.

Eldre NSB-materiell (utrustet med Minden-Deutsch-boggier) har rullvinkelkoeffisient  $0,4-0,6$  og mangler radielt innstillbare hjulsatser. Materiell av denne typen egner seg derfor ikke for høyere kurvehastigheter. Materiell med kurvehastighet  $0,65 \text{ m/s}^2$  og maksimalhastighet  $> 130 \text{ km/t}$  er ikke kategorisert. Denne materielltypen vil gi meget beskjeden hastighetsgevinst på eksisterende trasé (trasé a) og vil her inngå i kategori 1. På delvis oppgradert trasé (trasé b), vil noe hastighetsgevinst kunne tas ut, slik at materiellet faller et sted mellom kat 1 og kat 2. På høyhastighetstrasé alt A og B, Østfoldbanen vil materielt falle i kategori 3.

Sammenligning av ulike materiellkategorier kjørt på de ulike traséalternativene er gjengitt som kurver som viser netto gjennomsnittlig kjørehastighet. En direkte sammenligning av hastighetsutnyttelsen på de ulike banestrekningene er på denne måten mulig.



### 3.1. Østfoldbanen

#### 3.1.1. Generelt

Østfoldbanen (Oslo - Halden) er idag (trasé a) 136,6 km lang. Ny trasé i alternativ A er 129,2 km. Den teoretisk korteste oppnåelige kjøretiden uten stopp for strekningen Oslo - Halden på høyhastighetsalternativ A er ca 42 minutter ved maks hastighet 200 km/t og ca 51 min ved 160 km/t. Det totale kjøretidspotensialet ved 200 km/t i forhold til 160 km/t er mao i størrelsesorden 9 minutter.

#### 3.1.2. Kjøretider IC

For IC-trafikken er det beregnet stopp i Moss, Fredrikstad og Sarpsborg. På den 57 km lange strekningen mellom Oslo og Moss og den 15 km lange strekningen mellom Fredrikstad og Sarpsborg oppnås ikke maks hastighet 200 km/t.

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 34,2 km

trasé c: 32,3 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.1

	trasé a	trasé c
kat 1	1:40	1:07
kat 2	1:30	1:00
kat 2k	1:19	0:59
kat 3	1:28	0:57
kat 3k	1:22	0:57
kat 4	1:28	0:54
kat 4k	1:18	0:53

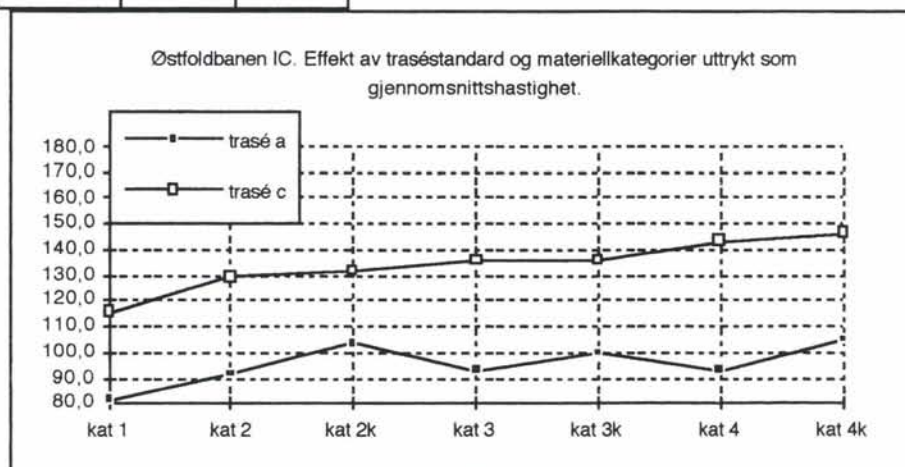


Fig 3.1

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 22 min. Aktiv krenning utgjør omlag halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 160 km/t gir bare små utslag på kjøretidene. Passiv krenning gir en kjøretidsgevinst som er omlag halvparten av gevinsten ved bruk av aktiv krenning.

Med referansemateriell oppnås en lav gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 81,7 km/t. Dette indikerer at dagens trasé er av en relativt lav trasémessig standard sammenlignet med andre banestrekninger. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx$  93 km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 100 - 105 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

#### Trasé c

Ved trasé c oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 47 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Effekten av krenning er beskjeden. Økning av topphastighet fra 160 til 200 km/t gir 3-4 min kortere kjøretid.



Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 115,7 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 129 og 143 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krengeing kan vsnitt økes til 131- 146 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeustrustning.

En økning av topphastigheten fra 160 til 200 km/t gir en økning i energiforbruk på ca 20%

### 3.1.3. Kjøretider EC

Ved EC-trafikk kjøres strekningen Oslo - Halden uten stopp.

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 136,6 km

trasé c: 129,2km

	trasé a	trasé c
kat 1	1:39	1:04
kat 2	1:29	0:57
kat 2k	1:18	0:56
kat 3	1:28	0:54
kat 3k	1:21	0:54
kat 4	1:27	0:49
kat 4k	1:17	0:48

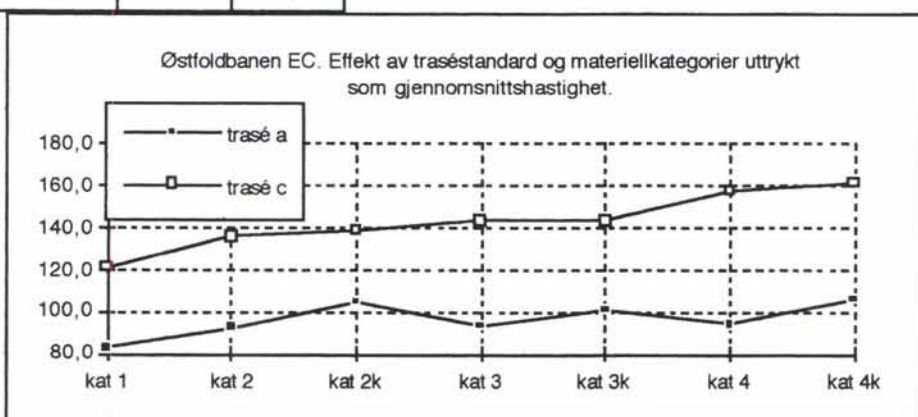


Fig 3.2

Av tabellen framgår det at kjøretidene ligger mellom 0:48 og 1:04 for de ulike materiellkategoriene på den foreliggende høyhastighetstraséen. Topp hastighet 200 km/t kan ved EC-trafikk utnyttes i noen større grad enn ved IC-trafikk. Bruk av krenning gir ca 1 minutt kortere kjøretider.

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 22 min. Aktiv krenning utgjør omlag halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 160 km/t gir bare små utslag på kjøretidene. Passiv krenning gir en kjøretidsgevinst som er omlag 3/4 av gevinsten ved bruk av aktiv krenning.

Med referansemateriell oppnås en lav gjennomsnittlig kjørehastighet på 82,8 km/t. Dette indikerer at dagens trasé er av en relativt lav trasémessig standard sammenlignet med andre banestrekninger. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx$  93 km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 101 - 106 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

#### Trasé c

Ved trasé c oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 51 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 200 km/t. Effekten av krenning er relativt beskjeden.

Med referansemateriellet oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 121,2 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt mellom 136 og 158 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krenning kan vsnitt økes til 139- 162 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

En økning av topphastigheten fra 160 til 200 km/t gir en økning i energiforbruk på ca 20%.

## 3.2. Vestfoldbanen

### 3.2.1. Generelt

Vestfoldbanen (Oslo - Skien) er idag (trasé a) 194,8 km lang. Med utbedring av avsnitt som inneholder kurver med  $R < 500$  m (trasé b) reduseres lengden til 190,1 km.

### 3.2.2. Kjøretider IC

For IC-trafikken er det beregnet 12 stopp:

Nationaltheatret  
Lysaker  
Asker  
Drammen  
Sande  
Holmestrand  
Skoppum  
Tønsberg  
Stokke  
Sandefjord  
Larvik  
Porsgrunn

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 15,0 km

trasé b: 14,6 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig.

	trasé a	trasé b
kat 1	2:22	1:45
kat 2	2:07	1:36
kat 2k	1:52	1:36
kat 3	2:06	1:33
kat 3k	1:55	1:30
kat 4	2:10	1:34
kat 4k	1:54	1:31

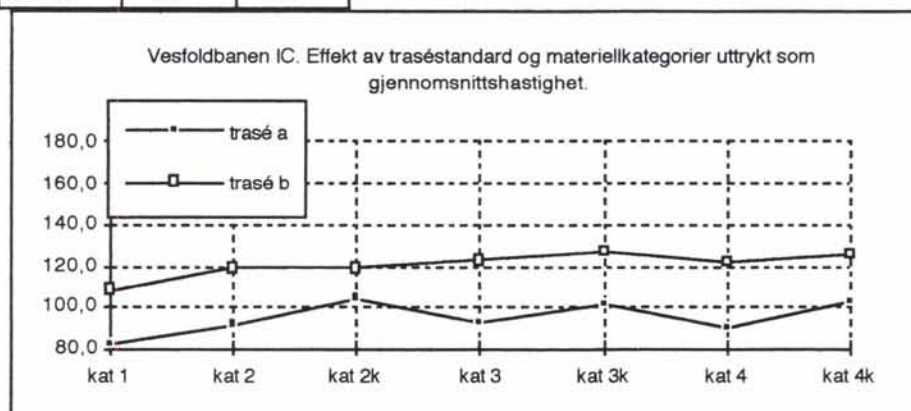


Fig 3.3

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 28 min. Aktiv krenning utgjør knapt halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 150 km/t gir ingen utslag på kjøretidene.

Høyhastighetsmateriellet gir relativt lange kjøretider på grunn av dårligere akselerasjon i det aktuelle hastighetsområde. Passiv krenning gir her en relativt stor kjøretidsgevinst.



Med referansematerielt oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 82,3 km/t. . Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt  $\approx$  92 km/t. Med krengeing kan vsnitt økes til 101 - 104 km/t avhengig av materiellets aksellerasjonsevne i lavere hastigheter og type krengeustrustning.

**Trasé b**

Ved trasé b oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 51 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Effekten av krengeing oppnås først ved hastigheter over 150 km/t og utgjør ca 3 min. Økning av maks hast utover 160 km/t gir ingen effekt.

Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 108,6 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 119 og 123 km/t, -størst for materiell kat 3. Med krengeing kan vsnitt økes til 122/125 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeustrustning.

### 3.2.3. Kjøretider EC

For EC-trafikken er det beregnet 6 stopp:

Nationaltheatret  
Lysaker  
Tønsberg  
Sandefjord  
Larvik  
Porsgrunn

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 27,8 km  
trasé b: 27,2 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig.

	trasé a	trasé b
kat 1	2:18	1:39
kat 2	2:03	1:29
kat 2k	1:46	1:27
kat 3	2:01	1:26
kat 3k	1:50	1:23
kat 4	2:03	1:26
kat 4k	1:45	1:20

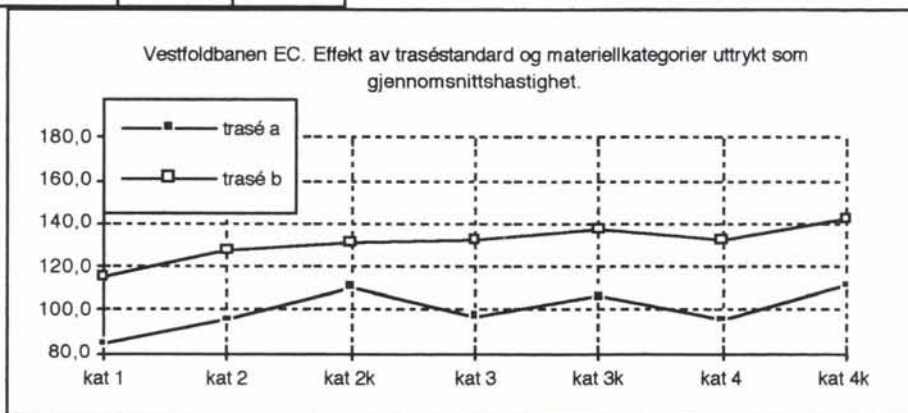


Fig 3.4

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 33 min. Aktiv krenning utgjør drøyt halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 150 km/t gir ingen utslag på kjøretidene.

Med referansemateriell oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 84,7 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx$  92 km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 106 - 110 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

#### Trasé b

Trasé b gir et totalt kjøretidspotensiale på hele 58 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Effekten av krenning økere for økende hastigheter og utgjør ca inntil 6 min. Økning av maks hast utover 160 km/t gir ingen effekt uten krengeutrustning.

Med referansemateriell oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 115,2 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt mellom 128 og 132 km/t, -størst for materiell kat 3. Med krenning kan vsnitt økes til 137 -143 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

### 3.3. Kongsvingerbanen

Kongsvingerbanen (Lillestrøm - Magnor) er i dag (trasé a) 112,2 km lang. Med utbedring av avsnitt som inneholder kurver med  $R < 500$  m (trasé b) reduseres lengden til 111,5 km.

#### 3.3.1. Kjøretider EC

Kjøretidene er beregnet for kjøring uten stopp på strekningen Lillestrøm - Magnor og inkluderer ikke kjøretid Oslo - Lillestrøm.

	trasé a	trasé b
kat 1	1:09	0:56
kat 2	1:03	0:50
kat 2k	0:54	0:48
kat 3	1:02	0:48
kat 3k	0:56	0:46
kat 4	1:02	0:47
kat 4k	0:53	0:43

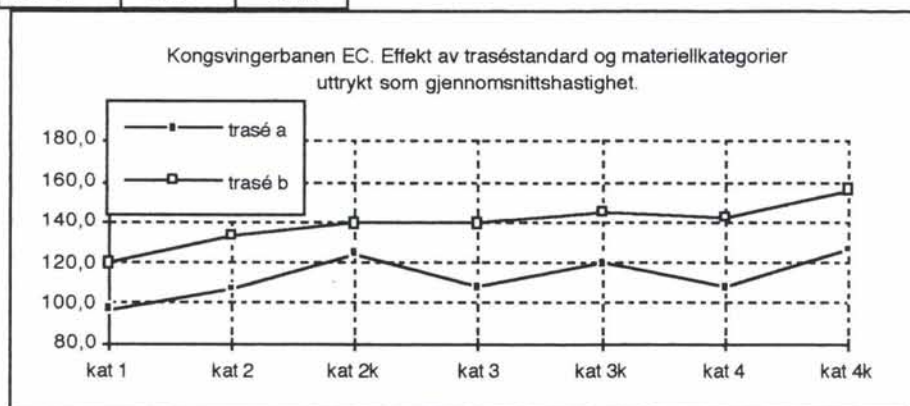


Fig 3.5

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 16 min. Aktiv kregning utgjør knapt 2/3 av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 150 km/t gir bare små utslag på kjøretidene. Passiv kregning gir her en relativt stor kjøretidsgevinst.

Med referansematerielt oppnås en relativt høy gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 97,6 km/t. Dette indikerer at dagens trasé er av en god trasémessig standard sammenlignet med andre banestrekninger. Med materiell uten kregning oppnås vsnitt  $\approx 108$  km/t. Med kregning kan vsnitt økes til 120 - 127 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type kregneutrustning.

#### Trasé b

På trasé b er det totale kjøretidspotensialet 26 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Effekten av kregning øker ved økende maksimalhastighet og er størst for høyhastighetsmateriellet kat 4k.

Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 119,5 km/t. Med materiell uten kregning oppnås vsnitt mellom 133 og 142 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med kregning kan vsnitt økes til 140- 155 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type kregneutrustning.



### 3.4. Dovrebanen

#### 3.4.1. Generelt

Dovrebanen (Oslo - Trondheim) er idag (trasé a) 552,9 km lang. Med utbedring av avsnitt som inneholder kurver med  $R < 500$  m (trasé b) reduseres lengden til 534,6 km. Trasé b inkluderer Gardermoenbanen.

#### 3.4.2. Kjøretider IC

For IC-trafikken er det beregnet 12 stopp:

Lillestrøm	Otta
Eidsvoll	Dombås
Hamar	Hjerkinn
Lillehammer	Oppdal
Ringebu	Støren
Vinstra	Heimdal

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 42,5 km  
trasé b: 41,1 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig.

	trasé a	trasé b
kat 1	6:16	4:31
kat 2	5:36	3:59
kat 2k	4:48	3:56
kat 3	5:32	3:51
kat 3k	5:02	3:45
kat 4	5:36	3:47
kat 4k	4:47	3:33

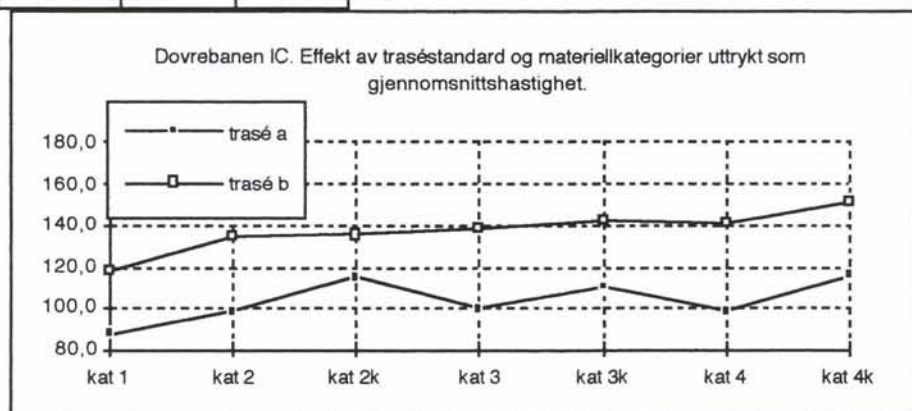


Fig 3.6

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 89 min. Aktiv krenning utgjør ca halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 150 km/t gir gir meget små utslag på kjøretidene. Passiv krenning gir her en relativt stor kjøretidsgevinst, ca 1/3 av det totale potensialet..

Med referansemateriell oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 88,2 km/t. Dette indikerer at dagens trasé er av middels god trasémessig standard sammenlignet med andre banestrekninger. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx 99,9$  km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 110 - 115 km/t avhengig av materiellens type krengeutrustning.

#### Trasé b

Ved trasé b er oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 163 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Utnyttelse av hastigheter over 160 km/t krever krenning..

Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 118,4 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 134 og 141 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krengeing kan vsnitt økes til 136- 151 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeustrustning.

### 3.4.3. Kjøretider EC

For IC-trafikken er det beregnet 5 stopp:

Hamar  
Lillehammer  
Otta  
Dombås  
Oppdal

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 92,2 km  
trasé b: 89,1 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig.

	trasé a	trasé b
kat 1	6:11	4:23
kat 2	5:31	3:51
kat 2k	4:42	3:46
kat 3	5:28	3:43
kat 3k	4:57	3:37
kat 4	5:31	3:35
kat 4k	4:39	3:18

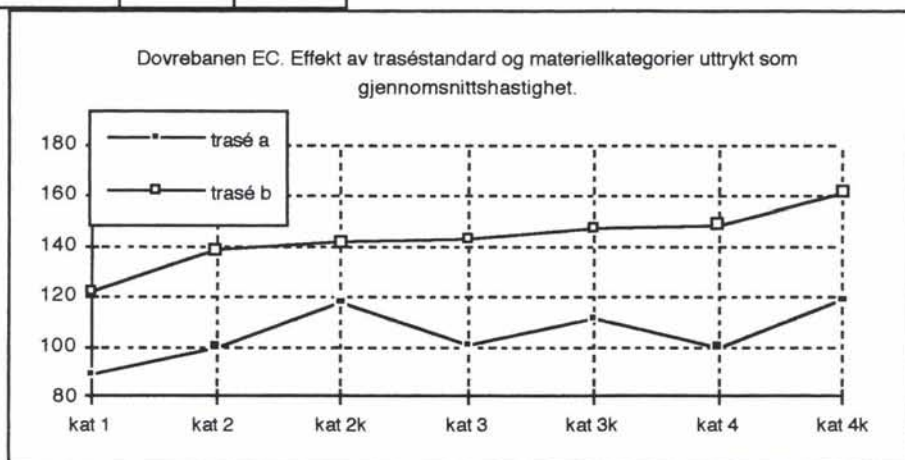


Fig 3.7

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 92 min. Aktiv krenning utgjør ca halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 150 km/t gir gir meget små utslag på kjøretidene. Passiv krenning gir her en relativt stor kjøretidsgevinst, ca 1/3 av det totale potensialet.

Med referansemateriell oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 89,4 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx$  101 km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 112 - 119 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

#### Trasé b

Ved trasé b er oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 173 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Utnyttelse av hastigheter over 160 km/t krever krenning.

Med referansemateriell oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 122,0 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt mellom 139 og 149 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krenning kan vsnitt økes til 142- 162 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.



### 3.5. Bergensbanen

#### 3.5.1. Generelt

Bergensbanen (Oslo - Bergen over Drammen) er idag (trasé a) 485,9 km lang. Med utbedring av avsnitt som inneholder kurver med  $R < 500$  m, samt Ringeriksbanen (trasé b) reduseres lengden til 403,4 km. Trasé a innbefatter Finsetunnelen, men er ellers som dagens trasé.

#### 3.5.2. Kjøretider IC

For IC-trafikken er det beregnet 12 stopp på trasé a og 10 stopp på trasé b:

Asker	bare trasé a
Drammen	bare trasé a
Hønefoss	bare trasé a
Tolpinrud	bare trasé b
Nesbyen	
Gol	
Ål	
Geilo	
Ustaoset	
Finse	
Myrdal	
Voss	
Arna	

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 37,4 km

trasé b: 36,7 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.8.

	trasé a	trasé b
kat 1	6:00	3:34
kat 2	5:20	3:13
kat 2k	4:33	3:03
kat 3	5:16	3:07
kat 3k	4:47	2:59
kat 4	5:20	3:06
kat 4k	4:32	2:53

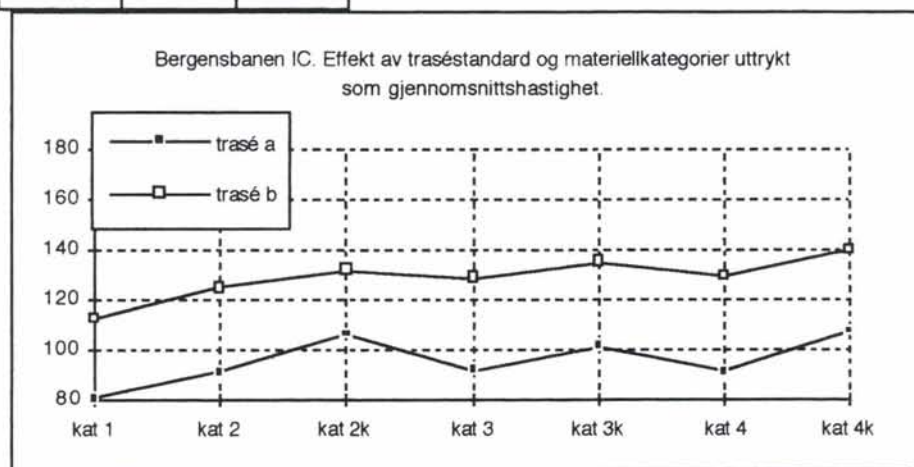


Fig 3.8

**Trasé a**

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på hele 88 min. Aktiv krengeing utgjør ca 60% av dette potensialet. Gevinst av hastighetsøkning utover 150 km/t er betinget av krengeing. Passiv krengeing gir her en relativt stor kjøretidsgevinst, ca 1/3 av det totale potensialet.

Med referansematerielt oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 81 km/t. Dette indikerer at dagens trasé er av relativt lav trasémessig standard sammenlignet med andre banestrekninger. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt  $\approx 92$  km/t. Med krengeing kan vsnitt økes til 102 - 107 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

**Trasé b**

Ved trasé b er oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 187 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Utnyttelse av hastigheter over 160 km/t krever krengeing, men gir relativt liten kjøretidsgevinst. Med krengemateriell oppnås 200 km/t bare mellom Myrdal og Voss.

Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 113 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 125 og 130 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krengeing kan vsnitt økes til 132- 140 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

### 3.5.3. Kjøretider EC

For EC-trafikken er det beregnet 10 stopp på trasé a og 7 stopp på trasé b:

Asker	bare trasé a
Drammen	bare trasé a
Hønefoss	bare trasé a
Nesbyen	
Gol	
Ål	
Ustaoset	
Finse	
Myrdal	
Arna	

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 44,2 km  
trasé b: 50,4 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.9.

	trasé a	trasé b
kat 1	5:55	3:26
kat 2	5:14	3:03
kat 2k	4:26	2:53
kat 3	5:12	2:58
kat 3k	4:41	2:50
kat 4	5:14	2:53
kat 4k	4:21	2:38

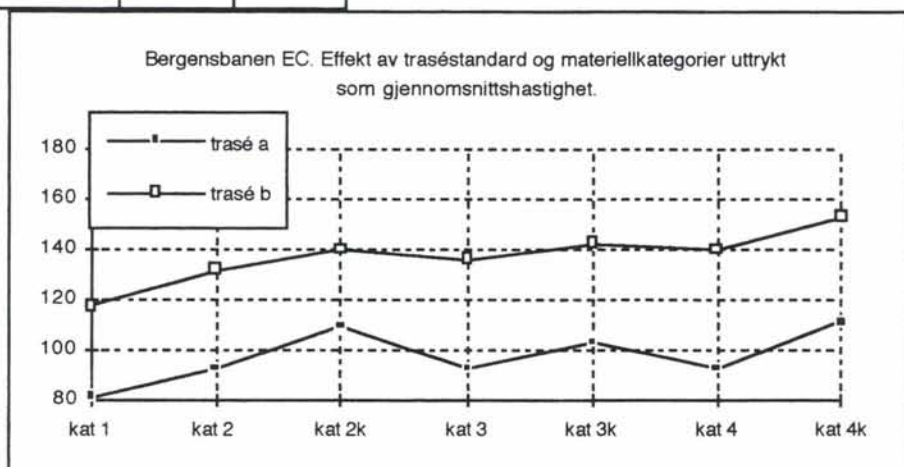


Fig 3.9

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 94 min. Aktiv krenning utgjør ca halvparten av dette potensialet. Gevinst av hastighetsøkning utover 150 km/t er betinget av krenning. Passiv krenning gir her en relativt stor kjøretidsgevinst, ca 1/3 av det totale potensialet.

Med referansemateriell oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 82 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx$  93 km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 104 - 112 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

#### Trasé b

Ved trasé b er oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 197 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Utnyttelse av hastigheter over 160 km/t krever krenning. Med krenagemateriell oppnås 200 km/t mellom Finse, Myrdal og Voss.



Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 117,0 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 132 og 140 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krengeing kan vsnitt økes til 140- 153 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeustrustning.

### 3.5.4. Kjøretider direkte Oslo-Bergen

For traséalternativ b er det utført kjøretidsberegninger for Oslo - Bergen uten stopp. For traséalternativ a inkluderer beregningene 3 stopp:

Asker                                   bare trasé a  
Drammen                               bare trasé a  
Hønefoss                               bare trasé a

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.10.

	trasé a	trasé b
kat 1	5:54	3:24
kat 2	5:13	2:56
kat 2k	4:25	2:43
kat 3	5:11	2:56
kat 3k	4:40	2:47
kat 4	5:12	2:49
kat 4k	4:21	2:31

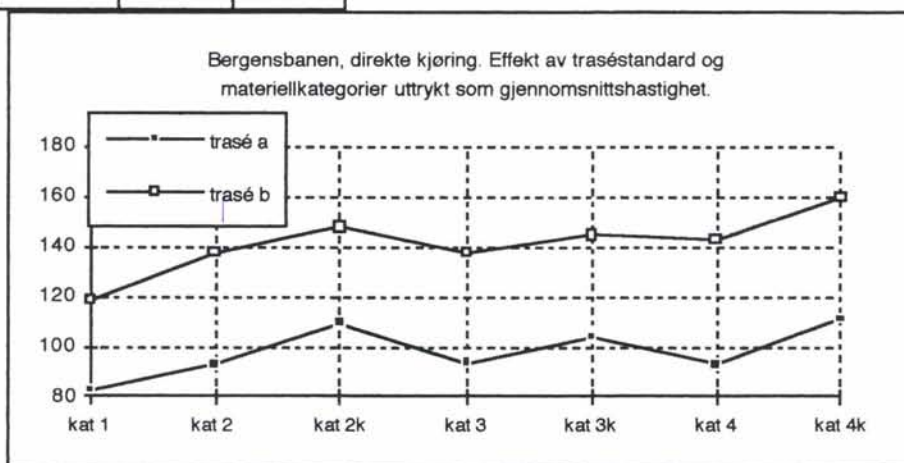


Fig 3.10

#### Trasé a

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på 93 min. Aktiv krenning utgjør ca halvparten av dette potensialet. Økning av topphastigheten utover 150 km/t gir meget små utslag på kjøretidene. Passiv krenning gir her en relativt stor kjøretidsgevinst, ca 1/3 av det totale potensialet.

Med referansemateriell oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 83 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx$  94 km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 104 - 112 km/t avhengig av materiellets type krengeutrustning.

#### Trasé b

Ved trasé b er oppnådd et totalt kjøretidspotensiale på 203 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 150 km/t. Utnyttelse av hastigheter over 160 km/t krever krenning. Med krennemateriell oppnås 200 km/t bare mellom Finse, Myrdal og Voss.

Med referansemateriell oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 119,0 km/t. Med materiell uten krenning oppnås vsnitt mellom 138 og 143 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krenning kan vsnitt økes til 145- 160 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

## 3.6. Sørlandsbanen

### 3.6.1. Generelt

Sørlandsbanen (Oslo - Kristiansand over Vestfold) er kjøretidsberegnet etter alternativ 3 Eidanger Skorstøl. *Strekningen Larvik - Kristiansand er identisk for trasé a og trasé b. (utbedret trasé')*

Trasé a blir da 348,8 km og trasé b 346,4 km.

### 3.6.2. Kjøretider IC

For IC-trafikken er det beregnet 11 stopp:

Nationaltheatret  
Lysaker  
Asker  
Drammen  
Sande  
Holmestrand  
Skoppum  
Tønsberg  
Stokke  
Sandefjord  
Larvik

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 29,1 km

trasé b: 28,9 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.11.

	trasé a	trasé b
kat 1	3:19	2:58
kat 2	2:57	2:39
kat 2k	2:46	2:38
kat 3	2:53	2:35
kat 3k	2:43	2:30
kat 4	2:51	2:31
kat 4k	2:35	2:23

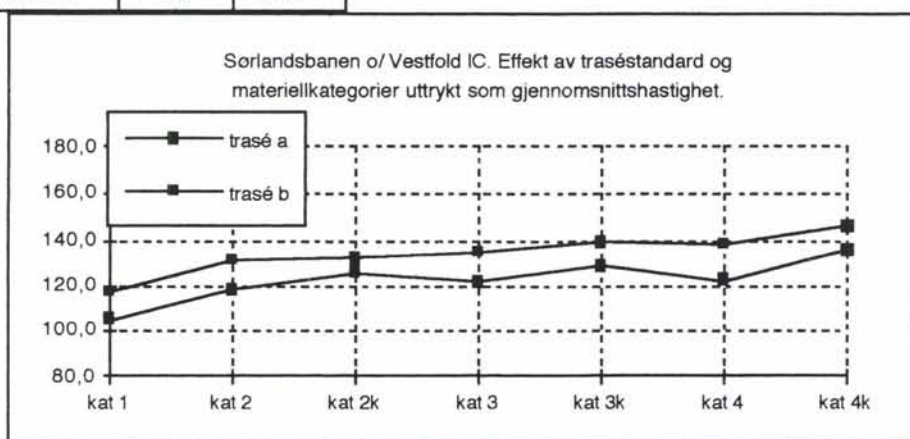


Fig 3.11

#### Trasé a

På trasé a er det et totalt kjøretidspotensiale på 44 min. Aktiv krenning utgjør ca 1/3 av dette potensialet, mens passiv krenning utgjør ca 1/5. Gevinst av hastighetsøkning utover 160 km/t oppnås bare på strekningen Larvik - Kristiansand.



Med referansematerielt oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 105 km/t. Dette skyldes at strekningen Larvik - Kristiansand er lik trasé b og strekningen Eidanger - Skorstøl er utbygd for 200 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt  $\approx$  122 km/t. Med krengeing kan vsnitt økes til 126 - 135 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

**Trasé b**

Ved trasé b er oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 56 minutter. Økning av maks hastighet er dominant opp til 160 km/t. Hastigheter over 160 km/t gir relativt liten kjøretidsgevinst uten bruk av krengeing. Det kreves materiell med krengeing for å oppnå 200 km/t mellom Larvik og Kristiansand.

Med referansematerielt oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 117km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 130 og 138 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krengeing kan vsnitt økes til 132- 145 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

### 3.7. Nordlandsbanen

#### 3.7.1. Generelt

Nordlandsbanen (Trondheim - Bodø) er idag (trasé a) 728,6 km lang. Strekningen Trondheim - Mo i Rana er 498 km. Det er ikke utarbeidet trasé b - alternativ for Nordlandsbanen.

Beregninger er utført for dieselmateriell med tilsvarende egenskaper som elektrisk materiell i kategoriene 1, 2 og 2k. Dieselmateriellet avviker fra tilsvarende elektrisk materiell med lavere relativ ytelse. Tallene som er gjengitt i tabellen gjelder brutto ytelse og er ikke direkte sammenlignbare med tallene for elektrisk materiell da effekt som medgår til hjelpestrøm og andre hjelpedrifter er inkludert.

	Materiell	Lateral aks	Hast	Togvekt	Relativ ytelse*	Togsammensetning
kat 1d	Di4/6B5	0,65	130	383	6,4	Di4+A3+BF14+4*B5
kat 2d	VT 610	1	160	321	9,0	3*VT 610 i multippel (2-vogns motorvognsett)
kat 2dk	VT 610	1,8	160	321	9,0	3*VT 610 i multippel (2-vogns motorvognsett)

Materiell tilsvarende kategori 3k (passiv krengeing) er ikke kjørt da hverken Di4 eller nye lok Di6 kan kjøres med kurvehastigheter høyere enn  $1,0 \text{ m/s}^2$ . Persontog fremført med trekkraft Di6 er således begrenset til kjøretider tilsvarende kategori 2. Dieselelektriske motorvogner med passiv krengeutrustning eksisterer pr i dag ikke men er fullt ut teknisk realisérbart.

For kategori 2 og 2k er DB's nye motorvogn VT 610 benyttet. Dette er en meget lett konstruksjon bestående av to motoriserte enheter med maksimal aksellast på ca 13,4 t.

Hastigheter utover 160 km/t er uinteressante for trasé a. Av den grunn er ikke kategori 4 og 4k kjørt.

### 3.7.2. Kjøretider IC

For IC-trafikk er det beregnet 17 stopp mellom Trondheim og Bodø og 11 stopp mellom Trondheim og Mo:

Stjørdal	Mo i Rana
Levanger	Dunderland
Verdal	Lønsdal
Steinkjer	Røkland
Snåsa	Rognan
Grong	Fauske
Lassemoen	
Namsskogan	
Majavatn	
Trofors	
Mosjøen	

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

Trondheim - Bodø	40,5 km
Trondheim - Mo	41,5 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.13.

	Bodø	Mo i R
kat 1d	8:46	5:59
kat 2d	7:39	5:15
kat 2dk	6:31	4:28

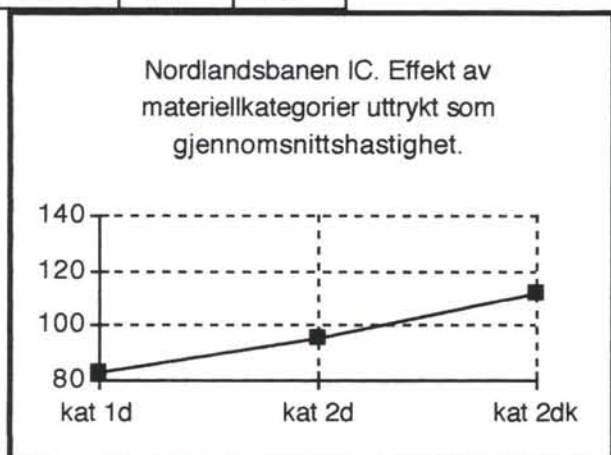


Fig 3.13

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på hele 135 min på strekningen Trondheim - Bodø og 91 min på strekningen Trondheim - Mo. Aktiv krenning utgjør ca 50% av dette potensialet. Gevinst av hastighetsøkning utover 140 km/t er betinget av krenning.

Med referansemateriell (kat 1d) oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 83 km/t. Nordlandsbanen skiller seg ut med få kurver med  $R < 500$  m og har følgelig en trasé er av relativt god trasémessig standard. Den relativt lave gjennomsnittshastigheten et resultat av dieseldrift samt at andelen rettstreknings er relativt lav.

Med materiell uten krenning oppnås vsnitt  $\approx 95$  km/t. Med krenning kan vsnitt økes til 112 km/t.



### 3.7.3. Kjøretider EC

For EC-trafikk er det beregnet 9 stopp mellom Trondheim og Bodø og 7 stopp mellom Trondheim og Mo:

Stjørdal	Mo i Rana
Levanger	Fauske
Verdal	
Steinkjer	
Grong	
Trofors	
Mosjøen	

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

Trondheim - Bodø	72,9km
Trondheim - Mo	62,3 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.14.

	Bodø	Mo i R
kat 1d	8:37	5:55
kat 2d	7:31	5:11
kat 2dk	6:20	4:22

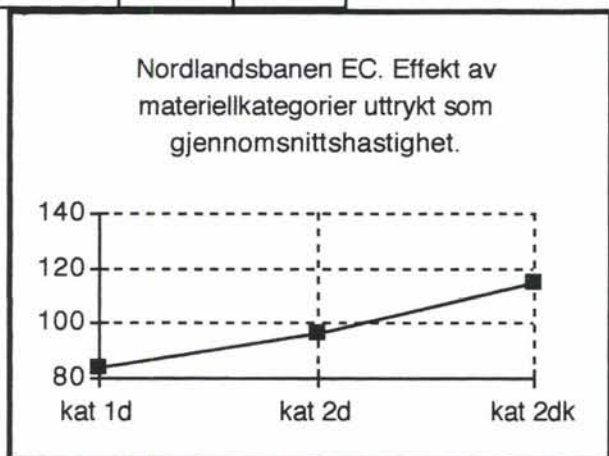


Fig 3.14

På dagens trasé er det et totalt kjøretidspotensiale på hele 137 min på strekningen Trondheim - Bodø og 91 min på strekningen Trondheim - Mo. Aktiv kretning utgjør ca 50% av dette potensialet. Gevinst av hastighetsøkning utover 140 km/t er betinget av kretning.

Med referansemateriell (kat 1d) oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 85 km/t. Nordlandsbanen skiller seg ut med få kurver med  $R < 500$  m og har følgelig en trasé er av relativt god trasémessig standard. Den relativt lave gjennomsnittshastigheten et resultat av dieseldrift samt at andelen rettstrekninger er relativt lav.

Med materiell uten kretning oppnås vsnitt  $\approx 97$  km/t. Med kretning kan vsnitt økes til 115 km/t.

### 3.8. Kategorivarianter

Det er også kjørt kjøretidsberegninger for enkelte varianter av materiellet samt annet materiell som kan tilordnes samme kategori.

Beregningen viser at kjøretidsvariasjonene er relativt små. For Østfoldbanen er variasjonene i størrelsesorden 0-1 min. Utslagene i minutter blir naturligvis noe større for de lange strekningene.

Eks: kat 3k Dovrebanen IC, a-trasé

Type 70 standard:	5:06
Type 70 + 1 vogn	5:11
Type 70 med 2 mvg, 4 mellomvg:	5:02

Eks: kat 3k Dovrebanen IC, b-trasé

Type 70 standard:	3:50
Type 70 + 1 vogn	3:56
Type 70 med 2 mvg, 4 mellomvg:	3:45

Eks. kat 4k Dovrebanen IC, a-trasé:

X 2000 med 4 vogner og styrevogn:	4:44
X 2000 med 1 ekstra vogn:	4:47
ETR 450-2, 4 motorvogner og to vogner:	4:44

Eks. kat 4k Dovrebanen IC, b-trasé:

X 2000 med 4 vogner og styrevogn:	3:25
X 2000 med 1 ekstra vogn:	3:33
ETR 450-2, 4 motorvogner og to vogner:	3:24

Eks. kat 1d Nordlandsbanen IC, a-trasé:

Di4 med 6 vogner:	8:46
VT 610:	8:37

Variasjonene innenfor hver kategori er stort sett innenfor 4%, og kan i sin helhet tilskrives materiellets aksellerasjonsegenskaper.

Kjøretidsberegningene viser at energiforbruket varierer sterkt mellom de ulike materielltypene. Eksempelvis har X 2000 inntil 40 % høyere energiforbruk enn det meget lette ETR 450-2 -materiellet. Særlig for IC-trafikk er dette en faktor som har stor betydning for driftskostnadene.

### 3.6.3. Kjøretider EC

For EC-trafikken er det beregnet 5 stopp:

Nationaltheatret  
Lysaker  
Tønsberg  
Sandefjord  
Larvik

Gjennomsnittlig avstand mellom stopp:

trasé a: 58,1 km  
trasé b: 57,7 km

Resultatene for de generelle kjøretidsberegningene gjengis i fig. 3.12.

	trasé a	trasé b
kat 1	3:15	2:52
kat 2	2:52	2:32
kat 2k	2:40	2:29
kat 3	2:49	2:28
kat 3k	2:38	2:23
kat 4	2:45	2:23
kat 4k	2:27	2:12

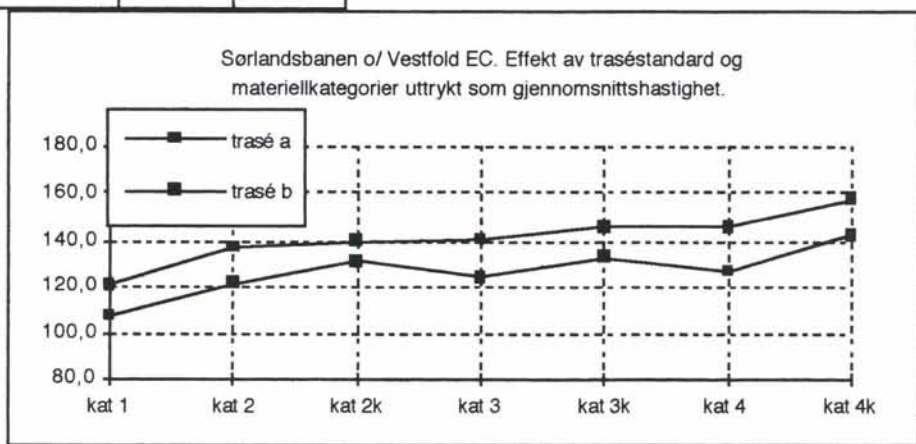


Fig 3.12

#### Trasé a

På trasé a er det et totalt kjøretidspotensiale på 48 min. Aktiv krengeing utgjør ca 1/3 av dette potensialet, mens passiv krengeing utgjør ca 1/5. Gevinst av hastighetsøkning utover 160 km/t oppnås bare på strekningen Larvik - Kristiansand.

Med referansemateriell oppnås en gjennomsnittlig kjørehastighet (vsnitt) på 107 km/t. Dette skyldes at strekningen Larvik - Kristiansand er lik trasé b og strekningen Eidanger - Skorstøl er utbygd for 200 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt 122 - 127 km/t. Med krengeing kan vsnitt økes til 131 - 142 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.

#### Trasé b

Ved trasé b er oppnås et totalt kjøretidspotensiale på 63 minutter. Hastigheter over 160 km/t gir relativt liten kjøretidsgevinst uten bruk av krengeing. Det kreves materiell med krengeing for å oppnå 200 km/t mellom Larvik og Kristiansand.

Med referansemateriell oppnås her gjennomsnittlig kjørehastighet på 121 km/t. Med materiell uten krengeing oppnås vsnitt mellom 137 og 145 km/t avhengig av materiellets topphastighet. Med krengeing kan vsnitt økes til 140- 158 km/t avhengig av materiellets topphastighet og type krengeutrustning.



## **BILAG 2: MATERIELLDATA**

### **Generelt**

I bilag 2 side 6 er det vist en sammenstilling av data for ulike materielltyper med maksimalhastighet på minst 200 km/h (unntatt IR4 som har 180 km/h). Det har av forskjellige årsaker ikke vært mulig å skaffe til veie alle ønskede data om alle materielltypene.

I bilag 2 fra side 7 og utover finnes utdrag av de viktigste dataene for de mest aktuelle materielltypene.

For utenlandsk materiell er opplysningene innhentet dels gjennom litteratursøk, og dels gjennom direkte spørsmål til de aktuelle jernbanene. Rent generelt må både tekniske og prismessige opplysninger behandles med varsomhet. Se mer nedenfor om dette.

### **Tekniske data**

Opplysninger om samme utenlandske materielltype i ett tidsskrift er ikke alltid overensstemmende med opplysninger i et annet. Dette kan f.eks. skyldes direkte feil, eller at konstruksjonen er endret under veis. I slike tvilstifeller er det benyttet skjønn, f.eks. ved at nyeste opplysninger er benyttet, eller at det er benyttet data som går igjen i flere kilder.

### **Priser**

Pris i oppsettet skal forutsetningsvis være:

- reell for den aktuelle materielltypen slik den forefinnes eller er tilbudt,
- beregnet på sammenliknbart tidspunkt med andre sammenliknede materielltyper,
- eksklusiv utviklingskostnader,
- eksklusiv reservedeler,
- eksklusiv den enkelte jernbanes prosjektkostnader, men
- inklusiv eventuelt utstyr som jernbanen holder selv.

Selv med disse forutsetningene oppfylt, vil det likevel neppe være denne pris NSB vil få kjøpt materiellet for. Dette skyldes forhold som i en undersøkelse som dette ikke er kalkulerbare. Slike ukjente forhold kan være:

- NSB-spesifikasjoner som avviker fra den standardutførelse som bygges/er bygget, vil kunne gi merkostnader pga. behov for utviklings- og konstruksjonskostnader, jigger etc.
- Dersom en NSB-serie (liten) ikke avviker for mye på vesentlige områder fra standardutførelse, kan NSB-serien legges i fortsettelsen av en langt større standardserie og dermed dra nytte av storseriefordelen. Hvis dette ikke lar seg gjøre - f.eks. fordi avviket er for stort eller det ikke finnes annen produksjon av materiellet på aktuelt tidspunkt - kan NSB-materiellet bli betydelig dyrere enn standardmateriellet.
- Generell konjunktursituasjon for jernbanerelatert industri på det aktuelle tidspunktet vil ha betydning både for tilbudt pris og forhandlingssituasjon.

- Endring av setetallet, f eks fordeling mellom 1.- og 2.-klasse, eller endring i standard, vil få betydelig effekt på pris, først og fremst pris pr sitteplass, også på materiellenhetspris.

*Dette viser at eneste måten man kan få pålitelig pris på, er at det utarbeides konkrete spesifikasjoner som det bes om tilbud ut i fra, hvoretter det gjennomføres fullstendige forhandlinger.*

Til prisene i bilag 2 er det følgende spesielle merknader:

**BR:**

*IC 225:*

Toget består av lokomotiv og vogner uten kregning for maksimalhastighet 225 km/h. Det trafikkerer London - Glasgow og benytter eksisterende trasé.

Det er indikasjoner på at angitt pris - selv om den er oppgitt fra BR - ikke er reell, men en "politisk" pris. Privatiseringen av jernbaneindustrien forventes å medføre *betydelige* prisøkninger.

En eventuell norsk IC 225 vil avvike på en rekke vesentlige punkter som klimatilpasning (isolering av f eks vognkasse, dører, vinduer og utstyr under vogn, installering av øket oppvarmingskapasitet, trykktetting etc), vognkassebredde, elektrisk utrustning etc, og prisen vil derfor kunne bli betydelig endret.

Har ikke kregning.

**DB:**

*ICE-M:*

Toget er en fast togenhet uten kregning for maksimalhastighet 300 km/h for langdistanse mellom europeiske byer/land. ICE-M kan gå på forskjellige strømsystemer. Det er basert på ICE, men er kortere og skal ha mindre maksimal aksellast. Høyhastighetsnettet for 300 km/h legges helt nytt. ICE-togene er foreløpig de eneste med trykktetting.

ICE-M er foreløpig på planleggingsstadiet.

ICE forventes å bli produsert i mange år framover, og det er gitt signaler fra en av vognbyggerne om at innpassing av en eventuell NSB-serie i utgangspunktet vil være mulig.

En eventuell norsk ICE-M vil imidlertid kunne avvike på en rekke vesentlige punkter som klimatilpasning (isolering av f eks vognkasse, dører, vinduer og utstyr under vogn, installering av øket oppvarmingskapasitet, etc), og eventuelt vognkassebredde etc, og prisen vil derfor kunne bli betydelig endret.

ICE og ICE-M har ikke kregning.

**DSB:**

*IR 4:*

Togsettet kan betraktes som en elektrisk firevognsversjon av IC 3, dvs fast togenhet. Det vil gå i nær- og regionaltogstrafikk rundt København (blant annet København - Odense og København - Helsingør) med maksimalhastighet 180 km/h. Det har ikke kregning og skal i prinsippet benytte eksisterende spor.

Materiellet er foreløpig på planleggingsstadiet.

En eventuell norsk IR 4 vil avvike på en rekke vesentlige punkter som klimatilpasning (isolering av f eks vognkasse, dører, vinduer og utstyr under vogn, installering av øket oppvarmingskapasitet, etc), elektrisk utrustning og eventuelt vognkassebredde, trykktetting



etc, og prisen vil derfor kunne bli betydelig endret.

#### **NSB:**

##### *El 17/type 7:*

Toget består av lokomotiv og vogners anskaffet for langdistansetraffikk Oslo - Trondheim. Benyttes også for enkelte andre innenlandske langdistansetrekninger samt for IC-traffikk. Materiellet benytter eksisterende spor.

Prisen for lokomotivet er satt til omtrentlig pris for et tilsvarende lokomotiv idag (en eventuell ny El 17 idag vil ikke bli levert identisk med de vi har idag), og vognprisen er skjønnsmessig framregnet til dagens prisnivå fra prisen for type 7 serie III.

Type 7 er forberedt for aktiv kregning.

For type 70 er faktiske priser i dagens prisnivå benyttet. Signaler fra leverandøren antyder at man ved en eventuell etterbestilling vil forsøke å oppnå høyere pris.

Type 70 er forberedt for passiv kregning. Dessuten må den trykktettes dersom den skal benyttes for hastigheter over 160 km/h. Hastigheter over 160 km/h krever imidlertid vesentlige endringer i hele traksjonsutrustningen.

#### **SJ:**

##### *X 2000:*

Toget er en fast togenhet med trekkhode i én ende og styrevogn i den andre. Det er beregnet for midlere og lengre strekninger, og har aktiv kregning og maksimalhastighet 200 km/h . Trafikkerer idag Stockholm - Göteborg, men trafikken skal utvides til trekanten Stockholm - Göteborg - Malmø. Togene forutsettes å benytte eksisterende spor.

Virkelig pris frigis ikke fra SJ. Tilbudspris på X 2000 til DB er derfor benyttet. Denne er betydelig høyere enn de priser som er angitt i tidsskrifter for SJ's X 2000, men signaler tyder på at dette vil kunne være forventet utspill også overfor andre forvaltninger.

X 2000 har aktiv kregning, men er ikke trykktett.

Setepreisen er ca 35% høyere enn for type 70. I det etterfølgende er det satt opp en del faktorer som har relevans for prisforskjellen på X 2000 sett i forhold til type 70:

- X 2000 har aktivt kregesystem, merpris ca 12% pr sitteplass. Type 70 er imidlertid forberedt for montering av passivt kregesystem. Forberedelsen har kostet lite.
- X 2000 har klimaanlegg, merpris størrelsesorden 7% pr sitteplass.
- X 2000 har høretelefonuttak på passasjerplass, merpris størrelsesorden 1% pr sitteplass.
- X 2000 har innvendige informasjonstavler, merpris størrelsesorden 1% pr sitteplass.
- X 2000 har dobbelt så høy motoreffekt. Priskonsekvens er vanskelig å angi fordi selv om større installert effekt i seg selv fører til merpris, vil man da - forutsatt at signaloverføring etc takler dette - kunne kople inn flere mellomvogner og få en betydelig lavere setepreis.
- X 2000 har høyere maksimalhastighet. Priskonsekvens er vanskelig å angi.
- X 2000 har enklere og mindre gjennomført innvendig design, mindrepris grovt anslått 2% pr sitteplass.



- X 2000 er tyngre enn type 70. Utslaget i vekt/sitteplass blir spesielt stort fordi X 2000 har 2/3 førsteklasseplasser, men vektforskjellen fremgår likevel tydelig av det etterfølgende:
  - Trekkhode X 2000 er 6 tonn tyngre enn driftsklar BFM 70,
  - Mellomvogn X 2000 er ca 3 tonn tyngre enn mellomvogn på type 70, og
  - Styrevogn X 2000 er ca 8 tonn tyngre enn styrevogn på type 70. I forhold til type 70 medfører dette for X 2000:
    - Øket energiforbruk,
    - Redusert hastighet i stigninger og redusert aksellerasjon, alternativt høyere installert effekt som medfører blant annet høyere vekt og pris. Det er vanskelig å angi hvor negativ kostnadseffekt dette vil ha i forhold til type 70 over tid.

Oversikten viser at mye av prisdifferansen mellom X 2000 og type 70 kan forklares ved forskjeller i teknisk utrustning.

Det er imidlertid stor forskjell i vekt med de følger dette har.

### **SBB:**

#### *Lok 2000/Wagen 2000:*

Materiellet er langdistansemateriell bestående av lokomotiv og vogner med passiv krenning. Togene forutsettes å benytte eksisterende spor.

Prisen for lokomotivet er relativt sikker. Produksjon av vognmateriell er utsatt, og priser for disse er ikke tilgjengelig. Tilgjengelige tekniske opplysninger er også svært sparsomme.

### **SNCF:**

#### *TGV-A:*

Toget er en fast togenhet uten krenning med ett trekkhode i hver ende med 10 mellomvogner. Det går i langdistansetraffikk med maksimalhastighet 300 km/h på strekningene Paris - Le Mans og Paris - Tours. TGV-togene kjører på nybygget spor som kun benyttes til TGV-materiell.

En eventuell norsk TGV-A vil kunne måtte avvike på en rekke vesentlige punkter som klimatilpasning (isolering av f eks vognkasse, dører, vinduer og utstyr under vogn, installering av øket oppvarmingskapasitet, trykktetting etc), elektrisk utrustning og eventuelt vognkassebredde etc, og prisen vil derfor kunne bli betydelig endret.

Har ikke krenning.

### **VR:**

#### *Ny Pendolino, ETR 450-2:*

Toget er en videreutvikling av nåværende ETR 450 som nå trafikkerer hovedstrekningene i Italia, dvs en fast togenhet med aktiv krenning og maksimalhastighet 200 km/h, og meget lav maksimal aksellast. Beregnet for langdistanse med bare 1. klasse. Toget er foreløpig bare på planleggingsstadiet. Togene planlegges først satt i drift på strekningen Helsingfors - Åbo, og senere på en rekke andre relasjoner. Togene benytter eksisterende traséer.

Prisen for forserien er kjent, og opsjonsprisen vil trolig være den samme. Det tekniske omfanget er imidlertid ikke kjent, men det kan i utgangspunktet forventes at en eventuell norsk Pendolino basert på det finske konseptet ikke vil bli vesentlig dyrere.

Konseptet er i utgangspunktet meget interessant, men mangel på tekniske opplysninger gjør det i skrivende stund umulig å vurdere den nye Pendolino opp mot f eks type 70 og X 2000. Pendolino har aktiv krenning, og er trykktett.

**ÖBB:**

*Ny Pendolino ETR 450-2:*

Toget er en fast togenhet basert på ETR 450-2, dvs i prinsippet lik VR's ETR 450-2, men bestående av to motorvogner og fire mellomvogner. Det vil bli tilpasset nordisk klima og nordisk vognbredde, og får aktiv krenning. Hele toget blir 1.klasseplasser (1 + 2 seter i bredden).

Oversikt høyhastighet

	BR	DB	DB	DB	DSB	FS	FS	FS	RENFE	RENFE	SBB	SJ	SNCF	SNCF
	England	Tyskland	Tyskland	Tyskland	Danmark	Italia	Italia	Italia	Spania	Spania	Sveits	Sverige	Frankrike	Frankrike
	IC 225	ICE	ICE-M	VT610	IR4	ETR 450 I	ETR 500	ETR 450 II	AVE	Talgo	Lok 2000	X 2000	TGV A	TGV 2N
Sammensetning	Lok+8vgn+sv	13vgn+2mv	6vgn+1mv+1sv	2mv	4vgn	1vgn+10mv	6-12vgn+2mv	4 mv+2 vgn	8vgn+2tr.h.	14vgn+1lok	Lok+vgn(+sv?)	4vgn+tr.h.+sv	10vgn+2tr.h.	8vgn+2th
Total lengde	223 m	400m	200m	51,75m	76,532m	280		160 m	200,14m	240m	-	140m	238 m	200 m
Ant passasj. 1.kl	112	235	95 (56)	16	24	450	(46)	270	108	104	(53)	153 (51)	116	197 (55-67)
Ant passasj. 2.kl	370	605	292 (80)	120	209 (ca60)		(72)		213	262	(76)	78	369	348 (84-96)
Kranesystem	Nei	Nei	Nei	Aktivt	Nei	Aktivt	Nei	Aktivt	Nei	Passivt	Passivt	Aktivt	Nei	Nei
Strømsystem	25kV 50Hz	15kV 16 2/3Hz	Valgfritt	Diesel	25kV 50Hz	3000V	3000V	15 kV 16 2/3 Hz	25kV 50Hz/3000VDC	25kV 50Hz	15kV 162/3Hz	15kV 162/3Hz	25kV 50Hz	25kV 50Hz
Trykkløsthet		Ja	Ja			Nei		Ja		Nei, kan bli	Ja	Nei	Nei	Nei
Klimatilpassing												Ja (+30...-40 C)		
Tomvekt	547 t	825 t	419 t	103,4 t	132 t							320 t		380 t
Normalvekt		855 t	455 t	123,4 t	162 t	506 t		316 t	421,5 t			343 t	490 t	425 t
maks aks m/s <sup>2</sup>				0,64	0,78							0,4		
Max. hast	225	280	300	160	180	250	300	200 ?	300	220	200	210	300	300
Pris pr sete	97000	226000 ?	320000		184000			373000		127'-130'		365000	161000	
Pris pr sett	47000000	189840000	124000000	20,8-25 mill	43000000			100800000		30100000		84315000	78085000	
										Forskjellige lok				
Lok/trækkhode	Lengde	19400	20560	20560	25400		256000-26350	26700	-	18500	17255			
	Bredde	2740	3070	3070	2852	3100	2750	3200	-	3000	3080	2904	2896	
	Hayde	3978	3840	3840	4200	3850	3297	3630	-	4310	3800			
	Boggisenteravstand	13000	11460		17500	17733	18900		-	11000	9500		14000	
	Drevne aksler	4 (Bo'Bo')	4 (Bo'Bo')	4 (Bo'Bo')	3 tilsammen	4	20	4 (Bo'Bo')	4 (Bo'Bo')	-	4 (Bo'Bo')	4 (Bo'Bo')	4 (Bo'Bo')	
	Aksellast	21,1 t	20 t	19,5 t	13,4 t	21,1 t	12,5 t	19 t	13,25 t	17,2 t	20,5 t	18,25 t	17 t	17 t
	Drivverk	Likestrøm	Asynkron	Asynkron	Asynkron	Asynkron	Likestrøm	Asynkron	Asynkron	Synkron	Asynkron	Asynkron	Synkron	Synkron
	Boggi			Fiat	Jacobeboggi	Fiat	Fiat				SLM	Asea		Y2377
	Maks trekkraft		2 x 200 kN	170 kN		139 kN					275 kN	160 kN		
	Maks effekt	4,7 MW	2 x 6,6 MW	6,0 MW		4 x 0,42 MW	0,6 MW pr vgn	3,2 MW			6,1 MW	4,0 MW		
	Varig effekt	4,54 MW	2 x 4,8 MW	5,4 MW	3x2,3 MW				2x4,4 MW		4,8 MW	3,26 MW	2x4,4 MW	2x4,4 MW
	Vekt	83,5 t	80 t	78 t			46 t	72 t	53 t		81 t Driftsklart	73 t		
Styrevogn	Lengde	-	20560	-	-	-	-	-	-	-	?	22255	-	-
	Bredde	-	3070	-	-	-	-	-	-	-	?	3080	-	-
	Hayde	-	3840	-	-	-	-	-	-	-	?	3800	-	-
	Boggisenteravstand	-	11660	-	-	-	-	-	-	-	?	14500	-	-
	Tomvekt	-	60 t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vogner	Vognlengde o. kobbel	23400	26400	26400	-	-	ca 26000			13000	26400	24950		21340?
	Vognbredde	2730	3020	3020	-	-	-			2950	2980	3080		
	Vognhayde	3790	3840 (4295)	3840	-	-	-			3290	4050	3800		
	Boggisenteravstand	16000	19000	19000	-	-	-			13,14	19000	17700		18700
	Boggi	SIG	MD530			Jacobeb/Wegman	Fiat	Fiat	Jacobeboggi	ikke boggi	SIG		Jacobeboggi	Jacobeboggi
	vognkasse	Al (stål)	Al (stål)	Al		Al	Al			Al	Al/stål?	Rf stål	stål	Al
	Tomvekt	41,2 t	51-56 t m. forråd	46-51 t				40 t		12,5 t	42 t			
	Fullastet vekt	48,6 t		52-55 t						15,5 t				
	Pris pr vogn	3500000 ?									ca 8,7 mill ?			

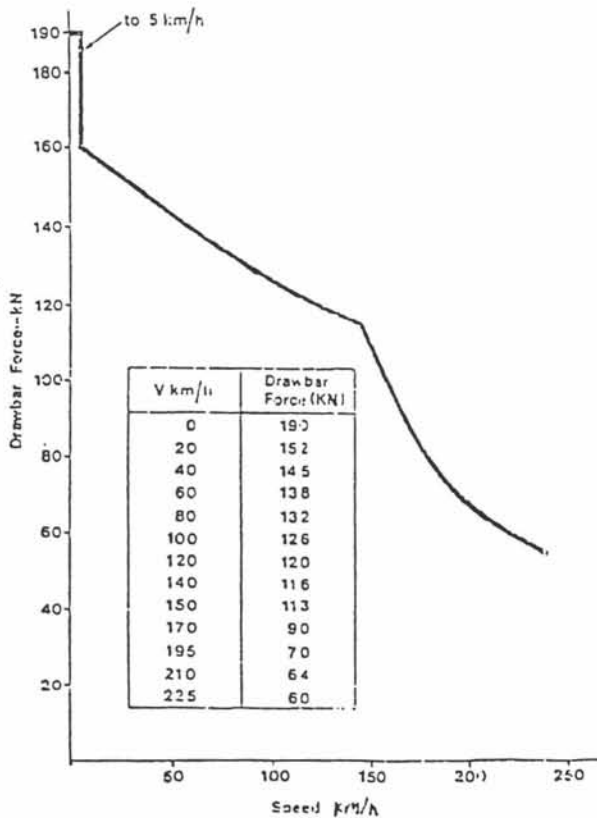


British Rail  
 England  
 IC 225

Sammensetning	Lok + 8 vogner + styrevogn
Total lengde	223 m
Antall passasjerer	112 på 1. klasse og 370 på 2. klasse, totalt 482
Serveringsmuligheter	Restaurantvogn
Krengesystem	Nei
Strømsystem	25 kV 50 Hz
Maks hastighet i drift	225 km/t
Maks aksellast	21,1 t
Maks effekt	4,7 MW
Varig effekt	4,54 MW
Total vekt	547 t
Prisnivå desember 1986	47 000 000 NOK
Pris / sete	97 000 NOK
Vekt / sete	1,139 t
Maks effekt / sete	9,75 kW

**Tractive Effort for Cl.91 Locomotive**

Line Volts = 24 kV



DB	
Tyskland	
ICE	
Sammensetning	2 trekkhoder + 12 vogner + 1 servicevogn
Total lengde	400 m
Antall passasjerer	235 på 1. klasse, 605 på 2. klasse
Serveringsmuligheter	Bistro
Krengesystem	Nei
Strømsystem	15 kV 16 2/3 Hz
Trykktetthet	ja
Maks hastighet i drift	280 km/t
Maks aksellast	20 t
Maks trekraft	200 kN
Maks effekt	2x6,6 MW
Varig effekt	2x4,8 MW
Total vekt	825 t
Pris	189 840 000 NOK
Ca pris/ sete	226 000 NOK
Vekt / sete	0,98 t
Maks effekt / sete	15,71 kW

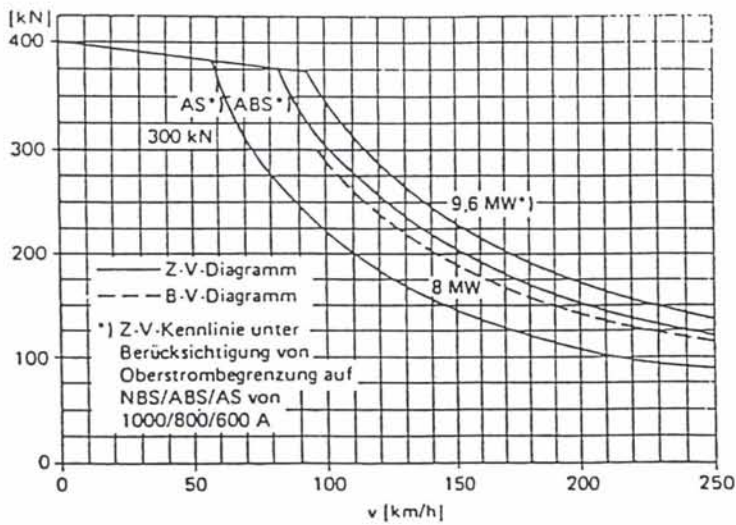
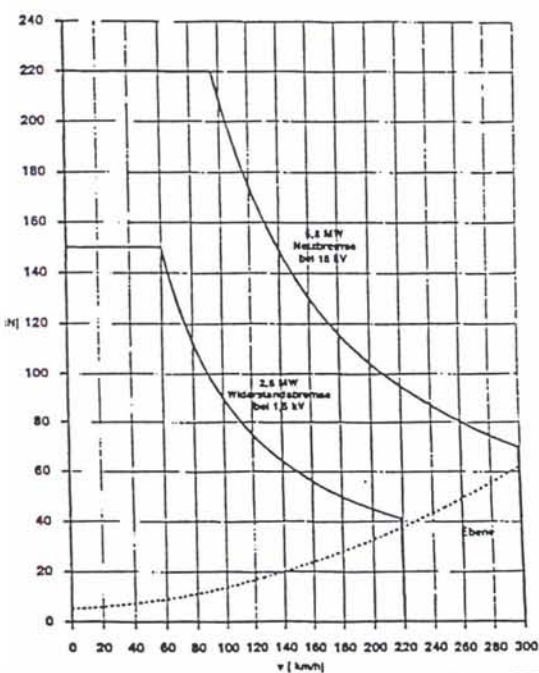


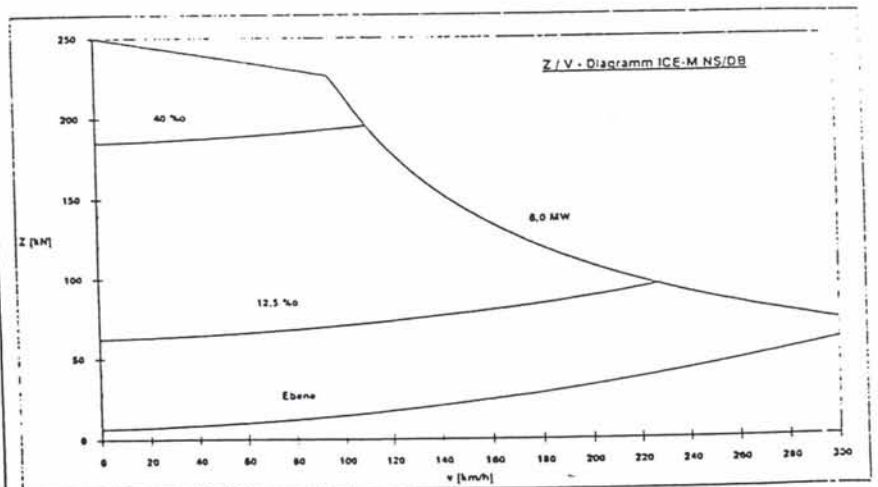
Bild 7: F-V-Diagramm des ICE

DB	
Tyskland	
ICE-M	
Sammensetning	1 trekkhoder + 5 vogner + 1 servicevogn + 1 styrevogn
Total lengde	200 m
Antall passasjerer	95 på 1. klasse, 292 på 2. klasse, totalt 387
Serveringsmuligheter	Bistro
Krengesystem	Nei
Strømsystem	15 kV 16 2/3 Hz eller etter Ønske
Trykktetthet	Ja
Maks hastighet i drift	300 km/t
Maks aksellast	19,5 t
Varig effekt	5,4 MW
Maks effekt	6,0 MW
Total vekt tom	419 t
Vekt fullastet	455 t
Prisnivå februar 1991	124 000 000 NOK
Pris / sete	ca 80 000 DEM (320 000 NOK)
Vekt / sete	1,08 t
Maks effekt / sete	15,50 kW

B / V - Diagramm ICE - NS/DB

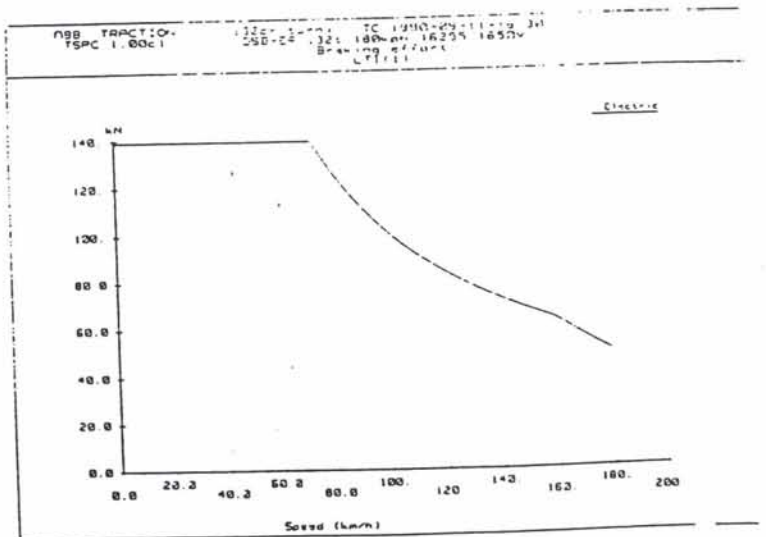
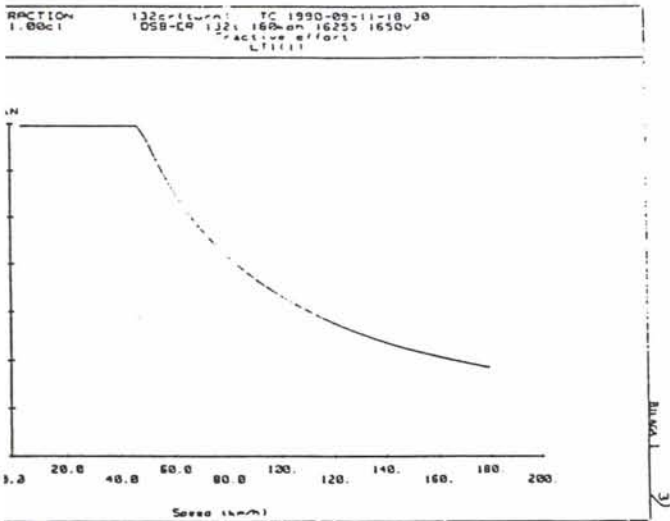


Z / V - Diagramm ICE-M NS/DB





DBS	
Danmark	
IR-4	
Sammensetning .....	4 vogner
Total lengde .....	76,532 m
Antall passasjerer .....	24 på 1. klasse ,183 på 2. klasse og 26 på klappsete
Serveringsmuligheter .....	
Krengesystem .....	Nei
Strømsystem .....	25 kV 50 Hz eller etter ønske
Maks hastighet i drift .....	180 km/t
Maks aksellast .....	21,1 t
Maks effekt .....	1,68 MW
Tomvekt .....	132 t
Normalvekt .....	162 t
Maks aks .....	0,78 m/s <sup>2</sup>
Prisnivå 30.11.91 .....	43 000 000 DKK
Pris / sete .....	184 000 DKK
Vekt / sete .....	0,57 t
Maks effekt / sete .....	7,21 kW



NSB

Norge

EI 17 + B7

Sammensetning . . . . . 1 lok + 2 1. kl.vogner + 5 2. kl.vogner + 1 kioskvogn

Total lengde . . . . . 224,3 m

Antall passasjerer . . . . . 48 i 1 klasse og 386 i 2. klasse

Serveringsmuligheter . . . . . togkiosk

Krengesystem . . . . . Nei (kan ha aktiv krenging på B7)

Strømsystem . . . . . 15 kV 16 2/3 Hz

Trykktetthet . . . . . Nei

Maks hastighet i drift . . . . . 150 km/t

Maks aksellast . . . . . 16,0 t

Maks trekkraft . . . . . 240 kN

Varig effekt . . . . . 3,0 MW

Maks effekt . . . . . 3,4 MW

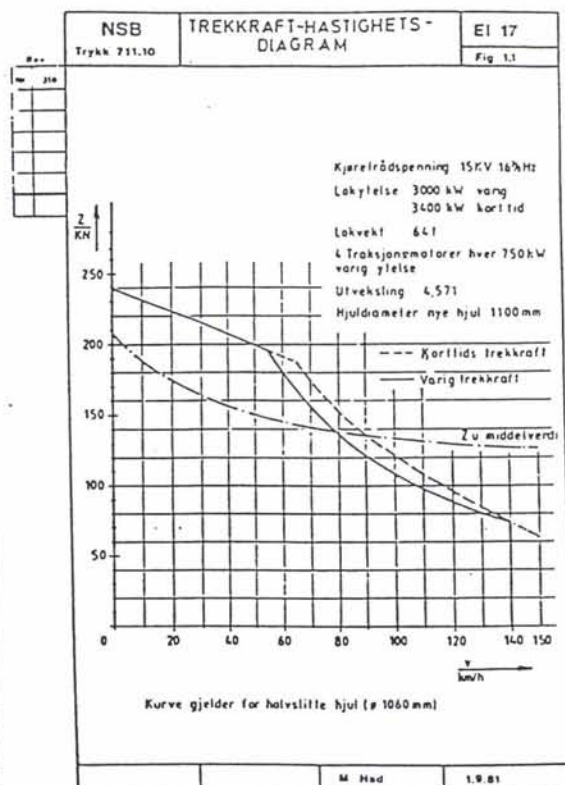
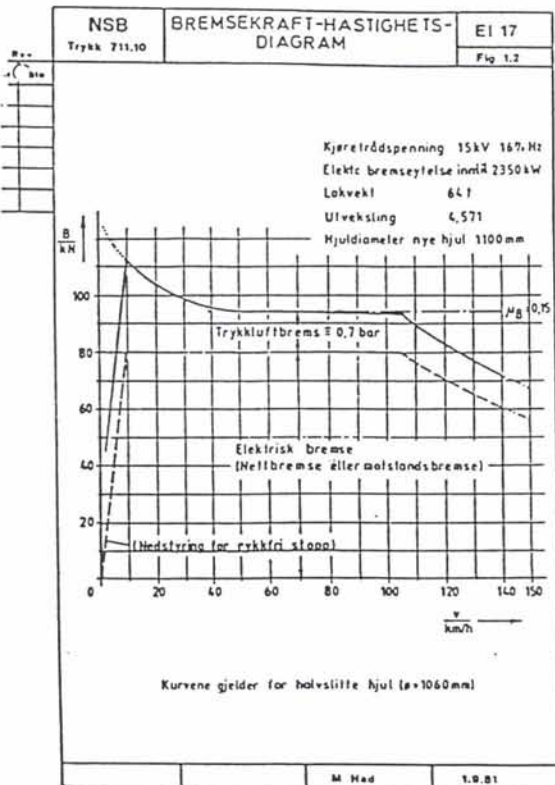
Normalvekt . . . . . 418 t

Prisnivå 1992 . . . . . 114 000 000 NOK

Pris / sete . . . . . 263 000 NOK

Vekt / sete . . . . . 0,96 t

Maks effekt / sete . . . . . 7,83 kW



NSB

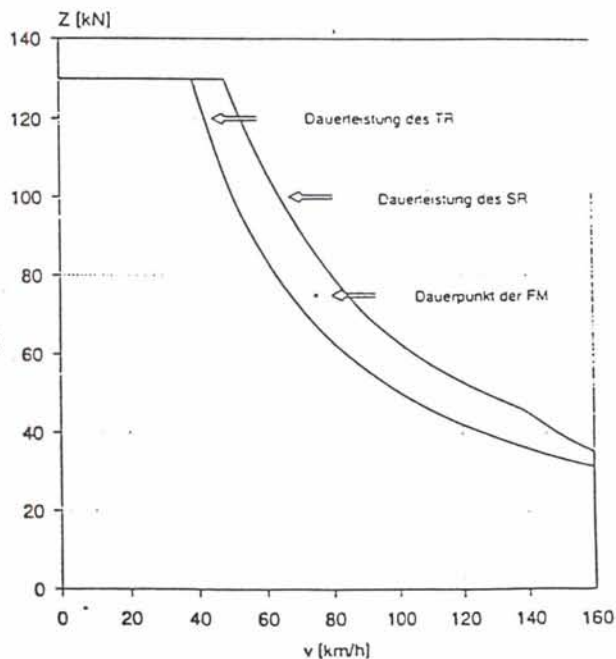
Norge

IC 70

Sammensetning	1 motorvogn + 2 mellomvogner + 1 styrevogn
Total lengde	108 m
Antall passasjerer	28 i 1 klasse og 202 i 2. klasse
Serveringsmuligheter	Servering på plassen
Krengesystem	Nei
Strømsystem	15 kV 16 2/3 Hz
Trykktetthet	Nei
Maks hastighet i drift	160 km/t
Maks aksellast	18,0 t
Maks trekraft	130 kN
Varig effekt	1,6 MW
Maks effekt	1,72 MW
Normalvekt	200 t
Pris	56 200 000 NOK
Pris / sete	244 000 NOK
Vekt / sete	0,87 t
Maks effekt / sete	7,48 kW

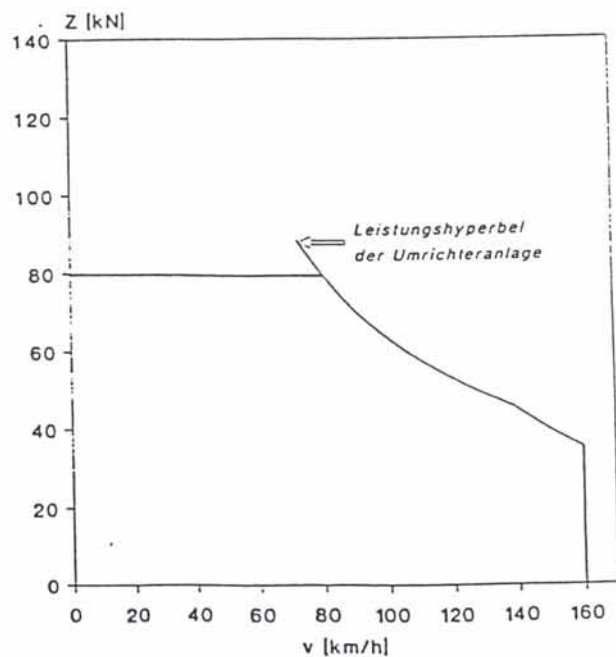
## Dauerleistungen BFM 70

$P_{max}$  am Rad = 1720 kW  
 Fahrmotoren: 4 x 6 FBA 4556



## Bremskraft-Diagramm BFM 70

$P_{max}$  am Rad = 1720 kW  
 Fahrmotoren: 4 x 6 FBA 4556



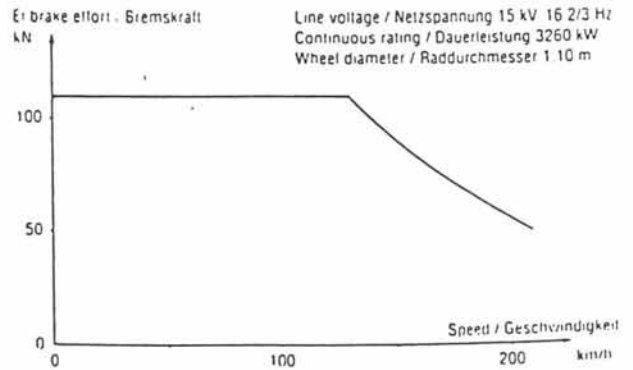


SJ

Sverige

X 2000

Sammensetning	1 trekkhode + 4 vogner + 1 styrevogn
Total lengde	140 m
Antall passasjerer	153 på 1. klasse og 78 på 2. klasse
Serveringsmuligheter	på plassen og i kafe-vogn
Krengesystem	Aktivt
Strømsystem	15 kV 16 2/3 Hz
Maks hastighet i drift	210 km/t
Maks aksellast	18,25 t
Maks effekt	4,0 MW
Varig effekt	3,26 MW
Total vekt tom	320 t
Pris 1991	84 315 000 NOK
Pris / sete	365 000 NOK
Vekt / sete	1,39 t
Maks effekt / sete	17,3 kW

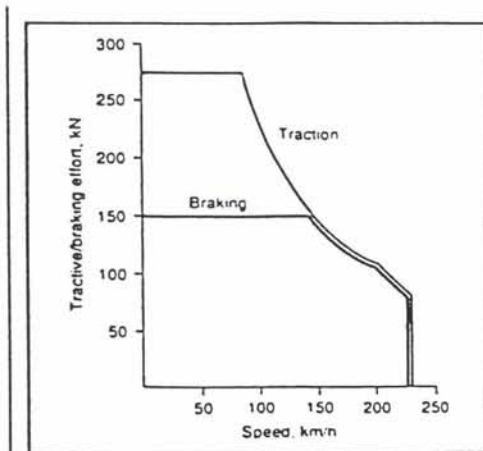


SBB

Sveits

Lok 2000

Sammensetning .....	Lok + vogner + styrevogn
Lengde lok .....	18,5 m
Lengde vogn .....	26,4 m
Antall passasjerer pr vogn .....	53 i 1. klasse eller 76 i 2. klasse
Serveringsmuligheter .....	
Krengesystem .....	Passivt
Strømsystem .....	15 kV 16 2/3 Hz
Maks hastighet i drift .....	200 km/t
Maks aksellast .....	20,75t
Maks effekt .....	6,1 MW
Varig effekt .....	4,8 MW
Vekt lok .....	83 t
Vekt pr vogn .....	42 t
Prisnivå lok 1. kvartal 1990 .....	30 060 000 NOK (6,83 SFR)
Ca pris 1992 .....	35 000 000 NOK
Pris / sete .....	
Vekt / sete vogn .....	0,79 i 1. klasse 0,55 i 2. klasse
Maks effekt / sete .....	



*Fig 2. Traction and braking performance of Loco 2000 was specified to suit 200 km/h inter-city trains as well as heavy freights on steeply graded lines through the Alps*

SNCF

Frankrike

TGV A

Sammensetning .....	10 vogner + 2 trekkhoder
Total lengde .....	238 m
Antall passasjerer .....	116 på 1. klasse, 369 på 2. klasse
Serveringsmuligheter .....	Spisevogn
Krengesystem .....	Nei
Strømsystem .....	25 kV 50 Hz
Maks hastighet i drift .....	300 km/h
Maks aksellast .....	17 t
Maks effekt .....	2x4,4 MW
Normalvekt .....	490 t
Pris .....	78 085 000 NOK (?)
Pris / sete .....	161 000 NOK
Vekt / sete .....	1,01 t
Maks effekt / sete .....	18,14 kW



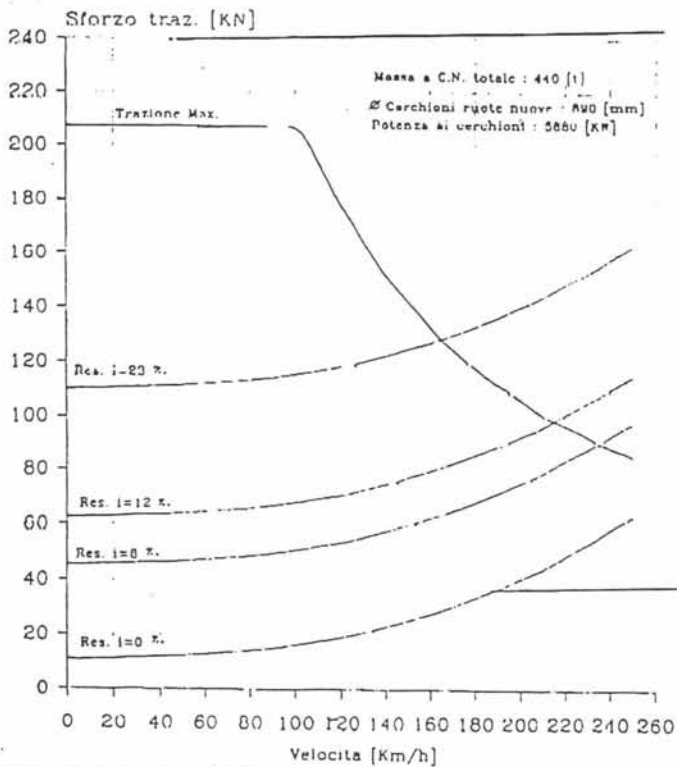
FS	
Italia	
ETR 450 I	
Sammensetning	10 motorvogner + 1 vogn
Total lengde	280 m
Antall passasjerer	450 på 1. klasse
serveringsmuligheter	
Krengesystem	Aktivt
Strømsystem	13000 V likestrøm
Maks hastighet i drift	250 km/h
Maks aksellast	12,5 t
Maks effekt	0,6 MW pr vogn, 6, 0 MW totalt
Total vekt	506 t
Pris	
Pris / sete	
Vekt / sete	1,12 t
Maks effekt / sete	13,33 kW

E11109/1  
Foglio 1/8  
04/07/91

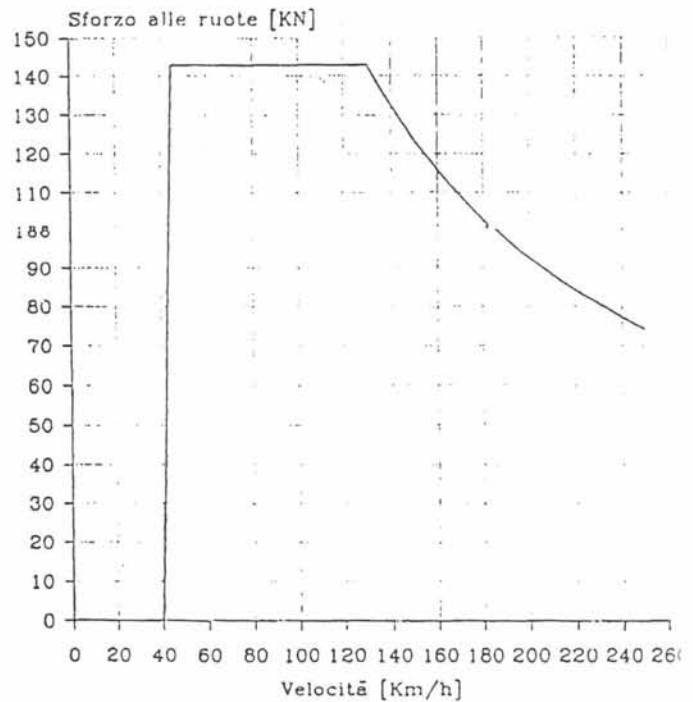
Y0656  
NUOVO PENDOLINO

E11113/1  
Foglio 1  
09/07/91

Y0656  
Nuovo Pendolino  
Sforzo di frenatura elettrodinamico max



Curva F<sub>v</sub> di trazione 6M13R



6 Motrici + 3 Rimorchiate

VR

Finland

ETR 450 II

Sammensetning . . . . . 4 motorvogner + 2 vogner

Total lengde . . . . . 160 m

Antall passasjerer . . . . . 270 (1 + 2 i bredden)

Serveringsmuligheter . . . . .

Krengesystem . . . . . Aktiv

Strømsystem . . . . . Kan få 15 kV 16 2/3 Hz

Maks hastighet i drift . . . . . 200 km/h eller mer

Maks aksellast . . . . . 13,25 t

Maks effekt . . . . . 4,0 MW

Total vekt . . . . . 316 t

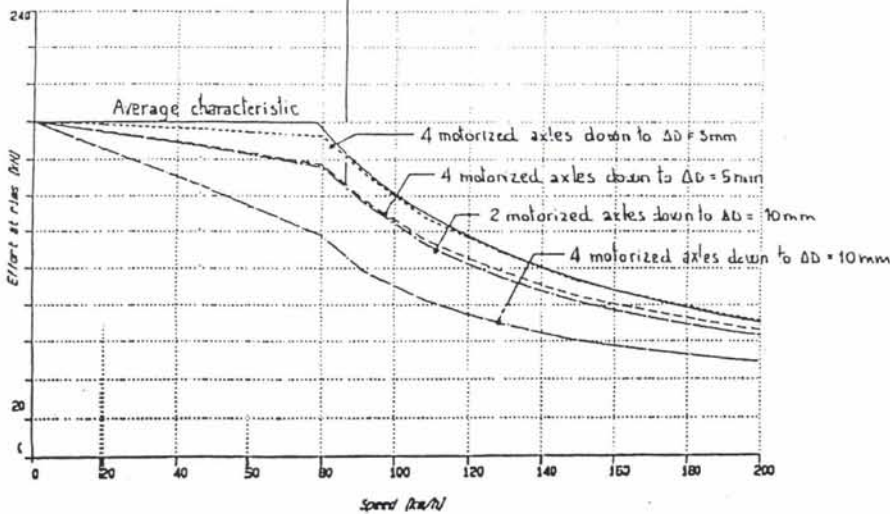
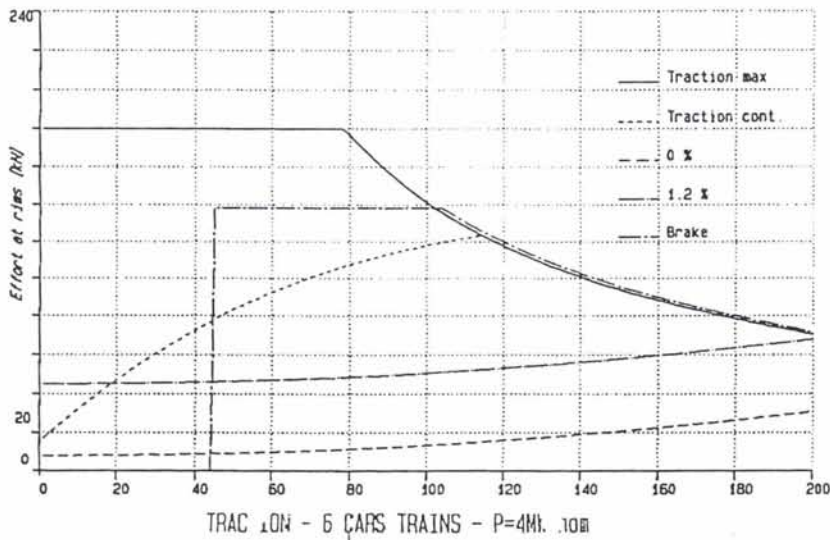
Pris nivå 31.10.91 . . . . . 100 800 000 NOK

Pris / sete . . . . . 373 000 NOK

Vekt / sete . . . . . 1,17 t

Maks effekt / sete . . . . . 14,81 kW

MECHANICAL CHARACTERISTICS OF 6 CARS TRAINSETS - 4MW - Wheels 870 mm



ÖBB

Østerrike

Pendolino

Sammensetning ..... 2 motorvogner + 2 omformervogner + 2 trafogvner

Total lengde ..... 168 m

Antall passasjerer ..... 80 i 1. klasse og 197 i 2. klasse

Serveringsmuligheter .....

Krengesystem ..... Aktiv

Strømsystem ..... 15 kV 16 2/3 Hz

Maks hastighet i drift ..... 200 km/t

Maks aksellast ..... 13 t

Maks effekt ..... 3,5 MW

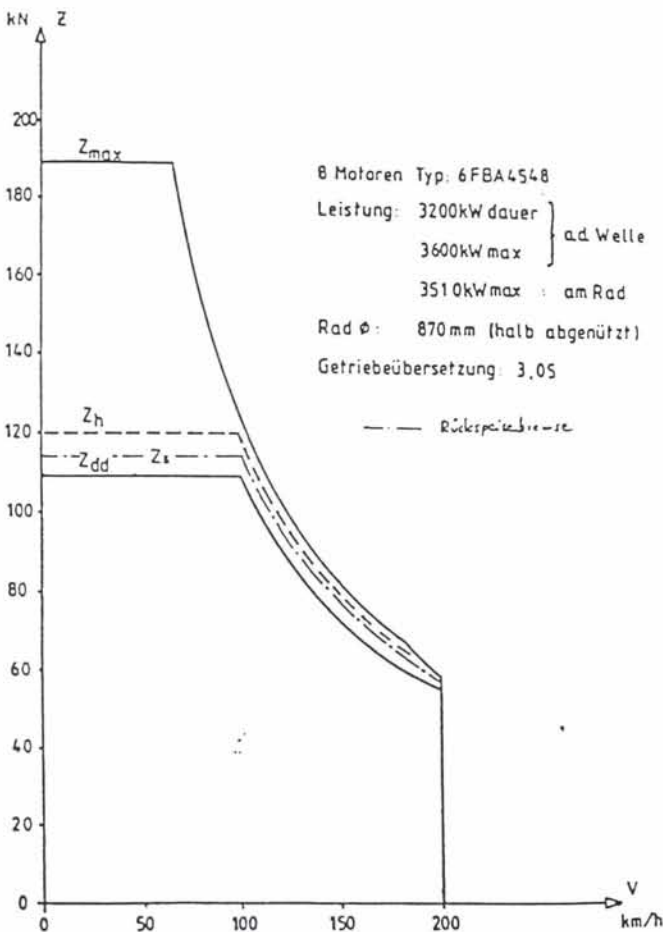
Total vekt ..... ca 290 t

Pris .....

Pris / sete .....

Vekt / sete ..... 1,05 t

Maks effekt / sete ..... 12,63 kW

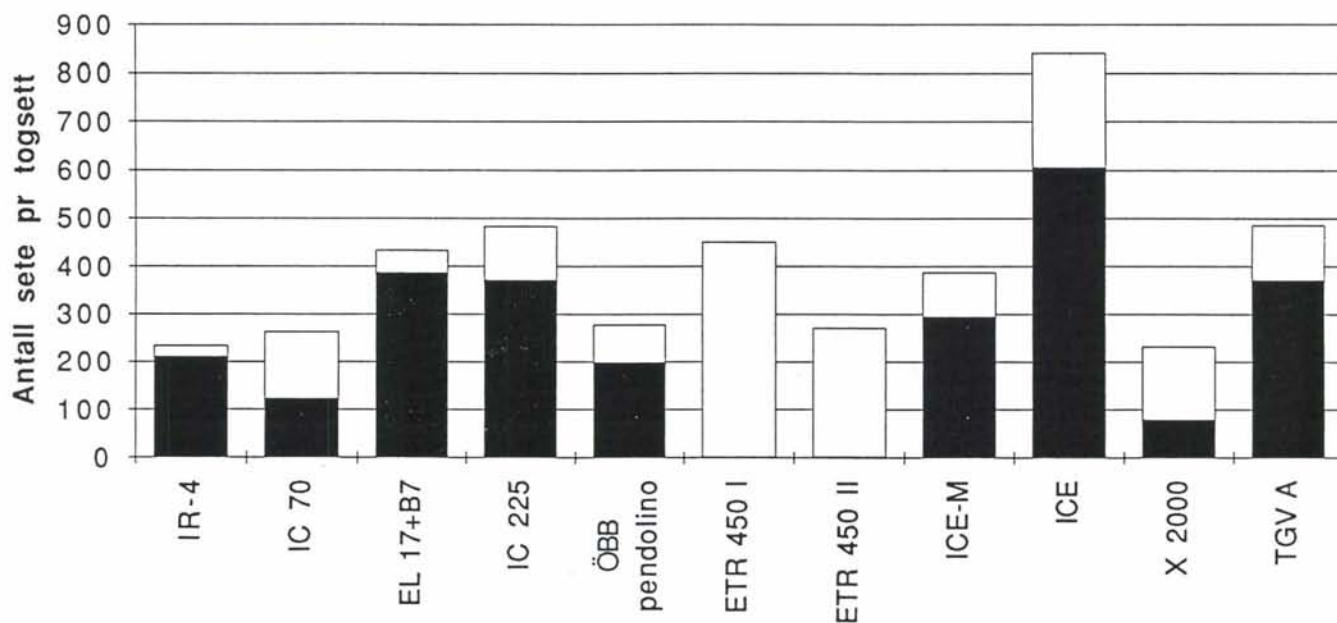
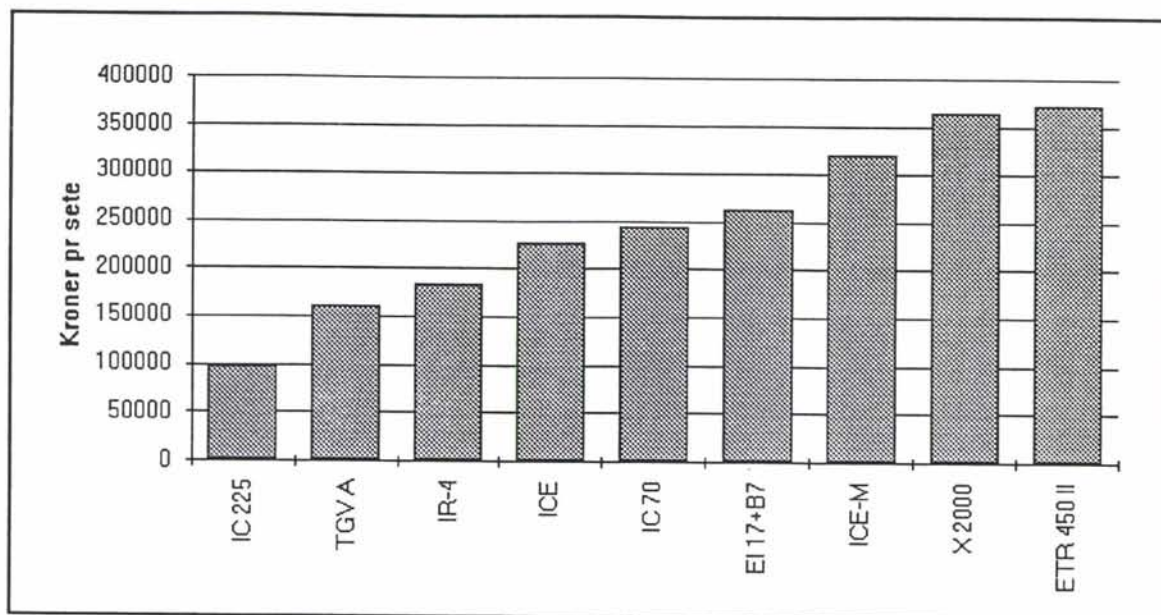


Anspruch: 1.1.4.9a Tr / Ak		Mischbau		G 4	
Querschnitt		Licht. Bauart		EB-T3	
Querschnitt		Umlauf. Bauart			
Program: 1.1.4.9a Tr / Ak		Zug, der Kuppelknoten		4	1
Zug, der Kuppelknoten		4	1	1	1
Rh 4012: Z-v Diagramm		AEB 452 230			

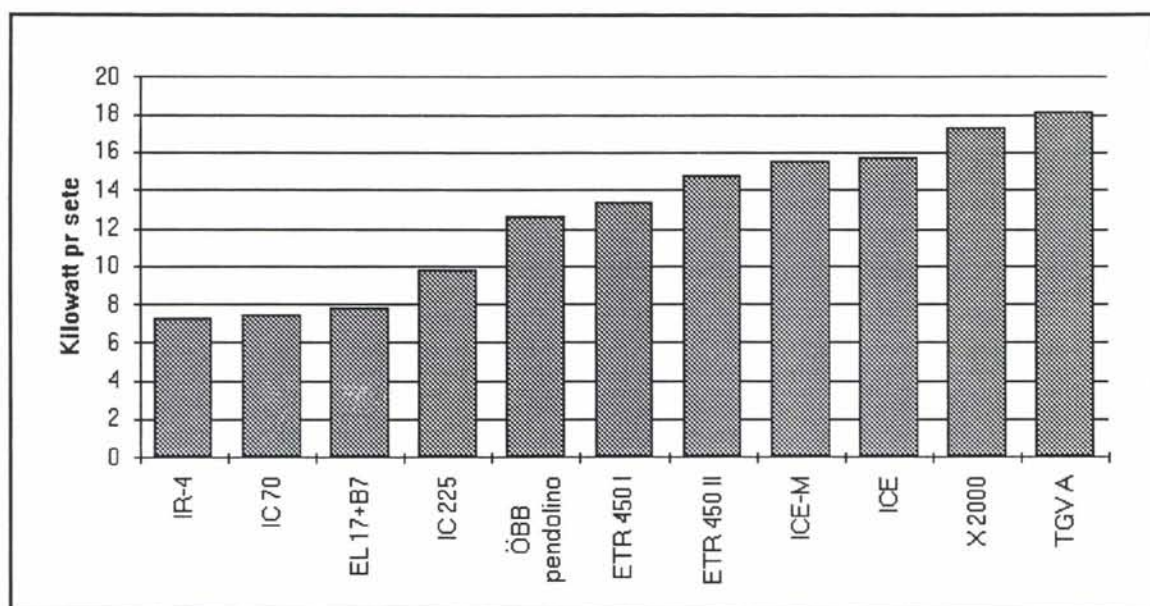


**Sammenstilling av pris pr. sete, vekt pr. sete og effekt pr. sete ut fra de foranliggende materiellopplysninger**

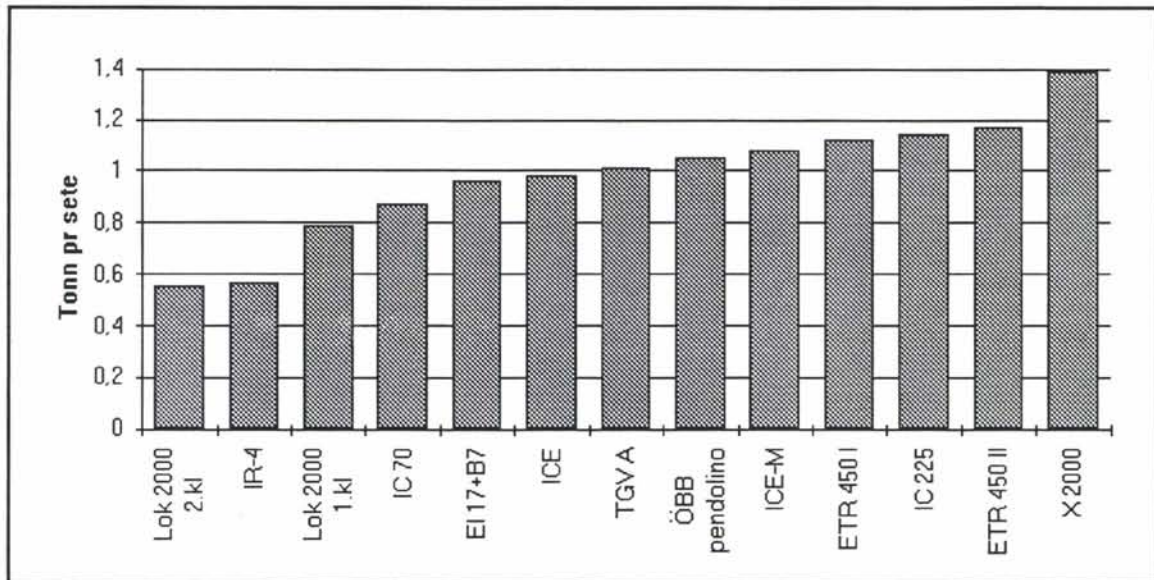
Materiell	Pris pr sete	Materiell	Vekt pr sete	Materiell	Effekt pr sete
IC 225	97000	Lok 2000 2.kl	0,55	IR-4	7,21
TGV A	161000	IR-4	0,57	IC 70	7,48
IR-4	184000	Lok 2000 1.kl	0,79	EL 17+B7	7,83
ICE	226000	IC 70	0,87	IC 225	9,75
IC 70	244000	EI 17+B7	0,96	SBB Pendolino	12,63
EI 17+B7	263000	ICE	0,98	ETR 450 I	13,33
ICE-M	320000	TGV A	1,01	ETR 450 II	14,81
X 2000	365000	SBB Pendolino	1,05	ICE-M	15,5
ETR 450 II	373000	ICE-M	1,08	ICE	15,71
		ETR 450 I	1,12	X 2000	17,31
		IC 225	1,139	TGV A	18,14
		ETR 450 II	1,17		
		X 2000	1,39		



Seter pr togsett







## Prissammenligning

Sammenligning av priser på endel togtyper når togene er satt sammen slik at de har omtrent 250 passasjerer (omtrent like mange i 1. og 2. klasse). Utgangspunktet er prisen for ett helt togsett. Så fjernes eller legges til det antall vogner som skal til for at det blir omtrent 250 seter.

<b>IC-70</b>	
Totalpris helt togsett	56,2 mill
Pris motorvogn	24 mill
Pris styrevogn	13 mill
Pris mellomvogn	9,6 mill
<i>Sammensetning</i>	Styrevogn + motorvogn + 2 1.klassevogner + 1 2.klassevogn
Antall passasjerer	140 på 1.klasse og 122 på 2.klasse
Pris	65,8 millioner
<b>X 2000:</b>	
Totalpris helt togsett:	84,3 mill
Antatt pris trekkhode	30 mill
Antatt merpris styrevogn/kafevogn	2 mill
Beregnet vognpris	10 mill
<i>Sammensetning X 2000 (1)</i>	Styrevogn + kafevogn + 1 2.klassevogn + 2 1.klassevogn + trekkhode
Antall passasjerer	102 på 1.klasse og 154 på 2.klasse
Pris	84 millioner
<i>Sammensetning X 2000 (2)</i>	Styrevogn + 1 2.klassevogn + 2 1.klassevogn + trekkhode
Antall passasjerer	102 på 1. klasse og 125 på 2.klasse
Pris	72 millioner
<b>ETR 450 II:</b>	
Pris pr vogn	16,8 mill
<i>Sammensetning</i>	2 2.klassevogner + 2 1.klassevogner
Antall passasjerer	100 på 1.klasse og 140 på 2.klasse
Pris	67,2 millioner

**TGV A:**

Totalpris	78 mill
Antatt merpris trekkhode	7 mill
Beregnet vognpris	5,3 mill
Beregnet trekkhodepris	12,3 mill Tvilsumme priser!!
<i>Sammenstening</i>	2 trekkhoder + 3 1.klassevogner + 3 2.klassevogner
Antall passasjerer	117 på 1.klasse og 168 på 2.klasse
Pris	56,4 millioner

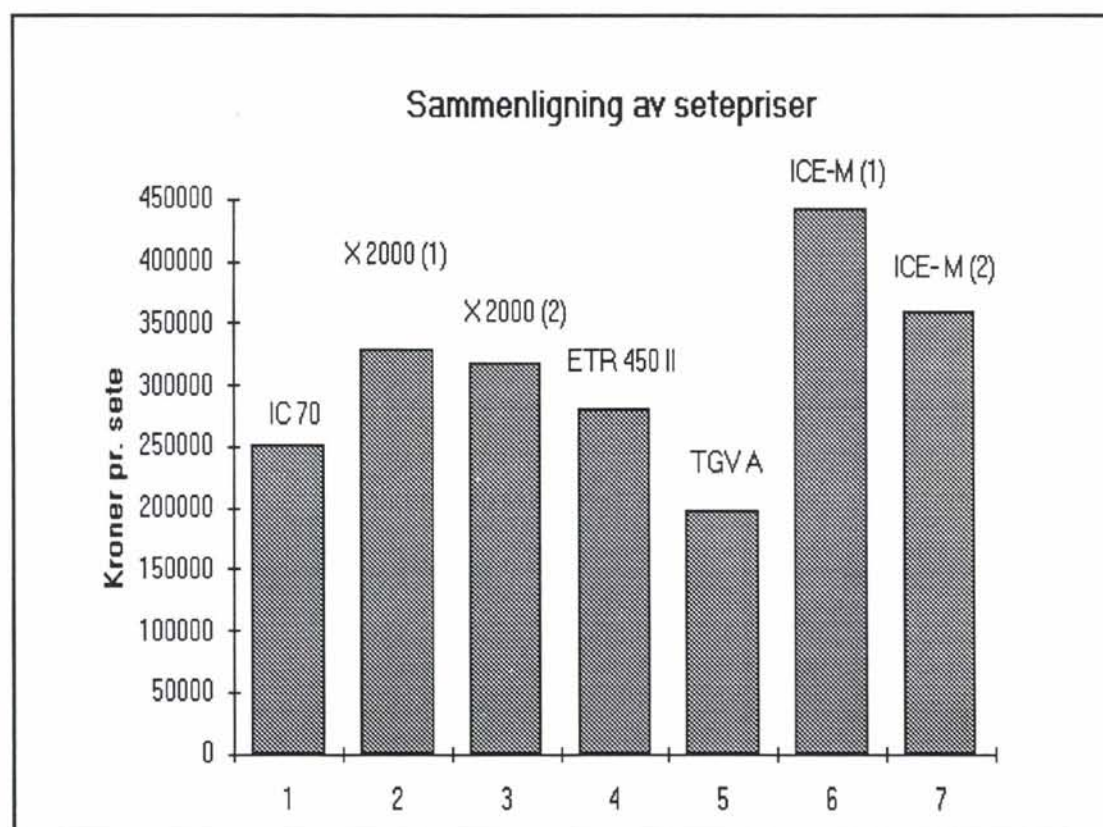
**ICE-M:**

Totalpris	124 mil
Antatt pris trekkhode	30 mill
Antatt pris styrevogn med trekk	20 mill
Antatt merpris servicevogn	1,5 mill
Beregnet vognpris	12,1 mill
<i>Sammensetning ICE-M (1)</i>	Styrevogn + servicevogn + 2 1.klassevogner + 1 2. klassevogn + trekkhode
Antall passasjerer	124 på 1.klasse og 102 på 2.klasse
Pris	99,9 millioner
<i>Sammensetning ICE-M (2)</i>	styrevogn + 2 1.klassevogner + 2 2.klassevogner + trekkhode
Antall passasjerer	124 på 1.klasse og 150 på 2.klasse
Pris	98,4 millioner



## Tenkt materiellsammenstilling for å sammenligne priser

Materiell	Sammensetning	Stipulert totalpris	Antall seter	Pris pr. sete
IC -70	Styrevg.+2 1.kl.vg+1 2.kl.vg+motorvg.	65800000	262	251145
X 2000 (1)	Styrevg.+kafévg.+1 2.kl.vg.+2 1.kl.vg+tr.hode	84000000	256	328125
X 2000 (2)	Styrevg.+1 2.kl.vg.+2 1.kl.vg+tr.hode	72000000	227	317181
ETR 450-II	4 motorvg.+2 vg. (2 2.kl.vg.+2 1.kl.vg.+2 trafvg.)	67200000	240	280000
TGV A	Tr.hode+3 1.kl.vg.+3 2.kl.vg.+tr.hode	56400000	285	197895
ICE-M (1)	Styrevg.+servicevg.+2 1.kl.vg.+1 2.kl.vg.+tr.hode	99900000	226	442035
ICE-M (2)	Styrevg.+2 1.kl.vg.+2 2.kl.vg.+tr.hode	98400000	274	359124



**BILAG 3: BESKRIVELSE AV FORESLÅTTE TRASÉENDRINGER  
SAMT KOSTNADSOVERSLAG**

TRASEDATA FOR KRENGETOG

KORT BESKRIVELSE AV TRASÉER SAMT  
ØKONOMISKE OVERSLAG

## **GENERELT**

For Østfoldbanen skal det anskaffes materiell for høyhastighet, såkalt krengetog. I den forbindelse er NSB Ingeniørtjenesten engasjert av Strategi og Miljøavdelingen til å gjøre en foreløpig vurdering/tilpassing av følgende banestrekninger for kjøring med dette materiellet:

- Dovrebanen Oslo - Trondheim
- Kongsvingerbanen, Lillestrøm - Charlottenberg
- Vestfoldbanen, Oslo - Drammen - Skien
- Sørlandsbanen, Larvik - Skårstøl (nyanlegg)  
Skårstøl - Kristiansand (eksist. trasé)
- Bergensbanen Oslo - Bergen

Oppdraget har i hovedsak gått ut på utarbeiding av nye trasedata for nevnte strekninger tilpasset forutsetningene for kjøring med krengetog. Dataene skal danne grunnlag for kjøretidsberegninger for nevnte strekninger.

Hos Ingeniørtjenesten er oppdraget utført av Åge Knutsen, Per Thomas Ørjavik og Jørn Anke som også har vært prosjektleder. Prosjektansvarlig har vært Ove Skovdahl.

## **FORUTSETNINGER**

Følgende generelle forutsetninger er lagt til grunn for arbeidet:

- Minste tillatte kurveradius 500 meter.
- Der det er lange strekninger med "høy standard" på begge sider av en strekning med for lav standard ( $R < 500$ ), skal mellomliggende strekning oppgraderes til "høy standard", d.v.s. samme standard som tilstøtende banestrekninger.
- Der forholdene har ligget tilrette og eksisterende trasé har for lav standard er det tilstrebet en kurveradie på oppimot 1800 meter.

Forøvrig er det forsøkt å få til en så ensartede kurvatur og stigningsforhold som mulig ut ifra de rådende forhold.

## **BESKRIVELSE**

Nedenfor er det gjort en enkel beskrivelse av de enkelte banestrekningene hvor hovedtrekkene foreslåtte utbedringer er omtalt.



## 1. Dovrebanen

### Oslo S - Eidsvoll

Parsellen Oslo S - Eidsvoll er tatt direkte fra Gardermoutredningen. Traséen er beskrevet i Taugbøl & Øverlands rapport: "Jernbane til Gardermoen, tegningshefte, 1991". Traséalternativ L2 er mest sannsynlig ved en utbygging, og er derfor valgt. Traséen går her fra Oslo S via Bryn, Lillestrøm, Jessheim syd og Gardermoen før Eidsvoll.

Denne parsellen forutsettes kjent og beskrives derfor ikke nærmere.

### Eidsvoll - Hamar

Det er foreslått 19 større og mindre kurveutrettinger med 4 nye tunneler på parsellen mellom Eidsvoll og Hamar. De fleste omleggingene er på mellom 500 og 1000 m, to er på mer enn 2000 m. Den første av disse går fra km. 75.83 til km. 78.13, mens den andre går fra km. 99.11 til km. 101.16.

Til sammen er det foreslått omlagt 16310 m. nytt spor hvorav 1950 m. går i tunnel. Omleggingene vil medføre at traséen mellom Eidsvoll og Hamar blir 620 m. kortere enn den er i dag.

### Hamar - Lillehammer

Det er foreslått 22 kurveutrettinger med til sammen 7 nye tunneler på parsellen Hamar - Lillehammer. De fleste omleggingene er på mellom 500 og 1500 m, 3 er på mer enn 2000 m. Den første går fra km. 141.45 til km. 143.98, den andre fra km. 150.62 til 155.66 og den tredje fra km. 170.46 til km. 174.73.

Til sammen er det foreslått omlagt 29290 m. nytt spor hvorav 7520 m. går i tunnel. Omleggingene vil medføre at traséen mellom Hamar og Lillehammer blir 1370 m. kortere enn den er i dag.

### Lillehammer - Otta

For denne parsellen er det foreslått ialt 40 større eller mindre omlegginger, totalt ca 39.66 km. av ialt ca 113 km. En omlegging er på mer enn 3.0 km.

De foreslåtte omleggingene vil medføre en innkorting på ca. 1.86 km.

### Otta - Dombås

For å oppgradere denne parsellen er det foreslått ialt 9 omlegginger. Lengste omlegging er på ca. 2.5 km.

Totalt vil 7.8 km. av parsellen på ialt 45.8 km. bli lagt om. Omleggingen innbefatte 3 stk. tunneler på totalt ca. 1.1 km.

Innkortingene vil bli på ca. 625 m.

### Dombås - Støren

Parsellen foreslås oppgradert med ialt 28 omlegginger av dagens trasé. Lengste omlegging er på 18.3 km.

Total omlegging vil være på ca. 69.6 km. av en total lengde på 158.2 km. Det vil bli 9 nye tunneler med en samlet lengde på ca. 23.2 km.

De foreslåtte omleggingene vil medføre en innkorting på ca. 6.9 km.

### Støren - Trondheim

Det er foreslått 16 kurveutrettinger med til sammen 5 nye tunneler mellom Støren og Trondheim. De fleste omleggingene er på mellom 300 og 2000 m, to er på mer enn 2000 m. Den første av disse går fra km. 522.18 til km. 524.39, den andre går fra km. 543.55 til km. 548.45.

Til sammen er det foreslått omlagt 21430 m. nytt spor hvorav 1460 m. går i tunnel. Omleggingene vil medføre at traséen mellom Støren og Trondheim blir 1310 m. kortere enn den er i dag.

## **2. Kongsvingerbanen**

### Lillestrøm - Kongsvinger

Parsellen er foreslått oppgradert med i alt 13 omlegginger. Lengste omlegging vil være på ca. 3.2 km.

Total omlegging vil være på ca. 22.3 km av ialt 79.4 km. Det er ikke forutsatt noen tunneler på strekningen. Omleggingene vil kreve ny bru over Glomma ved Fetsund.

Total innkorting vil være på ca. 0.7 km.

### Kongsvinger - Charlottenberg

På denne parsellen er det foreslått i alt 8 omlegginger av dagens trasé. Lengste omlegging vil være på ca. 1.5 km.

Total lengde av omleggingene vil være på ca. 6.3 km. av en total lengde på 42.5 km. Det er ikke forutsatt noen tunneler på denne strekningen.

Total innkorting vil være på ca. 0.2 km.

### 3. Vestfoldbanen

Vestfoldbanen er en av de sterkest trafikkerte strekningene som NSB har. Trafikken har økt kraftig de seneste årene. En utbedring/nybygging er derfor nødvendig for å øke kapasiteten.

Strekningen Oslo - Drammen - Skien er ca 19.39 mil lang. Det er ett km-brudd rett nord for Lier-tunnelen ved km 24.078 (=35.708). Vestfoldbanen går gjennom en rekke byer og tettsteder; Asker, Drammen, Sande, Holmestrand, Skoppum, Tønsberg, Sem, Stokke, Sandefjord, Larvik, Eidanger, Porsgrunn og Skien. Mange av disse stedene skaper problemer med hensyn til minste tillatte kurveradius på  $R=500\text{m}$ .

Utbedringer på Vestfoldbanen:

#### Oslo S - Drammen:

- På strekningen fra Oslo til Asker har utbedringen bestått i øke radier på  $R < 500\text{m}$  opp til  $R=500-1000\text{m}$ . Strekningen er stort sett tett befolket slik at traséinngrep kan få store konsekvenser. Vi har derfor søkt å holde en radius som er minst mulig, men over eller lik  $500\text{m}$ . Traséen følger eksisterende tunneler.
- Fra Asker til Drammen er det bra kurvatur helt frem til passering av Drammenselva. For å få  $R \geq 500\text{m}$  må det bygges ny bru over Drammenselva. Det er benyttet  $R=625$ , rettlinje og  $R=500$ .

Til sammen er det foreslått 11 kurveutrettinger/omlegginger av traséen Oslo S - Drammen. Dette tilsvarer omlegging av 9.704 km nytt spor, hvorav 614 m går i tunnel (4 tunneler). Traséen blir 175 m kortere enn dagens trasé.

#### Drammen - Eidanger:

- Ved utkjøring fra Drammen stasjon er det krapp kurvatur ( $R=210$  og  $R=270$ ) som det ikke er gjort noen ting med. Radiene ligger såpass nærme stasjonen (inn-/utkjøring) slik at togene må ha lav hastighet uansett! En økning av radius til  $R=500\text{m}$  vil få store konsekvenser for eksisterende bebyggelse. Alternativt er å legge traséen i tunnel.
- Rett sør for Drammen, km 56.27 må det legges en tunnel parallell med vegtraséen,  $R=750\text{m}$ , for å opprettholde kravet til minste radius.
- Frem til km 80.0, er det bare små omlegginger av traséen for å luke bort  $R < 500$ . Nye radier ligger mellom 500-1900m.
- Dagens trasé nord og sør for Holmestrand (Holmestrand stasjon km 86.09) er relativt dårlig. Fra km ca 80.0 til 84.0 vil traséen gå i tunnel med rettlinje og radius på 2400. Fra 86.7 til 93.6 km (ca 2.0 km nord for Nykirke) er kurvaturen dårlig, og en stor del av strekningen vil gå i tunnel ( $R=2000-3500$ ).



- Nord for Skoppum stasjon, mellom km 98.0 og 99.0, må linja utrettes,  $R=1700$  og  $R=1900$ .
- Ved km 108.9, rett sør for Barkåker, utrettes kurven til  $R=625m$ .
- "Løkke-traséen" inne i Tønsberg sentrum er det ikke gjort noe med. Utretting krever stort areal. Inn- og utkjøringen til Tønsberg er imidlertid rettet opp til radier mellom 500 og 600m.
- Utretting ved Auli-elva, km 118.7, fører til at det må bygges en ny bru.
- Ett område rett nord for Sem sentrum, km 121.0, utrettes til  $R=500m$ .
- Fra Sem sentrum til Sandefjord sentrum, km 139.5, er det stort sett bra kurvatur. Ut fra Sandefjord sentrum er det en utretting som krever en del bebyggelse!! (km 139.8-140.6).
- Mellom km 141.0 og 156.5 (frem til passering av Lågen) kreves det 4 utrettinger.
- Ved inn- og utkjøring til Larvik stasjon kreves det en del utrettinger. Her er det lite areal disponibelt, slik at en kan komme i konflikt med eksisterende bebyggelse.
- Fra Larvik sentrum, videre langs Farris-vannet og frem til passering av Oklungen (km 186.0) er dagens trasé relativt dårlig. Traséen som går langs Farris-vannet har dårlig kurvatur, og utbedringer langs eksisterende trasé er vanskelig. En ny trasé er derfor nødvendig. En stor del av denne vil måtte gå i tunnel. Reduksjon på strekningen blir på ca 1.8 km.
- Mellom km 186.0 og 190.5 er traséen bra.
- Ved innkjøringen til Eidanger legges traséen i tunnel med radius på  $R=750$  og 600m.

Til sammen er det foreslått 33 kurveutrettinger/omlegginger av traséen mellom Drammen og Eidanger. Dette tilsvarer omlegging av 52.331 km nytt, spor hvorav 18.175 km går i tunnel (16 tunneler). Traséen blir 3.685 km kortere enn dagens trasé.

#### Eidanger - Skien:

- Ut av Eidanger legges en ny trasé som går i tunnel med minsteradius på  $R=500m$ .
- Fra km 194.5 og frem til Skien er traséen bra. Her er det ikke foretatt noen utbedringer eller utrettinger.

Til sammen er det foreslått 1 kurveutretting/omlegging av traséen mellom Eidanger og Skien. Dette tilsvarer omlegging av 1425 m nytt, spor hvorav 620 m går i tunnel (1 tunnel). Traséen blir 35 m lengre enn dagens trasé.

#### **4. Sørlandsbanen**

##### Larvik - Skårstøl

Data for denne parsellen er hentet fra planutredningen "Modernisering av Sørlandsbanen" NSB Baneregion Sør, Januar 1991 (Bruer IKB A/S), Alternativ 3, - 4, og - 5.

##### Alternativ 3

Total lengde 57.1 km. 19 tunneler med en samlet lengde på 40 km.

##### Alternativ 4

Total lengde 59.05 km. 24 tunneler med en samlet lengde på 29.2 km

##### Alternativ 5

Total lengde 58.1 km. 12 tunneler med en samlet lengde på 17.0 km.

##### Skårstøl - Nelaug

Parsellen har en total lengde på 33.342 km. etter dagen trasé. Den foreslåtte utbedringen vil kreve i alt 15 omlegginger på totalt 24.6 km. Lengste omlegging vil være ca. 5.6 km.

Omleggingene vil omfatte i alt 5 tunneler på til sammen 3.20 km.

Total innkorting vil være ca. 2.25 km.

##### Nelaug - Kristiansand

Parsellen har en lengde på ca. 83.88 km. etter dagens trasé. Det er foreslått i alt 33 omlegginger med en samlet lengde på ca.29.3 km. Lengste omlegging vil være ca. 9.0 km.

Omleggingene vil omfatte i alt 5 tunneler på tilsammen 2.90 km.

Total innkorting vil være på ca. 2.30 km.

## 5. Bergensbanen

### Oslo S - Hønefoss

For parsellen Oslo S - Hønefoss er det benyttet et alternativ av den prosjekterte Ringeriksbanen, nærmere bestemt det alternativet som tar av ved Skøyen. Traséen går herfra i tunnel gjennom Sollihøgda, i dagen frem til forbi Hønefoss og kommer inn på eksisterende trasé igjen like nord for hønefoss.

### Hønefoss - Gol

På denne parsellen er det foreslått totalt 26 større og mindre kurveutrettinger og omlegginger av traséen. En omlegging er på mer enn 5000 m. Denne omleggingen tar av fra eksisterende trasé ved km. 168.89 og kommer inn igjen ved km. 176.05.

Til sammen er det foreslått omlagt 41.480 m. nytt spor hvorav 13610 m. går i tunnel. Omleggingene vil medføre at traséen mellom Hønefoss og Gol blir 3930 m. kortere enn den er i dag.

### Gol - Geilo

Det er her foreslått 13 omlegginger hvorav en er på mer enn 5000 m. Denne omleggingen går fra km. 242.77 til km. 248.38.

Samlet er det foreslått omlagt 20.310 m. av traséen, hvorav 1230 m. er tunnel. Omleggingene vil til sammen medføre at parsellen blir 760 m. kortere.

### Geilo - Myrdal

På parsellen Geilo - Myrdal er det foreslått 13 omlegginger innbefattet to som er på mer enn 5000 meters lengde. Den første av omleggingene som er på mer enn 5000 m. går fra km. 278.62 til km. 283.91. Den andre store omleggingen på parsellen er Finsetunnelen som vel ikke trenger noen nærmere beskrivelse.

Samlet er det foreslått omlagt 21160 m. av traséen, hvorav 2350 m. går i tunnel. Omleggingene vil til sammen korte inn parsellen med 990 m.

### Myrdal - Voss

På strekningen Myrdal voss er det foreslått tilsammen 7 omlegginger av traséen. To av omleggingene er på mer enn 5000 m. Den første går fra Reimegrend til Urdland, d.v.s. fra km. 362.75 til km. 371.20. Den andre går fra km. 372.34 til km. 378.57.

Til sammen utgjør de foreslåtte omleggingene 24670 m, av disse går 14860 m. i tunnel. Parsellen blir 2180 m. kortere som følge av omleggingene.

### Voss - Bergen

Det er foreslått 15 omlegginger av traséen mellom Voss og Bergen. En av omleggingene er på mer enn 5000 m. Denne går fra km. 414.18 til 425.24.

Til sammen utgjør de foreslåtte endringene på denne traséen 45330 m, hvorav 24390 m. går i tunnel. Parsellen vil da bli 4750 m. kortere enn den er i dag.



## ØKONOMI

Det er gjort et grovt økonomisk anslag over kostnadene ved å gjennomføre de tiltak som er foreslått i beskrivelsen over.

Kostnadene er beregnet ut fra estimerte gjennomsnittspriser på henholdsvis fri linje og tunnel. I tillegg er det tatt med ekstra kostnader i forbindelse med kryssing av spor samt tunnelpåhugg.

Kostnadene er satt til:

22.000,- pr. m. fri linje  
25.500,- pr. m. tunnel  
1.000.000,- pr. tunnelpåhugg  
3.000.000,- for kryssing av spor  
1.500.000,- for kopling til eks. spor

### Dovrebanen

Parsell	Ant. omlegginger	Ant. meter omlagt (innk. tunneler)	Ant. tunneler	Ant. meter tunnel	Kostrads-overslag	Total innkorting (m)	Ny total-lengde	Andel omlagt i %
Oslo - Eidsvoll	Beskrivet i	T & Ø rapport			3.600,00	6.165	61.345	100
Eidsvoll - Hamar	19	16310	4	1950	430,65	620	58.130	28
Hamar - Lillehammer	22	29290	7	7520	750,70	1.370	56.550	51
Lillehammer - Otta	40	39660			992,52	1.860	111.200	35
Otta - Dombås	9	7800	3	1100	208,45	625	45.175	47
Dombås - Støren	28	69600	9	23200	1.714,40	6.900	151.260	44
Støren - Trondheim	16	21430	5	1460	534,57	1.310	50.340	41
SUM	134,00	184.090,00	28,00	35.230,00	8.231,29	18.850	534.000	44

Kongsvingerbanen

Parsell	Ant. omlegginger	Ant. meter omlagt (innk. tunneler)	Ant. tunneler	Ant. meter tunnel	Kostnads-overslag	Total innkorting (m)	Ny total-lengde	Andel omlagt i %
Lillestrøm - Kongsvinger	13	22300			529,60	700	78.730	28
Kongsv. - Charlottenberg	8	6300			162,60	200	42.280	15
SUM	21,00	28.600,00	0,00	0,00	692,20	900	121.010	23

Vestfoldbanen

Parsell	Ant. omlegginger	Ant. meter omlagt (innk. tunneler)	Ant. tunneler	Ant. meter tunnel	Kostnads-overslag	Total innkorting (m)	Ny total-lengde	Andel omlagt i %
Oslo - Drammen	11	9700	4	610	256,54	175	40.945	24
Drammen - Eidanger	33	52331	16	18175	1.345,89	14.830	124.910	36
Eidanger - Skien	1	1425	1	620	38,52	?	6.860	21
SUM	45,00	63.456,00	21,00	19.405,00	1.640,95	15.005	172.715	27

Sørlandsbanen

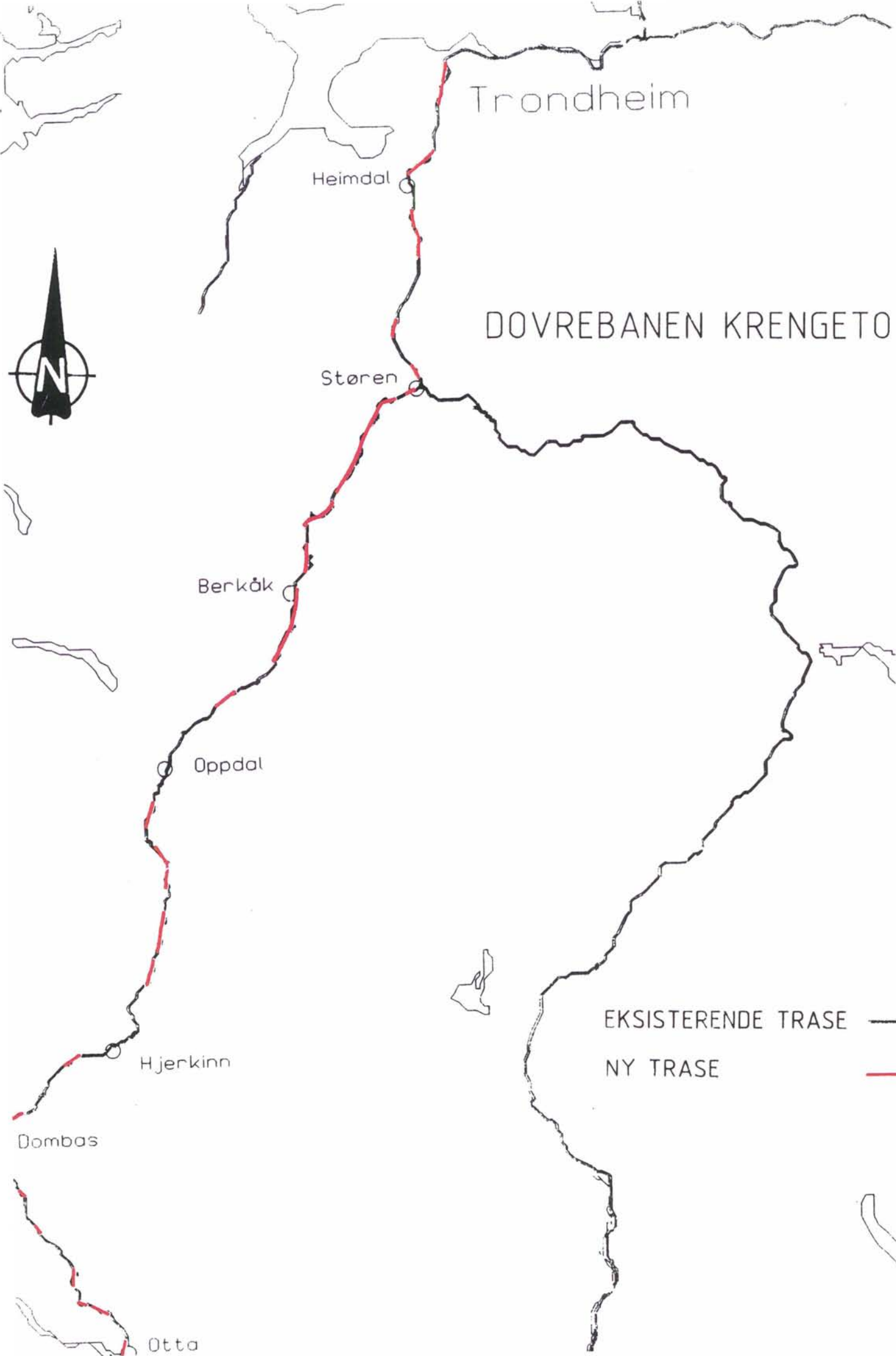
Parsell	Ant. omlegginger	Ant. meter omlagt (innk. tunneler)	Ant. tunneler	Ant. meter tunnel	Kostnads-overslag	Total innkorting (m)	Ny total-lengde	Andel omlegging i %
Larvik - Skårstøl	Beskrevet i	BRUER- rapport	(Alt.3)		2.500,00	105.650	77.860	42
Skårstøl - Nelaug	15	24600	5	3200	607,40	2.250	31.090	74
Nelaug - K.sand	33	29300	5	2900	763,75	2.300	81.580	35
SUM	48,00	53.900,00	10,00	6.100,00	3.871,15	110.200	190.530	44

Bergensbanen

Parsell	Ant. omlegginger	Ant. meter omlagt (innk. tunneler)	Ant. tunneler	Ant. meter tunnel	Kostnads-overslag	Total innkorting (m)	Ny total-lengde	Andel omlegging i %
Oslo - Hønefoss	Ringeriks - KSM - rap.	banen (Alt1, Skøyen)			2.000,00	67.470	45.000	36
Hønefoss - Gol	26	41480	17	13610	1.072,20	3.930	74.240	53
Gol - Geilo	13	20310	3	1230	496,13	760	49.600	40
Geilo - Myrdal	13	21160	4	2350	520,75	990	82.070	25
Myrdal - Voss	7	24670	6	14860	627,75	2.180	47.340	50
Voss - Bergen	15	45330	9	24390	1.145,63	4.750	81.180	53
SUM	74,00	152.950,00	39,00	56.440,00	5.862,46	80.080	379.430	42







Trondheim

Heimdal

DOVREBANEN KRENGETO

Støren

Berkåk

Oppdal

Hjerkinn

Dombås

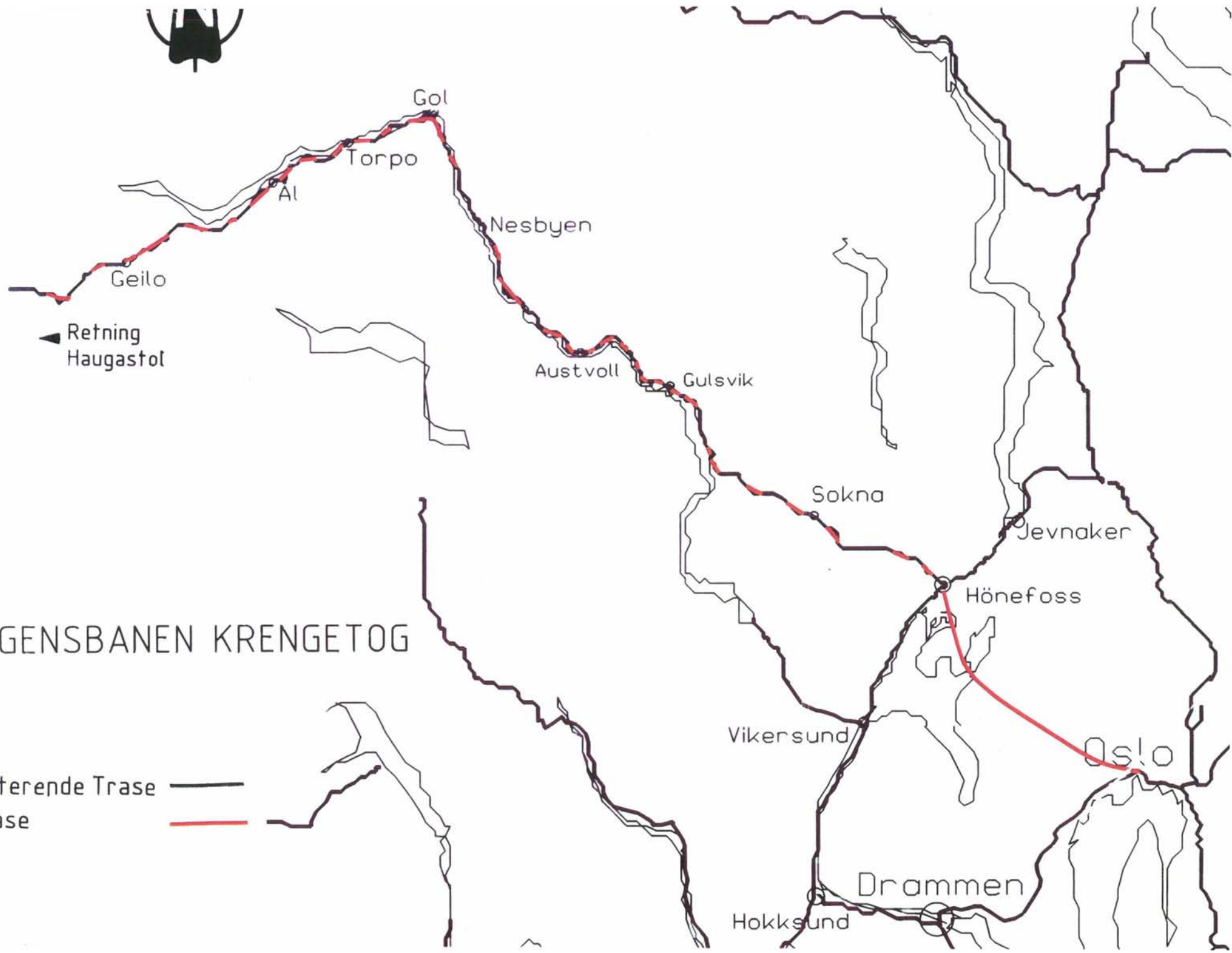
Otta

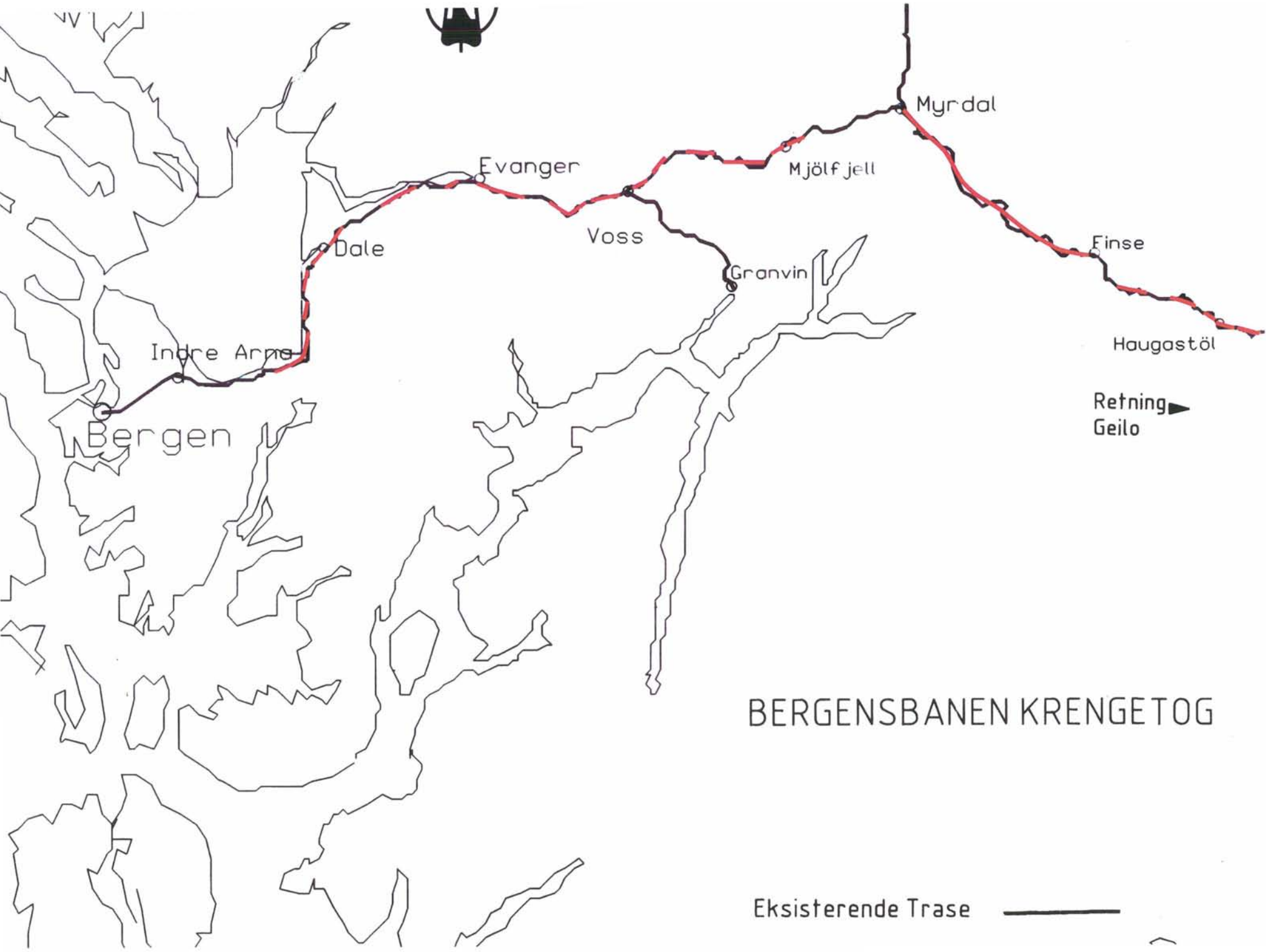
EKSISTERENDE TRASE —

NY TRASE —

# BERGENSBANEN KRENGETOG

Eksisterende Trase —  
Ny Trase —







# VESTFOLDBANEN - KRENGETOG

